



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA

## DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO



# Piano REGIONALE DI TUTELA DELLE acque

DicEMBRE 2014



1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....	3
2 APPROCCIO METODOLOGICO: IL MODELLO DPSIR E L'ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PIANO .....	10
3 DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO REGIONALE .....	12
4 INQUADRAMENTO SOCIOECONOMICO.....	169
5 INFRASTRUTTURE ESISTENTI.....	188
6 RETE DI MONITORAGGIO QUALITATIVO E QUANTITATIVO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO ESISTENTE .....	227
7 IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE A SERVIZIO DEL PRTA .....	310





# 1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

## 1.1 Premessa.

Il Piano di tutela delle acque costituisce uno specifico piano di settore e rappresenta lo strumento regionale di pianificazione della tutela e degli usi delle risorse idriche attraverso cui garantire la sostenibilità del loro sfruttamento ed il conseguimento degli obiettivi di qualità fissati dalla direttiva 2000/60/ce che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

La direttiva 2000/60/ce si propone di fornire agli Stati membri principi comuni e un quadro legislativo trasparente, efficace e coerente entro il quale inserire gli interventi a tutela delle acque comunitarie.

Essa fornisce una nuova prospettiva alla gestione delle risorse idriche che mette in relazione la tutela delle acque con la salvaguardia e la tutela degli ambienti e degli ecosistemi acquatici, attraverso misure che integrano gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali e sotterranee.

Il legislatore comunitario assegna agli Stati membri il compito di adottare le misure necessarie ad impedire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici, superficiali e sotterranei, nonché di adottare misure volte a proteggere, migliorare e ripristinare tutti i corpi idrici al fine di conseguire un buono stato delle acque superficiali e sotterranee entro 15 anni dall'entrata in vigore della direttiva (ovvero entro il 2015), fatta salva la possibilità di prorogare tale termine o prevedere il conseguimento di obiettivi ambientali meno rigorosi in presenza di determinate condizioni.

Le misure, che hanno come unità spaziale di riferimento il distretto idrografico, devono fondarsi sugli esiti di un'approfondita attività conoscitiva articolata nell'analisi delle caratteristiche del distretto, nell'esame dell'impatto delle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sulle acque sotterranee e nell'analisi economica dell'utilizzo idrico.

Al fine di definire lo stato delle acque gli Stati membri sono tenuti ad elaborare programmi di monitoraggio dello stato ecologico e chimico, del potenziale ecologico e del volume o livello del flusso idrico delle acque superficiali, nonché dello stato chimico e quantitativo delle acque sotterranee.

Gli Stati membri, infine, devono adottare per ciascun distretto idrografico il Piano di gestione dei bacini idrografici che rappresenta lo strumento principale di pianificazione, programmazione e gestione degli interventi nel campo delle acque (River Basin Management Plan) e i cui contenuti sono riportati nell'allegato VII della direttiva.

Al fine di facilitare l'applicazione della direttiva 2000/60/ce e allo scopo di garantirne l'uniforme applicazione in tutto il territorio comunitario sono state elaborate linee guida tematiche da parte di gruppi di lavoro composti da esperti dei diversi Stati membri nell'ambito della "Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive).

Lo Stato italiano ha recepito la direttiva 2000/60/ce con il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale) e s.m.i. che riunisce in un unico corpus normativo la legislazione italiana in materia ambientale e dedica alla tutela delle acque la sua parte terza recante "norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche".

Tuttavia il recepimento della direttiva è stato completato e meglio definito solo successivamente con i seguenti atti normativi:

- il decreto ministeriale 16 giugno 2008, n. 131 “Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni)”;
- il decreto ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 “Regolamento recante i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento”;
- il decreto legislativo 10 dicembre 2010, n. 219 “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque”;
- decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260 “Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali”.

Tali atti, di fatto, hanno delineato in concreto le metodologie del processo iterativo che partendo dalla tipizzazione dei corpi idrici superficiali conduce alla definizione dello stato ecologico degli stessi e quindi all'individuazione delle azioni necessarie al conseguimento degli obiettivi di qualità fissati dalla direttiva.

L'individuazione e la classificazione dei corpi idrici sotterranei è stata invece disciplinata dal decreto legislativo 16 marzo 2009, n.30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”.

Il decreto legislativo 152/2006 ha individuato i distretti idrografici (articolo 64) e previsto i seguenti strumenti di pianificazione a tutela delle acque:

- il Piano di bacino distrettuale (art. 65) che ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso a tutela del suolo e delle acque;
- il Piano di gestione (art. 117) che rappresenta un'articolazione interna del Piano di bacino distrettuale e costituisce pertanto piano stralcio del Piano di bacino<sup>1</sup>;
- Il Piano di tutela delle acque (art. 121) che costituisce uno specifico piano di settore di competenza regionale .

Il Piano di gestione del distretto idrografico “Alpi orientali”, di cui la Regione Friuli Venezia Giulia fa parte, è stato adottato, a norma dell'art. 1, comma 3-bis della legge 27 febbraio 2009 n. 13, dai Comitati Istituzionali dell'Autorità di bacino dell'Adige e dell'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico con deliberazione n.1 del 24 febbraio 2010. Per l'approvazione del suddetto Piano si attende appositamente D.P.C.M. in corso di perfezionamento.

---

<sup>1</sup> il Piano di bacino distrettuale e il Piano di gestione sono di competenza dell'Autorità di bacino distrettuale di cui all'articolo 63 del decreto legislativo 152/2006. Nelle more dell'istituzione di dette Autorità, sono state prorogate le Autorità di bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183. In particolare, si vedano: decreto legislativo 286/2006, decreto legge 208/2008 Legge conv. 13/2009, decreto legislativo 219/2010.

Con riguardo al Piano di tutela delle acque, secondo quanto disposto dal richiamato articolo 121, esso è articolato secondo le specifiche indicate nella parte B dell'Allegato 4 alla parte terza del decreto legislativo 152/2006 e contiene:

- a) i risultati dell'attività conoscitiva;
- b) l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione;
- c) l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- d) le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- e) l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;
- f) il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti;
- g) gli interventi di bonifica dei corpi idrici;
- g-bis) i dati in possesso delle autorità e agenzie competenti rispetto al monitoraggio delle acque di falda delle aree interessate e delle acque potabili dei comuni interessati, rilevati e periodicamente aggiornati presso la rete di monitoraggio esistente, da pubblicare in modo da renderli disponibili per i cittadini (397);
- h) l'analisi economica di cui all'Allegato 10 alla parte terza del presente decreto e le misure previste al fine di dare attuazione alle disposizioni di cui all'articolo 119 concernenti il recupero dei costi dei servizi idrici;
- i) le risorse finanziarie previste a legislazione vigente.

Infine, in attuazione dell'articolo 121, la legge regionale 5 dicembre 2008, n.16 all'articolo 13 ha disciplinato l'iter di formazione, nonché adozione e approvazione del suddetto Piano.

Tale iter comprende la procedura di Valutazione ambientale strategica (Vas) ed è rispettosa delle disposizioni dell'articolo 122 del decreto legislativo 152/2006 in merito all'informazione e consultazione pubblica.

E' delineato un procedimento complesso ma capace di coinvolgere al suo interno una molteplicità di soggetti portatori di interessi diversi: Consiglio delle Autonomie locali, Province, Autorità d'ambito, Autorità di bacino, cittadini.

A salvaguardia dell'efficacia delle misure di Piano, l'articolo in commento prevede inoltre che dalla data di adozione del progetto di Piano regionale di tutela delle acque non siano più rilasciati nulla osta, permessi, atti di consenso, autorizzazioni, concessioni, nonché i relativi rinnovi e varianti, concernenti opere, interventi o attività in contrasto con le norme del Piano stesso. Si stabilisce ancora che dalla medesima data non siano più rilasciate concessioni di derivazione di acque superficiali o sotterranee per uso diverso da quello idropotabile, qualora in contrasto con il Piano di tutela delle acque.

Infine, l'ultimo comma dell'articolo 13 attribuisce alle norme di Piano efficacia vincolante *erga omnes*.

## 1.2 Bibliografia dei principali riferimenti normativi

### Norme comunitarie:

**Direttiva 2008/56/CE** del Parlamento europeo e Consiglio del 17 giugno 2008 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino);

**Decisione 2007/322/CE** del 4 maggio 2007 - Commissione - che stabilisce misure di protezione relative agli utilizzi dei prodotti fitosanitari contenenti tolilfluanide che provocano una contaminazione dell'acqua potabile;

**Direttiva 2006/118/CE** del 12 dicembre 2006 - Parlamento europeo e Consiglio - sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento ;

**Direttiva 2006/113/CE** del 12 dicembre 2006 - Parlamento europeo e Consiglio - relativa ai requisiti di qualità delle acque destinate alla molluschicoltura;

**Direttiva 2006/44/CE** del 6 settembre 2006 - Parlamento europeo e Consiglio - sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;

**Direttiva 2006/7/CE** del 15 febbraio 2006 - Parlamento europeo e Consiglio - relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e che abroga la direttiva 76/160/CEE;

**Decisione 2003/334/CE** del 13 maggio 2003 - Commissione - recante misure transitorie ai sensi del regolamento (CE) n. 1774/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio relative al materiale raccolto durante il trattamento delle acque reflue;

**Decisione 2001/2455/CE:** Parlamento Europeo e Consiglio del 20 novembre 2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE;

**Direttiva 2000/60/CE** del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque -modificata dalla Decisione 2001/2455/CE;

**Direttiva 98/83/CE** del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano;

**Direttiva 91/676/CEE** del 12 dicembre 1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole;

**Direttiva 91/271 CEE** del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane;

**Direttiva 86/278/CEE** sulla protezione dell'ambiente nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione;

**Direttiva 76/160/CEE** del 8 dicembre 1975 concernente la qualità delle acque di balneazione.

### Norme nazionali

**Decreto legislativo 10 dicembre 2010, n. 219:** "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva

2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque”;

**Decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260:** “Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali”;

**Decreto Legislativo 13 ottobre 2010 n. 190:** “Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino”;

**Decreto 14 aprile 2009, n. 56:** Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare. Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo»;

**Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30:** Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;

**Decreto 16 giugno 2008, n. 131:** Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;

**Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 116:** Attuazione della direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE;

**Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 Ottobre 2007:** Indirizzi operativi per prevedere, prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di emergenza connesse a fenomeni idrogeologici e idraulici;

**Decreto Legislativo 11 Luglio 2007, n. 94:** Attuazione della direttiva 2006/7/CE, concernente la gestione delle acque di balneazione, nella parte relativa all'ossigeno disciolto;

**Decreto 7 aprile 2006:** Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all'articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152;

**Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152:** Norme in materia ambientale.

**Decreto del Presidente della Repubblica 15 febbraio 2006:** Norme di attuazione del Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche;

**Decreto 6 luglio 2005:** Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari, di cui all'articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152;

**Decreto 22 dicembre 2004:** Ministero della Salute. Disciplina concernente le deroghe alle caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano che possono essere disposte dalle regioni e dalle province autonome;

**Legge 28 luglio 2004 n.192:** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2004, n. 144, recante differimento della disciplina sulla qualità delle acque di balneazione;

**Decreto 28 luglio 2004:** Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152;

**Decreto 12 giugno 2003, n. 185:** Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152;

**Legge 31 luglio 2002, n. 179:** Disposizioni in materia ambientale;

**Decreto 31 maggio 2001:** Modificazioni al Decreto 12 novembre 1992, concernente il regolamento recante i criteri di valutazione delle caratteristiche delle acque minerali naturali;

**Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31:** Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano;

**Decreto 8 gennaio 1997, n. 99:** Ministero dei Lavori Pubblici - Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.

**Decreto Legislativo del 27.01.1992, n. 99:** Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura;

**Legge 31 dicembre 1982 n. 979:** "Disposizioni per la difesa del mare";

**D.P.R. 8 giugno 1982 n. 470:** "Attuazione della direttiva 76/160/CEE del 8 dicembre 1975 concernente la qualità delle acque di balneazione".

**R.D. 11 dicembre 1933 n. 1775:** "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";

## **Norme regionali**

**Legge regionale 5 dicembre 2008, n. 16:** Norme urgenti in materia di ambiente, territorio, edilizia, urbanistica, attività venatoria, ricostruzione, adeguamento antisismico, trasporti, demanio marittimo e turismo;

**Legge regionale 18 agosto 2005, n. 25:** Interventi in materia di edilizia, lavori pubblici, ambiente, pianificazione, protezione civile e caccia – articolo 14 (Disposizioni in materia di scarichi di acque reflue urbane);

**Legge regionale 23 giugno 2005, n. 13:** Organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli ambiti territoriali ottimali in attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36 (Disposizioni in materia di risorse idriche);

**DPR. 7 agosto 2003, n. 0278/Pres:** Regolamento per la disciplina delle portate di rilascio relative agli utilizzi idropotabile ed irriguo in deroga al parametro di cui all'art. 1, comma 4, della L.R. 27/11/2001, n. 28, da applicare in situazioni di deficit idrico

**Legge regionale 15 maggio 2002, n. 13:** Disposizioni collegate alla legge finanziaria 2002) - articolo 18 (disposizioni in materia di gestione faunistico-venatoria, di pesca nelle acque interne, di ambiente, di protezione civile e di parchi)

**Legge regionale 27 novembre 2001, n. 28:** Attuazione del D.Lgs 152/99 in materia di deflusso minimo vitale delle derivazioni d'acqua);

**Legge regionale 26 febbraio 2001, n. 7:** Modifiche alla legge regionale 19 novembre 1991, n.52, recante: “Norme regionali in materia di pianificazione territoriale e urbanistica” e ulteriori disposizioni in materia urbanistica e ambientale, - articolo 22 (scarichi di acque reflue domestiche che non recapitano in rete fognaria).



## 2 APPROCCIO METODOLOGICO: IL MODELLO DPSIR E L'ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PIANO

L'attività di redazione del progetto di Piano di Tutela delle Acque è stata strutturata seguendo la logica del modello DPSIR al fine di ottenere un quadro logico di approfondimento ed analisi dei problemi socio-economico-ambientali.

Il modello DPSIR (**D**Driving forces - **P**ressure - **S**tate - **I**mpact - **R**esponse cioè **D**eterminanti - **P**ressione - **S**tato - **I**mpatto - **R**isposta), utilizzato a livello internazionale sia dall'Agencia Europea per l'Ambiente (EEA) che dalle Nazioni Unite, è definito come "lo schema causale per definire le interazioni fra la società e l'ambiente". Il DPSIR descrive come una data attività (determinante) generando delle pressioni sull'ambiente, in termini di prelievi di risorse e immissione di scarti, sia all'origine dei cambiamenti di stato nello stesso e quindi dei conseguenti impatti sia sui sistemi naturali che su quelli socio-economici.

Concettualmente, il modello evidenzia l'esistenza, "a monte", di forze motrici o Determinanti (ad esempio attività industriali, agricoltura, trasporti, energia, ecc.) che causano le pressioni.

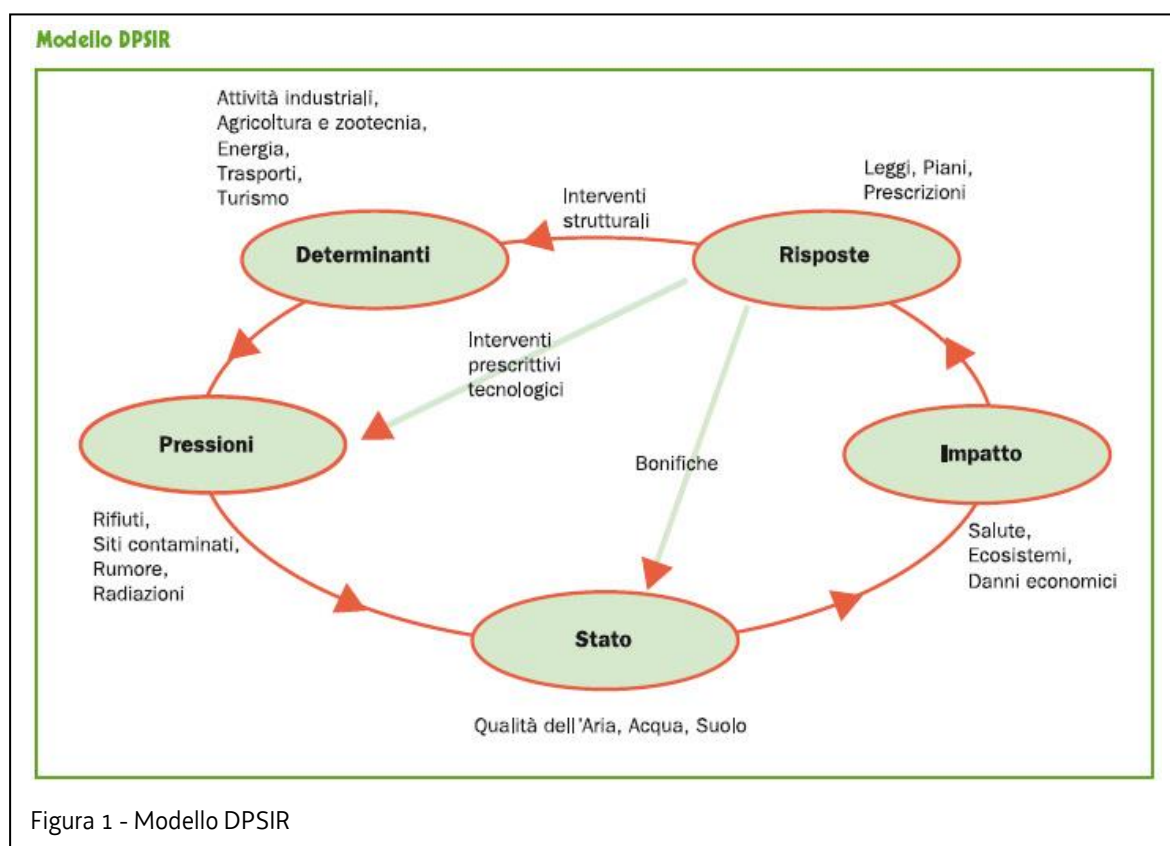


Figura 1 - Modello DPSIR

Le Pressioni misurano gli effetti delle attività umane sull'ambiente e sono espresse in termini di emissioni in atmosfera, di consumo di risorse, di rifiuti prodotti, ecc.

A "valle" si colloca invece lo Stato dell'ambiente che si modifica a tutti i livelli in seguito alle sollecitazioni umane e rappresenta quindi le condizioni ambientali e la qualità delle risorse in termini fisici, chimici, biologici.

Il modificarsi dello stato della natura comporta Impatti, che sono gli effetti dei cambiamenti, per lo più negativi, sulla salute, sugli ecosistemi e i danni economici.



La società e l'economia reagiscono fornendo Risposte, che sono le misure adottate (politiche ambientali e settoriali, iniziative legislative e pianificazioni) dirette sia alle cause immediate degli impatti (cambiamenti dello Stato) sia alle loro cause più profonde, risalendo fino alle Pressioni stesse e ai fattori che le generano (Determinanti).

Seguendo questa metodologia il documento è stato diviso in quattro parti:

- **Parte I - Descrizione generale del territorio:** riporta la descrizione delle attività antropiche in essere (determinanti) che possono causare una pressione sulla risorsa acqua. In questa sezione, per fornire una visione completa, viene inoltre inserita una sintesi delle caratteristiche del territorio (clima, geologia, idrologia, idrogeologia, habitat, reti di monitoraggio, ...) e una disamina del quadro normativo esistente.
- **Parte II - Analisi conoscitiva del Piano di Tutela:** in questa sezione ci si sofferma sull'analisi di pressioni, Stato e impatti. In particolare l'analisi dello stato è stata fatta seguendo lo schema della Direttiva Europea 2000/60CE (recepito dal D.Lgs 152/2006 e successivi decreti attuativi): tale metodologia prevede inizialmente il processo di tipizzazione di fiumi, laghi, acque di transizione, acque marino costiere e acque sotterranee, prosegue con la successiva individuazione di corpi idrici superficiali e sotterranei e le relative condizioni di riferimento e successivamente si conclude con la classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico.
- **Parte III - Indirizzi del Piano di Tutela e Parte IV - Norme di Attuazione:** questi ultimi due documenti riportano le risposte che la Regione intende fornire alle problematiche evidenziate nella Parte II.

### **3 DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO REGIONALE**

In questo capitolo sono descritte le principali caratteristiche climatiche geologiche ideologiche idrogeologiche (faunistiche e vegetazionali) della Regione, oltre che illustrate le aree protette.

Le informazioni contenute rivestono principalmente un carattere introduttivo e di supporto per gli argomenti trattati nei successivi capitoli, fornendo alcune informazioni di base per lo sviluppo dei temi direttamente connessi con la gestione delle risorse idriche.

#### **3.1 Caratteristiche climatiche**

La regione Friuli Venezia Giulia è caratterizzata da una posizione geografica e da un'orografia che ne condizionano in modo determinante il tempo meteorologico e quindi il clima.

La regione è situata alle medie latitudini, dove è molto marcato il contrasto tra le masse d'aria polare e tropicale: tale contrasto genera frequentemente delle perturbazioni dello stato normale dell'atmosfera.

In zone orograficamente complesse, come il Friuli Venezia Giulia, i processi di formazione delle perturbazioni e la loro evoluzione sono influenzati fortemente dai rilievi e dalla loro disposizione rispetto alla circolazione prevalente delle masse d'aria.

La presenza delle Alpi induce significativi cambiamenti della temperatura, umidità e ovviamente della direzione di moto delle masse d'aria che interessano la regione. I processi di

- Foehn (vento caldo e secco discendente dalle Alpi) e
- Stau (effetto di sbarramento dovuto a una catena montuosa, che costringe le correnti d'aria a innalzarsi raffreddandosi, dando spesso luogo a precipitazioni),

che hanno luogo su opposti versanti della catena montuosa, sono responsabili di profonde modifiche del contenuto relativo d'acqua nell'aria (umidità), attraverso processi di condensazione ed evaporazione dell'acqua stessa, i quali influenzano la temperatura dell'aria e di conseguenza la stabilità atmosferica.

Molto importanti sono anche le peculiarità locali del territorio, quali la presenza del mare Adriatico, poco profondo, e della laguna caratterizzata da considerevoli escursioni termiche. In estrema sintesi il clima della regione può essere considerato come un clima continentale moderato con connotazione umida.

La connotazione umida del clima è dettata dall'elevata piovosità dell'alta pianura friulana e della zona prealpina. Questa componente è il risultato sia dell'effetto che i rilievi hanno sui flussi di aria umida provenienti da sud, che sono forzati a moti verticali i quali si traducono in piogge copiose, sia dell'elevata frequenza di temporali primaverili ed estivi. Non va inoltre dimenticato che la grandine è tra i fenomeni caratterizzanti del clima estivo regionale.

### 3.1.1 Classificazione dei climi del Friuli Venezia Giulia

#### Classificazione di Köppen

Per un primo inquadramento climatico del Friuli Venezia Giulia si può far riferimento alla sempre attuale classificazione di Köppen che ci consente di raffrontare il clima di una zona con il resto del mondo. Per il Friuli Venezia Giulia tale classificazione ci restituisce un territorio dove partendo dall'Adriatico e muovendosi a nord verso le montagne, si incontrano climi via via più freddi. (Fig. 2 – Fig. 4)

Quasi tutta la regione è caratterizzata da climi mesotermi C (Climi temperati delle medie latitudini) dove il mese più freddo ha una temperatura media inferiore a 18°C ma superiore a -3°C e dove almeno in un mese si ha una temperatura media superiore a 10°C.

Le piogge risultano abbondanti in ogni mese dell'anno (sottoclimate umido f), per cui in funzione della temperatura estiva distinguiamo i seguenti sottoclimi:

**Cfa:** Con estate molto calda; il mese più caldo ha una temperatura media superiore a 22°C.

**Cfb:** Con estate calda; il mese più caldo ha una temperatura media inferiore a 22°C ma si contano almeno 4 mesi con temperatura media al di sopra di 10°C.

**Cfc:** Con estate fresca e breve; meno di 4 mesi con temperatura media al di sopra di 10°C.

Nelle zone di maggior quota della regione, sulle Alpi Giulie e Carniche, si incontrano i climi microtermi delle medie latitudini **Dfa**, **Dfb** e soprattutto **Dfc** dove il mese più freddo ha una temperatura inferiore a -3°C e la temperatura media del mese più caldo è superiore a 10°C, l'estate è fresca e breve e si contano meno di 4 mesi con temperatura media al di sopra di 10°C.

Sulle vette, dove la temperatura del mese più caldo è inferiore ai 10 °C incontriamo il clima semi-nivale di montagna (ETH).

#### Indice pluviometrico di Lang

L'indice pluviometrico di Lang è definito come rapporto tra la precipitazione media annua (mm) e la temperatura media annua (°C). Valori bassi di questo indice sono caratteristici di terreni con accumulo di sostanza organica indecomposta al suolo e formazione di humus. Da studi di tipo statistico è stata proposta la seguente corrispondenza tra pluviometrico di Lang (L) e classificazione fitoclimatica del Pavari ( Susmel 1988)

L < 40 arido

L = 40 → 60 nessun accumulo di humus

L = 60 → 90 *Lauretum*

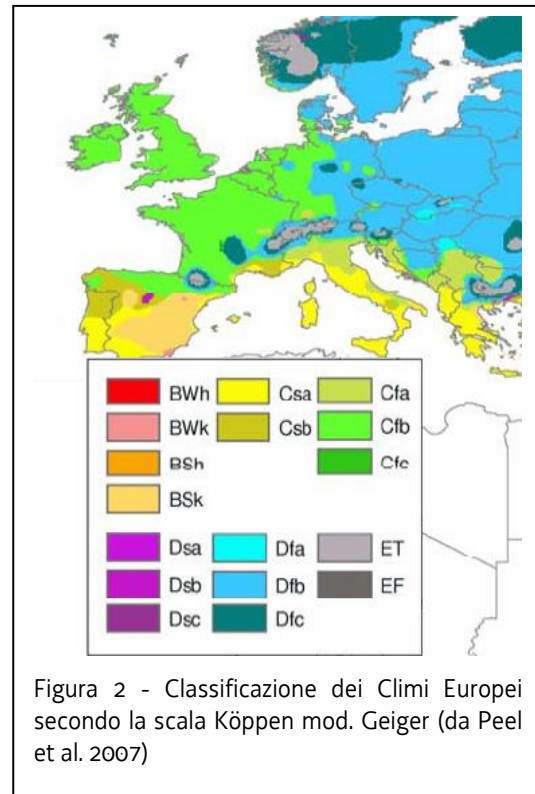


Figura 2 - Classificazione dei Climi Europei secondo la scala Köppen mod. Geiger (da Peel et al. 2007)

L= 90 → 135 *Castanetum*

L= 135 → 190 *Fagetum*

L > 190 *Picetum*

Secondo questa scala nel Friuli Venezia Giulia si incontrano fitoclimi che vanno dal *Lauretum* delle zone meno piovose di costa e bassa pianura e che, con l'aumentare della pioggia verso nord, diventano *Castanetum* e *Fagetum*. Con il diminuire della temperatura, all'aumentare della quota, incontriamo il fitoclima *Picetum* (Fig. 5)

### Indice idrometrico di Amann

L'indice idrometrico di Amann è definito dal seguente algoritmo :

$$H = (P - T) / E$$

dove P è la precipitazione media annua (mm), T è la temperatura media annua (°C) ed E è l'escursione termica annuale definita come differenza tra la temperatura media del mese più caldo e quella del mese più freddo (°C). Per valori di H superiori a 500 il clima è definito oceanico temperato, per valori inferiori a 300 il clima è continentale mentre per valori tra 300 e 500 il clima è definito intermedio.

Nel Friuli Venezia Giulia gran parte della regione è caratterizzata da un clima oceanico temperato, questo si verifica anche in montagna dove le temperature sono più fredde ma le piogge sono comunque elevate. Solo nelle zone montane dove le piogge annuali non sono particolarmente elevate l'indice di Amann diventa inferiore a 500 e poi 300 individuando climi intermedi e continentali (fig 6).

### Indice di aridità De Martonne

L'indice di aridità di De Martonne è calcolato attraverso la seguente espressione:

$$I_a = P / (T + 10)$$

dove

P = precipitazione media annua in mm

T = temperatura media annua in °C

se:

I<sub>a</sub> < 5    clima desertico (aridità estrema)

I<sub>a</sub> < 15    irrigazione continua: clima steppico (aridità)

I<sub>a</sub> < 20    irrigazione necessaria: clima semiarido mediterraneo

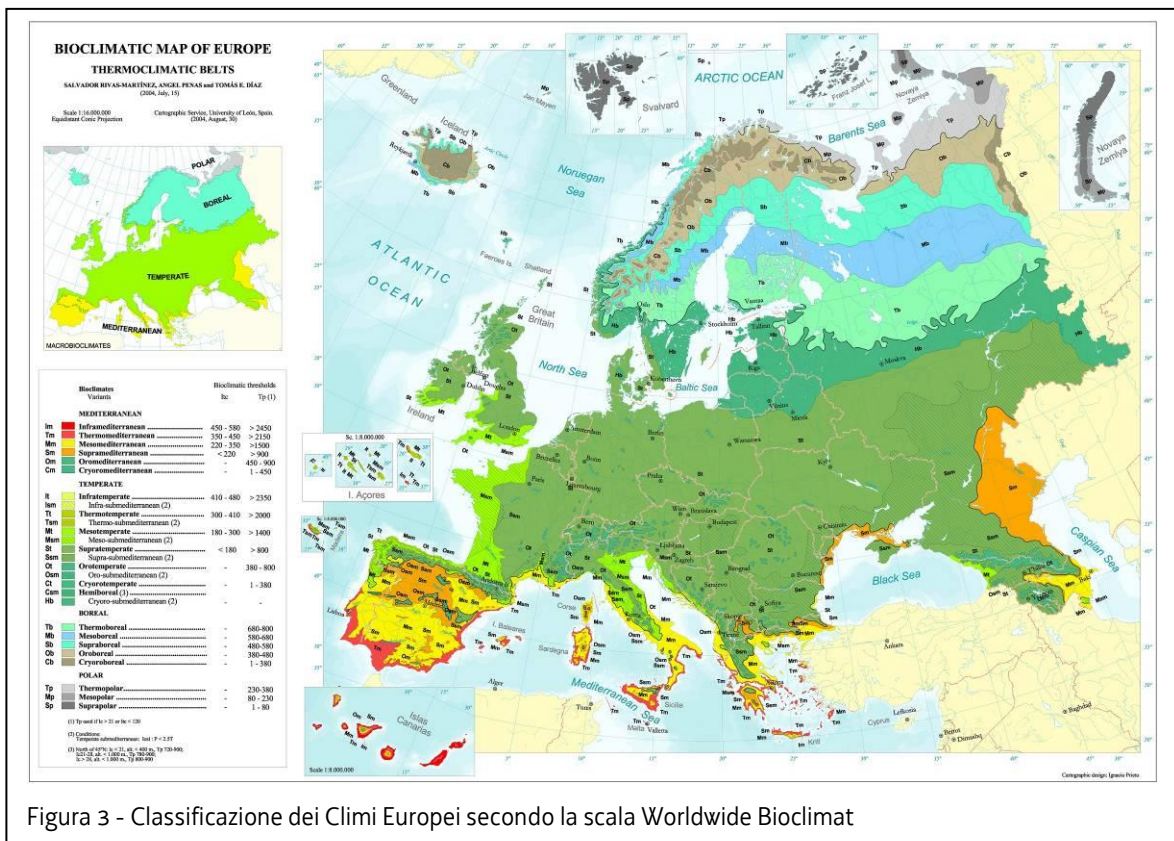
I<sub>a</sub> < 30    irrigazione opportuna: clima subumido

- la < 60 irrigazione occasionale: clima umido
- la > 60 autosufficienza idrica: clima perumido

Questo indice è nato a fini agronomici per descrivere la necessità dell'irrigazione, ma essendo un indice essenzialmente climatico non tiene conto della natura dei terreni e quindi le indicazioni che dà devono essere integrate con le conoscenze pedologiche del territorio. Infatti in condizioni di suoli particolari la classificazione sottesa dall'indice DeMartonne risulta del tutto inadeguata. Per esempio in gran parte dei suoli sciolti dell'alta e media pianura friulana, là dove l'irrigazione è una pratica agronomica estiva consueta, l'indice la risulta superiore a 60. (Fig. 7)

### Worldwide Bioclimat Classification

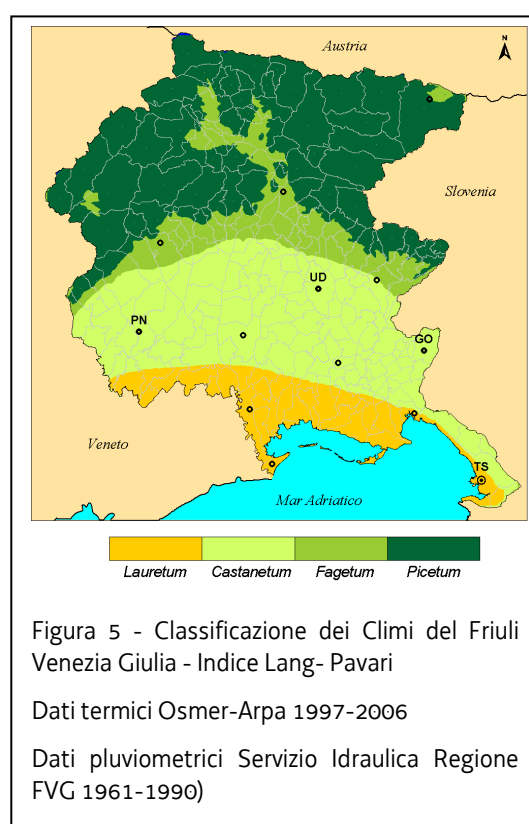
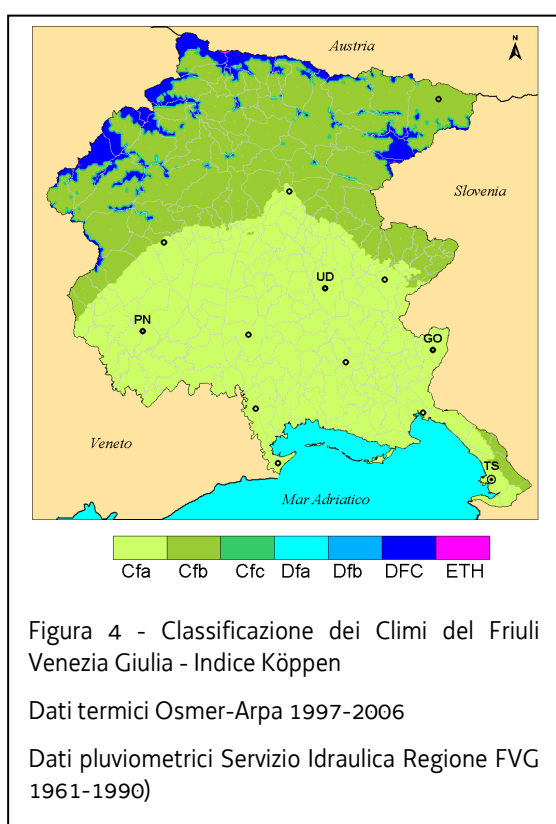
Una delle più recenti classificazione dei climi è dovuta agli studi e alle proposte di Rivas-Martinez (1987, 1996) (Sboarina et al, 2004) (Fig 3).



Secondo l'approccio proposto la classificazione bioclimatica delle diverse zona è ottenuta mediante la combinazione di tre indici:

- 1) **Indice di Continentalità semplice (Ic)** definito come differenza tra la temperatura media del mese più caldo e quella del mese più freddo(°C). Sulla base di questo indice in Friuli Venezia Giulia si individuano i climi oceanico e oceanico semicontinentale (Fig. 8).

- 2) **Indice di termicità (It)** definito come dieci volte la somma della temperatura media annuale (T) , della media delle massime (M) e delle minime del mese più freddo(m):  $It=10(T+m+M)$ . Tale valore deve essere corretto in funzione della quota. In Friuli Venezia Giulia sulla base di questo secondo indice il clima oceanico viene ulteriormente suddiviso in mesotemperato, sovratemperato e orotemperato.
- 3) **Indice ombrotermico (Io)** definito quoziente della somma delle precipitazioni medie in mm dei mesi in cui la temperatura media mensile è superiore a zero espressa in mm (Pp) e la somma delle temperature medie mensili dei mesi con temperatura media superiore allo zero espressa in decimi di grado (Tp):  $Io=10 Pp/Tp$ . Tale valore deve essere corretto in funzione della quota. In Friuli Venezia Giulia sulla base di quest'ultimo indice si individuano climi preumidi, umidi, iperumidi e ultraiperumidi a conferma della grande variabilità della pioggia in regione e dei livelli record che raggiungono le precipitazioni sulle zone alpine e prealpine.





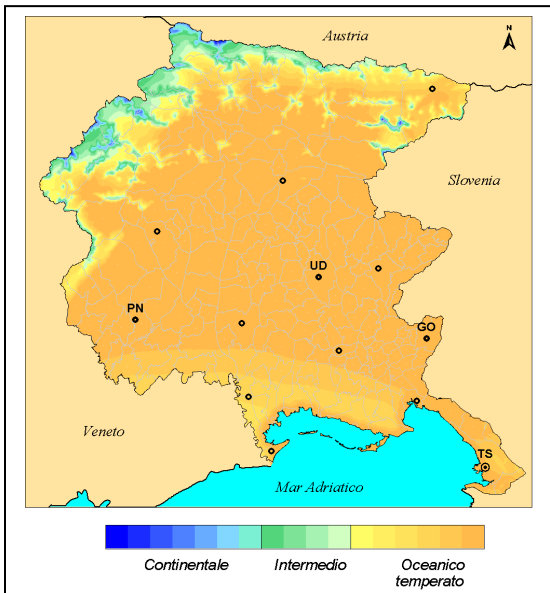


Figura 6- Classificazione dei Climi del Friuli Venezia Giulia - Indice di Amann

Dati termici Osmer-Arpa 1997-2006

Dati pluviometrici Servizio Idraulica Regione FVG 1961-1990

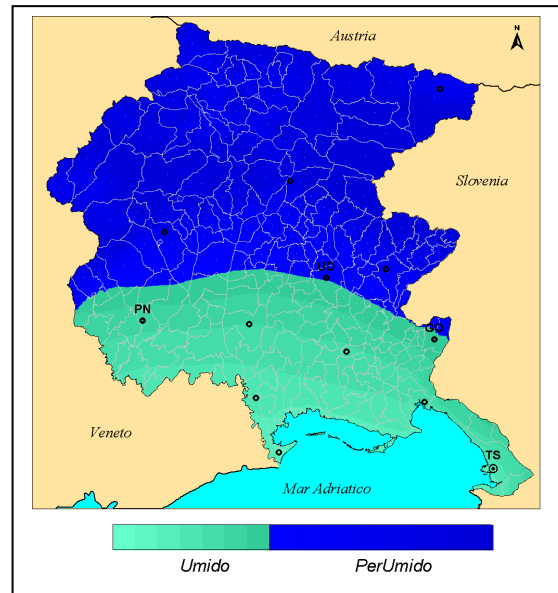


Figura 7 - Classificazione dei Climi del Friuli Venezia Giulia - Indice di aridità di De Martonne

Dati termici Osmer-Arpa 1997-2006

Dati pluviometrici Servizio Idraulica Regione FVG 1961-1990

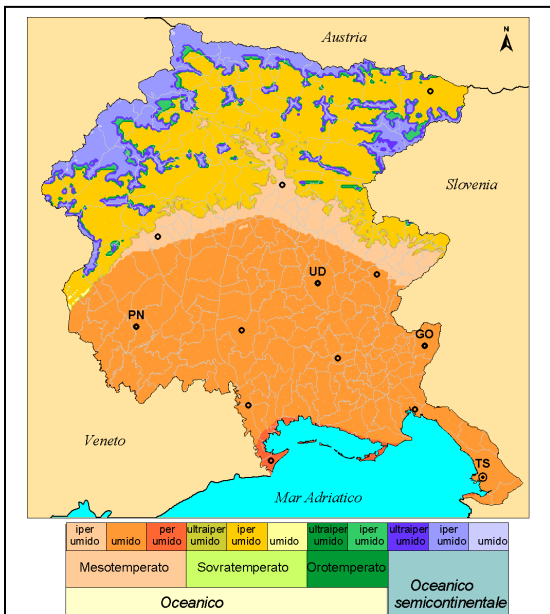


Figura 8 - Classificazione dei Climi del Friuli Venezia Giulia - Indice Worldwide Bioclimat - Rivas-Martinez

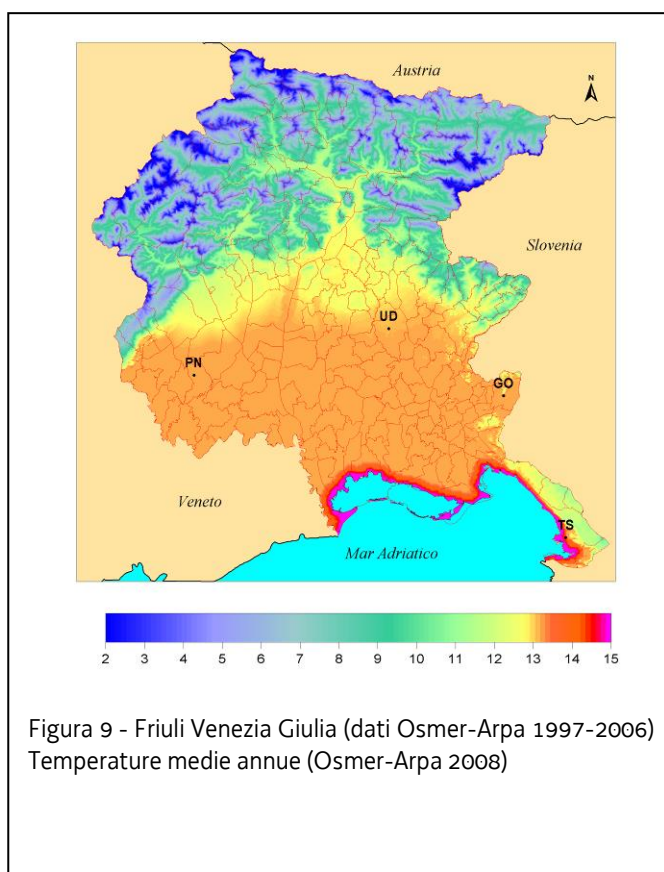
Dati termici Osmer-Arpa 1997-2006

Dati pluviometrici Servizio Idraulica Regione FVG 1961-1990

### 3.1.2 Temperatura

In generale si può affermare che la fascia pianeggiante e costiera della regione (dove sono situati i 4 capoluoghi) rientra, per quanto attiene alle temperatura media annuale, fra i valori di 12 e 14 °C, con alcune lievi differenze dovute sostanzialmente alla maggiore vicinanza al Mare Adriatico e alla giacitura (Fig. 9).

Il discorso si complica notevolmente per il resto del territorio collinare e montuoso della regione, dove la temperatura è profondamente influenzata non solo dall'altitudine ma soprattutto dall'esposizione e dall'orientamento delle catene montane delle Prealpi e Alpi Carniche e Giulie, dalla presenza dell'altopiano del Carso, dall'appartenenza ai sistemi idrografici (Adriatico e Mar Nero) ed ai bacini fluviali (Piave, Livenza, Tagliamento, Isonzo, Drava, Timavo), dalla conformazione delle valli.



In altre parole, oltre alla consueta diminuzione progressiva della temperatura legata alla quota (non sempre omogenea a causa dell'esposizione e dell'orientamento del versante), che rispecchia il decremento della temperatura che si verifica nella troposfera secondo il gradiente adiabatico umido di circa 0,7 °C ogni 100 m, contano molto anche la giacitura di una località (valle larga o stretta) e l'altezza delle catene montane circostanti, che favoriscono il ristagno delle masse d'aria più fredde (fenomeno noto come "inversione termica"). Per esemplificare, le località poste in zone collinari o comunque non a fondovalle registrano temperature medie più elevate di quelle poste a fondovalle, ma ciò si verifica anche fra l'alta e la bassa pianura friulana; il fenomeno era noto già nell'antichità e infatti la maggior parte degli insediamenti abitativi (castelli, borghi, villaggi montani) si è sviluppata su zone rilevate.

L'appartenenza ai sistemi idrografici ed ai bacini fluviali incide notevolmente per gli effetti di maggiore o minore continentalità, cioè sia per l'aumento dell'escursione termica diurna e annuale, sia per l'esposizione all'afflusso delle diverse masse d'aria, calda o fredda, che si spostano sull'Europa.

L'orientamento e la morfologia delle due catene montuose principali, Alpi e Prealpi Carniche e Giulie, e il Carso, incrementano o smorzano l'azione dei flussi apportatori di diverse condizioni meteorologiche, quindi giocano un ruolo molto rilevante anche sul comportamento della temperatura nel lungo periodo.

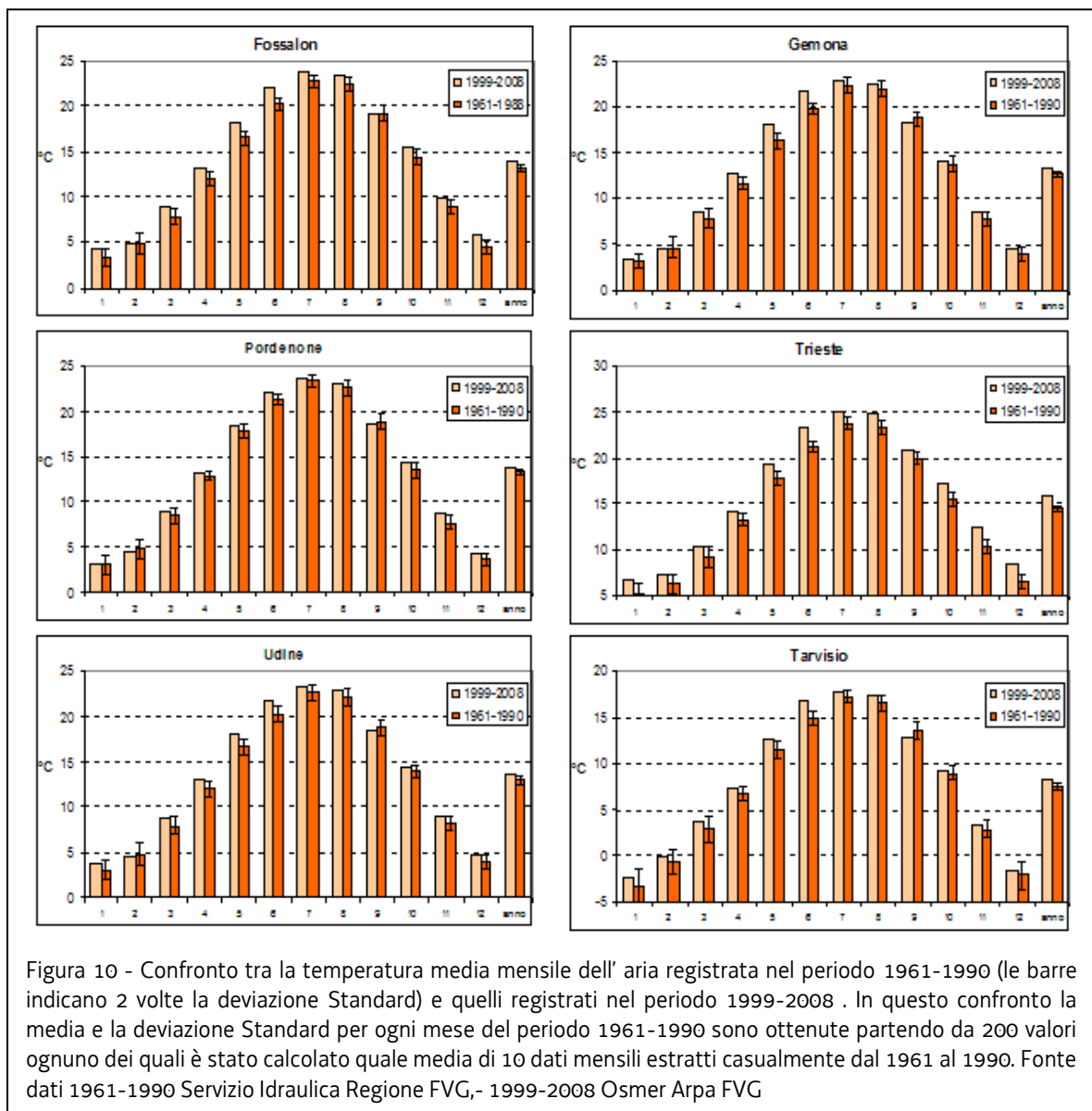


### Variazioni delle temperatura nel periodo 1999-2008 rispetto al trentennio 1961-1990

La Fig. 10 ci mostra il confronto tra la temperatura media registrata nel periodo 1961-1990 e quella del decennio 1998-2008 per alcune località del Friuli Venezia Giulia.

Bisogna premettere che in alcune di queste località la localizzazione delle stazioni nei due periodi presi in esame è diversa e quindi, visto che le condizioni microclimatiche possono condizionare in maniera significativa le misure termiche, le due serie non sono perfettamente confrontabili.

Ciononostante il segnale che globalmente si evince da questi confronti è che la temperatura media nel decennio 1999-2008 è superiore al periodo climatico di riferimento. In particolare per la località di Fossalon di Grado, in cui le due serie climatiche sono maggiormente confrontabili, l'incremento della temperatura media annua è di 1 °C.



### 3.1.3 Le precipitazioni

Un'analisi eseguita dall'OSMER dell'ARPA sui dati giornalieri pluviometrici del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici (1961-2000) ha portato alla stesura di varie mappe regionali di piovosità. Dallo studio delle mappe della pioggia media annuale (Fig. 11) si nota che la regione può essere, in buona misura, divisa in 4 zone che presentano regimi pluviometrici distinti:

**Fascia costiera:** è la zona meno piovosa della regione; i totali annui raggiungono mediamente i 1.000-1.100 mm, con un andamento crescente dalla costa verso l'interno;

**Fascia pianura e colline:** avvicinandosi alle montagne la piovosità aumenta; i valori medi annui variano da 1.200 a 1.800 mm;

**Fascia prealpina:** le precipitazioni medie annue raggiungono valori (dai 2.500 ai 3000 millimetri) da **primato europeo**;

**Fascia alpina interna:** a Nord delle Prealpi Carniche e Giulie la piovosità media annua torna a decrescere fino a valori di 1.400 – 1.600 mm, molto simili a quelli della media pianura.

In tutta la regione il mese meno piovoso è febbraio, con valori che variano dai 60-90 mm di pioggia sulla costa e in pianura, ai 120 - 140 mm nella zona prealpina. Durante la primavera le piogge man mano aumentano fino a raggiungere a giugno un primo picco (90 mm sulla costa e 280 sulle Prealpi Giulie). A luglio le piogge diminuiscono per poi risalire nuovamente a partire dalla terza decade di agosto. La stagione autunnale è decisamente la più piovosa e i dati medi mensili di precipitazione a novembre variano dai 100 mm della costa ai 400 di Udcea.

Le variazioni intorno ai valori medi sopra riportati sono notevoli: il mese più piovoso nel trentennio esaminato è stato settembre 1965, quando i livelli di precipitazione mensile sono variati dai 300-400 mm sulla costa agli oltre 1.200 mm registrati sulle Prealpi Giulie (stazione di Oseacco) e sulle Prealpi Carniche (stazione di Barcis); per contro, proprio il mese successivo, ottobre 1965, è stato completamente secco con zero millimetri di precipitazione misurata.

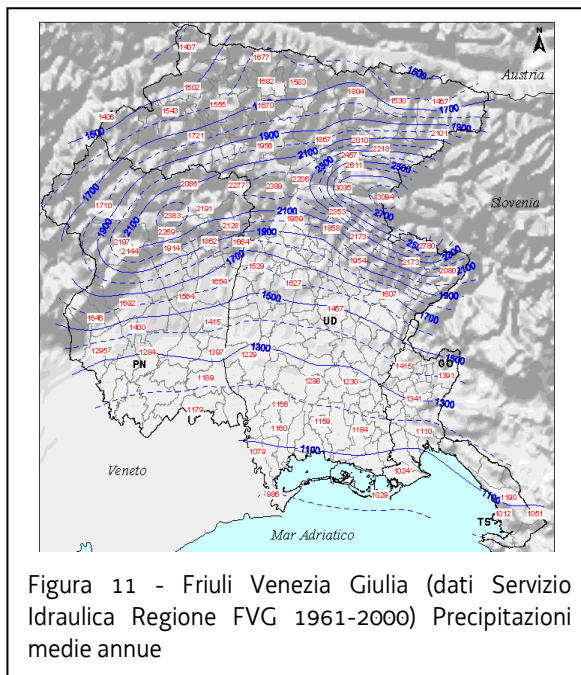


Figura 11 - Friuli Venezia Giulia (dati Servizio Idraulica Regione FVG 1961-2000) Precipitazioni medie annue

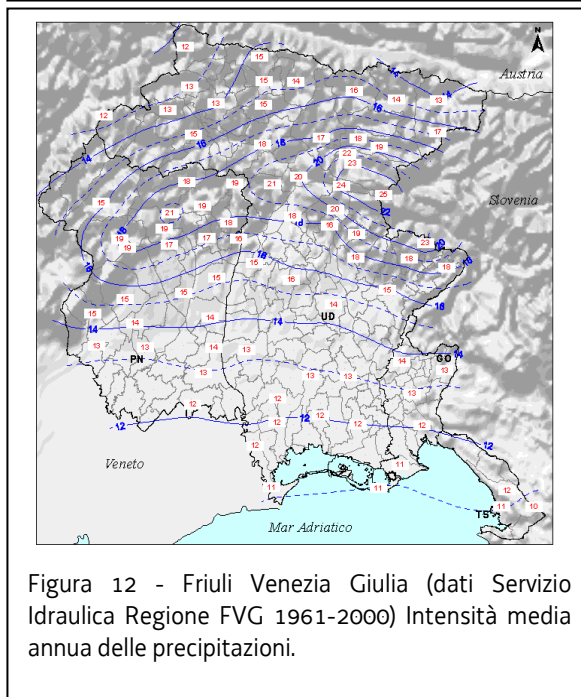


Figura 12 - Friuli Venezia Giulia (dati Servizio Idraulica Regione FVG 1961-2000) Intensità media annua delle precipitazioni.

Per quanto riguarda fenomeni di pioggia intensa a livello giornaliero, considerando tempi di ritorno dell'ordine dei 20 anni, i livelli di piovosità massima giornaliera raggiungibili variano statisticamente dai 100-200 mm sulla costa e in pianura, ai 300-400 mm nella zona prealpina ove localmente ogni vent'anni si possono registrare precipitazioni giornaliere di oltre 500 mm. Per fare un esempio, si possono ricordare la pioggia di 543 mm il 14/11/1969 a Oseacco (Prealpi Giulie) e quella di 500 mm il 2/9/1965 a Barcis.

La natura e l'origine delle piogge, ovviamente, variano nel corso dell'anno: durante i mesi tardo autunnali, invernali e primaverili le piogge sono in genere legate alla circolazione sinottica ed ai flussi umidi meridionali; durante i mesi estivi e nei primi mesi autunnali diventa rilevante o anche prevalente il contributo alla piovosità totale di piogge di origine convettiva (rovesci e temporali) o comunque legate a dinamiche alla mesoscala.

A livello annuale (Fig. 12) sulla costa l'intensità media giornaliera delle piogge è di 11 mm e man mano che ci si sposta verso le Prealpi questa aumenta fino ad arrivare ai 25 mm. Nella Carnia e nel Tarvisiano l'intensità media della pioggia torna a diminuire fino a 13 mm al giorno. A livello mensile la differenziazione territoriale di questa variabile è massima nel mese di novembre, in concomitanza con le grandi piogge di flusso autunnali. In questo periodo sulla costa l'intensità media giornaliera delle precipitazioni è di 11 mm mentre sulle Prealpi Giulie l'effetto di sbarramento che l'orografia oppone ai flussi umidi meridionali e occidentali fa aumentare l'intensità media giornaliera delle piogge fino a 36 mm. Le piogge meno intense si registrano nel mese di luglio (10-11 mm sulla costa – 18-19 sulle Prealpi), quando anche la differenziazione territoriale appare minore. Nel mese di settembre, quando su tutta la regione i temporali raggiungono la massima frequenza annuale, l'intensità delle piogge aumenta anche sulla costa e sulla pianura specie nelle zone più orientali.

Oltre che i quantitativi è importante analizzare la frequenza delle precipitazioni e quindi il numero medio di giorni piovosi (o nevosi) registrati in regione. Si ricorda che da un punto di vista climatologico viene considerato piovoso il giorno in cui si è registrata una pioggia di almeno 1 mm. Il numero di giorni piovosi a livello annuale varia dai 90 della fascia costiera ai 120 della zona pedemontana e montana (Fig 13). Mediamente un anno su dieci tali valori salgono a 100-110 giorni sulla costa e 140 sui monti, mentre nell'anno meno piovoso del decennio si passa dalle 70-80 giornate piovose della costa alle 100-110 dei monti. Nei mesi invernali di dicembre, gennaio e febbraio il numero medio di giorni piovosi è praticamente uguale su tutta la regione: 6-7. A marzo, novembre e ottobre tale valore cresce e iniziano a differenziarsi le zone con maggiore frequenza di pioggia. Tale differenziazione è massima a giugno, che è anche il mese con maggiore frequenza di piogge, quando sulla costa si contano 9 giornate piovose mentre sulle zone montane si arriva a contarne 15.

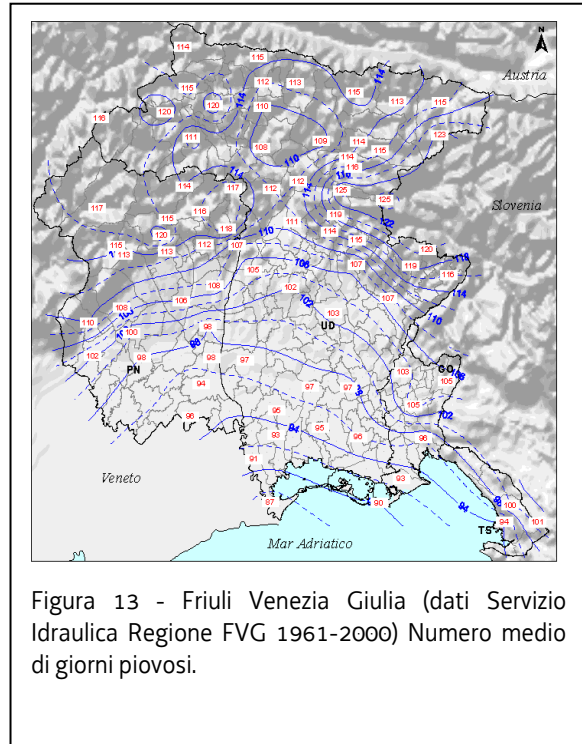


Figura 13 - Friuli Venezia Giulia (dati Servizio Idraulica Regione FVG 1961-2000) Numero medio di giorni piovosi.





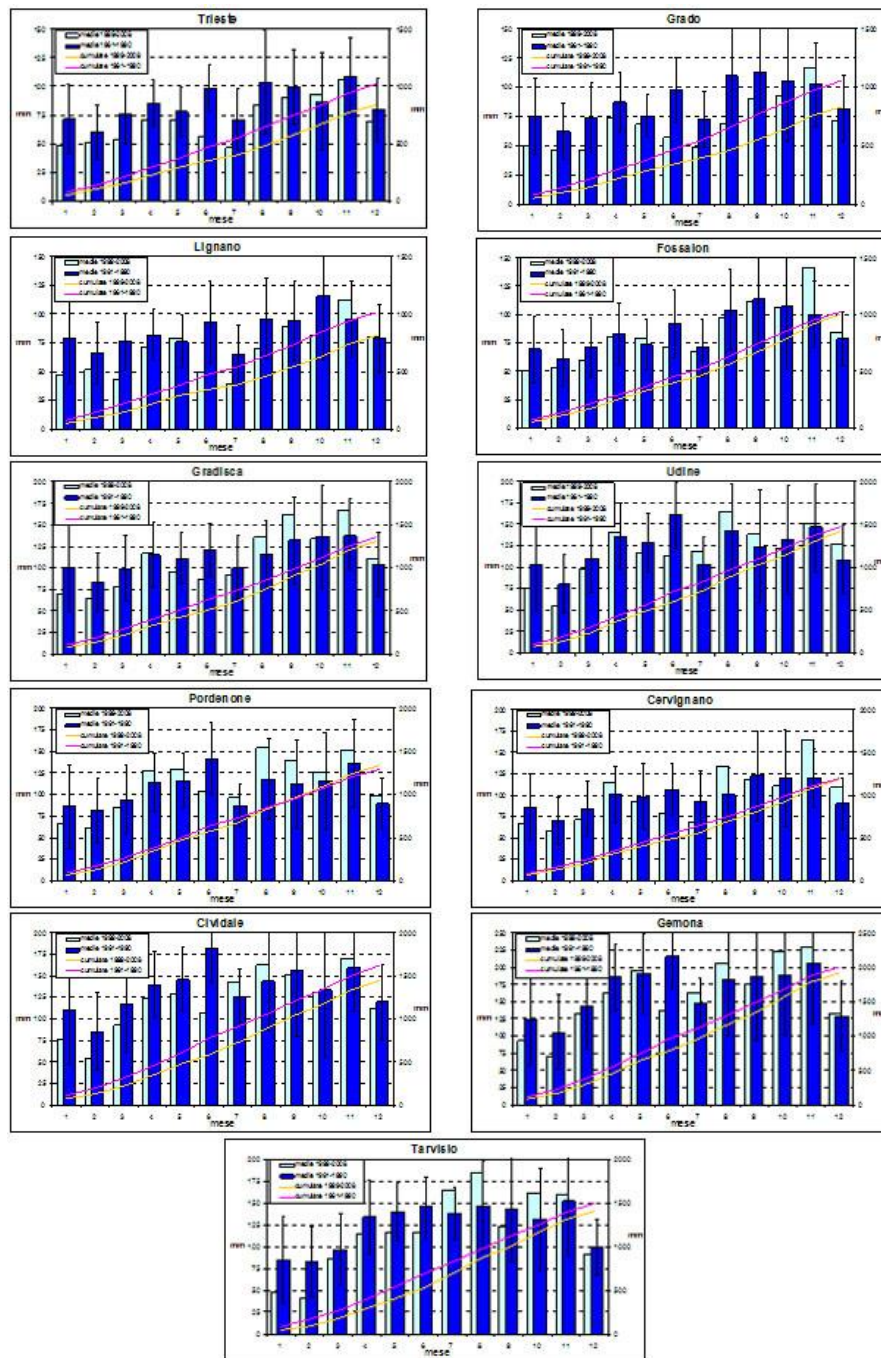


Figura 15 - Confronti tra:

- Pioggia media mensile registrata nel periodo 1961-1990 (le barre indicano 2 volte la deviazione Standard) e quella registrata nel periodo 1999-2008 . In questo confronto la media e la deviazione Standard per ogni mese del periodo 1961-1990 è ottenuta partendo da 200 valori ognuno dei quali è stato calcolato quale media di 10 dati mensili estratti casualmente dal 1961 al 1990

- Pioggia media cumulata da gennaio a dicembre nel periodo 1961-1990 e nel decennio 1999-2008

Fonte dati 1961-1990 Servizio Idraulica Regione FVG,- 1999-2008 Osmer Arpa FVG

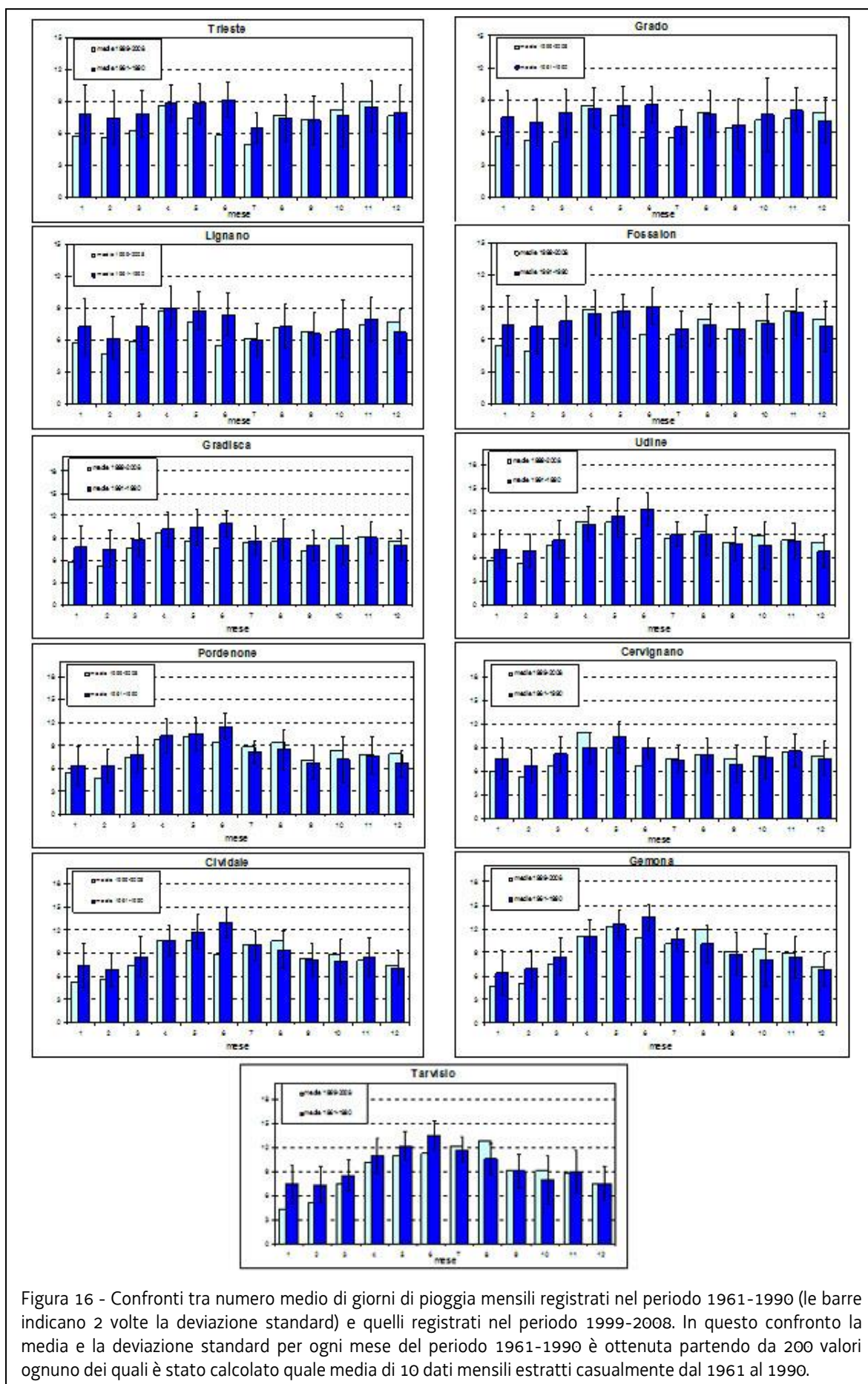


Figura 16 - Confronti tra numero medio di giorni di pioggia mensili registrati nel periodo 1961-1990 (le barre indicano 2 volte la deviazione standard) e quelli registrati nel periodo 1999-2008. In questo confronto la media e la deviazione standard per ogni mese del periodo 1961-1990 è ottenuta partendo da 200 valori ognuno dei quali è stato calcolato quale media di 10 dati mensili estratti casualmente dal 1961 al 1990.

## La radiazione solare

La radiazione solare ha il massimo d'intensità intorno a 474 nm (visibile), mentre la sua energia è praticamente quella corrispondente alle onde fra vicino ultravioletto e vicino infrarosso: oltre il 95% tra 300 e 2500 nm e per la maggior parte nel visibile, tra 400 e 700 nm.

L'intensità della radiazione solare a 150 milioni di chilometri dal Sole (pari alla distanza media della terra dallo stesso) è di circa 1370 W/m<sup>2</sup>; tale valore viene indicato come "costante solare" e rappresenta l'intensità della radiazione solare che raggiunge il pianeta Terra al di fuori dell'atmosfera (che invece attenua l'intensità della radiazione che giunge al suolo).

L'asse terrestre è inclinato di 23,5° rispetto al piano dell'orbita; questo fatto determina le stagioni e una variazione notevole dell'intensità della radiazione che colpisce nei diversi periodi dell'anno una data località, specie se lontano dall'Equatore. Ad esempio, in Friuli Venezia Giulia, (Fig. 17 e Fig. 18) utilizzando una latitudine media di 46° N, la radiazione solare incide a mezzogiorno del solstizio d'inverno con un angolo di circa 20°, mentre a mezzogiorno nel solstizio d'estate con un angolo di 67°. In inverno, inoltre, si hanno solo 7/8 ore di luce contro le 15/16 dell'estate; ciò fa sì che l'energia totale che ci raggiunge al solstizio d'estate possa essere circa 5 volte superiore a quella dell'inizio inverno (ovviamente con cielo sereno).

L'atmosfera attenua la radiazione solare a causa delle molecole che la compongono, che riflettono, assorbono e diffondono la radiazione; anche piccole particelle di polveri in sospensione e gli aerosol limitano la radiazione (ad esempio le polveri emesse dai vulcani). In

particolar modo il vapore acqueo e le goccioline sospese possono attenuare fortemente la radiazione solare, quindi le nubi sono un ostacolo notevole per la radiazione solare. La parte più densa e ricca di polveri e vapore acqueo dell'atmosfera è costituita dai 15 km più vicini alla superficie terrestre (grossomodo la Troposfera). Va ricordato, tuttavia, che in passato varie eruzioni vulcaniche hanno portato consistenti quantità di polveri, gas e aerosol nella Stratosfera, fino ad un'altezza di quasi 50 km dal suolo (famosa a proposito l'eruzione del vulcano Krakatoa in Indonesia del 1883 e ancor di più quella di Tambora del 1815

che determinò il noto "anno senza estate" del 1816, con vari riferimenti storici alla sconfitta di Napoleone a Waterloo del 1815). Quest'ultima eruzione è ricordata come la peggiore degli ultimi 1.000 anni ed ha provocato gravi carestie, anche in Europa, per la marcata diminuzione della temperatura. In realtà, come sopra ricordato, la presenza dello strato atmosferico determina una sostanziale diminuzione della radiazione che raggiunge il suolo (al livello del

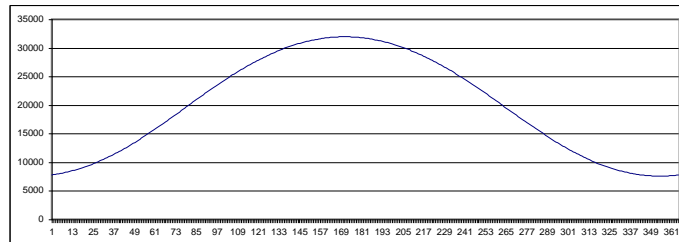


Figura 17 - Andamento della Radiazione Solare giornaliera teorica a livello del suolo in assenza di nubi per una latitudine pari a 46°N [kJ/ m<sup>2</sup>giorno]

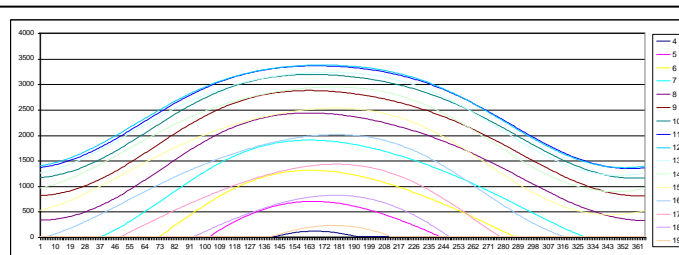


Figura 18 - Andamento della Radiazione Solare oraria (ore UTC) teorica a livello del suolo in assenza di nubi per una latitudine pari a 46°N e longitudine di 13.5°E [kJ/ m<sup>2</sup>ora]

mare), anche in assenza di nubi e di vapore acqueo. Tale diminuzione è tanto più marcata quanto più inclinato è il raggio incidente rispetto alla superficie terrestre, dovendo, il raggio stesso, affrontare un percorso più lungo nell'atmosfera che ne attenua l'intensità.

### L'andamento della radiazione solare in Friuli Venezia Giulia

Località	MJ/m <sup>2</sup>
Fossalon di Grado	4977
Sgonico	4846
Cervignano	4843
Palazzolo d.S.	4830
San Vito al tgl.	4816
Trieste m.Bandiera	4772
Gradisca d'Is.	4752
Capriva d.F.	4749
Brugnera	4728
Pordenone	4723
Fagagna	4697
Udine s.o.	4686
Talmassons	4683
Faedis	4647
Vivaro	4596
Gemona	4540
Enemonzo	4452
Monte Lussari	4409
Monte Zoncolan	4150

Tabella 1- Radiazione media Annuale (MJ/m<sup>2</sup>) Fonte dati 1999-2008 Osmer Arpa FVG

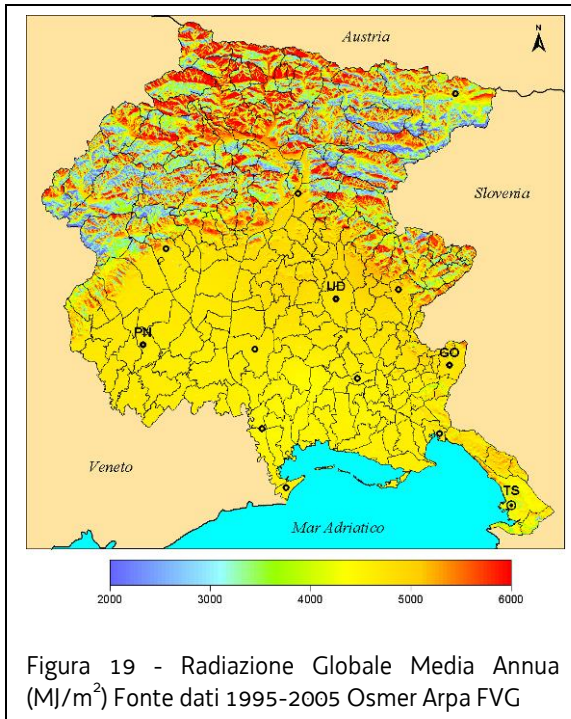
L'OSMER dell'ARPA FVG, tramite la rete delle stazioni meteorologiche distribuite sul territorio regionale, misura anche l'intensità della radiazione solare globale (misurata in kJ/m<sup>2</sup>) e il tempo di insolazione (misurato in minuti).

Dai dati rilevati risulta evidente l'andamento stagionale comune alle diverse stazioni: la radiazione solare è molto eterogenea e va da un minimo di meno di 5.000 kJ/m<sup>2</sup> medi giornalieri del mese di dicembre (con circa 150 minuti d'insolazione) a oltre 20.000 kJ/m<sup>2</sup> dei mesi di giugno e luglio (con oltre 10 ore, di media giornaliera, di tempo soleggiato). L'analisi degli ultimi 10 anni di dati mostra come nelle stazioni montane e collinari si rileva una leggera flessione a giugno, mese che teoricamente dovrebbe dare il massimo

di radiazione, ma che di fatto risulta spesso, in queste zone Friuli Venezia Giulia, molto piovoso e quindi con molte nubi. Globalmente in regione il massimo di radiazione media mensile si ha quindi a luglio quando il sole è ancora prossimo alla massima elevazione e il tempo è più stabile per la frequente presenza dell'anticiclone estivo.

Per quanto riguarda le varie zone della regione, è ben evidente la maggior insolazione della pianura e della costa rispetto alle zone pedemontana e alpina; tale situazione conferma l'evidenza climatologica secondo la quale il periodo estivo in regione è caratterizzato da

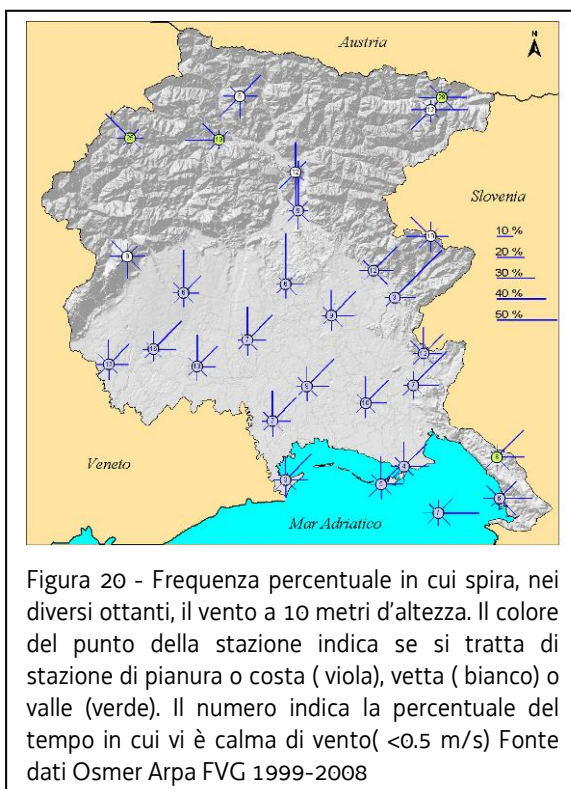




frequenti piogge e annuvolamenti, specie pomeridiani, sui monti o a ridosso degli stessi e, per contro, da cielo prevalentemente sereno man mano che si scende verso il mare. Oltre al dato meteorologico anche l'orografia modifica in modo sostanziale la radiazione solare al suolo nelle diverse zone della regione. La figura 19 mostra i risultati della interpolazione spaziale dei dati di radiazione solare misurata dalle stazioni meteorologiche OSMER-ARPA. Tale interpolazione tiene conto dell'ombreggiamento dei rilievi e delle diverse esposizioni.

La figura mostra come sulla pianura l'insolazione media annua è di circa 4800 MJ/m<sup>2</sup>, mentre nelle zone con esposizione meridionale si arriva a 6000 MJ/m<sup>2</sup>; nei versanti esposti a nord la radiazione può essere inferiore ai 2500 MJ/m<sup>2</sup>.

### 3.1.4 Il vento



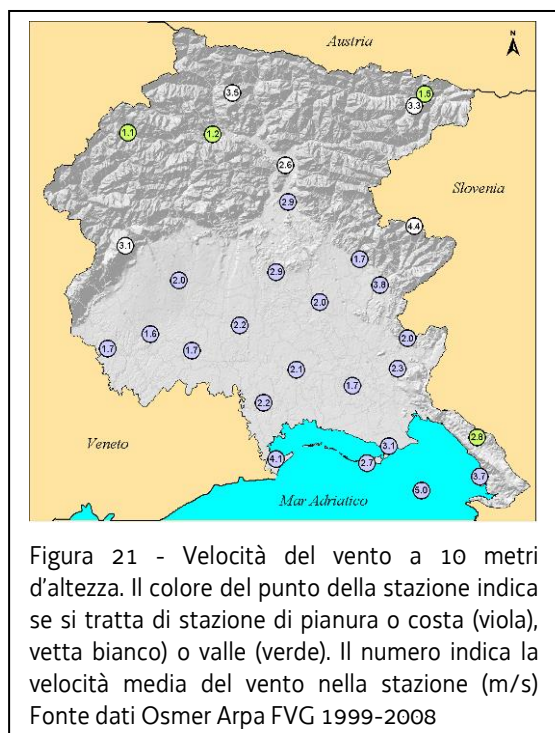
In Friuli Venezia Giulia il regime dei venti al suolo è determinato dalla conformazione del territorio.

La catena alpina che dalle Carniche prosegue verso est con le Giulie, degradando poi verso sud est con i rilievi del Carso, rende predominanti i venti provenienti dal quadrante orientale sulla pianura e lungo la costa (fig. 20)

Nella zona alpina e prealpina i venti predominanti dipendono da caratteristiche molto locali del territorio, quali l'orientazione delle valli, la loro profondità e larghezza oltre che l'esposizione all'irraggiamento solare. Quindi, ogni sito montano possiede le proprie caratteristiche di circolazione dell'aria, le quali possono differire sostanzialmente da quelle di zone geograficamente molto vicine. Il regime delle brezze è il secondo elemento caratterizzante i venti regionali, su tutto il territorio.

Per quanto riguarda l'intensità dei venti, esiste una notevole differenza tra i regimi di brezza, a valenza locale, e i venti cosiddetti "sinottici", cioè quelli che soffiano fino a 3000-4000 metri

di quota e che sono segnalati dalle stazioni di rilevamento, nelle carte meteorologiche e nei notiziari meteorologici.



Per le brezze le intensità medie variano da luogo a luogo, ad ogni modo lungo la zona costiera e allo sbocco delle principali valli sulla pianura si registrano i valori medi più elevati. Per quanto riguarda la zona costiera, durante il periodo estivo, le intensità medie del vento sono comprese tra 3 e 4 m/s, (fig. 21); per le brezze misurate alle sbocco delle valli del Tagliamento, del Natisone e del Cellina i valori medi sono pure compresi tra 3 e 4 m/s. Nelle zone centrali della pianura friulana il regime di brezza assume valori medi compresi tra 1 e 2 m/s. Tali intensità medie rappresentano un'estrema sintesi del fenomeno, in quanto le brezze seguono un ciclo, sostanzialmente diurno, che alterna periodi di calma a periodi di elevata intensità del vento, che non di rado raggiunge valori compresi tra 5 e 8 m/s, specie lungo la costa e allo sbocco della valle del Tagliamento, in questo ultimo caso durante alcuni significativi episodi notturni.

I venti sinottici sono prevalentemente presenti nel periodo autunnale ed invernale ed hanno valori medi superiori, anche di alcuni metri al secondo, rispetto a quelli delle brezze. Per la zona della costa la Bora è il vento predominante. Questo vento ha un caratteristico comportamento a raffiche, quindi una descrizione media del fenomeno sarebbe riduttiva. Episodi di Bora con intensità del vento medio orario superiore a 10 m/s per oltre 5 ore consecutive non sono per niente rari; le raffiche superano largamente i 30 m/s e sono stati registrati valori superiori ai 40 m/s negli ultimi 30 anni nella zona costiera di Trieste. In pianura il vento di natura sinottica presenta una maggior costanza, salvo nelle zone orientali della regione dove la connotazione è a raffiche, anche se meno marcata di quella costiera. In pianura valori medi compresi tra 3 e 5 m/s possono considerarsi descrittivi della circolazione sinottica, tenendo presente però che le irruzioni di vento da nord est sovente si manifestano con intensità medie orarie attorno ai 10 m/s per alcune ore.

Per quanto riguarda la direzione prevalente dei venti nelle diverse zone della regione, ricordiamo che le brezze lungo la costa hanno provenienza SO durante il giorno e N o NE durante la notte; fa eccezione la zona costiera triestina in cui la direzione di provenienza diurna varia da O a NO, mentre quella notturna è sostanzialmente orientale con leggere variazioni da località a località. Le brezze della pianura sono caratterizzate da direzioni meridionali durante il giorno e settentrionali durante la notte, mentre per la fascia dell'alta pianura le direzioni sono guidate dallo sbocco della principale valle limitrofa.

I venti sinottici hanno provenienza prevalente nord orientale, ma non mancano ogni anno alcuni episodi di Scirocco o Tramontana.

### 3.2 Caratteristiche geologiche (tratte da Carulli, 2006)

Il territorio regionale è stato distinto (Marinelli, 1888) in unità orografiche aventi ciascuna una propria individualità geografica e geologica. Esse, procedendo da N a S e da W a E, sono (fig.22):

- 1) la Catena Carnica o Paleocarnica, estesa in senso E-W, sviluppata dalla "linea della Gail", segmento del "Lineamento Periadriatico" in territorio austriaco, fino all'allineamento rettilineo delle valli Pesarina, Calda, Pontaiba, Pontebbana, alto Fella, è costituita quasi esclusivamente da terreni paleozoici;
- 2) le Alpi Carniche Meridionali (o Alpi Tolmezzine) più a S della precedente, fino all'alto corso del Tagliamento, sono costituite in prevalenza da terreni medio-triassici poggianti su una base permo-triassica;
- 3) le Alpi Giulie, ad E delle precedenti, dalle quali sono separate dal basso corso del T. Fella, e a S della Catena Paleocarnica fino alla Val Resia, impostata sull'omonima linea tettonica. Sono il dominio di prevalenti rocce triassiche con particolare sviluppo delle piattaforme carbonatiche ladino-carniche e noriche;
- 4) le Prealpi Carniche, sviluppate a S del percorso montano del Tagliamento fino ai rilievi che si affacciano sull'alta Pianura friulana occidentale. Sono dominanti le rocce mesozoiche e cenozoiche fino ai depositi miocenici di molassa affioranti solo in questa unità orografica;
- 5) le Prealpi Giulie, prosecuzione orientale delle precedenti, ma con successioni mesozoiche non sempre simili, maggior sviluppo delle unità silicoclastiche eoceniche ed assenza dei depositi di molassa neogenica;
- 6) l'Anfiteatro glaciale o tilaventino (dal nome romano del Tagliamento), allo sbocco in pianura del maggior fiume regionale, formato, nelle sue espressioni più superficiali, dai depositi derivanti dall'avanzata e successivo ritiro del grande ghiacciaio würmiano;
- 7) la Pianura Friulana, prosecuzione orientale di quella veneta, estesa dal piede dei rilievi prealpini fino alla linea di costa dell'Adriatico. E' divisa in Alta e Bassa Pianura dalla "linea delle risorgive" (o dei fontanili) che, con l'affiorare della falda freatica più superficiale, marca la separazione fra i depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi e quindi permeabili, sviluppati a settentrione, da quelli più meridionali sabbioso-limosi e limoso-argillosi, meno permeabili.
- 8) il Carso, marcato dal basso corso del F. Isonzo al suo margine N-occidentale ed esteso ad oriente fino alla costiera triestina-monfalconese ed al confine italo-sloveno



Figura 22 - Unità orografiche del Friuli Venezia Giulia (Marinelli, 1888, modificato Carulli, 2000)





brachiopodi, conodonti, crinoidi). È costituita da siltiti grigio verdastre con associate arenarie, passanti verso l'alto a calcareniti.

Al di sopra si rinvengono le litologie del Siluriano inferiore, molto fossilifere (crinoidi, trilobiti, conodonti) che, in base agli schemi stratigrafici più aggiornati (Vai, Spalletta e Pondrelli, 2002, Carulli, 2006), si presentano sia in facies carbonatica (**Calcari ad Aulacopleura**), sia in facies bacinale molto profonda (**argilliti a graptoliti**).

Nel Siluriano superiore si depositano i **calcari a Orthoceras** con spessori di circa 30 metri. Sopra e lateralmente a questi ultimi si depositano altre facies calcaree come i **calcari a Cardiola**, gli **strati a Megaerella** ed i **calcari a Tentaculiti** (questi ultimi vengono chiamati **Formazione di Monte Lodin** in Martinis, 1993). Lo spessore complessivo della successione siluriana è inferiore a 50 metri (facies condensate).

Con il Devoniano inferiore s'individuano due facies ben distinte (fig. 23): una di mare basso costituita da subfacies di *back reef*, *reef* e *forereef*, (denominati nel loro insieme **Calcari del Monte Coglians**, rappresentati dai **calcari a Pentamerus**, con crinoidi e tetracoralli, dai **calcari a Stringocephalus**, con tetracoralli e tabulati, dai calcari a Phillipsastrea ed infine, tra i calcari propriamente biocostruiti, dai **calcari ad Amphipora**) ed una facies pelagica di mare più profondo (costituita dai "calcari **pelagici a tentaculiti**" e dalle "**argilliti a graptoliti e radiolariti**" esistenti già nel Siluriano).

Nel Devoniano medio - superiore inizia un'attività tettonica distensiva sinsedimentaria (fase iniziale di *rifting*) che porta alla frammentazione delle scogliere ed al loro definitivo annegamento.

Le facies dominanti in questo periodo sono però rappresentate dai "**calcari pelagici a climie e goniatiti**" (le prime forme arrotolate di ammonoidi) e da "**radiolariti e peliti silicee**" che perdurano fino al Carbonifero inferiore. Il loro spessore si aggira sui 200 metri.

Mentre continua la fase di *rifting*, sopra le radiolariti si deposita il cosiddetto "**Flysch ercinico**" con uno spessore complessivo di circa 2000 metri. Esso è costituito da due unità litostratigrafiche: la **Formazione del Hochwipfel** e la **Formazione del Dimon**, entrambe del Carbonifero superiore. La prima è costituita da silico-clastiti prevalentemente fini, interpretate come torbiditi, alla cui base però si rinvengono spesso brecce, conglomerati e megabrecce (olistostromi); mentre la Formazione del Dimon è caratterizzata da vulcanoclastiti quali brecce, tufiti, ialoclastiti, e da rocce vulcaniche basiche come diabasi e lave a cuscino. A queste litologie talora si aggiungono anche arenarie e argilliti rosso-verdastre.

Termina così nel Carbonifero superiore (Westfaliano) la sequenza ercinica interrotta da una fase diastrofica compressiva dell'orogenesi ercinica che porta all'emersione della Catena Paleocarnica, e ha inizio la successione tardo-ercinica chiamata "**Permo-Carbonifero Pontebano**" (Selli, 1963) o Supergruppo di Pontebba (Vai et al., 1980; Venturini, 1990).

La sequenza permo-carbonifera è formata da alternanze di depositi continentali, deltizi e di mare basso o limitatamente profondo in facies terrigene o carbonatiche, che si sovrappongono ad una unità clastica basale. Tale successione viene intesa come la fase deposizionale postparossistica rispetto all'evento ercinico carnico. Possiede marcate variazioni laterali di spessore, con minimi di 100 metri e massimi di 1.500 metri, ed è datata dal Carbonifero superiore (Westfaliano sup.) al Permiano inferiore. Gli affioramenti sono concentrati in tre nuclei distinti: Forni Avoltri, Pramollo e Tarvisio.

La prima unità prende il nome di **Formazione di Bombaso**, formata dal materiale smantellato dall'emersa Catena Paleocarnica, ovvero da sedimenti clastici arenacei, pelitici e conglomeratici quarzosi.

La transizione superiore avviene con le unità del **Gruppo di Pramollo** (Gruppo dell'Auernig di Selli, 1963) in cui si alternano arenarie, argilliti, siltiti e conglomerati intercalati subordinatamente a calcari bioclastici. In questo gruppo si rinvengono spesso resti di brachiopodi, trilobiti, coralli e crinoidi. Lo spessore della formazione è di circa 1.200 metri.

Nel successivo **Gruppo di Rattendorf** (Carbonifero sup.-Permiano inf.) si affermano le facies carbonatiche. Il Gruppo, potente complessivamente 400 metri circa, è composto da tre unità:

- la **Formazione inferiore a Pseudoschwagerina**, formata da calcari organogeni massicci, biocostruiti, alternati a calcari bioclastici stratificati;
- la **Formazione di Val Dolce**, caratterizzata da un'elevata componente terrigena quarzosa;
- la **Formazione superiore a Pseudoschwagerina**, costituita da calcari massicci alternati a biomicriti ben stratificate ad alghe e foraminiferi.

La sequenza permo-carbonifera pontebbana si chiude con i depositi del Permiano inferiore attribuiti al **Gruppo del Trogkofel** le cui litologie principali sono rappresentate da calcari massicci di scogliera biocostruita, ricchi di fusulinidi, coralli, brachiopodi, crinoidi ed alghe.

Alla sequenza paleozoica segue quella permo-triassica che può essere divisa in successione permo-anisica ed in ladino-retica.

### 3.2.2 La Successione permo-anisica (tratta da Venturini, 2002; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006)

La successione permo-anisica affiora nelle Alpi Carniche più settentrionali (Carnia e Tarvisiano) e ricopre con netta discordanza il substrato ercinico deformato e, con basse discordanze angolari, i depositi permo-carboniferi, limitatamente ai settori dove questi si sono depositati. Le prime due unità appartenenti a questa successione sono formate da prevalenti ruditi potenti fino ad una sessantina di metri. Sono denominate rispettivamente **Breccia di Tarvisio**, quando la composizione dei clasti è in prevalenza carbonatica e, in caso diverso, **Conglomerato di Sesto** (fig. 2).

Per entrambe le unità l'ambiente di deposizione era continentale, con piccoli conoidi alluvionali i cui ventagli detritici si allargavano nell'antistante pianura alluvionale dove i depositi grossolani s'indentavano ai caratteristici sedimenti rossi pelitici ed arenitici appartenenti alle adiacenti e successive **Arenarie di Val Gardena**, che presentano spessori variabili compresi tra 30 ÷ 40 metri e 250 metri (Venturini, 1986, 1990). La formazione è ricoperta dai sedimenti evaporitici lagunari (gessi) e carbonatici di mare basso (dolomie nere, dolomie calcaree nocciola e calcari neri ricchi in alghe e microfossili) della **Formazione a Bellerophon** (Permiano superiore alto).

I litotipi gessosi, alternati a livelli di dolomie nere (facies "fiammazza" Auct.), caratterizzano il **Membro a gessi e dolomie nere** che occupa, ove presente, la parte inferiore dell'unità. Il suo spessore non è valutabile con precisione a causa della tettonizzazione subita durante le compressioni alpine, ma si può stimare maggiore di 60 metri.

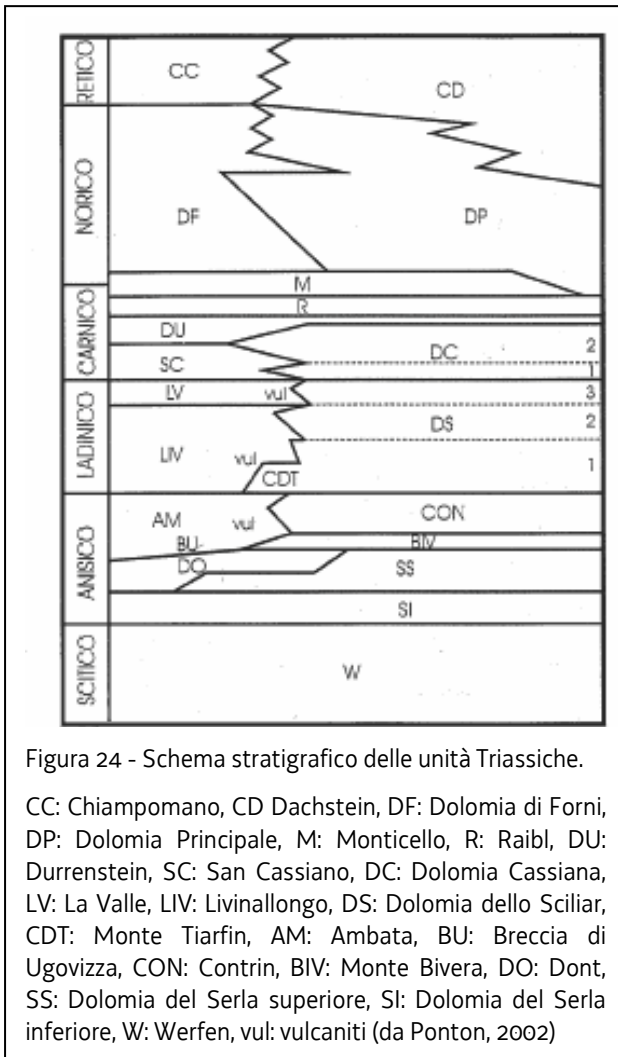


Figura 24 - Schema stratigrafico delle unità Triassiche.

CC: Chiampomano, CD Dachstein, DF: Dolomia di Forni, DP: Dolomia Principale, M: Monticello, R: Raibl, DU: Durrenstein, SC: San Cassiano, DC: Dolomia Cassiana, LV: La Valle, LIV: Livinallongo, DS: Dolomia dello Sciliar, CDT: Monte Tiarfin, AM: Ambata, BU: Breccia di Ugovizza, CON: Contrin, BIV: Monte Bivera, DO: Dont, SS: Dolomia del Serla superiore, SI: Dolomia del Serla inferiore, W: Werfen, vul: vulcaniti (da Ponton, 2002)

Verso l'alto queste litologie passano per rapida alternanza a quelle del **Membro a dolomie e calcari neri** (facies "badiota") potente circa 200 metri. Questo membro è caratterizzato inizialmente da calcari dolomitici, dolomie calcaree, dolomie a stratificazione sottile e subordinate dolomie vacuolari, per complessivi circa 100 metri. Chiudono il membro, e la Formazione, circa 90 metri di calcari neri, frequentemente bioclastici, con foraminiferi, gasteropodi, lamellibranchi e alghe, in strati decimetrici occasionalmente intercalati a sottili livelli marnosi.

Il passaggio alla successiva unità di età scitica, denominata **Formazione di Werfen**, è pressoché coincidente con il limite Permiano-Triassico (fig. 3). Nelle Alpi Carniche lo spessore della formazione si attesta sui 700 metri. I sedimenti dell'unità sono in gran parte calcarei, ma nella parte intermedia della formazione si intercala un potente orizzonte rosso (200 metri) costituito da areniti e peliti (Membro di Campil).

Al di sopra di questa formazione si passa, per sovrapposizione netta o per interdigitazione, alla successiva **Formazione del Serla** (già Dolomia del Serla inf. Auct.), di età anisica basale. L'unità è informalmente suddivisa nel membro di Lusnizza (in passato indicato come Formazione di Lusnizza Auct.), che solitamente occupa la porzione inferiore dell'unità (35 ÷ 70 metri), e in Dolomia del Serla inferiore o membro dell'Arvenis (da 80 ÷ 100 metri a 300 metri). La formazione è formata da dolomie e calcari dolomitici nettamente stratificati, spesso vacuolari o brecciati.

Nell'Anisico superiore, alla Formazione del Serla, si sovrappose la **Dolomia del Serla superiore** o Dolomia del Popera. Questa unità costituisce il primo corpo triassico di "scogliera" (piattaforma-barriera) dell'area carnico-dolomitica. È formata da dolomie e calcari dolomitici compatti, in banchi mal stratificati di 0,5 ÷ 1,0 m., con potenze complessive che possono superare i 200 metri ma che in certi settori si annullano per chiusura laterale.

Tre distinte successioni di impulsi tettonici hanno prodotto altrettante sequenze tettono-sedimentarie, individuate tanto nel settore dolomitico quanto in quello carnico e giulio.

La prima serie di impulsi tettonici avvenne nell'Anisico inferiore generando in Carnia (Val Pesarina) un sottilissimo episodio ruditico, il **Conglomerato di Piz da Peres**, eteropico con pochi metri di carbonati ascrivibili alla **Formazione a Dadocrinus gracilis**.

La seconda serie d'impulsi ha sviluppato una superficie erosiva suturata dal **Conglomerato di Voltago**, formato da apporti terrigeni di varia granulometria. In Carnia questa unità ruditica è conosciuta anche come breccia di Ugovizza s.l. (Assereto e Pisa, 1978), mentre nel Tarvisiano

è denominata conglomerato del Rio Senata (Farabegoli et al., 1985). Il Conglomerato di Voltago passa ai calcari neri lagunari ben stratificati della **Formazione di Agordo**.

Nell'area friulana le quattro unità descritte s'indentano, sia lateralmente che verticalmente, con le dolomie ed i calcari dolomitici stratificati della **Formazione del Serla** (Dolomia del Serla inf. Auct.) che su vasti settori del territorio le sostituisce completamente.

La terza ed ultima successione di impulsi tettonici anisici ha dato luogo ai maggiori effetti erosivo-deposizionali: la superficie erosiva venne rivestita da sedimenti terrigeni fluvio-deltizi passanti a depositi calcarei lagunari. I primi corrispondono al **Conglomerato di Richthofen**, che raggiunge i massimi di spessore (250 metri) nel Tarvisiano dove è noto come **breccia di Ugovizza s.l.** (Assereto et al., 1968; Braga et al., 1971; Jadoul e Nicora, 1979; Farabegoli e Levanti, 1982; Fois e Jadoul, 1983; Venturini, 1990). I sedimenti lagunari che lo ricoprono sono i **Calcari di Morbiac**, localmente definiti con i termini informali di calcari del Monte Tuglia (Farabegoli e Levanti, 1982), calcari di Pontebba (Fois e Jadoul, 1983), e calcari nodulari (Venturini, 1990).

Quest'ultima serie di impulsi tettonici anisici ha determinato, parallelamente ai locali sollevamenti verticali, anche la tendenza allo sprofondamento di vaste zone. In esse si depositarono sottili unità bacinali, rappresentate dalle **Formazioni di Dont e del Monte Bivera** (fig. 3).

La Formazione di Dont, potente alcune decine di metri, è inizialmente eteropica con la Dolomia del Serla superiore ed è formata da calcari grigio scuri nodulari a radiolari, alternati a marne, siltiti ed occasionali ruditi che, spesso sotto forma di megabrecce carbonatiche, testimoniano la frammentazione tettonica che ha accompagnato lo sprofondamento tettonico della Dolomia del Popera. L'unità contiene associazioni ad ammoniti e conodonti che ne consentono la datazione all'Anisico superiore.

Localmente sulla Formazione di Dont (e spesso sulla Dolomia del Serla superiore tettonicamente sprofondata) si sovrappone la Formazione del Monte Bivera, istituita da Pisa (1974) presso il monte omonimo. Quando è presente ha uno spessore di alcuni metri ed è costituita da calcari, calcari marnosi nodulari, marne e siltiti, in gran parte di colore rossastro.

Alla Formazione del Monte Bivera succede la **Formazione del Contrin**, un corpo di scogliera potente da pochi metri a qualche decina, organizzato in bancate calcaree e calcaree dolomitiche massicce con frequenti facies biocostruite, il cui equivalente bacinale è rappresentato dalla coeva **Formazione dell'Ambata**. È questa un'unità formata da alcune decine di metri di calcari micritici fittamente stratificati, con rare e sottili intercalazioni tufitiche.

Ad essa seguono, tra la Valle del But e Pontebba, le **Torbiditi d'Aupa** (Jadoul e Nicora, 1979), la cui età sembra estendersi alla parte basale del Ladinico inferiore. Sono costituite da un'alternanza di marne, calcari arenacei, peliti, areniti torbiditiche e rari olistostromi carbonatici da frana sottomarina, ed hanno spessori massimi di 350 metri.

La Formazione del Contrin (Anisico sup.) e la successiva Dolomia dello Sciliar, di età ladinica, sono accomunate da litologie simili ed accade spesso che si presentino saldate una sull'altra a costituire un corpo unico, denominato **piattaforma carbonatica indifferenziata**.

Il limite superiore delle unità terrigene e terrigeno-carbonatiche di età anisica sopra descritte ha come tetto massimo la comparsa dei caratteristici depositi del **Gruppo di Buchenstein** (Ladinico inf.) o della piattaforma carbonatica indifferenziata.



### 3.2.3 La successione ladino-retica (tratta da Ponton, 2002; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006)

Alla successione permo-anisica si sovrappone la successione ladino-retica. I terreni appartenenti a questo intervallo temporale sono quelli che più caratterizzano l'area montana della regione, in quanto affiorano estesamente nelle Prealpi, nelle Alpi Giulie e nelle Alpi Carniche meridionali. La successione ladinica è caratterizzata da ampie piattaforme e da corpi bacinali che rimangono di solito ben distinti.

La piattaforma della **Dolomia dello Sciliar** (Schlern) (fig. 24) è presente quasi ovunque con spessori variabili dai 150 ÷ 320 metri in Carnia ai circa 500 metri nel Tarvisiano orientale, tranne in Val d'Aupa dove si riduce notevolmente fino ad annullarsi. In Carnia occidentale è rappresentata alla base dai **calcari dolomitici del Monte Tiarfin** (fig. 24), mentre in Carnia centrale potrebbe costituire buona parte della **potente successione di piattaforma** ivi affiorante. In questo caso, come precedentemente preannunciato, si parla di piattaforma carbonatica indifferenziata. Lo stesso vale nelle Alpi Giulie dove esiste una potente successione di piattaforma carbonatica (fino a 1.200 metri), denominata genericamente Schlern, comprendente la Dolomia dello Sciliar s.s. ladinica e la "Dolomia Cassiana", difficilmente distinguibili.

I calcari dolomitici del Monte Tiarfin del settore carnico rappresentano un corpo di piattaforma che s'impone in una zona caratterizzata da tettonica a blocchi, legata anche a vulcanismo. I blocchi abbassati precocemente sono ricoperti dai depositi terrigeni e vulcanoclastici rappresentati dalle **arenarie tufacee di Monte Rigoladis** (Pisa, 1974). Queste, come anche le vulcanoclastiti che s'intercalano fra le due piattaforme ladiniche in Val Lumiei, rappresentano un episodio vulcanico riconducibile a quello delle Vulcaniti di Riofreddo.

Sugli alti strutturali giacciono i calcari rossi ad ammoniti (**Calcari del Clapsavon**) del Ladinico superiore che precedono la **Formazione dell'Acquatona**, composta da pochi metri di calcari marnosi, argilliti e tufiti testimonianza dell'ultima fase trasgressiva del Ladinico.

Quest'ultima segna generalmente il passaggio fra due porzioni della Dolomia dello Sciliar, come ad esempio nelle Alpi Giulie. Durante il Ladinico inferiore, e in parte in quello superiore, si depositano calcari nodulari selciferi, calcareniti, arenarie e siltiti tufacee della **Formazione di Livinallongo** (Buchenstein), che presenta spessori molto variabili da 0 a 200 metri.

Nelle Alpi Giulie meridionali è presente un importante episodio vulcanoclastico riolitocoriodacitico del Ladinico inferiore: **le Vulcaniti di Riofreddo**, i cui depositi terrigeno-tufitici e piroclastici di tipo ignimbrico raggiungono i 150 metri di spessore.

Nella zona di Forni di Sopra le vulcaniti a chimismo basico appartengono sicuramente alle **lalclastiti del Fernazza**, esse coprono gli strati dell'Acquatona e stanno alla base della **Formazione di La Valle** (Wengen) (fig. 24) in bacino.

Alla Dolomia dello Sciliar segue un'altra potente piattaforma carbonatica in banchi, la **Dolomia Cassiana** (Ladinico sup.-Carnico inf.) (fig. 24). In Val D'Aupa ha uno spessore di 150 metri e copre le sequenze terrigeno-carbonatiche delle Formazione di La Valle (Formazione di Wengen Auct., Ladinico sup.) e della **Formazione S. Cassiano** (Carnico inf.) (fig. 24).

Nel Carnico, all'estremo occidentale della Carnia e nelle Alpi Giulie, sul margine della "Dolomia Cassiana" e verso il bacino si trovano le dolomie e i calcari dolomitici ben stratificati della **Formazione di Dürrenstein** (fig. 24). Mentre nel settore centrale carnico si ritrovano notevoli spessori (fino a 300 ÷ 400 metri) di calcari neri e marne denominati **Formazione della**

**Val Degano** con alla base anche intercalazioni di carbone e tufiti legate all'ultima fase vulcanica triassica.

Al di sopra, una sequenza trasgressiva è caratterizzata da argille varicolori, gessi, dolomie cariate e brecce dolomitiche del Carnico superiore. Quest'ultima successione ha il suo massimo sviluppo in tutto il settore centro-occidentale della Carnia con caratteristiche simili in quasi tutte le Alpi Meridionali orientali. In accordo con molti Autori questa successione del Carnico superiore viene attualmente riconosciuta come **Formazione di Raibl** (fig. 24), ereditando il nome dalla località di Raibl (Cave del Predil) dove invece venne istituito il **Gruppo di Raibl** (Assereto et al., 1968) comprensivo di tutte le unità carbonatico-terrigene di età carnica.

La sezione tipo del Gruppo di Raibl Auct. è formata da: **Calcare del Predil** (dolomie e calcari scuri a ricche faune a pesci, crostacei e piante); **Formazione di Rio del Lago** (calcari e marne a *Myophoria kefersteini*); **Calcare di Rio Conzen** (calcari dolomitici a *Megalodon carinthiacus*, che rappresentano una fase di ripresa della piattaforma carbonatica) e **Formazione di Tor** (calcari, marne, calcari dolomitici e dolomie grigie). Lo spessore totale del Carnico bacinale nel settore orientale (Gruppo di Raibl) è estremamente variabile. Può raggiungere e in alcuni casi superare i 900 metri, mentre verso Est, nel gruppo del Monte Mangart e in Slovenia, si azzerava.

Alla fine del Carnico in tutta l'area friulana s'instaurano ambienti di mare sottile a circolazione ristretta nell'ambito di un'estesa rampa carbonatica rappresentati dalla **Dolomia del Monticello**, il cui tetto è probabilmente del Norico inferiore. Essa è costituita da dolomie grigie inizialmente intercalate con livelli pelitici. Presenta spessori che vanno dai 500 metri della Val Cellina ai 100 ÷ 200 metri delle zone nord-orientali.

Nel Norico, nelle zone dove si imposta la piattaforma carbonatica, alla Dolomia del Monticello si sovrappone la **Dolomia Principale** (fig. 24). È costituita dai più classici ciclotemi peritidali di piattaforma carbonatica (facies micritiche subtidali a *Megalodon gümbeli*, facies stromatolitiche inter-sopratidali e brecce). È presente quasi ovunque con potenti spessori variabili da 800 a 2.200 metri.

In gran parte delle Prealpi Carniche e Giulie, nella porzione intermedia della successione, compaiono facies decisamente anossiche denominate "**laminiti organiche del Rio Resartico**" (Fantoni et al., 1998). Nelle Prealpi Carniche settentrionali tra Forni di sopra e Tolmezzo, si sviluppa la **Dolomia di Forni** (fig. 24), una litofacies potente 700 ÷ 800 metri di dolomie grigio-scure, fittamente stratificate, selcifere alla base con frequenti livelli pelitici. Essa poggia al di sopra della Dolomia del Monticello ed è eteropica alla Dolomia Principale.

Il Retico in facies di piattaforma è costituito dalla ben nota formazione del **Calcare di Dachstein** (fig. 24). Si presenta con le medesime facies della Dolomia Principale, solamente di natura calcarea. Inoltre, presenta grossi esemplari di Megalodonti. Lo spessore della formazione si riduce procedendo da Est (circa 800 metri sul Monte Canin) verso Ovest (circa 50 metri sul versante occidentale del Monte Valcalda), fino ad azzerarsi nelle Prealpi Carniche occidentali. Lo spessore si riduce anche da Nord verso Sud dove la formazione scompare e la Dolomia Principale si sviluppa fino al Retico, come avviene ad esempio sul Monte Cuar e sul Monte Raut. Il corrispondente bacinale del Calcare del Dachstein è il **Calcare di Chiampomano** (Ponton e Podda, 1995 - fig. 24), presente in limitati settori delle Prealpi Carniche. È costituito da calcari micritici nerastri e calcareniti, spesso interessati da slumping. Poggia sulla Dolomia di Forni e verso il bacino aperto a Nord (Bacino Carnico) passa a calcari selciferi. Costituisce un'unità d'età retica potente fino a 450 metri.

### 3.2.4 La sequenza giurassico-paleogenica (tratta da Tunis e Venturini, 2002; e da Carulli, 2006; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006)

Questa sequenza è rappresentata essenzialmente da rocce carbonatiche, talora con selce, solo al termine del Cretacico e nel Paleocene-Eocene si osservano potenti depositi terrigeni marnoso-arenacei. Nel Lias vaste aree della piattaforma peritidale tardo-triassica iniziano a sprofondare, individuando così due domini paleogeografici principali: la Piattaforma Friulana, nelle Prealpi e nel Carso, ed i Bacini Bellunese a Nord-Ovest e Giulio a Nord – Est; si può quindi distinguere una successione di piattaforma, ed una successione di bacino (fig. 25).

#### Depositi di piattaforma carbonatica

Vengono descritte le principali unità litostratigrafiche della piattaforma friulana. La prima unità è quella del **Gruppo dei Calcari Grigi del Friuli** del Lias inferiore-medio p.p.. In regione è presente soltanto l'unità inferiore chiamata **Formazione di Monte Zugna**. Essa affiora in gran parte nell'area prealpina carnica e giulia. L'unità può raggiungere spessori da 200 metri (Monte Cuar) a più di 500 metri (Monte Raut, Monte Piciat). La successione è costituita inferiormente da micriti grigio-nocciola, a volte bioclastiche ed oolitiche, in strati e banchi da 30 centimetri ad 1 metro di spessore, alternati a livelli centimetrico-decimetrici di stromatoliti; superiormente la successione continua con prevalenti calcari oolitici, intraclastici e bioclastici biancastrati che localmente ed informalmente sono stati chiamati "calcari oolitici di Stolaz" (Lias p.p.). L'unità in esame è in eteropia, verso il bacino, con la Formazione di Soverzene.

La successione carbonatica di piattaforma, durante il Dogger-Malm-Cretacico inferiore, prende il nome di **Calcere del Cellina**. Si tratta prevalentemente di calcari micritici grigio-brunastri ben stratificati, con scarsi macrofossili, con frequenti strutture di emersione, talora con brecce ed argille residuali, e sporadiche stromatoliti, con uno spessore complessivo dovrebbe aggirarsi sul migliaio di metri.

Durante parte del Berriasiano-Valanginiano (Cretacico inf.), in corrispondenza delle aree di margine (Valle dello Iudrio, Monti La Bernadia) si sono sviluppati corpi bioclastici con molluschi, Coralli e *Protopenneroplis ultragranulata*, che nel sottosuolo sono stati chiamati con il termine informale di **Calcari di S. Donà**.

Durante buona parte del Giurassico superiore, lungo il margine della piattaforma si è sviluppata un'imponente scogliera, costituita da idrozoi e da coralli (**Calcari ad Ellipsactinie** dell'Oxfordiano p.p.- Kimmeridgiano) progradante verso i quadranti settentrionali, attualmente esposta al Monte Prat e sul versante orientale del Cansiglio; per quest'ultima località, vista la prevalenza di coralli, viene talora utilizzato il termine di **Calcari di Polcenigo**. La sostanziale assenza di stratificazione rende difficile la stima della potenza, che orientativamente dovrebbe superare i 600 metri.

A partire dall'Albiano si può distinguere una nuova unità litostratigrafica ed è quella dei **Calcari di Monte Cavallo** (Albiano-Maastrichtiano), costituita da abbondanti resti organogeni rappresentati in particolare da rudiste. Lo spessore massimo dell'unità dovrebbe essere intorno ai 600 metri e le località tipo sono le zone del Cansiglio-Cavallo e del Ciaulec.

Un settore in regione in cui si ritrova in affioramento una piattaforma carbonatica che si sviluppa dal Cretacico superiore (Cenomaniano) all'Eocene inferiore è quello del Carso triestino e goriziano. La successione è composta da diverse formazioni istituite informalmente.

La prima è la **Formazione di Monrupino**, o “membro di Zolla”, del Cenomaniano (Cretacico superiore), costituita inizialmente da calcari, calcari dolomitici e dolomie di colore grigio scuro e verso l’alto da calcari bioclastici con rudiste e lamellibranchi che prendono il nome di “Calcari a Chondrodonta”.

Al di sopra della Formazione di Monrupino troviamo i **Calcari di Aurisina** (o Calcari a Rudiste o “membro di Borgo Grotta Gigante”) del Senoniano inferiore (Cretacico superiore), celebri per le omonime pietre decorative denominate classicamente “marmi del Carso”. Sono calcari grigi a stratificazione metrica, caratterizzati da radiolitidi ed ippuritidi, intere o in frammenti.

Ai Calcari di Aurisina si sovrappone la **Formazione Liburnica** formata dagli “Strati di Vreme” del Maastrichtiano (Cretacico superiore) e dagli “Strati di Cosina” del Paleocene inferiore. Si tratta di calcari micritici di colore grigio scuro o nerastro, sottilmente stratificati.

Nel Paleocene medio-inferiore si formano calcari fossiliferi grigi, nocciola o brunastri, a stratificazione non evidente, che prendono il nome di **Calcari a Miliolidae**.

La Formazione Liburnica ed i Calcari a Miliolidae sono conosciuti nel Carso triestino con un unico nome: “membro di Monte Grisa”.

La successione carbonatica del Carso si conclude con i **Calcari a Nummuliti ed Alveoline** (o “membro di Opicina”) del Paleocene superiore-Eocene inferiore. Sono calcari di color grigio chiaro, ricchi di macroforaminiferi (Nummuliti e Alveoline), a stratificazione indistinta, con uno spessore variabile fra i 50 ed i 130 metri.

### **Depositi di bacino e di scarpata**

Nelle Prealpi Carniche e Giulie, in eteropia con il Gruppo dei Calcari Grigi del Friuli, si sedimentava in bacino la **Formazione di Soverzene** (Lias inf.-medio p. p.). Nel settore più occidentale (Valle del Vajont, Val Cellina) affiora nella sua facies dolomitica, mentre nella parte restante si presenta in facies calcarea (calcari selciferi Auct.). La formazione è quindi costituita da dolomie e/o calcari grigi, in strati di 20 ÷ 40 centimetri, selciferi, con frequenti livelletti marnosi centimetrici. Alla base dell’unità sono presenti brecce e calcareniti bioclastiche. Le faune sono rappresentate essenzialmente da radiolari e spicole.

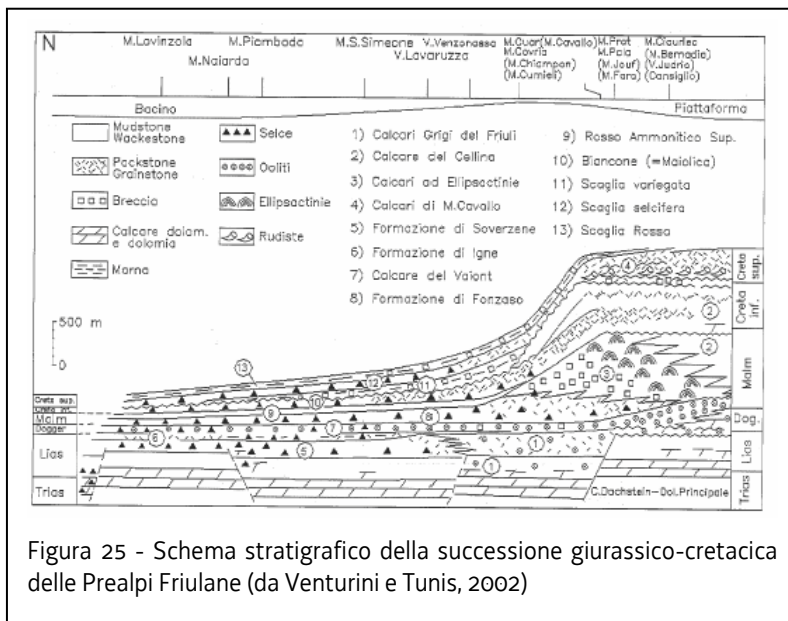
Nelle Prealpi Carniche orientali e nelle Prealpi Giulie, sulla Formazione di Soverzene poggiano delle calcareniti encrinitiche da grigio-rosate a rossastre, a stratificazione incrociata, ricche di crinoidi, brachiopodi, ammoniti, gasteropodi e lamellibranchi. Per analogia con le successioni dolomitiche tale formazione prende il nome di **Encrinite di Fanes Piccola**.

Nelle Prealpi Carniche occidentali, verso il Bacino Bellunese, sulla Formazione di Soverzene poggia un’unità calcareo-marnosa selciferi, ben stratificata, talora di tipo nodulare ad ammoniti, denominata Formazione di Igne (Toarciano). Lo spessore totale varia da pochi metri ad oltre 150 metri.

Sia al di sopra dell’ Encrinite di Fanes Piccola che della Formazione di Igne compare il **Calcarea del Vajont** (Dogger), un’unità formata da prevalenti calcareniti oolitiche, in strati metrici, alternate a calcari micritici a radiolari, in strati decimetrici. I depositi oolitici sono interpretati come torbiditi provenienti dal margine della Piattaforma Friulana. I massimi spessori sono misurabili nella Valle del Vajont (circa 450 metri), mentre nelle Prealpi Giulie l’unità si riduce ad una cinquantina di metri.

Nell'Oxfordiano-Kimmeridgiano inferiore, cioè all'inizio del Malm, le risedimentazioni oolitiche sono sostanzialmente cessate e dal margine della piattaforma proviene materiale bioclastico di varia natura (coralli, idrozoi, briozoi). Si viene così a generare la **Formazione di Fonzaso** costituita da prevalenti calcari selciferi ben stratificati, con frequenti calciruditi e calcareniti ad elementi di piattaforma. Nel complesso la potenza varia da qualche decina di metri a 200 metri.

Sulla Formazione di Fonzaso poggia il **Rosso Ammonitico** (Kimmeridgiano sup.-Titoniano inf.), spesso indicato come Rosso Ammonitico "superiore". È costituito da calcari micritici nodulari rossi o grigio-verdastri, talora selciferi, con ammoniti, belemniti e, microscopicamente, abbondanti resti di crinoidi pelagici (Saccocoma). Lo spessore massimo non supera la trentina di metri.



Nel Titoniano superiore - Barremiano p.p., con la ripresa degli apporti torbiditici e la contemporanea esplosione del nannoplancton, si dà inizio alla sedimentazione di calcari micritici chiari con noduli e liste di selce, molto ricchi in calpionelle e radiolari (**Formazione del Biancone o Maiolica**). Lo spessore della formazione varia da una decina di metri a 150 metri.

Durante l'Aptiano-Turoniano si ha la deposizione in tutte le Prealpi Friulane della **Scaglia variegata alpina**. In particolare l'Aptiano-Albiano è generalmente rappresentato da calcari marnosi e marne di colore verdastro, nerastro e rossastro, ben stratificati, da calcareniti selcifere e da banchi di calciruditi e brecce; mentre nel Cenomaniano-Turoniano si osserva una prevalenza di calcari selciferi debolmente argillosi, grigiastri, verdastri e rosati, a grana fine, con subordinate intercalazioni calcarenitiche.

Superiormente affiora una formazione comprensiva del Senoniano superiore - Paleocene-Eocene inferiore p.p., che prende il nome di **Scaglia Rossa friulana**. Questa unità è costituita da una successione di marne e calcari marnosi rosso mattone, talora con orizzonti plurimetrici grigiastri.

Il limite superiore, seppur diacrono, è ovunque costituito dal **Flysch** con una transizione piuttosto graduale, marcata dall'incremento della frazione arenacea silicoclastica.

La successione terrigena affiora nelle Prealpi Carniche e Giulie meridionali, nel Collio ed ai piedi del Carso triestino. Lo spessore complessivo supera i 4000 metri e rappresenta la più completa successione torbiditica campaniano (Cretacico sup.)-paleogenica delle Alpi Meridionali orientali.

In regione non sono noti depositi riferibili con certezza all'Eocene superiore e all'Oligocene. Solo la **breccia di Peonis**, affiorante alla base della molassa neogenica nelle Prealpi Carniche



orientali, e poggiate in trasgressione sulle torbiditi ypresiane, è stata dubitativamente attribuita all'Oligocene superiore.

### 3.2.5 La sequenza neogenica (da Grandesso P., Stefani C. e Tunis G., 2002, semplificata da Covelli & Podda, 2006)

Le successioni torbiditiche paleogeniche (fig. 26) sono ricoperte in discordanza dai depositi molassici neogenici di età compresa tra l'Aquitaniense (Miocene inf.) ed il Messiniano (Miocene sup.), costituendo potenti coltri sedimentarie.

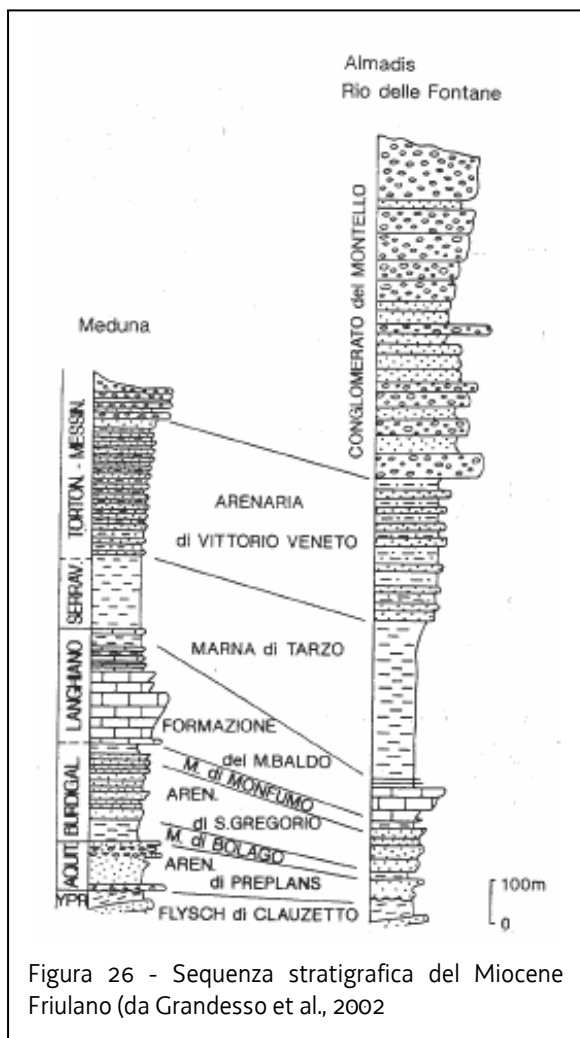


Figura 26 - Sequenza stratigrafica del Miocene Friulano (da Grandesso et al., 2002)

Il contatto tra Flysch e la sovrastante **arenaria di Preplàns**, o localmente con la breccia di Peonis segna l'inizio della sedimentazione molassica ed è accompagnato in tutta l'area da una lacuna e talora da una discordanza angolare. I migliori affioramenti dell'arenaria si rinvengono a Forgaria, ad Andreis e lungo il Torrente Meduna.

La base dell'unità sovrastante è rappresentata da un orizzonte, potente qualche metro, di areniti glauconitiche grossolane verdastre, ricoperte da marne e siltiti marnose di piattaforma con spessore variabile tra i 20 metri nella sezione di Rio delle Fontane e gli oltre 50 metri nella sezione del Torrente Meduna (**marna di Bolago**). Esso segna l'inizio della sequenza deposizionale successiva di età burdigaliana. Seguono circa 100 ÷ 150 metri di fitte alternanze di areniti debolmente glauconitiche e siltiti arenacee bioturbate (**arenaria di S. Gregorio**), affioranti lungo il Torrente Meduna ed il Rio delle Fontane.

Alla fine del Burdigaliano avviene la deposizione della **marna di Monfumo**, una sottile unità pelitica con spessore massimo di 12 metri. Superiormente, delle areniti ricche in glauconite stanno alla base della **Formazione del Monte Baldo**, una potente pila di sedimenti (massimo 200 metri).

Nella zona di Piancavallo, Andreis e più a Est, nei dintorni di Poffabro e Casasola, la successione molassica è incompleta, essendo rappresentata solo dai termini aquitaniense-burdigaliani. Caratteristiche peculiari mostra l'area di Piancavallo ove i sedimenti terziari poggiano in paraconcordanza sui calcari cretacei del Monte Cavallo e sono rappresentati da un conglomerato trasgressivo (**conglomerato di Sorgente Tornidor**). Il conglomerato è ricoperto a sua volta da una ventina di metri di sabbie quarzose bioturbate (**sabbia di Pian Mazzega**) a stratificazione incrociata, passanti a calcareniti a macroforaminiferi (Lepidocyclina,

Miogypsina e Miogypsinoidea), echinidi, bivalvi e alghe. La successione è chiusa da alcuni metri di siltiti grigie micacee sterili correlabili con la **siltite di Casoni**.

La porzione serravalliana (Miocene medio) –messiniana (Miocene sup.) è rappresentata da marne grigie epibatiali e di piattaforma a frequenti bivalvi, che si sviluppano su di uno spessore massimo di 400 metri (**marna di Tarzo**), ricoperte da alternanze di areniti e siltiti grigie a gasteropodi (**arenaria di Vittorio Veneto**), potenti 350 metri circa.

La successione è chiusa da oltre 900 metri di conglomerati prevalenti, siltiti ed arenarie (**Conglomerato del Montello**).

Presso Osoppo, Val Tremugna e Trasaghis sono noti lembi molassici, recentemente attribuiti al Miocene. Si tratta di arenarie, argille, conglomerati e brecce di ambiente deltizio e con episodi salmastri. I dati bibliografici più precisi riguardano la zona di Osoppo, dove le facies siltoso-arenacee affioranti alla base del colle sembrano riferibili al tardo Messiniano o al Pliocene basale, alla luce delle associazioni desunte dalle piste di mammiferi scoperte di recente. L'ambiente di sedimentazione del **Conglomerato di Osoppo** è fluviale con episodi lacustri.

### 3.2.6 I Depositi del Quaternario (tratto da Venturini, 2002; e da Carulli, 2006)

All'interno del territorio alpino e prealpino, carnico e giulio, i depositi glaciali di età würmiana e tardo-würmiana sono frequenti, mentre i resti di accumuli pre-würmiani risultano scarsi e spesso di incerta datazione. Se le morene würmiane si presentano in forma di sottile e discontinua coltre di ritiro glaciale (morena di fondo), i cordoni morenici frontali si palesano ampi ed estesi e sono collocati allo sbocco della Valle del Tagliamento, nell'alta Pianura Friulana: è il cosiddetto anfiteatro morenico che, in triplice cerchia concentrica con convessità verso Sud, forma tutti i rilievi da Ragogna a Qualso ad eccezione del colle di Susans, in conglomerati miocenici, e dei colli di Buia, in prevalente flysch eocenico.

Facilmente individuabili sono inoltre i depositi tardo-würmiani nelle Alpi Carniche e Giulie.

Tra le alluvioni oloceniche e le fasce detritiche di recente accumulo si rinvengono sporadici resti di precedenti depositi fluviali d'età pleistocenica. Sono concentrati nei fondovalle, anche se non mancano affioramenti estesi, seppur localizzati, ubicati lungo i versanti, a mezza costa, o in fasce di crinale. Il più delle volte, tali accumuli sono rappresentati da depositi fluviali e fluvio-lacustri (?interglaciale Riss-Würm), tra cui meritano menzione gli estesi e potenti (200 metri) conglomerati fluviali affioranti da Ampezzo al lago di Cavazzo, che testimoniano il tragitto del paleo-Tagliamento pleistocenico e gli ampi conii detritici cementati e profondamente incisi di Portis-Venzone, del Monte Plauris, della Val Pesarina e di Sella Nevea-Ripiani del Montasio.

Nell'immediato post-glaciale, estesi bacini lacustri, che all'esame del radiocarbonio hanno per lo più fornito età intorno ai 6.000 ÷ 8.000 anni BP, si sono generati nei fondovalle (ad esempio nel settore di Camposso-Tarvisio-Fusine), talora a causa di sbarramenti dovuti a paleofrane (come alla confluenza tra i Torrenti But e Chiarsò).

Attualmente la tendenza di gran parte del settore montano lungo i fondovalle principali è improntata ad un approfondimento erosivo, laddove dapprima si sono accumulate spesse coperture alluvionali oloceniche che, specie nei settori più interni, risentono di marcati terrazzamenti.

A Sud dei rilievi prealpini e dell'anfiteatro morenico si estende la Pianura Friulana, lembo nord-orientale della Pianura Padana, e rappresenta i corpi quaternari più estesi in regione.

È costituita da sedimenti fluvioglaciali ed alluvionali che cronologicamente sono attribuiti al Pleistocene superiore - Olocene. Viene divisa in due parti: l'alta Pianura Friulana e la bassa Pianura Friulana. L'alta Pianura è formata prevalentemente da ciottoli e ghiaie, ed è caratterizzata dalla presenza degli ampi conoidi alluvionali del Tagliamento, del Meduna, del Cellina e del Natisone, sovrapposti e saldati ai bordi, allo sbocco in pianura.

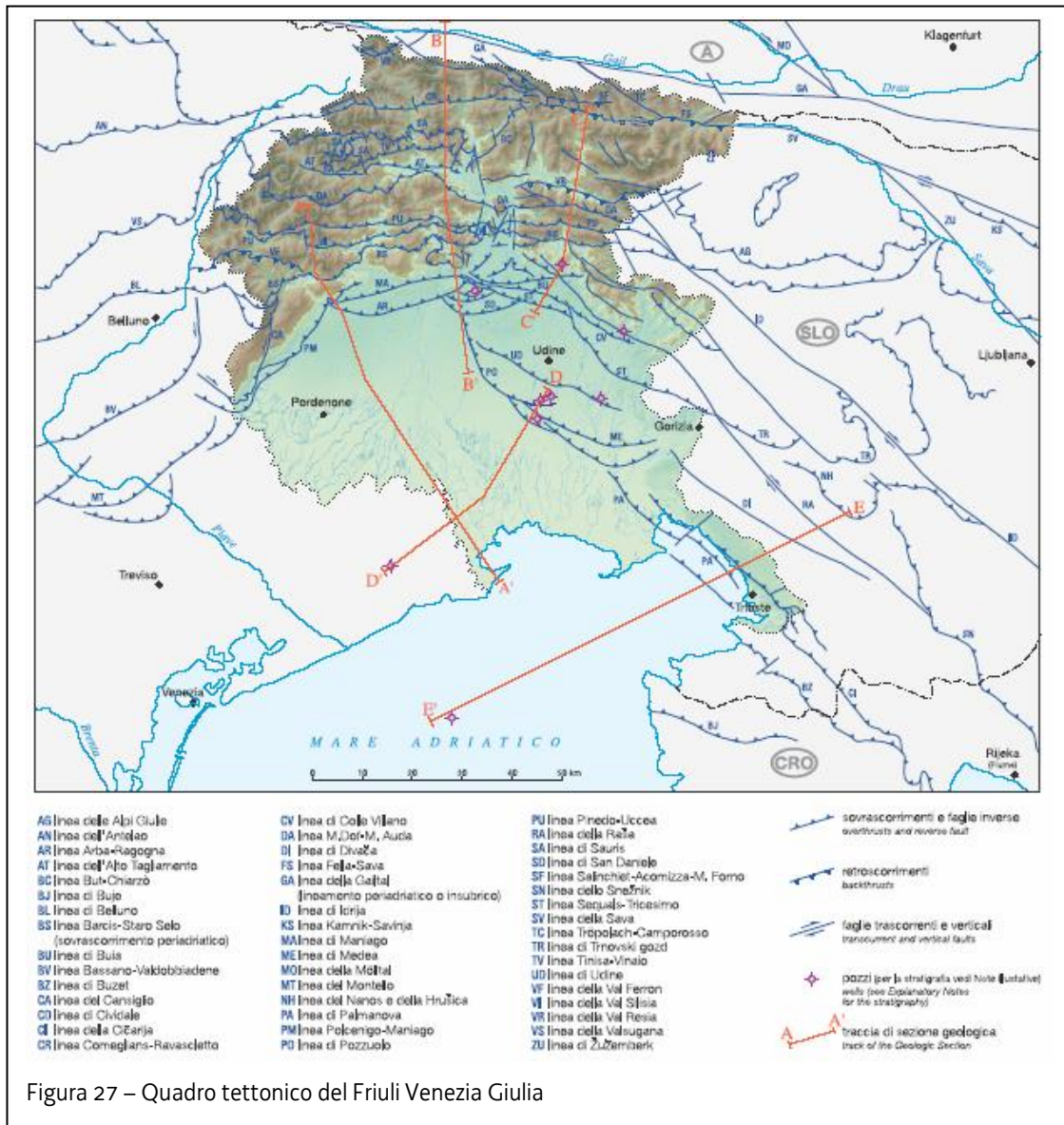
Mentre la bassa Pianura, delimitata a Nord dalla linea delle risorgive e a Sud fino dal margine lagunare, è formata prevalentemente da depositi di sabbie, limi e argille.

### **3.2.7 Cenni di tettonica del Friuli Venezia Giulia (tratto e modificato da Carulli, 2006)**

Il quadro tettonico (figura seguente) è notoriamente determinato dalla presenza di tre sistemi:

- quello "dinarico" ad orientamento NW-SE di età paleogenica sviluppato nel settore sud-orientale;
- quello "tilaventino" nell'area centro-settentrionale ad orientamento E-W formatosi tra il Miocene ed il Pliocene;
- quello "valsuganese" ad orientamento NE-SW e NNE-SSW di età pliocenico-quadernaria presente nel settore più occidentale.





Il sistema *dinarico* è caratterizzato principalmente da accavallamenti aventi direzione NW-SE e piani immersi a NE e da faglie subverticali trascorrenti destre, la cui direzione è compresa tra NW-SE e NNW-SSE. Tali linee si ritrovano nel settore prealpino giuliano e nella Pianura Friulana centro-orientale e nel Carso.

Il sistema *tilaventino* interessa tutto il settore montano dell'area fino all'Alta Pianura Friulana. Esso rappresenta la prosecuzione orientale di quello valsuganese dal quale differisce, oltre che per la direzione, per la maggior entità del raccorciamento. Le strutture sono nordvergenti nella porzione più settentrionale della regione, corrispondente alla Catena Paleocarnica, mentre a meridione di essa sono prevalentemente sudvergenti.

Il sistema *valsuganese* interessa marginalmente la regione nel solo settore più occidentale, al confine con il Veneto e la parte più esterna della catena ed il sottosuolo della Pianura Friulana. Questo sistema presenta sovrascorrimenti a direzione ENE-WSW con superfici immerse a NNW.

### 3.3 Caratteristiche idrologiche

La varietà degli aspetti idrologici e idrografici che caratterizza la regione Friuli Venezia Giulia, unita all'abbondanza delle precipitazioni che si verificano soprattutto sulla catena alpina e nell'area pedemontana, rende il territorio regionale particolarmente ricco di risorse idriche sia superficiali, sia sotterranee, tra loro intimamente connesse.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei bacini idrografici e dei principali corpi idrici.

#### 3.3.1 Bacini idrografici della Regione

I principali bacini idrografici della Regione sono:

- a) il bacino del torrente Vajont, piccolo tributario di sinistra del fiume Piave;
- b) il bacino del fiume Livenza, relativamente alla sua parte montana ed agli affluenti di sinistra;
- c) il bacino del fiume Lemene, sistema idrografico che interessa la porzione di Pianura friulana compresa tra il Meduna ed il Tagliamento e che recapita le acque nella Laguna di Caorle;
- d) il bacino del fiume Tagliamento;
- e) il sottobacino dello Slizza-Gailitz, che immette le sue acque nel fiume Drava in Austria, tributario del Danubio;
- f) i fiumi di risorgiva del sistema idrografico che interessa la porzione di Pianura friulana compresa tra il Tagliamento e l'allineamento Torre-Isonzo, i quali hanno foce nella Laguna di Grado e Marano (bacini del Corno-Stella, Cormor ed i corsi d'acqua di risorgiva Turignano, Zellina, Corno, Ausa, Natissa, Tiel);
- g) il tratto terminale di pianura del bacino del fiume Isonzo e gli affluenti di sinistra Torre, Natisone e Judrio;
- h) il sistema idrografico che interessa il territorio prevalentemente carsico delle Prealpi Giulie meridionali in sinistra Isonzo (fiume Timavo, rii minori del sistema costiero triestino, i torrenti Rosandra e Ospò).

#### Bacino del torrente Vajont

Nel settore occidentale delle Prealpi Carniche, in territorio friulano, ricade la quasi totalità (64 km<sup>2</sup>) del bacino del **torrente Vajont**, tributario di sinistra del bacino di interesse nazionale del fiume Piave. Il 9 ottobre 1963, dal M. Toc crollò una enorme frana di oltre 270 milioni di m<sup>3</sup> direttamente nell'invaso della Diga del Vajont appena collaudata, facendo tracimare verso Longarone una massa d'acqua di oltre 50 milioni di m<sup>3</sup>. Questa potente e violentissima massa d'acqua provocò in pochi minuti immani disastri e circa 1.920 vittime.

A seguito dello sbarramento provocato dalla frana, si è formato a monte un piccolo lago residuale alimentato dalle acque del torrente dell'estensione di 0,42 km<sup>2</sup>, il quale è in fase di progressivo colmamento. Per evitare pericolosi accumuli, le acque del lago sono intercettate da una condotta sotterranea che attraversa il corpo di frana e vengono reimmesse nella stretta gola a valle della diga.

## Bacino idrografico del Livenza

Il **fiume Livenza** nasce nei pressi di Polcenigo dalle sorgenti carsiche della Santissima, del Gorgazzo e del Molinetto e sbocca in mare tra gli abitati di Caorle e Santa Margherita dopo un percorso di circa 111 km. Il suo bacino idrografico rientra tra quelli di rilievo nazionale ed ha un'estensione totale di 1900 km<sup>2</sup>, dei quali 1210 km<sup>2</sup> ricadono nel territorio friulano. Questi valori non tengono conto dell'estensione del bacino idrogeologico che alimenta le sorgenti carsiche di Polcenigo (rilievi carbonatici del gruppo Cansiglio – M. Cavallo), né delle ampie aree a scolo nullo presenti sui conoidi dei torrenti montani Cellina, Meduna e Colvera. Il bacino idrografico montano del Livenza coincide quasi totalmente con quello del fiume Meduna e del suo affluente Cellina<sup>2</sup>.



Figura 28 - Il fiume Livenza a Sacile

Il Livenza ha impostato il suo corso nella zona comprese tra il conoide fluvioglaciale del ramo lapisino del ghiacciaio del Piave, in destra idrografica, e quelli del Cellina - Meduna in sinistra; dalle sorgenti alla foce il corso d'acqua mantiene uno stile monocursale e meandriforme. Fino a Tremeacque, dove vi confluisce il Meduna, il Livenza riceve il contributo del fiume Meschio<sup>3</sup> e di un gran numero di corsi d'acqua di scarsa lunghezza, alimentati

dalla fascia delle risorgive che si sviluppa lungo l'unghia delle conoidi del Cellina, del Meduna e del Piave e lungo la quale sono presenti una serie di specchi d'acqua di ridotte dimensioni la cui origine è sia artificiale, sia naturale. In questo primo tratto quindi il Livenza ha un regime delle portate modulato rispetto a quello delle precipitazioni dal carattere sorgentizio dei corsi d'acqua di risorgiva che lo alimentano, mentre a valle della confluenza del Meduna risente del carattere torrentizio di quest'ultimo e quindi del regime delle precipitazioni che investono il bacino montano. La portata media del Livenza alla stazione di Fiaschetti, a circa 12 km dalle sorgenti, è di 15,6 m<sup>3</sup>/s con un massimo di 86,5 m<sup>3</sup>/s ed un minimo di 3,8 m<sup>3</sup>/s. Il **torrente Cellina** ed il **fiume Meduna**, principali tributari di sinistra del Livenza, sono due tipici corsi d'acqua a regime torrentizio, le cui portate dipendono direttamente dalla quantità e dall'intensità delle precipitazioni che si verificano nel bacino montano. I loro tratti montani sono compresi in valli strette con versanti ripidi; allo sbocco in pianura, invece, entrambe i corsi

<sup>2</sup> Il Meduna ed il Cellina per l'adiacenza dei relativi bacini montani, per le similitudini delle loro caratteristiche idrologiche e litologiche e delle caratteristiche dei loro conoidi pedemontani, vengono spesso trattati in maniera congiunta definendoli sistema Cellina-Meduna.

<sup>3</sup> Le portate del Meschio derivano da apporti sorgentizi, da apporti superficiali convogliati dal suo bacino montano e dagli scarichi delle centrali connesse al sistema idroelettrico Piave – Meschio – Livenza, ed è caratterizzato da una certa torrenzialità.



d'acqua scorrono incassati di alcune decine di metri all'interno di conoidi ghiaiose caratterizzate da elevata permeabilità ed i loro alvei si presentano ghiaiosi e molto ampi.

Nel tratto di alta pianura, l'elevatissima permeabilità dell'alveo determina che le portate di magra uscenti dai tratti montani siano velocemente assorbite, per cui i loro letti rimangono asciutti per gran parte dell'anno.



Figura 29 - Il torrente Cellina ad Arcola di Barcis

Durante le piene ordinarie, Cellina e Meduna assumono uno stile a canali intrecciati che generalmente mantengono fino alla loro confluenza a Rauscedo, mentre solo durante le piene maggiori i loro alvei vengono occupati per l'intera sezione. La confluenza tra Meduna e Cellina avviene all'incirca in corrispondenza della Linea delle risorgive: da qui il regime delle portate del Meduna diventa perenne essendo alimentato dalle numerose risorgive presenti sia in destra che in sinistra ed assume uno stile ad isole fluviali. All'altezza di

Fiume Veneto, il Meduna diventa di tipo monocursale con andamento meandriforme, stile che mantiene fino a Tremeacque dove, dopo aver ricevuto in sinistra idrografica, in località Visinale, i corsi d'acqua di risorgiva Noncello e Sentirone, confluisce nel Livenza.

Il bacino idrografico del fiume Meduna ha una estensione complessiva di 950 km<sup>2</sup> alla confluenza con il Livenza in località Tremeacque ed una quota media 858 m.s.l.m.; il bacino montano a Colle di Arba sottende invece una superficie di 258 km<sup>2</sup>. Nel bacino montano



Figura 30 - Il fiume Meduna a Visinale (Prata di Pordenone)

ricadono gli invasi di Ca' Zul (sup. 0,393 km<sup>2</sup>; volume d'invaso 10.000.000 m<sup>3</sup>), di Ca' Selva (sup. 1,163 km<sup>2</sup>; volume d'invaso 36.000.000 m<sup>3</sup>) e di Ponte Racli (sup. 1,435 km<sup>2</sup>; volume d'invaso 25.000.000 m<sup>3</sup>), quest'ultimo detto anche lago di Tramonti o di Redona. I principali affluenti montani del Meduna sono i torrenti Silisia, Viellia e Chiarsò. Considerata l'elevata piovosità media che si verifica sul bacino montano, la portata che defluisce in media dalla stretta di Meduno è stata stimata attorno ai 9-10 m<sup>3</sup>/s. Allo sbocco in

pianura, in località Ponte Maraldi, vicino a Meduno, uno sbarramento ad uso idroelettrico e irriguo deriva la quasi totalità delle portate di magra e di morbida. La scarse portate residue a valle di Ponte Maraldi si infiltrano totalmente nell'ampio conoide alluvionale, detto "magredi",

per risorgere poco a monte dell'abitato di Zoppola. Nei magredi si innestano le confluenze dei torrenti Colvera e Cellina. Nel tratto pianiziale riceve i contributi dei corsi d'acqua di risorgiva. Le portate di regime alla confluenza con il Livenza si aggirano attorno ai 45 m<sup>3</sup>/s.

Il bacino idrografico del torrente Cellina ha una superficie totale di 482 km<sup>2</sup> alla confluenza con il Meduna ed una quota media 1.157 m.s.l.m.. Allo sbocco in pianura, in località Ravedis, sottende un bacino montano di 446 km<sup>2</sup>, in cui ricadono la diga di Barcis (sup. 0,902 km<sup>2</sup>; volume d'invaso 21.980.000 m<sup>3</sup>) e il recente invaso di Ravedis (sup. 0,900 km<sup>2</sup>, volume d'invaso 26.000.000 m<sup>3</sup>) che ha come scopo principale la laminazione delle piene, oltre a fungere da serbatoio per gli usi irrigui ed idroelettrici. I principali affluenti del Cellina sono rappresentati dai torrenti Cimoliana e Settimana che drenano il settore più interno del bacino montano. Avendo notevoli variazioni di regime idrico a seconda della situazione climatologia del momento, il Cellina in caso di piena può arrivare a centinaia di m<sup>3</sup>/s fino a magre assolute. La portata media stimata al lago di Barcis è di 15,7 m<sup>3</sup>/s.

### Bacino del fiume Lemene

Il bacino di rilievo interregionale del fiume Lemene (sup. 719 km<sup>2</sup>, estensione in F.V.G. 334 km<sup>2</sup>) e del Lugugnana (sup. 179 km<sup>2</sup>, estensione in F.V.G. 14 km<sup>2</sup>) recapitano le proprie acque nella Laguna di Caorle. Tutta l'area del bacino presenta un drenaggio difficoltoso ed all'idrografia naturale è stata affiancata nei secoli una fitta rete di scoli e canali artificiali.



Figura 31 - Il fiume Lemene a Stalis di Cordovado

I principali corsi d'acqua naturali compresi nel bacino del Lemene in Friuli Venezia Giulia sono quelli dei fiumi Fiume (sup. 104,8 km<sup>2</sup>), Sile (sup. 105,6 km<sup>2</sup>), Lin-Loncon (sup. 35 km<sup>2</sup>), Reghena (sup. 51,4 km<sup>2</sup>), Lemene (sup. 38 km<sup>2</sup>). A Brische il Sile si unisce al Fiume: da qui, con la costruzione del canale Postumia-Malgher, le portate di questi corsi d'acqua sono state distolte dal Meduna e deviate, attraverso il fiume Loncon, nel Lemene, poco prima della sua foce nella Laguna di Caorle.

Tutti i corsi d'acqua citati hanno un bacino idrografico superficiale che si sviluppa a cavallo tra l'alta e la bassa Pianura friulana in Destra Tagliamento. Le loro portate, benché varino con le precipitazioni, sono perenni essendo garantite dalle numerose risorgive che li alimentano. Le portate medie delle risorgive tra il Meduna ed il Tagliamento, alla fine degli anni '60 del secolo scorso, erano stimate in 14,19 m<sup>3</sup>/s (19). Le "portate di massima piena", stimate per i principali corsi d'acqua (10) sono riportate nella seguente tabella.

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Sezione di chiusura</i>	<i>Q max. (m<sup>3</sup>/s)</i>
Fiume	confluenza con il Sile	71
Sile	confluenza con il Fiume	84
Loncon	confine regionale	32
Reghena	confine regionale	41
Lemene	confine regionale	31

Tabella 2-

Nelle depressioni sia naturali che artificiali presenti soprattutto a valle della fascia delle risorgive, tra Azzano Decimo e Morsano al Tagliamento, sono presenti numerosi specchi d'acqua dovuti all'affioramento della falda idrica sotterranea. Alcuni di questi corpi idrici sono derivati dall'estrazione di ghiaia e queste cave abbandonate raggiungono dimensioni non trascurabili come il lago Paker (sup 0,137 km<sup>2</sup>), nei pressi di Cordovado.

### Bacino idrografico del Tagliamento

Il **fiume Tagliamento** è il più lungo fiume del Friuli Venezia Giulia e rappresenta uno dei maggiori bacini delle Alpi Orientali. Le sue sorgenti sono tradizionalmente poste a quota 1.195 m.s.l.m., in prossimità del passo della Mauria, nelle Alpi Carniche. Dopo un percorso complessivo di 163 km, il corso d'acqua sfocia nel Mare Adriatico a Lignano dove ha costruito un delta con forma cuspidata bialare che separa la Laguna di Grado-Marano da quella di Bibione. Il bacino idrografico del Tagliamento è di rilievo nazionale e copre un'estensione di 2.675 km<sup>2</sup>, di cui 2.640 km<sup>2</sup> in Regione.

Nella prima parte del suo corso, fino a Socchieve, il Tagliamento alterna tratti con caratteristiche di un tipico torrente di montagna (sezione fluviale stretta, pendenze elevate, materiale in alveo molto grossolano) ad altri caratterizzati da alveo largo ed a scarsa pendenza.



Figura 32 - Il fiume Tagliamento a Caprizi di Ampezzo

La portata idrica del fiume in questo tratto è fortemente influenzata dai prelievi idroelettrici effettuati su 13 torrenti affluenti di sinistra, le cui acque vengono dirottate verso la Diga di Sauris attraverso una condotta scavata nella roccia, detta "linea di gronda": in condizioni di magra ordinaria, è stata valutata una portata derivata dell'ordine di 2,5 m<sup>3</sup>/s complessivi. A valle di Forni di Sotto, la portata residua scorre in una valle profonda fino allo sbarramento di



Caprizi, dove viene ulteriormente derivata quasi totalmente per una quantità pari a circa 3 m<sup>3</sup>/s in regime di magra. La portata di rispetto rilasciata dalla presa è stabilita provvisoriamente in 430 l/s, che si aggiungono alle acque di sorgenti locali che sgorgano lungo il tratto fino a Casali Avaris, ubicato a qualche km di distanza da Socchieve, prima della confluenza con il torrente Lumiei. In questa località il Tagliamento esce dalla sua valle incassata e le sue le acque residue si disperdono totalmente nel suo alveo ghiaioso.

A valle di Socchieve, l'alveo del Tagliamento si allarga notevolmente, diminuiscono la pendenza e la granulometria media dei depositi in alveo; il corso d'acqua, asciutto per gran parte dell'anno, assume nei periodi di morbidauno stile a canali intrecciati. Su questo tratto del fiume insistono ulteriori 5 prese da torrenti affluenti di destra e di sinistra, tra cui il torrente Vinadia: da quest'ultimo viene rilasciato un deflusso minimo vitale di 135 l/s.

In magra, il letto del Tagliamento rimane quindi all'asciutto fino alla confluenza con il torrente But.

Nel suo tratto carnico, prima della confluenza con il fiume Fella ad Amaro, il Tagliamento riceve in sinistra idrografica tre importanti affluenti: il torrente Lumiei, il torrente Degano ed il torrente But.

Il **torrente Lumiei**, lungo 24 km e con una superficie del bacino idrografico di 126 km<sup>2</sup>, è stato sbarrato nel 1947 dalla Diga di Sauris, costruita in località La Maina, appena a monte della profonda forra che il corso d'acqua ha inciso fino ad Ampezzo. Il bacino artificiale, il più grande della Regione, ha una superficie di 1,433 km<sup>2</sup> ed una capacità d'invaso massima di 73.000.000 m<sup>3</sup> d'acqua. Oltre a contenere le acque del torrente e quelle di altri affluenti minori locali, si immettono nell'invaso anche le acque prelevate dalla "linea di gronda".



Figura 33 - Il torrente Lumiei a Plan dal Sac di Ampezzo

Complessivamente, si stima che confluisca alla Diga di Sauris una portata media di circa 4-5 m<sup>3</sup>/s in regime di magra. Dalla diga le acque sono indirizzate verso la centrale idroelettrica di Plan dal Sac, vicino ad Ampezzo. Qui viene prelevata inoltre la portata residua del torrente Lumiei (circa 700 l/s in magra) e tutte le acque vengono poi dirottate verso l'invaso di Verzegnis. A valle dell'impianto idroelettrico fuoriesce solamente la portata di rispetto, provvisoriamente stabilita in 215 l/s, che si disperde normalmente dopo circa 2 km dalla presa. Alla sua ampia confluenza con il Tagliamento, vicino a Socchieve, il corso d'acqua è praticamente sempre privo d'acqua, salvo in occasione di piene di una certa consistenza.

Il **torrente Degano** ha una lunghezza di 38 km e la superficie del bacino idrografico è pari a 326 km<sup>2</sup>. Su questo corso d'acqua e sul suo maggior affluente, il torrente Pesarina, sono presenti diversi sbarramenti che derivano gran parte delle portate, ma le restituiscono pochi km a valle delle rispettive prese. Ad Ovaro c'è un ultimo sbarramento che dirotta tutte le acque del torrente verso l'invaso di Verzegnis, con portate medie di magra dell'ordine di 7 m<sup>3</sup>/s.



Figura 34 - Il torrente Degano a Chialina di Ovaro

A valle dello sbarramento defluisce la portata di rispetto stabilita provvisoriamente in 700 l/s, ai quali si aggiungono alcune centinaia di l/s provenienti da risorgenze in alveo, localizzate specialmente nel tratto vicino all'abitato di Muina. L'alveo ghiaioso sostiene questa portata fino quasi alla confluenza con il Tagliamento, a valle di Villa Santina, dove si disperde totalmente. Oltre al Degano, a valle della presa di Ovaro sono derivate verso l'invaso di Verzegnis le acque di altri 7 torrenti afferenti al bacino stesso.

Il **torrente But**, lunghezza 35 km e superficie del bacino 326 km<sup>2</sup>, ha origine ai piedi del M. Coglians e si rimpingua specialmente nei pressi di Timau dove riceve l'acqua dal noto Fontanone, copiosa sorgente carsica che sgorga ai piedi del massiccio carbonatico della Creta di Timau, per la quale si stima una portata di 2 m<sup>3</sup>/s medi e circa 0,4 m<sup>3</sup>/s in regime di magra. Dopo Timau, il But piega decisamente a sud, superando il vasto conoide del Moscardo (presso il quale esisteva un antico lago) ove perde parte delle sue acque che riaffioreranno totalmente, nell'ampio fondovalle tra Paluzza, Cercivento e Sutrio, residuo di un altro antico lago fluviale. Il corso del But è caratterizzato da strettoie e allargamenti che comportano parziali infiltrazioni e ravvenamenti delle acque.



Figura 35 - Il torrente But a Caneva di Tolmezzo

Più a valle riceve in riva sinistra il torrente Chiarzò, che, con portata di 3 m<sup>3</sup>/s in media, è il suo principale tributario. Il But confluisce nel Tagliamento all'altezza di Tolmezzo, con portate medie variabili tra i 5 ed i 10 m<sup>3</sup>/s. Anche lungo questo corso d'acqua ed i suoi affluenti insistono diverse captazioni per uso idroelettrico e potabile, con restituzione delle

acque nel bacino stesso prima della confluenza con il Tagliamento.

Nella profonda e stretta valle del torrente Ambiesta, piccolo affluente di destra del Tagliamento che sfocia vicino a Cavazzo Carnico, è stato costruito lo sbarramento artificiale che dà luogo al bacino di Verzegnis (superficie 0,209 km<sup>2</sup>; volume dell'invaso 3,9 milioni di m<sup>3</sup>). L'invaso è entrato in funzione nel 1957, in esso vi confluiscono anche le acque captate dallo sbarramento sul Tagliamento a Caprizi, quelle provenienti dalla presa di Plan dal Sac sul torrente Lumiei, dalla presa di Ovaro e da una serie di captazioni realizzate nel bacino del Degano nonché dalla presa del torrente Vinadia. La destinazione di tutte le acque derivate con questo diffuso sistema di prese è la centrale idroelettrica di Somplago. Le acque turbinate vengono recapitate nel Lago di Cavazzo (superficie 1,185 km<sup>2</sup>, volume 14.400.000 m<sup>3</sup>), il più grande specchio d'acqua naturale della Regione, e restituite al Tagliamento attraverso il torrente Leale, all'altezza di Peonis.

Tutto il sistema di derivazioni e di invasi ad uso idroelettrico sopra descritto, che interessa buona parte del bacino carnico del Tagliamento, è stato completato nel 1957 dalla SADE, Società nazionalizzata nel 1963 e inglobata nell'ENEL; dal novembre 2003 è di proprietà della Società Edipower S.p.A. Il complesso di derivazioni sottende una superficie di bacino pari a 658 km<sup>2</sup>, corrispondente a circa un terzo del bacino montano del fiume Tagliamento misurato alla sezione di Venzone, che è pari a 1.888 km<sup>2</sup>. In figura 36 si riporta uno schema semplificato della rete di prese e di canali adduttori delle acque agli invasi di Sauris e Verzegnis ed alle rispettive centrali di produzione elettrica di Ampezzo e Somplago:

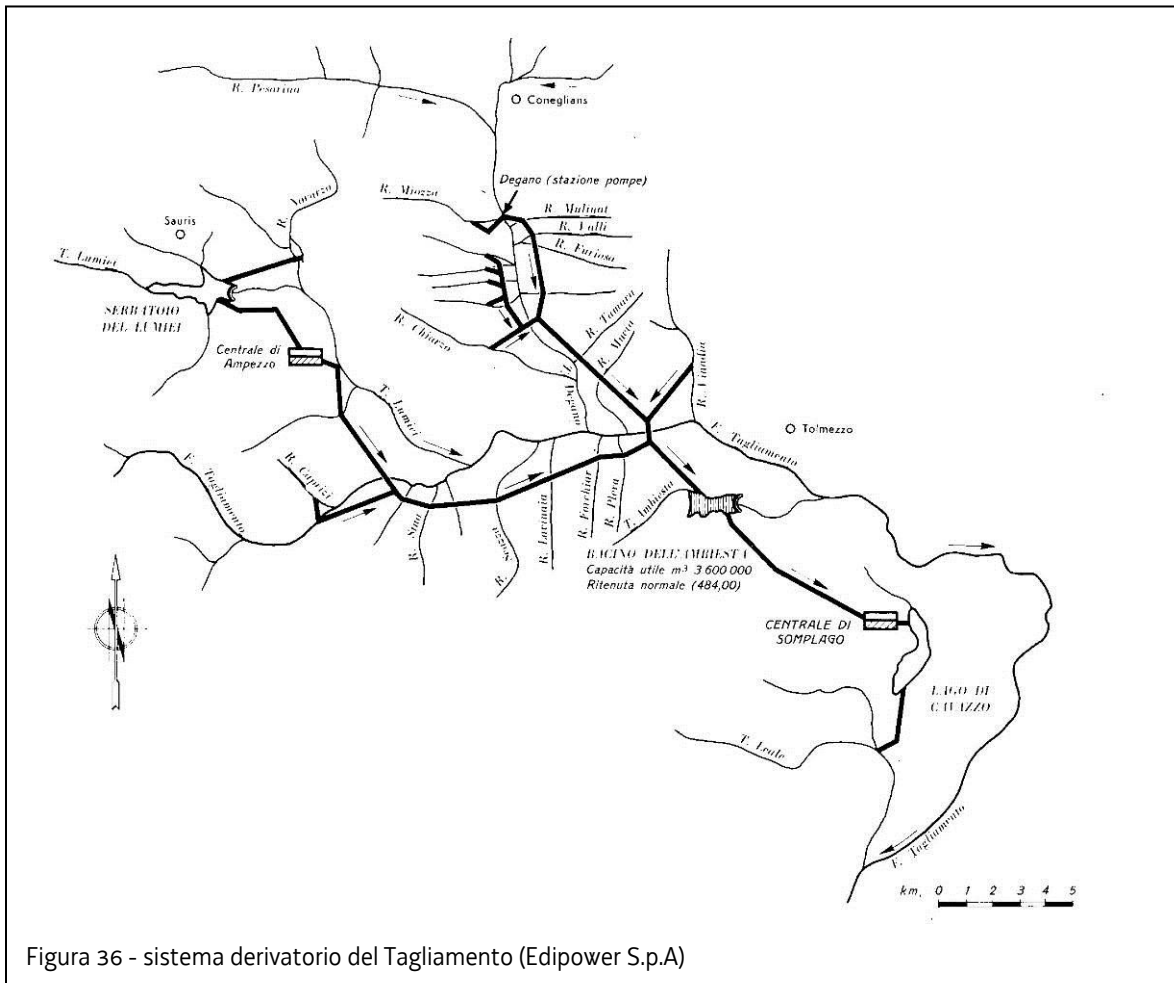


Figura 36 - sistema derivatorio del Tagliamento (Edipower S.p.A)



Il **fiume Fella**, il maggior affluente del Tagliamento, nasce in prossimità della sella di Camporosso, ha una lunghezza di 53 km ed il suo bacino idrografico copre una superficie di 711 km<sup>2</sup>. Nel primo tratto, fino a Pontebba, il Fella segue una direzione E-W e scorre su un fondovalle ampio, ma alquanto pendente; da Pontebba a Chiusaforte la valle invece si sviluppa in direzione N-S e si stringe in gola. Da Chiusaforte fino alla confluenza nel Tagliamento la valle riassume nuovamente una direzione E-W ed il fondovalle si allarga notevolmente, diminuiscono la pendenza e la granulometria media dei depositi in alveo, lo stile fluviale diventa a canali intrecciati. I principali affluenti del Fella in destra idrografica sono i torrenti Pontebbana, Aupa e Glagnò, mentre in sinistra idrografica sono i torrenti Saisera, Dogna, Raccolana e Resia.



Figura 38 - Il fiume Fella a Moggio Udinese

Le portate medie di questo fiume sono importanti per l'economia idrica del Tagliamento. All'altezza di Dogna, il fiume ha una portata media annua di 18 m<sup>3</sup>/s, che aumenta fino a circa 30 m<sup>3</sup>/s alla sezione di Moggio Udinese. Da qui l'alveo si allarga notevolmente ed aumenta il processo di infiltrazione delle acque verso la falda subalvea tanto che alla confluenza con il Tagliamento si assiste ad un sostanziale dimezzamento della portata fluente in superficie. Attualmente sull'asta principale del Fella insiste solamente una presa idroelettrica all'altezza di Malborghetto, con restituzione delle acque a monte dell'abitato di S. Leopoldo Laglesie, ma sono state presentate negli ultimi tempi numerose richieste di concessione di derivazione per uso idroelettrico che interessano tutto il corso d'acqua, dalla sorgente alla foce, per prelievi molto consistenti.



Figura 37 - Il fiume Tagliamento a Pioverno di Venzone

Il bacino imbrifero sotteso dal **Tagliamento alla sezione di Pioverno** raggiunge, come già detto, la superficie di 1.888 km<sup>2</sup>. Tra Amaro e Pinzano i principali affluenti del Tagliamento in sinistra idrografica sono il torrente Venzonassa ed i corsi di risorgiva che si originano nella Piana di Gemona-Osoppo confluendo nel fiume Ledra; in

destra idrografica il fiume riceve il torrente Leale e il torrente Arzino. In questo tratto il Tagliamento scorre con direzione NNE-SSW lungo il fianco destro della valle in un alveo caratterizzato da pendenze contenute e notevole ampiezza. Durante le fasi di piena moderata e di morbida assume uno stile a canali intrecciati con isole fluviali; nelle fasi di magra estiva generalmente occupa solo uno o due filoni. In occasione delle piene di grande portata il corso d'acqua riesce ad occupare l'intera sezione a sua disposizione, larga fino a 1,5 km nella zona di Cornino, con una portata calcolata  $T_r=100$  anni alla Stretta di Pinzano che supera i  $4.200 \text{ m}^3/\text{s}$ ! In questo punto, la portata media annua del fiume è stata valutata in circa  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ , in magra nell'ordine di  $30\text{-}40 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tra Pioverno e la stretta di Pinzano le acque si infiltrano nel materasso ghiaioso, alimentando la falda subalvea e soprattutto **l'acquifero della Piana di Osoppo-Gemona**. Questo acquifero sotterraneo ha importanza fondamentale nell'idroeconomia del Friuli, in quanto costituisce una grande riserva d'acqua di buona qualità, utilizzabile specialmente per uso potabile. Nella parte meridionale della Piana è infatti presente la presa acquedottistica di Molin del Bosso in Comune di Artegna, gestita dal CAFC S.p.A., che fornisce acqua potabile a gran parte dei Comuni della Pianura friulana udinese fino al mare. Sempre nel tratto prealpino del Tagliamento, ad Ospedaletto, vi è inoltre l'opera di presa principale del canale Ledra-Tagliamento, sistema idraulico utilizzato per scopi irrigui ed idroelettrici ed inaugurato nel 1881. Il canale, che più a valle deriva anche le acque del rio Gelato e del fiume Ledra, è in grado di distogliere dal Tagliamento una portata massima estiva di  $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , per arrivare a  $25,5$  al nodo idraulico di Andreuzza sul fiume Ledra.

Dalla stretta di Pinzano **il corso del Tagliamento entra nella Pianura friulana** ed il suo alveo raggiunge la massima ampiezza, in molti tratti superiore a 2 km, assumendo una morfologia a più filoni fluviali che si intrecciano fra loro (detta di tipo "braided"). L'alveo inizialmente rimane incassato in alte scarpate naturali derivate dall'incisione dei depositi alluvionali fino alla confluenza con il torrente Cosa, ultimo affluente di origine prealpina. Qui si chiude definitivamente il bacino imbrifero del Tagliamento con un'estensione di  $2.476 \text{ km}^2$ ; poi il letto del fiume si porta gradualmente all'altezza della pianura circostante. Nel tratto tra Pinzano e Casarsa, lungo 25 km, il fiume disperde progressivamente le sue acque nella falda freatica della Pianura friulana, della quale diventa il principale contribuente. In regime di magra, la dispersione delle acque è totale e si verifica che da Spilimbergo a Casarsa il fiume rimanga totalmente all'asciutto. Il tasso di dispersione in questi casi raggiunge i  $2\text{-}3 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}$ . Attraverso le poche misure di portata effettuate in simultanea tra Pinzano e Madrisio di Varmo, si denota inoltre che il Tagliamento riesce a disperdere nella pianura portate di poco superiori a  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  durante i regimi di morbida.

Tra San Vito al Tagliamento e Varmo, **il fiume interseca la fascia delle Risorgive**: inizia qui il riaffioramento di una piccola parte delle acque disperse dal fiume in pianura. Il regime delle portate diventa perenne fino alla foce, ma l'andamento delle stesse rimane comunque legato principalmente alle precipitazioni che si verificano nel bacino montano. A valle del ponte di Madrisio il Tagliamento riceve l'ultimo affluente di una certa importanza, il fiume di risorgiva Varmo. Da questo punto fino alla foce il fiume modifica gradualmente le proprie caratteristiche morfologiche: l'alveo si restringe e rimane costretto nei possenti argini, assumendo dapprima uno stile ad isole fluviali e poi monocursale e meandriforme. Per lunghi tratti, il corso del fiume risulta pensile rispetto la quota del piano campagna della pianura circostante.

Già a monte dell'abitato di Latisana, i deflussi idrici risentono fortemente degli effetti regolatori dovuti alle variazioni giornaliere della marea marina, anche se la massa d'acqua rimane totalmente dolce in quanto la quota normale di fondo alveo è molto vicina a 0 m.s.l.m.. Qualche km a sud di Latisana, in regime di magra si inizia a rilevare presenza di acqua marina sul fondo mentre alla foce essa probabilmente interessa una grande parte della sezione. L'acqua dolce scorre in superficie per minore densità rispetto l'acqua marina e si mescola ad essa nelle zone mediane della sezione, anche per effetto del moto provocato dal continuo afflusso e riflusso del mare dentro l'alveo del fiume.

A ragione di questi effetti naturali non è possibile calcolare con precisione la portata naturale del fiume alla foce. Alcuni autorevoli Autori stimano la portata media alla foce tra i 70 ed i 90 m<sup>3</sup>/s.



Figura 39 - Il fiume Tagliamento vicino a Bevazzana (foce)

### **Il sottobacino idrografico del torrente Slizza**

All'estremo nord-orientale della Regione, nel territorio di Tarvisio, un sistema di corsi d'acqua montani confluisce nel torrente Slizza (Gailitz in tedesco), andando a recapitare le acque nel bacino della Drava. Attraverso il Danubio sono quindi tributari del Mar Nero anziché dell'Adriatico. Dalla Sella Nevea, con decorso pressapoco WSW-ENE, scorre il Rio del Lago, in una valle ampia e relativamente poco pendente, parzialmente occupata dal lago naturale del Predil (o di Raibl), di origine glaciale. Dopo il lago il Rio scende in una valle molto più ripida ed incisa traversando il villaggio minerario di Cave del Predil (Raibl) e dirigendosi verso N. Dalla confluenza con altri torrenti minori che scendono dalle Alpi Carniche (Rio Bartolo) e dalle Alpi



Giulie (Rio Bianco di Fusine, Rio Freddo, ecc.), prende forma il corso principale dello Slizza, incassato nella forra di Coccau. Il torrente passa il confine austriaco poco dopo Coccau dove prende il nome di Gailitz ed affluisce nel Gail all'altezza di Arnoldstein.



Figura 40 - Il torrente Slizza a Tarvisio

Le caratteristiche idrogeologiche e morfologiche della rete idrografica dello Slizza (carsismo, ramificazione, pendenza, tipi di alveo) conferiscono al corso d'acqua un'alimentazione sorgentizia perenne ed un regime delle portate torrentizio, legato al regime delle precipitazioni liquide che avvengono nel bacino ed allo scioglimento nivale primaverile. I dati delle portate giornaliere registrati dall'Amministrazione del Land di Carinzia a Thörl, località austriaca ad 1 km dal confine,

registrano un deflusso medio giornaliero pari a  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Nel bacino dello Slizza ricadono i laghi di origine glaciale del Predil (superficie  $0,614 \text{ km}^2$ ) e di Fusine (superficie:  $0,126 \text{ km}^2$  il lago superiore,  $0,106 \text{ km}^2$  il lago inferiore).

### I fiumi di risorgiva tra Tagliamento e Torre

In questo sistema idrografico ricadono i corsi d'acqua dell'Alta e della Bassa Pianura friulana il cui bacino è compreso tra il Tagliamento e l'allineamento Torre – Isonzo, nonché tutti i corsi d'acqua di risorgiva ed i bacini a scolo meccanico che sono il risultato delle bonifiche delle aree della Bassa Pianura e perlagunari. Ad esclusione dei bacini delle Lavie e del torrente Tresemane, che non hanno prosecuzione al mare, questo territorio costituisce il bacino scolante nella laguna di Grado-Marano ed è considerato un bacino di rilievo regionale. Nell'Alta Pianura in sinistra Tagliamento scorrono appunto le Lavie ed i torrenti Corno, Cormor e Tresemane.

Le **Lavie** (suddivise in occidentali, centrali e orientali) e il **Tresemane** sono corsi d'acqua effimeri che si originano nel settore meridionale dell'anfiteatro morenico. Questi corsi d'acqua si impinguano in occasione di eventi piovosi di una certa durata e/o intensità e non recapitano le loro portate in corpi idrici superficiali scolanti. Gli afflussi vengono assorbiti completamente nelle alluvioni ghiaiose della pianura, a distanza di pochi km dal punto di origine. A causa del continuo rimaneggiamento del loro corso naturale pianiziale durante lavori di urbanizzazione e di convogliamento di acque meteoriche da insediamenti civili, hanno perduto la loro naturalità e gli spazi ove normalmente le acque si spagliavano. Talvolta, durante piogge di intensità rilevante, esondano provocando danni nel circondario. Al fine di evitare tali problemi, per garantire alle acque di piena un corpo ricettore delimitato, sono state realizzate delle casse di espansione in prossimità del tratto finale del corso d'acqua, ove si accumulano le acque di piena che si disperdono velocemente nel sottosuolo.

**I torrenti Corno e Cormor** hanno una parte cospicua del loro bacino nella zona



Figura 41 – Il torrente Cormor a Colugna di Udine

dell'anfiteatro morenico del Tagliamento (il Cormor, tramite il suo affluente Urana-Soima, estende il suo bacino per una minima parte anche nei rilievi flyschoidi del M. Faeit). Questi corsi d'acqua originariamente non avevano sbocco diretto al mare, ma, con i lavori di bonifica e di canalizzazione realizzati nel secolo scorso, il Corno è stato portato ad affluire nel fiume Stella costituendo così il sistema idrografico Corno – Stella. Anche il Cormor è stato canalizzato nel tratto di bassa

pianura, portandolo a sfociare direttamente nella Laguna di Marano: nella sua configurazione attuale copre una superficie totale pari a 226,3 km<sup>2</sup>. Tra le opere idrauliche realizzate lungo le aste di questi due corsi d'acqua ricordiamo le casse di espansione delle portate di piena a S. Andrat sul Cormor e le opere realizzate a S. Mauro sul Corno. Queste ultime sono relative alla gestione delle acque derivate nel canale Ledra-Tagliamento (che usa l'alveo del torrente come canale convogliatore delle acque dalla piana di Gemona-Osoppo alla Pianura friulana) e alla recente realizzazione del canale scolmatore sotterraneo tra S. Mauro e Aonedis, con cui si trasferiscono i colmi di piena dal Corno al Tagliamento per una portata massima di 100 m<sup>3</sup>/s.

La **Linea delle Risorgive**, che si snoda nella Pianura in sinistra Tagliamento tra Codroipo e Ruda, delimita il margine settentrionale di una ampia fascia territoriale della Bassa pianura friulana ove sgorgano dal sottosuolo le acque precedentemente disperse dal Tagliamento, dal Torre e dai corsi d'acqua morenici nonché quelle meteoriche e irrigue che si infiltrano nell'Alta pianura. A sud della Linea ha genesi una diffusa rete di corsi d'acqua di risorgiva che confluiscono successivamente tra di loro e recapitano le portate nella Laguna di Grado-Marano. La misura della portata media complessiva delle risorgive tra il Tagliamento ed il Torre è stata valutata in diverse momenti, a partire già dal 1906. I valori ricavati sono compresi tra 52 e 115 m<sup>3</sup>/s: un valore dell'ordine di 80 m<sup>3</sup>/s è ritenuto significativo per caratterizzare la portata media di questo settore delle risorgive. I corsi d'acqua che sfociano nella laguna da W verso E sono: il fiume Stella (estensione del bacino idrografico, calcolato assieme al Corno, pari a 297,6 km<sup>2</sup>), il fiume Turgnano, il canale Cormor già citato, la roggia Zellina, il fiume Corno di S. Giorgio (estensione del bacino idrografico 55,5 km<sup>2</sup>) e il fiume Aussa (estensione del bacino idrografico 65,6 km<sup>2</sup>) che hanno la foce in comune; il fiume Natissa ed il canale Tiel. La portata media complessiva stimata per i corsi d'acqua sfocianti in laguna è di 80-90 m<sup>3</sup>/s.

Il **fiume Stella** è il più importante tra i corsi d'acqua di risorgiva facenti parte di questo sistema idrografico, sia per estensione del bacino drenante, sia per la sua portata media. La portata media giornaliera dello Stella valutata alle stazioni Casali Sacile (1926-1964) e di Ariis (dal 1965 ad oggi) è pari a 34,5 m<sup>3</sup>/s, però, sebbene raccolga un gran numero di corsi d'acqua di risorgiva che nascono tra Codroipo e Flumignano, questo fiume è soggetto a variazioni considerevoli tra le sue portate di magra, di piena e stagionali. Ciò accade per effetto

dell'estensione del bacino drenante e del contributo torrentizio del Corno, nel quale vengono scaricate anche le acque derivate in eccesso dal canale Ledra Tagliamento. Man mano che il corso d'acqua scorre verso la Laguna di Marano, le portate drenate dalla falda superficiale aumentano progressivamente, fino quasi al 50% in più rispetto alla portata registrata ad Ariis



Figura 42 - Il fiume Stella ad Ariis di Rivignano

e, precedentemente ai lavori di rettifica, assumeva un andamento fortemente meandriforme. Per far fronte a questi problemi di drenaggio alla foce, il tratto finale dello Stella è stato regimato e canalizzato durante i lavori di bonifica degli anni '30. In questi ultimi decenni, vaste aree del bacino e gran parte del corso d'acqua principale dello Stella sono stati vincolati da provvedimenti regionali e nazionali di tutela naturalistica, paesaggistica ed ambientale.

Nella fascia perimetrale della Laguna di Grado e Marano vi sono numerose aree in cui la condizione di terre emerse dal mare è garantita da un sistema di opere idrauliche realizzate lungo i corsi d'acqua che provengono dalla pianura e lungo i margini della laguna, nonché da un fitto sistema di canali di bonifica realizzati nei bacini e che fanno capo a 30 impianti idrovori, i cosiddetti **bacini a scolo meccanico**. Le superfici a scolo meccanico coprono un'estensione di 23.500 ettari, per buona parte posti a quota inferiore al livello del mare, che corrispondono all'incirca alla superficie delle paludi costiere che originariamente circondavano la laguna di Grado Marano, bonificate progressivamente nel corso dei secoli. L'assetto idraulico attuale delle opere di bonifica della Bassa pianura friulana, con la realizzazione di buona parte degli impianti idrovori oggi in funzione, è stato realizzato negli anni '30 e integrato successivamente con opere complementari.

### Bacino idrografico dell'Isonzo

Il **fiume Isonzo** (Soča in sloveno) nasce in Val Trenta, nelle Alpi Giulie slovene sotto il M. Jalovec; dopo un percorso di 132 km sfocia nel Golfo di Trieste a punta Sdobba. Il bacino dell'Isonzo è di rilievo nazionale ed i 2/3 della sua estensione ricadono in territorio sloveno: infatti solo 1.060 km<sup>2</sup> dei 3.367 km<sup>2</sup> di superficie totale ricadono in Friuli Venezia Giulia ed appartengono in massima parte al sottobacino del Torre.

Il tratto sloveno dell'Isonzo presenta le caratteristiche tipiche di un corso d'acqua alpino ed alterna tratti relativamente ampi e ghiaiosi a gole rocciose. A Most na Soči-S. Lucia di Tolmino riceve in sinistra idrografica il torrente Idrijca-Idria (sup. bac. 598 km<sup>2</sup>) che è il suo principale affluente in territorio sloveno. Il tratto montano dell'Isonzo termina a Solkan-Salcano (località di Nova Gorica) presso il confine italo-sloveno. Il bacino sotteso in corrispondenza di questa località si sviluppa a quote elevate ed è caratterizzato da pendenze elevate e diffuso carsismo.



Le zone carsiche più note agli speleologi sono il gruppo montuoso del Canin e gli altopiani di Banjsice-Bainsizza e Trnovski-Tarnova. Queste caratteristiche del bacino conferiscono al corso d'acqua un regime naturale delle portate tipicamente torrentizio, ma nello stesso tempo in fase di magra garantiscono un deflusso sempre relativamente cospicuo derivante dagli apporti carsici e dallo scioglimento nivale primaverile.



Figura 43 - Il fiume Isonzo a Piuma di Gorizia

Superato il confine sloveno, l'Isonzo entra in Italia scorrendo incassato in scarpate naturali incise nelle sue alluvioni ghiaiose, le cui altezze decrescono progressivamente. A valle di Gorizia riceve in sinistra idrografica il fiume Vipacco (sup. del bacino 546 km<sup>2</sup>) che drena un bacino fortemente carsico che si sviluppa quasi totalmente in territorio sloveno. Tra Gorizia e Sagrado l'Isonzo occupa generalmente l'intera sezione e presenta uno stile monocursale, con

rare isole fluviali; a valle dello sbarramento di Sagrado e fino a Fiumicello, l'alveo del fiume si allarga ed assume man mano uno stile "braided", con alveo ghiaioso che raggiunge la sua massima larghezza alla confluenza del Torre, suo maggior affluente. Tra Ruda e Fiumicello l'Isonzo interseca la fascia delle risorgive, il suo alveo torna a stringersi e ritorna monocursale fino alla foce di Punta Sdobba.

Le portate del fiume sono modulate e regolate da una serie di sbarramenti artificiali costruiti in territorio sloveno tra Most na Soči e Solkan per scopi idroelettrici. La portata media giornaliera su base annua, registrata negli ultimi 5 anni a Ponte Piuma di Gorizia, è di circa 70 m<sup>3</sup>/s, ma, in relazione ai rilasci non costanti dalla diga di Solkan, la portata in regime di magra varia sensibilmente durante la giornata, con innalzamenti medi del tirante idrico di 60-80 cm durante le ore diurne e conseguente riabbassamento nelle ore serali e notturne. La portata di 12 m<sup>3</sup>/s minimi, prevista dagli accordi internazionali siglati nel secondo dopoguerra tra Italia e l'allora Jugoslavia, può portare a situazioni di criticità, se non adeguatamente gestita, specie nei momenti di massima carenza idrica.

Tale sistema di regimazione delle acque operato a Solkan ha una forte influenza sul tutto il sistema idrologico e derivatorio del tratto del fiume in territorio italiano. Anche nella nostra Regione sono presenti alcune importanti prese di alimentazione di canali irrigui e idroelettrici (quali quelli facenti capo alla rete irrigua del Consorzio di Bonifica della Pianura Isontina), i quali risentono fortemente della variazione delle portate giornaliere operata dai gestori dell'impianto idroelettrico sloveno. A Sagrado, infine, v'è il noto Canale de' Dottori che distoglie verso Monfalcone gran parte della portata idrica del fiume, non facendola defluire quindi verso il suo naturale sfogo al mare presso Punta Sdobba. L'influsso delle maree sul regime idrico inizia a presentarsi a valle di Fiumicello e le scarse acque dolci di magra rimanenti si mescolano subito con quelle marine: nella zona della Quarantia, 4 km a monte della foce, l'acqua dolce rimane presente nella sola parte superficiale dell'intera sezione del fiume. Durante le piene, le

acque salate vengono invece ricacciate decisamente verso il mare ed il fiume riversa copioso trasporto solido nel Golfo di Trieste. Alcuni Autori stimano la portata media del fiume alla foce pari a  $170 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Il sottobacino del **torrente Torre** (superficie totale del bacino  $1.091 \text{ km}^2$ ) è articolato in una serie di bacini di 3° ordine di discreta estensione, che si sviluppano tutti sulla sinistra idrografica dell'asta principale: il torrente Cornappo, il torrente Malina, il fiume Natisone ( $334 \text{ km}^2$  di superficie di cui circa  $60 \text{ km}^2$  in territorio sloveno) e il fiume Judrio ( $303 \text{ km}^2$  di superficie di cui un quarto circa in territorio sloveno). Il Torre ed i suoi affluenti hanno un regime delle portate tipicamente torrentizio, direttamente condizionato dalle precipitazioni che si verificano nei relativi bacini montani. In montagna, questi corsi d'acqua hanno sempre un deflusso idrico



Figura 44 - Il torrente Torre a Tarcento

perenne assicurato da una serie di sorgenti. Il percorso montano del Torre in senso stretto si snoda dalle sorgenti di Musi fino a Tarcento; qui prosegue aggirando da est l'anfiteatro morenico e dopo aver ricevuto in sinistra idrografica il torrente Cornappo giunge alla traversa di Zompitta, dove viene captato per alimentare le rogge di Udine e Cividina. Nonostante il bacino montano del Torre sia il più piovoso della Regione, al suo sbocco in pianura le portate in

regime di magra non sono particolarmente elevate, infatti a Tarcento la portata di magra non supera normalmente i  $2,5-3 \text{ m}^3/\text{s}$ , mentre la media si aggira attorno a  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ ; al ponte di Nimis, prima della confluenza con il Cornappo, i quantitativi sono sostanzialmente identici.

A Pradamano il Torre riceve il torrente Malina, a Trivignano Udinese si immette il fiume Natisone, suo maggior affluente, a Romans d'Isonzo entra lo Judrio. A valle della presa di Zompitta le portate di magra residue del Torre vengono velocemente assorbite dal potente materasso ghiaioso dell'Alta pianura. Da qui fino alla confluenza con l'Isonzo l'alveo del Torre rimane quasi sempre asciutto per buona parte dell'anno: si verificano deflussi superficiali continui sul letto del corso d'acqua solo in occasione delle piene dovute a forti precipitazioni nel bacino montano.

Il **fiume Natisone** ha un regime idrico nettamente più regolare del suo ricettore per la maggior superficie coperta dal bacino imbrifero montano e per la presenza di numerose sorgenti che alimentano con continuità il tratto prealpino. In pianura, a Cividale, la portata di magra normale è sempre prossima a  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  e la media annua si attesta a  $9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tra Cividale e Manzano, il Natisone scorre incassato di diversi metri rispetto alla pianura ed attraversa i complessi collinari di Buttrio e di Corno di Rosazzo, in questo tratto il corso d'acqua mantiene un deflusso idrico perenne favorito dalla relativamente scarsa profondità a cui si rinviene il substrato flyschoidale impermeabile rispetto all'alveo del fiume. A valle di Manzano il deflusso idrico si disperde del tutto lungo i pochi km che lo dividono dalla confluenza nel Torre.

Il **fiume Judrio**, pur avendo una estensione totale del bacino pari quasi a quella del vicino Natisone, è caratterizzato da portate medie molto più modeste. Il bacino dello Judrio ha una quota media relativamente bassa (187 m.s.l.m.) e la sua parte collinare ricade in rocce prevalentemente flyschoidi (il Collio italiano e sloveno, detto Brdo), queste caratteristiche comportano una scarsa presenza di precipitazioni nevose ed uno scarso immagazzinamento delle acque di pioggia. Le portate

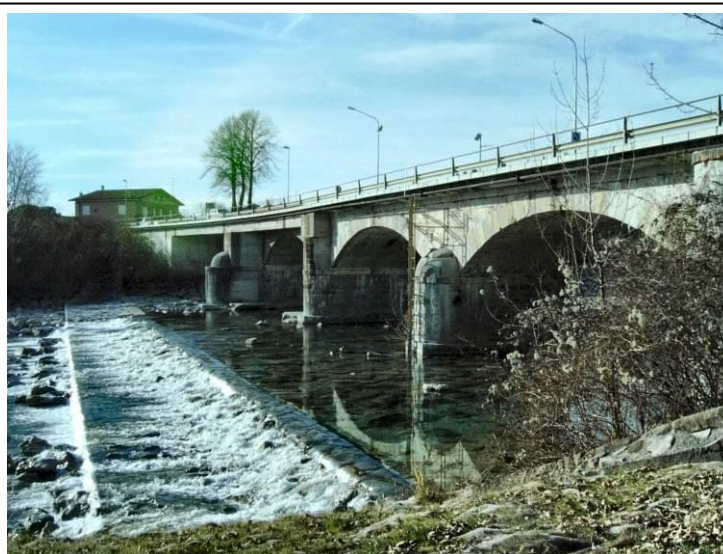


Figura 45 - Il fiume Natisone a Manzano

dello Judrio sono quindi molto scarse in magra, nell'ordine di 100-200 l/s all'uscita dal bacino collinare, con lunghi tratti d'alveo quasi asciutti. Allo sbocco in pianura le portate si riducono ulteriormente e nelle fasi di magra le acque si infiltrano totalmente nelle ghiaie del suo conoide.

### Il sistema idrografico delle Prealpi Giulie meridionali in sinistra Isonzo

Questo sistema idrografico raccoglie una serie di bacini di rilievo regionale con caratteristiche molto diverse tra loro, che ricadono nel territorio compreso tra il corso dell'Isonzo, il confine italo-sloveno ed il Mare Adriatico. Questi bacini, pur avendo estensione limitata, sono molto importanti per la delicatezza degli ambienti idrogeologici ma anche perché su di essi insistono i principali porti della Regione dei grossi centri urbani ed industriali di Trieste e Monfalcone. Il territorio tra il fiume Isonzo ed il Carso goriziano è la cosiddetta pianura alluvionale isontina, mentre la restante parte dei bacini a scolo superficiale ricade nel complesso arenaceo-marnoso del Flysch in provincia di Trieste. L'area del Carso goriziano e triestino, pur essendo caratterizzata da un deflusso superficiale nullo o estremamente limitato, è invece interessata da una ricca, complessa e solo parzialmente conosciuta circolazione idrica sotterranea.

Di seguito si riporta una breve carrellata sulle principali caratteristiche dei bacini minori in sinistra Isonzo:

- **Bacino idrografico del Golfo di Panzano** (superficie 68 km<sup>2</sup>). Si sviluppa nella piana alluvionale dell'Isonzo, a cavallo della Linea delle Risorgive. Nella parte alta è presente una vasta rete irrigua alimentata principalmente dal canale "de Dottori", mentre la parte bassa è stata assoggetta a bonifica idraulica; una parte limitata di quest'ultima è a scolo meccanico e recapita le acque drenate principalmente nel canale navigabile del Brancole. L'idrografia naturale è scarsa ed alimentata da risorgive. Nel bacino del Golfo di Panzano ricade Monfalcone, la città cantieristica navale: dal tratto terminale del Canale de Dottori parte il Canale navigabile Valentinis, sfociante in mare in un ampio bacino portuale nel quale vengono varate le navi.



- **Bacino idrografico del Timavo e sistema idrografico del carso triestino e goriziano.** L'area presenta aspetti idrogeologici molto particolari. L'idrografia superficiale è rappresentata:
  - dal Canale artificiale Locavaz, collegamento al mare della zona industriale di Lisert
  - dal corso d'acqua Moschenizza, che attinge le sue portate dalle opere di sistemazione idraulica realizzate nei laghi carsici (polje) di Pietrarossa e Sablici, collegati tra loro da un canale, e da una serie di risorgenze carsiche;
  - dal breve corso superficiale del Timavo alimentato dalle risorgenze carsiche, dette Bocche del Timavo, che sgorgano a S. Giovanni del Timavo (portata media  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Le risorgenze carsiche presenti nell'area del Timavo sono connesse tra loro e formano quello che è stato definito un "delta sotterraneo". Verso monte, le bocche del Timavo sono in continuità idraulica con il fiume Reka. Il Reka nasce in Croazia, alle pendici del M. Dletvo, ed inizia il suo percorso ipogeo nell'inghiottitoio di Skocjan (San Canziano) in Slovenia; le variazioni di portata di questo corso d'acqua si riflettono direttamente sul regime delle sorgenti di S. Giovanni. Oltre che dal deflusso sotterraneo della Reka, il bacino idrogeologico dell'intero sistema di risorgenze dell'area del Timavo viene alimentato anche dall'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso le discontinuità presenti nel carso italo - sloveno e da dispersioni che avvengono lungo gli alvei dell'Isonzo e del Vipacco. La rete idrografica sotterranea è estesa su una vasta area ed è molto complessa; inoltre gli spartiacque sotterranei del bacino sotteso dal sistema sorgentizio sono variabili in funzione dello stato di impinguamento della falda carsica e non ancora completamente definiti.
  - zona del Carso isontino e triestino (superficie  $173 \text{ km}^2$ ). L'assenza di un'idrografia superficiale organizzata a causa del carsismo che interessa le rocce carbonatiche affioranti, fa rientrare quest'area tra quelle a scolo nullo, anche se le acque meteoriche percolano in parte nel corso ipogeo del Timavo. Il principale corpo idrico superficiale è rappresentato dal lago carsico di Doberdò, nel Carso goriziano. Il lago è soggetto a vistose variazioni della sua estensione e durante i momenti di maggior impinguamento della falda carsica arriva a superare i 30 ettari.
- **Bacino idrografico costiero triestino** (superficie  $15 \text{ km}^2$ ). Ricade prevalentemente nelle rocce flyschoidi affioranti lungo la stretta fascia litorale compresa tra il ciglione carsico e il litorale. Si estende longitudinalmente tra Duino e la piccola dorsale su cui sorge il parco di Villa Giulia a Trieste. L'idrografia è rappresentata da una serie di corti rii che corrono all'interno di vallecole e che in ambito urbano sono parzialmente o totalmente canalizzati. I corsi d'acqua hanno carattere effimero e torrentizio, le portate sono influenzate dagli apporti di scarichi di acque meteoriche della zona urbanizzata che ad essi vengono recapitati.
- **Bacino idrografico del rio Settefontane** (superficie  $13 \text{ km}^2$ ). Si estende prevalentemente nelle rocce flyschoidi affioranti nel settore collinare centro-orientale della città di Trieste, tra Cattinara e la Stazione centrale. I principali elementi idrografici sono il torrente Settefontane ed il torrente Grande o Farneto. La loro rete

idrografica in ambito urbano è stata totalmente canalizzata, fatta esclusione nei tratti di monte ove scorrono in vallate non ancora molto urbanizzate o in parchi urbani. I corsi d'acqua hanno portate di magra naturali molto esigue, nell'ordine di pochi l/s, ancorché presenti per molti periodi dell'anno; le portate dei tratti vallivi sono invece fortemente influenzati dagli apporti degli scarichi di acque meteoriche della rete urbana che ad essi vengono recapitati.

- **Bacino idrografico Triestino urbano** (superficie 22 km<sup>2</sup>). Si estende prevalentemente nelle rocce flyschoidi affioranti nel settore collinare della città di Trieste che dalla sella di Longera gravita sull'area portuale del capoluogo e comprende buona parte del centro urbano. L'idrografia è rappresentata da una serie di corti rii a carattere effimero e torrentizio che corrono all'interno di vallecole e che in ambito urbano sono totalmente canalizzati. Va ricordato che quasi tutti i rii inclusi nei bacini idrografici costiero, Settefontane e triestino urbano fungono inoltre da collettori fognari di acque miste per la città di Trieste ed per i suoi rioni più periferici. Le portate di magra vengono interamente captate e tradotte, attraverso condutture interrato, ai depuratori di Barcola, Servola e Zaule. Solo in caso di precipitazioni abbondanti, i corsi d'acqua recapitano le intere portate defluenti direttamente a mare, per periodi molto brevi (da alcuni minuti a poche ore).
- **Bacino idrografico del torrente Rosandra** (superficie 45 km<sup>2</sup>, di cui 28 km<sup>2</sup> in territorio sloveno). Il torrente Rosandra (Glinščica in sloveno) nasce in Slovenia. Entrando in Italia riceve il contributo del torrente Grisa-Grižnic e poi approfondisce il suo alveo in una stretta forra carsica incisa in rocce prevalentemente carbonatiche. A Bagnoli della Rosandra il torrente esce dalla forra e riceve gli apporti della sorgente carsica dell'Antro di Bagnoli. Qui inizia il suo tratto inferiore, quasi totalmente canalizzato, che attraversa la Zona industriale di S. Dorligo della Valle e porta alla foce in mare, nel canale navigabile che serve la Zona industriale di Trieste. Il bacino idrografico non coincide con il bacino idrogeologico per effetto del



Figura 46 - Il torrente Rosandra a Francovec di S. Dorligo della Valle

carsismo che interessa le rocce in cui ricade gran parte del territorio. Nonostante la presenza di alcune risorgenze carsiche di buona portata, il regime delle portate del torrente nel suo tratto vallivo dipende fondamentalmente da quello delle precipitazioni. Le portate di magra ordinaria sono comprese normalmente tra i 30 ed i 90 l/s, ma può accadere, in periodi di lunga siccità, che il tratto terminale del Rosandra rimanga totalmente asciutto. Diversamente, in caso di piena, le portate possono raggiungere, in casi eccezionali, i 10 m<sup>3</sup>/s. All'uscita dalla forra il torrente ha

formato una piana alluvionale ove attualmente sorgono le zone industriali sopra citate e che contiene una falda freatica non molto continua e di limitata potenzialità. Questa falda, alimentata dalle acque disperse dal Rosandra, in passato veniva anche sfruttata.

- **Bacino idrografico del rio Osopo** (superficie 27 km<sup>2</sup>, di cui 20 km<sup>2</sup> in territorio sloveno). La rete idrografica del bacino è alimentata da alcune sorgenti carsiche che ricadono in territorio sloveno; nel tratto italiano il bacino idrografico si sviluppa su rocce flyschoidi. I suoi principali elementi idrografici sono il rio Osopo e Rabuiese. La valle in cui scorre il rio Osopo è chiamata Valle delle Noghere; in essa sono presenti alcuni laghetti artificiali con acque di falda ora sottoposti a tutela ambientale. Il rio ha portate perenni anche in magra, seppur molto limitate; mentre i suoi affluenti hanno invece carattere effimero e regime torrentizio.
- **Bacino idrografico di Muggia** (superficie 11 km<sup>2</sup>). L'idrografia è rappresentata da una serie di corti rii a carattere effimero e torrentizio che corrono all'interno di vallecole e sfociano direttamente nel Golfo di Muggia. Parte della rete idrografica attraversa l'ambito urbano di Muggia nel quale i corsi d'acqua sono stati nel tempo parzialmente o totalmente canalizzati. Le loro portate sono influenzate dagli apporti di acque meteoriche raccolte dalla rete urbana di scolo che ad essi vengono recapitati.

## Laguna di Grado e Marano

La laguna di Marano e di Grado è compresa fra l'apparato deltizio del fiume Tagliamento e quello del fiume Isonzo e caratterizza il profilo costiero Alto Adriatico della regione Friuli Venezia Giulia.



Figura 47 - Panoramica satellitare della Laguna di Marano e Grado

L'areale lagunare, stimato in 160 kmq, si sviluppa lungo una progressione arcuata parallela alla linea di costa per circa 32 km con una distanza media tra la linea di costa e le isole del cordone litorale è di circa 5 km.

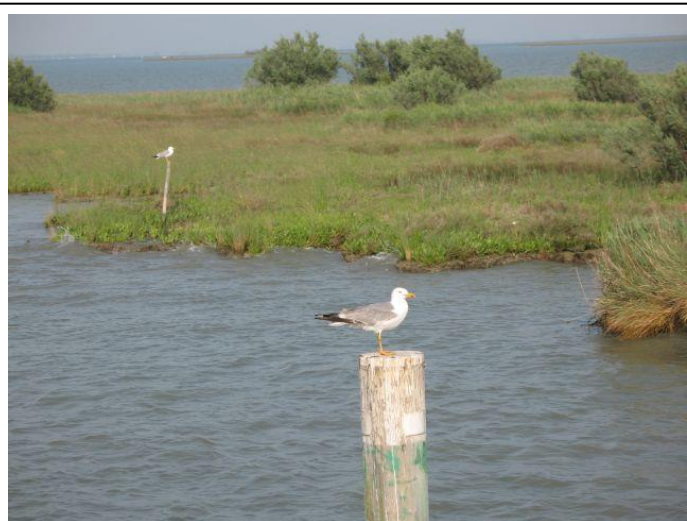


Figura 48 - Laguna di Marano

La Laguna di Marano (figg. 47 e 48), "più antica" rispetto a quella di Grado (fig. 49), si è formata nel postglaciale (circa 5.000 anni fa) a causa dell'azione congiunta della trasgressione marina e dell'avanzamento degli apparati deltizi dei fiumi Isonzo e Tagliamento. In particolare il protendersi a mare dei delta fluviali e il sistema dei lidi da essi stessi creato ha isolato specchi di mare, formando la laguna: ambiente dove il moto ondoso ha un debole effetto e diviene invece fondamentale il regime di marea.

La Laguna di Grado si è formata in epoca più recente, post-romana, ed ha subito profonde modificazioni in epoca storica per la progressiva migrazione del delta di un paleocorso Isonzo-



Natisone dalla zona di Morgo-Belvedere fino alla baia di Panzano, per essere ricondotto artificialmente alla foce di Sdobba nella prima metà del 1900 (Marocco 1991).

Il profilo morfologico attuale delle lagune è quello conseguente le ultime attività di bonifica risalenti al primo ventennio del '900.



Figura 49 - Laguna di Marano

L'assetto idrologico lagunare è sottoposto a continue pressioni antropiche che inducono un'evoluzione senza un preciso indirizzo strategico. Nell'ultimo trentennio sono state realizzate numerose opere tra le quali spiccano: le dighe foranee di Porto Buso e di Grado; la creazione del porto commerciale interno di Porto Nogaro, con il relativo approfondimento del canale di collegamento alla bocca di Porto Buso a  $-7,50$  m s.l.m.; la diga interna di Porto Lignano; la stabilizzazione

dell'Isola di S. Andrea; la realizzazione di numerosi porti turistici per circa 6000 ormeggi, con i relativi canali di collegamento al sistema navigabile interno costituito dalla "Litoranea Veneta". Accanto agli elementi di maggior carico antropico che hanno prodotto significative modifiche della circolazione delle acque lagunari, si registra dal 1998, il sostanziale blocco delle attività di dragaggio dei canali, con progressivo interrimento di una parte del reticolo navigabile e dell'imbonimento delle "secche" prospicienti le foci fluviali interne.

Recentemente è stato inoltre condotto un primo studio relativamente alle trasformazioni ambientali della Laguna di Marano e Grado, a seguito di una convenzione tra l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG) e il Dipartimento di Geoscienze dell'Università degli Studi di Trieste (DiGEO). Tale lavoro, orientato allo studio areale delle barene, il più importante indicatore geomorfologico, ha preso in considerazione tramite cartografia, foto aeree, ortofoto e rilievi in campo, il periodo dal 1954 al 2006. Complessivamente, esclusi i bacini di Morgo e Primero, il bilancio delle trasformazioni delle superfici a barena risulta negativo nel periodo più recente, con accentuati fenomeni erosivi. Tra questi la principale forzante sembra essere la subsidenza (in particolare quella locale derivante da una compattazione del sedimento argilloso e della torba), seguita dal transito dei natanti e dal moto ondoso naturale. I processi di accrescimento, laddove presenti, sono invece perlopiù attribuibili agli input fluviali, quasi



Figura 50 - Laguna di Grado

Recentemente è stato inoltre condotto un primo studio relativamente alle trasformazioni ambientali della Laguna di Marano e Grado, a seguito di una convenzione tra l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG) e il Dipartimento di Geoscienze dell'Università degli Studi di Trieste (DiGEO). Tale lavoro, orientato allo studio areale delle barene, il più importante indicatore geomorfologico, ha preso in considerazione tramite cartografia, foto aeree, ortofoto e rilievi in campo, il periodo dal 1954 al 2006. Complessivamente, esclusi i bacini di Morgo e Primero, il bilancio delle trasformazioni delle superfici a barena risulta negativo nel periodo più recente, con accentuati fenomeni erosivi. Tra questi la principale forzante sembra essere la subsidenza (in particolare quella locale derivante da una compattazione del sedimento argilloso e della torba), seguita dal transito dei natanti e dal moto ondoso naturale. I processi di accrescimento, laddove presenti, sono invece perlopiù attribuibili agli input fluviali, quasi



esclusivi del bacino di Marano, e ai processi di espansione legati ai dinamismi prettamente lagunari (bacini di Morgo e Primero).

### **Le principali caratteristiche morfologiche: dai sottobacini alle barene, dai ghebbi ai canali navigabili**

L'afflusso marino avviene tramite 6 bocche di porto lagunari (Lignano, S. Andrea, Buso, Morgo, La Fosa di Grado, Primero) con una portata massima complessiva stimata negli anni '50 dall'Istituto Idrografico del Magistrato delle Acque pari a 8750 m<sup>3</sup>/s al colmo di una marea sigiziale.

L'ingresso marino determina all'interno della laguna degli areali di influenza o sottobacini lagunari in comunicazione con il mare aperto tramite canali sfocianti nelle "bocche di porto" o "bocche di marea" di Marano, S. Andrea, Buso, Morgo, Grado e Primero. La sezione trasversale complessiva delle bocche di marea è di circa 10.000 mq. Alcune caratteristiche dei sottobacini sono riportate nella tabella 2.

<b>Bacino</b>	<b>Sez. liquida foce (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Larghezza foce (m)</b>	<b>Vel. media corrente (m/s)</b>	<b>Area (km<sup>2</sup>)</b>
Primero	696	159	0,35	13,68
Grado	1.970	200	0,49	33,14
Morgo	215	75	0,23	2,97
Buso	2.216	550	0,48	35,56
S. Andrea	1.232	358	0,35	21,50
Marano-Lignano	3.438	491	0,53	50,56

Tabella 3

I bacini sono solcati da un reticolo di canali di marea con andamento meandriforme che si ramificano procedendo verso le zone più interne dove assumono una struttura dendritica.

Questi canali (ghebbi) incidono estese aree subpianeggianti caratterizzate da battenti idraulici ridotti, ma comunque quasi sempre presenti (velme), e da superfici soggette ad essere sommerse solo durante le maggiori fasi di marea (barene). La sezione liquida dei canali si riduce procedendo verso la parte interna dei bacini, le profondità massime raggiunte sono dell'ordine dei 10 m. Con riferimento al livello medio del mare il volume del bacino lagunare è di 70 x 106 m<sup>3</sup> che aumenta a circa 200 x 106 m<sup>3</sup> assumendo un innalzamento di 1 metro.

All'interno della laguna vi sono canali navigabili che collegano le bocche di porto a località e porti perilagunari o alle foci di corsi d'acqua sfocianti nella laguna stessa. I porti principali sono quello di Marano Lagunare e Grado (pesca e diportistica), di Lignano e di Aprilia Marittima (diportistica), di S. Giorgio di Nogaro e di Torviscosa (industriali). Inoltre, da molti secoli è presente la via navigabile canalizzata detta "Litoranea Veneta", che collega la foce dell'isonzo con Venezia attraverso la Laguna di Grado, e Marano, la Laguna di Caorle e quella di Venezia.

## Interazione con le acque marine

L'assetto idrologico interno è caratterizzato dalla dominanza dell'ingresso marino (le sue acque hanno una salinità elevata, con un valore medio del 33,7 ‰), tanto che il cuneo salino penetra i corsi d'acqua che sfociano in laguna per almeno altri 4-5 km dalla loro foce.

Le caratteristiche morfologiche del bacino lagunare determinano un ritardo di fase delle onde di marea nelle parti interne della laguna rispetto alla costa. Nelle stazioni mareografiche di Grado e Belvedere le semiampiezze registrate restano sostanzialmente invariate, mentre il ritardo di fase tra i colmi registrati nelle due stazioni è di circa 40 minuti. Sulla base del confronto tra dati recenti e dati stimati da vari Autori negli anni '50-'60 risulta che tale ritardo si sia mantenuto abbastanza costante nel tempo.

Durante le fasi sizigiali le maree astronomiche hanno una semiampiezza massima (sollevamento o abbassamento massimo rispetto al livello medio del mare) di 55 cm; nelle quadrature questo valore si riduce a 15-20 cm. Per effetto delle sesse e del vento il livello dell'acqua in laguna può sollevarsi anche di 1 m sopra a quello delle maree sigiziali (ed abbassarsi di quasi altrettanto) provocando l'effetto dell'"acqua alta".

Il volume d'acqua complessivo scambiato con il mare durante un ciclo di marea caratterizzato da un'onda di marea sinusoidale dell'ampiezza totale di 1 m è di circa  $130 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, quindi il tempo di ricambio dell'intero volume d'acqua della laguna è teoricamente pari a circa 1,5 volte il periodo di marea.

In realtà, nei canali in prossimità delle bocche di mare si raggiungono velocità elevate: calcolando un valore medio di escursione di marea di 35 cm, la portata media è di circa 2.600 m<sup>3</sup>/s, a cui corrisponde una velocità media di 0,26 m/s. La velocità media della corrente entrante per le bocche lagunari aumenta durante le sizigie a 0,41 m/s, mentre misure dirette delle correnti attraverso le bocche lagunari hanno registrato velocità locali fino a 1 m/s. Nelle parti più interne della laguna le correnti hanno velocità massima di pochi cm/s. Quindi il ricambio idrico nella zona centrale della laguna avviene prevalentemente per convezione, mentre nelle zone interne i tempi di ricambio delle acque sono decisamente superiori ed avvengono prevalentemente per processi di dispersione.

## Bacino scolante nella Laguna

I principali corsi d'acqua di risorgiva afferenti alla laguna di Marano e Grado sono citati e brevemente descritti nel paragrafo "F) I fiumi di risorgiva tra Tagliamento e Torre". A questi vanno aggiunti una serie di canali artificiali, tra cui i più importanti sono il Canale di Bevazzana (tratto della Litoranea Veneta) ed il Canale Anfora, che collegano alla laguna rispettivamente il Tagliamento ed il fiume Terzo, affluente del Natissa.

Se la stima dell'afflusso marino non è stata oggetto di verifiche successive agli anni '50, sulla stima delle portate dei fiumi afferenti al bacino lagunare sono stati effettuati diversi tentativi che non hanno portato tuttavia ad una modellazione idrometrica. Mediando le diverse valutazioni si può tuttavia indicare un ordine di grandezza relativo al contributo di acqua dolce proveniente dall'entroterra attraverso le diverse vie in condizioni di morbida e può essere ragionevolmente stimato in 100 mc/sec quale contributo dei seguenti bacini: Stella (50 mc/sec), Cormor (7-8 mc/sec), Zellina (1-2 mc/sec), Corno (5-6 mc/sec), Aussa (7-8 mc/sec) e Natissa (4-5 mc/sec). L'apporto di acque dolci di morbida provenienti dai fiumi Tagliamento ed Isonzo nell'ambiente lagunare, attraverso i rispettivi canali di "Bevazzana" e Isonzato, è limitato

solo alle fasi di marea decrescente. Il contributo delle acque dolci incide per il 70-80% sulla laguna di Marano, mentre la laguna di Grado ha caratteristiche significativamente più marine. L'apporto fluviale di piena è modesto, dal momento che il bacino tributario dei corsi d'acqua è quasi interamente confinato al territorio di risorgiva della Bassa Friulana. Nella circostanza di grandi eventi meteorologici, le portate del Fiume Stella e del Cormor raggiungono complessivamente i 200 mc/sec.

In termini di volumi totali, può essere considerato significativo anche l'apporto delle 22 idrovore che, in condizioni di media piovosità, recapitano annualmente un volume totale di 200 milioni di mc/anno, pari all'intero volume dell'acqua contenuta nel bacino lagunare al colmo di una marea di 1 metro.

### **Le perimetrazione dei siti: dal Sito Inquinato Nazionale a Rete Natura 2000**

La Laguna di Marano e Grado, in quanto interessata storicamente da introduzione di mercurio ed altre sostanze tossiche di origine estrattiva od industriale, presenta inoltre un'ampia area vincolata dal perimetro del SIN (Sito inquinato di Interesse Nazionale - Laguna di Marano e di Grado), individuato con D.M. 468/01 e perimetrato con D.M. 24 febbraio 2003. Il decreto definisce il sito come area da sottoporre ad interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza di emergenza, bonifica, ripristino ambientale e attività di monitoraggio.

Il SIN ricopre un'area di circa 13.500 ha, di cui circa 6.500 ha a mare. Per la parte a terra il sito interessa principalmente il territorio dei comuni di Torviscosa e S. Giorgio di Nogaro e in misura minore di Marano Lagunare, Carlino, Cervignano del Friuli, Terzo d'Aquileia e Aquileia. La parte a mare occupa circa la metà della laguna, interessando i Comuni di Marano Lagunare e Grado.

Dal punto di vista della biodiversità la Laguna di Marano e Grado costituisce un sistema ecologico di enorme importanza, sia per le specie e gli habitat in essa presenti, sia per la posizione nell'ambito dell'Alto Adriatico. Difatti, il sistema lagunare regionale rappresenta il più orientale fra i grandi sistemi lagunari e deltizi della costa (sistema del delta del Po, Laguna di Venezia, Laguna di Caorle) e al contempo costituisce una connessione con le estreme propaggini di ambienti psammofili ed alofili siti più ad Est (Val Cavanata, Foce dell'Isonzo, Cavana di Monfalcone, Lisert e aree Slovene nei pressi di Capodistria e di Portorose).

L'ambito interessato dalla Laguna di Marano e di Grado comprende alcuni siti destinati alla protezione della fauna selvatica migratoria e sottoposti alla Convenzione di Ramsar del 1971 (Valle Cavanata e Oasi Avifaunistica delle Foci del Fiume Stella).

Inoltre, a seguito dell'applicazione della Direttiva Habitat (Dir. 92/43/CEE, recepita in Italia dal D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357) riguardante la tutela della biodiversità, l'intero perimetro lagunare è stato individuato, nella ricognizione promossa dallo Stato denominata "Natura 2000", quale area da inserire tra i Siti di Interesse Comunitario e Zone di Protezione Speciale (SIC/ZPS – IT3320037).

### 3.3.2 Acque marino-costiere

#### Inquadramento geografico, geologico e geomorfologico

Il Mare Adriatico rappresenta l'articolazione del Mar Mediterraneo situata tra la penisola italiana e quella balcanica e si estende per circa 800 km con una larghezza massima variabile da 90 a 120 km e con una superficie complessiva di 138.600 km<sup>2</sup>. La profondità non supera i 300 metri nella parte settentrionale, laddove raggiunge i 1222 m più a sud, lungo la direttrice da Bari alle bocche di Cattaro (Repubblica di Montenegro). La salinità media a livello dell'intero bacino è di circa 38, ma si riscontrano notevoli differenze tra la parte settentrionale, meno salina, e quella meridionale. Per convenzione l'intero bacino è comunemente suddiviso in tre settori: meridionale, centrale e settentrionale. Il bacino settentrionale del quale fa parte l'areale marino costiero della Regione Friuli Venezia Giulia si sviluppa a nord della congiungente il Promontorio del Conero (regione Marche) con Capo Promontore, capo estremo dell'Istria (Croazia).

L'attuale morfologia del sistema Adriatico è la conseguenza della relazione intercorsa fra gli eventi tettonici e di sedimentazione intervenuti durante la sua formazione. Circa il 75 % delle coste sono alte e caratterizzate principalmente dalla presenza di affioramenti calcarei mesozoici (coste istro-dalmate e dell'Albania ed Est e coste pugliesi a Ovest) e subordinatamente da facies prevalentemente sabbiose, legate alle alluvioni oloceniche, soprattutto presenti nel tratto costiero tra Rimini e il Gargano (Brambati, 1990). L'origine del Mare Adriatico può essere fatta risalire al Cretacico superiore. Il bacino è di tipo epicontinentale con la parte occidentale rappresentata dall'avanfossa della catena appenninica, mentre nel lato orientale è presente l'avanfossa della catena dinarica (Argnani et

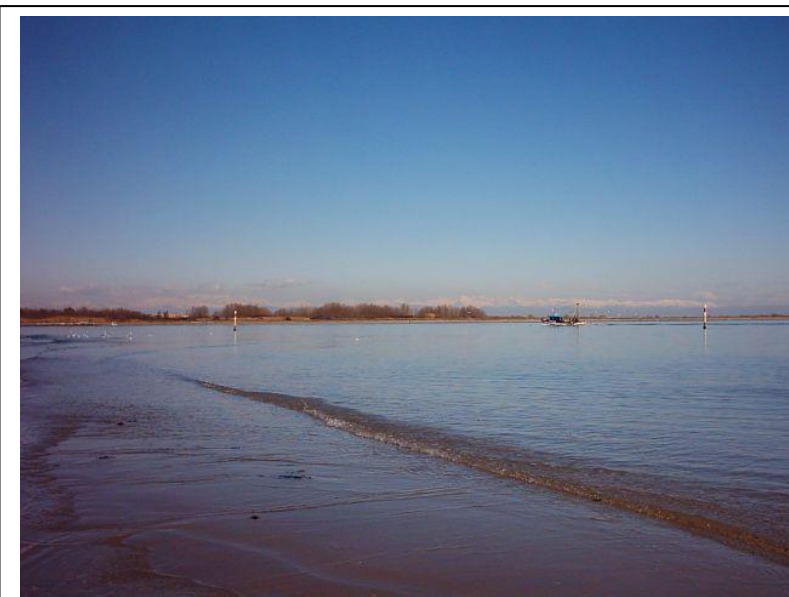


Figura 51 - Golfo di Trieste, costa bassa

al., 1993). In prima approssimazione, quindi, il Mare Adriatico, insieme alla pianura padano-veneta, può essere considerato un'area appartenente ad un singolo bacino riempito da un notevole spessore di sedimenti clastici, principalmente plio-quadernari, derivanti dallo smantellamento in fase di formazione delle catene dinarica ed appenninica (Brambati, 1990).

Il litorale del Friuli Venezia Giulia si estende nella porzione nord-orientale del territorio compreso tra la foce del fiume Tagliamento e Punta Sottile (confine con la Slovenia) per circa 100 km. In particolare il Golfo di Trieste, compreso geograficamente tra l'isola di Grado e punta Salvore (Savudrija rtič) in Istria –Croazia, è contornato dalla parte più orientale delle coste del Friuli Venezia Giulia. La fascia costiera presenta un andamento arcuato, interrotto da Ovest verso Est dalle protrusioni verso mare del delta del Fiume Tagliamento, dell'Isola di Grado e del delta digitato del Fiume Isonzo, collegati

fra loro rispettivamente dai cordoni litorali della Laguna di Marano e Grado e dai terreni, risultato delle opere di bonifica, che circondano la foce del Fiume Isonzo. La costa regionale si differenzia sia dal punto di vista geologico, sia geomorfologico. In generale si distinguono due tratti fondamentali. Il primo è compreso tra la foce del Fiume Tagliamento e quella del Fiume Timavo ed è caratterizzato da una costa bassa e sabbiosa; il secondo parte dalla foce del Timavo a Punta Sottile e presenta una costa alta e rocciosa. I delta del Fiume Tagliamento e del Fiume Isonzo costituiscono i margini occidentali e orientali della Laguna di Marano e Grado, che si estende parallelamente alla costa per una lunghezza di circa 32 km e con una

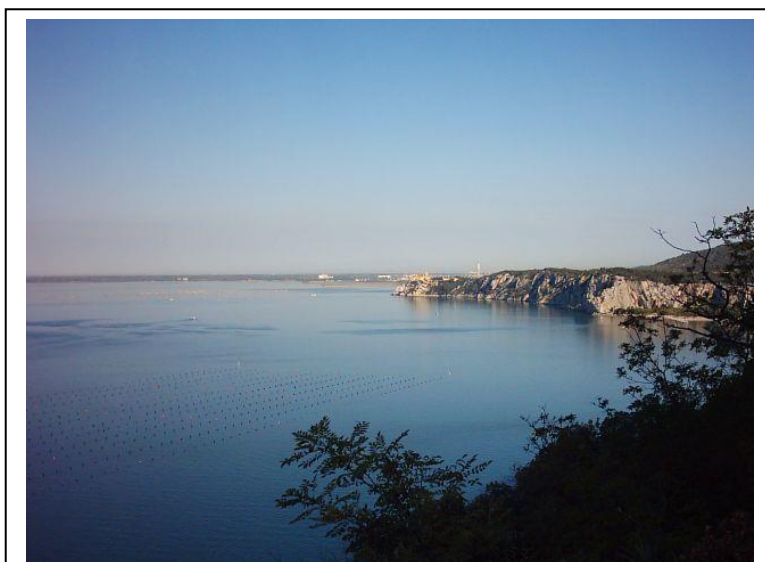


Figura 52 - Golfo di Trieste, costa alta

larghezza di 5 km. La laguna comunica con il mare aperto attraverso sei bocche lagunari, che da Ovest verso Est, sono: Lignano, S. Andrea, Porto Buso, Morgo, Grado e Primero. Nella parte più occidentale la laguna è difesa dalle isole di Martignano e S. Andrea e verso il mare più a oriente da banchi sabbiosi di neoformazione, che delimitano uno specchio d'acqua paralagunare tra le dighe di Porto Buso e Grado. Più a oriente la costa bassa (fig. 50) è di origine alluvionale ed è costituita dalle aree del

delta dell'Isonzo. Il Villaggio del Pescatore, situato a Est della foce del Fiume Timavo, rappresenta il punto di passaggio dalla costa bassa a quella rocciosa. Continuando verso Est si individuano una prima zona in cui i calcari mesozoici del Carso Triestino giungono direttamente al mare a costituire una falesia spesso priva di spiagge ed accompagnata da lembi di Flysch affioranti alla base della stessa (fig. 51), una seconda zona costituita dall'area della città di Trieste, caratterizzata dalla presenza del Flysch, ma così antropizzata da aver perso qualsiasi grado di naturalità ed una zona più orientale, verso Punta Sottile, in cui il Flysch risulta talora affiorante per quanto alterato dall'intervento antropico (Brambati e Catani, 1988)

Dalle notevoli modificazioni morfologiche verificatesi durante il Quaternario nell'Adriatico settentrionale derivano motivi morfologici distinti caratterizzanti la struttura del fondo nelle varie zone. Il fondo digrada rapidamente lungo le coste rocciose dell'Istria e da Trieste a Duino, mentre lungo le coste depresse della pianura friulana il fondo decresce inizialmente con piccole pendenze che solo verso il largo diventano dei ripidi declivi o una serie di gradonamenti che raggiungono la profondità di 12 m, oltre la quale in generale la morfologia cambia notevolmente. La fascia costiera è caratterizzata da un fondo liscio che degrada in modo regolare dalla costa al largo, costituito da sedimenti più grossolani (sabbie o sabbie limose), che si sono sovrapposti recentemente sui depositi più antichi che compaiono oltre i 12,5 m di profondità e sui quali è probabilmente ancora impressa la traccia di azioni derivate durante l'emersione di questa zona del fondo (Rossi et al, 1968).



Oltre il limite di 12,5 m partendo da Ovest verso Est e Sud si possono distinguere sei zone morfologicamente differenti: il bordo sud occidentale davanti a Pirano e Punta Salvore, con

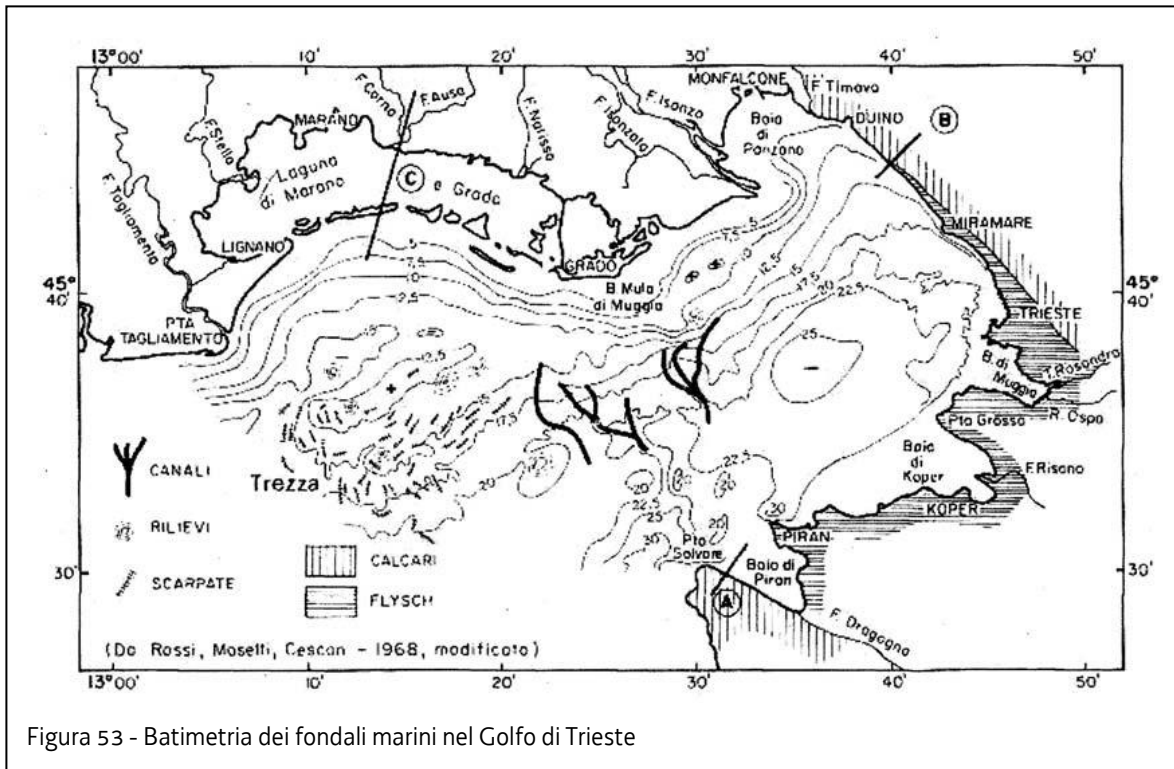


Figura 53 - Batimetria dei fondali marini nel Golfo di Trieste

bruschi ampi sollevamenti e forti incisioni; la zona sud orientale più depressa, a fondo molto regolare e liscio, con batimetrie che non superano i 25 m (fig 52); la zona di fondo debolmente irregolare davanti a Miramare; la zona degradante a scarpata irregolare davanti a Primero; la zona di fondo debolmente irregolare antistante Grado; l'area della "Trezza", a fondale irregolarissimo, al largo della laguna di Marano.

### Uso del territorio

Il litorale è in gran parte urbanizzato e corredato da opere marittime. Nella parte occidentale delle coste regionali ampi tratti sono stati dedicati allo sviluppo turistico balneare, che spesso ha portato ad una modificazione radicale delle caratteristiche geomorfologiche. Si citano come esempio le opere di difesa sorte negli ultimi settanta anni, sia per limitare il potere erosivo dei litorali sia per garantire la praticabilità dei porti-canale. Tuttavia sono ancora presenti zone con un elevato grado di naturalità e peculiari caratteristiche ambientali che sono state classificate, in conformità a normative nazionali ed europee, Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS) soggette a particolare tutela ambientale (Laguna di Grado e Marano, Pineta di Lignano, Valle Cavanata, Banco Mula di Muggia).

In merito alle zone di tutela biologica e alle aree interdette all'attività di pesca, la Riserva Marina di Miramare è stata istituita nel 1986 con decreto del Ministero dell'Ambiente e affidata alla gestione dell'Associazione Italiana per il WWF (D.M. 12 novembre 1986). La Riserva dello Stato copre una superficie di 30 ettari ed è circondata da un tratto di mare di 90 ettari regolamentato da un'Ordinanza della Capitaneria di Porto (n. 28/98). L'area protetta è situata ai piedi del promontorio di Miramare, propaggine litoranea compresa tra il porticciolo turistico di Grignano e la riviera di Barcola. L'ambiente in cui è localizzata è un tratto marino-costiero di roccia calcarea che degrada su fondali marini di massi, ciottoli, sabbie e formazioni

fangose man a mano che si procede verso il largo. I fondali raggiungono la profondità massima di 18 metri.

La Riserva persegue una politica di sensibilizzazione e divulgazione volta a far conoscere il mare in tutti i suoi aspetti. Ha svolto fin da subito il ruolo di "area-esempio" nell'ambito marino-costiero del Golfo di Trieste mediante la ricerca scientifica, tramite progetti di educazione ambientale con le scuole del territorio, con la diffusione di informazioni per mezzo dei mass-media locali e nazionali, e con esempi concreti di gestione dello sfruttamento turistico del territorio, o nella regolamentazione della pesca. Nei 30 ettari, pari a 1,8 km di linea di costa per una fascia di 200 m, vige un regime di tutela integrale. In tale area fa eccezione un corridoio di circa 1 ettaro, in corrispondenza con la scogliera del Castello di Miramare, in cui vengono concentrate le visite subacquee guidate con autorespiratore. La zona a protezione integrale è circondata da una zona a protezione parziale, detta "Buffer" (istituita con Ordinanza della Capitaneria di Porto di Trieste). Questa seconda area, di 90 ettari d'estensione, costituisce un'ulteriore cintura protetta di 400 metri di ampiezza, in cui vige il divieto di pesca professionale (Adriblu, 2006).

L'attività di pesca in mare nel Friuli Venezia Giulia è disciplinata dai Compartimenti Marittimi di Trieste e Monfalcone. La maggiore concentrazione di imbarcazioni adibite a pesca e maricoltura è presente a Trieste, Monfalcone, Grado e Marano Lagunare. In queste ultime due marinerie vi è un attivo esercizio di pesca e l'acquacoltura lagunare.

Il settore ittico del Friuli Venezia Giulia occupa circa 900 addetti che svolgono l'attività di pesca e maricoltura in mare e laguna con 459 imbarcazioni. La stima del quantitativo di pescato varia, a seconda degli anni, tra 6.000 e 8.000 tonnellate, per un valore tra i 28 e 35 milioni di euro. Da tenere presente che non vi è sempre un andamento parallelo tra quantità e ricavi per il forte variare dei prezzi unitari.

La flotta del Friuli Venezia Giulia è una delle più vecchie della marineria italiana da pesca: circa il 60% dei natanti ha più di vent'anni. Le unità di pesca, di stazza e potenza limitate, effettuano pesche giornaliere prevalentemente nelle acque antistanti le coste regionali, spingendosi talvolta nelle acque venete al largo di Caorle o nelle acque internazionali al largo della costa settentrionale dell'Istria Croata. L'articolazione dell'attività di pesca nei due compartimenti è sensibilmente differente e tale diversità va riferita soprattutto alle caratteristiche delle zone di pesca e alla distribuzione delle risorse più prontamente accessibili. Nella parte più interna del Golfo di Trieste, dove tra la primavera e l'autunno si assiste a massime concentrazioni di pesce azzurro, operano una ventina di imbarcazioni con lampara e rete da circuizione, anche denominate saccaleve o ciancioli; le altre risorse sono appannaggio di un buon numero di unità armate con attrezzi da posta (reti tramaglio e monomaglia, nasse) e qualche unità strascicante; mancano del tutto le draghe idrauliche per molluschi bivalvi, vista l'assenza di fondali adatti al loro impiego. Le draghe idrauliche costituiscono invece un settore relativamente nutrito nel Compartimento Marittimo di Monfalcone, cui si affiancano le imbarcazioni con attrezzi strascicanti (rete a strascico con divergenti e rapidi) e una miriade di imbarcazioni armate con attrezzi da posta sia per la pesca in mare che per quella in laguna. Ci sono inoltre due coppie di imbarcazioni che alternano il traino pelagico con lo strascico di fondo. La molluschicoltura va riferita principalmente all'allevamento dei mitili nei parchi colturali situati nell'area costiera del Compartimento Marittimo di Trieste. Attualmente gli addetti alla produzione di mitili sono circa 50 per una produzione annuale di circa 4.000 tonnellate. La molluschicoltura in laguna è focalizzata sulla produzione della vongola verace filippina, che viene effettuata su circa 100 ha di concessione con una produzione di circa 400-

500 t/anno su un ciclo paratriennale. Attualmente la superficie delle aree lagunari concesse a tale attività ammontano a circa 600 ha, in gran parte di queste aree l'attività è in fase iniziale. La piscicoltura marina è rappresentata da un'unica impresa di Monfalcone. Essa si occupa della riproduzione di branzini e orate, producendo circa 6 milioni di avannotti/anno. Una parte di avannotti viene preingrassata ed ingrassata in una sessantina di gabbie dislocate nel Canale Est-Ovest, che drena le acque di raffreddamento della centrale Enel di Monfalcone. Le gabbie a mare hanno una potenzialità di 6-7 t/anno di pesce pregiato (Adriblu, 2006).

### Idrologia e climatologia

Diversi fattori climatici e idrologici influenzano il bacino. Tra i più importanti si evidenziano: la forte escursione termica tra inverno ed estate, gli apporti di acque dolci provenienti dai fiumi della pianura friulana e del Carso, l'influenza della corrente marina proveniente da Sud che lambisce la costa Istro-Dalmata e penetra nel bacino nell'area della soglia di punta Salvore (Savudrija rtič), l'effetto della marea che può provocare, in periodi di tempo stabile, un movimento verso il largo e verso la costa della stessa massa d'acqua per il percorso di un chilometro e l'azione dei venti. Tra quest'ultimi quello di Bora produce un mescolamento della colonna d'acqua e una corrente marina uscente dal golfo di Trieste, mentre venti da Sud-Est innescano correnti marine in senso contrario.

I principali corsi d'acqua che si riversano nel bacino sono i fiumi Tagliamento e Isonzo, caratterizzati dai cospicui apporti, liquidi e solidi. Questi ultimi stimati pari a  $4 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno hanno un ruolo determinante nell'assetto geomorfologico delle coste e delle lagune e nella distribuzione tessiturale dei sedimenti all'interno del bacino marino (fig. 53), e influenzano le caratteristiche termoaline e di torbidità delle acque marine. In particolare, l'Isonzo è caratterizzato da un regime di tipo alpino con due massimi di portata (giugno e novembre). La portata media annuale è di 150-200 m<sup>3</sup>/s, mentre i valori massimi sono di circa 1500 m<sup>3</sup>/s e producono, per un periodo approssimativo di due giorni, una notevole distribuzione negli strati superficiali di acque a bassissima salinità soprattutto nell'area settentrionale e centrale del golfo.



La circolazione baroclinica generale dell'Alto Adriatico dominata da una corrente occidentale diretta verso sud che si osserva di fronte alla foce del Po e da una generale rotazione antioraria all'interno del bacino, evidente soprattutto tra l'estate e l'autunno, risente di notevoli variazioni stagionali. Nel Golfo di Trieste, la circolazione idrica profonda segue una circolazione antioraria con velocità media di 1-2 cm/s, mentre quella superficiale (i 5 m superiori della colonna d'acqua) avviene prevalentemente secondo una rotazione oraria con velocità di 1-7 cm/s e subisce una inversione di rotazione in presenza di venti provenienti dal quadrante nord-orientale (bora) e delle brezze di mare.

La marea astronomica è di tipo semidiurno: a Trieste, durante le fasi sizigiali, raggiunge un'ampiezza massima di circa 80 cm rispetto al livello medio del mare. Il livello marino nell'Alto Adriatico dipende della marea astronomica, da quella meteorologica (che dipende dal vento e dalle differenze della pressione atmosferica sul bacino adriatico, la cosiddetta "sessa") e da fattori geometrici legati alla morfologia del bacino. In casi particolari di ampie escursioni di marea astronomica concomitanti a onde di sessa e venti di scirocco, nel Nord Adriatico si possono determinare notevoli innalzamenti del livello del mare sotto costa (fenomeno delle "acque alte"), come avvenne durante l'eccezionale evento del 1969 che a Trieste fece registrare un'escursione di marea di 360 cm.

La bora provoca un'intensa circolazione in senso antiorario dalla superficie al fondo: l'acqua, spinta fuori dal golfo dalla parte di Grado, è rimpiazzata da acqua adriatica che entra dalla parte di Punta Salvore. Nel Golfo di Trieste la bora rappresenta quindi il meccanismo più efficiente per il ricambio dell'acqua, che si completa in circa due giorni (Stravisi, 2001).

### **Sedimentologia e geochimica**

Le caratteristiche dei fondali dell'Alto Adriatico e della sua parte più orientale rappresentata dal Golfo di Trieste, devono essere messe in relazione a fenomeni occorsi durante il periodo post wurmiano e agli apporti dei principali fiumi nord adriatici. L'attuale tasso di sedimentazione è influenzato in modo decisivo dagli apporti fluviali e al regime delle correnti marine. Il maggior contributo del materiale terrigeno sedimentabile è dovuto al fiume Po, laddove i contributi di altri corsi d'acqua sono significativamente minori. Tali contributi sono dispersi prevalentemente verso SW per i fiumi friulani e veneti, mentre quelli dell'Adige e del Po si distribuiscono prevalentemente verso S; ne consegue che nell'area nord adriatica i tipi sedimentari si distribuiscono grossomodo parallelamente alla costa salvo che nella zona centrale dove particolari condizioni permettono alternanze di deposizioni sabbiose e di materiali fini che un ramo di acqua padana distribuisce verso NE. Dalla costa verso il largo i fondali sono caratterizzati dalla seguente successione: una fascia di sabbie costiere, una breve zona di transizione, una fascia di sedimenti pelitici, un'altra zona di transizione più ampia della precedente, una di sabbie continentali-litorali rimaneggiate dalle correnti e dal moto ondoso ed infine una zona centrale con sedimenti pelitici molto sabbiosi. La fascia a sabbia del largo si sviluppa da Punta Sdobba a Chioggia tra i 10 ed i 25 m di profondità. All'interno sono presenti tratti a diversa ampiezza di intrecci di rizomi di antiche praterie di Posidonia, oggi completamente degradate, e piccole aree di fondo duro derivate dalla cementazione e dal concrezionamento locale di materiali incoerenti ad opera di cementi inorganici o per attività organiche (Brambati et al., 1983).

Da circa otto miglia a Sud della bocca lagunare di Lignano fino a circa sei miglia a Sud della bocca di Morgo, con direzione ENE-WSW, per un'ampiezza massima di circa un miglio si sviluppa un alto morfologico, culminante a circa 12 m di profondità, chiamato "Trezza Grande". Una formazione analoga si estende da circa 1,6 miglia a Sud di Punta Barbacale (limite



occidentale dell'abitato di Grado) fino a circa 2.500 m a Sud del termine della condotta di Primero, con direzione E-W e culminante a circa 11 m, chiamata "Trezza Piccola" (Gordini et al., 2003).

Il fondo di ambo le trezze è costituito da sabbie medio-fini stabilizzate per larghi tratti dai rizomi di un'antica prateria di *Posidonia oceanica* che negli anni 1960 presentava ancora qualche "matte" vitale, ma che attualmente è del tutto degradata. Oltre che sulla Trezza Grande, i rizomi fossili si trovano anche per circa quattro miglia a Sud di essa, fino a circa 20 m di profondità e a Nord della Trezza Piccola, ma in una formazione separata da essa, a 8-9 m di profondità. Attorno alla Trezza Grande, sopra ed attorno alla piccola e all'interno della vecchia prateria si trovano poi numerosissimi affioramenti rocciosi originati probabilmente per cementazione chimica in corrispondenza ad evoluzioni metanifere, ma anche per concrezionamento biologico (coralligeno di piattaforma), dovuto soprattutto ad alghe calcaree e ad animali secretori di scheletri calcarei, come anthozoi, briozoi, policheti, molluschi, ...

Sta di fatto che i pescatori, soprattutto all'epoca delle reti in filato naturale, hanno sempre temuto la zona delle Trezze in quanto su di essa, a fronte di possibili pescate di pesce pregiato, erano frequentissime le afferrature e costose lacerazioni o perdite delle reti. E' soprattutto questo aspetto che viene messo in evidenza nel gergo peschereccio veneto che individua formazioni analoghe, presenti lungo la costa veneta, fino al lago di Chioggia, con il nome di Tegnue.

Dal punto di vista della bionomia bentonica i fondali delle "Trezze" e delle "Tegnue" non sono che espressioni dell'evoluzione climatica circalitorale dalla biocenosi del Detritico Costiero (DC) alla biocenosi del Coralligeno (C) e viceversa, che caratterizza il Mediterraneo.

Nell'Alto Adriatico, dove le escursioni di temperatura e salinità sono molto elevate e la sedimentazione è abbondante, la fase climax rappresentata dal Coralligeno viene raggiunta lentamente e in modo non compiuto. E' inoltre molto attiva l'evoluzione inversa, legata all'azione disgregatrice di organismi perforatori del calcare come spugne e molluschi (*Lithophaga lithophaga*, *Venerupis irus*, *Saxicava arctica*, *Petricola lithophaga*, *Gastrochaena dubia*, ...), filtratori favoriti dall'abbondanza di plancton. In tutta la zona delle trezze e dei rizomi di *Posidonia* sono abbondantissimi i tartufi di mare, *Venus verrucosa*. Fin quando è stata permessa, la pesca di questa specie con le draghe idrauliche è stata probabilmente una delle maggiori cause di degrado di questi ambienti. Si è visto pure che i fondali sfruttati dalle turbosoffianti per tartufi divengono zone di produzione di fasolari. Viste queste sinergie, è possibile che la pesca con attrezzi idraulici e anche certa pesca sportiva che si avvale attualmente di raffinati sistemi di posizionamento possono via via degradare sempre più questi ambienti che rappresentano vere e proprie barriere naturali di caratteristiche ed estensioni tali da rendere marginale per le coste venete e per quelle del Friuli Venezia Giulia l'importanza di barriere artificiali volte all'aumento della diversità e alla concentrazione di specie di interesse alieutico. In effetti, un'oculata delimitazione e gestione delle Tegnue e delle Trezze rappresenta sicuramente uno dei più validi strumenti di gestione e di incremento delle risorse dell'Alto Adriatico (Adriblu, 2006).

In linea generale la distribuzione dei sedimenti nel Golfo di Trieste riflette, come per l'intero nord Adriatico, sia i processi sedimentari attuali dell'area, sia gli effetti erosivi e di rimaneggiamento avvenuti durante le fasi della trasgressione post-wurmiana. I processi sedimentari legati alla dinamica attuale si attuano principalmente lungo la fascia costiera e risultano fortemente condizionati dagli apporti terrigeni dei principali fiumi che sfociano nel Golfo. Dal punto di vista tessiturale, la parte settentrionale del Golfo è caratterizzata da

sedimenti più fini verso il largo, determinando così un andamento simmetrico della loro distribuzione areale rispetto alla foce del fiume Isonzo, verso NE e verso SO. Nelle immediate vicinanze della falesia della costiera triestina i sedimenti hanno una granulometria elevata, talvolta superiore al limite delle ghiaie, con scarso arrotondamento dei granuli a causa della moderata energia di fondo, generata dal moto ondoso e della predisposizione strutturale di alcuni litotipi. Gli apporti sedimentari sono essenzialmente controllati dagli input fluviali e condizionati nella loro distribuzione areale dalla morfologia del fondale (Brambati et al., 1973). Gli apporti fluviali sono continui durante tutto il periodo dell'anno, tuttavia si registrano eventi piuttosto intensi durante la primavera e l'autunno in concomitanza con le piene del Fiume Isonzo. È particolarmente evidente il trasporto di sedimenti in sospensione in occasione delle piene, il quale provoca un intorbidamento delle acque marine in tutta la parte settentrionale del Golfo. La zona più settentrionale del Golfo è influenzata, anche se in misura molto minore, dagli apporti del Fiume Timavo, il quale, per le sue caratteristiche di corso d'acqua carsico trasporta alla foce sedimenti quasi esclusivamente fini la cui dispersione avviene in una zona ristretta tra Monfalcone e Duino. La velocità di sedimentazione, ottenuta da misure di datazione con  $^{210}\text{Pb}$ , indica valori prossimi ai 5 mm a-1 nella zona interna delle piccole baie del Golfo orientale, al 1 mm a-1 nella zona centrale e ai 2.5 mm a-1 vicino al Fiume Isonzo. Dal punto di vista mineralogico il contenuto in carbonati totali è piuttosto variabile (<30%->80%) e caratterizzato da un netto gradiente costa-largo. I valori più elevati sono stati registrati nella zona antistante alla Laguna di Grado. In termini di abbondanza il quarzo rappresenta il secondo minerale in tutte le frazioni del sedimento con valori compresi tra il 16 e il 35% (zone interne alle baie di Capodistria e Pirano, Slovenia) e tra l'8 e il 15% al centro del Golfo. I minerali argillosi comprendono illite, clorite e una miscela di illite/montmorillonite ed ammontano a circa il 30-50% nella zona costiera orientale diminuendo al 10-20% a centro Golfo (Ogorelec et al., 1991).

### 3.4 Caratteristiche idrogeologiche

La Regione Friuli Venezia Giulia si sviluppa su un territorio fisiograficamente eterogeneo, caratteristica che identifica anche le diverse province idrogeologiche.

Spostandosi da nord a sud, si riconoscono le grandi strutture alpine (alpi e prealpi, carniche e giulie), costituite da rocce principalmente di origine sedimentaria con diverse tipologie geologiche ed idrogeologiche ove si sviluppa un vasto sistema di sorgenti montane.

Scendendo verso sud, nell'area centrale della Regione si incontra il Campo di Gemona-Osoppo, una vasta piana con granulometria piuttosto grossolana e permeabile nella parte più settentrionale, che diventa via via molto fine avvicinandosi all'anfiteatro morenico, ultimo testimone delle passate glaciazioni, caratterizzato in maggior parte dalla presenza di materiali con abbondante matrice limoso-argillosa, poco o per nulla permeabili.

Proseguendo si sviluppa l'ampia pianura alluvionale che abbraccia praticamente tutta la regione da ovest ad est, suddivisa in alta e bassa pianura.

L'*alta pianura* è costituita da sedimenti a granulometria piuttosto grossolana, con buona permeabilità che permettono la rapida infiltrazione delle acque meteoriche e delle perdite di fluviali di subalveo che vanno ad alimentare la falda freatica.

Via via che la granulometria diminuisce, si assiste alla venuta a giorno di parte delle acque della falda freatica nella zona della fascia delle risorgive.

A sud di tale fascia ovvero nell'area di *bassa pianura*, si ritrovano in profondità confinate da orizzonti impermeabili lenti di materiali più permeabili che costituiscono un complesso sistema multifalda artesiano sviluppato sino al substrato prequaternario.

In bassa pianura si segnala inoltre in diverse zone la presenza di un falda freatica locale, limitata sia come estensione che come potenza, associata a livelli permeabili superficiali.

#### 3.4.1 Gli acquiferi montani: sistema imbrifero e sistema carsico

Tutto l'arco alpino e prealpino regionale presenta un ampio sviluppo di sorgenti montane, testimoni della venuta a giorno delle acque di diversi complessi idrogeologici.

Le sorgenti, suddivisibili in perenni e temporanee, sono molto numerose, oltre 2000 sorgenti da bibliografia. Di queste circa 350 sono ufficialmente captate per uso domestico (acqua potabile per acquedotto), 118 sono risorgenze carsiche (dal catasto regionale delle cavità), meno di 20 sono conosciute e studiate per le loro qualità minerali (Cucchi F. e Piano C., 2000).

In particolare sono vigenti in regione undici Concessioni e due Permessi di ricerca per lo sfruttamento delle acque minerali e/o termali ed una Concessione per acque di sorgente. Delle suddette Concessioni soltanto quattro sono nella fase di imbottigliamento e vendita mentre le altre, pur avendo il decreto di concessione vigente ed il riconoscimento ministeriale della risorsa, si trovano ancora nella fase di impostazione della produzione. Si tratta prevalentemente di acque calcareo-carsiche ricche di calcio e magnesio (con durezza media o medio alta), di acque con scarsa mineralizzazione (acque calcaree che sono state demineralizzate per scambio ionico da parte delle argille, presenti in numerose formazioni), oppure di acque di diretta provenienza meteorica che percolando in formazioni argillose o scistose cedono difficilmente ioni.

Le sorgenti predominanti sono quelle alimentate da acquiferi sviluppati in depositi quaternari più o meno permeabili (detrito di falda e depositi morenici) e da calcari carsificati; ma anche quelle sviluppate lungo i contatti tra rocce impermeabili (o poco permeabili) e rocce fortemente suddivise. L'estrema varietà delle litologie nelle successioni stratigrafiche fa sì che unità idrogeologiche "minori", siano spesso contenute nei più estesi complessi idrogeologici. L'intensa tettonizzazione determina, inoltre, numerose occasioni di drenaggio preferenziale lungo fasce subverticali e verso le quote più basse

Essendo direttamente influenzati dalle caratteristiche litologiche e strutturali del territorio montano regionale, i complessi idrogeologici sono composti per lo più da unità idrogeologiche allineate est-ovest, suddivise da sistemi di faglie e sovrascorrimenti, con trend parallelo, talora dislocate da un sistema di faglie trasversali (con direzioni nordovest-sudest, nord-sud, nordest-sudovest).

Dal punto di vista litologico le unità idrogeologiche consistono di acquiferi con porosità dovuta principalmente a fenomeni di fratturazione e secondariamente carsismo, di età principalmente permio-carbonifera nelle Alpi Carniche, triassica nelle Alpi e Prealpi di Tolmezzo e nelle Alpi Giulie, giurassico-cretacea nelle Prealpi carniche del pordenonese e nelle Prealpi Giulie, ed eocenica nella pedemontana pordenonese e nel Collio, imputata alla presenza di megabanchi di conglomerati carbonatici nel Flysch.

In queste aree si sviluppano principalmente sorgenti a carattere perenne, con le rocce meno permeabili che si comportano quindi da "serbatoio poroso", caratterizzate quindi da portate più costanti senza oscillazioni repentine.

I principali complessi carbonatici influenzati da fenomeni carsici sono invece complessi idrogeologici separati (il Carso classico Goriziano e triestino, il carsismo del Consiglio-Cavallo, il carsismo del Monte Canin). In queste aree le sorgenti hanno spesso carattere temporaneo, laddove l'acquifero carsico si sviluppa secondo un sistema di fessure e condotte, con la possibilità di rapidi "riempimenti" ed altrettanto rapidi svuotamenti.

Tutto il sistema delle sorgenti montane, assieme al ruscellamento superficiale, contribuisce a creare una vasta rete idrografica con i grandi fiumi regionali Cellina-Meduna, Tagliamento-Fella, Torre, Natisone, Isonzo. Inoltre parte delle sorgenti montane è costantemente utilizzata per l'approvvigionamento idrico-potabile della popolazione regionale, con opere di presa anche di notevole entità.

### **3.4.2 Gli acquiferi del Campo di Gemona-Osoppo e dell'anfiteatro morenico**

Il Campo di Gemona-Osoppo si sviluppa come una piana alluvionale, limitata ai lati dai rilievi montuosi delle Prealpi Carniche ad ovest e nord-ovest e Giulie ad est e nord est, a sud dall'anfiteatro morenico del Tagliamento. L'azione glaciale würmiana, che ha portato al massimo avanzamento del fronte morenico, è stata responsabile di una abrasione dei preesistenti cerchi morenici, successivamente coperti con sedimenti di disgelo fluvioglaciali.

La piana alluvionale si è dunque formata con la sedimentazione differenziata dei diversi materiali, più grossolani e permeabili nella parte settentrionale (ghiaie e sabbie), e più fini a bassa permeabilità verso l'arco morenico (argille e limi), così da determinare a nord la presenza di una falda freatica ed a sud una zona di risorgiva. Si segnalano, inoltre, sotto alla coltre fluvioglaciale frequenti orizzonti clastici miocenici (conglomerati, arenarie, ecc), sovrastanti il

substrato litoide (rocce carbonatiche mesozoiche e flysch eocenico), responsabili della presenza di una falda artesianiana.

Tali caratteristiche determinano quindi una circolazione delle acque con direzioni di deflusso che seguono le variazioni di permeabilità laterale e verticale dell'acquifero che le contiene.

In particolare nell'area settentrionale le acque sotterranee formano un falda freatica relativamente poco profonda (dai 2 ai 12 m dal piano campagna), alimentata dalla percolazione meteorica, dalle perdite di subalveo dei corsi d'acqua nonché dai bacini carbonatici vicini.

La falda freatica, invece, viene a giorno nella zona più meridionale del Campo di Gemona-Osoppo, in una fascia di risorgive piuttosto sviluppata, dove i depositi fluvioglaciali passano da ghiaioso-sabbiosi ad argilloso-limosi e dove una soglia rocciosa parallela al bordo interno dell'anfiteatro viene a giorno nei pressi di Buia, nonché il substrato impermeabile risale.

Come conseguenza della presenza dei materiali impermeabili argillosi (potenti circa 2-3 m), le acque sotterranee vanno a creare inoltre una falda artesianiana, peraltro poco profonda ed a bassa pressione (ritrovabile nella fascia tra la piana di Artegna e Buia e l'anfiteatro morenico).

Ove presente il substrato conglomeratico è caratterizzato da una circolazione piuttosto profonda, con acque provenienti dai massicci circostanti e dagli apporti settentrionali (AAVV, 2006).

L'ultimo arco morenico dell'anfiteatro del Tagliamento si pone come chiusura meridionale del Campo di Gemona-Osoppo; in tale area si ritrovano acque sotterranee spesso presenti in lenti permeabili che genera un freatismo locale (falde sospese) dovuto alla notevole eterogeneità dei depositi presenti, talora con la risorgenza di acque in superficie, che vanno a localizzarsi come piccoli laghetti nelle vallecole intramoreniche.

Tale sistema è responsabile, nell'area dell'anfiteatro morenico, di uno scarso ricambio idrico, dovuto alla stagnazione delle acque in aree depresse (superficiali) ed lenti sotterranee.

### **3.4.3 Caratteristiche della falda freatica nell'Alta pianura e delle falde artesiane superficiali nella Bassa pianura**

L'area dell'alta pianura è caratterizzata da depositi grossolani in prevalenza ghiaiosi, con livelli più o meno cementati (talora conglomeratici) e livelli sabbiosi, risultato della passata deposizione fluviale e fluvio-glaciale nonché dall'apporto dei conoidi degli attuali corsi d'acqua. In questo notevole materasso alluvionale si instaura una vasta falda freatica, alimentata dalla infiltrazione efficace delle precipitazioni meteoriche e dalle perdite in subalveo dei fiumi regionali. Un contributo sensibile proviene inoltre dagli apporti derivanti dall'anfiteatro morenico e delle aree prealpine.

La granulometria dei depositi mostra una percentuale media di ghiaia pari al 65-70%, ciò permette di ritrovare valori di permeabilità che vanno da 10<sup>-2</sup> m/s in alveo, ai 10<sup>-3</sup>~10<sup>-4</sup> m/s nei primi metri dal piano campagna, valori che ritroviamo in profondità in orizzonti ghiaiosi o di conglomerati fratturati, fino ai 10<sup>-5</sup> m/s delle ghiaie sabbioso-limose.

La notevole permeabilità, associata alla variazione stagionale sia dell'alimentazione da parte dei corsi d'acqua sia degli apporti meteorici, comporta una estrema variabilità del livello piezometrico della falda freatica nell'alta pianura, così da presentare un gradiente idraulico con



pendenza variabile dal 5‰ nella zona a ridosso dei rilievi allo 1‰ nella zona subito prospiciente la fascia delle risorgive, attestando una pendenza media intorno al 2~3‰.

La soggiacenza della falda freatica è normalmente elevata nelle zone subito a valle dei rilievi montuosi, particolarmente nell'alto pordenonese, ove la profondità dell'insaturo arriva ad oltre 100 m, e comunque mediamente attorno ai 60-80 m nella fascia settentrionale.

Stante la notevole estensione dell'alta pianura e la presenza di una permeabilità piuttosto elevata, la falda freatica è caratterizzata da una vulnerabilità intrinseca mediamente elevata, a rischio inquinamento, soprattutto in quelle zone ove la soggiacenza non è particolarmente elevata, con una zona insatura che non ha la possibilità di trattenere e filtrare l'eventuale percolazione di inquinanti provenienti dalla superficie, ovvero verso la parte più meridionale dell'alta pianura, laddove l'insaturo diventa sempre meno esteso e la falda si avvicina al piano campagna sino a portare a giorno parte delle acque sotterranee nella estesa fascia di transizione delle risorgive.

Da questa fascia di sorgenti di pianura (con portata totale valutata attorno ai 70~80 m<sup>3</sup>/s) si sviluppa un vasto reticolo idrografico, oggi solo in parte naturale a causa dell'antropizzazione dei vari corsi d'acqua e dell'intervento di bonifica di vaste aree della bassa pianura.

Il sottosuolo è caratterizzato da un sistema multifalda risultato della diminuzione della granulometria dei depositi alluvionali lungo un asse circa N-S.

In questo sistema sono stati identificati numerosi orizzonti ghiaiosi intercalati ad orizzonti sabbioso-pelitici, con variazioni anche laterali piuttosto eterogenee. L'alternarsi di questi livelli permeabili ed impermeabili rende possibile riconoscere sette-otto livelli di acquiferi artesiani più superficiali oltre ad altri più profondi.

Nell'ambito dello studio "Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo" realizzato dalla Regione e dall'Università degli Studi di Trieste - Dipartimenti di Geoscienze (DiGEO) e di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA), è stato elaborato, mediante il software RockWorks R14, un modello tridimensionale numerico ad alta risoluzione al fine di definire l'assetto geometrico dei sistemi di acquiferi confinati presenti nel sottosuolo della Bassa Pianura e di redigere specifiche mappe.

Il modello, a maglia di 400x400x1 m, è stato realizzato a partire dai dati di 603 litostratigrafie di pozzi scelte ad hoc fra le 3.258 a disposizione, previa omogeneizzazione e codifica delle descrizioni litologiche presenti in esse. Tramite operazioni di "picking", eseguite lungo una serie di sezioni passanti per i dati puntuali litostratigrafici, si sono identificati e correlati il tetto ed il letto dei sistemi di acquiferi.

Si sono così attribuiti a ciascuno dei 603 pozzi scelti i valori di profondità del letto e del tetto dei sistemi di acquiferi intercettati. Dall'elaborazione geostatistica dei valori così ottenuti è stato ricavato il modello tridimensionale e sono state redatte numerose sezioni e mappe rappresentanti i domini d'esistenza e/o i limiti degli areali indagati, le profondità del tetto (s.l.m.m) e gli spessori degli undici sistemi di acquiferi riconosciuti in regione.

Si specifica che per i primi otto sistemi da "A" a "H" sono state redatte mappe a isolinee, facendo ricorso a variogrammi e scegliendo metodi di interpolazione appropriati. Le mappe ricoprono tutta la Bassa Pianura ricadente in regione e si estendono a nord, poco oltre il limite meridionale della Fascia delle Risorgive, e a sud, in regione Veneto, in area lagunare e in Mar Adriatico.

Invece, per i sottostanti sistemi “I”, “L” ed “M”, a causa del sempre minor numero di litostratigrafie a disposizione al crescere della profondità, è stato possibile realizzare solo mappe di ubicazione dei pozzi rappresentati con classi di colore in funzione della profondità del tetto e con riportati, a lato, i corrispettivi valori di spessore.

Di seguito viene data la descrizione sintetica degli undici sistemi di acquiferi riconosciuti in Regione, con riportate le mappe delle profondità del tetto (Mappe delle isobate del tetto, riferite al l.m.m.) e degli spessori (Mappe delle isopache, in metri).

### **Sistema di acquiferi “A”**

Questo sistema di acquiferi ha il tetto posizionato generalmente fra i 10/20 m s.l.m.m. in corrispondenza delle risorgive nella zona di Pordenone ed i -50 m s.l.m.m. nella fascia perilagunare. È pressoché sempre presente ed ha un andamento molto articolato che posiziona il tetto generalmente fra i -20 /-30 e i -50 m dal piano campagna.

Si tratta di un sistema contenuto in numerosi orizzonti permeabili, da prevalentemente ghiaiosi a settentrione, fino a ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi a meridione, intercalati a livelli argilloso-limosi impermeabili mediamente potenti. I singoli orizzonti permeabili hanno in genere debole potenza, anche se sono stati intercettati spessori anche maggiori alla decina di metri. La modellazione di questo sistema di acquiferi è risultata quindi particolarmente difficile, soprattutto in prossimità della Fascia delle Risorgive, per la presenza di diversi livelli permeabili che si interdigitano frequentemente ma con quote reciproche e spessori estremamente variabili. In conseguenza di ciò e considerate le difficoltà nelle correlazioni tra le litostratigrafie dei pozzi, spesso posti a distanze troppo elevate rispetto alla dimensione ed alla complessità delle geometrie sedimentarie, i diversi orizzonti permeabili sono stati raggruppati in un unico sistema e perciò trattati come un unico livello permeabile. (in realtà negli orizzonti soprastanti il sistema di acquiferi “A” sono presenti numerosi corpi, localmente permeabili e sfruttati idraulicamente ma privi di una buona continuità spaziale. L’andamento del tetto del sistema di acquiferi “A” va ritenuto pertanto utile ai fini della localizzazione dei primi livelli permeabili riscontrabili a scala regionale).

La potenza complessiva degli orizzonti del sistema “A” varia da pochi metri, nella zona a sudovest di Pordenone, alla quarantina, nella zona di Pravidomini, fino alla cinquantina di metri, nella zona di Latisana: la potenza media è di 31 m.

Il campo di esistenza di questo sistema è compreso tra 10/20 (tetto) e -80 (letto) m s.l.m.m.

### **Sistema di acquiferi “B”**

Questo sistema di acquiferi ha il tetto posizionato generalmente fra i -30/-40 m s.l.m.m. in corrispondenza della Fascia delle Risorgive nel pordenonese ed i - 90 m s.l.m.m. nella fascia perilagunare nelle zone di Lignano e Grado. Posizionato in genere fra i -70 ed i -90 m di profondità dal piano campagna, si approfondisce da nord verso sud in maniera abbastanza regolare, anche se nella zona di Grado e in quella di Lignano si notano delle culminazioni.

Il sistema di acquiferi è abbastanza continuo ed è contenuto in un intervallo permeabile ghiaioso nelle aree settentrionali della Bassa Pianura e sabbioso in quelle meridionali.

Lo spessore medio di questo sistema è di 13 m, con i valori maggiori in sinistra Tagliamento e in sinistra Isonzo, localmente superiori a 20 m. Il campo di esistenza di questo sistema è compreso tra -30/-40 (tetto) e -100 (letto) m s.l.m.m.

### **Sistema di acquiferi "C"**

Il sistema di acquiferi "C" presente con buona continuità in tutta la Bassa Pianura, consiste in due principali livelli permeabili prevalentemente sabbiosi denominati "Calto" e "Cbasso". I due livelli sono quasi sempre ben distinti anche se talora non hanno evidente continuità laterale.

Il tetto del livello "Calto" è posizionato fra -60/-70 e i -120 m s.l.m.m. e, quindi, indicativamente fra -110 e -120 m di profondità dal piano campagna.

Lo spessore medio di questo sistema (intervallo tetto "Calto" – letto "Cbasso") è di circa 14,5 m, con spessori dei singoli livelli molto variabili.

Il campo di esistenza di questo sistema è compreso tra -60/-70 (tetto) e -130 (letto) m s.l.m.m..

### **Sistema di acquiferi "D"**

Il sistema di acquiferi "D" comprende un insieme di sottili livelli permeabili che si presentano in genere distinti in due raggruppamenti principali interpretati come livelli "Dalto" e "Dbasso".

Il tetto di questo sistema si rinviene a quote che vanno da -110/-120 m s.l.m.m. in corrispondenza della Fascia delle Risorgive nel pordenonese a -155 m s.l.m.m. in corrispondenza della costa. Il sistema si pone, quindi, ad una profondità indicativa di -140 e -160 m dal piano campagna. Il tetto si approfondisce in modo regolare da nord verso sud, con le profondità maggiori a Grado e nei pressi di Latisana e Lignano.

I due livelli si succedono a pochi metri di distanza e talvolta si congiungono costituendo pertanto un complesso circuito idrico localmente intercomunicante in senso verticale. Il livello "Dalto" è costituito da uno o più livelli di sabbie o sabbie debolmente ghiaiose mentre il livello "Dbasso" da un livello sabbioso-ghiaioso continuo che verso est (area Grado - Foci dell'Isonzo), diminuendo la granulometria dei sedimenti, passa a sabbie grossolane o sabbie.

Lo spessore medio di questo sistema (intervallo tetto "Dalto" – letto "Dbasso") è di circa 15 m. Spessori superiori a 25 m si hanno in corrispondenza della Fascia delle Risorgive nel pordenonese e valori decisamente minori, spesso inferiori alla decina di metri, si riscontrano nella fascia perilagunare.

Il campo di esistenza di questo sistema è compreso tra -110/-120 (tetto) e -170 (letto) m s.l.m.m.

### **Sistema di acquiferi "E"**

Il tetto del sistema di acquiferi "E" si rinviene a quote variabili da -150 m s.l.m.m. a -200 m s.l.m.m. Ne consegue che la profondità del tetto ai margini nord ed est, compresa l'area lagunare di Grado e delle foci dell'Isonzo e di Latisana, è ubicata a -175 m dal piano campagna, mentre altrove le profondità sono comprese fra -180 e -210 m dal piano campagna. In

particolare nella parte orientale della pianura il tetto risulta più superficiale e si approfondisce solo in corrispondenza del tratto finale del Fiume Tagliamento. Nella Bassa pordenonese si ha, invece, un approfondimento più marcato tra San Vito al Tagliamento e Sesto al Reghena e tra Pordenone e Prata di Pordenone.

Il sistema di acquiferi è dato da un intervallo permeabile costituito da ghiaie grossolane, a settentrione, e ghiaie sabbioso-limose verso meridione, talvolta sdoppiato in livelli secondari. Questi ultimi sono distinguibili nell'area fra il Tagliamento e lo Stella e nella zona centrale di San Giorgio di Nogaro.

Lo spessore medio di questo sistema è di circa 14 m, con valori minimi nel settore orientale, inferiori a 5 m tra Grado e le foci dell'Isonzo ove il sistema si addossa al substrato, e massimi, localmente fino a 30 m circa, lungo la Fascia delle Risorgive e nel sottosuolo di Pasiano di Pordenone ai confini regionali con il Veneto.

Il campo di esistenza di questo sistema è compreso tra -150 (tetto) e -215 (letto) m s.l.m.m. Le acque di questo sistema sono di interesse geotermico, raggiungendo temperature massime di 29°C in alcune zone della Laguna di Grado e Marano.

### **Sistema di acquiferi "F"**

Il sistema di acquiferi "F" consiste in un insieme complesso di livelli permeabili ravvicinati, da ghiaioso-sabbiosi a sabbioso cementati e ghiaiosi, intercalati da sottili orizzonti di limi e argille, più abbondanti verso meridione e localmente assenti. Nel complesso è abbastanza continuo nei settori meridionali della Bassa Pianura dove, a tratti, si divide in due livelli permeabili principali, "Falto" ed "Fbasso".

Il tetto del sistema di acquiferi "F" si posiziona fra -190 m s.l.m.m. in corrispondenza del monfalconese, -200 m s.l.m.m. lungo la Fascia delle Risorgive nel pordenonese e -240/-250 m s.l.m.m. nell'area di Latisana e ai confini con il Veneto. Il tetto si approfondisce da nord verso sud nella bassa pordenonese e da est verso ovest nella bassa udinese. La profondità del tetto del sistema varia quindi da -190 a -260 m dal piano campagna.

Lo spessore medio (intervallo tetto "Falto" – letto "Fbasso") è di circa 17 m.

Il suo campo di esistenza è compreso tra -190 (tetto) e -265 (letto) m s.l.m.m. Le sue acque sono di interesse geotermico, raggiungendo temperature massime di 34°C nelle aree della Laguna di Grado e Marano.

### **Sistema di acquiferi "G"**

Il tetto del sistema di acquiferi "G" si approfondisce da est verso ovest, passando da circa -250 m s.l.m.m. nei pressi di Grado fino ad oltre -300 m s.l.m.m. nella zona di Latisana e in quella di Pasiano di Pordenone, al confine con il Veneto. La profondità del tetto varia quindi da -250 a -310 m dal piano campagna.

Questo sistema interessa intervalli sabbiosi, talvolta cementati o debolmente ghiaiosi, e comprende quindi un insieme di livelli permeabili, eterogenei per dimensione media dei grani, estensioni e geometrie. A est di Grado esso si chiude sulle propaggini del substrato roccioso lungo il Fiume Isonzo.

Il suo spessore medio è di 11 m.

Il campo di esistenza è compreso tra -250 (tetto) e -320 (letto) m s.l.m.m.

Le acque di questo sistema sono di interesse geotermico, raggiungendo temperature di poco superiori a 25°C nell'area fra Marano e Latisana e massime di 35°C nella Laguna di Grado.

### **Sistema di acquiferi "H"**

Si tratta di un sistema composito, in cui si riconoscono due livelli permeabili principali ben distinti denominati "Halto" e "Hbasso". Per questo motivo, i due livelli, seppur appartenenti ad un unico sistema, sono stati trattati separatamente.

Il tetto del livello "Halto" è rinvenibile a profondità di -320 m nella Laguna di Grado e -370 nei pressi di Latisana e tra Passignano di Pordenone e Brugnera. La profondità del tetto del livello "Halto" varia quindi da -320 a -390 m dal piano campagna.

Il tetto del livello "Hbasso" va da -380 m s.l.m.m. nei pressi di Marano a -420 m s.l.m.m. o poco più nei pressi di Latisana. La profondità del tetto del livello "Hbasso" varia quindi da -360 a -420 m dal piano campagna.

Il sistema di acquiferi è posto al di sotto di un acquitardo argilloso-limoso potente mediamente 80 m ed interessa alcuni intervalli sabbiosi, sabbioso ghiaiosi, talvolta debolmente cementati.

I livelli "Halto" e "Hbasso" hanno rispettivamente uno spessore medio di 13 e 15 m.

Il campo di esistenza del livello "Halto" è compreso tra -320 (tetto) e -380 (letto) m s.l.m.m.

Il campo di esistenza del livello "Hbasso", è compreso tra -380 (tetto) e -440 (letto) m s.l.m.m.

Il sistema di acquiferi "H" è il più esteso e utilizzato fra quelli di interesse geotermico, presentando buone caratteristiche idrauliche e termiche, con temperature oltre i 35°C nell'area fra Latisana e Precenicco.

### **Sistema di acquiferi "I + L + M"**

Questi sistemi di acquiferi profondi sono contenuti in orizzonti porosi, di potenza ed estensione variabili, sicuramente intercalati nelle formazioni di età miocenica, rocce che fanno già parte del cosiddetto "basamento prequaternario" su cui poggiano i cosiddetti "depositi quaternari" sciolti della Pianura Friulana nel sottosuolo di Lignano e Latisana. Le informazioni su questi sistemi di acquiferi sono ancora limitate, dato che essi sono raggiunti da pochi pozzi. Non è stata accertata la continuità idraulica laterale fra gli orizzonti riconosciuti nel sottosuolo del pordenonese e quelli del basso Tagliamento. In quest'ultima area i sistemi sono caratterizzati da acque termali con alto contenuto in soluti e temperature superiori ai 35°C. Le acque dei sistemi "I" ed "L" raggiungono temperature superiori ai 35°C nella zona di Pertegada-Isola Picchi-Aprilia Marittima, mentre l'acquifero "M" supera i 45 °C nell'area circostante Aprilia Marittima.

Il sistema di acquiferi "I" interessa livelli prevalentemente sabbiosi, talvolta sabbiosoghiainosi, debolmente cementati nelle Molasse mioceniche. È lenticolare e discontinuo ma particolarmente permeabile con corpi dello spessore variabile tra 5 e 20 m e spessore medio di 10 m. Esso è stato individuato ed intercettato in due areali. Un areale è presso la foce del Fiume Tagliamento, da Lignano a Ronchis, ed ha il tetto tra -450 e -470 m s.l.m.m. L'altro



areale si apre in un'area indicativamente compresa tra Pordenone, Pravisdomini, Brugnera e Azzano Decimo con tetto a quote fra -430 m s.l.m.m. e - 480 m s.l.m.m.

Il sistema di acquiferi "L" è localizzato in un intervallo di arenarie poco cementate o di sabbie cementate del Tortoniano ed ha spessore variabile da 10 a 30 metri. Il tetto è posto con buona continuità lungo l'asta del Fiume Tagliamento, a profondità che da Gorgo a Isola Picchi passano da -500 m s.l.m.m. fino a circa -540 m s.l.m.m.

Il sistema di acquiferi "M" è contenuto in orizzonti permeabili per fatturazione appartenenti alla successione arenacea del Miocene Superiore. Nell'area veneto-orientale, in destra Tagliamento, il tetto del sistema può essere indicativamente posto a profondità superiori a -590 m s.l.m.m.

La ricostruzione delle geometrie dei primi otto sistemi di acquiferi ha permesso di ricavare le aree, i volumi e le potenze medie degli stessi in riferimento agli areali indagati. A partire da questi valori e da quelli di porosità efficace media è stata calcolata l'entità della riserva idrica contenuta in ciascun sistema. La riserva idrica, espressa sia in volume [km<sup>3</sup>] sia in altezza media di colonna d'acqua H<sub>w</sub> [m], è qui intesa come quantità d'acqua contenuta nei pori dei sedimenti che può essere mobilizzata. Nel calcolo non si è tenuto conto, essendo di un ordine di grandezza inferiore, della quota di riserva idrica dovuta all'immagazzinamento per compressibilità.

I valori di porosità efficace e di permeabilità sono stati stimati a partire dai dati tessiturali presenti nelle litostratigrafie e tenendo in considerazione il grado di compattazione, cementazione o fratturazione. Nel calcolo delle volumetrie utili, non sono state considerate le eventuali lenti impermeabili presenti all'interno dei sistemi di acquiferi.

Sistema di Acquiferi	Area	Volume	Profondità del Tetto	Campo di esistenza	Potenza media [m]	Conducibilità idraulica K [m/s]	
	[km <sup>2</sup> ]	[km <sup>3</sup> ]	[m s.l.m.m.].	[m s.l.m.m.]	$b_{\text{medio}} = \frac{1000 \cdot V}{A}$	K <sub>min</sub>	K <sub>max</sub>
A	2.294	71,2	da 10 a -50	tra 10 e -80	31,0	1,0 E-05	5,0 E-02
B	2.294	30,6	da -30 a -90	tra -30 e -100	13,3	1,0 E-05	5,0 E-02
C	2.294	33,3	da -60 a -120	tra -60 e -130	14,5	1,0 E-05	5,0 E-03
D	2.294	35,1	da -110 a -155	tra -110 e -170	15,3	1,0 E-05	5,0 E-02
E	2.294	32,5	da -150 a -200	tra -150 e -215	14,2	1,0 E-04	1,0 E-02
F	2.294	39,5	da -190 a -250	tra -190 e -265	17,2	1,0 E-04	5,0 E-03
G	2.124	23,1	da -260 a -300	tra -260 e -320	10,9	1,0 E-05	5,0 E-02
Halto	1.135	15,2	da -320 a -370	tra -320 e -380	13,4	1,0 E-05	5,0 E-02
Hbasso	852	12,5	da -380 a -420	tra -380 e -	14,7	1,0 E-05	5,0 E-02

Sistema di Acquiferi	Area	Volume	Profondità del Tetto	Campo di esistenza	Potenza media [m]	Conducibilità idraulica K [m/s]	
				440			
I	–	–	–	–	–	1,0 E-06	1,0 E-04
L	–	–	–	–	–	1,0 E-06	1,0 E-05
M	–	–	–	–	–	1,0 E-05	5,0 E-03

Tabella 4 - Quadro sinottico delle caratteristiche idrogeologiche dei sistemi di acquiferi

Sistema di Acquiferi	Porosità efficace [%]			Riserva idrica [km <sup>3</sup> ]	Hw [m]
	ne <sub>min</sub>	ne <sub>max</sub>	ne <sub>media</sub>	V·ne <sub>media</sub> /100	b <sub>media</sub> · ne <sub>media</sub> /100
A	15	25	20	14,2	6,2
B	15	25	20	6,1	2,7
C	20	25	22,5	7,5	3,3
D	20	28	24	8,4	3,7
E	16	24	20	6,5	2,8
F	16	24	20	7,9	3,4
G	16	24	20	4,6	2,2
Halto	16	24	20	3	2,7
Hbasso	16	24	20	2,5	2,9
I	5	15	10	–	–
L	5	15	10	–	–
M	5	15	10	–	–

Tabella 5- Quadro sinottico delle caratteristiche idrogeologiche dei sistemi di acquiferi

### 3.4.4 I fenomeni di termalismo e le falde artesiane profonde

Un recente studio (2007), commissionato dal Servizio Geologico regionale al quale hanno partecipato i Dipartimenti DICA e DISGAM dell'Università degli Studi di Trieste e l'OGS, volto alla definizione della risorsa geotermica regionale, ha approfondito il livello di conoscenza degli acquiferi nel sottosuolo dell'area perlagunale della Bassa Pianura friulana, riconoscendovi i

diversi sistemi di acquiferi, indicati secondo la bibliografia esistente, come falde A, B, C, D, E, F, G, H, I, L, M. I primi otto sistemi sono contenuti in depositi quaternari, mentre i rimanenti apparterebbero alla molassa miocenica e si presentano solo nel settore più occidentale della Bassa Pianura.

In quest'area sono interessanti dal punto di vista geotermico:

- L'acquifero E, le cui acque possono raggiungere la temperatura di 25° C con un massimo di 29° C nella zona di Val Noghera-Morgo Laguna di Grado e Marano
- L'acquifero F caratterizzata da un termalismo che va dai 25° C ai 34° C
- L'acquifero G caratterizzata da un termalismo che va dai 25° C ai 35° C.
- L'acquifero H caratterizzata da un termalismo che va dai 25° C ai 45° C spostandosi da est verso ovest.

A profondità più elevate, sviluppati nella molassa miocenica, si ritrovano gli acquiferi più profondi presenti della regione

Le due falde I ed L, caratterizzate da un termalismo che va dai 30° C ai 45° C spostandosi da est verso ovest, interessano livelli prevalentemente sabbiosi, talvolta sabbiosi-ghiaiosi, debolmente cementati delle Molasse mioceniche. Si tratta di due livelli permeabili principali con acquiferi che si ritiene possano interdigitarsi, anche se la loro separazione diventa sempre più netta verso Ovest per la presenza di una lente d'argilla. La distribuzione areale di questi acquiferi nel settore centrale è poco nota, mancando un numero sufficiente di pozzi di adeguata profondità.

L'acquifero I ha il tetto a profondità variabile da 450 m a più di 480 m ed uno spessore che varia dai 5 m ai 20 m circa.

L'acquifero L, localizzato da un intervallo di sabbie cementate del Tortoniano, ha il tetto a profondità superiori a 500 m, fino a circa 540 m con spessori dai 10 m ai 18 m ed è definito praticamente solo nel Settore Tagliamento - Stella.

L'acquifero M è costituito da intervalli arenacei appartenenti al Miocene Superiore, probabilmente interessati anche da possibili sistemi di fratture, ovvero vi è la possibilità, supportata dai risultati delle analisi geochimiche, che l'alimentazione sia, in parte, anche profonda. Tale acquifero caratterizza solo l'area più orientale della pianura con profondità superiori ai 590 m. Nella zona di Lignano Pineta presenta bassi valori di permeabilità e temperature nell'ordine dei 30° C, anche se sulla destra Tagliamento le temperature crescono sino a 50°. Visto l'esiguo numero di pozzi che ha raggiunto tali profondità vi è incertezza sull'estensione, sulla termalità e sugli spessori di questo acquifero, rendendolo quindi non mappabile.

Va ancora segnalata l'esistenza del sistema degli acquiferi geotermici nelle formazioni carbonatiche profonde (tra gli 800 e i 2500 m) con temperature superiori ai 40°, rilevati in alcuni pozzi destinati ad utilizzo geotermico.

### 3.4.5 Le province idrogeologiche

La falda freatica e quelle artesiane presenti nella pianura friulana traggono origine ed alimentazione da tre elementi distinti: bacini imbriferi montani, perdite fluviali di sub-alveo infiltrazioni efficaci delle acque meteoriche.

Alcuni studi (Cucchi et alii 1999; AAVV 2006) indirizzati al riconoscimento delle caratteristiche di chimismo ed alimentazione, hanno messo in luce una suddivisione in quattro province idrogeologiche principali nell'alta pianura (falda freatica) ed altrettante nella bassa pianura (falde artesiane) che va a sommarsi alla suddivisione verticale del sistema multifalda artesiano.

#### Province idrogeologiche in alta pianura

Le quattro province principali in alta pianura sono:

- Alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna
- Alta pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento
- Alta pianura friulana orientale
- Alta pianura isontina

#### Alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna

Il settore più occidentale della pianura friulana, formato principalmente dai grandi conoidi alluvionali dei torrenti Cellina e Meduna, è sede di una falda freatica molto potente, con apporti principalmente derivati dalle acque di subalveo dei due torrenti; tale corrispondenza è ben evidenziata dall'andamento omologo dei regimi fluviali con quello sotterraneo, con uno sfasamento quasi mensile e con velocità di propagazione di 3~4 km/giorno durante le piene.

Tale falda freatica si sviluppa a profondità notevoli nella parte settentrionale (125 m dal piano campagna a S. Martino di Campagna) per poi via via venire alla luce nella fascia delle risorgive. Essendo inoltre caratterizzata da uno scarso ricambio idrico della falda, permane notevole il rischio di contaminazioni antropiche provenienti dalla superficie.

L'andamento delle direzione di deflusso, per quanto variabile da E a SSE a seconda dei periodi di rilievo, indica sia l'apporto principale del Cellina-Meduna, sia un apporto secondario legato agli apporti del bacino imbrifero carbonatico del Cansiglio-Cavallo.

#### Alta pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento

Il Tagliamento, principale fiume della Regione, ha sviluppato un'ampia conoide alluvionale, che nella zona dell'alta pianura friulana contiene una falda freatica alimentata principalmente dalle acque tilaventine. Tale dispersione di sub-alveo è maggiore in sinistra orografica con un asse NNO-SSE, minore in destra in quanto bloccata dalle acque del sistema Cellina-Meduna (con asse NNE-SSO); la dispersione di acque tilaventine è facilmente riconoscibile nello studio dei solfati (provenienti dai bacini montani afferenti il Tagliamento, dove sono presenti livelli gessosi anche molto importanti) che si rinvergono nei pozzi freatici fino alla zona di Gonars.

#### Alta pianura friulana orientale

Limitata ad occidente dalle dispersioni tilaventine e a nord dalla particolare circolazione delle acque moreniche, la pianura friulana orientale vede lo sviluppo di una falda freatica alimentata principalmente dalla infiltrazione efficace delle precipitazioni meteoriche e solo

verso sud dalle perdite sub-alveo del torrente Torre e del fiume Natisone (testimoniate dall'elevato rapporto Ca/Mg e dal basso tenore di solfati).

L'assenza di veri e propri corsi fluviali non permette una miscelazione delle acque del sottosuolo, soprattutto nella parte immediatamente a sud dell'anfiteatro morenico, acque che sono così particolarmente soggette ai fenomeni di presa in carico dei materiali potenzialmente inquinanti presenti in superficie (in particolar modo prodotti utilizzati in agricoltura e zootecnia).

Il deflusso sotterraneo ha una direzione prevalente SSW, concorde anche con la morfologia dei substrato.

### **Alta pianura isontina**

In continuità con la provincia dei conoidi Torre-Natisone, nella parte più orientale della pianura friulana, si ritrova la piana alluvionale del fiume Isonzo, che va a caratterizzare tutta l'area orientale sino al Carso isontino. Le acque sotterranee, caratterizzate dall'assenza di solfati e dall'elevato rapporto Ca/Mg sono di derivazione principalmente isontina, nonché dai suoi affluenti Judrio, Versa e Vipacco; con deflusso corrispondente al precedente.

### **Province idrogeologiche in bassa pianura**

Le province idrogeologiche individuate in alta pianura trovano il loro corrispettivo in altrettante province a valle della fascia delle risorgive. Si riconoscono così:

- Bassa pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna
- Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento
- Bassa pianura friulana orientale
- Bassa pianura dell'Isonzo

### **Bassa pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna**

Le acque della falda freatica dell'alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna diventano artesiane nella zona a sud-ovest di Pordenone limitata ad est dalle acque di risorgiva del Meduna, andando a formare una zona a basso tenore di solfati e presenza di materiali torbosi.

### **Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento**

Le dispersioni tilaventine della pianura friulana centrale, si ritrovano anche nelle falde artesiane a sud della fascia delle risorgive, ove le acque sotterranee sono principalmente alimentate dalle perdite del Tagliamento e facilmente riconoscibili per l'alto tenore di solfati con un andamento NNE-SSO nella zona pordenonese che segue i paleoalvei del Tagliamento fino a incontrarsi con il corso di risorgiva del basso Meduna e NNO-SSE nella pianura udinese, via via perdendo l'apporto tilaventino sino alla confinante provincia della pianura friulana orientale.

### **Bassa pianura friulana orientale**

Come nell'alta pianura, le acque sotterranee della bassa pianura friulana orientale si incuneano tra quelle di sub-alveo del Tagliamento a ovest e quelle del sistema Torre-Natisone. Risente principalmente quindi delle acque meteoriche provenienti dalla infiltrazione efficace che va ad alimentare la falda freatica in alta pianura, con la conseguenza di una presenza di contaminanti antropici anche nelle falde artesiane.



## Bassa pianura isontina

Il sistema artesiano ivi sviluppato mantiene le caratteristiche multifalda delle altre province di bassa pianura ed è alimentato principalmente dalle dispersioni di Torre, Natisone e Isonzo, con acque caratterizzate da un rapporto Ca/Mg elevato.

### 3.4.6 Le carte delle isofreatiche

Tramite una convenzione con l'Università degli Studi di Trieste (Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine e Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale) sono state aggiornate le carte delle isofreatiche relativamente a diversi eventi a seconda della disponibilità di dati.

#### Campo di Osoppo e Gemona

Allo scopo di studiare in dettaglio l'andamento dei livelli piezometrici della falda freatica della piana di Osoppo si è proceduto alla creazione delle seguenti mappe:

- valore massimo della falda freatica prendendo come riferimento il periodo 1970-2008 (Figura 55).
- valore minimo della falda freatica prendendo come riferimento il periodo 1970-2008 (Figura 56).

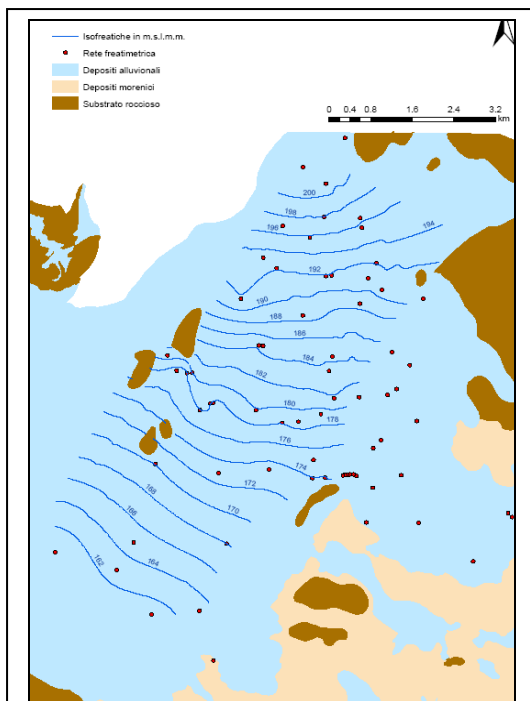


Figura 55 - Valore massimo della falda nel periodo 1970 – 2008 (Campo di Osoppo e Gemona)

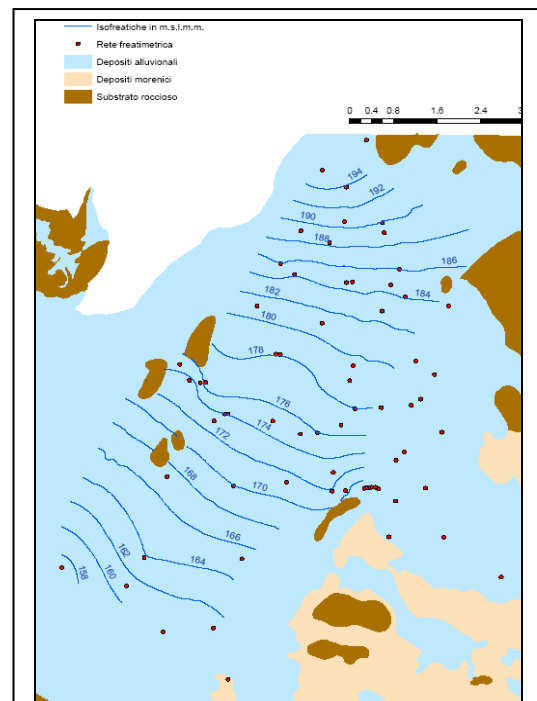


Figura 56 - Valore minimo della falda nel periodo 1970 – 2008 (Campo di Osoppo e Gemona)

L'andamento delle isofreatiche è stato ricostruito a partire dai valori relativi a 46 stazioni isofreatiche, utilizzando, in ambiente ArcGIS, l'interpolatore UK. Le isofreatiche ottenute hanno un intervallo di 2 metri. Le isofreatiche del livello massimo hanno valori compresi tra 200 m s.l.m. nella parte settentrionale e 162 m s.l.m. nella parte meridionale (Figura 54).

I valori minimi della falda (Figura 55) non si discostano molto dai valori medi, compresi come sono tra i 194 m s.l.m.m. nella parte settentrionale e i 158 m s.l.m.m. nella parte meridionale.

Misure di velocità di percolazione della falda freatica superficiale hanno dato valori compresi tra 1,5 e 2,3 metri l'ora.

In prossimità del bordo settentrionale interno dell'Anfiteatro morenico, le acque di falda vengono a giorno in numerosi punti definendo una locale Fascia delle risorgive, con una ampiezza variabile dipendente dal diverso stato di impinguamento della falda freatica. L'emergenza è legata al passaggio dai depositi grossolani di monte ai depositi fini a valle e conseguente diminuzione della permeabilità, oltre che alla risalita locale del substrato impermeabile ed alla presenza di una soglia rocciosa sotterranea parallela al bordo interno dell'anfiteatro ed affiorante in corrispondenza di Buia e dintorni.

A valle della Fascia delle risorgive, le acque freatiche del Campo di Osoppo e Gemona entrano in pressione dando luogo ad una falda artesianiana per la presenza di una copertura impermeabile argillosa che caratterizza una fascia parallela al bordo interno dell'Anfiteatro morenico e la piana di Artegna e Buia. Dato lo scarso spessore della copertura (2-3 metri) e il ridotto carico dinamico, la pressione delle acque è modesta, tanto da essere zampillante solo in casi rarissimi.

In quest'area, a Molin del Bosso, attingono i 12 pozzi del Consorzio Acquedotto Friuli Centrale che, con una portata complessiva di 1.8 m<sup>3</sup>/s serve direttamente più di 250.000 persone.

### **Alta pianura**

L'esame delle osservazioni piezometriche per il periodo dal 1967-1998 relative a 52 pozzi significativi dell'Alta Pianura Friulana della Rete regionale di monitoraggio del Friuli-Venezia Giulia e l'analisi delle escursioni nel tempo, consentono di valutare l'andamento complessivo delle acque nell'area (Cucchi et al., 1999).

Risulta un generale continuo abbassamento del livello di falda, più cospicuo nella zona settentrionale della pianura, laddove anche la variazione tra escursioni massime e minime è più elevata. Nella parte meridionale la tendenza all'abbassamento è meno marcata.

Le cause di tale abbassamento possono essere ricercate nella minor piovosità registrata nell'ultimo trentennio, nel maggior sfruttamento della falda freatica per scopi domestici, agricoli ed industriali, per l'eccessivo sfruttamento delle falde artesiane a valle della Fascia delle Risorgive, per l'intenso utilizzo per scopi irrigui ed idroelettrici delle acque montane.

Ad esempio, in quattro stazioni significative dell'area dell'Alta Pianura (Fontanafredda, San Martino al Tagliamento, Pasian di Prato, Moimacco) nel periodo 1977-1997 il valore piezometrico medio è calato di 4-6 metri, con abbassamenti medi annui compresi tra 20 e 30 cm (Cucchi et al., 1999).

In uno studio, condotto dal Dipartimento di Georisorse e Territorio dell'Università di Udine e i cui risultati sono stati resi noti nel 2007, è stato ricostruito l'andamento della superficie freatica nell'Alta Pianura, utilizzando metodi geostatistici per analizzare i dati di oltre 200 stazioni di misura. Alcune di queste fanno parte della Rete di rilevamento piezometrico regionale della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Servizio dell'Idraulica. I dati relativi provengono dai dati pubblicati negli Annali freaticometrici regionali relativi al periodo 1967-1999 integrati con misure effettuate negli anni 2000-2004 (dati inediti forniti dall'Unità Operativa

Idrografica di Udine). Altri provengono dalla rete di osservazione dell'ex Servizio Idrografico: sono state acquisite misure freaticometriche effettuate nel periodo 1974-1996 (dati pubblicati negli Annali Idrologici, parte II), integrate con misure inedite fornite dall'Unità Operativa Idrografica di Udine effettuate nel periodo 1997-2004.

Dalla Carta freaticometrica e della soggiacenza elaborata dai ricercatori udinesi, si nota che la superficie piezometrica varia arealmente tra le quote 170 e 10 m s.l.m.m. Ciò corrisponde, per il non saturo, a spessori di areato compresi tra i 70-75 m nelle aree a nord di Udine, ai piedi dell'anfiteatro morenico, e di 0 m nel settore più meridionale prossimo alla Fascia delle Risorgive. In generale la direzione di flusso prevalente è verso i quadranti meridionali; appaiono almeno tre assi di drenaggio preferenziale, impostati sui settori a maggior permeabilità relativa corrispondenti al sistema idrografico Torre-Natisone-Isonzo, al torrente Corno e al sistema Cellina Meduna. Nel settore centrale dell'alta pianura, a sud di Udine, si individua uno spartiacque sotterraneo dovuto ad un sollevamento della base del Quaternario in corrispondenza di una scaglia tettonica che porta le molasse mioceniche in affioramento. Dall'esame del campo di moto è possibile ricostruire i rapporti intercorrenti tra acque superficiali e sotterranee; in particolare si osserva come il Fiume Tagliamento contribuisca all'alimentazione della falda sia nel settore orientale (provincia di Udine) che nel settore occidentale (provincia di Pordenone) dell'Alta Pianura. I gradienti idraulici più elevati, dell'ordine dell'8 per mille, sono riscontrabili nell'area centro-orientale in corrispondenza del sistema idrografico Torre-Natisone, mentre gradienti dell'ordine di 1-2 per mille si incontrano, procedendo verso meridione, in corrispondenza della zona delle risorgive.

Il confronto fra gli andamenti su base annua delle precipitazioni (in mm) e dei livelli freaticometrici (in m s.l.m.m.) medi dal 1955, anno a partire dal quale risultano sovrapponibili le serie di osservazioni, ha evidenziato un trend negativo per i livelli freaticometrici ma non per le precipitazioni: il calo è presumibilmente una diretta conseguenza degli emungimenti.

Oltre a quanto sopra esposto, estrapolato da fonti bibliografiche, al fine di quantificare e definire la risorsa idrica nella sua interezza, nell'ambito del monitoraggio delle riserve idriche sotterranee realizzato per la presente convenzione di ricerca, i ricercatori dell'Università di Trieste hanno ricostruito alcuni scenari di superfici isofreatiche alla luce dei dati freaticometrici facenti parte di una Rete di rilevamento piezometrico regionale della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, curata dal Servizio Idraulica contenente circa 330 stazioni di misura monitorate dal 1967 al 2008. La ricostruzione delle superfici piezometriche è stata realizzata tramite l'interpolazione dei dati puntuali provenienti della rete di monitoraggio. Le osservazioni iniziali (i primi dati sono disponibili a partire dal 1967) si concentrano soprattutto in due zone: la fascia immediatamente a monte della Fascia delle Risorgive e la piana tra i comuni di Gemona, Osoppo, Buia ed Arterga (Lippi, 2002). Ad oggi i dati forniti dalla rete hanno cadenza giornaliera e/o quindicinale e vengono gestiti e scaricati dai funzionari dei Comuni, dei Consorzi, delle Comunità Montane, degli uffici tecnici di Enti locali, delle Aziende Municipalizzate e degli osservatori privati.

Al fine di realizzare una serie di carte delle isofreatiche inerenti la zona dell'Alta Pianura, i dati presenti in un Data Base (DB PIEZO) sono stati rielaborati tramite il software ArcGIS 9.3 con l'estensione del pacchetto Geostatistical Analyst 9.3. L'analisi geostatistica ha permesso di ricostruire al meglio l'andamento della tavola d'acqua interpolando attraverso l'operatore stocastico Universal Krigging (UK), che, come tutti gli interpolatori stocastici, definisce l'errore associato al risultato ottenuto. L'interpolatore UK è stato scelto per la distribuzione gaussiana dei dati, come indicato dal box plot e dal normal Q-Q plot sia per la distribuzione areale dei

dati, che risultano essere mediamente distribuiti ad eccezione dell'areale del conoide del Cellina Meduna, dove la rete di monitoraggio è recente (perciò la serie di dati non è completa) e i punti di misura sono pochi. Recenti lavori scientifici effettuati su diversi acquiferi alluvionali in Italia centrale e settentrionale (Rapti-Caputo, 2005; Cencetti et al., 2007; Passarella et al., 2007) hanno ampiamente e chiaramente dimostrato che le interpolazioni di tipo stocastico sono quelle che forniscono i migliori risultati per le falde freatiche, come già precedentemente descritto anche in altre pubblicazioni internazionali (Wackernagel, 2001; Kanevski e Maignan, 2004).

Al fine di ricostruire l'evoluzione della superficie freatica sul livello marino dal DB PIEZO sono stati esportati tutti i dati inerenti la rete di monitoraggio regionale a partire dal 1970 (per un totale di 372.174 dati puntuali distribuiti su 442 stazioni di misura). Le quote della falda freatica sono state rappresentate sul livello medio mare come differenza tra la quota altimetrica della bocca del pozzo della stazione (piano campagna) e la misura piezometrica espressa come profondità (in mm) dalla bocca del pozzo.

Per studiare in dettaglio l'andamento dei livelli piezometrici della falda freatica si è proceduto alla creazione delle seguenti mappe tematiche:

- valore massimo della falda freatica prendendo come riferimento il periodo 1970-2008 (Figura 57);
- valore minimo della falda freatica prendendo come riferimento il periodo 1970-2008 (Figura 58);
- valore del livello dei massimi eventi: eventi di piena del gennaio - febbraio 1977 e di novembre 2000 (Figure 59 e 60) ed eventi di magra agosto 1993 e agosto - settembre 2003 (Figure 61 e 62).

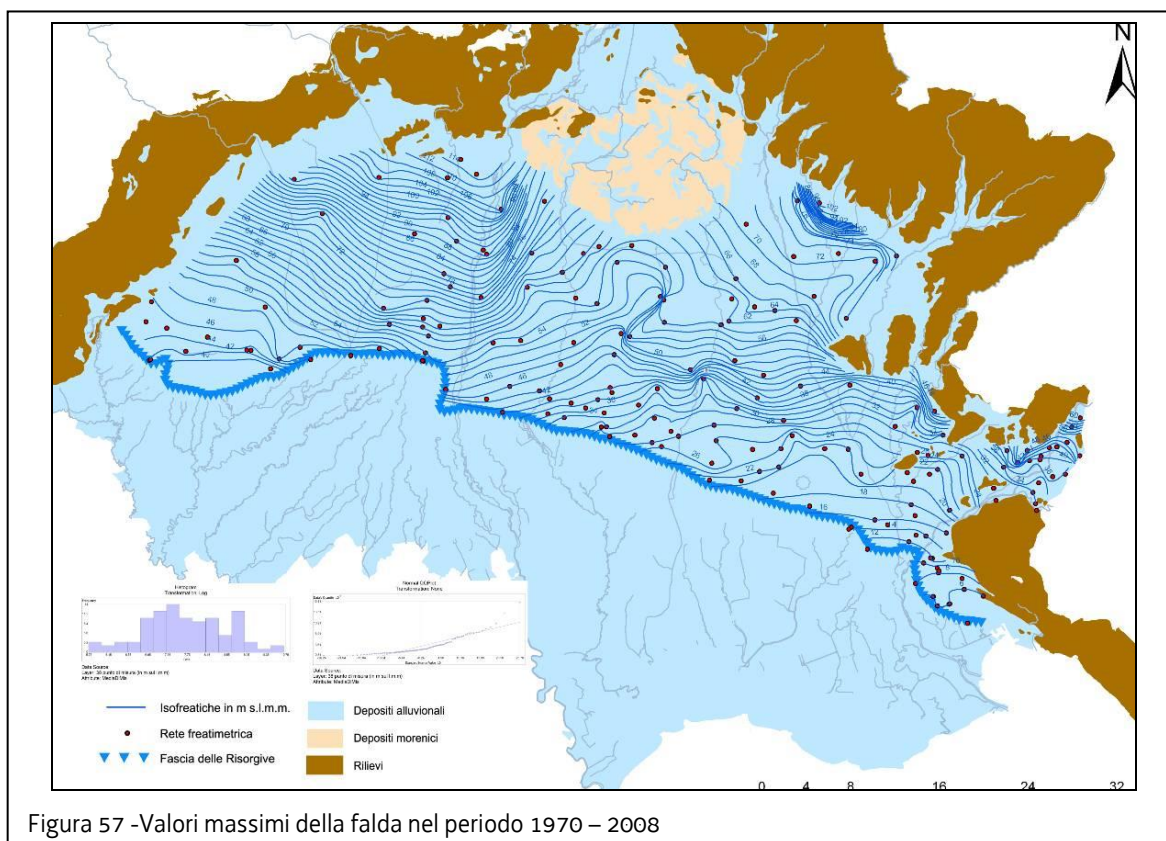


Figura 57 -Valori massimi della falda nel periodo 1970 – 2008



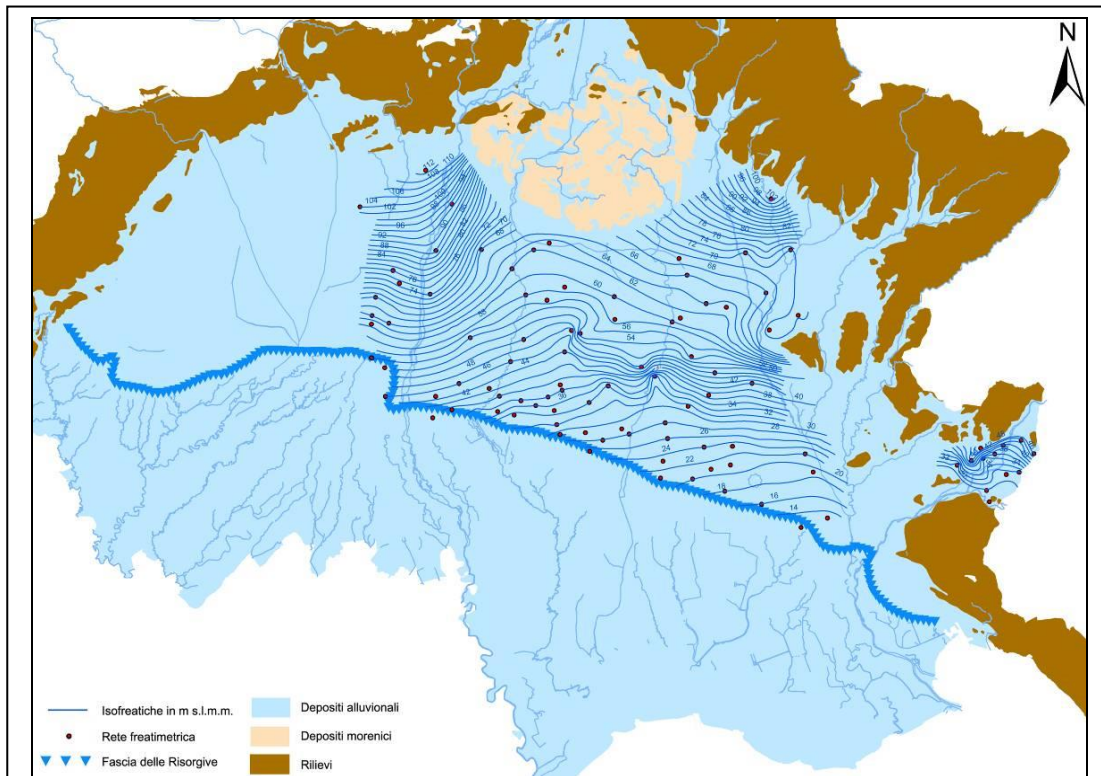


Figura 58 - Valori della falda nel periodo gennaio – febbraio 1977

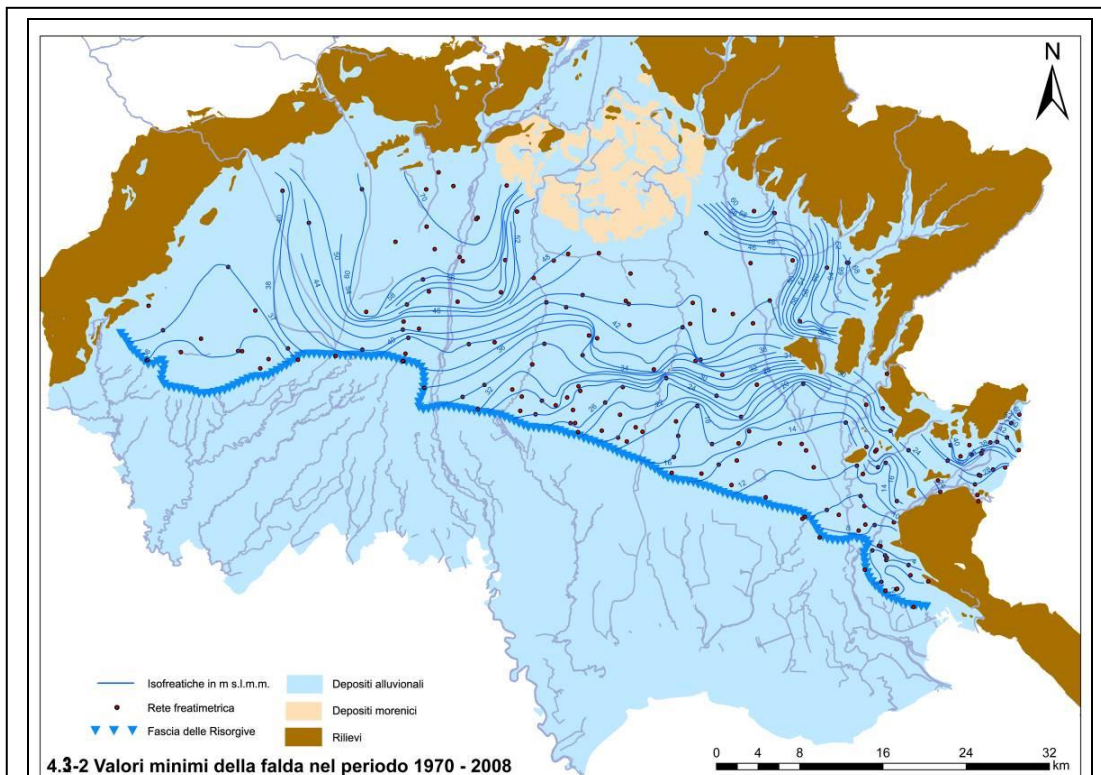


Figura 59- Valori minimi della falda nel periodo 1970 – 2008



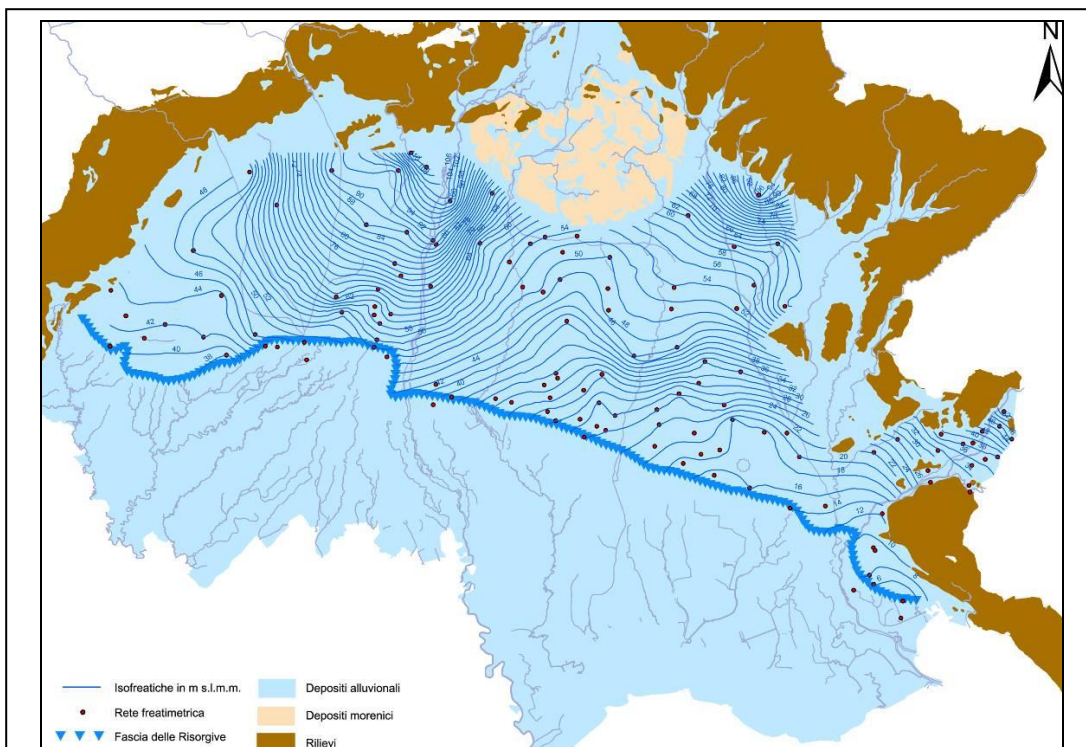


Figura 60 - Valori della falda nel periodo novembre 2000

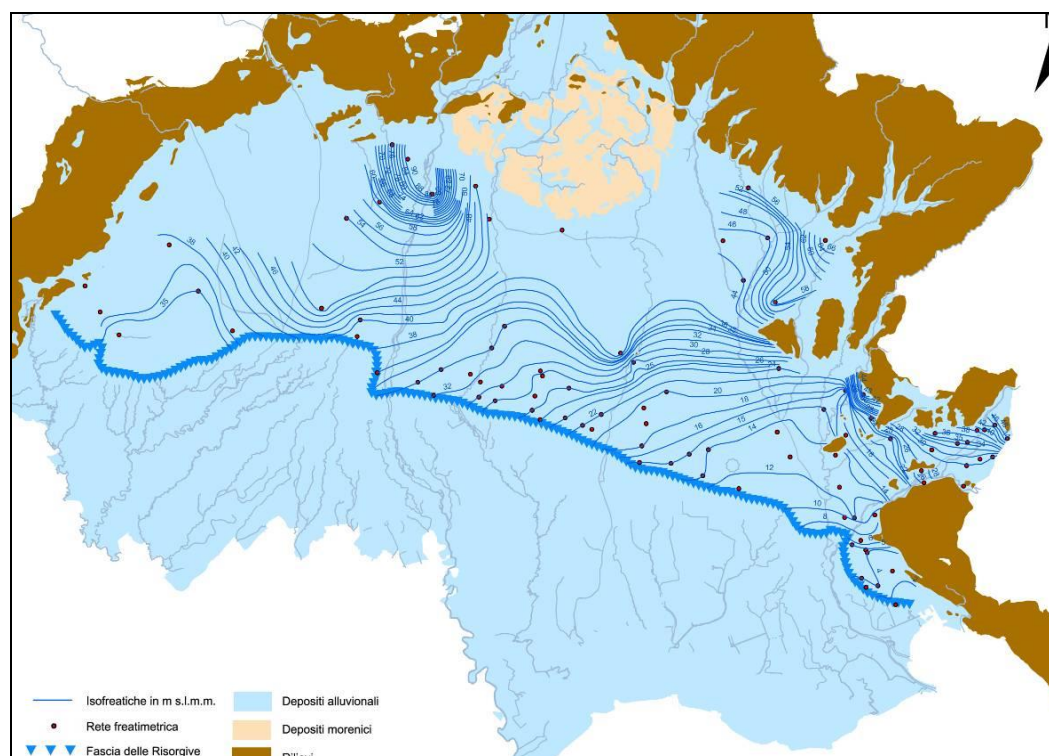
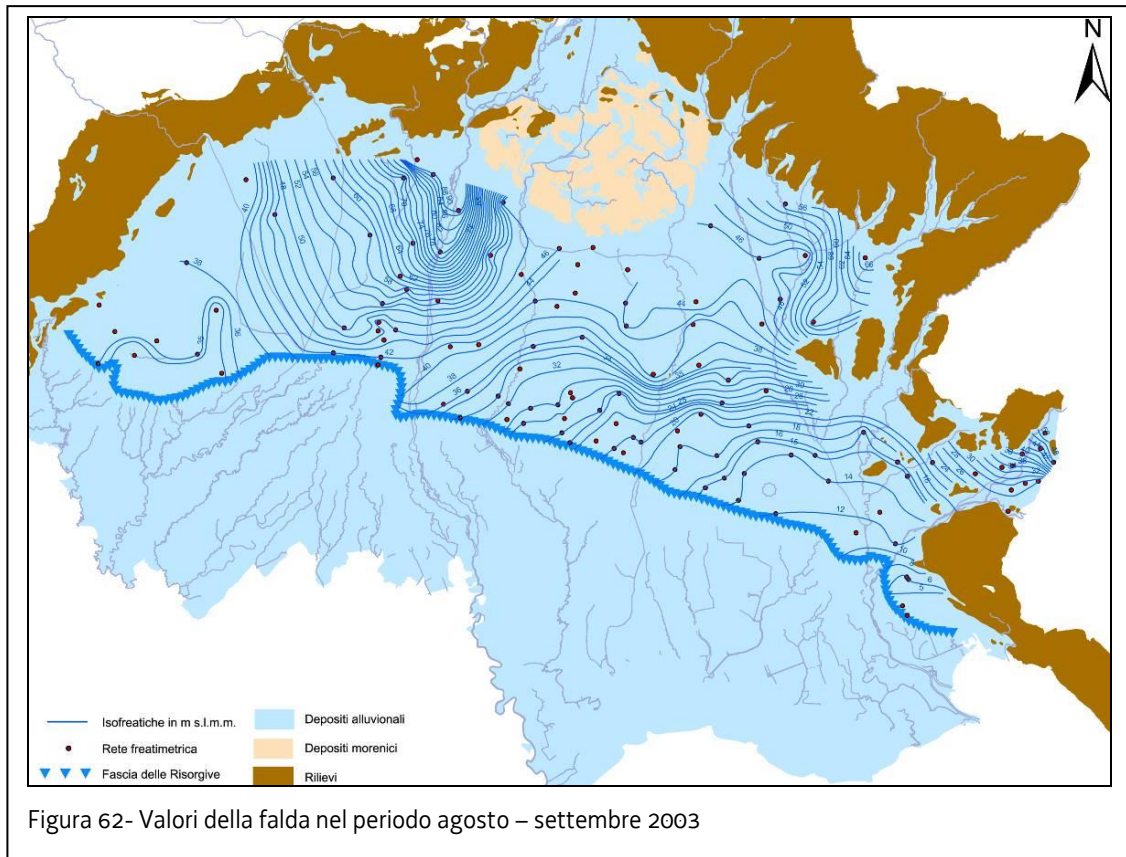


Figura 61- Valori della falda nel periodo agosto 1993



### Livello massimo della falda freatica nel periodo 1970-2008

Per il calcolo dei valori massimi raggiunti dalla falda freatica nel periodo che va dal 1970 al 2008, sono stati utilizzati 189 pozzi di misura. L'analisi di questi valori ha dato origine a carte realizzate con curve di livello spaziate di 2 metri (Figura 56). Per il computo totale, alcuni pozzi sono stati omessi dall'algoritmo UK e, in seconda analisi, sono stati ripresi manualmente in modo da accrescere il numero di informazioni in zone particolarmente complesse ove la mancanza di dati non era in grado garantire un'interpretazione soddisfacente.

I valori massimi piezometrici per l'Alta Pianura Friuliana variano da 6 nella zona del Monfalconese a 114 m in sinistra idrografica del fiume Tagliamento. L'andamento delle isofreatiche è indice delle dispersioni laterali dovute al Tagliamento che contribuisce all'alimentazione della falda sia nel settore orientale (provincia di Udine) che nel settore occidentale (provincia di Pordenone) dell'Alta Pianura. Nella zona a Sud di Udine, a Sud dell'anfiteatro morenico, l'andamento irregolare delle isofreatiche è in parte una conseguenza dalla presenza di locali orizzonti conglomeratici molto permeabili, che poggiano su substrati impermeabili. La direzione delle isofreatiche nella zona di Santo Stefano Udinese è caratterizzata da un andamento anomalo a causa della stazione di monitoraggio n. 61 che ha registrato periodi di prolungata secca con un periodo di interruzione di misura fino agli anni 90. Infine il sistema Idrografico Torre-Natisone alimenta la falda nella zona Nord orientale con direzioni di deflusso da NE a SW, mentre, nel settore centrale appare stabile con alcuni episodi di cessione delle acque e di conseguente ricarica dell'acquifero.

### **Livello del massimo evento (1977)**

Dall'analisi del DB PIEZO 84 stazioni di misura hanno registrato un evento di piena nei mesi di gennaio -febbraio 1977. In questo periodo, solo 99 pozzi erano in monitoraggio nell'Alta Pianura (per un totale di 700 valori di analisi). Le carte del livello della falda freatica anche in questo caso sono state ottenute tramite l'interpolatore UK con intervalli di due metri (Figura 58). Dall'analisi di questi dati storici è presente un ammanco di dati relativi alle stazioni di misura ubicate in destra Tagliamento. In questa zona infatti, solamente 11 stazioni di misura risultavano attive nei mesi di gennaio febbraio 1977. Per cui, la maggior parte dell'Alta pianura pordenonese, in particolare tra i fiumi Livenza e Meduna, era priva della rete di monitoraggio piezometrico che è stata ampliata notevolmente solo negli anni successivi.

La superficie freatica ottenuta dalle isofreatiche (Figura 58) relative al livello del massimo evento del 1977 è caratterizzata da un andamento convesso radiale. Le isolinee, che nel settore meridionale orientale e centrale (fino al fiume Tagliamento) sono tangenti con un angolo di basso grado rispetto alla Fascia delle Risorgive, denotano un'accentuata dispersione delle acque a favore dell'impinguamento della falda freatica. Le quote della falda sul livello del mare variano da 14 m nel Monfalconese, sino a 110 m nel settore pedemontano in destra Tagliamento. Nonostante la scarsità dei dati per il periodo analizzato (presenti solo nella parte centrale dell'Alta Pianura), è comunque distinguibile un andamento NW-SE delle direzioni di deflusso in sommario accordo con quanto precedentemente descritto nella carta dei valori massimi della falda registrati nel trentennio 1970-2008, a parte per la zona prossimale dei conoidi del Torre Natisone e del Torrente Cormor che hanno direzione di deflusso NE-SW.

### **Livello del massimo evento (2000)**

Nel periodo compreso tra il 1970 ed il 2008, analizzando i dati, è stato riscontrato un altro evento di piena verificatosi nel mese di novembre 2000. Da un'analisi dei valori massimi delle singole stazioni presenti nel DB PIEZO è emerso che 36 pozzi di misura hanno registrato un evento di massimo assoluto nell'autunno del 2000. In questo periodo la rete di monitoraggio regionale contava 127 pozzi (con 827 misure piezometriche) distribuiti in tutta l'Alta Pianura, a differenza dei dati del 1977 per il quale non risultavano stazioni attive nella destra idrografica del fiume Tagliamento. Le carte del livello della falda freatica anche in questo caso sono state ottenute tramite l'interpolatore UK e presentate con intervalli di due metri (Figura 59). Le isofreatiche sul livello marino hanno valori compresi tra 6 m nella zona del monfalconese fino a 112 m nella zona pedemontana in destra idrografica del Tagliamento. Restano pur tuttavia scarse le informazioni nella zona del pordenonese. Gli apporti alla falda freatica dovuti alle perdite in alveo e subalveo del fiume Tagliamento sono molto marcati vista la convessità della tavola d'acqua e l'elevato gradiente idraulico presente, sia in sinistra che in destra Tagliamento.

### **Livello minimo della falda freatica nel periodo 1970-2008**

Del periodo 1970-2008, sono stati presi in esame 194 pozzi ubicati nell'Alta Pianura. La carta ottenuta è stata sintetizzata con isolinee ad intervalli di due metri (Figura 57). Le isofreatiche hanno valori compresi tra 2 m s.l.m.m. nella zona del monfalconese fino a 70 m s.l.m.m. a valle dello sbocco del Tagliamento nell'Alta Pianura. Due aree risultano di difficile interpretazione a causa della scarsità dei dati disponibili: la zona del conoide dei fiumi Cellina e Meduna e la zona a nord di Udine.

### **Livello del minimo evento (1993)**

Questo livello minimo è stato individuato selezionando dal DB PIEZO il valore minimo per ogni singola stazione nel periodo 1970-2008. Nei mesi di agosto e settembre 1993 si sono



registrati i livelli minimi assoluti per 48 stazioni di misura. Nel periodo indagato, la situazione di magra si è protratta per parecchi mesi raggiungendo i valori minimi nell'agosto dello stesso anno in gran parte dei pozzi. La carta del livello della falda freatica anche in questo caso è stata ottenuta tramite l'interpolatore UK e presentata con intervalli di due metri (Figura 60). Le isofreatiche hanno valori compresi tra 2 m s.l.m.m. nel monfalconese, fino a 88 m s.l.m.m. nella pedemontana in destra idrografica del Tagliamento. Mancano dati nella zona dei conoidi dei fiumi Cellina e Meduna. Le perdite in alveo del fiume Tagliamento sono marcate sia in destra che in sinistra idrografica. In particolare si può vedere come il gradiente delle isofreatiche all'apice del conoide del Tagliamento sia molto più accentuato che nella parte distale dello stesso. Questa situazione può essere diretta conseguenza dell'andamento del substrato impermeabile su cui i depositi alluvionali poggiano.

### **Livello del minimo evento (2003)**

Nel periodo 1970-2008 si è registrato un altro periodo di magra ben definito nell'agosto-settembre 2003, nel quale 23 stazioni di misura presenti nel DB PIEZO hanno indicato un valore di minimo evento nei mesi estivi del 2003. Sono state utilizzate 131 stazioni piezometriche per redigere le carte delle isofreatiche, ottenute tramite l'interpolatore UK e presentate con intervalli di due metri (Figura 61). Le isolinee hanno, valori compresi tra 4 m s.l.m.m. nella zona del monfalconese e 92 m s.l.m.m. nella zona pedemontana in destra idrografica del Tagliamento. L'elaborazione ottenuta evidenzia le forti perdite in sub alveo del fiume Tagliamento. L'andamento delle isofreatiche a sud di Udine è legato alla presenza di orizzonti conglomeratici e all'affioramento del substrato prequaternario.

### **Considerazioni generali**

In tutte le carte esaminate, l'andamento delle isofreatiche è congruente e mette in evidenza alcune macroaree a comportamento idrogeologico omogeneo (conoide Cellina - Meduna, conoide del Tagliamento, settore meridionale all'Anfiteratro morenico, conoide Torre - Natisone, conoide dell'Isonzo) che caratterizzano il deflusso idrico dell'intera Alta Pianura:

- In corrispondenza del conoide Cellina - Meduna la falda ha direzione prevalente di deflusso da NNE - NE a SSW - SW con un gradiente relativamente elevato (0,007) fino alla congiungente Aviano - San Quirino;
- Le acque del Tagliamento si espandono sia in sinistra che in destra idrografica, con gradienti molto elevati (NW-SE 0,011) a causa sia delle condizioni idrologiche che dell'andamento del substrato impermeabile su cui le alluvioni poggiano;
- In corrispondenza del settore apicale del conoide Torre - Natisone le acque hanno direzione prevalente da NE a SW talora con gradienti elevatissimi (0,024);
- In corrispondenza del settore centrale dell'Alta pianura friulana a valle dell'Anfiteratro morenico, si individua una fascia a drenaggio preferenziale che convoglia le acque del Tagliamento e del Natisone verso sud, aggirando ad ovest gli alti geologico - strutturali di Variano, Orgnano, Pozzuolo; anche durante le magre questa fascia di drenaggio sotterraneo continua ad essere attiva;
- Nel settore orientale, ad est dell'alto strutturale e a nord di Palmanova, le acque defluiscono con direzione da nord a sud con gradiente più elevato a monte (0,0038) e via via decrescente fino alla Fascia delle Risorgive (0,0017);
- Data l'alta permeabilità del conoide dell'Isonzo, i deflussi avvengono in direzione da NE verso SW, condizionati dall'altopiano calcareo orientale, con gradienti non elevati.

In generale, il livello freaticometrico nel periodo compreso tra il 1970 ed il 2008 ha segnato escursioni massime molto marcate, con valori attorno ai 40-45 m nella parte più settentrionale dell'Alta pianura, dove la falda è più profonda rispetto al piano campagna, mentre scendendo verso Sud e avvicinandosi alla Fascia delle Risorgive le variazioni di livello diventano meno accentuate, con una diminuzione (dai 4 ai 6 metri) della differenza tra picchi di minimo e di massimo della falda.



## 3.5 VULNERABILITÀ INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI

### 3.5.1 PREMESSA

Il protocollo metodologico SINTACS (Civita, 1994; Civita & De Maio, 1997), proposto nell'ambito degli studi sulla vulnerabilità degli acquiferi svolti in ambito Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (C.N.R.), è un sistema parametrico a punteggi e pesi che prende in considerazione sette parametri per valutare la Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero:

- la Soggiacenza della falda,
- le caratteristiche dell'Infiltrazione in funzione del substrato e della copertura,
- le caratteristiche dell'azione autodepurante del Non saturo,
- la Tipologia della copertura,
- i caratteri idrogeologici dell'Acquifero,
- la Conducibilità idraulica dell'acquifero e del non saturo,
- l'acclività e le caratteristiche morfologiche della Superficie topografica.

A ciascun parametro viene attribuito un intervallo di punteggio da 1 a 10 secondo le caratteristiche litologiche, morfologiche, idrauliche, naturali, biologiche dell'area e dei complessi rocciosi coinvolti. La vulnerabilità intrinseca finale, l'indice SINTACS, è la somma dei punteggi dei sette parametri e si ottiene dalla sovrapposizione delle sette carte in cui ad ogni elemento areale viene assegnato il punteggio ottenuto moltiplicato per il peso assegnato ad ogni parametro d'ingresso:

$$\text{indice SINTACS} = S_o, S_{o_w} + I, I_w + N, N_w + T, T_w + A, A_w + C, C_w + S, S_w$$

dove

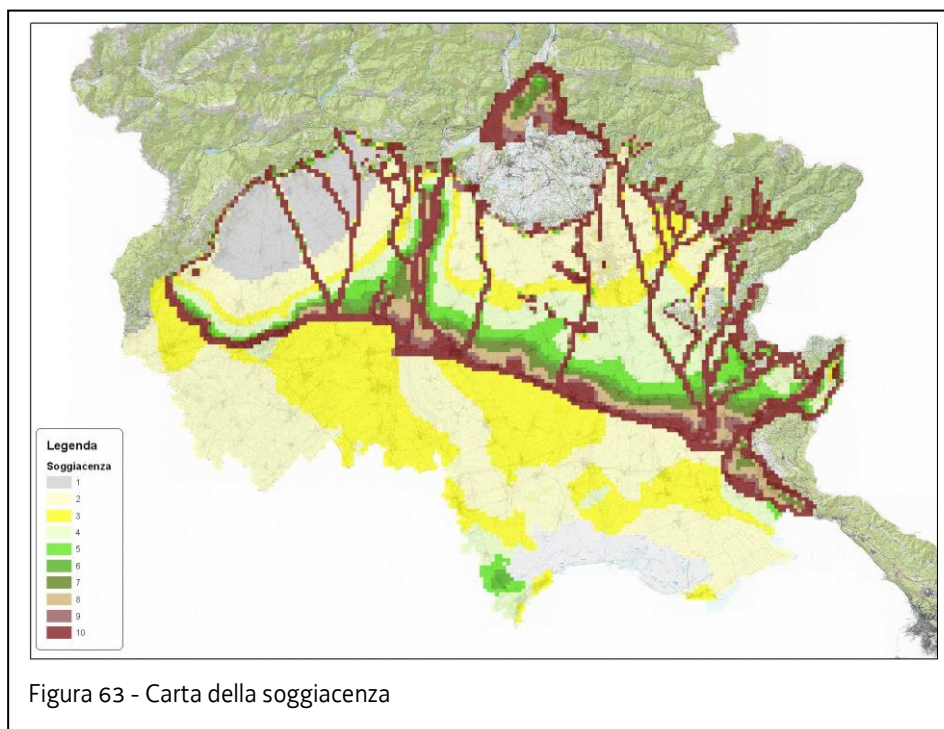
- a) **S**: soggiacenza;
- b) **I**: infiltrazione efficace;
- c) **N**: non saturo;
- d) **T**: tipologia della copertura;
- e) **A**: acquifero;
- f) **C**: conducibilità idraulica;
- g) **S**: superficie topografica;
- h) **r**: punteggio;
- i) **w**: peso associato ad ogni parametro.

Nell'ambito dello studio della vulnerabilità intrinseca, la pianura del Friuli Venezia Giulia è stata suddivisa in elementi areali quadrati di 500 metri di lato, secondo una maglia regolare e ad ogni elemento areale sono stati attribuiti i punteggi previsti.

Sono stati presi in considerazione l'acquifero freatico contenuto nell'Alta pianura e l'insieme degli acquiferi A e B, che spesso si presentano interdigitati, nella Bassa pianura. Tali acquiferi artesiani hanno un andamento articolato e sono contenuti in livelli abbastanza permeabili, da

sabbiosi a ghiaioso-sabbiosi. Gli orizzonti talvolta hanno potenza superiore alla decina di metri, ma più spesso suddivisi in orizzonti permeabili di pochi metri di spessore intercalati a livelli argilloso-limosi impermeabili mediamente più potenti.

### 3.5.2 SOGGIACENZA

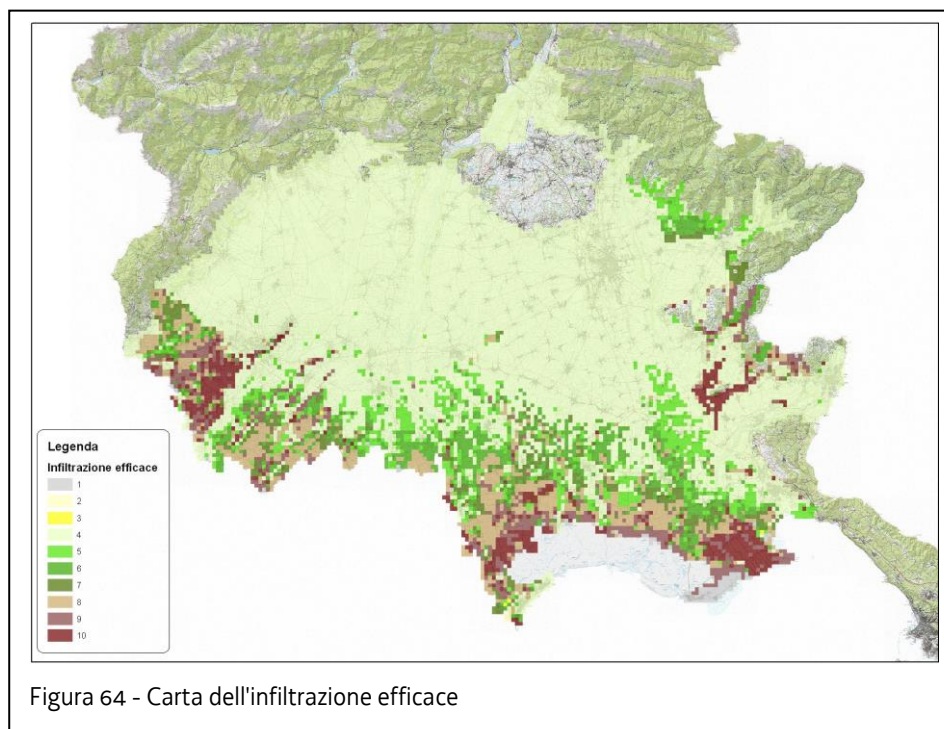


La carta della soggiacenza, che valuta la profondità del tetto della falda, è stata ottenuta tenendo conto dei valori piezometrici della rete di monitoraggio regionale, della presenza dei corsi d'acqua superficiali, nonché dell'andamento topografico dei rilievi. Inoltre per la Bassa pianura è stato utilizzato il valore del tetto dell'acquifero A, come analizzato dallo "Studio sugli acquiferi regionali finalizzato anche alla definizione di linee guida per il corretto e compatibile utilizzo delle loro acque" realizzato dall'Università degli Studi di Trieste (Dipartimento di Geoscienze e Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale) su incarico della Direzione centrale ambiente. Il punteggio per ogni singola cella è funzione dei diversi intervalli di profondità con spessori compresi tra 2 m e 100 m e quindi con valori tra 9 e 1 secondo la tabella che si riporta di seguito.

Punteggio (So)	Profondità dal p.c. [m]
10	<2
9	2-3
8	3-5
7	5-8
6	8-10
5	10-15
4	15-25
3	25-35
2	35-75
1	>75

Tabella 6 - Soggiacenza

### 3.5.3 INFILTRAZIONE EFFICACE



Questo parametro mette in evidenza la predisposizione all'infiltrazione in profondità degli inquinanti e la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione. L'infiltrazione efficace dipende dalla piovosità efficace e dalle condizioni idrogeologiche superficiali che vengono conglobate nell'indice di infiltrazione determinato in base alla litologia superficiale.

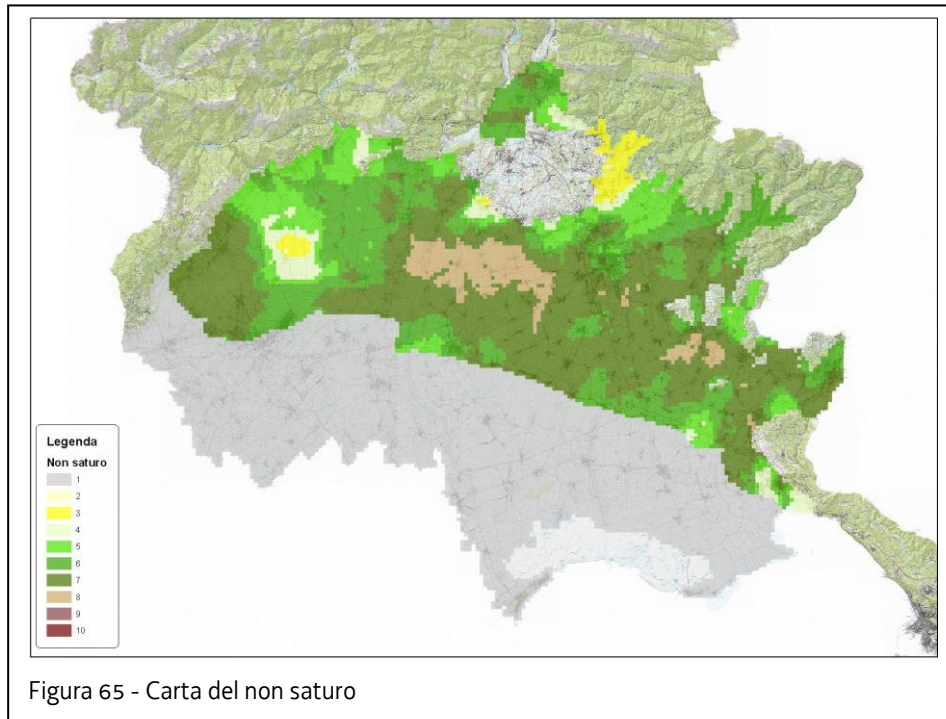
Dato che i suoli hanno potenza pari o superiore ad un metro, il valore di infiltrazione media annua è stato ricavato moltiplicando il valore delle Piovosità (P) e dell'Evapotraspirazione efficace (ER), come calcolati nel capitolo dell'Analisi Conoscitiva relativo al bilancio idrologico, per il coefficiente di infiltrazione potenziale (X) calcolato sulla base della tessitura dei diversi suoli (utilizzata anche nel parametro Tipologia della copertura), secondo la formula  $I=X*(P-ER)$ .

Il punteggio per ogni singola cella è funzione dei diversi intervalli di infiltrazione efficace calcolata in mm/anno, secondo la tabella 7.

Punteggio (I)	mm/anno	
1	0-29	
2	30-54	
3	55-74	
4	75-99	>475
5	100-124	425-474
6	125-149	385-424
7	150-174	365-384
8	175-219	325-364
9	220-249	300-324
10	250-299	

Tabella 7 - Infiltrazione efficace

### 3.5.4 NON SATURO (EFFETTO DI AUTODEPURAZIONE)

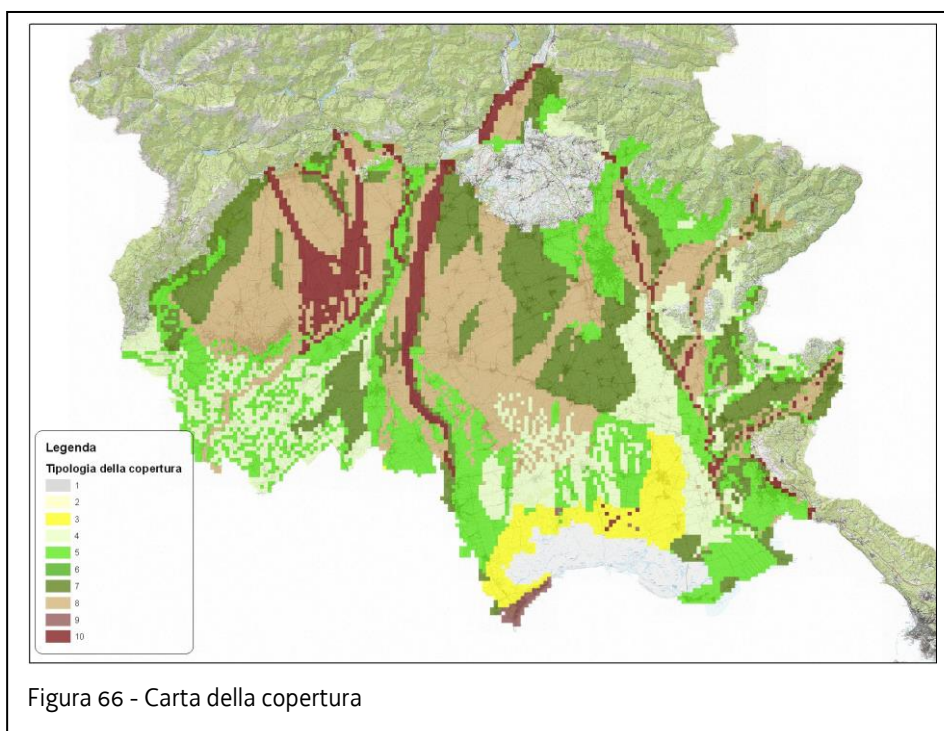


Questa carta mette in evidenza i processi chimico-fisici che hanno sede nell'insaturo per la valutazione dell'azione di autodepurazione e di attenuazione dell'inquinamento esplicita dallo spessore degli orizzonti insaturi.

Utilizzando il grande database regionale dei pozzi, da poco unificato, sono state utilizzate tutte le stratigrafie disponibili, considerando i diversi strati riconoscibili dal piano campagna sino al tetto della falda freatica. Ad ogni tipologia di strato è stato attribuito un valore di litotipo secondo quanto previsto nel protocollo SINTACS e mediante media ponderata è stato ricavato il valore di Non saturo per singola stratigrafia, ricostruendo poi l'andamento del parametro per tutta l'area di studio mediante analisi spaziale, con valori riconosciuti da 1 ad 8. Per la Bassa Pianura, considerata la presenza di un acquifero confinato, è stato attribuito, come da protocollo SINTACS, il valore unitario pari a 1.



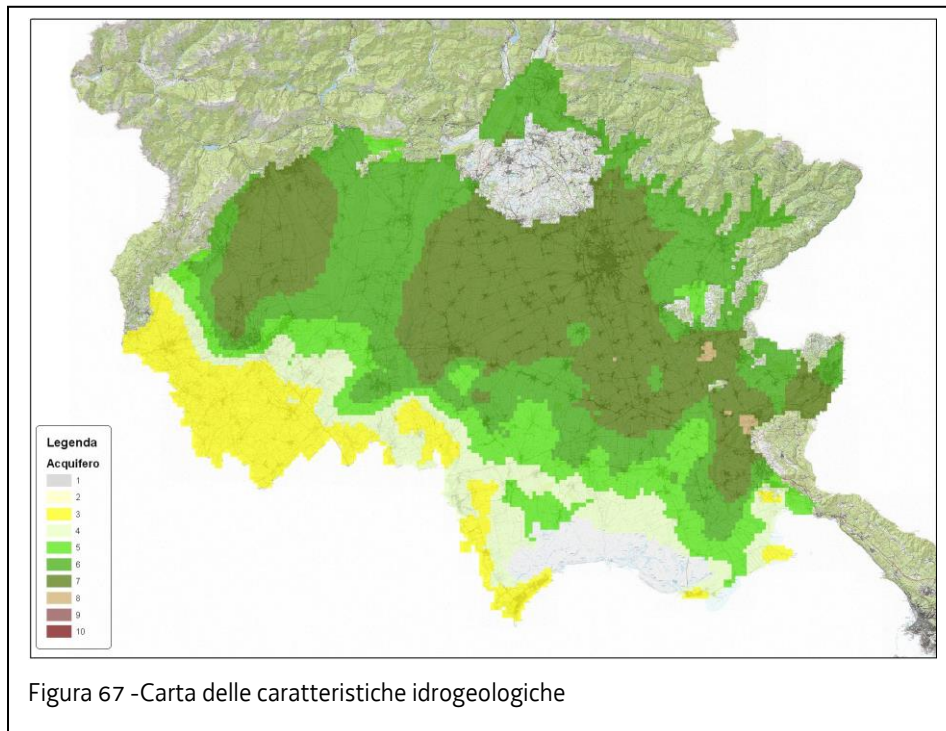
### 3.5.5 TIPOLOGIA DELLA COPERTURA



Per elaborare la carta della copertura e definire l'entità di abbattimento superficiale dell'inquinante sono state utilizzate le Carte pedologiche del Friuli Venezia Giulia, realizzate da ERSÀ-FVG.

Sulla base della capacità di attenuazione del suolo, sono state individuate le classi prese in considerazione da SINTACS e si è loro attribuito il relativo punteggio.

### 3.5.6 ACQUIFERO (CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE)



Con questo parametro si considerano le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero, il grado di porosità primaria e secondaria, la composizione lito-mineralogica e il grado di permeabilità.

Sono stati utilizzati i dati di tutti i pozzi presenti nell'area di studio, estraendo dalla stratigrafia le informazioni sui diversi strati, in particolare per la Bassa Pianura, compresi tra il tetto della falda A ed il letto della falda B, ed utilizzando in Alta Pianura tutte le stratigrafie di pozzi con conoscenze che arrivano almeno fino a 0 m slm.

Il calcolo della media ponderata ha portato poi ad avere una distribuzione dei valori SINTACS da 3 ad 8.

### 3.5.7 CONDUCEBILITÀ IDRAULICA

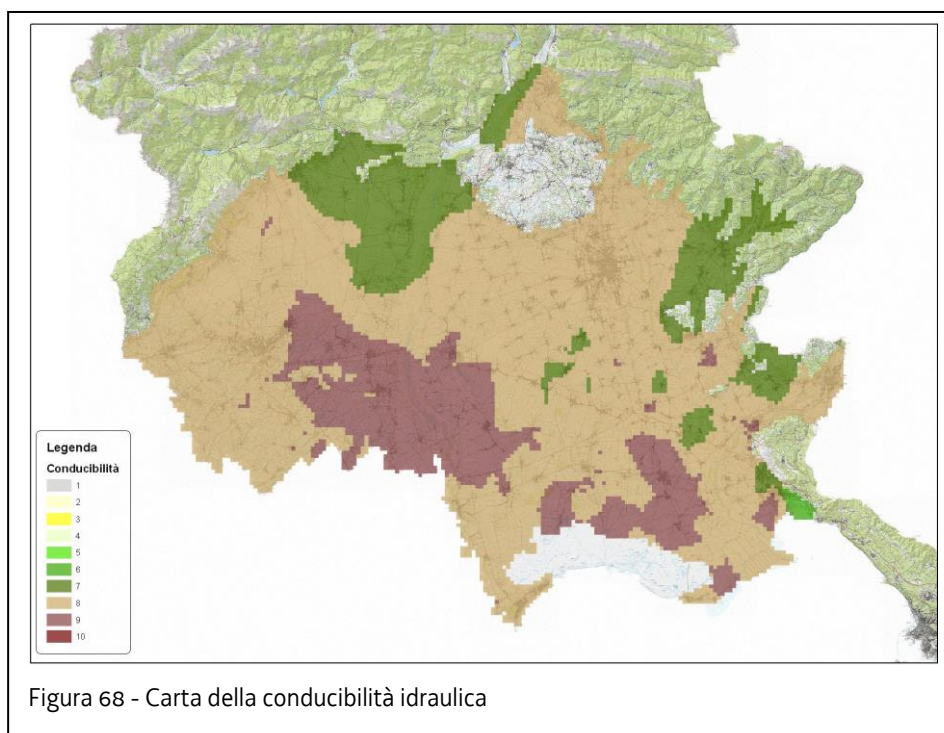


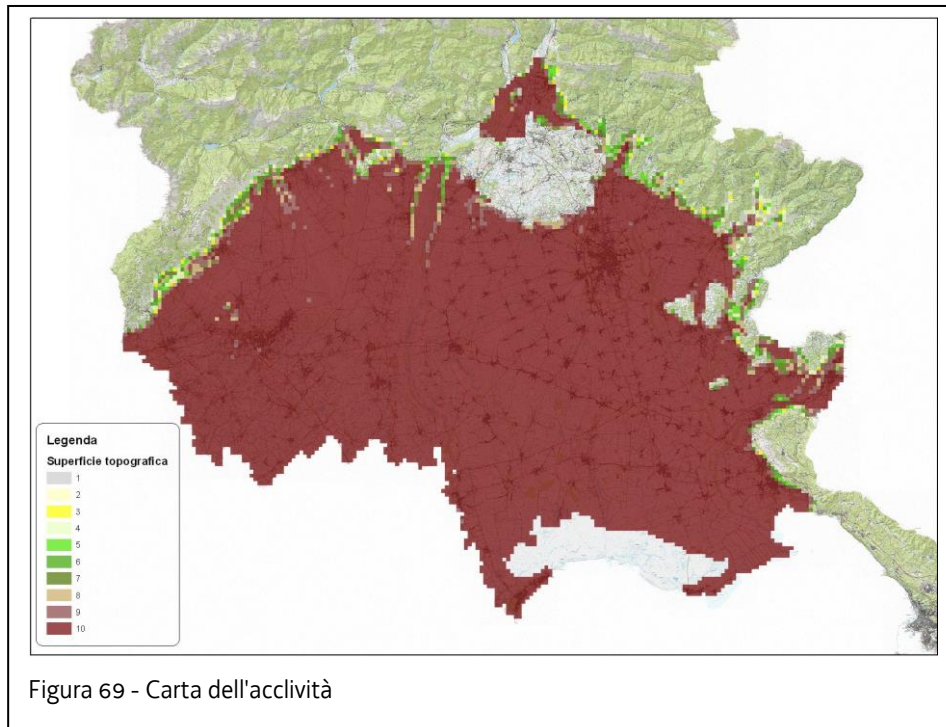
Figura 68 - Carta della conducibilità idraulica

Questo parametro rappresenta la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e dà indicazioni sulla velocità con cui un inquinante può raggiungere i punti di recapito. Per la valutazione della permeabilità orizzontale sono stati utilizzati i valori descritti nello "Studio sugli acquiferi regionali finalizzato anche alla definizione di linee guida per il corretto e compatibile utilizzo delle loro acque", con un range che va da  $5 \cdot 10^{-2}$  a  $5 \cdot 10^{-5}$ . Utilizzando le stesse stratigrafie dell'acquifero, depurate però dai livelli impermeabili, sono stati attribuiti i valori di permeabilità orizzontale e quindi il relativo punteggio, secondo la corrispondenza della tabella 8.

C	K[m/s]
9	$5 \cdot 10^{-2}$
8	$1 \cdot 10^{-3}$
7	$1 \cdot 10^{-4}$
6	$1 \cdot 10^{-5}$

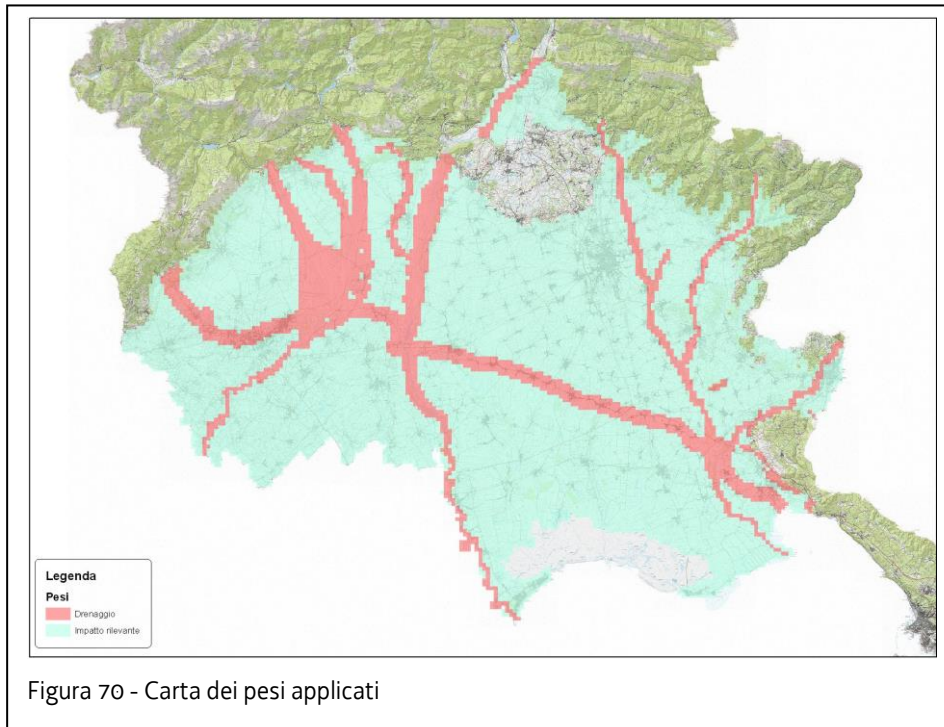
Tabella 8

### 3.5.8 SUPERFICIE TOPOGRAFICA (ACCLIVITÀ)



Utilizzando il modello tridimensionale del terreno, disponibile per tutta il territorio regionale, è stata prodotta la carta dell'acclività (in gradi), suddivisa poi secondo range di pendenza a cui corrispondono le diverse classi SINTACS.

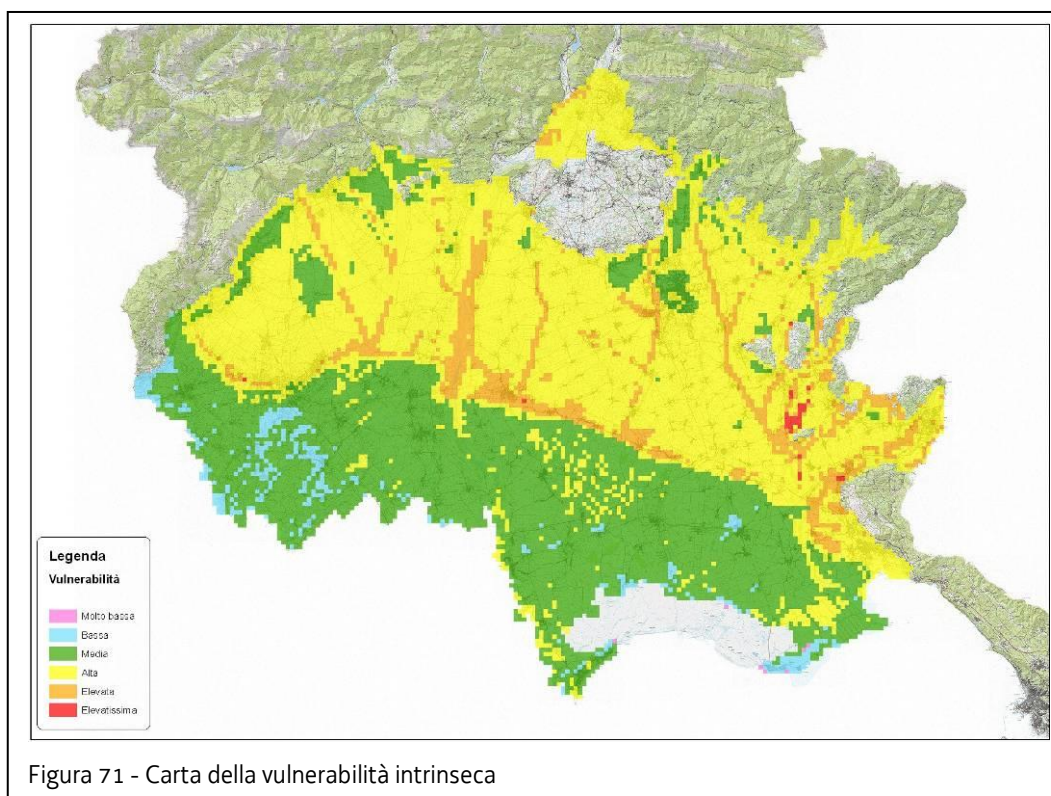
### 3.5.9 PESI



In modo da dare il giusto peso ai parametri esaminati, la metodologia SINTACS prevede di attribuire quattro stringhe di pesi alle diverse tipologie di impatto. Per l'areale preso in considerazione sono riconoscibili due tipi di impatto, quello cosiddetto a "drenaggio" in corrispondenza dei letti dei principali corsi d'acqua, dei conoidi del Cellina-Meduna e della fascia delle risorgive, mentre il rimanente vasto areale ad "impatto rilevante" copre buona parte di tutta la pianura, sottoposta a forte urbanizzazione o ad utilizzo agricolo.



### 3.5.10 VULNERABILITÀ INTRINSECA



La carta elaborata definisce la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi della pianura friulana, secondo il protocollo metodologico SINTACS, suddividendo l'area esaminata in sei classi di vulnerabilità (Tabella 9).

Classe	SINTACS grezzo	SINTACS normalizzato
Bassissima	26 - 80	1 - 23
Bassa	81 - 105	24 - 33
Media	106 - 140	34 - 48
Alta	141 - 186	49 - 68
Elevata	187 - 210	69 - 78
Elevatissima	211 - 260	79 - 100

Tabella 9 - Classi di vulnerabilità

Tutta l'alta pianura risulta con valori di vulnerabilità generalmente alta, che diventa elevata nella fascia delle risorgive e lungo i principali corsi d'acqua. Soltanto alcune zone nell'alta pianura pordenonese e in parte del territorio a nord di Udine mostrano valori di vulnerabilità media.

Per quanto riguarda la bassa pianura, si riconosce una vulnerabilità generalmente di valore medio, con la presenza di valori di vulnerabilità bassa presenti soprattutto nel pordenonese. Questo però non preserva le falde artesiane della bassa pianura dal rischio indiretto dovuto all'alimentazione prevalente dall'acquifero freatico presente nell'alta pianura.

Sulla base di quanto avvenuto nello studio di vulnerabilità effettuato dalla Provincia di Udine (2003), è stato ampliato il range dei valori di vulnerabilità intrinseca normalmente

utilizzati dal protocollo SINTACS, differenziando in maniera migliore le due classi media ed alta, con quattro nuove classi: medio bassa, medio alta, alta, altissima.

Classe	SINTACS grezzo	SINTACS normalizzato
Bassissima	26 - 80	1 - 23
Bassa	81 - 105	24 - 33
Medio bassa	106 - 120	34 - 40
Medio alta	121 - 140	41 - 48
Alta	141 - 166	49 - 59
Altissima	167 - 186	50 - 68
Elevata	187 - 210	69 - 78
Elevatissima	211 - 260	79 - 100

Tabella 10 - Vulnerabilità intrinseca (8 classi)

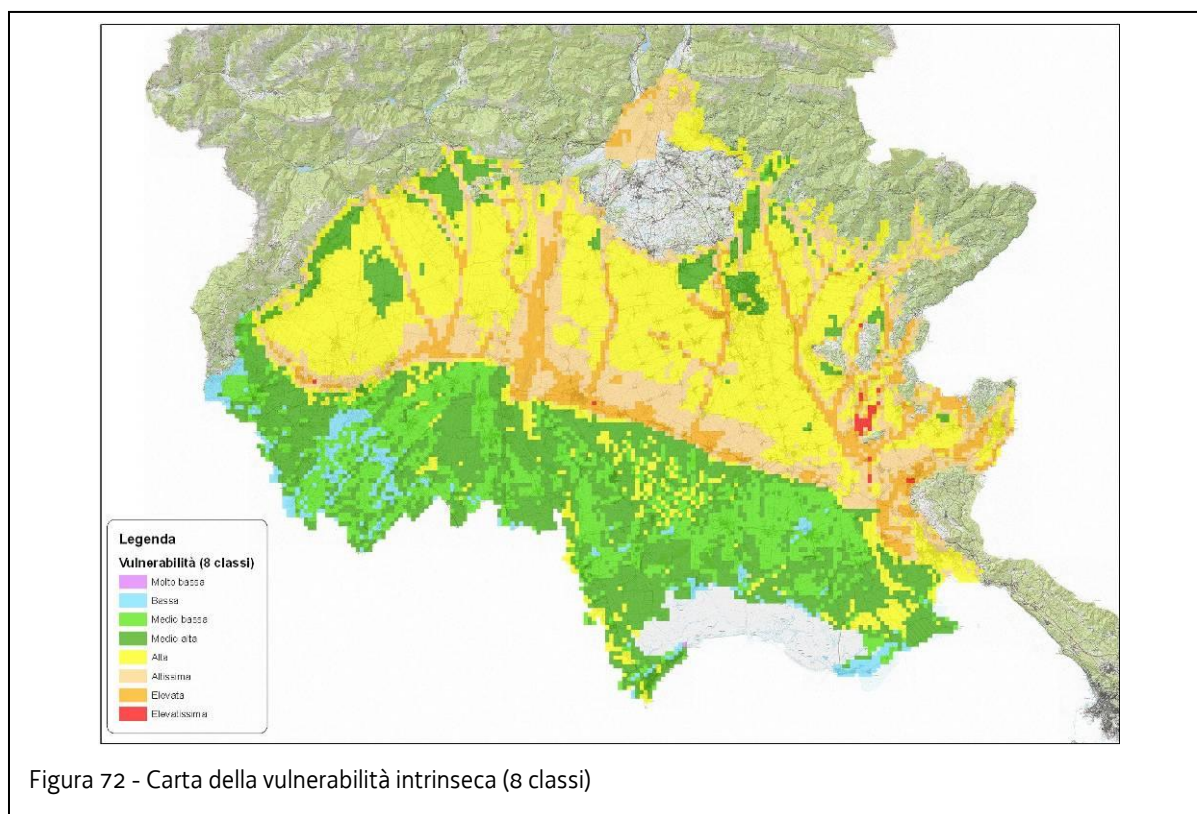


Figura 72 - Carta della vulnerabilità intrinseca (8 classi)

Ciò permette una migliore differenziazione delle due classi maggiormente rappresentate; in Alta pianura si nota come sulla base di una generale vulnerabilità alta, la fascia delle risorgive e le zone contermini al corso del fiume Tagliamento e del sistema Torre-Natisone-Isonzo mostrino i valori più alti della classe.

In Bassa pianura, generalmente ricadente nella classe media, si individuano sia zone a vulnerabilità medio bassa, sia areali a vulnerabilità medio alta.

## 3.6 Caratterizzazione degli habitat nelle acque superficiali

### 3.6.1 Ambienti lentic

Comprendono i laghi, gli stagni e le paludi perennemente inondate. I laghi in Friuli Venezia Giulia sono relativamente rari e di estensione ridotta. I laghi attualmente esistenti di origine naturale sono pochi. È necessario ricordare tuttavia che molti laghi di origine naturale hanno subito modificazioni tali da essere ormai parzialmente artificiali. Alcuni bacini naturali di piccole dimensioni sono ormai difficilmente distinguibili da stagni o paludi completamente occupate da vegetazione. Molto più numerosi sono i bacini lacustri di origine artificiale. I più estesi sono quelli generati dalle grandi dighe, localizzati nell'area montana. Nelle aree pedemontane e di pianura sono molto diffusi i bacini artificiali generati dall'attività di estrazione di argilla o di inerti. Questi bacini hanno dimensioni molto variabili e sono diffusi in tutta la Regione, sono raramente alimentati da immissari superficiali, dato che in genere la presenza dell'acqua è garantita dall'emersione di una falda o dall'apporto delle precipitazioni. Altri piccoli bacini sono stati creati in passato come raccolte d'acqua destinate sopra tutto all'abbeverata degli animali domestici. Un tempo diffusissimi nell'alta pianura friulana e sul Carso, di questi ambienti sono rimasti ormai rari esempi.

Le paludi e le torbiere, caratterizzate da profondità limitate, sono ormai estremamente ridotte in superficie sull'intero territorio regionale. La loro valenza ecologica è accentuata dalla rarità di questi ambienti che, dopo secoli di bonifiche sono stati, solo recentemente, oggetto di programmi di salvaguardia e ripristino.

#### Pozze naturali di alta quota

Si tratta di piccole raccolte d'acqua al fondo di avvallamenti su terreni impermeabili e non carsificati, talvolta residui di bacini lacustri glaciali. Il fondo è in genere costituito da sedimenti fini che possono essere sovrapposti a detrito di versante. Il ricambio idrico è in genere legato alle precipitazioni ed alla fusione della neve. Le variazioni dei parametri chimico-fisici nel corso dell'anno sono estreme. La vegetazione acquatica è in genere rappresentata esclusivamente da alghe, fra cui predominano le diatomee bentoniche e quelle planctoniche. Manca la fauna ittica. I macroinvertebrati bentonici sono rappresentati per lo più da forme larvali di Insetti, mentre il plancton è costituito sia da rotiferi che da crostacei. Sono habitat estremamente importanti per la riproduzione di alcuni Anfibi.

#### Pozze e raccolte artificiali di alta quota

Realizzate a servizio degli alpeggi per l'abbeverata del bestiame, o durante la Prima Guerra Mondiale per l'abbeverata degli animali da soma, sono raccolte d'acqua di dimensioni talvolta modeste, quasi sempre con scarsa profondità e caratteristiche del tutto analoghe a quelle delle pozze naturali, sia per quanto riguarda l'alimentazione che per l'ecologia. Sono noti alcuni tentativi di introduzione di fauna ittica che non hanno avuto tuttavia successo.

#### Laghetti alpini di alta quota

Sono bacini lacustri la cui estensione può essere modesta, generalmente di origine glaciale, situati al fondo di conche e privi di immissari superficiali perenni. La profondità massima di questi bacini è maggiore rispetto a quella delle pozze, ma generalmente è inferiore a 3 metri. Il

laghetto alpino più profondo presente sul territorio regionale è verosimilmente quello di Avostanis. Il fondo di questi laghetti è costituito in genere da sedimenti fini nella porzione centrale, mentre lungo le sponde possono essere presenti estese aree con detriti grossolani. La vegetazione acquatica può essere limitata alle sole alghe, ma nelle fasce sottoriparie sono spesso presenti sia le elofite che le idrofite. La fauna ittica risulta essere per lo più introdotta in tempi relativamente recenti. L'unica specie ittica naturalmente presente in questi ambienti può essere la sanguinerola. Benthos e plancton sono in genere simili a quelli delle pozze, anche se è possibile osservare una zonazione dovuta alla maggiore estensione dei bacini. Anche questi ambienti sono importanti siti di riproduzione per gli Anfibi. L'introduzione della fauna ittica interferisce con quest'ultima funzione ecologica dei laghetti alpini in mancanza di mesohabitat differenziati idonei alla separazione fra le due componenti faunistiche.

### **Laghi alpini naturali di bassa quota**

In Regione sono rappresentati dai Laghi di Fusine e di Raibl. L'estensione di questi bacini è superiore rispetto a quella dei laghi situati a quote maggiori e l'ambiente ripario è del tutto differente. Immissari superficiali individuabili possono essere assenti (Lago Inferiore di Fusine) o chiaramente presenti (Lago di Raibl) anche se non permanenti. Si possono individuare chiaramente delle zonazioni sia nell'ambiente acquatico che in quello perilacuale. La profondità massima è superiore a 3 m ed il fondo è costituito da detriti di varia dimensione, più fini al centro del bacino e più grossolani presso le rive. La vegetazione presente sulle sponde comprende sia specie arboree non riparie (abete rosso, abete bianco, faggio) che specie riparie (salici ed ontani). La vegetazione acquatica è costituita prevalentemente da alghe, ma sono osservabili anche fanerogame, in genere presenti in aree limitate presso le rive. La fauna ittica presente naturalmente è costituita dalla sanguinerola, la trota fario è stata certamente introdotta dall'uomo, mentre è discusso lo status delle popolazioni di salmerino alpino. Il benthos è ancora costituito prevalentemente da larve di Insetti, mentre nel plancton sono sempre presenti e numerosi i Crostacei. Questi ambienti forniscono l'habitat ideale per la riproduzione degli Anfibi, in particolare nelle fasce sottoriparie. È presente marginalmente l'avifauna, in particolare con esemplari di germano reale allo stato semidomestico.





Figura 62 - Lago superiore di Fusine

### Laghi montani artificiali

Sono caratterizzati da un'estensione superiore rispetto a quella dei bacini naturali, con profondità nettamente maggiori. Si tratta di ambienti fortemente influenzati dai cicli di invaso degli impianti idroelettrici. Il fondo è costituito sia da sedimenti fini nella porzione centrale, che da sedimenti grossolani lungo le rive. In virtù delle notevoli variazioni di livello indotte dalla gestione degli invasi la presenza di sedimenti fini lungo le sponde è pressoché nulla. Le variazioni di livello idrico comportano una scarsa presenza di vegetazione acquatica nella fascia sottoriparia, poiché questa sarebbe soggetta a lunghi periodi annuali di emersione. La fauna ittica presente può derivare da quella presente nei corsi d'acqua il cui sbarramento ha generato il bacino od essere stata introdotta. Le specie ittiche naturalmente presenti sono la sanguinerola, la trota marmorata, il temolo, alle quote inferiori anche il cavedano. Dovunque sono state introdotte la trota fario e la trota iridea. Recentemente il cavedano è comparso anche in bacini dove mancava nel corso d'acqua da cui hanno tratto origine. Il benthos è composto prevalentemente da larve di Insetti, da Anellidi e da Crostacei, il plancton, sebbene scarso, da Rotiferi e Crostacei. I laghi artificiali sono habitat importanti per la riproduzione di alcune specie di Anfibi e sono meta di migrazioni da e per i boschi circostanti.

### Laghi di valle naturali

Questa categoria potrebbe essere rappresentata esclusivamente dal Lago di Cavazzo, su cui insistono però modificazioni di notevole entità a causa dell'immissione delle acque di



scarico della centrale idroelettrica di Somplago. Alle originali caratteristiche di un bacino temperato di bassa quota si sono sostituite quelle prossime ad un lago di tipo alpino. Il Lago di Cavazzo tuttavia conserva alcuni caratteri che lo distinguono nettamente da quelli situati a quote maggiori. La vegetazione innanzitutto è costituita sia da alghe che da fanerogame acquatiche od anfibi. Sono presenti ambienti di canneto ed un'ampia parte delle rive presenta una sequenza di habitat di transizione fra l'ambiente acquatico in senso stretto e quello terrestre forestale. Il fondo è costituito da detriti grossolani presso le rive, ma nella porzione centrale del lago sono presenti estesi depositi di sedimenti fini. La fauna ittica originaria è stata modificata sia dall'immissione delle acque fredde che dall'introduzione di specie originariamente assenti. Ai Salmonidi, rappresentati attualmente dalla trota fario, si affiancano i Ciprinidi (cavedano, tinca, carpa, sanguinerola) ed i Percidi (persico reale e persico sole), mentre risultano ancora presenti l'anguilla ed il luccio. Il benthos è differenziato notevolmente nei diversi microhabitat, prevalgono comunque gli Insetti, gli Anellidi, i Crostacei ed i Molluschi. Il plancton è più povero rispetto alle condizioni naturali del bacino. Il lago fornisce gli habitat adatti alla riproduzione degli Anfibi. L'avifauna è presente con specie nidificanti ed il lago è utilizzato come sito di sosta nel periodo migratorio.

### **Laghi della fascia pedemontana**

Sono bacini di piccole dimensioni situati al margine meridionale delle Prealpi. In Regione rimangono solamente i laghi di Cornino e Minisini. I due bacini differiscono tuttavia fortemente per morfologia ed ecologia, non rappresentando in effetti un'autentica tipologia unica. Il lago di Cornino è relativamente profondo, oligotrofico, con fondo costituito da detriti grossolani di versante e depositi di sabbie grossolane nella porzione centrale, lungo le sponde sono rare le elofite, mentre in tutto il bacino sono presenti ampiamente le alghe e le idrofite. Il lago Minisini è ormai quasi completamente colmato da sedimenti ed ha assunto l'aspetto di una palude occupata completamente da canneto. La fauna ittica di questi bacini dipende ampiamente dalle introduzioni effettuate nel corso dell'ultimo secolo. Il benthos è ricco nel lago Minisini, mentre risulta essere più povero in quello di Cornino (coerentemente col differente trofismo). Il plancton è scarso nel lago di Cornino, mentre è più abbondante nel lago Minisini. Quest'ultimo bacino è un ambiente particolarmente importante per la vita e riproduzione degli Anfibi.

### **Laghi della fascia collinare morenica**

Anche questa tipologia comprende un solo esempio: il Lago di Ragogna. L'estensione del bacino è relativamente limitata e la profondità massima è inferiore a 10m. Gli immissari sono costituiti da piccoli ruscelli, mentre l'emissario è da considerare intermittente. Il fondo è costituito prevalentemente da sedimenti fini, derivanti dal dilavamento delle superfici agrarie della conca intermorenica, ma presso le rive è possibile ancora osservare limitate estensioni di fondi ghiaiosi. La fauna ittica è composta prevalentemente da Ciprinidi (cavedano, scardola, carassio, carpa, tinca, alborella) cui si affiancano il luccio, l'anguilla, il persico reale, il persico trota ed il persico sole. Il benthos è ampiamente differenziato nelle varie fasce di profondità. Più diversificato presso le sponde, in particolare nei canneti e fra le fanerogame acquatiche, diviene monotono nella zona centrale ipossica (sono presenti esclusivamente larve di Ditteri Chironomidi). Il plancton è abbondante e caratterizzato da notevoli variazioni stagionali. Il lago viene utilizzato come sito riproduttivo o di permanenza da molti Anfibi. L'avifauna nidificante comprende diverse specie acquatiche (svasso maggiore, gallinella d'acqua, germano reale), il sito è utilizzato anche durante il passo stagionale (in particolare dagli Anatidi).



Figura 63 - Lago di Ragogna

### Laghi e laghetti artificiali della pianura

Si tratta di bacini generati dall'escavazione in cave di argilla o di inerti. Le loro caratteristiche sono dipendenti dal tipo di terreni in cui sono stati scavati e dalla loro posizione. Gli scavi originali avevano in genere determinato una forte pendenza delle rive, ma dopo l'abbandono i bacini scavati in terreno ghiaioso hanno subito una rapida evoluzione morfologica. I bacini scavati in terreni argillosi invece hanno sponde con una maggiore acclività. L'alimentazione dei bacini di cava può dipendere esclusivamente dalle precipitazioni, come nel caso delle cave di argilla della zona collinare, essere legata all'affioramento di una falda, come nella maggior parte delle cave della pianura, od infine avere un'alimentazione parziale da derivazione di acque superficiali o da cattura di piccole risorgive. In generale la fauna ittica dei bacini di cava è composta da specie introdotte, fra cui prevalgono quelle esotiche destinate all'attività di pesca. Molti di questi laghetti sono infatti stati trasformati nei così detti "impianti di pesca sportiva". La vegetazione è talvolta abbondante e molto diversificata, comprendendo sia fanerogame che alghe. Nei casi in cui l'abbandono della cava si è protratto più a lungo e manca l'adattamento ad attività di pesca si possono osservare interessanti fenomeni di naturalizzazione degli ambienti acquatici. Alcuni di questi bacini possono essere importanti stazioni riproduttive per gli Anfibi.



Figura 64 - I laghetti del Preval, cave abbandonate che oggi costituiscono quasi interamente la superficie del SIC "Palude del Preval".

### Laghi carsici

L'unico lago carsico in senso stretto esistente sul territorio regionale è quello di Doberdò. Alimentato prevalentemente da risorgenza di acque carsiche e dotato di emissari sotterranei (attraverso inghiottitoi), il lago è caratterizzato da una profondità limitata e da forti variazioni stagionali della sua estensione. In periodi particolarmente siccitosi il lago può essere ridotto a poche pozze. Alimentati da acque carsiche, ma non strettamente "carsici" sono anche i vicini bacini di Pietrarossa e Sablici. Tutti questi laghi sono fortemente legati ai livelli ed alla circolazione degli acquiferi carsici. Di scarsa importanza dal punto di vista ittologico (spesso popolati artificialmente), costituiscono ambienti di grande rilevanza per quanto riguarda le comunità di invertebrati ed Anfibi. La vegetazione è costituita sia da ampie fasce di canneto che da idrofite e da vegetazione arbustiva ed arborea.

### Stagni carsici e raccolte d'acqua del Carso

Il Carso è una regione naturalmente priva di acque superficiali; occasionalmente l'impermeabilizzazione naturale di doline, o quella artificiale di avvallamenti modellati dall'uomo, possono generare delle raccolte d'acqua, alimentate esclusivamente dalle precipitazioni, in genere di piccole dimensioni. Nel Carso triestino si trovano gli stagni di Contovello e della dolina di Percedol, oltre allo stagno artificiale di Basovizza. Tutti questi ambienti sono stati fortemente modificati dall'uomo. La vegetazione sia acquatica che



elofitica ha subito diversi rimaneggiamenti, mentre la presenza della fauna ittica è da considerare del tutto innaturale. Il benthos ed il plancton sono abbondanti. Questi siti sono di grande importanza per la riproduzione degli Anfibi, dato che mancano altre acque superficiali in tutta l'area circostante.

## Paludi

Con il termine "palude" si intende in questo caso un corpo idrico di bassa profondità e dai limiti non chiaramente definiti, caratterizzato da un basso ricambio idrico ed estensione estremamente variabile. Le paludi, un tempo molto estese nel territorio regionale, sono oggi in gran parte scomparse a seguito delle grandi bonifiche attuate durante gli ultimi secoli. I pochi lembi di paludi residui hanno spesso estensione estremamente ridotta e sono talvolta inseriti in un contesto territoriale fortemente modificato.

### 3.6.2 Ambienti lotici

Gli ambienti lotici sono quelli delle acque correnti, rappresentati dai corsi d'acqua. La classificazione ecologica di questi ambienti viene tradizionalmente effettuata sulla base di alcune componenti biotiche considerando le differenti biocenosi che li occupano. Le zonazioni tradizionali sono difficilmente applicabili alle acque interne correnti del Friuli Venezia Giulia a causa della presenza di ampi fenomeni di risorgenza sia da acquiferi alluvionali (la maggioranza) che carsici.

I corsi d'acqua delle Alpi Carniche e Giulie sono soggetti a regimi fortemente influenzati dal gelo e dal disgelo, mentre quelli delle valli prealpine raramente hanno un vero periodo di piena da disgelo primaverile. Il versante meridionale delle catene prealpine, immediatamente a ridosso della pianura è solcato da una serie di torrenti dagli alvei molto ripidi e dal corso breve, spesso effimeri per lunghi tratti, le cui acque vengono assorbite, insieme a quelle dei corsi d'acqua maggiori, da spesse coltri alluvionali. La alta pianura, detta anche pianura asciutta, è priva di corsi d'acqua perenni, ma esistono due importanti aree di risorgiva pedemontane, quella dell'alto Livenza e quella del Ledra. Gran parte delle risorgive della Regione sono comprese entro una fascia che taglia la pianura friulana ed isontina da Polcenigo a Monfalcone. Dalle sorgenti localizzate in questa fascia generano numerosi corsi d'acqua denominati tradizionalmente "rogge", caratterizzati da scarse variazioni annuali di portata, presso le sorgenti inoltre le variazioni di temperatura sono limitate. Le rogge confluiscono a creare fiumi di risorgiva dalle portate anche notevoli, i principali sono: Lemene, Stella, Aussa-Corno. Molti corsi d'acqua della bassa pianura a valle della fascia delle risorgive hanno subito forti modificazioni morfologiche in seguito alle diffuse bonifiche ed ai riordini fondiari. Ampie aree della pianura, un tempo occupate da paludi, sono oggi state destinate alle colture e le acque superficiali vengono drenate da sistemi di canali artificiali dal percorso rettilineo organizzati in reticoli con intersezioni ortogonali. I fiumi alpini perdono gran parte delle loro acque per derivazione e per dispersione nelle alluvioni a breve distanza dallo sbocco in pianura. I tratti medi di Cellina, Meduna, e Torre sono caratterizzati esclusivamente da scorrimento temporaneo e pertanto non sono presenti ambienti acquatici evoluti e consolidati. Fanno eccezione i fiumi Isonzo e Natisone, che perdono le loro acque lontano dal margine prealpino. A valle della fascia delle risorgive l'alveo dei corsi d'acqua alpini torna ad essere perennemente attivo, consentendo la vita di biocenosi acquatiche ben differenziate e strutturate. Questi fiumi tuttavia mantengono caratteri peculiari, con un regime prossimo a quello di risorgiva per gran parte dell'anno, alternato alle grandi piene. Questo non consente l'instaurarsi delle biocenosi

caratteristiche della risorgiva. Il tratto inferiore dei fiumi, siano essi di origine alpina o di risorgiva, è caratterizzato da acque profonde, ricche dal punto di vista trofico e relativamente calde. A fianco dei corsi d'acqua naturali, più o meno modificati, si trova la rete di canali di drenaggio delle aree di bonifica, il cui libero deflusso verso la laguna è impossibile se non attraverso il pompaggio mediante idrovore. Questi corsi d'acqua hanno per certi aspetti caratteristiche simili a quelle dei tratti terminali dei fiumi, ma sono più strettamente legati alla gestione delle superfici agrarie ed i loro livelli idrici dipendono in larga misura dal funzionamento delle stazioni di pompaggio.

Alcuni piccoli corsi d'acqua hanno caratteristiche che li differenziano da quelli delle altre tipologie. Nell'arco morenico tilaventino sono presenti diversi piccoli torrenti, denominati localmente "lavie", che occupano i solchi residui di torrenti di fronte glaciale. Questi ruscelli hanno alvei ristretti e portate limitate, fortemente legate alle precipitazioni. Nelle aree interne alle cerchie moreniche si trovano ampie superfici bonificate, con reticoli idrografici analoghi a quelli della bassa pianura. Un'altra tipologia è quella dei torrenti dei colli orientali del Friuli e del Collio, che scorrono interamente su formazioni di flysch. Si tratta di torrenti con una zonazione molto stretta, ormai quasi dovunque fortemente modificati dall'intervento umano. Ad oriente del fiume Isonzo e delle risorgive del monfalconese si trovano le foci di due importanti sistemi carsici. Il sistema di Pietrarossa – Locavaz, con una piccola area di risorgiva seguita da un profondo canale dalla morfologia del tutto artificiale, ed il brevissimo percorso superficiale del fiume Timavo fra le sorgenti ed il mare. Dove il costone del Carso è orlato dal flysch si trovano numerosi piccoli torrenti, per lo più effimeri e spesso fortemente modificati. I torrenti che attraversano l'area urbana di Trieste sono ormai sostanzialmente scomparsi. Fra Trieste e Muggia si trovano anche due importanti torrenti di origine carsica, il Rosandra e l'Ospo. Fortemente modificati nel tratto inferiore (dove sono ridotti a canali artificiali), conservano caratteristiche tipiche dei torrenti mediterranei nel tratto superiore. Nel caso del rio Ospo il tratto meno modificato si trova al di fuori del territorio regionale.

Viene di seguito riportato in modo schematico un elenco delle macro-tipologie di corsi d'acqua presenti nel territorio del Friuli Venezia Giulia



## Torrenti di media ed alta quota delle Alpi Carniche e Giulie



Figura 65 - Rio Fleons, tipica morfologia dei torrenti alpini

Regime	torrentizio pluvio nivale
Pendenza	Elevata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	roccia affiorante, massi e ciottoli
Zoobenthos	bassa densità di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri
Fauna ittica	Salmonidi (introdotti) e scazzone
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose

## Torrenti e fiumi di fondovalle delle Alpi Carniche e Giulie



Figura 66 - Il torrente Degano nei pressi di Raveo, ampio alveo di fondovalle

Regime	torrentizio pluvio nivale
Pendenza	moderata
Alveo	ampio con canali intrecciati
Fondo	massi, ciottoli e ghiaia
Zoobenthos	densità media e localmente elevata di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri
Fauna ittica	Salmonidi, scazzone, temolo e Ciprinidi reofili
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e fanerogame



### **Torrenti delle Prealpi Carniche e Giulie**

Regime	torrentizio pluviale
Pendenza	elevata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	roccia affiorante, massi e ciottoli
Zoobenthos	densità bassa di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri
Fauna ittica	Salmonidi (introdotti)
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose

### **Torrenti di fondovalle delle Prealpi Carniche e Giulie**

Regime	torrentizio pluviale
Pendenza	moderata
Alveo	ampio con canali intrecciati
Fondo	massi, ciottoli e ghiaia
Zoobenthos	densità bassa di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri
Fauna ittica	Salmonidi, scazzone, temolo e Ciprinidi reofili
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e fanerogame

### **Torrenti della fascia pedemontana**

Regime	torrentizio pluviale
Pendenza	elevata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	roccia affiorante, ciottoli e ghiaia
Zoobenthos	densità media e localmente elevata di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri e Crostacei Anfipodi
Fauna ittica	Salmonidi (introdotti), scazzone e Ciprinidi reofili
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e fanerogame

## Fiumi della fascia pedemontana e dell'alta pianura



Figura 67 - Fiume Tagliamento dal ponte di Braulins, morfologia nella zona pedemontana

Regime	torrenziale pluviale
Pendenza	moderata
Alveo	ampio con canali intrecciati
Fondo	ciottoli e ghiaia
Zoobenthos	densità media e localmente elevata di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri e Ditteri
Fauna ittica	Salmonidi, temolo, scazzone e Ciprinidi reofili
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e fanerogame

### Torrenti dell'arco morenico

Regime	torrenziale pluviale
Pendenza	elevata e moderata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	ciottoli e ghiaia

Zoobenthos	densità media e localmente elevata di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri e Crostacei Anfipodi
Fauna ittica	Salmonidi (introdotti), scazzone, Ciprinidi
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e fanerogame

### **Torrenti dei colli orientali e del Collio**

Regime	torrentizio pluviale
Pendenza	elevata e moderata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	roccia affiorante, ciottoli e ghiaia
Zoobenthos	densità media e localmente elevata di Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri e Crostacei Anfipodi
Fauna ittica	Salmonidi (introdotti), Ciprinidi, Cobitidi
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e fanerogame

### **Rogge e fiumi di risorgiva della pedemontana**

Regime	fluviale livellato
Pendenza	moderata e bassa
Alveo	meandreggiante o rettificato
Fondo	ciottoli, ghiaia e sabbia
Zoobenthos	densità elevata di Efemerotteri, Ditteri, Crostacei Anfipodi e Molluschi Gasteropodi
Fauna ittica	Salmonidi, scazzone, temolo, Ciprinidi
Fitobenthos	prevalentemente Fanerogame ed alghe



## Rogge e fiumi di risorgiva della bassa pianura



Figura 68 - Il fiume Stella nel tratto superiore (Sterpo)

Regime	fluviale livellato
Pendenza	moderata e bassa
Alveo	meandreggiante o rettificato
Fondo	ghiaia e sabbia
Zoobenthos	densità elevata di Efemerotteri, Ditteri, Crostacei Anfipodi ed Isopodi, Molluschi Gasteropodi e Bivalvi
Fauna ittica	Salmonidi, scazzone, Ciprinidi
Fitobenthos	prevalentemente Fanerogame ed alghe

## Fiumi della bassa pianura



Figura 69 - Il fiume Tagliamento presso Gorgo di Latisana, tratto terminale

Regime	fluviale
Pendenza	bassa
Alveo	meandreggiante
Fondo	ghiaia e sabbia
Zoobenthos	densità media e localmente elevata di Efemerotteri, Ditteri, Anellidi Oligocheti, Crostacei Anfipodi ed Isopodi, Molluschi Gasteropodi e Bivalvi
Fauna ittica	Ciprinidi e Salmonidi (introdotti)
Fitobenthos	prevalentemente alghe ed elofite



## Canali di bonifica della bassa pianura



Figura 70 - Canale di bonifica della bassa pianura

Regime	pluviale controllato
Pendenza	bassa
Alveo	rettificato
Fondo	sabbia e silt
Zoobenthos	densità elevata di Ditteri, Crostacei Isopodi ed Anfipodi, Molluschi Gasteropodi e Bivalvi, Anellidi Oligocheti
Fauna ittica	Ciprinidi
Fitobenthos	alghe ed elofite

## Fiumi e torrenti carsici del Levante

Regime	torrentizio pluviale
Pendenza	moderata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	roccia affiorante, ciottoli, ghiaia, sabbia ed argilla

Zoobenthos	densità medie e localmente elevate di Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri, Anellidi Oligocheti
Fauna ittica	Ciprinidi e Salmonidi (introdotti)
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi, Fanerogame

### **Torrenti di versante del Levante**

Regime	torrentizio pluviale
Pendenza	elevata
Alveo	ristretto a canale unico
Fondo	roccia affiorante, ghiaia, sabbia ed argilla
Zoobenthos	densità medie e localmente elevate di Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri, Anellidi Oligocheti
Fauna ittica	assente
Fitobenthos	Diatomee bentoniche, alghe filamentose, muschi e localmente Fanerogame

### 3.6.3 La fauna ittica delle acque interne continentali del Friuli Venezia Giulia

Nelle acque interne continentali del Friuli Venezia Giulia sono segnalate in complesso 52 specie di pesci Attinopterigi (pesci ossei od osteitti) e due specie di Agnati Petromizontiformi (lamprede).

<i>Salmo trutta marmoratus</i>	Trota marmorata
<i>Salmo trutta trutta</i>	Trota fario
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trota iridea
<i>Salvelinus alpinus</i>	Salmerino alpino
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Salmerino di fonte
<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo
<i>Cottus gobio</i>	Scazzone
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola
<i>Leuciscus cephalus</i>	Cavedano
<i>Leuciscus souffia</i>	Vairone
<i>Barbus plebejus</i>	Barbo comune
<i>Barbus caninus</i>	Barbo canino
<i>Chondrostoma genei</i>	Lasca
<i>Chondrostoma nasus</i>	Naso
<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Scardola
<i>Rutilus aula</i>	Triotto
<i>Carassius carassius</i>	Carassio
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Tinca tinca</i>	Tinca
<i>Gobio benacensis</i>	Gobione
<i>Alburnus alburnella</i>	Alborella
<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Rodeo amaro
<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Amur
<i>Cobitis taenia</i>	Cobite comune
<i>Barbatula barbatula</i>	Cobite barbatello

<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobite mascherato
<i>Padogobius martensii</i>	Ghiozzo padano
<i>Knipowitschia punctatissima</i>	Panzarolo
<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale
<i>Micropterus salmoides</i>	Persico trota
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Acerina
<i>Lepomis gibbosus</i>	Persico sole
<i>Esox lucius</i>	Luccio
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Spinarello
<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice
<i>Silurus glanis</i>	Siluro europeo
<i>Ictalurus melas</i>	Pesce gatto
<i>Ictalurus nebulosus</i>	Pesce gatto
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia
<i>Aphanius fasciatus</i>	Nono
<i>Knipowitschia panizzae</i>	Ghiozzetto di laguna
<i>Platictyx flesus</i>	Passera
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Branzino
<i>Sparus auratus</i>	Orata
<i>Liza saliens</i>	Verzelata
<i>Liza aurata</i>	Otregan
<i>Liza ramada</i>	Caostel
<i>Mugil cephalus</i>	Bosega
<i>Alosa fallax</i>	Cheppia



Tutte le 52 specie di osteitti sono presenti nei bacini afferenti al mare Adriatico, mentre solamente 7 si possono trovare nelle acque del bacino danubiano. Il 67% delle specie ittiche presenti nei bacini adriatici sono autoctone, il 32% sono alloctone, mentre una specie (*Cyprinus carpio*, carpa) viene considerata come naturalizzata nonostante l'origine asiatica. Nella porzione regionale del bacino danubiano il 57% delle specie presenti sono autoctone, il 43% alloctone.

Fra le specie presenti nei bacini adriatici 40 sono completamente dulcicole, 2 anadrome (storione cobice e cheppia), 1 catadroma (anguilla), 1 specie vive nelle acque di transizione (nono), 7 specie sono eurialine ed entrano nelle acque fluviali per tratti più o meno lunghi provenendo dal mare o dalla laguna.

Le lamprede segnalate nel territorio regionale sono la Lampreda marina (*Petromyzon marinus*), specie anadroma, e la Lampreda di ruscello (*Lethenteron zanandreaei*).

La famiglia di osteitti più rappresentata nelle acque regionali è quella dei Cyprinidae, con 18 specie di cui 12 autoctone, 5 alloctone ed una naturalizzata. Segue la famiglia Salmonidae con 5 specie, di cui una sola autoctona nei bacini adriatici (trota marmorata) e due nel bacino danubiano (trota fario e salmerino alpino).



Figura 71 - La trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*), endemismo del versante meridionale delle Alpi

I Ciprinidi sono i pesci naturalmente più diffusi, comprendendo specie sia reofile che adatte agli ambienti lentic. Alcuni Ciprinidi vivono in acque fredde (sanguinerola) o fresche (barbo), mentre altri sono legati ad ambienti di acque calde (tinca). La specie più diffusa sul territorio regionale appartiene comunque alla famiglia dei Salmonidi, la trota fario infatti è stata introdotta in tutti gli ambienti di acque interne continentali della Regione nel corso del ventesimo secolo. Questa introduzione ha portato alla contrazione delle popolazioni dell'endemica trota marmorata.

Le acque dei torrenti alpini sono popolate esclusivamente da trote (marmorata e fario) e dallo scazzone. Spesso i torrenti erano privi di fauna ittica prima dell'introduzione della trota fario, la cui presenza in ambienti inadatti è dovuta esclusivamente alle operazioni di ripopolamento. Nelle acque di fondovalle a questi pesci si affiancano il temolo, il barbo comune, il cavedano ed il vairone. La sanguinerola è comune nei piccoli bacini lacustri freddi,

anche a quote elevate, ed in ambienti laterali dei fiumi di fondovalle. Nei fiumi dell'alta pianura è presente (un tempo era molto abbondante) la cheppia.

In molti ambienti alpini e di fondovalle è possibile trovare la trota iridea ed il salmerino

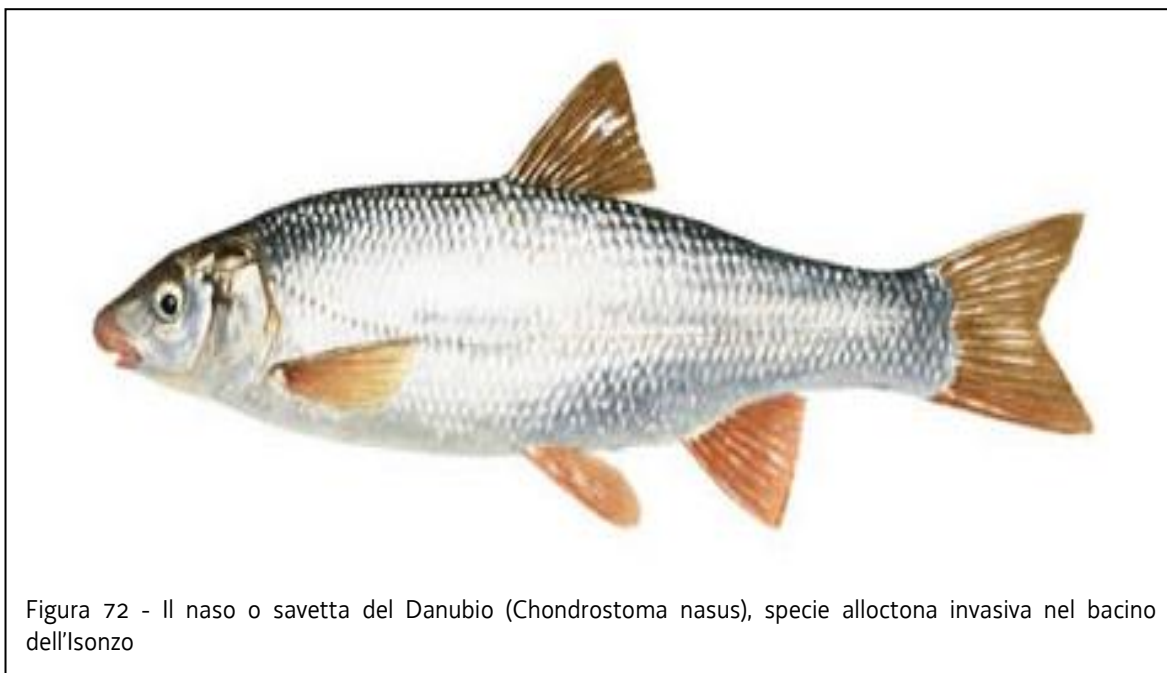


Figura 72 - Il naso o savetta del Danubio (*Chondrostoma nasus*), specie alloctona invasiva nel bacino dell'Isonzo

alpino. La prima risulta acclimatata in poche stazioni sul territorio regionale, mentre il secondo costituisce piccole popolazioni in alcuni ambienti isolati dove è stato introdotto fra gli anni '60 e '70 del secolo scorso. Nei fiumi dell'alta pianura sono presenti anche il ghiozzo padano, il cobite comune ed il cobite barbatello (nell'area orientale). I piccoli torrenti prealpini sono sede di popolazioni di barbo canino e di gobione.

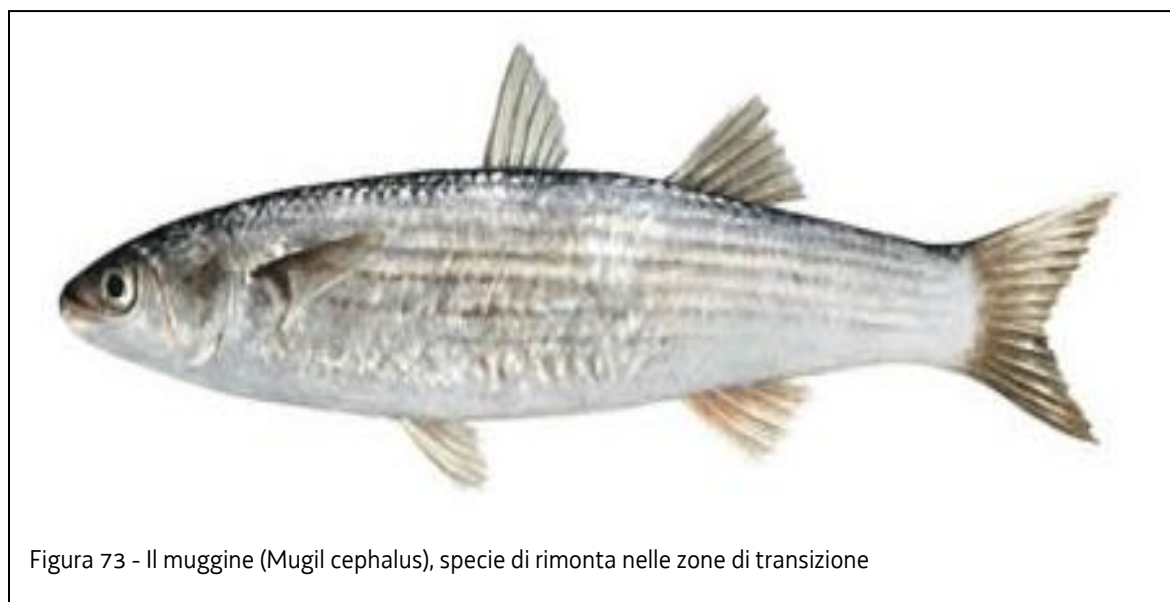


Figura 73 - Il muggine (*Mugil cephalus*), specie di rimonta nelle zone di transizione

Le risorgive sono popolate da specie ittiche caratteristiche sia dei fondovalle e dell'alta pianura, che tipiche di acque lente e ricche di vegetazione. A fianco delle trote e del temolo (ormai solo nei bacini di risorgiva pedemontani della Livenza e del Ledra), si trovano sanguinerola, scazzone, ghiozzo padano, cobiti e numerosi Ciprinidi come triotto, scardola ed alborella. Ancora frequenti sono il luccio e l'anguilla, mentre rara è la presenza della lampreda

di ruscello. Negli ambienti di risorgiva della bassa pianura sono localizzate popolazioni di spinarello e di panzarolo. Nelle acque più lente sono presenti i grossi Ciprinidi come la carpa e la tinca. Nei piccoli bacini artificiali (in genere cave) e nei canali di bonifica sono frequenti alcune specie esotiche come i pesci gatto (*I. melas* ed *I. nebulosus*), il persico reale e la gambusia. In ambienti di bassa pianura si trovano anche popolazioni di cobite macherato. Il tratto inferiore dei corsi d'acqua, fortemente influenzato dalla risalita del cuneo salino, sono presenti specie eurialine come il nono e pesci marini o lagunari che risalgono in acque fluviali periodicamente (cefali, passera, branzino).

### 3.6.4 Caratterizzazione degli habitat nelle acque marino costiere e di transizione

#### Ambienti costieri C

La fascia costiera del Friuli Venezia Giulia è occupata da due sistemi ambientali molto diversi fra loro che vengono a contatto nei pressi del Villaggio del Pescatore: la costa rocciosa del Triestino (su flysch e su calcare) e il vasto sistema della costa sedimentaria del Nord-Adriatico. Il sistema della costa sedimentaria è rappresentato dalla grande laguna di Marano e Grado, dal lembo costiero da Monfalcone a Grado che include le foci dei fiumi Isonzo e Tagliamento. Esso presenta due gruppi di habitat: quelli alofili (CA), dipendenti dalla salinità del suolo e dalla permanenza dell'acqua, e quelli psammofili (CP), in cui diventano determinanti la mobilità, il consolidamento e il dissalamento delle sabbie, nonché la presenza di sostanza organica. La laguna afferisce al grande sistema della costa nord-adriatica che si sviluppa fino al litorale romagnolo e include la laguna di Caorle, quella di Venezia, il sistema del Delta del Po e la costa Romagnola. Essa presenta notevoli peculiarità che in parte la avvicinano ai sistemi atlantici per le forti escursioni di marea e per un clima di tipo euro-siberiano e non mediterraneo come lungo le coste dell'Adriatico centro-meridionale. I sistemi lagunari sono caratterizzati da complessi di habitat che si presentano con mosaici a grana molto fine o in zonazioni lineari che si susseguono sulla base di lievi modificazioni chimico-fisiche dei sedimenti. Si tratta molto spesso di habitat rari e minacciati, che accolgono numerose specie a rischio, ad es. la prioritaria Salicornia veneta, in genere molto sensibili a tutte le modificazioni dell'ambiente. Le spiagge e le dune fossili sono ancora più compromesse a causa della presenza di numerosi impianti turistici. Si possono osservare lembi ridotti di formazioni pioniere, mentre esempi di sistemi dunali attivi persistono sulle isole lagunari (Martignano, S. Andrea, Porto Buso). In Friuli Venezia Giulia sono invece assai rari gli habitat delle dune fossili, sia negli aspetti xerici erbacei che arbustati, e quelli interdunali umidi. Essi si possono osservare nei pressi di Grado, sulle isole lagunari e nella pineta alla foce del Tagliamento, ambiente di estremo interesse per l'incontro di specie montane (dealpine) e mediterranee. L'ambiente della costa rocciosa trova massima espressione sulle falesie calcaree da Duino a S. Croce dove, partendo dalla linea di costa, si sviluppano habitat di notevole interesse e rarità quali: le rupi a mare con *Centaurea kartschiana*, l'ostrio-lecceta che rappresenta l'ultima propaggine settentrionale di una cenosi tipica delle coste dalmate e le garighe a *Salvia officinalis*.

#### Ambienti marini - circalitorale MC

In profondità, al di là dei limiti dell'infralitorale, il piano circalitorale inizia normalmente con una fascia più o meno estesa di fondi detritici e detritico-fangosi pertinenti alle unità MC3 e MC2 rispettivamente. Tali sono ad esempio i rapporti di contiguità che si manifestano lungo la

costiera triestina al largo dei prati a Cymodocea. Lungo le coste alluvionali della parte settentrionale del Golfo, dove all'aumento della profondità si assiste ad un graduale passaggio dalle sabbie ai fanghi, il circolitorale presenta immediatamente la biocenosi dei fanghi terrigeni costieri (MC1). Lungo queste stesse coste, in corrispondenza alle sabbie relitte che contrassegnano il tracciato delle Trezze, la biocenosi dei fondali detritici (MC3) assume una maggiore estensione embricandosi spesso con la biocenosi delle sabbie grossolane soggette a correnti di fondo (MC4) chiamata anche biocenosi delle "Sabbie ad Anfiosso" (*Branchiostoma lanceolatum*). In limitati areali, in prossimità dei prati a Cymodocea più esposti ad onde e/o correnti, questa unità è però presente anche lungo la costiera triestina tra Barcola e Sistiana. In un ambiente ad elevata variabilità ed accentuata sedimentazione come quello del Golfo di Trieste, al climax circolitorale, rappresentato dalla biocenosi coralligena (MC5), vengono lasciate poche opportunità di espressione. Ciononostante, anche se in modo larvato e meno appariscente che in bacini francamente mediterranei, questo habitat, peraltro poco studiato proprio per questa condizione, è probabilmente più frequente di quanto non si pensi.

Esso si esprime ad esempio lungo le massicciate esterne delle dighe che chiudono la Baia di Muggia, probabilmente in piccole "enclaves" tra le strutture artificiali del Dosso di S.Croce sui cui substrati è stata a più riprese raccolta una sua specie caratteristica (*Lumbrineris coccinea*) e, certamente in modo più evoluto, compare sugli affioramenti rocciosi delle Trezze.

Vista la difficoltà che i sistemi di popolamenti infralitorali e circolitorali incontrano nella loro evoluzione verso i rispettivi climax, M12 (Prateria di *Posidonia*) e MC5 (Coralligeno), sarebbe opportuno che tali formazioni, ove presenti, venissero studiate e monitorate, quali sentinelle delle condizioni complessive delle acque marine regionali, dal potere descrittivo e predittivo enormemente superiore a quello delle pur numerose, talvolta ridondanti analisi chimiche e fisiche, quasi mai ricondotte ad indicazioni di sintesi capaci di indirizzare la programmazione territoriale.

#### Codice habitat MC1

#### **Denominazione** Biocenosi dei fanghi terrigeni costieri

Nelle parti più profonde del Golfo di Trieste (22-25m), soggette ad ipossie ed anossie vengono eliminate specie come *Sternaspis scutata* ed altre caratteristiche, mentre *Maldane glebifex* mantiene pressoché inalterate le sue popolazioni.

Il substrato è costituito da fanghi fluidi scarsamente detritici a *Sternaspis*, presso le foci, e da fanghi vischiosi a lenta sedimentazione, posti più al largo, a *Virgularia*.



Figura 74 - *Virgularia mirabilis* *Sternaspis scutata*

**Specie rilevanti:**

**Abra nitida Semelidae**

**Acanthocardia paucicostata Cardiidae**

*Eunereis longissima* Nereididae

*Goniada maculata* Goniadidae

*Labidoplax digitata* Sinaptidae

*Laonice cirrata* Spionidae

*Magelona alleni* Magelonidae

*Maldane glebifex* Maldanidae

*Nephtys hystrix* Nephtyidae

*Pectinaria belgica* Pectinoridae

*Petromyzon marinus (DH II)* Petromyzontidae

*Poecilochaetus serpens* Poecilochaetidae

*Sternaspis scutata* Sternapsidae

*Thracia convexa* Thraciidae

*Trachythone tergestina* Cucumaridae

*Turritella communis* Turritellidae

**Virgularia mirabilis Virgulariidae**

Codice habitat MC2

**Denominazione** Biocenosi dei fondi detritici infangati

Il popolamento, spesso mal caratterizzato, si allarga o si contrae in funzione della carenza o dell'abbondanza di apporti continentali.

Il biotopo è dato dai fanghi ricchi di detriti organogeni che fungono da transizione con fondi detritici o da sabbie costiere o residuali poste ai margini delle "Trezze".



Figura 75 - Aphrodita aculeata

**Specie rilevanti**

*Aphrodita aculeata* Aphroditidae

*Euclymene palermitana* Maldanidae

**Ophyotrix quinquemaculata Ophiotricidae**

*Pectinaria auricoma* Pectinoridae

*Tellina serrata* Tellinidae



Codice habitat MC3

**Denominazione** Biocenosi del detritico costiero

E' un'unità di popolamento molto stabile soggetta marginalmente all'attività di strascicanti.

Il substrato a matrice prevalentemente sabbiosa, è ricco di detriti organogeni e di talli viventi e non viventi di Melobesie. Nella sua migliore espressione è una delle biocenosi a maggiore diversità. specifica.

**Specie rilevanti**

- Abra prismatica* Semelidae
- Anapagurus laevis* Paguridae
- Gibbula magus* Trochidae
- Laetmonice hystrix* Aphroditidae
- Laevicardium oblungum* Cardiidae
- Limea loscombei* Limidae
- Modiolula phaseolina* Mytilidae
- Ophiura albida* Ophiolepidae
- Ophiura grubei* Ophiolepidae
- Ophiura ophiura* Ophiolepidae
- Paguristes oculatus* Paguridae
- Pecten jacobus* Pectinidae
- Pitar rudis* Veneridae
- Plagiocardium papillosum* Cardiidae
- Psammobia fervensis* Psamobiidae
- Suberites domuncula* Suberitidae
- Lithophyllum frondosum* Corallinaceae
- Lithophyllum racemosum** Corallinaceae
- Lithothamnion calcarerum* Corallinaceae
- Lithothamnion solutum* Corallinaceae

Codice habitat MC4

**Denominazione** Biocenosi delle sabbie grossolane e delle ghiaie fini sotto l'influenza delle correnti di fondo.

La biocenosi non si presenta mai in habitat molto estesi e si embrica spesso con il Detritico Costiero e con zolle di rizomi di Posidonia lungo il percorso delle "Trezze".



Figura 76 - Lithophyllum frondosum

Lungo il percorso delle "Trezze" la presenza di Branchiostoma è sempre associata a contenuti di sabbie maggiori o uguali al 95%. Il substrato di MC4 è perciò sempre sabbioso e ricco di tritume conchigliare.

### Specie rilevanti

*Anapagurus breviaculeatus* Paguridae

*Armandia polyophthalma* Opheliidae

*Astropecten auranciacus* Astropectinidae

*Branchiostoma lanceolatum* Branchiostomidae

*Dentalium vulgare* Dentaliidae

*Donax variegatus* Donacidae

### Dosinia exoleta Veneridae

*Glycera gigantea* Glyceridae

*Glycera lapidum* Glyceridae

*Glycymeris glycymeris* Glycimeridae

*Paphia rhomboides* Veneridae

*Sphaerechinus granularis* Toxopneustidae

*Tellina crassa* Tellinidae

Codice habitat MC5

### Denominazione Biocenosi del coralligeno

La biocenosi che caratterizza i substrati idonei non raggiunge la maturità nel Golfo di Trieste a causa delle variazioni di temperatura, salinità ed eccessiva sedimentazione.

L' habitat tende a costituirsi su tutti i substrati duri artificiali primari o secondari (soltanto secondari nel Golfo di Trieste) sotto i 15m, al riparo da apporti sedimentari.

### Specie rilevanti

*Mesophyllum lichenoides*

### Udotea petiolata

*Lumbrinereis coccinea*

*Monothecha posidoniae*

*Thetya aurantium*



Figura 77 - Trezze Alto Adriatico



Figura 78 - Udotea petiolata

### Ambienti marini - infralitorale M1

Gli habitat di substrato duro sono quasi sempre in continuità con il biotopo delle alghe fotofile infralitorali (M18). Nel Golfo di Trieste questa unità è rappresentata soprattutto lungo la costiera triestina, ma si sviluppa anche sui massi frangiflutti delle zone portuali e sui massi di

protezione delle condotte sottomarine di scarico dei reflui urbani e industriali di Barcola, Sistiana, Duino, Staranzano, Grado, Porto Buso e Lignano.

Poco al largo della diga che chiude l'abitato di Grado su alcuni cumuli di massi, forse vestigia di una vecchia bocca portuale, assieme alla biocenosi delle alghe fotofile, favorite dagli accumuli sabbiosi presenti tra i massi e dalle sabbie circostanti, si trovano alcune formazioni a Posidonia oceanica (MI2) residui di un'antica prateria, ora completamente degradata, che un tempo accompagnava tutto il tracciato delle Trezze da Punta Sdobba a Punta Tagliamento.

L'habitat delle alghe fotofile è spesso orlato verso terra da una fascia di ciottoli mobili di dimensioni corrispondenti all'intensità dell'idrodinamismo locale. In tale fascia si sviluppa il biotopo dei ciottoli infralitorali (MI3) che costituisce il possibile punto di partenza della seguente successione edafica degli orizzonti meno profondi: MI3 MI4 MI5 MI6 MI7 disposta lungo un gradiente di attenuazione dell'idrodinamismo e quindi di diminuzione della granulometria dei sedimenti dai ciottoli alle ghiaie, alle sabbie, ai fanghi; MI7 corrisponde alla biocenosi lagunare euriterma ed eurialina, a vita spesso effimera, ma dotata di enorme resilienza. La naturale prosecuzione in profondità dei termini MI3 – MI6 è costituita dal biotopo delle sabbie fini ben calibrate che sulle nostre coste chiude il piano infralitorale di substrato mobile ad una profondità compresa tra i 5 ed i 10 m a seconda della trasparenza delle acque.

Codice habitat MI1

### **Denominazione** Biocenosi delle sabbie fini ben calibrate



Figura 79 - Chamelea gallina

La biocenosi, piuttosto tollerante nei confronti di stress meccanici (onde, turbosoffianti, ...) tollera una certa dissalazione delle acque, perdendo però qualche specie animale caratteristica ma favorendo la presenza di Zostera marina. Altra comune facies vegetale è quella a Cymodocea e, più raramente a Zoostera noltii. Nella sua espressione più tipica, l'habitat è però sprovvisto di copertura vegetale.

Il substrato è una sabbia terrigena a granulometria omogenea talvolta leggermente fangosa. La biocenosi è ricca di molluschi filtratori anche di interesse commerciale (Chamelea gallina ed Ensis minor).

### **Specie rilevanti**

**Acanthocardia tuberculata** Cardiidae

**Acteon tornatilis** Acteonidae

*Caretta caretta* (\*DH II) Cheloniidae

*Chamelea gallina* Veneridae

*Diogenes pugilator* Diogenidae

*Echinocardium mediterraneum* Loveniidae

*Ensis minor* Pharellidae

*Epitonium turtoni* Epitoniidae

*Euclymene oerstedii* Maldanidae



Figura 80 - Ensis minor

*Glycymeris insubrica* Glycymerididae  
*Maetra stultorum* Maetridae  
*Nassarius mutabilis* Buccinidae  
*Owenia fusiformis* Oweniidae  
*Pandora inequivalvis* Pandoridae  
*Pharus legumen* Solecurtidae  
*Pinna nobilis* (\*DH II) Pinnidae  
*Prionospio malmgreni* Spionidae  
*Solen marginatus* Solenidae  
*Spiophanes bombix* Spionidae  
*Spisula subtruncata* Maetridae  
*Tellimya ferruginosa* Montacutidae  
*Tellina fabula* Tellinidae  
*Cymodocea nodosa* (Berna I) Zannichelliaceae  
*Ruppia cirrhosa* (LR reg) Potamogetonaceae  
*Ruppia maritima* (LR reg) Potamogetonaceae  
*Zostera marina* (Berna I) Potamogetonaceae  
*Zostera noltii* Potamogetonaceae  
*Tellina nitida* Tellinidae  
*Tellina planata* Tellinidae  
***Tellina pulchella* Tellinidae**  
*Thracia papyracea*

Codice habitat M12

**Denominazione** Praterie a Posidonia oceanica

L'habitat sembra in leggera espansione. Una testimonianza regionale di questo habitat è rappresentata da un residuo di un'estesa prateria ora completamente degradata corrispondente all'andamento delle sabbie di piattaforma e/o delle "Trezze" presso l'abitato di Grado. Si tratta di formazioni viventi più settentrionali del Mediterraneo, coprenti alcune centinaia di mq.

### **Specie rilevanti**

*Electra posidoniae* Electridae  
*Fenestulina joannae* Microporellidae  
*Jujubinus exasperatus* Trochidae

*Lima hians* Limidae

*Lissopecten hyalinus* Pectinidae

*Nereis irrorata* Nereididae

*Orthopyxis asymmetrica* Campanulariidae

*Pontogenia chrysocoma* Aphroditidae

*Processa edulis* Processidae

*Psammobia depressa* Psamobiidae

*Sertularia perpusilla* Sertulariidae

**Smaragdia viridis** Neritidae

*Tricolia pullus* Tricoliidae

*Castagnea mediterranea* Chordariaceae

**Giraudya sphacelarioides** Giraudyaceae

*Melobesia lojolisii* Corallinaceae

*Posidonia oceanica* (Berna I) Potamogetonaceae

Codice habitat M13

**Denominazione** Biocenosi delle ghiaie e ciottoli infralitorali

D'inverno e all'inizio della primavera i massi ed i ciottoli si possono coprire di Scitosiphon, Enteromorpha e Ulva. Il biotopo è costituito da ciottoli e massi rimuovibili poggianti su ghiaie e piccole componenti sabbiose. Spostando ciottoli e massi si trovano Lepadogaster (ciucciasasso) e Porcellana.

**Specie rilevanti**

*Asterina gibbosa* Asterinidae

*Gibbula richardi* Trochidae

*Gouania wildenowi* Gobiesocidae

*Lepadogaster lepadogaster* Gobiesocidae

*Pisidia bluteli* Porcellanidae

*Porcellana plactycheles* Porcellanidae

*Xantho poressa* Xantidae

**Cymodocea nodosa** (Berna I) Zannichelliaceae

*Enteromorpha compressa* Ulvaceae

*Scytosiphon lomentaria* Punctariaceae

*Ulva rigida* Ulvaceae

*Zostera noltii* Potamogetonaceae



Figura 81 - Xantho poressa



*Codice habitat MI4*

**Denominazione** Biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini rimaneggiate dal moto ondoso

E' presente in ambienti estremamente limitati della costiera muggesana e triestina. Negli orizzonti superiori confina con la biocenosi del Detritico Mediolitorale e si embrica ad essa.

Il substrato è costituito da pochi ciottoli e qualche masso più grande, poggiati su ghiaie fini e sabbie in ambiente moderatamente battuto. La situazione idrodinamica è intermedia tra quella precedente e la successiva.

**Specie rilevanti**

*Cephalotrix spp.* Cephalothrycidae

*Linaeus lacteus* Lineidae

*Codice habitat MI5*

**Denominazione** Biocenosi delle sabbie fini a bassa profondità

In condizioni di relativa calma, la sabbia si arricchisce di materiali più fini e l'habitat si sovrappone a quello corrispondente ad MI6.

L'habitat orla verso terra quello delle sabbie fini ben calibrate e condivide con esso molte specie preferenziali.

**Specie rilevanti**

*Ctena decussata* Lucinidae

*Donax semistriatus* Donacidae

*Donax trunculus* Donacidae

*Glycera tridactyla* Glyceridae

*Lentidium mediterraneum* Corbulidae

*Tellina tenuis* Tellinidae



Figura 82 - Donax trunculus

*Codice habitat MI6*

**Denominazione** Biocenosi delle sabbie fangose superficiali in ambiente riparato

La variabilità è notevole in relazione alla consistenza della componente fangosa e della presenza delle fanerogame marine.

Il substrato è costituito da una sabbia fangosa, talvolta ricca di detriti conchigliari. E' presente in ambiente riparato dal moto ondoso coperto a tratti da *Zostera noltii* in superficie e *Cymodocea* (più in profondità), sostituita da *Zostera marina* in presenza di apporti di acque dolci. E' presente presso S.



Figura 83 - Cymodocea nodosa

Bartolomeo ed in modo più ampio tra Duino e Grado.

### **Specie rilevanti**

*Cereus pedunculatus* Sagartiidae

*Cerithium vulgatum* Cerithiidae

*Cyathura carinata* Anthuridae

*Gastrana fragilis* Tellinidae

*Loripes lacteus* Lucinidae

*Lucinella divaricata* Lucinidae

*Paphia aurea* Veneridae

*Petaloproctus terricolus* Maldanidae

*Phylo phoetida* Orbiniidae

*Tapes decussatus* Veneridae

### **Tellina tenuis Tellinidae**

*Upogebia pusilla* Upogebiidae

*Cymodocea nodosa* (Berna I) Zannichelliaceae

*Zostera marina* (Berna I) Potamogetonaceae

*Zostera noltii* Potamogetonaceae

Codice habitat M17

### **Denominazione** Biocenosi lagunare euriterma ed eurialina

Il nucleo faunistico caratterizzante rimane costante sia in condizioni di salinità più elevata, sia più bassa del mare antistante, sia ancora con salinità ampiamente variabile nel corso dell'anno. Sono presenti facies ad *Abra segmentum*, facies a *Bittium reticulatum* e facies a *Hediste diversicolor*.

E' il termine finale di una successione edafica che si sviluppa lungo un gradiente di attenuazione dell'idrodinamismo superficiale ed aumento della sedimentazione fine.

### **Specie rilevanti**

*Ruppia cirrhosa*

*Ruppia maritima*

*Zostera marina*

*Zostera noltii*

*Abra segmentum* Semelidae

*Aphanius fasciatus* (DH II) Cyprinodontidae

*Bittium reticulatum* Cerithiidae



Figura 84 - *Hediste diversicolor*

*Carcinus aestuarii* Portunidae  
*Cerastoderma glaucum* Cardiidae  
*Hediste diversicolor* Nereididae  
*Knipowitschia panizzae* (DH II) Gobiidae  
*Nassarius reticulatus* Buccinidae  
*Neanthes succinea* Nereididae  
*Pomatoschistus canestrini* (DH II) Gobiidae  
*Scrobicularia plana* Scrobicularidae  
*Tapes philippinarum* Veneridae

Codice habitat M18

**Denominazione** Biocenosi delle alghe infralitorali

In corrispondenza a ruscellamenti la biocenosi si arricchisce di Ulvales. A bassa profondità ed ampia variabilità dei fattori ambientali si costituiscono facies a *Acetabularia mediterranea* (instabilità), *Halopteris scoparia*, *Padina pavonia*, *Cladostephus verticillatus* (ampie e profonde cuvettes). L'habitat è costituito da massi calcarei e/o silicei; non rimovibili dal moto ondoso tra 0,5 e 6/15m di profondità; è dominato da popolamenti algali in cui è leader il genere *Cystoseira*.

**Specie rilevanti**

*Alvania discors* Rissoidae  
*Arca noae* Arcidae  
*Bittium reticulatum* Cerithiidae  
*Calliostoma* (*Calliostoma*) Trochidae  
***Chlamys varia* Pectinidae**  
*Columbella rustica* Columbellidae  
*Gastrochaena dubia* Gastrochaenidae  
*Gibbula adansonii* Trochidae  
*Haliotis tuberculata* Haliotidae  
*Hiatella arctica* Hiatellidae  
*Hydrobia acuta* Hydrobiidae  
*Irus irus* Veneridae  
*Jujubinus striatus* Trochidae  
*Lithophaga lithophaga* Mytilidae  
*Musculus costulatus* Mytilidae  
*Mytilus galloprovincialis* Mytilidae  
*Ocenebrina edwardsii* Muricidae



Figura 85 - *Acetabularia mediterranea*

*Ostrea edulis* Ostreidae

*Acetabularia mediterranea* Dasycladaceae

*Cladostephus verticillatus* Cladostephaceae

***Cystoseira barbata* Cystoseiraceae**

*Dictyopteris membranacea* Dictyotaceae

*Dictyota dichotoma* Dictyotaceae

*Halopteris scoparia* Stypocaulaceae

*Laurencia obtusa* Rhodomelaceae

*Padina pavonica* Dictyotaceae

*Ulva rigida* Ulvaceae

**Ambienti marini - mesolitorale ME**

Le formazioni a *Spartina* ed il corteo di specie che spesso l'accompagnano (*Salicornia*, *Juncus*, *Limonium*, ecc.) sono caratteristiche delle sabbie fangose delle lagune e degli estuari delle zone di marea. Il substrato è talvolta ricoperto da una patina di Cianofitee e di radi talli di *Ulva* ed *Enteromorpha* e crivellato dai fori di alcune specie di policheti tra cui predomina *Hediste diversicolor*.

Questi biotopi sono abbastanza comuni lungo le coste comprese tra il Villaggio del Pescatore e Punta Tagliamento, in aree protette dove è possibile una sedimentazione di materiali sabbiosi fini e fanghi (ME1). Prodromi di questo biotopo possono a volte essere individuati alla foce dell'Ospo e nella Valle di San Bartolomeo. Alle medesime quote, in ambienti più aperti, si sviluppa l'habitat delle sabbie mesolitorali (ME2). Il substrato è costituito da sabbie fini le cui scarse opportunità biotiche vengono sfruttate da alcuni policheti e da un piccolo bivalve. Quando il substrato, in condizioni di maggior idrodinamismo, si arricchisce di elementi ghiaiosi o di clasti di maggiori dimensioni, nei cui interstizi vengono trattenuti relitti organici, il popolamento (ME3) si arricchisce di isopodi e anfipodi detritivori. L'endofauna è caratterizzata da *Perinereis cultrifera*, il comune verme da pescatori. Sui ciottoli più grossi si instaurano *Ulva* ed *Enteromorpha*.

I substrati solidi del piano mesolitorale sono occupati da due biotopi, ME5 sulla roccia mesolitorale superiore, in cui il grado di umettazione è controllato soprattutto dalle onde, ed ME4 dove questa funzione viene svolta dalle onde e dalle maree. Il primo è caratterizzato dal cirripede *Chthamalus stellatus* che ne marca il limite inferiore, spesso ricoperto da *Enteromorpha compressa*. Il secondo è caratterizzato da *Fucus virsoides*. Queste fisionomie sono comuni a tutti i substrati duri marini, anche artificiali, compresi quelli delle zone portuali meno inquinate e quelli delle bocche lagunari e delle zone lagunari più prossime al mare.

*Codice habitat ME1*

**Denominazione** Biocenosi delle sabbie fangose delle lagune e degli estuari

La fisionomia varia in relazione alla presenza delle fanerogame del popolamento vegetale.

Il sedimento fangoso sabbioso riceve una certa consistenza da Cianofitee ed è perforato da Policheti della famiglia dei Nereidi. *Salicornia* e *Juncus* consolidano il terreno, catturano sedimento e prefigurano una sopraelevazione dell'habitat.

### Specie rilevanti

#### **Juncus maritimus**

*Salicornia veneta*

*Hediste diversicolor*

*Nephtys hombergi*

Codice habitat ME2

#### **Denominazione** Biocenosi delle sabbie mesolitorali

La variabilità è legata all'esposizione e quindi alla maggiore o minore presenza di materiali fini che favoriscono Nerine. *Donacilla* sembra evitare le sabbie calcaree.

Il substrato è costituito dalla sabbia fine che orla verso terra le sabbie fini superficiali di M15.

### Specie rilevanti

*Donacilla cornea* Mesodesmatidae

*Nerine cirratulus* Spionidae

*Ophelia bicornis* Opheliidae

*Ophelia radiata* Opheliidae



Figura 86 - *Donacilla cornea*

Codice habitat ME3

#### **Denominazione** Biocenosi del detritico grossolano mesolitorale

In funzione della variabilità delle componenti su cui poggiano i ciottoli ed i massi la biocenosi si differenzia e si arricchisce di *Perinereis* (sedimenti fini) o *Sphaeroma* (sedimenti grossolani).

Il substrato è costituito da ciottoli e massi rimovibili poggianti su sabbie e ghiaie fini conchigliari con ricca componente fangosa in cui *Perinereis* (verme dei pescatori) scava le sue tane. In caso di dissalazione *Perinereis* è vicariata da *Hediste diversicolor*.

Come in altri ambienti ciottolosi la catena alimentare parte dal detrito spiaggiato, mangiato da Isopodi ed Anfipodi, a loro volta prede di *Pachygrapsus* o pesci risalenti nel biotopo ad alta marea.

### Specie rilevanti

*Pachygrapsus marmoratus* Grapsidae

*Parhyale aquilina* Hyalidae

*Perinereis cultrifera* Nereididae

*Sphaeroma serratum* Sphaeromatidae



Figura 87 - *Perinereis cultrifera*



*Enteromorpha compressa* Ulvaceae

*Ulva rigida* Ulvaceae

Codice habitat ME4

**Denominazione** Biocenosi della roccia mesolitorale inferiore

In condizioni di relativa calma e di apporti di acque dolci pure la facies a *Fucus* si arricchisce. Con moderati apporti di nutrienti *Fucus* viene sostituito da *Bangia fuscopurpurea* o da *Ulva rigida*.

L'habitat è cromaticamente individuabile come una fascia bruno-nera a *Fucus* e *Mytilus* tra cui si trovano talvolta tratti di roccia nuda che costituiscono le zone di pascolo di *Patella*.

Su substrati calcarei questa fascia è ricca di bivalvi ed altri organismi perforatori.

**Specie rilevanti**

*Actinia equina* Actiniidae

*Irus irus* Veneridae

*Lasaea rubra* Lasaeidae

*Middendorfia caprearum* Ischnochitonidae

*Mytilaster minimus* Mytilidae

*Mytilus galloprovincialis* Mytilidae

*Osilinus articulatus* Trochidae

*Osilinus turbinatus* Trochidae

*Patella caerulea* Patellidae

***Bangia atropurpurea* Corallinaceae**

*Catenella repens* Rhabdoniaceae

*Enteromorpha compressa* Ulvaceae

*Enteromorpha linza* Ulvaceae

*Ulva rigida* Ulvaceae

Codice habitat ME5

**Denominazione** Biocenosi della roccia mesolitorale superiore

L'habitat è tanto più esteso in altezza quanto più battuta è la costa.

L'habitat è spesso individuabile come una fascia verdeggiante (*Enteromorpha*) sovrapposta verso l'alto ad una superficie resa scabra dai nicchi di *Chthamalus*.



Figura 88 - *Fucus*



Figura 89 - *Chthamalus stellatus*

Questa unità di popolamento, più ancora della precedente è indenne da rischi perché è capace di riproporsi su qualsiasi substrato solido.

### **Specie rilevanti**

*Chthamalus stellatus* Chthamalidae

*Patella caerulea* Patellidae

*Enteromorpha compressa* Ulvaceae

### **Ambienti marini - sopralitorale MS**

Il piano sopralitorale è delimitato verso terra dal livello più alto a cui arrivano gli spruzzi e, verso mare, dal livello più alto a cui arrivano le normali alte maree. Ospita perciò gli organismi che esigono o sopportano emersioni pressoché continue, sopportando delle immersioni soltanto per brevi periodi (equinozi).

Come per il piano mesolitorale, il fattore ambientale fondamentale è l'umettazione, cioè l'equilibrio che si crea tra l'apporto dell'acqua di mare attraverso gli spruzzi delle onde e l'evaporazione determinata dal riscaldamento solare.

Sui substrati mobili hanno un certo rilievo i fenomeni di risalita per capillarità e quindi la granulometria dei sedimenti e lo spessore dei materassi di relitti spiaggiati, rappresentati normalmente da ammassi di fanerogame ed alghe marine. Le capacità biotiche di questi habitat si misurano perciò sul livello di umidità che possono garantire alle singole specie.

Sui substrati duri (MS3) sono perciò più densamente abitate le piccole cavità e le fessurazioni della roccia dove risulta più abbondante il piccolo gasteropode *Littorina neritoides* e dove, nelle giornate di forte riscaldamento estivo, si affollano gli individui giovani dell'isopode *Ligia italica*, mentre gli adulti possono rimanere a lungo allo scoperto.

Analogamente sui substrati mobili è l'habitat più vicino al mare (MS1) a presentare maggior ricchezza, mentre quello più lontano, soggetto ad essiccazione più rapida (MS2), si presenta meno dotato faunisticamente soprattutto per una minor presenza di molluschi gasteropodi.

Gli habitat di substrato duro sono particolarmente sviluppati e continui lungo le scarpate flyschoidi o calcaree tra Miramare ed il Villaggio del Pescatore. C'è da dire tuttavia che anche sui substrati artificiali del resto del Golfo di Trieste (banchine portuali, massicciate frangiflutti, muri di contenimento, ecc.), MS3 presenta fisionomie simili a quelle che caratterizzano i substrati naturali salvo un eventuale decadimento soprattutto quantitativo, registrabile in ambienti portuali inquinati.

I substrati mobili pertinenti ad MS1 e MS2, sono rappresentati quasi esclusivamente tra il Villaggio del Pescatore e la foce del Tagliamento.

Queste biocenosi hanno vita effimera e si ricostituiscono ogni anno, poiché ampi tratti di questa costa sono destinati alla balneazione e vengono soggetti a manutenzione all'inizio della stagione estiva, soprattutto asportando i relitti sotto ai quali esse prosperano. Questi habitat hanno vita più lunga ed arrivano a maturazione invece nelle spiagge meno frequentate dei lidi prelagunari, attorno alle foci e nei corrispondenti siti paralagunari, dove possono rappresentare il punto d'arrivo precontinentale di un'evoluzione iniziata dalle formazioni a *Spartina* del sottostante piano mesolitorale.

Codice habitat MS1

**Denominazione** Biocenosi dei detriti spiaggiati a lenta essiccazione

La costituzione degli accumuli varia in relazione alla vegetazione sottomarina prospiciente la costa.

L'habitat è costituito da accumuli di foglie di fanerogame ed alghe spiaggiate impastati di sabbia capaci di mantenere a lungo l'umidità.

Poiché l'habitat si forma prevalentemente lungo spiagge balneari, gli accumuli di relitti che lo costituiscono vengono asportati all'inizio di stagione, conferendo alla biocenosi caratteri effimeri.

**Specie rilevanti**

*Alexia* spp. Ellobiidae

*Auriculinella bidentata* Ellobiidae

*Orchestia* spp. Talitridae

*Truncatella subcylindrica* Truncatellidae

*Tylos ponticus* Tylidae



Figura 90 - *Orchestia* spp

Codice habitat MS2

**Denominazione** Biocenosi dei detriti spiaggiati a rapida essiccazione

La costituzione degli accumuli varia in relazione alla vegetazione sottomarina prospiciente la costa.

L'habitat è costituito da accumuli di fanerogame ed alghe impastati di sabbie in posizione più elevata rispetto al livello del mare e perciò inidonei a trattenere l'umidità.

Poiché l'habitat si forma prevalentemente lungo spiagge balneari, gli accumuli di relitti che lo costituiscono vengono asportati all'inizio di stagione, conferendo alla biocenosi caratteri effimeri.

**Specie rilevanti**

*Euraphia depressa* Chthamalidae

*Ligia italica* Ligiiidae

*Littorina neritoides* Littorinoidea

*Talitrus saltator* Talitridae

*Tylos latreillei* Tylidae



Figura 91 - *Talitrus saltator*

**3.6.5 Elenco delle specie ittiche marine più comuni nel Golfo di Trieste e nelle sue lagune**

Il numero di specie ittiche censite per il Mare Adriatico, comprese le nuove specie alloctone, ammonta a 432 specie per 122 famiglie. Riguardo all'ittiofauna alloctona in Adriatico, le specie ammontano a nove e sono originarie del Mar Rosso. Una di queste, *Epinephelus coioides*, è

stata pescata nel 1998 al largo di Trieste. Di seguito viene riportato un elenco delle specie e generi più comuni nel Golfo di Trieste, tratto da Troian 2001, il quale comprende anche alcune specie un tempo rare ed ora puntualmente presenti nelle acque regionali.

- Squaliformi e Batoidei: Palombo, *Mustelus vulgaris* - Gattuccio, *Scyliorhinus* spp. - Spinarolo, *Squalus acantias* - Torpedine marezata, *Torpedo marmorata* - Razze, *Raja* spp. - Pastinaca, *Trygon* spp. - Aquila di mare, *Myliobatis aquila*.
- Clupeiformi: Papalina, *Sprattus sprattus* - Cheppia, *Alosa fallax* - Sardina, *Sardina pilchardus* - Acciuga, *Engraulis encrasicolus*.
- Anguilliformi: Anguilla, *Anguilla anguilla* - Grongo, *Conger conger*.
- Beloniformi: Aguglia, *Belone belone*.
- Gadiformi: Merlano, *Gadus merlangus* - Merluzzetto, *Gadus capelanus* - Nasello, *Merluccius merluccius* - Musdea bianca, *Phycis phycis*.
- Perciformi: Sciarrano, *Serranus scriba* - Sacchetto, *Serranus hepatus* - Spigola, *Dicentrarchus labrax* - Sugarello, *Trachurus* spp. - Leccia, *Lichia amia* - Lampuga, *Coryphaena hippurus* - Corvina, *Sciaena umbra* - Ombrina, *Umbrina cirrhosa* - Triglia di fango, *Mullus barbatus* - Triglia di scoglio, *Mullus surmuletus* - Sarago sparaglione, *Diplodus annularis* - Sarago maggiore, *Diplodus sargus* - Sarago fasciato, *Diplodus vulgaris* - Sarago pizzuto, *Charax puntazzo* - Pagello fragolino, *Pagellus erythrinus* - Mormora, *Lithognathus mormyrus* - Orata, *Sparus aurata* - Tanuta, *Cantharus cantharus* - Boga, *Boops boops* - Salpa, *Boops salpa* - Occhiata, *Oblada melanura* - Dentice, *Dentex dentex* - Mennola, *Maena* spp. - Castagnola, *Chromis chromis* - Tordo, *Labrus* spp. - Donzella, *Coris julis* - Tracina, *Trachinus* spp. - Pesce prete, *Uranoscopus scaber* - Bavosa, *Blennius* spp. - Sgombro, *Scomber scomber* - Lanzardo, *Scomber japonicus* - Tombarello, *Auxis thazard* - Tonno, *Thunnus thynnus* - Palamita, *Sarda mediterranea* - Ghiozzo, *Gobius* spp. - Ghiozzetto, *Pomatoschistus* spp. - Scorfano nero, *Scorpaena porcus* - Scorfano rosso, *Scorpaena scrofa* - Cappone, *Trigla* spp.
- Zeiformi: Pesce San Pietro, *Zeus faber*.
- Pleuronettiformi: Rombo chiodato, *Psetta maxima* - Rombo liscio, *Scophthalmus rhombus* - Suacia, *Arnoglossus laterna* - Passera pianuzza, *Platichthys flesus* - Sogliola, *Solea* spp.
- Mugiliformi: Luccio di mare, *Sphyaena sphyraena* - Cefalo, *Mugil cephalus* - Cefalo calamita, *Liza ramada* - Cefalo dorato, *Liza aurata* - Cefalo verzelata, *Liza saliens* - Cefalo bosega, *Mugil chelo* - Latterino sardaro, *Atherina hepsetus* - Latterino capoccione, *Atherina boyeri*.
- Lofiformi: Rana pescatrice, *Lophius piscatorius*.

### **3.7 Registro delle aree protette.**

In data 19/12/2013 è stata emanata la versione finale del “Documento guida per l’aggiornamento del registro delle aree protette” a seguito del lavoro svolto dall’apposito gruppo creato in seno al Distretto idrografico delle Alpi Orientali.

Il registro comprenderà le seguenti tipologie di aree protette ai sensi dell’art. 5 della direttiva quadro acque e relative linee guida europee:

- aree designate per l’estrazione di acque destinate al consumo umano;
- aree designate per la protezione di specie acquatiche significative dal punto di vista economico (vita pesci e vita molluschi)
- corpi idrici a scopo ricreativo, comprese le acque di balneazione;
- aree sensibili ai nutrienti a norma della Direttiva 91/271/CE e zone vulnerabili a norma della Direttiva 91/676/CEE e da quelle da prodotti fitosanitari a norma della Direttiva 91/414/CEE;
- aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, compresi i siti pertinenti della rete Natura 2000.

#### **3.7.1 Aree designate per l’estrazione di acque destinate al consumo umano**

L’art. 7 della Direttiva 2000/60/CE prescrive di individuare all’interno di ciascun distretto idrografico tutti i corpi idrici utilizzati per uso potabile che forniscono in media oltre 10 m<sup>3</sup> al giorno o servono più di 50 persone e i corpi idrici destinati a tale uso futuro.

In tal senso, sulla base del DB “derivazioni soggette a concessione” sono state individuate tutte le derivazioni (da pozzo, sorgente o da acque superficiali interne) ad uso potabile o misto potabile/altro.

Sono inoltre state considerate le aree del territorio regionale sfruttate in modo significativo anche per i prelievi ad uso potabile mediante “pozzi domestici”.

La sovrapposizione “ragionata” di detti punti di prelievo, comprensiva dei pozzi domestici, con i corpi idrici ha permesso di individuare il sottoinsieme di questi ultimi soggetti a prelievi che almeno potenzialmente possono essere superiori a 10 mc/giorno per uso potabile (da stima portate concesse, integrata da informazioni presenti nei piani d’ambito).

#### **3.7.2 Corpi idrici sotterranei.**

Sul territorio regionale sono stati individuati 40 corpi idrici sotterranei.

Di questi si ritiene di inserire nel registro delle aree protette i seguenti:



EU_CD_G W	Tipo	Nome	Area(km/q)	Stima prelievi potabili (mc/d)
IT06A01	Corpi idrici montani	Fascia Prealpina sud occidentale	441,28	9.626
IT06A02	Corpi idrici montani	Fascia Prealpina nord occidentale	984,81	14.951
IT06A03	Corpi idrici montani	Alpi Carniche	877,83	29.237
IT06A04	Corpi idrici montani	Catena Paleocarnica occidentale	258,71	6.937
IT06A05	Corpi idrici montani	Catena Paleocarnica orientale	186,22	3.044
IT06A06	Corpi idrici montani	Alpi Giulie e Fascia Prealpina nord orientale	575,27	25.083
IT06A07	Corpi idrici montani	Campo di Osoppo Gemona e subalvea del Tagliamento	108,01	54.345
IT06A08	Corpi idrici montani	Fascia Prealpina sud orientale	497,49	13.209
IT06A09	Corpi idrici montani	Carso classico isontino e triestino	208,28	42.094
IT06A11	Corpi idrici montani	Canin	51,48	48
IT06P02	Corpi idrici di alta pianura	Anfiteatro morenico	206,32	2.446
IT06P03A	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura pordenonese occidentale	219,52	12.555
IT06P03B	Corpi idrici di alta pianura	Alta e bassa pianura pordenonese occidentale: areale interessato da plume clorurati	69,24	2.850
IT06P04	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna	215,99	3.242
IT06P05A	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana centrale in destra Tagliamento	143,27	7.579
IT06P05B	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana centrale in sinistra Tagliamento	170,65	494
IT06P06	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana centrale	259,12	48
IT06P07	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana orientale - areale meridionale	201,35	26.062
IT06P08	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana orientale - areale settentrionale	284,47	31.133
IT06P09	Corpi idrici di alta pianura	Alta pianura friulana cividalese	139,59	12.135
IT06P10	Corpi idrici di	Alta pianura isontina	168,27	147.958

EU_CD_G W	Tipo	Nome	Area(km <sup>2</sup> /q)	Stima prelievi potabili (mc/d)
	alta pianura			
IT06P11	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura pordenonese: falde artesiane superficiali (falda A+B)	366,75	40.479
IT06P12	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura pordenonese: falda artesiane intermedia (falda C)	366,75	900
IT06P13	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura pordenonese: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	366,75	3.598
IT06P14	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falde artesiane superficiali (falda A+B)	708,54	62.056
IT06P15	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falda artesiane intermedia (falda C)	708,54	1.379
IT06P16	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	708,54	5.516
IT06P17	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura friulana orientale: falde artesiane superficiali (falda A+B)	307,52	7.438
IT06P18	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura friulana orientale: falda artesiane intermedia (falda C)	307,52	165
IT06P19	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura friulana orientale: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	307,52	661
IT06P20	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi A+B	Bassa pianura dell'Isonzo: falde artesiane superficiali (falda A+B)	161,45	108.429
IT06P21	Corpi idrici di bassa pianura: acquifero C	Bassa pianura dell'Isonzo: falda artesiane intermedia (falda C)	161,45	2.410
IT06P22	Corpi idrici di bassa pianura: acquiferi profondi	Bassa pianura dell'Isonzo: falde artesiane profonde (falda D+profonde)	161,45	9.638

Tabella 11

I seguenti non vengono inseriti nel registro:

EU_CD_GW	Tipo	Nome	Area(km <sup>2</sup> /q)	Stima prelievi potabili (mc/d)
IT06A10	Corpi idrici montani	Flysch triestino	61,30	0
IT06P23A	Corpi idrici di bassa pianura: falda freatica	Bassa pianura pordenonese: falda freatica locale	337,94	0
IT06P23B	Corpi idrici di bassa pianura: falda freatica	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento: falda freatica locale	534,60	2
IT06P23C	Corpi idrici di bassa pianura: falda freatica	Bassa pianura friulana orientale: falda freatica locale	161,02	0
IT06P23D	Corpi idrici di bassa pianura: falda freatica	Bassa pianura isontina: falda freatica locale	73,23	0
IT06P25	Corpi idrici con cuneo salino naturale	Alluvionale triestino	8,73	0
IT06P24	Corpi idrici con cuneo salino naturale	Aree lagunari bonificate	256,12	0

Tabella 12

### 3.7.3 Acque superficiali

Per quanto riguarda le acque superficiali interne è necessario sottolineare che in diversi casi le prese non sono posizionate su corpi idrici tipizzati e soggetti a monitoraggio ma su affluenti dei medesimi.

Codice	corso_acqua	Cl_superficiale	Stima prelievi potabili (mc/d)	note
IT06DWDIDR000301	Torrente cellina- ravedis	IT0602SS2 T28	2500	derivazione idroelettrica ad uso anche potabile
IT06DWDIDR504401	rio mauran (affl. di Torrente Pontaiba IT0602SS1T127)	NO	-	derivazione idroelettrica ad uso anche potabile
IT06DWDPOT000101	Il Ramo Timavo	IT0607SR6 T1	5800	
IT06DWDPOT000102	Timavo Derivazione temporanea e discontinua	IT0607SR6 T1		
IT06DWDPOT000103	III Ramo Timavo	IT0607SR6 T1		
IT06DWDPOT000104	Collettore Sablici Moschenizza- derivazione temporanea e discontinua	NO	-	
IT06DWDPOT001102	Torrente Comugna	IT0602SS1 T73	8500	
IT06DWDPOT101901	Torrente Colvera	IT0602SS1 T98	2930	
IT06DWDPOT101902	Torrente Colvera	IT0602SS1 T98		
IT06DWDPOT111201	Rio Tal (affl. di Torrente Colvera IT0602SS1T98)	NO		
IT06DWDPOT102401	Rio Casera (affl. di Torrente Chiarchia IT0602SS1T56)	NO	-	
IT06DWDPOT102402	Rio Chiavalara (affl. di Torrente Chiarchia IT0602SS1T56)	NO	-	
IT06DWDPOT111101	Torrente Artugna	IT0602SR6 T5	9260	
IT06DWDPOT111301	Torrente Cellina	IT0602SS1 T95	430	
IT06DWDPOT111501	Torrente Caltea	IT0602SS1 T65	700	
IT06DWDPOT250001	Rio Arcola (affl. di Torrente Cellina IT0602SS3T3)	NO	-	

Tabella 13

### **3.7.4 Aree designate per la protezione di specie acquatiche significative dal punto di vista economico (vita pesci e vita molluschi)**

Tali aree, a livello comunitario, sono individuate dalla direttiva 78/659/CEE e dalla direttiva 79/923/CEE, ora rispettivamente abrogate e sostituite dalla direttiva 2006/44/CEE sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci e dalla direttiva 2006/113/CEE relativa ai requisiti di qualità delle acque destinate alla molluschicoltura.

Gli articoli 84,85 e 86 recepiscono la direttiva sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci.

In essi è prevista la designazione, da parte delle regioni, con particolare riferimento a:

a) i corsi d'acqua che attraversano il territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato nonché di parchi e riserve naturali regionali;

b) i laghi naturali ed artificiali, gli stagni ed altri corpi idrici, situati nei predetti ambiti territoriali;

c) le acque dolci superficiali comprese nelle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide, nonché quelle comprese nelle "oasi di protezione della fauna", istituite dalle regioni e province autonome ai sensi della legge 11 febbraio 1992, n. 157;

d) le acque dolci superficiali che, ancorché non comprese nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, oppure in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica che presentino un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica.

La designazioni di tali acque va gradualmente estesa all'intero corpo idrico.

Al fine di un costante miglioramento dell'ambiente idrico, sono stabiliti dalle regioni programmi, che vengono recepiti nel Piano di tutela, per mantenere o adeguare la qualità di tali acque agli obiettivi specifici previsti.

Con DGR 2327/02 e con successiva DGR 2708/06 di aggiornamento sono state designate e classificate le seguenti acque dolci idonee alla vita dei pesci:



Parchi e riserve o bacini idrografici	N° acque pubbliche	Denominazione	Tratto designato	Classificazione
Bacino idrografico del OSPO	43	Rio Ospò	Da confine di Stato al ponte della S. S. n° 15	ciprinicola
Riserva naturale della Val Rosandra	39	Torrente Rosandra	Da confine di Stato a salto artificiale c/o Maneggio	ciprinicola
Riserva naturale delle Falesie di Duino	20	Fiume Timavo	Tratto epigeo	ciprinicola
Riserva naturale della foce dell'Isonzo	1	Fiume Isonzo	Dal confine di Stato al ponte S. P. n° 19	salmonicola
Bacino idrografico del Tagliamento	151	Fiume Tagliamento	Dalla sorgente al ponte Avons (Tolmezzo)	salmonicola
Bacino idrografico del Tagliamento	151	Fiume Tagliamento	Dalla presa del Consorzio Ledra-Tagliamento di Ospedaletto (Gemona del Friuli) fino al confine meridionale del Comune di Ragogna	salmonicola
Bacino idrografico del Tagliamento	151	Fiume Tagliamento	Dal confine meridionale del Comune di Ragogna alla località Gorgo di Latisana	ciprinicola
Parco naturale delle Prealpi Giulie	383	Torrente Venzonassa	Tutto	salmonicola
Bacino idrografico dell'Isonzo	540	Fiume Natisone	Dal confine di Stato al confine meridionale del Comune di Cividale	salmonicola
Bacino idrografico dell'Isonzo	540	Fiume Natisone	Dal confine meridionale del Comune di Cividale all'entrata in subalveo	ciprinicola
Parco naturale delle Dolomiti friulane	66	Torrente Cellina	Tutto	salmonicola
Bacino idrografico del Livenza	8	fiume Livenza	Tutto	salmonicola
Bacino idrografico del Livenza	73	torrente Cimoliana	Tutto	salmonicola
Bacino idrografico del Tagliamento	155	Torrente Cosa	Tutto	salmonicola
Bacino idrografico del Tagliamento	163	Torrente Arzino	Tutto	salmonicola
Bacino idrografico del Livenza	50	Fiume Noncello	Tutto	salmonicola

Tabella 14

Gli articoli 87,88 e 89 recepiscono la direttiva relativa ai requisiti di qualità delle acque destinate alla molluschicoltura

In essi è previsto che le regioni, d'intesa con il Ministero delle politiche agricole e forestali, designano, nell'ambito delle acque marine costiere e salmastre che sono sede di banchi e di popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi, quelle richiedenti protezione e miglioramento per consentire la vita e lo sviluppo degli stessi e per contribuire alla buona qualità dei prodotti della molluschicoltura direttamente commestibili per l'uomo. Le regioni possono procedere a designazioni complementari, oppure alla revisione delle designazioni già effettuate, in funzione dell'esistenza di elementi imprevisti al momento della designazione.

Al fine di un costante miglioramento dell'ambiente idrico, sono stabiliti dalle regioni programmi, che vengono recepiti nel Piano di tutela, per mantenere o adeguare la qualità di tali acque agli obiettivi specifici previsti.

Con DGR 2093/2000 e con successiva DGR 2808/02 di aggiornamento sono state designate le seguenti acque destinate alla vita dei molluschi, riferite alle coordinate della carta nautica n°39 dell'IGM.

PROVINCIA DI TRIESTE		
<b>Acque conformi</b>		
Le acque marine comprese tra il Comune di Stato (Muggia) e Punta Ronco (Muggia) delimitate dal poligono i cui vertici sono:		
Punti	longitudine	latitudine
TS 01	13°43'24"	45°35'39"
TS 02	13°43'07"	45°35'39"
TS 03	13°42'46"	45°35'54"
TS 04	13°41'58"	45°36'12"
TS 09	13°43'52"	45°36'49"
TS 08	13°44'08"	45°36'47"
TS 07	13°44'09"	45°36'36"
Le acque marine prospicienti internamente la diga Rizzo delimitate dal poligono i cui vertici sono:		
Punti	longitudine	latitudine
TS 10	13°44'21"	45°37'01"
TS 11	13°44'20"	45°37'01"
TS 18	13°44'13"	45°37'35"
TS 19	13°44'12"	45°37'35"
Le acque marine prospicienti la diga Rizzo delimitate dal poligono i cui vertici sono:		
Punti	longitudine	latitudine
TS 12	13°44'19"	45°37'01"
TS 13	13°44'18"	45°37'01"

TS 14	13°44'07"	45°37'48"
TS 17	13°44'10"	45°37'48"
TS 18	13°44'13"	45°37'36"
TS 19	13°44'12"	45°37'35"

La linea di costa compresa tra Sistiana (Duino-Aurisina) e Grignano delimitata dal poligono i cui vertici sono:

Punti	longitudine	latitudine
TS 20	13°42'46"	45°42'30"
TS 21	13°42'24"	45°42'18"
TS 27	13°37'42"	45°45'21"
TS 26	13°37'42"	45°46'03"

Le acque marine comprese tra Sistiana (Duino-Aurisina) ed il Confine della Provincia di Trieste delimitate dal poligono i cui vertici sono:

Punti	longitudine	latitudine
TS 32	13°36'56"	45°45'56"
TS 33	13°36'08"	45°45'58"
TS 34	13°35'13"	45°46'15"
TS 35	13°34'51"	45°46'28"
TS 39	13°35'01"	45°45'31"
TS 38	13°36'14"	45°45'31"
TS 37	13°36'56"	45°45'51"

La linea di costa compresa tra Sistiana (Duino-Aurisina) ed il Confine della Provincia di Trieste delimitata dal poligono i cui vertici sono:

Punti	longitudine	latitudine
TS 31	13°36'56"	45°46'14"
TS 32	13°36'56"	45°45'56"
TS 33	13°36'08"	45°45'58"
TS 34	13°35'13"	45°46'15"
TS 35	13°34'51"	45°46'28"
TS 36	13°34'50"	45°46'50"

## PROVINCIA DI GORIZIA

### Acque conformi

Le acque marine comprese tra la linea di costa e la spezzata i cui vertici sono indicati con le seguenti coordinate geografiche:

Punti	longitudine	latitudine
GO 13	13°25'32"	45°40'34"
GO 15	13°27'26"	45°36'57"
GO 09	13°32'44"	45°39'19"

GO 04	13°35'59"	45°42'31"
GO 29	13°37'12"	45°37'38"
GO 28	13°18'50"	45°32'36"
GO 27	13°17'22"	45°31'13"
GO 21	13°15'45"	45°38'57"
GO 19	13°18'01"	45°42'24"

Nel poligono sopra descritto si individua come «non designata» l'area di rispetto della discarica a mare di raggio pari a 2000 m. e centro nel punto:

Punti	longitudine	latitudine
GO 30	13°35'11"	45°39'36"

Nel poligono sopra descritto si individua come «non designata» l'area di rispetto della discarica a mare di raggio pari a 2000 m e centro nel punto:

Punti	longitudine	latitudine
GO 31	13°20'41"	45°37'00"

#### Acque non conformi

Tutte le acque della laguna di Grado, delimitata dalla terra ferma a Nord e Nord-Est e la spezzata, a Sud e Ovest, i cui vertici sono individuati dalle seguenti coordinate:

Punti	longitudine	latitudine
GO 33	13°24'57"	45°41'11"
GO 22	13°15'08"	45°42'50"
UD 01	13°14'44"	45°45'06"

Le acque marine della zona costiera comprese tra il confine con la Provincia di Trieste e Grado Pineta + le acque marine della zona di Porto Buso delimitate dalle seguenti coordinate geografiche:

Punti	longitudine	latitudine
GO 01	13°33'08"	45°46'38"
GO 05	13°35'22"	45°45'05"
GO 04	13°35'59"	45°42'31"
GO 09	13°33'44"	45°39'19"
GO 15	13°27'26"	45°36'57"
GO 13	13°25'32"	45°40'34"
GO 19	13°18'01"	45°42'24"
GO 21	13°15'45"	45°38'57"
GO 25	13°15'04"	45°42'18"

Nel poligono sopra descritto si individuano come «non designate» e acque marine corrispondenti alla condotta a mare e diffusore delle fognature del Comune di Grado delimitate della seguenti coordinate geografiche:

Punti	longitudine	latitudine
GO 07	13°28'10"	45°42'10"

GO 08	13°31'08"	45°40'18"
GO 10	13°30'37"	45°39'54"
GO 12	13°27'41"	45°41'43"

Nel poligono sopra descritto si individuano come «non designate» le acque marine relative alla fascia di mare comprendente la prevista condotta a mare a servizio dell'impianto di depurazione di Staranzano delimitata dalle seguenti coordinate:

Punti	longitudine	latitudine
GO 36	13°32'15"	45°46'49"
GO 37	13°33'35"	45°45'44"
GO 38	13°33'59"	45°45'05"
GO 39	13°35'35"	45°44'05"
GO 40	13°36'28"	45°41'14"
GO 41	13°34'59"	45°41'00"
GO 42	13°34'09"	45°43'34"
GO 43	13°32'49"	45°44'22"
GO 44	13°32'20"	45°45'03"
GO 45	13°31'22"	45°45'54"

#### PROVINCIA DI UDINE

##### Acque conformi

##### Acque della laguna di Marano:

le acque chiuse dal poligono i cui vertici sono indicati con le seguenti coordinate geografiche:

Punti	longitudine	latitudine
UD 49	13°04'39"	45°41'39"
UD 50	13°07'14"	45°41'21"
UD 17	13°11'00"	45°42'41"
UD 07	13°14'22"	45°43'14"
UD 01	13°14'44"	45°45'06"
UD 38	13°11'58"	45°45'57"
UD 39	13°10'53"	45°45'39"
UD 40	13°09'43"	45°45'06"
UD 41	13°08'42"	45°45'03"
UD 42	13°08'42"	45°44'18"

Nel poligono sopra descritto sono escluse, in quanto «non designate», le acque che individuano l'area di pertinenza della condotta a mare a servizio dell'impianto di depurazione di San Giorgio di Nogaro, così delimitato:



Punti	longitudine	latitudine
UD 04	13°13'36"	45°45'15"
UD 37	13°13'34"	45°42'59"
UD 03	13°14'22"	45°45'08"
UD 07	13°14'22"	45°43'14"
<b>Acque marino costiere:</b>		
le acque marine comprese tra la foce del fiume Tagliamento e Porto Buso fino alla batimetrica dei 7 metri i cui vertici sono indicati con le seguenti coordinate geografiche:		
Punti	longitudine	latitudine
UD 26	13°06'06"	45°38'30"
UD 27	13°07'08"	45°37'44"
UD 10	13°15'03"	45°43'06"
GO 26	13°15'17"	45°41'12"
Nel poligono sopra descritto sono escluse in quanto «non designate», le acque che individuano l'area di pertinenza delle condotte a mare a servizio degli impianti di depurazione di Lignano Sabbiadoro a San Giorgio di Nogaro, così rispettivamente delimitati:		
Punti	longitudine	latitudine
UD 25	13°07'13"	45°40'16"
UD 28	13°08'05"	45°39'40"
UD 21	13°07'48"	45°40'38"
UD 22	13°08'50"	45°39'55"
UD 13	13°13'45"	45°42'49"
UD 14	13°13'41"	45°41'23"
UD 08	13°14'17"	45°42'56"
UD 09	13°14'51"	45°41'11"
<b>Acque marine denominate «Trezza»:</b>		
le acque marine comprese nel poligono i cui vertici sono indicati con le seguenti coordinate geografiche:		
Punti	longitudine	latitudine
UD 30	13°08'07"	45°36'14"
UD 54	13°16'41"	45°30'34"
GO 27	13°17'22"	45°31'13"
UD 35	13°15'52"	45°38'20"
UD 34	13°12'15"	45°36'31"

Tabella 15

Sulla base delle informazioni presenti nelle suddette deliberazioni sono state successivamente cartografate le rispettive linee/aree.

Da segnalare che la direttiva 78/659/CEE e la direttiva 79/923/CEE ,(e successive versioni codificate) sono state abrogate dall'art. 22 della direttiva 2000/60 a far data dal 22 dicembre 2013, in virtù del considerando n° 51 della medesima direttiva secondo il quale *“L'attuazione della presente direttiva deve consentire di pervenire ad un livello di protezione delle acque almeno equivalente a quello previsto in taluni atti precedenti, che dovrebbero quindi essere abrogati una volta che sia data piena attuazione alle pertinenti disposizioni della presente direttiva”*

Peraltro il recente D.L. 24-6-2014 n. 91 (Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea), pubblicato nella Gazz. Uff. 24 giugno 2014, n. 144 e convertito in legge, con modificazioni, dall' art. 1, comma 1, L. 11 agosto 2014, n. 116, con le disposizioni contenute nel comma 3 dell'articolo 17 ha di fatto soppresso il termine finale del 22 dicembre 2013, presente all'Allegato 1 alla Parte Terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, alla lettera A.3.7 «Aree protette» del punto A.3 in tema di monitoraggio dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali. Onde i programmi di monitoraggio esistenti ai fini del controllo delle acque per la vita dei pesci e dei molluschi di cui all'articolo 79 del decreto legislativo n. 152 del 2006 costituiscono in via definitiva parte integrante del monitoraggio

### 3.7.5 Corpi idrici a scopo ricreativo, comprese le acque di balneazione

Sono prese in considerazione le acque destinate alla balneazione ai sensi del D.lgs. 116/2008

Queste vengono individuate ed aggiornate di anno in anno con deliberazione della Giunta regionale.

L'ultima individuazione è stata effettuata con DGR n. 2430 del 20.12.2013.

AREA DI BALNEAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE ACQUA DI BALNEAZIONE
IT006032003007	MUGGIA	Camping Lazzaretto
IT006032003006	MUGGIA	Bagno Lazzaretto
IT006032003005	MUGGIA	Bagno Punta Sottile
IT006032003004	MUGGIA	Bagno Punta Olmi
IT006032003003	MUGGIA	Pontiletto dopo ex Cantiere San Rocco
IT006032003002	MUGGIA	Bagno G.M.T.
IT006032003001	MUGGIA	Bagno Muggesano
IT006032006001	TRIESTE	Aurisina Filtri
IT006032006002	TRIESTE	S. Croce Porto
IT006032006003	TRIESTE	Grignano (Tra primo e secondo bagno)
IT006032006004	TRIESTE	Tra il Bagno Sticcio e Militare
IT006032006005	TRIESTE	Barcola - Fronte Bar "California Inn"
IT006032006006	TRIESTE	Barcola Topolmi
IT006032006007	TRIESTE	Barcola ex Cedas
IT006032006008	TRIESTE	Excelsior
IT006032006009	TRIESTE	Tra E.A.P.T. e Ferroviario
IT006032006010	TRIESTE	Tra i Bagni Ausonia e Lanterna
IT006032006011	TRIESTE	Tra Santa Croce Porto e Aurisina Filtri
IT006032006012	TRIESTE	Tra Grignano e Santa Croce Porto
IT006032006013	TRIESTE	Diga Vecchia Nord - Diga Foranea del Porto Franco Vecchio
IT006032006014	TRIESTE	Diga Vecchia Sud - Diga Foranea del Porto Franco Vecchio
IT006032001001	DUINO-AURISINA	Villaggio del Pescatore
IT006032001002	DUINO-AURISINA	Duino - Dama Bianca
IT006032001003	DUINO-AURISINA	Sistiana - Sotto il Camping
IT006032001004	DUINO-AURISINA	Sistiana - All'interno della Baia
IT006032001005	DUINO-AURISINA	Sistiana - Castelreggio
IT006032001006	DUINO-AURISINA	Costiera - Costa dei Barbari
IT006032001007	DUINO-AURISINA	Bagno "Le Ginestre"
IT006032001008	DUINO-AURISINA	Duino Scogliera
IT006032001009	DUINO-AURISINA	Duino - Sotto il Castello

Figura 92

AREA DI BALNEAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE ACQUA DI BALNEAZIONE
IT006031012001	MONFALCONE	Marina Nova - Camping Panzano Lido
IT006031012002	MONFALCONE	Marina Julia - Concessioni demaniali
IT006031023001	STARANZANO	Arenile Lido di Staranzano
IT006031009001	GRADO	Rotta Primero - Camping Tenuta Primero
IT006031009002	GRADO	Rotta Primero - Camping Europa e Punta Spin
IT006031009003	GRADO	Punta Barbacale - Arenile
IT006031009004	GRADO	Spiaggia Principale - Viale del Sole
IT006031009005	GRADO	Stabilimento Bagni - Entrata Terrazza Mare
IT006031009006	GRADO	Arenile occidentale - Costa Azzura
IT006031009007	GRADO	Grado - Isola Volpera
IT006031009008	GRADO	Grado - Aquileia - Camping Belvedere Pineta
IT006031009009	GRADO	Grado - Lido del Carabinieri
IT006031009010	GRADO	Grado - La Fosa Ovest
IT006031009011	GRADO	Grado - Marina di Macia
IT006031009012	GRADO	Grado - Valerian
IT006031009013	GRADO	Grado - Porto Buso Est
IT006031009014	GRADO	Grado - Isola di Morgo Est
IT006031009015	GRADO	Grado - Isola di Morgo Ovest

Figura 93

AREA DI BALNEAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE ACQUA DI BALNEAZIONE
IT006030056001	MARANO LAGUNARE	Isola di Sant ' Andrea Sud-ovest
IT006030056002	MARANO LAGUNARE	Isola di Sant ' Andrea Centro
IT006030056003	MARANO LAGUNARE	Isola di Sant ' Andrea Sud-est
IT006030049001	LIGNANO SABBIADORO	Lignano Sabbiadoro - Spiaggia Gabbiano
IT006030049002	LIGNANO SABBIADORO	Lignano Sabbiadoro - Terrazza a Mare
IT006030049003	LIGNANO SABBIADORO	Lungomare Marin - Fronte Hotel Marin
IT006030049004	LIGNANO SABBIADORO	Punta Tagliamento
IT006030049005	LIGNANO SABBIADORO	Camping Riviera
IT006030049006	LIGNANO SABBIADORO	Pontile Pineta
IT006030086001	PULFERO	Fiume Natisone - Località Stupizza
IT006030124001	TRASAGHIS	Lago di Cavazzo - Lato Sud-ovest - Loc. Rio da Cout - Fronte al Camping
IT006030124002	TRASAGHIS	Lago di Cavazzo - Lato Sud-est - ultima fontana pubblica
IT006030137001	FORGARIA	Torrente Arzino - Località Ponte dell ' Armistizio
IT006030137002	FORGARIA	Fiume Tagliamento - Località Cornino Cimano
IT006030003001	AMPEZZO	Lago di Sauris - Località Est Rio Storto
IT006030107001	SAURIS	Lago di Sauris - Località " La Maina "

Figura 94

AREA DI BALNEAZIONE	COMUNE	DENOMINAZIONE ACQUA DI BALNEAZIONE
IT006093026001	MEDUNO	Torrente Meduna - Località Ponte Navarons
IT006093046001	TRAMONTI DI SOTTO	Torrente Meduna - Località Camping

Figura 95

### 3.7.6 Aree sensibili ai nutrienti a norma della Direttiva 91/271/CE e zone vulnerabili a norma della Direttiva 91/676/CEE e da quelle da prodotti fitosanitari a norma della Direttiva 91/414/CEE

In FVG sono individuate le seguenti aree protette

EURBDC ODE	EUPROTECTEDARE ACODE	PROT_AREA_M S_CD	PROT_AREA_RE G_CD	PROT_AREA_NAME
ITA	IT06SA01	06SA01	SA01	acque costiere dell'Adriatico settentrionale
ITA	IT06SA02	06SA02	SA02	Laguna di Marano e Grado
ITA	IT06VZ01	06VZ01	VZ01	Montereale Valcellina
ITA	IT06VZ02	06VZ02	VZ02	Comuni afferenti Laguna Marano Grado

Tabella 16

come conseguenza delle seguenti disposizioni normative:

- Direttiva 91/271/CEE; Dlgs 152/06 articolo 91 comma 1
- Direttiva 91/271/CEE; Dlgs 152/06 articolo 91 comma 4; DGR 2016/2008
- Direttiva 91/676/CEE; D.lgs 152/2006 art. 92; DGR 1516/2003
- Direttiva 91/676/CEE; D.lgs 152/2006 art. 92; DGR 1920/2008

In FVG non sono state individuate al momento aree vulnerabili da prodotti fitosanitari.

### 3.7.7 Aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, compresi i siti pertinenti della rete Natura 2000

Il gruppo di lavoro, sulla base delle fonti normative vigenti e della letteratura reperita, ha individuato le tipologie di aree protette da annoverare in questa fattispecie.

Si tratta in particolare di:

parchi nazionali;

parchi naturali regionali;

riserve naturali statali e regionali;

zone umide (Ramsar);

zone di protezione speciale (ZPS);

siti di interesse comunitario (SIC) – zone speciali di conservazione (ZSC).

Le aree appartenenti alla Rete Natura 2000 richiedono un'ulteriore selezione, allo scopo di individuare solamente quelle la cui tutela è riferibile ad habitat o specie dipendenti dalla matrice acqua

A tal fine il gruppo di lavoro ha ritenuto di fare riferimento alle apposite linee guida elaborate da ISPRA, ed in particolare al Rapporto n. 107/2010 e n. 153/2011. In tal senso è



stato individuato un elenco di habitat di riferimento, della cui presenza nelle aree Natura 2000 si fa riferimento per l'inserimento nel Registro.

Un secondo criterio di inclusione dal Registro per tutte le aree è la presenza nell'area di corpi idrici tipizzati per un valore significativo lunghezza dei CI fiumi( $\geq 50\%$ , superficie laghi  $>0,2-0,5\text{kmq}$ , presenza di acque marino-costiere e/o di transizione)

Per quanto riguarda la presenza di acque marino-costiere e di transizione, in analogia ai laghi, si è considerata una superficie di sovrapposizione tra CI e area protetta minima di  $0,2\text{ kmq}$

Ne risultano le seguenti aree naturali protette incluse:

EUPROTECTEDA REACODE	PROT_AREA_NAME	PROTECTEDARE ATYPE
3IT020	Valle Cavanata	Ramsar
3IT025	Laguna di Marano - Foci dello Stella	Ramsar
EUAP0167	Riserva naturale marina di Miramare nel Golfo di Trieste	National
EUAP0682	Riserva naturale regionale della Forra del Cellina	Local
EUAP0962	Parco naturale regionale delle Dolomiti Friulane	Local
EUAP0963	Parco naturale regionale delle Prealpi Giulie	Local
EUAP0979	Riserva naturale regionale delle Foci dello Stella	Local
EUAP0980	Riserva naturale regionale della Valle Cavanata	Local
EUAP0981	Riserva naturale regionale della Foce dell'Isonzo	Local
EUAP0982	Riserva naturale regionale delle Falesie di Duino	Local
EUAP0983	Riserva naturale regionale dei Laghi di Doberdò e Pietrarossa	Local
EUAP0986	Riserva naturale regionale della Val Rosandra	Local
IT06RR12	Riserva naturale regionale della Val Alba	Local
IT3310001	Dolomiti Friulane	Habitats
IT3310001	Dolomiti Friulane	Birds
IT3310002	Val Colvera di Jof	Habitats
IT3310003	Monte Ciaurlec e Forra del Torrente Cosa	Habitats
IT3310004	Forra del Torrente Cellina	Habitats
IT3310007	Greto del Tagliamento	Habitats
IT3310009	Magredi del Cellina	Habitats
IT3311001	Magredi di Pordenone	Birds
IT3320001	Gruppo del Monte Coglians	Habitats
IT3320003	Creta di Aip e Sella di Lanza	Habitats
IT3320005	Valloni di Rio Bianco e di Malborghetto	Habitats
IT3320006	Conca di Fusine	Habitats
IT3320007	Monti Bivera e Clapsavon	Habitats

EUPROTECTEDA REACODE	PROT_AREA_NAME	PROTECTEDARE ATYPE
IT3320009	Zuc dal Bor	Habitats
IT3320010	Jof di Montasio e Jof Fuart	Habitats
IT3320011	Monti Verzegnis e Valcalda	Habitats
IT3320012	Prealpi Giulie Settentrionali	Habitats
IT3320014	Torrente Lerada	Habitats
IT3320016	Forra del Cornappo	Habitats
IT3320017	Rio Bianco di Taipana e Gran Monte	Habitats
IT3320026	Risorgive dello Stella	Habitats
IT3320037	Laguna di Marano e Grado	Habitats
IT3320037	Laguna di Marano e Grado	Birds
IT3321001	Alpi Carniche	Birds
IT3321002	Alpi Giulie	Birds
IT3330005	Foce dell'Isonzo - Isola della Cona	Habitats
IT3330005	Foce dell'Isonzo - Isola della Cona	Birds
IT3330006	Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	Habitats
IT3330006	Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	Birds
IT3330008	Relitti di Posidonia presso Grado	Habitats
IT3330009	Trezze San Pietro e Bardelli	Habitats
IT3340006	Carso Triestino e Goriziano	Habitats
IT3340007	Area marina di Miramare	Habitats
IT3341002	Aree Carsiche della Venezia Giulia	Birds

Tabella 17

Mentre le seguenti rimangono escluse:

EUPROTECTEDA REACODE	PROT_AREA_NAME	PROTECTEDARE ATYPE
EUAP0077	Riserva naturale Cucco	National
EUAP0078	Riserva naturale Rio Bianco	National
EUAP0977	Riserva naturale regionale del Lago di Cornino	Local
EUAP0978	Riserva naturale regionale della Valle Canal Novo	Local
EUAP0984	Riserva naturale regionale del Monte Lanaro	Local
EUAP0985	Riserva naturale regionale del Monte Orsario	Local
IT3310005	Torbiera di Sequals	Habitats
IT3310006	Foresta del Consiglio	Habitats

IT3310008	Magredi di Tauriano	Habitats
IT3310010	Risorgive del Vinchiaruzzo	Habitats
IT3310011	Bosco Marzinis	Habitats
IT3310012	Bosco Torrate	Habitats
IT3320002	Monti Dimon e Paularo	Habitats
IT3320004	Monte Auernig e Monte Corona	Habitats
IT3320008	Col Gentile	Habitats
IT3320013	Lago Minisini e Rivoli Bianchi	Habitats
IT3320015	Valle del Medio Tagliamento	Habitats
IT3320018	Forra del Pradolino e Monte Mia	Habitats
IT3320019	Monte Matajur	Habitats
IT3320020	Lago di Ragogna	Habitats
IT3320021	Torbiera di Casasola e Andreuzza	Habitats
IT3320022	Quadri di Fagagna	Habitats
IT3320023	Magredi di Campofornido	Habitats
IT3320024	Magredi di Coz	Habitats
IT3320025	Magredi di Firmano	Habitats
IT3320027	Palude Moretto	Habitats
IT3320028	Palude Selvate	Habitats
IT3320029	Confluenza Fiumi Torre e Natisone	Habitats
IT3320030	Bosco di Golena del Torreano	Habitats
IT3320031	Paludi di Gonars	Habitats
IT3320032	Paludi di Porpetto	Habitats
IT3320033	Bosco Boscat	Habitats
IT3320034	Boschi di Muzzana	Habitats
IT3320035	Bosco Sacile	Habitats
IT3320036	Anse del Fiume Stella	Habitats
IT3320038	Pineta di Lignano	Habitats
IT3330001	Palude del Preval	Habitats
IT3330002	Colle di Medea	Habitats
IT3330007	Cavana di Monfalcone	Habitats

Tabella 18

delle quali IT3320023, IT3320024 e IT3330002 per assenza di Habitat elencati nelle tabelle "habitats" presenti nel "Documento guida per l'aggiornamento del registro delle aree protette".

## 4 INQUADRAMENTO SOCIOECONOMICO

### 4.1 Premessa

Le informazioni di seguito riportate derivano da documenti basati su dati e informazioni antecedenti all'anno 2008. Pertanto non evidenziano gli effetti già in atto della attuale crisi finanziaria e le ripercussioni sull'economia reale e l'assetto sociale regionale. Di un tanto potrà esserne tenuto conto solamente in una successiva fase di revisione del progetto di piano.

### 4.2 La popolazione

La situazione demografica della regione ha presentato un andamento altalenante nell'ultimo cinquantennio. I dati Istat rilevano un'evoluzione positiva negli anni '60 e '70, con un valore massimo raggiunto nel 1981, ed una progressiva riduzione fino al 1998.

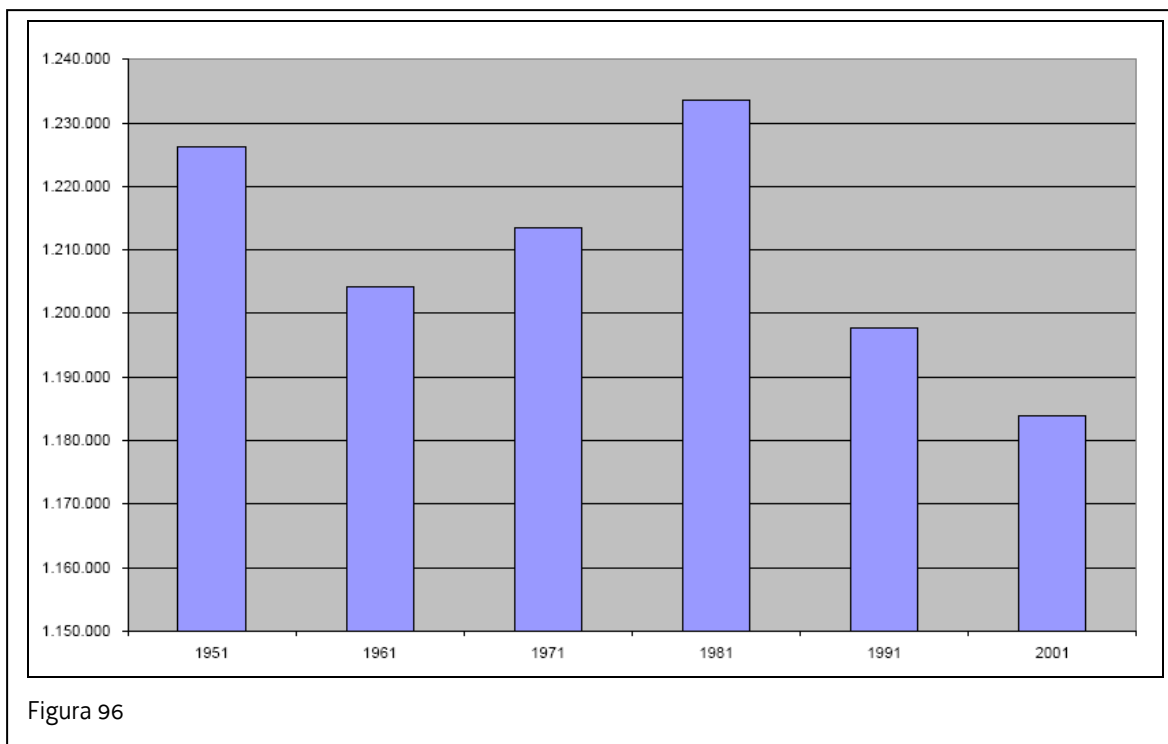
La popolazione in Friuli-Venezia Giulia, dopo aver quindi subito un decremento dal 1981 per quasi un ventennio, ha registrato una moderata crescita a partire dal 2000, raggiungendo nel 2007 oltre 1,2 milioni di abitanti (popolazione media residente) con una quota di incrementopari a circa il 2,1 per cento sul totale Italia e al 3,2 per cento sul Centro-Nord

La crescita demografica regionale rappresenta un fenomeno sicuramente positivo, ma va sottolineato il diverso andamento riscontrato nelle quattro province della regione. Da una parte, la provincia di Pordenone presenta un costante incremento demografico, grazie, principalmente, alla maggiore affluenza di stranieri. Le province di Udine e di Gorizia contano numeri positivi anche se di intensità minore rispetto alla provincia di Pordenone. Al contrario, la provincia di Trieste vede ridotto il suo totale di residenti seguendo un ritmo costante di contrazione demografica sviluppatosi negli ultimi anni.

Anno	Udine	Gorizia	Trieste	Pordenone	Totale FVG
1.951	550.741	133.550	297.003	244.837	1.226.131
1.961	532.358	137.745	298.645	235.550	1.204.298
1.971	516.910	142.412	300.304	253.906	1.213.532
1.981	529.729	144.326	283.641	275.888	1.233.584
1.991	522.455	138.119	261.825	275.267	1.197.666
2.001	518.840	136.491	242.235	286.198	1.183.764

Tabella 19 - FVG - Popolazione presente ai censimenti - Fonte: ISTAT - servizio statistica FVG

La distribuzione della popolazione sul territorio regionale inoltre non è uniforme e presenta una notevole differenza tra la zona di montagna, collina e quella di pianura.





Di seguito sono riportati i dati relativi alle regioni italiane.

<b>REGIONI</b>	<b>SUPERFICIE (kmq)</b>	<b>POPOLAZIONE</b>	<b>DENSITA'</b>	<b>PROVINCE</b>	<b>COMUNI</b>
Piemonte	25.402	4.352.828	171,4	8	1.206
Valle d'Aosta	3.263	124.812	38,2	0	74
Lombardia	23.863	9.545.441	400,0	12	1.546
Trentino-Alto Adige	13.607	994.703	73,1	2	339
Veneto	18.399	4.773.554	259,4	7	581
FVG	7.858	1.212.602	154,3	4	219
Liguria	5.422	1.607.878	296,6	4	235
Emilia-Romagna	22.117	4.223.264	190,9	9	341
Toscana	22.994	3.638.211	158,2	10	287
Umbria	8.456	872.967	103,2	2	92
Marche	9.694	1.536.098	158,5	5	246
Lazio	17.236	5.493.308	318,7	5	378
Abruzzo	10.763	1.309.797	121,7	4	305
Molise	4.438	320.074	72,1	2	136
Campania	13.590	5.790.187	426,1	5	551
Puglia	19.358	4.069.869	210,2	6	258
Basilicata	9.995	591.338	59,2	2	131
Calabria	15.081	1.998.052	132,5	5	409
Sicilia	25.711	5.016.861	195,1	9	390
Sardegna	24.090	1.659.443	68,9	8	377
ITALIA	301.336	59.131.287	196,2	109	8.101

Tabella 20

<b>Regioni</b>	<b>Montagna</b>	<b>Collina</b>	<b>Pianura</b>
Piemonte	11,5	30,7	57,9
Valle d'Aosta	100,0	-	-
Lombardia	10,8	20,6	68,5
Trentino-Alto Adige	100,0	-	-
Bolzano-Bozen	100,0	-	-
Trento	100,0	-	-
Veneto	7,3	16,5	76,2
FVG	5,8	36,1	58,1
Liguria	51,1	48,9	-

<b>Regioni</b>	<b>Montagna</b>	<b>Collina</b>	<b>Pianura</b>
Emilia-Romagna	4,5	27,3	68,2
Toscana	13,8	66,2	19,9
Umbria	16,2	83,8	-
Marche	7,4	92,6	-
Lazio	5,6	34,2	60,2
Abruzzo	28,8	71,2	-
Molise	50,1	49,9	-
Campania	6,5	57,2	36,3
Puglia	0,3	26,9	72,8
Basilicata	46,0	42,1	11,9
Calabria	23,1	62,5	14,4
Sicilia	13,1	48,2	38,7
Sardegna	3,8	47,4	48,8
ITALIA	12,7	39,1	48,2

Tabella 21

Per quanto riguarda lo sviluppo demografico a lungo termine, l'Istat ha prodotto tre scenari in relazione alle variabili "fecondità", "sopravvivenza" e "saldo flussi migratori". In base allo scenario centrale, più probabile, si osserva un modesto incremento della popolazione residente con tendenza ad un assestamento nel lungo termine ad un valore di poco superiore a 1.300.000 unità.

E' interessante notare quanto si siano ridimensionate le percentuali di crescita della popolazione rispetto alle previsioni effettuate negli anni '60 per la redazione del Piano regolatore generale degli acquedotti da parte del Ministero dei Lavori Pubblici, quando, a fronte di una popolazione residente al 1961 nel Friuli Venezia Giulia pari a 1.204.000 unità, era stata stimata al 2015 una popolazione pari a 1.488.000 unità, superiore alle attuali previsioni al 2050 dello "scenario alto", cioè quello con gli indici di "fecondità", "sopravvivenza" e "saldo flussi migratori" più elevati.

Previsioni della popolazione nella regione Friuli Venezia Giulia

	<i>scenario basso</i>	<i>scenario centrale</i>	<i>scenario alto</i>
2.010	1.233.252	1.235.656	1.237.852
2.015	1.247.231	1.257.409	1.267.068
2.020	1.251.104	1.273.292	1.294.429
2.025	1.248.563	1.285.925	1.321.538
2.030	1.242.300	1.296.712	1.348.664
2.035	1.233.875	1.306.024	1.375.130
2.040	1.223.244	1.313.657	1.400.587
2.045	1.209.473	1.318.629	1.423.984
2.050	1.191.098	1.319.234	1.443.461

Tabella 22 - Fonte ISTAT

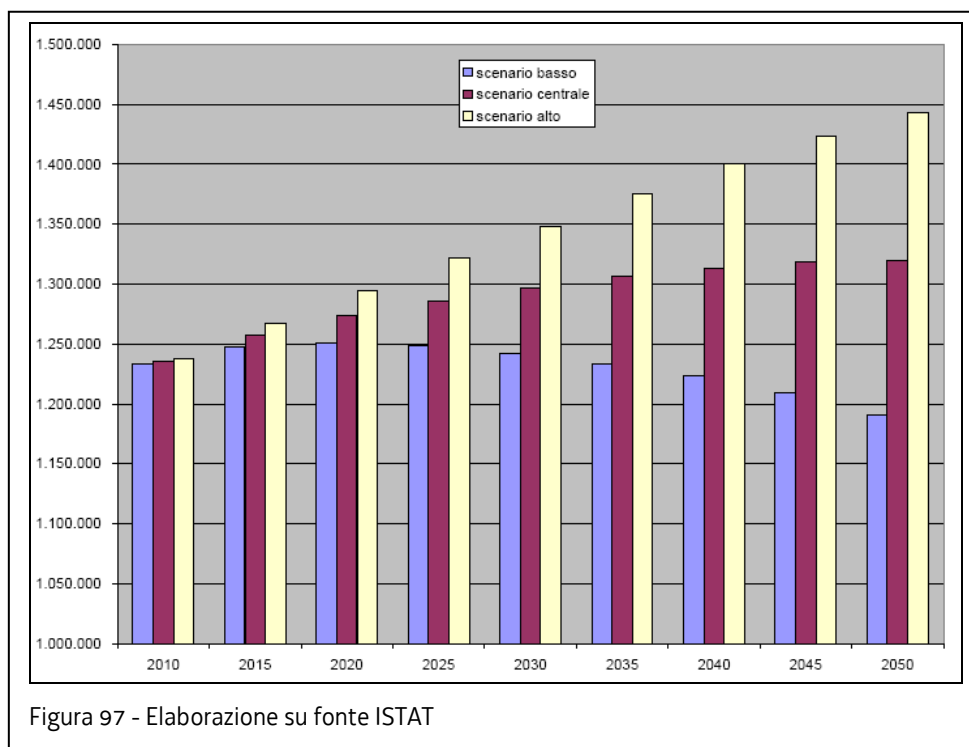
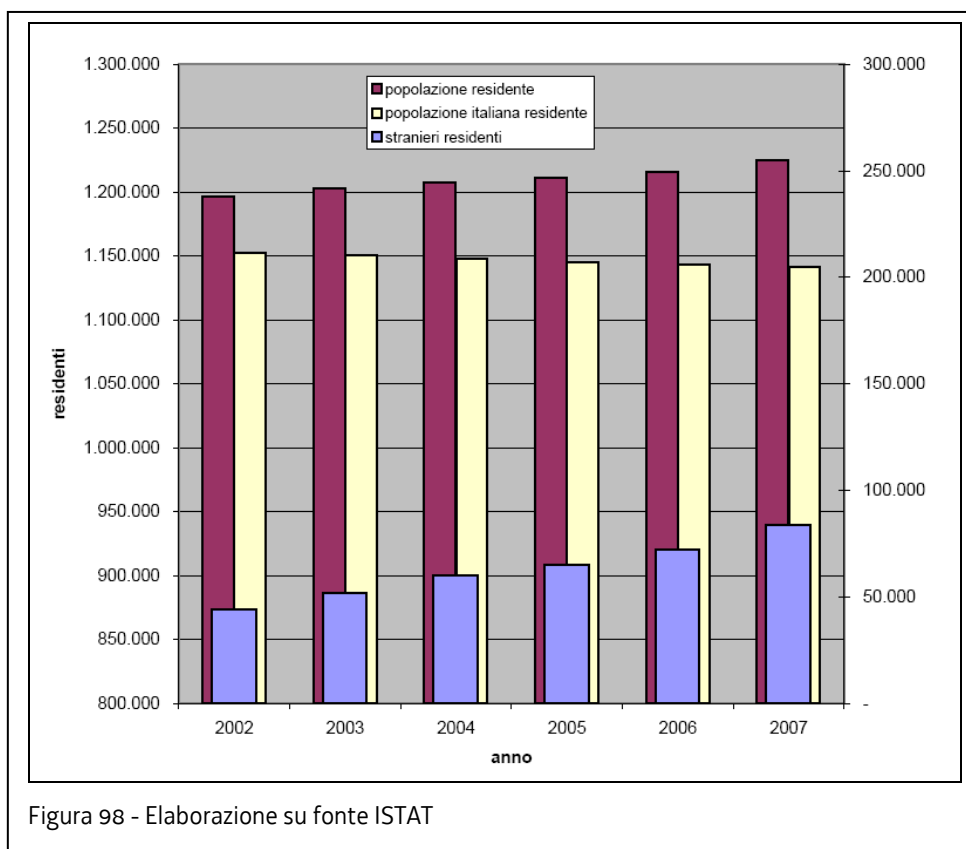


Figura 97 - Elaborazione su fonte ISTAT

Per quanto riguarda invece la presenza di **stranieri residenti** nella regione, questa ammontava, secondo i dati del Censimento 2001, a circa 38 mila unità, con un'incidenza del 2,9 per cento sulla popolazione straniera totale in Italia. Al 1° gennaio 2008, tale presenza è aumentata a circa 83 mila unità (pari al 2,4 per cento sul totale stranieri in Italia) e la quota sulla popolazione complessiva regionale è pari al 6,8 per cento. Il **tasso migratorio interno** (rapporto tra il saldo migratorio interno dell'anno e l'ammontare medio della popolazione residente, moltiplicato per 1.000) nel 2007 nel Friuli- Venezia Giulia è stato positivo (2,5 per mille), superiore alla variazione registrata nell'area centro-settentrionale (1,5 per mille).

Dal grafico sotto riportato si osserva come la moderata crescita della popolazione residente sia dovuta esclusivamente all'incremento degli stranieri residenti.



## Gli indicatori di struttura della popolazione

L'analisi della popolazione residente attraverso lo studio degli indicatori demografici di struttura rappresenta una delle principali chiavi di lettura dei principali punti di forza e di debolezza delle risorse umane regionali.

Da una valutazione comparata dei dati Friuli Venezia Giulia al 31 dicembre 2006 con gli ultimi dati nazionali disponibili, datati 2005, si ricava inizialmente come l'età media regionale risulti superiore di più di 2 anni di quella nazionale. In generale la popolazione regionale è più anziana di quella nazionale.

Per quanto riguarda gli altri indicatori demografici, si verifica che l'indice di vecchiaia, come pure l'indice demografico di dipendenza, risultano significativamente superiori a quelli nazionali.

Nello specifico, l'indice di vecchiaia, indicatore sintetico del grado di invecchiamento della popolazione, si ottiene rapportando la popolazione anziana (pari e superiore ai 65 anni d'età) a quella dei giovani (fino a 14 anni compresi). Il valore registrato nel 2006 in regione, in costante crescita negli ultimi tre anni, indica che ogni 100 giovani vi sono 188 anziani, rispetto ai 140 anziani registrati a livello nazionale.

L'indice demografico di dipendenza ha una certa rilevanza economica e sociale: rapporta infatti le persone che non sono autonome per ragioni demografiche (l'età) - ovvero i giovani e gli anziani - alle persone che si presume debbano mantenerli. La crescita del valore di quest'indicatore in regione negli ultimi tre anni significa che il numero di persone in età adulta si sta proporzionalmente riducendo rispetto al resto della popolazione.

L'indice di struttura della popolazione in età attiva indica il grado di invecchiamento della popolazione attiva rapportando i residenti in età tra i 40 ed i 64 anni ai residenti in età tra i 15 ed i 39 anni: tanto più basso è l'indice tanto più giovane è la popolazione in età lavorativa.

L'indice di ricambio della popolazione in età attiva è dato dal rapporto tra coloro che stanno per uscire dalla popolazione in età lavorativa (in età tra i 60 ed i 64 anni) e coloro che vi stanno per entrare (in età tra i 15 ed i 19 anni). Quest'indice è soggetto a forti fluttuazioni ed è molto variabile. Solitamente oscilla tra il 15% in popolazioni in via di sviluppo e il 100% e oltre in popolazioni molto mature.

	<b>FVG</b>	<b>Italia</b>
Età media	44,9	42,7
Indice di vecchiaia	188,3	140,4
Indice demografico di dipendenza	53,6	51,2
Indice di struttura della popolazione attiva	120,2	101,4
Indice di ricambio della popolazione in età attiva	165,9	109,1

Tabella 23 - Indicatori di struttura della popolazione in Friuli Venezia Giulia al 31.12.2006

FVG ITALIA

I dati Italia sono relativi all'anno 2005.

Fonte: Anagrafi comunali. Elaborazione: Servizio Statistica - Regione FVG

## L'istruzione

Per quanto riguarda l'istruzione, in questi ultimi anni si sta verificando una generale incremento del numero di iscritti alle scuole dell'obbligo e alla scuola superiore, mentre si verifica un decremento delle iscrizioni negli istituti universitari.

Il fenomeno è probabilmente imputabile alla contrazione della popolazione residente nel ventennio 1980 - 2000 ed alla successiva moderata crescita, soprattutto per la presenza di stranieri residenti.

A titolo esemplificativo si riportano i dati relativi alla scuola statale.



GRADO D'ISTRUZIONE	2006-2007		2007-2008(*)	Tasso di scolarizzazione	
	MF	F	MF	2006-07	2007-08
SCUOLA DELL'INFANZIA, PRIMARIA E					
SECONDARIA I GRADO	91.438	44.015	91.924	86,7	86,2
Scuola dell'infanzia	16.917	8.058	17.054	56,6	56,9
Scuola primaria	46.954	22.697	47.198	98,9	96,7
Scuola secondaria di I grado	27.567	13.260	27.672	98,2	99,5
SCUOLA SECONDARIA DI II GRADO					
Istruzione classica, scientifica e magistrale	44.850	22.247	45.101	95,3	92,9
Istruzione tecnica	17.817	11.169	18.341	-	-
Istruzione professionale	15.196	5.448	15.176	-	-
Istituti d'arte e licei artistici	9.567	3.980	9.385	-	-
	2.270	1.650	2.199	-	-

Tabella 24 - FVG Alunni della scuola statale per grado di istruzione

Nota: (\*) Disponibile solo il dato totale delle iscrizioni

Fonte: Ministero della pubblica Istruzione

## La struttura insediativa urbana e rurale

Le tendenze insediative, che nel corso dell'ultimo secolo hanno caratterizzato i processi di urbanizzazione, hanno individuato in alcune polarità (Udine, Pordenone, Gorizia, Monfalcone, Trieste) una funzione accentratrice dello sviluppo e lungo determinate direttrici di forza la possibilità di una linearizzazione dello sviluppo stesso. La crescita degli insediamenti, improntata sulla base di un modello urbanizzativo estensivo, ad alto consumo di suolo, ha così delineato un assetto territoriale in cui al modello radiocentrico puro, focalizzato sulle polarità di livello superiore, si sovrappone una policentricità fortemente condizionata dalla maglia relazionale di tipo stradale e ferroviario.

In taluni casi, questo sistema di crescita ha generato una forte conflittualità tra le dinamiche urbane e l'assetto agricolo causata da una occupazione indifferenziata delle diverse tipologie di suolo, in particolare di quelle con valore pedologico buono o ottimo.

Oltre alla policentricità e al reticolo diffusivo che caratterizzano l'attuale configurazione della struttura insediativa regionale, le altre modalità di aggregazione e distribuzione degli insediamenti che hanno storicamente strutturato il territorio regionale sono individuabili nella trama insediativa minore, ordinata secondo la matrice delle canalizzazioni di bonifica e delle unità di riordino fondiario e che costituisce tuttora il tessuto portante della bassa friulana, nella pedemontana, quale segno di attrazione e saldatura tra montagna e pianura dalla cui

dinamica industriale dipende molta parte della vitalità del nord Friuli, e ancora nelle linee di arroccamento dei fondovalle che compongono lo schema strutturale dello scenario montano.

Nel complesso, la configurazione territoriale della regione si presenta generalmente omogenea, senza grandi agglomerati urbani, né grandi squilibri tra zone densamente abitate e zone a minor intensità abitativa.

La zona montana segue questa uniformità nell'occupazione omogenea dei fondovalle, mentre gli insediamenti e la densità abitativa calano sia con l'elevazione delle vallate alpine sia

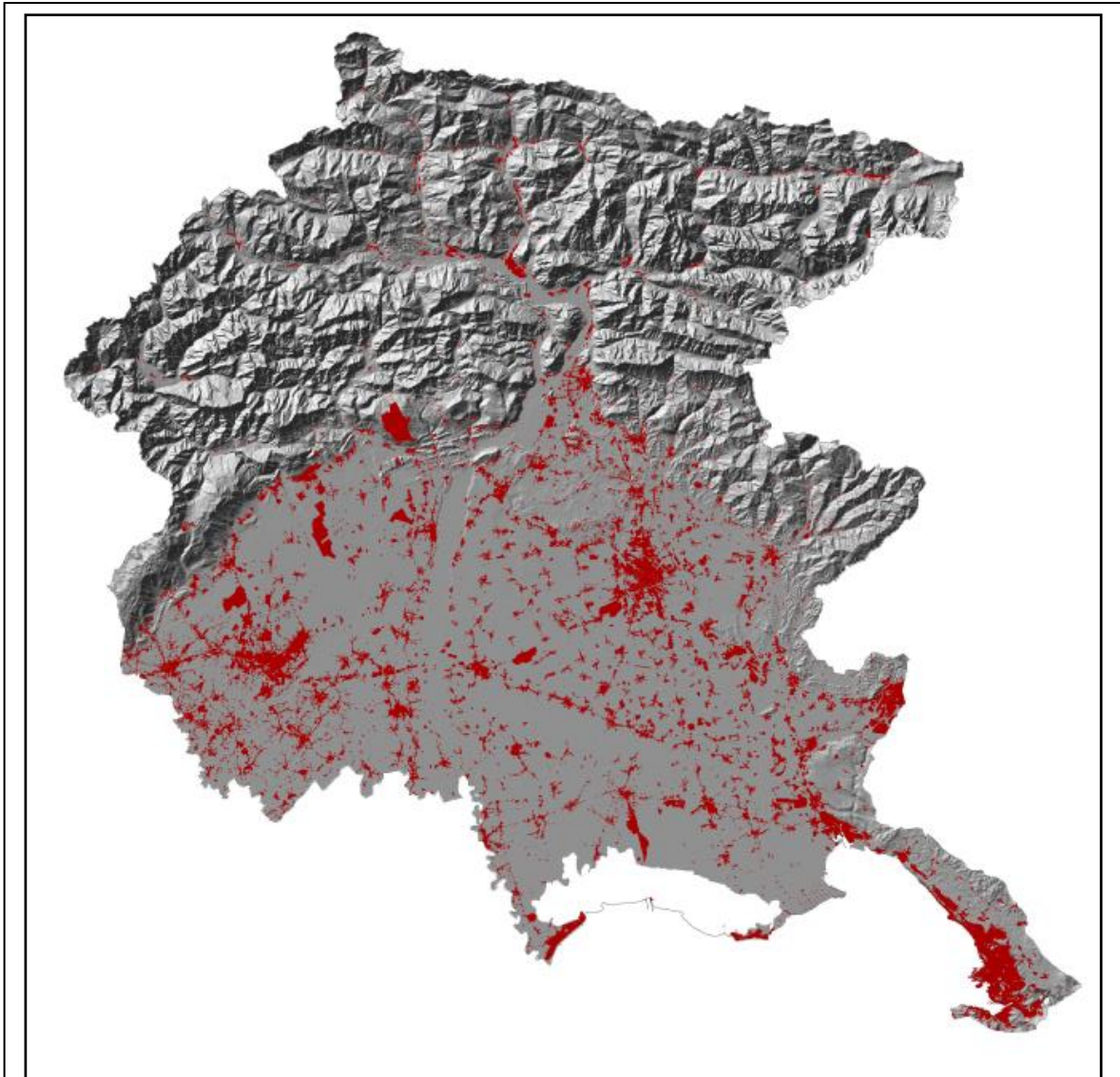


Figura 99 - Il tessuto urbano e industriale - elaborazione da Moland

lungo i versanti delle stesse.

L'industria ricopre nel Friuli Venezia Giulia un'importanza fondamentale per quanto riguarda le capacità occupazionali e di produzione di reddito. La struttura industriale regionale, a partire dagli anni 60 e 70, risulta oggi ormai ampiamente consolidata in termini dimensionali, settoriali, territoriali. Allo stato attuale la struttura industriale è matura, soggetta a forme di

ristrutturazione ma che ha raggiunto una relativa stabilità e che pertanto potrà cambiare più lentamente che in passato. Sebbene la struttura industriale risulti consolidata, non vale altrettanto per quella del mercato che oggi richiede flessibilità nella gestione delle vendite dei prodotti e continua innovazione per raggiungere competitività nel mercato globale cui devono fare riferimento le realtà industriali medio-grandi.

### Distretti industriali e artigianali

#### Enti e consorzi industriali (Zone industriali programmatiche)

Confrontando comunque i dati sullo sviluppo insediativo con altre regioni del Nord Italia quali Veneto, Emilia Romagna, Lombardia e Piemonte è interessante notare come l'occupazione del suolo dal punto di vista insediativo e industriale sia nella media del territorio considerato mentre la densità di abitanti e di abitanti equivalenti rispetto al territorio urbano e industriale è nettamente inferiore, evidenziando una bassa intensità di utilizzo del territorio urbanizzato rispetto alle altre regioni.

	<b>Friuli Venezia Giulia</b>	<b>Veneto</b>	<b>Emilia-Romagna</b>	<b>Lombardia</b>	<b>Piemonte</b>
Superficie regionale (kmq)	7.858	18.399	22.117	23.863	25.402
Residenti (1)	1.212.602	4.773.554	4.223.264	9.545.441	4.352.828
Abitanti equivalenti (1)	3.861.347	16.286.509	16.727.279	31.061.463	14.301.587
% tessuto urbano e aree industriali (2)	6,29%	7,06%	4,29%	8,91%	3,19%
Superficie urbana e industriale (kmq)	494	1.299	949	2.126	810
Residenti / superficie urbana e industriale	2.453	3.675	4.451	4.489	5.372
AE / superficie urbana e industriale	7.812	12.538	17.629	14.609	17.649

Tabella 25

(1) ISTAT - Stima del carico inquinante delle acque reflue in termini di abitanti equivalenti anno 2006

(2) Corine Land Cover 2000

## FVG – Densità della popolazione residente per Comune – anno 2007

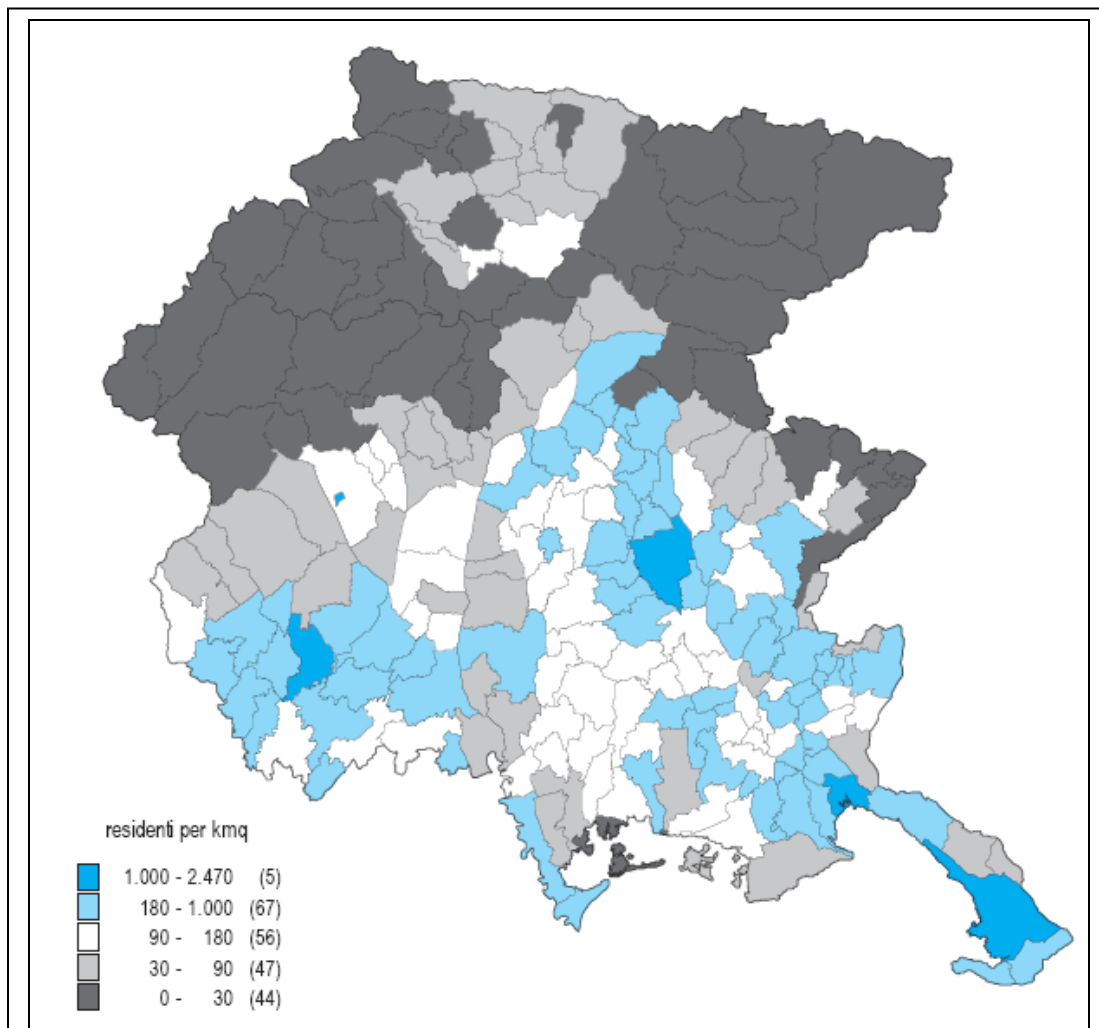


Figura 100 - Fonte: ISTAT; elaborazione a cura del Servizio statistica RAFVG

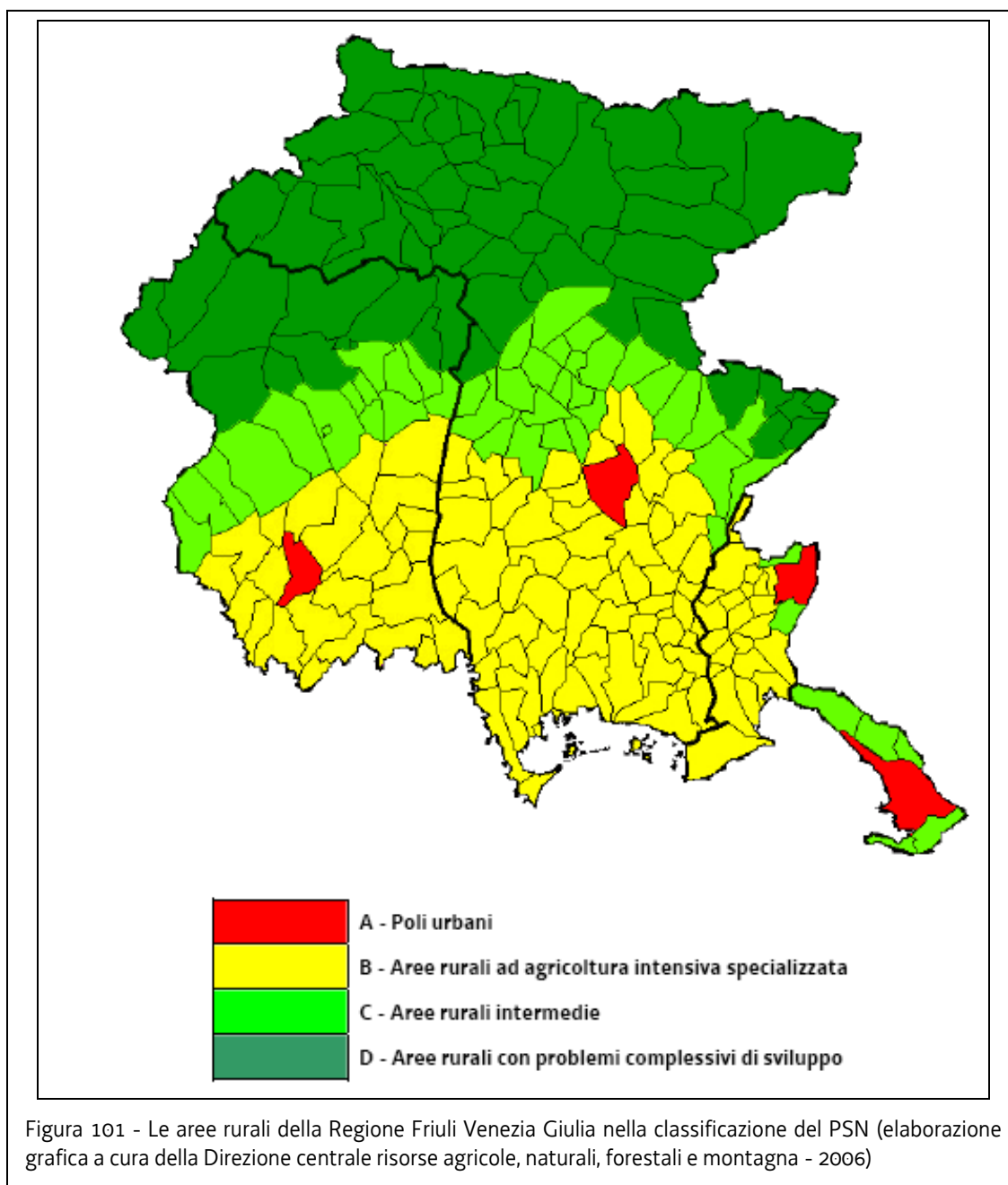
La classificazione regionale delle zone rurali rispecchia quella elaborata nel Piano Strategico Nazionale (PSN). L'individuazione delle aree rurali del territorio nazionale, come descritta in allegato al PSN, è basata sulla metodologia dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) che utilizza un unico indicatore demografico (la densità abitativa), rendendo pertanto difficilmente riconducibile una simile classificazione alla complessità e alla frammentazione congenita di un territorio. Tale metodologia è stata pertanto rivista, nel PSN, apportando alcuni adattamenti, tra i quali l'integrazione dell'analisi a livello di zona altimetrica. Il territorio regionale è suddiviso in quattro tipologie di aree rurali.

A - Poli urbani: corrispondono ai quattro capoluoghi di Provincia, nei quali risiede circa il 33% della popolazione regionale, con una densità demografica pari a 1.780 ab/kmq. Quali centri urbani, sono caratterizzati da una significativa presenza del terziario e da una discreta attività manifatturiera, ma non escludono le attività del settore primario: in alcuni casi la "campagna" si spinge fino a lambire gli abitati stessi;

B - Aree rurali ad agricoltura intensiva specializzata: corrispondono alle aree di pianura che presentano una caratterizzazione di rurale, relativamente rurale o anche di rurale urbanizzato. Coprono un'ampia porzione di territorio regionale, pari a circa il 37%, sono contraddistinte da una elevata densità abitativa, pari a 190 ab/kmq

C - Aree rurali intermedie: questa categoria copre il 18% del territorio regionale. In essa sono ricomprese le aree di collina. Sulla base dei dati demografici ed economici presenta molte similitudini con la pianura, ma dal punto di vista della pratica agricola è assimilabile alla montagna. Per le sue particolari condizioni climatiche e pedologiche, infatti, in questa fascia avviene la progressiva transizione tra le colture intensive, prevalentemente seminativi, e le colture permanenti, prevalentemente vigneti. Il bosco comincia a coprire superfici significative, soprattutto nella forma di conduzione a ceduo.

D - Aree rurali con problemi complessivi di sviluppo: in questa categoria rientrano 58 dei 219 Comuni della Regione, per una superficie territoriale pari al 42,5%, mentre la popolazione ivi censita nel 2005 è pari ad appena il 5,8% del totale regionale. Sono caratterizzate, infatti, da una bassissima densità demografica (21,1 ab/kmq) e da un consistente processo di spopolamento. Corrispondono alla zona altimetrica della montagna.





## Il contesto economico e sociale

Il Pil reale della regione nel 2007 rappresentava il 2,3 per cento del prodotto interno lordo italiano e il 3 per cento di quello del Centro-Nord. La crescita media annua nel periodo 2000-2007 (1 per cento) è risultata lievemente inferiore sia alla media italiana (1,1 per cento) sia a quella del Centro-Nord (1,2 per cento), con andamenti poco allineati a quelli della ripartizione territoriale di appartenenza.

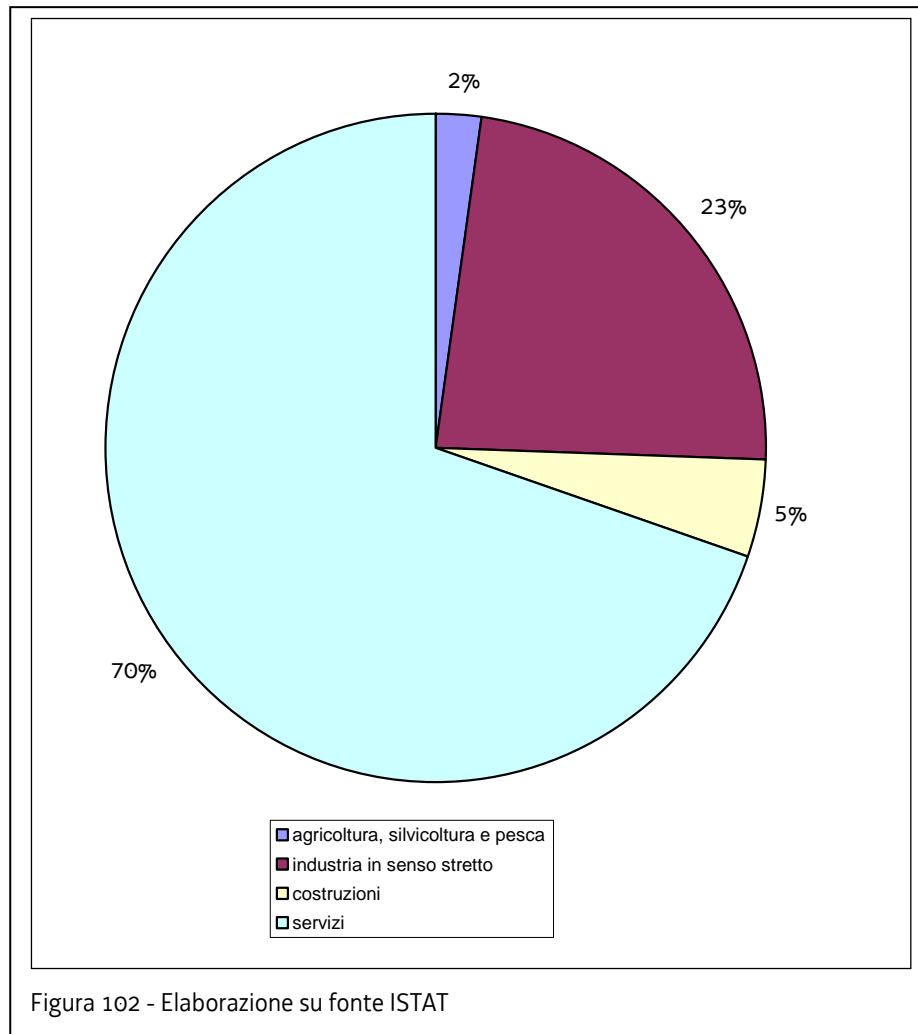
Il Pil pro capite a valori correnti del Friuli-Venezia Giulia era pari nel 2007 al 112,4 per cento di quello medio italiano e al 95,9 per cento di quello dell'area centro-settentrionale. La sua dinamica nel periodo 2000-2007 (3,3 per cento) è superiore sia alla media del Centro-Nord (2,9 per cento) sia a quella nazionale (3,1 per cento).

Dal lato dell'offerta, la distribuzione del valore aggiunto a livello settoriale nel 2006 segnala il contributo maggiore da parte del settore dei servizi (69,8 contro il 68,8 del Centro-Nord e il 70,4 dell'Italia), seguito dall'industria in senso stretto (23,4 contro il 21,7 per cento dell'Italia), dalle costruzioni (4,6 per cento contro il 5,2 del Centro-Nord e il 5,5 dell'Italia), infine dall'agricoltura (2,2 contro il 2 del Centro-Nord e il 2,5 per cento dell'Italia). La struttura produttiva della regione è caratterizzata quindi da una maggiore presenza dei servizi e dell'agricoltura rispetto alla media ripartizionale, mentre è minore quello del settore dell'industria in senso stretto e delle costruzioni.

<b>ATTIVITA' ECONOMICHE</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	638,6	651,5	552,3	558,8	615,0
Agricoltura, caccia e silvicoltura	564,0	598,5	518,0	521,2	....
Pesca, piscicoltura e servizi connessi	74,7	52,1	37,2	38,5	....
INDUSTRIA	7.255,4	7.434,5	6.827,3	7.195,9	7.278,7
<b>Industria in senso stretto</b>	<b>6.100,8</b>	<b>6.124,1</b>	<b>5.683,4</b>	<b>6.038,6</b>	....
Estrazione di minerali	40,9	47,1	52,7	54,8	....
Industria manifatturiera	5.666,6	5.619,9	5.134,4	5.552,5	....
Industrie alimentari, delle bevande e del tabacco	430,7	385,4	374,9	382,3	....
Industrie tessili e dell'abbigliamento	202,2	157,2	123,9	125,4	....
Industrie conciarie, fabbricazione di prodotti in cuoio, pelle e similari	40,3	40,9	31,4	32,8	....
Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta; stampa ed editoria	328,2	307,2	272,3	300,2	....
Cokerie, raffinerie, chimiche, farmaceutiche	144,5	147,6	135,3	124,1	....
Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	281,5	330,8	312,0	326,7	....
Produzione di metallo e fabbricazione di prodotti in metallo	1.021,2	1.171,6	1.050,5	1.303,9	....
Fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, elettrici ed ottici; mezzi di trasporto	1.758,8	1.598,6	1.558,0	1.691,4	....

<b>ATTIVITA' ECONOMICHE</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Industria del legno, della gomma, della plastica e altre manifatturiere	1.459,2	1.480,1	1.275,8	1.267,0	....
Produzione e distribuzione di energia elettrica, di gas, di vapore e acqua	393,2	455,7	495,3	429,6	....
<b>Costruzioni</b>	<b>1.154,6</b>	<b>1.310,1</b>	<b>1.153,5</b>	<b>1.173,8</b>	....
SERVIZI	16.694,9	17.086,0	17.275,7	18.012,9	18.416,4
<b>Commercio, riparazioni, alberghi e ristoranti, trasporti e comunicazioni</b>	<b>5.826,1</b>	<b>5.847,1</b>	<b>5.837,5</b>	<b>6.159,5</b>	....
Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli, motocicli e di beni personali e per la casa	2.896,9	2.971,6	2.936,8	3.025,7	....
Alberghi e ristoranti	1.221,8	1.024,2	1.021,5	1.109,7	....
Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni	1.707,3	1.855,0	1.883,4	2.025,8	....
<b>Intermediazione monetaria e finanziaria; attività immobiliari ed imprenditoriali</b>	<b>5.997,1</b>	<b>6.405,2</b>	<b>6.364,9</b>	<b>6.708,7</b>	....
Intermediazione monetaria e finanziaria	1.208,5	1.184,1	1.246,1	1.424,1	....
Attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca, altre attività professionali ed imprenditoriali	4.788,6	5.224,2	5.119,6	5.290,2	....
<b>Altre attività di servizi</b>	<b>4.871,7</b>	<b>4.835,7</b>	<b>5.064,9</b>	<b>5.142,0</b>	....
Pubblica amministrazione e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	1.796,1	1.594,6	1.673,5	1.676,1	....
Istruzione	1.029,9	1.087,3	1.090,2	1.067,1	....
Sanità e altri servizi sociali	1.308,6	1.445,2	1.541,8	1.600,4	....
Altri servizi pubblici, sociali e personali	593,1	556,4	595,9	631,5	....
Servizi domestici presso famiglie e convivenze	144,0	157,1	163,5	166,6	....
<b>Valore aggiunto a prezzi base</b>	<b>24.588,9</b>	<b>25.172,0</b>	<b>24.673,7</b>	<b>25.790,3</b>	<b>26.324,0</b>
Iva, imposte indirette nette sui prodotti e imposte sulle importazioni	2.666,1	2.797,2	2.871,7	2.948,0	2.966,3
<b>PRODOTTO INTERNO LORDO AI PREZZI DI MERCATO</b>	<b>27.255,0</b>	<b>27.969,8</b>	<b>27.540,0</b>	<b>28.738,9</b>	<b>29.289,9</b>

Tabella 26 - FVG - Valore aggiunto ai prezzi base e prodotto interno lordo - Valori concatenati - anno di riferimento 2000 (milioni di euro) - FONTE ISTAT



Quanto alla struttura del mercato del lavoro, la regione Friuli-Venezia Giulia è caratterizzata nel 2007 da un tasso di occupazione della popolazione in età 15-64 anni (65,5 per cento) superiore alla media nazionale e sostanzialmente in linea con quella centro-settentrionale (rispettivamente 58,7 e 65,4 per cento) e da un tasso di disoccupazione (3,4 per cento) inferiore sia alla media italiana (6,1 per cento) sia a quella del Centro-Nord (4 per cento).

Il livello di innovazione imprenditoriale, se si considera il grado di utilizzo di Internet nelle imprese, nel 2007 in Friuli-Venezia Giulia era pari al 22,3 per cento, significativamente meno elevato rispetto alla media italiana e a quella centro-settentrionale (rispettivamente 29,1 e 30,7).

Le esportazioni di beni del Friuli-Venezia Giulia costituivano nel 2007 il 3,4 per cento del flusso complessivo dell'export italiano e il 4 per cento di quello del Centro-Nord. Nel periodo 2000- 2007 le vendite all'estero della regione hanno registrato un incremento medio annuo (4,7 per cento) superiore alla crescita del Centro-Nord (4,3 per cento) e in linea a quella nazionale. Nel 2007 la crescita (11,3 per cento) rispetto al 2006 è stata superiore alla media ripartizionale e nazionale (rispettivamente 7,7 e 8,0 per cento).

I comparti merceologici a più elevata specializzazione all'export della regione sono stati nel 2007: le macchine e apparecchi meccanici che rappresentano il 34,8 per cento dell'export totale e i metalli e prodotti in metalli con il 18,6 per cento sul totale.

L'attrattività turistica della regione è piuttosto insufficiente: il peso delle presenze complessive sul totale nazionale nel 2007 era pari al 2,3 per cento (2,2 per cento per gli stranieri) e nel periodo 2000-2007 le presenze sono diminuite dello 0,7 per cento medio annuo, in contro tendenza rispetto all'andamento dell'area centro-settentrionale e nazionale (1,4 per cento). La capacità ricettiva degli esercizi, pari a un totale di circa 153,2 mila posti letto, se misurata in rapporto al numero di abitanti, è di gran lunga superiore alla media del Centro-Nord e a quella nazionale (125,8 posti letto ogni mille abitanti contro 86 del Centro-Nord e 75 dell'Italia). Il turismo internazionale da e verso l'estero genera un saldo positivo di circa 400 milioni di euro, significativamente inferiore a quello di altre regioni quali Veneto, Lazio e Toscana che superano i 2 miliardi di euro.

Con riferimento al contesto sociale, la percentuale di popolazione regionale che vive in famiglie al di sotto della soglia di povertà relativa nel 2007 era pari al 6,6 per cento, inferiore alla media italiana (11,1 per cento) e superiore alla media settentrionale (5,5 per cento). Si osserva in generale che l'incidenza di povertà aumenta con l'ampiezza del nucleo familiare, diminuisce con l'aumentare del livello di istruzione, decresce con l'aumentare dell'età fino ad un minimo tra le persone a fine periodo lavorativo, per ricrescere oltre i 65 anni.

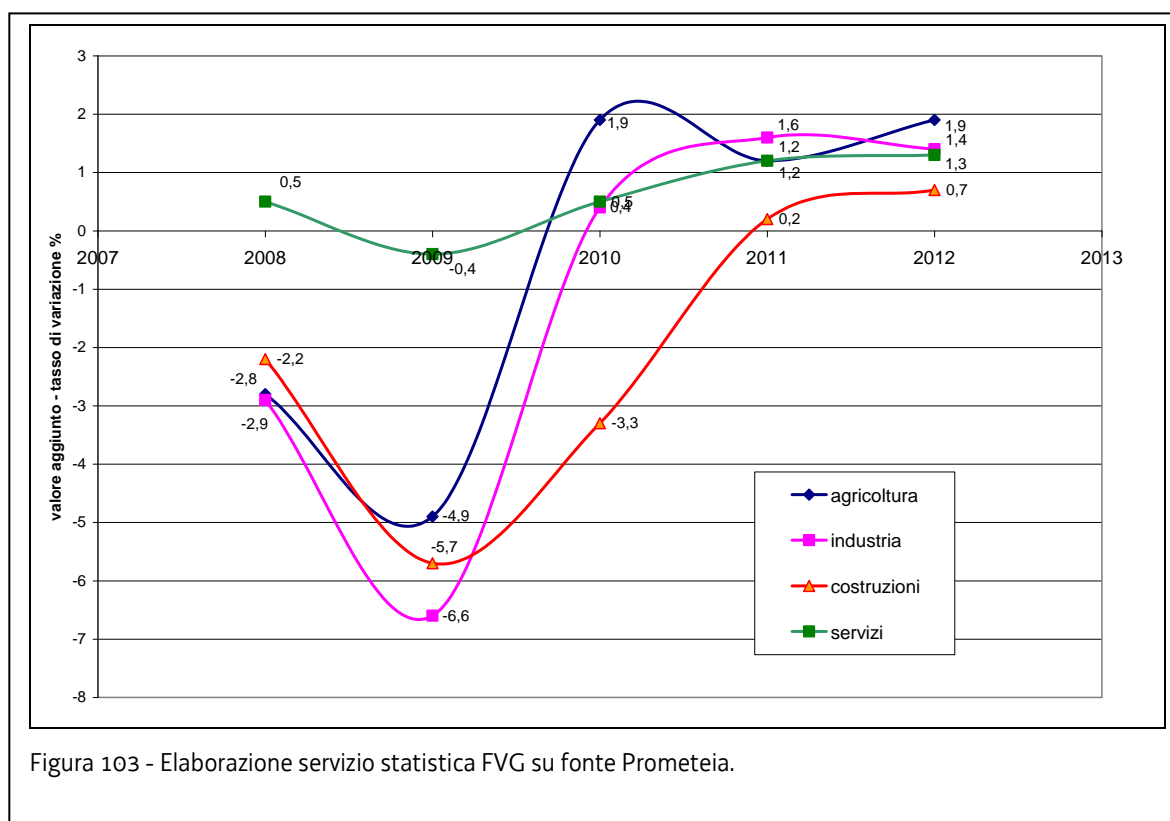


Figura 103 - Elaborazione servizio statistica FVG su fonte Prometeia.

Se si considera il capitale umano, in termini di "giovani che abbandonano prematuramente gli studi", la regione Friuli-Venezia Giulia (12,6 per cento) mostra risultati migliori sia rispetto alla media italiana (19,7 per cento) sia rispetto a quella del Centro-Nord (15,8 per cento), così come in termini di adulti che partecipano all'apprendimento permanente (7,7 per cento nel 2007, contro 6,6 nel Centro-Nord e 6,2 in Italia). Anche riguardo alla sicurezza e, in particolare, alla "percezione delle famiglie del rischio di criminalità nella zona in cui vivono" nel 2007 in Friuli-Venezia Giulia (17,7 per cento) i cittadini si sentono più sicuri rispetto alla media del Centro-Nord e a quella italiana (rispettivamente 35 e 34,6 per cento).

In considerazione dell'attuale situazione congiunturale si riportano infine i grafici relativi alle previsioni (marzo 2009) dei tassi regionali di variazione nei principali settori economici, elaborati dal Servizio Statistica regionale su base Prometeia.

### **Le attività legate all'utilizzo dell'acqua**

Oltre alle attività legate alle estrazioni idriche (agricoltura, industria, uso umano, settore idroelettrico), molte sono le attività economiche e non economiche legate alla presenza della risorsa idrica e che possono subire influenze dalla disponibilità della stessa sia in termini qualitativi che quantitativi.

Tra le attività prettamente economiche possiamo elencare certamente la pesca (in tutte le sue forme) e il turismo balneare.

Tra le attività non economiche (o con risvolti economici indiretti o meno significativi), ma comunque importanti in un contesto socio economico si possono elencare il diporto nautico, e molte altre attività ludiche o sportive (la pesca sportiva, Attività subacquee, Nuoto pinnato, Canottaggio, Canoa, Kaiak, rafting, Vela, Torrentismo/canyoning, Turismo nelle aree umide)

### **La pesca**

L'attività di pesca in mare nel Friuli Venezia Giulia viene disciplinata in due Compartimenti Marittimi, quello di Trieste e quello di Monfalcone. La maggiore concentrazione delle imbarcazioni adibite alla pesca e maricoltura si hanno a Trieste, Monfalcone, Grado e Marano Lagunare. In queste ultime due marinerie viene esercitata anche la pesca e l'acquacoltura lagunare.

Il settore ittico del Friuli Venezia Giulia occupa circa 900 addetti che svolgono l'attività di pesca e maricoltura in mare e laguna. La produzione annuale di pesci, molluschi e crostacei nel 2006 è stata di circa 6.199 t con una diminuzione del 9% e ricavi (29,3 milioni di euro) inferiori del 7% rispetto all'anno precedente (fonte: Osservatorio Socio Economico della Pesca dell'Alto Adriatico).

La flotta da pesca regionale si compone di circa 460 natanti ed è una delle più vecchie della marineria italiana da pesca. Circa il 60% di essi ha infatti più di vent'anni.

Le unità di pesca, di stazza e potenza limitate, effettuano pescate giornaliere prevalentemente nelle acque antistanti le coste regionali, spingendosi talvolta nelle acque venete al largo di Caorle o nelle acque internazionali al largo della costa settentrionale dell'Istria Croata.

L'articolazione dell'attività di pesca nei due compartimenti è sensibilmente differente e tale diversità va riferita soprattutto alle caratteristiche delle zone di pesca ed alla distribuzione delle risorse più prontamente accessibili.

Nella parte più interna del Golfo di Trieste, dove tra la primavera e l'autunno si assiste a massime concentrazioni di pesce azzurro, operano una ventina di imbarcazioni con lampara e rete da circuizione, anche denominate ciancioli (nel Compartimento di Monfalcone i ciancioli sono riferiti a reti lagunari o piccole tratte costiere); le altre risorse sono appannaggio di un buon numero di unità armate con attrezzi da posta (reti tramaglio e monomaglia, nasse) e qualche unità strascicante; mancano del tutto le draghe idrauliche per molluschi bivalvi, vista l'assenza di fondali adatti al loro impiego. Le draghe idrauliche costituiscono invece un settore



relativamente nutrito nel Compartimento Marittimo di Monfalcone, a cui si affiancano le imbarcazioni con attrezzi strascicanti (rete a strascico con divergenti e rapidi) ed una miriade di imbarcazioni armate con attrezzi da posta sia per la pesca in mare che per quella in laguna.

Ci sono inoltre due coppie di imbarcazioni che alternano il traino pelagico con lo strascico di fondo.

La molluschicoltura va riferita principalmente all'allevamento dei mitili nei parchi colturali situati nell'area costiera del Compartimento Marittimo di Trieste. Attualmente gli addetti alla produzione di mitili sono circa 50 per una produzione annuale di circa 4.000 tonnellate. La molluschicoltura in laguna è focalizzata sulla produzione della vongola verace filippina, che viene effettuata su circa 100 ha di concessione con una produzione di circa 400-500 t/anno su un ciclo paratriennale.

La piscicoltura marina è rappresentata da un'unica impresa di Monfalcone. Essa si occupa della riproduzione di branzini e orate, producendo circa 6 milioni di avannotti/anno. Una parte di avannotti viene preingrassata ed ingrassata in una sessantina di gabbie dislocate nel Canale Est-Ovest, che drena le acque di raffreddamento della centrale Enel di Monfalcone. Le gabbie a mare hanno una potenzialità di 6-7 t/anno di pesce pregiato.

È interessante notare, infine, che la comparsa delle mucillagini nel giugno-luglio 2000 aveva in pratica bloccato la pesca nel golfo, ma esaminando i quantitativi registrati è stato visto che dopo la drastica diminuzione del pescato durante il periodo di consegna delle licenze da parte dei pescatori del Compartimento di Trieste, si è verificato un recupero, garantendo così quantitativi di pesce azzurro addirittura superiori a quelli dell'anno precedente. Le mucillagini pertanto danneggiano l'attività di pesca e gli attrezzi di cattura nei periodi culminanti del fenomeno, ma non determinano scompensi significativi alle produzioni totali annuali. Viceversa possono essere danneggiati il comparto della mitilicoltura, che nel periodo estivo raccoglie il proprio prodotto, ed i banchi naturali di molluschi bivalvi, che possono manifestare morie per intasamento degli apparati branchiali e diminuzione della concentrazione di ossigeno al fondo con episodi di ipossia/anossia.

Per quanto riguarda l'attività di piscicoltura in acque interne, secondo Api-Icram gli impianti di piscicoltura attivi in Friuli Venezia Giulia nel 2003 sono 82, con una produzione di 11.410 tonnellate costituite prevalentemente da trote.

Per quanto riguarda la pesca sportiva, la federazione medesima conta in regione circa 5400 tesserati e 91 società affiliate FIPSAS., con un indice di tesseramento rapportato ai residenti tra i più alti in Italia, superato solo dalle regioni Lombardia, Piemonte, Liguria ed Emilia Romagna.

## **Il diporto nautico**

Il Friuli Venezia Giulia è la sesta regione italiana in relazione al numero di posti barca presenti in porti turistici, approdi turistici e punti di ormeggio ed è prima tra le regioni italiane che si affacciano sul mare Adriatico.

Il numero di posti barca fornisce una indicazione esaustiva sulla presenza di imbarcazioni nei comuni costieri e dà anche un'indicazione sul livello di sfruttamento delle aree costiere da parte del turismo nautico.

In regione sono presenti 21 porti turistici, 35 approdi e altre aree di ormeggio per un totale di circa 10.000 posti barca.

## Il turismo balneare

Tutta la costa regionale risulta balneabile, tranne le aree non idonee permanentemente per motivi non legati all'inquinamento (aree portuali infrastrutture in genere, foci fluviali) e occasionalmente alcuni punti non balneabili temporaneamente (recentemente la zona di Marina Julia in provincia di Gorizia).

Anche alcuni fiumi e laghi sono sottoposti a controlli sulla balneabilità

Le zone turistiche prettamente balneari in ordine decrescente di importanza sono Lignano Sabbiadoro e Grado, seguite a distanza da Monfalcone, Aquileia e Duino Aurisina.

La somma delle presenze negli esercizi alberghieri e complementari in questi cinque comuni (anno 2007), ammontante a 5.442.932 unità, rappresenta oltre il 62% delle presenze nell'intero territorio regionale.

AMBITI TURISTICI	Arrivi	Presenze
Ambito turistico territoriale di Pordenone, Piancavallo e delle Dolomiti Friulane	193703	518560
Ambito turistico territoriale di Udine e Lignano Sabbiadoro	817563	4117363
Ambito turistico territoriale del Tarvisiano e di Sella Nevea	111300	350183
Ambito turistico territoriale della Carnia	126944	823443
Ambito turistico territoriale di Gorizia e Grado-Aquileia	378839	2118835
Ambito turistico territoriale di Trieste	290674	805641
FVG	1919023	8734025

Tabella 27 - Le presenze e arrivi negli esercizi alberghieri e complementari (anno 2007)

Fonte: Agenzia per lo sviluppo del turismo - TurismoFVG; elaborazioni a cura del Servizio statistica RAFVG

## Altre attività ludico- sportive

In estrema sintesi si riportano alcuni dati relativi alle attività sportive legate alla risorsa "acqua":

- Vela (FIV) oltre 8200 tesserati e 57 società (indice tesserati più alto in Italia assieme a Liguria)
- Canoa Kayak FICK quasi 400 tesserati e 15 società ((indice tesserati più alto in Italia)
- Canottaggio (FIC) circa 460 tesserati e 12 società (secondo indice tesserati più alto in Italia superato solo da Liguria)
- Motonautica oltre 200 tesserati e 7 società (secondo indice tesserati più alto in Italia superato solo da Emilia Romagna)

## 5 INFRASTRUTTURE ESISTENTI

### 5.1 I principali gestori acquedottistici in Friuli Venezia Giulia

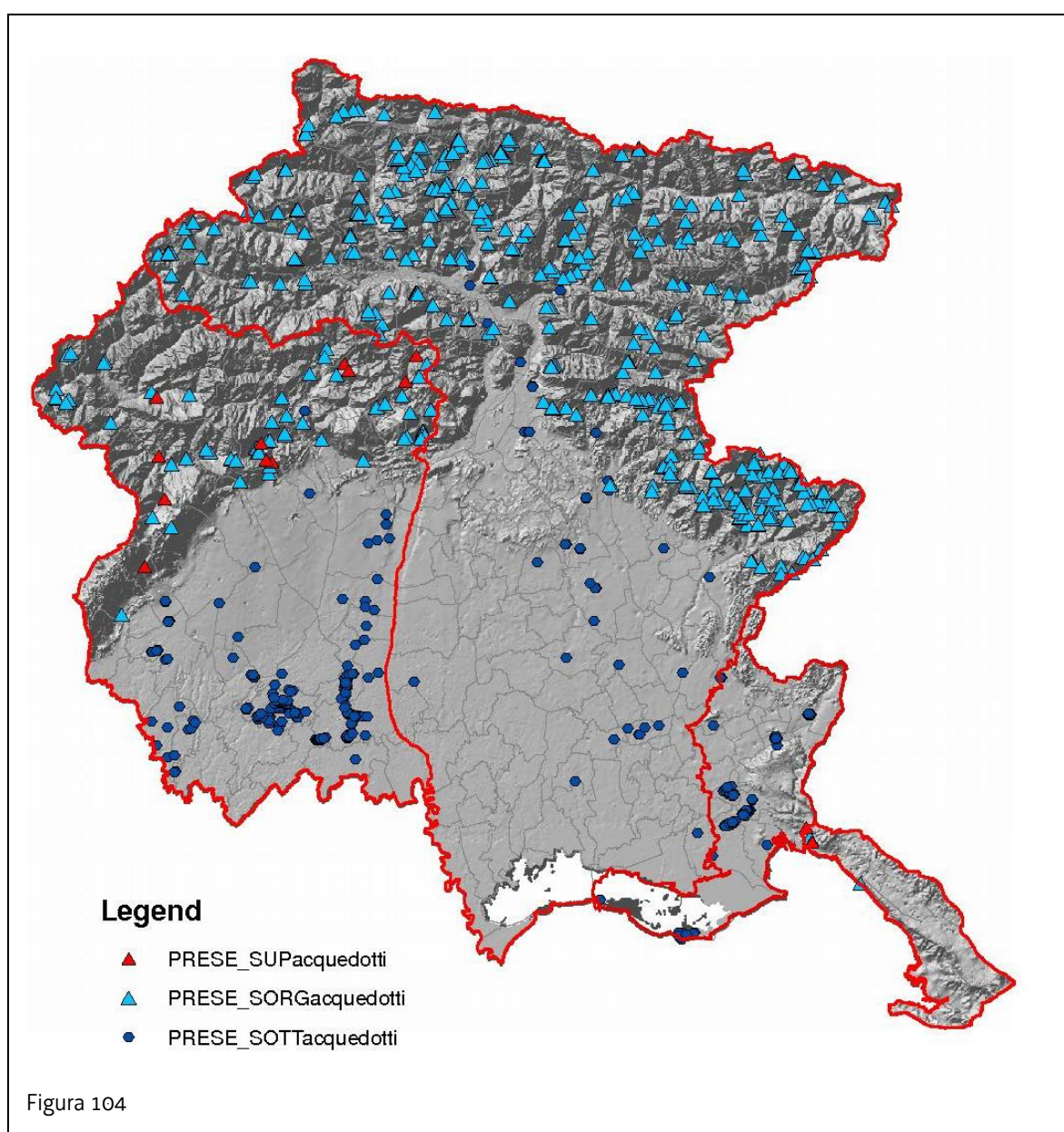
Il territorio del Friuli Venezia Giulia è ricco d'acqua di buona qualità con caratteristiche tali da soddisfare le condizioni di potabilità.

L'acqua proviene per il 77% da falda sotterranea o da sorgente, solo in alcuni casi sono presenti prese da corso d'acqua superficiale.

Le prese da sorgenti sono 490, alcune sono però utilizzate in modo saltuario.

Le prese da falda sono 300, la maggior parte delle quali attingono dall'acquifero artesiano.

Le prese superficiali presenti sono 15 ma alcune di queste sono tenute come riserva in caso di guasto all'approvvigionamento da falda e, di fatto, quelle attualmente utilizzate sono 9.



Esistono sul territorio numerosi acquedotti, alcuni di questi ben organizzati e strutturati, per i quali la gestione avviene a livello manageriale con elevate punte di efficienza, altri a livello comunale o sovracomunale, realtà per lo più locali, per le quali la gestione avviene in economia.

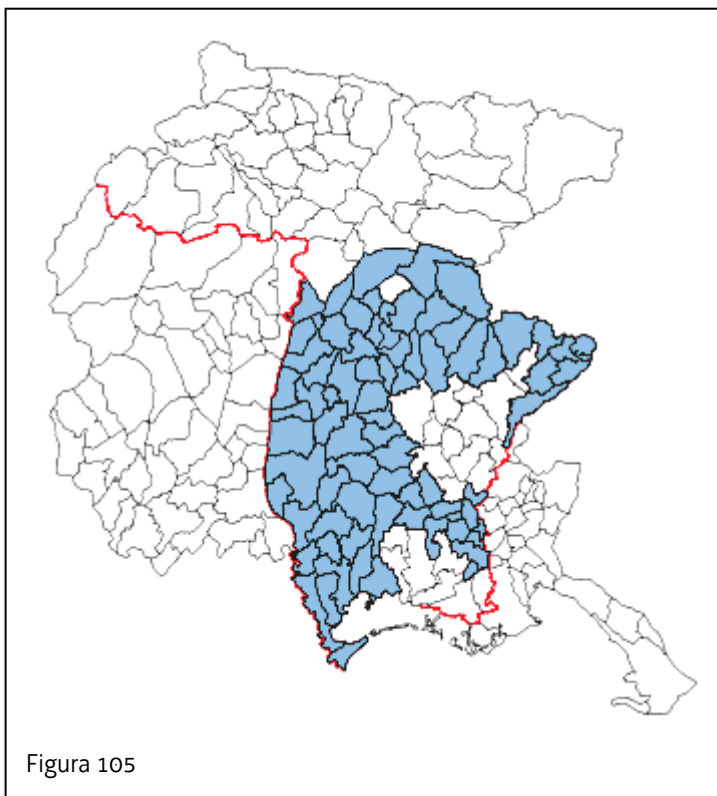
La rete acquedottistica della Regione non copre la totalità del territorio. In particolare sette Comuni nella provincia di Udine per una popolazione pari a 35.935 abitanti (dati Istat 2001) e cinque Comuni nella provincia di Pordenone per un totale di 45.382 abitanti (dati Istat 2001), risultano sprovvisti di una rete acquedottistica locale. Questi comuni sono situati prevalentemente a valle della linea delle risorgive e l'approvvigionamento idrico avviene attraverso pozzi artesiani.

Tali risorse idriche, in relazione alla contaminazione degli acquiferi della bassa friulana da parte di alcune sostanze che hanno trovato utilizzo in agricoltura nel recente passato, debbono essere oggetto di una attenta valutazione e programmazione degli incentivi sulla rete di distribuzione al fine di consentire il mantenimento di elevati standard di qualità nella distribuzione della risorsa idrica evitando l'insorgere di probabili criticità collegate all'inquinamento delle falde.

### 5.1.1 Consorzio Acquedotto Friuli Centrale (C.A.F.C)

CAFC S.p.A. gestisce gli acquedotti di 76 Comuni sui 137 della provincia di Udine, con caratteristiche estremamente diversificate dal punto di vista orografico, geologico, urbanistico ed insediativo. In 65 di questi comuni, inoltre, CAFC gestisce l'intero ciclo integrato dell'acqua, ossia acquedotto, reti ed impianti fognari ed impianti di depurazione.

La rete di distribuzione idrica serve la maggior parte della provincia di Udine. Si estende su una superficie di 1.890 chilometri quadrati, per una lunghezza superiore a 4.000 km. Le persone che usufruiscono dell'acqua gestita dal CAFC S.p.A. sono oltre 230.000, numero che sale a circa 400.000 unità durante la stagione estiva, con l'arrivo dei turisti nelle località balneari.



I comuni serviti da C.A.F.C. sono: Aiello del Friuli, Artegna, Attimis, Bagnaria Arsa, Basiliano, Bertiolo, Bicinicco, Buia, Camino al Tagliamento, Campoformido, Campolongo Tapogliano, Carlino, Cassacco, Castions di Strada, Chiopris Viscone, Codroipo, Colloredo di Monte Albano, Coseano, Dignano, Drenchia, Faedis, Fagagna, Flaibano, Forgaria nel Friuli, Gemona del Friuli, Gonars, Grimacco, Latisana, Lestizza, Lignano Sabbiadoro, Lusevera, Magnano in Riviera, Majano, Marano Lagunare, Martignacco, Mereto di Tomba, Mortegliano, Moruzzo, Muzzana del Turgnano, Nimis, Osoppo,

Pagnacco, Palazzolo dello Stella, Palmanova, Pasian di Prato, Pocenia, Povoletto, Pozzuolo del Friuli, Precenico, Prepotto, Pulfero, Ragogna, Reana del Rojale, Rive d'Arcano, Rivignano, Ronchis, Ruda, San Daniele del Friuli, San Leonardo, San Vito al Torre, San Vito di Fagagna, Santa Maria la Longa, Savogna, Sedegliano, Stregna, Taipana, Talmassons, Tarcento, Tavagnacco, Teor, Torreano, Treppo Grande, Tricesimo, Varmo, Villa Vicentina, Visco.

MOLINO DEL BOSSO	BIAUZZO
Anno costruzione: 1930 - 1980 Località: Artegna, Buia, Osoppo Portata l/s: 1.100 Pozzi: 12	Anno costruzione: 1964 Località: Biauzzo Portata l/s: 950 Pozzi: 2
FAUGLIS	MUSI
Anno costruzione: 1987 Località: Fauglis Portata l/s: 500 Pozzi: 2	Anno costruzione: 1997 Località: Sorgenti del Torre Portata l/s: 78

Tabella 28

Il cuore tecnico di CAFC S.p.A. è a **Molino del Bosso** in Comune di Artegna, dove sorgono il più importante impianto di captazione di acqua potabile e la centrale di telecontrollo per il monitoraggio sia della rete di distribuzione idrica, che del settore fognatura e depurazione.

È stato realizzato in una zona individuata come sito ideale già ai primi del '900. I pozzi originali sono stati sostituiti da 12 nuovi impianti dotati di elettropompe, che estraggono dalla falda sottostante oltre 1.800 litri al secondo. Qui ha sede anche il centro operativo di telecontrollo, che sorveglia tutta la rete in modo continuo, automatico e istantaneo svolgendo inoltre numerosi compiti: invia comandi a pompe e valvole lungo le condutture, acquisisce e registra i parametri più significativi (portata, pressione, livello dei serbatoi di compenso e invaso, stato delle apparecchiature, allarmi in caso di anomalie).

L'impianto di **Biauzzo** è la seconda struttura che CAFC S.p.A. ha realizzato nel corso degli anni. Due i pozzi a cui attinge, dotati di elettropompe che sono state progressivamente potenziate per soddisfare la crescente richiesta idrica. Per questo e per tutti gli impianti il periodo più impegnativo dell'anno è l'estate, quando, con l'arrivo dei turisti nelle località balneari, i consumi aumentano vertiginosamente. Una condotta di collegamento dall'opera di presa di Molino del Bosso garantisce un apporto supplementare tra i 130 e i 150 litri al secondo, per integrare le portate necessarie.

La centrale successiva è quella di **Fauglis**, in comune di Gonars. Dotata di un imponente serbatoio pensile (capacità di 2700 m<sup>3</sup>, 50 metri di altezza) conta tre pozzi, con una potenzialità di erogazione di circa 500 litri al secondo.

Uno degli impianti più rilevanti è l'opera di presa che sorge presso il greto del torrente Torre, in Comune di Lusevera, ai piedi della catena montuosa dei **Musi**. L'impianto attuale è frutto di una radicale ristrutturazione dell'impianto preesistente, risalente al 1932, che si era rivelato particolarmente sensibile alle piene del fiume a seguito di precipitazioni di particolare intensità; in questi casi si verificava l'intorbidamento dell'acqua prelevata. Data la localizzazione dell'impianto, in una zona soggetta ad eventi sismici, è stato necessario prestare particolare attenzione alle caratteristiche antisismiche della struttura edilizia; l'impianto ora è



sicuro sia nei confronti di eventuali piene sia di fenomeni tellurici. Per ridurre al massimo l'impatto visivo sulla vallata, la maggior parte delle opere è stata eseguita sotto il livello del terreno. Oggi l'impianto preleva una portata di 78 litri al secondo, che viene destinata ai comuni di Buia, Tarcento e Magnano in Riviera.

### 5.1.2 Acquedotto AMGA

L'AMGA serve la città di Udine nonché la zona industriale ZIU e fornisce circa 9.800.000 di metri cubi d'acqua a 25.500 utenti ca (utenze domestiche e non).

L'acqua che viene distribuita viene emunta dal sottosuolo da alcune sorgenti presenti nella piana di S. Agnese a Zompitta, dove l'acqua si trova a circa 3-4 metri di profondità, e, ad integrazione, da quattro pozzi nel centro di Udine.

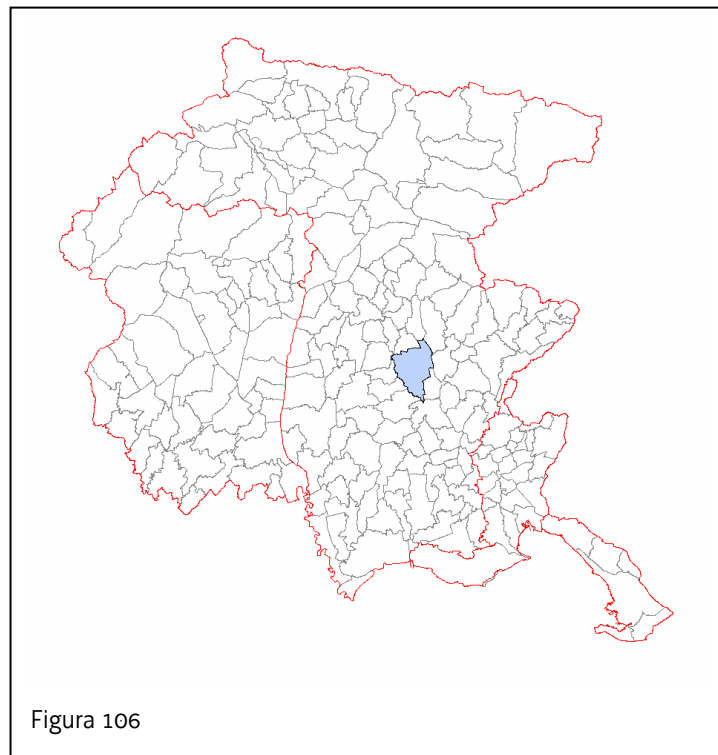


Figura 106

**Sorgenti a Zompitta:** l'acqua freatica presente nella piana di Zompitta è poco profonda e viene captata con due sistemi:

- 1) gallerie filtranti, costituite da cunicoli in muratura dell'altezza di circa un metro e mezzo ed una lunghezza complessiva di 1.800 metri. L'acqua entra all'interno attraverso pareti opportunamente forate. La quantità captata è variabile, in dipendenza dei periodi di magra o di morbida.
- 2) pozzo Fehlmann, dove l'acqua entra nel pozzo attraverso una serie di tubi forati infissi a raggiera orizzontalmente al terreno. La quantità d'acqua emunta è di 110 l/s.

**Falda freatica a Udine:** ad integrazione dell'acqua ricavata dalle sorgenti di Zompitta, sono in funzione ad Udine quattro pozzi tubolari profondi 120 metri (il livello statico della falda freatica di Udine si trova a circa 50 metri di profondità), trivellati in:

- piazzale Diacono, l'acqua pompata è di 110 l/s.
- piazza 1° Maggio (lato via Portanuova), l'acqua pompata è di 120 l/s.

- piazza 1° Maggio (lato via Manin), l'acqua pompata è di 120 l/s.
- via Gonars, l'acqua pompata è di 50 l/s.

La posizione delle sorgenti, che si trovano a 174 metri sul livello del mare permette di far defluire l'acqua attraverso tre adduttrici principali, del diametro di 500 e 600 mm ed una lunghezza complessiva di 40.804 metri, fino ai serbatoi esistenti in città, senza bisogno di pompe.

I **serbatoi** di tipo pensile, che accumulano l'acqua durante le ore di minor consumo, restituendola alla rete di distribuzione quando c'è maggior richiesta, sono ubicati in:

- via S. Bernardo, capacità di 400 metri cubi d'acqua;
- viale Vat, capacità di 1.800 metri cubi d'acqua;
- via Cottonificio (presso la sede aziendale), capacità di 2.200 metri cubi d'acqua;
- via don Bosco, capacità di 2.200 metri cubi d'acqua.

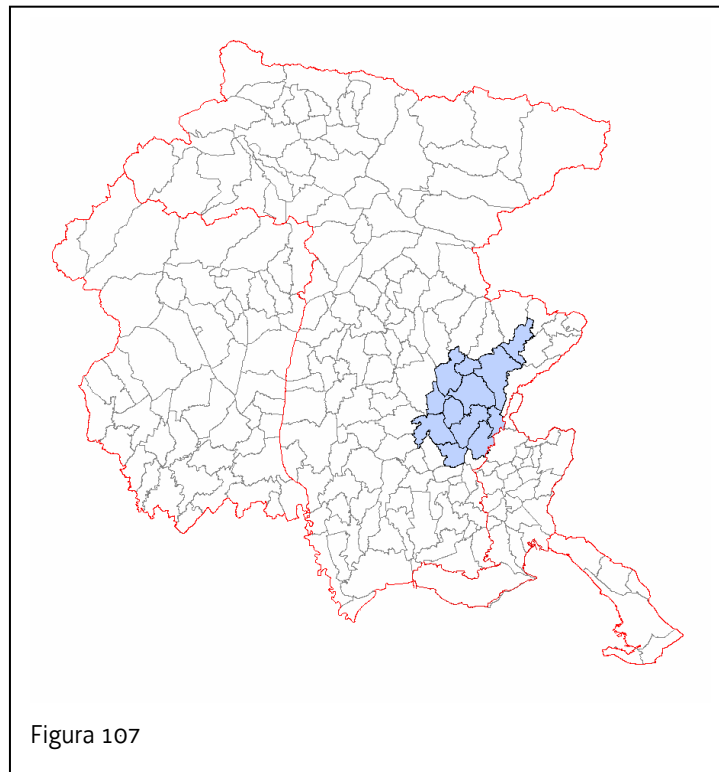
Il serbatoio del Castello è invece costituito da una serie di vasche interrato sotto il piazzale del Castello ed ha una capacità complessiva di 4.400 metri cubi d'acqua.

Per avere una pressione ed una quantità d'acqua equamente distribuite, un anello - dello sviluppo di 14.858 metri - circonda la città.

La rete di distribuzione è costituita da tubazioni di diametro vario da 60 a 350 mm, con una lunghezza complessiva di 342.615 metri.

### 5.1.3 Acquedotto Poiana

L'Acquedotto Poiana opera da oltre novant'anni nel settore dell'acqua potabile e attualmente svolge il suo servizio nel cividalese, nel distretto della sedia e sino alla periferia del Comune di Udine. L'Azienda si sta sviluppando con una profonda trasformazione dell'assetto organizzativo volta alla gestione integrata dell'intero ciclo dell'acqua: captazione, adduzione, distribuzione, vettoriamento acque reflue e depurazione delle stesse.



I comuni serviti sono: Cividale del Friuli, Buttrio, Corno di Rosazzo, Manzano, Moimacco, Pavia di Udine, Pradamano, Premariacco, Remanzacco, San Giovanni al Natisone, Trivignano Udinese e San Pietro al Natisone.

La rete idrica distribuisce mediamente 360 l litri al secondo sul territorio di competenza attraverso una rete di condotte adduttrici e distributrici di circa 780 km e 15 serbatoi di accumulo e compensazione.

Le **captazioni di acqua potabile** avvengono sia da sorgenti: Poiana e minori in Comune di Pulfero e San Pietro al Natisone sia da pozzi localizzati a San Nicolò di Manzano, a San Giorgio di Cividale del Friuli e prossimamente a Ziracco. La compensazione delle pressioni in rete avviene tramite serbatoi posti in punti strategici del territorio della zona collinare.

La **rete acquedottistica** si divide a grandi linee in due distretti: uno, a nord, alimentato dalla sorgente Poiana e minori, dal pozzo di San Giorgio a Cividale del Friuli, da quello di Ziracco in Comune di Remanzacco e l'altro a sud alimentato dai pozzi di San Nicolò di Manzano.

#### 5.1.4 Carniacque

Carniacque è la società che gestisce il servizio di acquedotto, fognatura e depurazione delle acque reflue per l'intero territorio montano del Friuli Venezia Giulia. La Società è stata creata nel 2000 al fine di ottimizzare, nell'interesse delle collettività locali, la gestione dei servizi pubblici locali ed è costituita dall'unione dei comuni dell'Alto Friuli in attuazione della legge 36/1994.

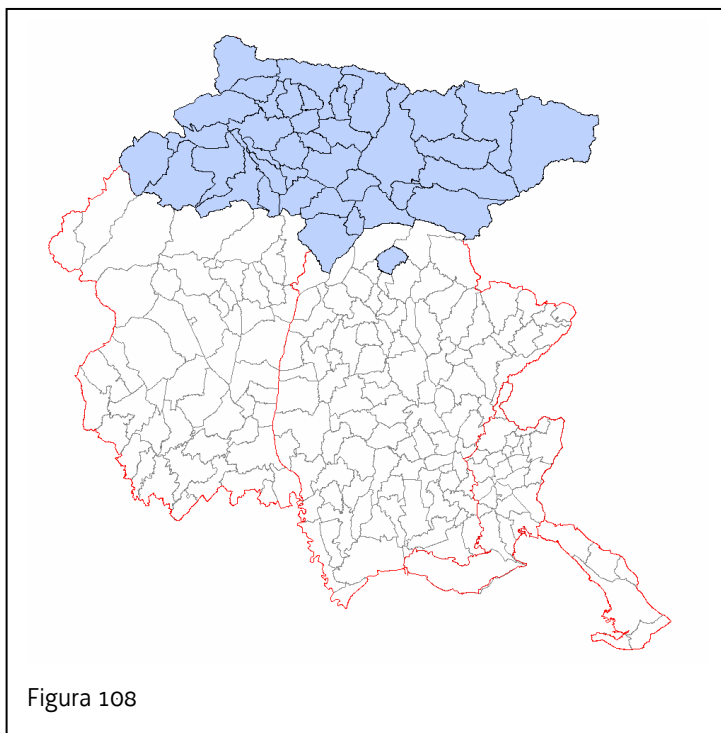


Figura 108

I comuni interessati dalla gestione di Carniacque sono: Amaro, Ampezzo, Arta Terme, Bordano, Cavazzo Carnico, Cercivento, Chiusaforte, Comeglians, Dogna, Enemonzo, Forni Avoltri, Forni di Sopra, Forni di Sotto, Lauco, Ligosullo, Malborghetto Valbruna, Moggio Udinese, Montenars, Ovaro, Paluzza, Paularo, Pontebba, Prato Carnico, Preone, Ravascletto, Raveo, Resia, Resiutta, Rigolato, Sauris, Socchieve, Sutrio, Tarvisio, Tolmezzo, Trasaghis, Treppo Carnico, Venzone, Verzegnis, Villa Santina, Zuglio.

Il territorio servito, ricco di risorse idriche di qualità purissima, è caratterizzato da una frammentazione di reti acquedottistiche alimentate da numerose opere di captazione; tra le varie risorse idriche si segnalano i tre acquedotti consortili del “Seazza”, del “Chialada” e “dell’Alto But”.

I singoli acquedotti, quasi tutti indipendenti tra loro, sfruttano l’acqua delle sorgenti di cui è ricco il territorio montano.

Molti Comuni della Carnia e nella Val Canale e Canal del Ferro hanno una gestione locale della risorsa idrica. La risorsa idrica utilizzata complessivamente da questi comuni ammonta a circa 16.000.000 metri cubi all’anno, ma quella che viene prelevata e immessa in rete è molto superiore (si stimano perdite dell’ordine del 59%).

Si riporta una tabella con il riepilogo dei consumi e del numero delle utenze di una parte dei comuni interessati:

COMUNE	CONSUMI ACQUA (in metri cubi)	UTENZE
AMARO	102.277	512
AMPEZZO	72.994	786
BORDANO	54.110	530
CAVAZZO CARNICO	90.174	705
LAUCO	49.500	683
MONTENARS	40.920	400
RAVEO	43.294	276
SAURIS	38.677	477
SUTRIO	125.163	800
TARVISIO	406.096	1.020
TOLMEZZO	1.534.665	3.810
TRASAGHIS	146.197	1.354
TREPPONARCA	45.391	531
VENZONE	366.679	1.400
VERZEGNIS	68.839	630
VILLA SANTINA	224.895	956
TOTALE	3.409.871	14.870

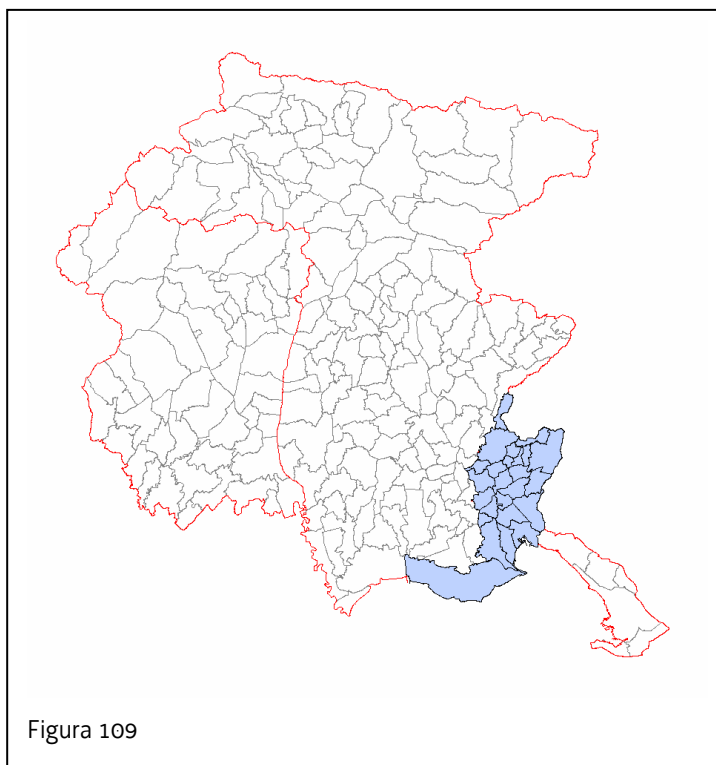
Tabella 29

### 5.1.5 IRISACQUA

IRISACQUA è la società di gestione del servizio idrico integrato della Provincia di Gorizia.

Il territorio servito consta di 25 Comuni, con un numero di abitanti residenti pari a 141.000. La quantità di acqua fatturata per uso domestico è pari a circa 9.000.000 metri cubi all'anno, per uso non domestico è pari a 4.000.000 metri cubi all'anno, per un totale di quasi 13.000.000 metri cubi.





La superficie totale del territorio servito è di 466 km<sup>2</sup> sul quale si sviluppa una rete acquedottistica di circa 1.120 chilometri.

Sul territorio sono inoltre collocati 16 sollevamenti e 44 serbatoi.

I comuni interessati dalla gestione di Irisacqua sono:

Capriva del Friuli, Cormons, Doberdò del Lago, Dolegna del Collio, Farra d'Isonzo, Fogliano-Redipuglia, Gorizia, Gradisca d'Isonzo, Grado, Mariano del Friuli, Medea, Monfalcone, Moraro, Mossa, Romans d'Isonzo, Ronchi dei Legionari, Sagrado, San Canzian d'Isonzo, San Floriano del Collio, San Lorenzo Isontino, San Pier d'Isonzo, Savogna d'Isonzo, Staranzano, Turriaco, Villesse.

La maggior parte dell'acqua che viene distribuita da IRIS è quella che viene estratta direttamente dai pozzi in concessione, presenti un po' su tutto il territorio provinciale. Esiste poi una piccola quota acquistata dalla Slovenia, da ACEGAS e dal CAFC.

La rete dell'acquedotto si sviluppa sul territorio mediante un sistema di impianti più o meno indipendenti, nati inizialmente come impianti delle Aziende ENAM AMG, AMI.

Gli impianti funzionano in modo indipendente tra loro e allo stato attuale le interconnessioni degli stessi sono limitate ad alcuni punti di soccorso esistenti prima dell'unificazione dei tre enti gestori ENAM AMG, AMI.

Questa peculiarità ha come conseguenza diretta la necessità di avere più punti di prelievo sovradimensionati, con conseguenti portate di concessione sovrabbondanti rispetto a quanto previsto dal Piano Regolatore degli Acquedotti, in modo da poter far fronte alle richieste di punta o a casi di "fuori servizio" dei singoli impianti indipendenti.

Gli impianti di IRISACQUA si sviluppano sul territorio attraverso 10 impianti acquedottistici:

#### **Impianto acquedottistico 1 - Gorizia (ex AMG)**

L'attuale acquedotto del Comune di Gorizia è nato per sostituire l'acquedotto rimasto in territorio jugoslavo dopo la seconda guerra mondiale.

L'acqua viene captata da 12 pozzi in località Mocchetta, ad una profondità tra i 30 ed i 40 metri, ed inviata attraverso una stazione di pompaggio, dopo trattamento di filtraggio, ad un serbatoio di accumulo e distribuzione situato sul colle del castello.

Il fabbisogno idrico del Comune di Gorizia è coperto per l'80%-85% dai pozzi della Mocchetta, mentre la quota restante è fornita dall'acquedotto della vicina Slovenia.

Il Comune di San Floriano del Collio è alimentato dall'impianto di Scedina che risolve l'acqua che viene fornita dall'acquedotto di Gorizia al serbatoio posto nel centro del paese.

### **Impianto acquedottistico 2 - Farra d'Isonzo (ex AMI)**

Questo impianto ha la funzione di distribuire l'acqua potabile agli utenti dei Comuni gestiti a suo tempo da AMI: Capriva del Friuli, Farra d'Isonzo, Fogliano - Redipuglia, Gradisca d'Isonzo, Mariano del Friuli, Moraro, Mossa, Sagrado, Savogna d'Isonzo, San Lorenzo Isontino, Romans d'Isonzo, Villesse.

L'acqua necessaria è prelevata da 5 pozzi aventi profondità pari a 26 metri, situati a Farra (due nell'area della centrale e gli altri tre in località "laghetti di Farra"). Dalla centrale si dipartono poi 3 linee principali.

L'acqua a disposizione delle utenze del Comune di Doberdò del Lago è fornita dall'acquedotto ex AMI in località San Martino del Carso, da dove si dipartono le condotte che vanno ad alimentare i vari serbatoi di compenso dislocati sul territorio (Doberdò, Vallone, Devetachi, Bonetti, Iamiano e Sablici).

### **Impianto acquedottistico 3 - Cormons (ex AMI)**

L'impianto serve i comuni di Cormons e Medea.

Le fonti di approvvigionamento sono costituite da 3 pozzi freatici, tutti in località "Molin Novo", a Brazzano (Cormons). Hanno profondità di circa 60 metri ciascuno e possono prelevare 80 litri al secondo, e generalmente vengono utilizzati due in parallelo mentre il terzo rimane di riserva. La centrale di sollevamento di Molin Novo alimenta il serbatoio sul monte San Giorgio ed il serbatoio di compenso di monte Quarin.

### **Impianto acquedottistico 4 - Dolegna (CAFC)**

L'acquedotto a suo tempo gestito da CISARFO, a servizio del Comune di Dolegna del Collio, non è fornito di pozzi propri ma riceve l'acqua dal CAFC. Una condotta fornisce l'acqua ad una piccola frazione della località di Bregini in Slovenia.

### **Impianto acquedottistico 5 - Monfalcone (ex ENAM)**

Serve il comune di Monfalcone.

È alimentato da 6 pozzi in comune di Ronchi dei Legionari in località "le alture per Bean". I pozzi hanno profondità tra i 30 e i 52 metri, e la portata complessivamente prelevata è pari a 150 litri al secondo.

### **Impianto acquedottistico 6 - Ronchi dei Legionari (ex ENAM)**

L'impianto, a suo tempo gestito dal CISAR, serve i comuni di Ronchi dei Legionari, Staranzano, San Canzian d'Isonzo e Turriaco. È alimentato da 3 pozzi situati in località "None", nel Comune di Ronchi dei Legionari, aventi una profondità di circa 45 metri, e da altri 3 pozzi

situati nel comune di San Canzian d'Isonzo, in località "Batterie", aventi una profondità di circa 45 metri.

#### **Impianto acquedottistico 7 - Marina Julia (ex ENAM)**

Il rione di Marina Julia risulta indipendente; è alimentato da un pozzo di emungimento lungo il canale del Branco, in località "Serraglio", avente una profondità di 30 metri. Ad esso è collegato un impianto di sollevamento ad autoclave e la rete di distribuzione.

#### **Impianto acquedottistico 8 - San Pier d'Isonzo (ACEGAS - APS)**

L'acqua necessaria al fabbisogno del Comune di San Pier d'Isonzo proviene dai pozzi ACEGAS che si trovano proprio in questa zona. Inoltre esiste un pozzo di riserva (Pozzo di via Zanolla) con relativa stazione di rilancio per sopperire ad eventuali interruzioni da parte di ACEGAS.

#### **Impianto acquedottistico 9 - Isola Morosini (ex ENAM)**

L'acqua necessaria al fabbisogno degli abitanti dell'Isola Morosini viene emunta da un pozzo terebrato nelle vicinanze dell'edificio, mediante un gruppo di sollevamento.

#### **Impianto acquedottistico 10 - Grado**

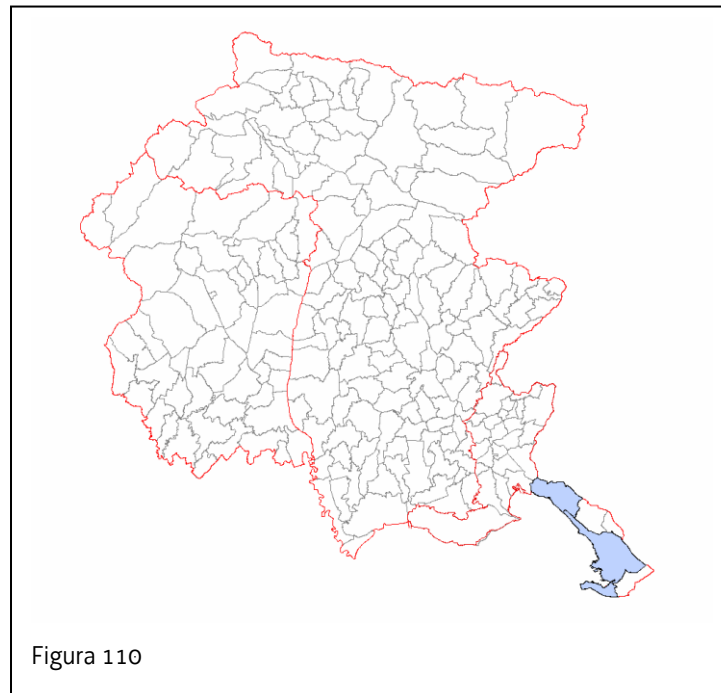
L'attuale impianto che fornisce acqua potabile al Comune di Grado risale agli anni '70. È costituito da un certo numero di captazioni da falda artesiane (campo pozzi) situato in località Ronchi dei Legionari, la condotta adduttrice dall'opera di presa alla vasca interrata di Fossaloni con relativo impianto di sollevamento, serbatoio pensile di carico e di compenso, e condotta adduttrice di avvicinamento alla rete di distribuzione.

Il prelievo da falda artesiane avviene mediante 8 pozzi, due dei quali di riserva, aventi profondità di circa 30 metri per una portata complessiva di 170 litri al secondo.

### **5.1.6 ACEGAS - APS**

AcegasAps cura la fornitura dell'acqua potabile all'intera Provincia di Trieste e la gestione diretta del ciclo idrico integrato (acqua potabile e fognature) nei comuni di Trieste e Muggia.

I servizi di captazione, trasporto, trattamento e adduzione di acqua potabile sono erogati anche per i comuni di Duino Aurisina (compresa distribuzione in parte del territorio), Monrupino, San Dorligo della Valle e Sgonico; viene inoltre fornita acqua greggia al comune di San Pier d'Isonzo in provincia di Gorizia.



Gli abitanti serviti dall'acquedotto sono quasi 231.000.

L'acqua addotta è pari a poco più di 50.000.000 di metri cubi all'anno, di cui l'84% proveniente da falda e il restante 16% proveniente da risorgive e acque superficiali.

A Trieste le fonti di approvvigionamento idrico attualmente utilizzabili hanno caratteristiche tra loro differenti per il tipo e l'origine dell'acqua che forniscono.

### Falde

La principale fonte di approvvigionamento idrico delle reti di Trieste è rappresentata dai pozzi del basso Isonzo dove l'acqua, a differenza di quella di sorgente, deve essere sollevata tramite pompe ad immersione.

I dodici pozzi ubicati nella zona di San Pier d'Isonzo hanno una potenzialità di 7200 m<sup>3</sup>/h. Grazie al processo di filtrazione naturale, l'acqua che sgorga presenta ottime qualità organolettiche (sapore, odore, colore) e non ha bisogno di trattamenti particolari (esclusa la clorazione) prima di essere avviata alla distribuzione. L'acqua delle falde è quindi inviata alla stazione centrale di trattamento "Giovanni Randaccio", presso san Giovanni di Duino nel comune di Duino Aurisina.

### Risorgive

Le risorgive carsiche sono punti dove l'acqua fuoriesce senza intervento da parte dell'uomo dopo aver percorso tratti superficiali in territorio sloveno ed essersi incanalate in corsi d'acqua sotterranei dell'altipiano carsico. Tra quelle utilizzabili in sussidio all'acquedotto dell'Isonzo vanno citate:

- Risorgive del Sardos, per una potenzialità massima di 5400 m<sup>3</sup>/h utilizzate solo nei periodi di massima richiesta.
- Risorgive del Sabilici - Moschenitze, per una potenzialità massima di 2100 m<sup>3</sup>/h utilizzate nei periodi di massima erogazione in alternativa alle risorgive Sardos

- Risorgive del Timavo, per una potenzialità massima di 5400 m<sup>3</sup>/h attualmente di riserva.

Il Timavo si presenta vulnerabile agli inquinamenti lungo il corso in superficie in territorio sloveno, dove trovano ubicazione delle industrie. Per questo motivo oltre che per l'attitudine ad intorbidirsi in seguito a precipitazioni atmosferiche, questa fonte di approvvigionamento viene usata come riserva, essendo le altre fonti di migliore qualità e sufficienti in quantità.

L'assenza di filtrazione da parte degli strati di terreno, legata alla caratteristica carsica del luogo, non consentono l'impiego diretto delle acque emunte da questi sistemi per cui le stesse devono essere preliminarmente trattate.

La rete di distribuzione dell'acqua potabile gestita da AcegasAps si presenta in maniera capillare su tutto il territorio della provincia di Trieste ad eccezione fatta per i comuni di san Dorligo della Valle, Sgonico, Monrupino e parte di Duino Aurisina i quali gestiscono la rete tramite il consorzio Acquedotto del Carso.

La rete idrica è composta da:

- due linee di adduzione, una del diametro di 900 mm costruita nel 1929 che raggiunge la città lungo la strada Costiera e una del diametro di 1.300 mm sottomarina
- sette stazioni di sollevamento
- 52 serbatoi di stoccaggio per un volume di 129.000 metri cubi
- una rete globale di condotte, per uno sviluppo di circa 1.000 km.

Nel comune di Trieste sono presenti 22 serbatoi idrici e 10 interruttori di pressione.

Nel comune di Muggia sono presenti 10 serbatoi idrici e 10 interruttori di pressione.

#### **5.1.7 Acque Basso Livenza S.p.A.**

Acque del Basso Livenza S.p.A. è la società per azioni a totale controllo pubblico che gestisce il ciclo integrato delle acque nel territorio dei dodici comuni soci: Azzano Decimo, Chions, Pasiano di Pordenone, Pravidomini e Sesto al Reghena in provincia di Pordenone, Annone Veneto, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Portogruaro, Pramaggiore, Santo Stino di Livenza in provincia di Venezia, Meduna di Livenza in Provincia di Treviso.

Attualmente quindi la società serve circa 95.000 abitanti residenti nei dodici comuni consorziati e nella zona di Castello di Brussa e Brussa in Comune di Caorle. Gli abitanti serviti nei comuni del Friuli Venezia Giulia sono circa 37.000 e la quantità d'acqua erogata mediamente in un anno è pari a 2.150.000 metri cubi.

Acque del Basso Livenza S.p.A. eroga esclusivamente acqua emunta da falde artesiane presenti nel sottosuolo ad una profondità compresa tra i 40 ed i 180 metri.



L'acqua viene prelevata dai seguenti campi pozzi:

- **Torrato di Chions (PN)** con un totale di n. 20 pozzi;
- **Le Fratte di Azzano Decimo** con un totale di n. 7 pozzi;
- **Vallon di Corva** di Azzano Decimo con un totale di n. 3 pozzi.

La portata complessiva dei tre campi pozzi è di circa 450 litri al secondo.

#### **Impianti di sollevamento**

L'acqua prelevata dai pozzi viene immessa nelle vasche di accumulo e successivamente pompata nella condotte adduttrici dai seguenti impianti:

- Torrate di Chions (PN)
  - Capacità accumulo 2.000.000 di litri
  - Potenzialità max pompaggio 400 litri al secondo
- Le Fratte di Azzano Decimo (PN)
  - Capacità accumulo 2.400.000 di litri
  - Potenzialità max pompaggio 350 litri al secondo
- Lison di Portogruaro (VE)
  - Capacità accumulo 7.000.000 di litri
  - Potenzialità max pompaggio 600 litri al secondo

La rete idrica è composta dalla rete di adduzione e dalle rete di distribuzione.

#### **Rete di adduzione**

La rete di adduzione è composta da tubazioni di diametro da 150 a 600 mm, che si diramano dalle centrali e raggiungono tutti i centri abitati del territorio. La rete di adduzione ha una estensione di circa 200 km (112 km nel territorio del Friuli Venezia Giulia).

#### **Rete di distribuzione**

La rete di distribuzione è composta da tubazioni di diametro variabile da 60 a 150 mm che distribuiscono, in modo capillare in tutto il territorio, l'acqua convogliata dalla rete di adduzione. La rete di distribuzione ha una estensione di circa 1000 km (367 km nel territorio del Friuli Venezia Giulia)..

Infine nell'ambito di competenza esistono otto serbatoi pensili della capacità complessiva di 4.800.000 litri dislocati a:

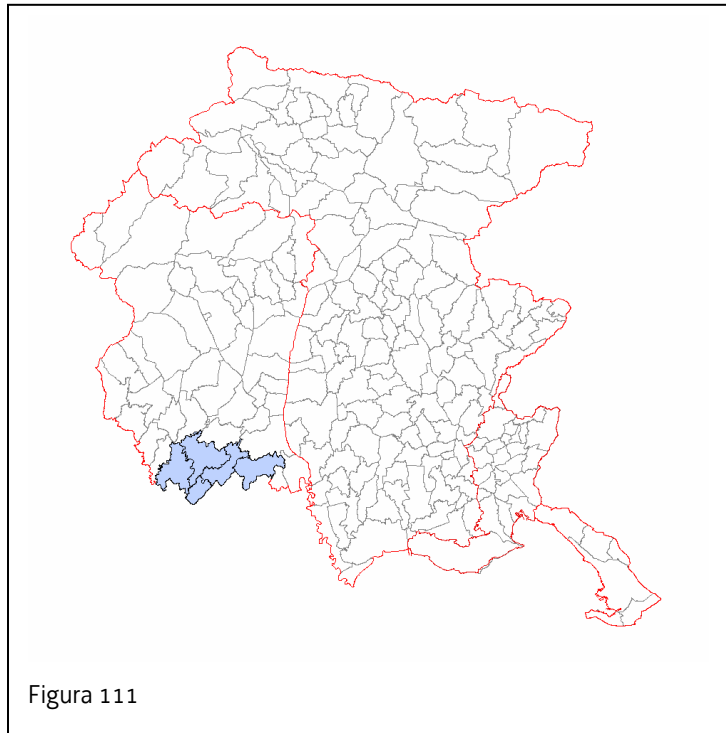


Figura 111

- Annone Veneto (VE) 800.000 litri
- Meduna di Livenza (TV) 800.000 litri
- Sindacale di Concordia (VE) 800.000 litri
- Portogruaro (VE) 500.000 litri
- S.Stino di Livenza (VE) 300.000 litri
- La Salute di Livenza (VE) 300.000 litri
- Passignano di Pordenone (PN) 300.000 litri
- Torrate di Chions (PN) 1.000.000 litri

### 5.1.8 CAIBT S.p.A.

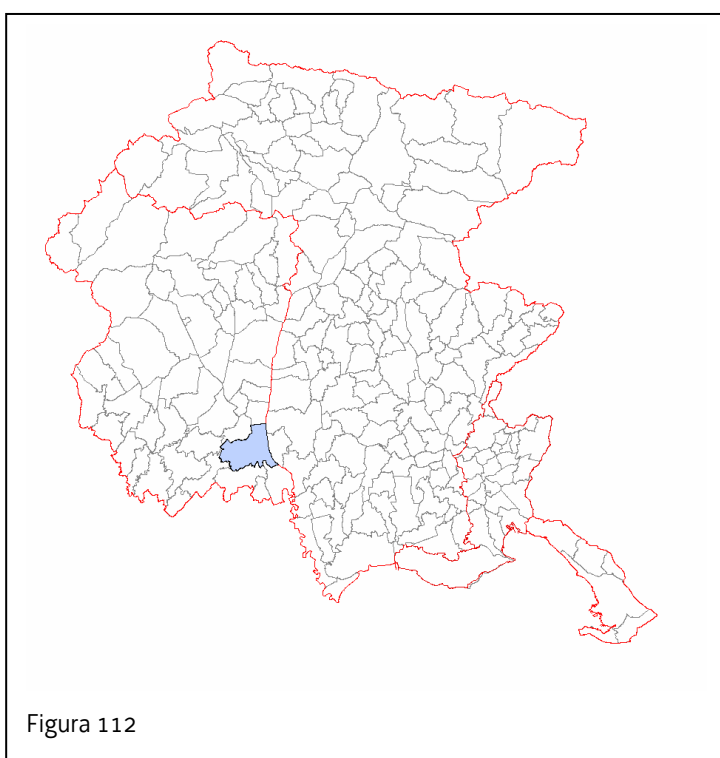


Figura 112

Il Consorzio Acquedotto del Basso Tagliamento venne costituito nel 1958. Attualmente la società CAIBT S.p.A. è il soggetto gestore del servizio idrico integrato nelle diverse fasi di captazione, adduzione e distribuzione dell'acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue, che opera nei comuni di Caorle: Brussa e Vallevicchia, Cordovado, Gruaro, Fossalta di Portogruaro, Portogruaro, S. Michele al Tagliamento, S. Vito al Tagliamento, Teglio Veneto, per un totale di quasi 17.000 utenze.

L'acqua viene prelevata in Comune di San Vito al Tagliamento (dove gli utenti per

al momento sono meno di 200 unità) attraverso 8 pozzi artesiani aventi profondità tra i 35 e 40 metri dal piano campagna.

La portata complessivamente prelevata è pari a 270 litri al secondo.

### 5.1.9 Acquedotto dell'Arzino

L'Acquedotto al servizio di Ambiti Territoriali in Destra Tagliamento è stato realizzato a seguito di un Progetto generale del 1987 che prevedeva la fornitura di acqua a 35 Comuni della Provincia di Pordenone per una popolazione residente servita di circa 230.000 abitanti con la possibilità in futuro di servirne 270.000.

Lo schema generale dell'acquedotto, costituito da reti a maglie interconnesse, prevedeva come fonti di attingimento, le captazioni nei bacini dei torrenti Arzino, Silisia e Cosa.

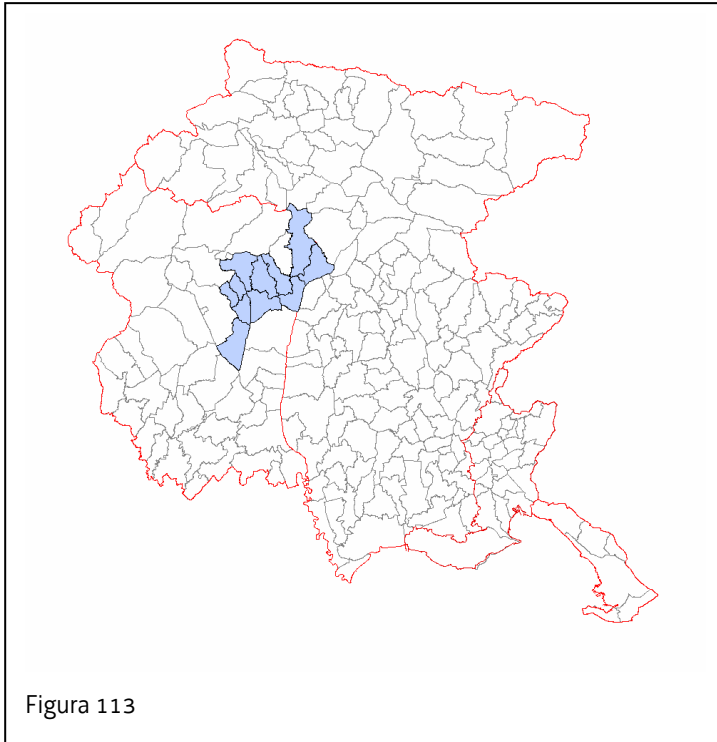


Figura 113

In particolare, l'aggiornamento del Progetto generale approvato ha previsto, nel bacino del torrente Arzino, la sola captazione in subalveo delle acque dell'affluente Comugna, nei comuni di Clauzetto e Vito d'Asio, e la realizzazione di alcuni tratti in galleria per la posa della condotta adduttrice principale.

Con le opere realizzate ad oggi vengono regolarmente alimentate le reti interne dei primi undici comuni della zona montana della Provincia di Pordenone, nonché il Consorzio N.I.P. di Meduno.

In particolare i Comuni ad oggi serviti sono: Arba, Castelnovo del

Friuli, Cavasso Nuovo, Fanna, Forgaria nel Friuli, Meduno, Pinzano al Tagliamento, Sequals, Travesio, Vito d'Asio e Vivaro.

#### 5.1.10 Sistema Ambiente

Sistema Ambiente Srl è la società che gestisce il servizio idrico integrato (acquedotto, fognatura e depurazione) nel territorio dei comuni di Brugnera, Fontanafredda e Prata di Pordenone. Essa ha origine dalla trasformazione dovuta per legge del "CIPS Consorzio Intercomunale Polifunzionale di Servizi", ente che prima di tale data ha gestito il servizio idrico nei comuni sopracitati.

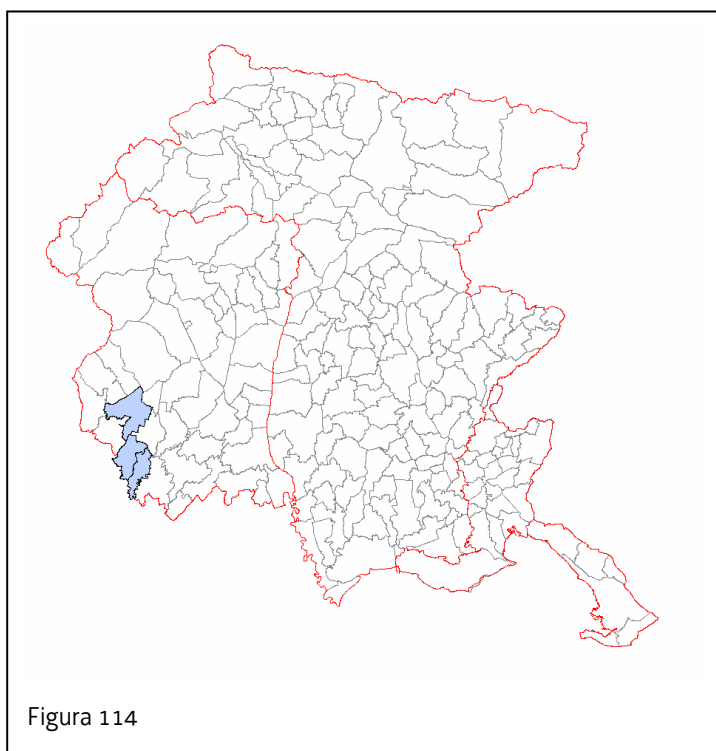


Figura 114

Il primo nucleo dell'acquedotto ha origine negli anni '60 con la costruzione di un acquedotto nei comuni di Brugnera e Prata di Pordenone. Agli inizi la costruzione del locale acquedotto si sviluppò per frazione, ovvero ogni singola frazione dei rispettivi comuni fu dotata di un pozzo artesiano, di un serbatoio e di un sistema in grado di estrarre, immagazzinare e spingere l'acqua nelle tubazioni (elettropompe ed autoclavi).

Fu così che vennero costruite delle stazioni localmente dislocate nei centri abitati di Brugnera, Maron, Tamai, S.Cassiano per il Comune di Brugnera, e Prata di Sopra, Prata di Sotto, Villanova e Ghirano per il Comune di Prata di Pordenone. Se da un lato questa "ramificazione" aveva l'indubbio vantaggio di poter dare immediatamente l'acqua ai nuclei abitativi più numerosi, dall'altro era sufficiente una disfunzione qualsiasi (elettrica o idraulica) per far rimanere a secco un'intera frazione. A questa situazione si pose rimedio creando una rete di interscambio sia per poter ovviare ai problemi sopra descritti, sia per portare l'acqua alle abitazioni più distanti dai centri abitati (1972).

Negli ultimi anni, oltre ad una crescente richiesta in termini di consumo si è dovuto prendere coscienza anche del fatto che l'acqua deve essere di qualità, quindi avere una potabilità al di sopra di ogni controllo. Per le caratteristiche intrinseche del terreno sottostante ai comuni di Brugnera e Prata di Pordenone le falde da cui si è attinto fino alla metà degli anni '90, non presentavano parametri tali da poter sottostare a questo importantissimo requisito (forte presenza di Fosfati Ammoniaci e Ferro), e quindi si è provveduto a ricercare una fonte che potesse garantire abbondante acqua di qualità.

E' così che nel 1992 è stata costruita la centrale di Colesit in località Forcate di Fontanafredda, dalla quale parte una condotta adduttrice da 300mm di diametro che percorre circa una ventina di chilometri prima di inserirsi nel cuore dei due comuni. Nel 1998 la centrale di Colesit ha subito un potenziamento con l'aggiunta di un altro pozzo (che può funzionare sia in aggiunta che alternativamente al primo) e del telecontrollo, ovvero il comando ed il

monitoraggio remoto dalla sede di Brugnera. Le centrali locali hanno smesso di estrarre l'acqua dalle vecchie falde, mentre il loro utilizzo si limita all'immagazzinamento dell'acqua in serbatoi modo da poter integrare la stessa nei momenti di maggior consumo.

Le principali caratteristiche relative a Sistema Ambiente e alla gestione dell'acquedotto nei comuni di Brugnera e Prata di Pordenone sono le seguenti:

**Rete servita (dati per Brugnera e Prata di Pordenone):**

- 160 km di rete distributrice (comuni di Brugnera e Prata e Porcia fraz. Palse)
- 22 km di rete adduttrice (dorsale Fontanafredda/Forcate-Marone di Brugnera)

**Centrali di pompaggio:**

- Colesit in comune di Fontanafredda (emungimento e pompaggio quattro pozzi, di cui due per Brugnera e Prata di Pordenone e due per Fontanafredda);
- Centrale di Forcate nel comune di Fontanafredda (serbatoio di accumulo di 1000 metri cubi e pompaggio per il territorio di Fontanafredda);
- Marone di Brugnera, Prata di Sopra e Prata di Sotto (attiva nel periodo estivo), Villanova e S.Cassiano di Brugnera (attiva anch'essa nel periodo estivo).

**Quantità d'acqua erogata dalla fonte:** (Dati relativi ai consumi di Brugnera e Prata di Pordenone):

- 5000 metri cubi al giorno medi (pari a 57,87 l/s)
- 6500 metri cubi massimi (pari a 75,23 l/s)



### 5.1.11 Consorzio Depurazione Laguna

Per completezza si segnala ancora il CONSORZIO DEPURAZIONE LAGUNA che nella prospettiva di inserirsi compiutamente nel mercato del ciclo idrico integrato ha ulteriormente implementato l'attività consortile acquisendo da alcuni comuni soci la gestione amministrativa e tecnica di acquedotti di quartiere. Nella tabella si riporta i Comuni interessati al servizio con le utenze e il numero di acquedotti di quartiere.

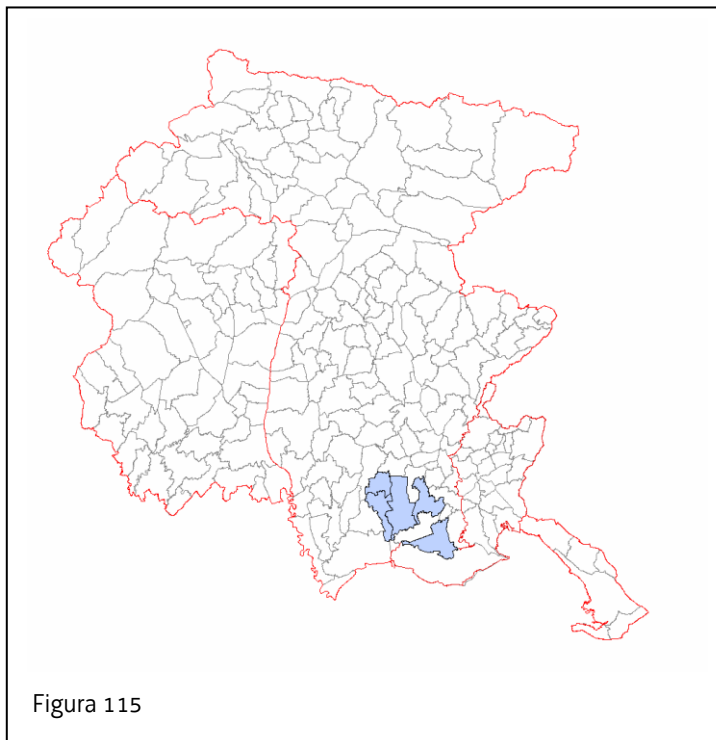


Figura 115

COMUNE	N. impianti di acquedotto	N. Utente
Aquileia	3	240
Cervignano del Friuli	3	331
Porpetto	1	9
San Giorgio di Nogaro		84
Torviscosa	4	637

Tabella 30

## 5.2 L'irrigazione

L'irrigazione in regione è assicurata da una rete di canali e condotte in pressione, realizzati nel corso degli anni dai Consorzi di bonifica sulla base di finanziamenti comunitari, statali e regionali.

Essa rappresenta da sempre uno degli strumenti fondamentali per lo sviluppo del territorio regionale, nonché un mezzo indispensabile per il miglioramento dell'economia agricola ed al tempo stesso un elemento fondamentale per il mantenimento dell'ecosistema ambientale.

Il sistema irriguo della regione è stato realizzato per integrare gli apporti idrici naturali quando questi risultano insufficienti alla coltivazione, ed è organizzato mediante prelievi d'acqua con derivazioni superficiali dai fiumi o torrenti e con pozzi da falda. I prelievi principali dai fiumi sono situati per lo più ai piedi delle zone collinari o montane della regione, mentre i prelievi da falda, mediante pozzi, avvengono per gran parte in corrispondenza della fascia delle risorgive, in corrispondenza della strada napoleonica che collega Codroipo a Palmanova.

I sistemi di irrigazione collettiva utilizzati in regione sono quello a scorrimento e quello a pioggia e sono gestiti dai Consorzi di bonifica che distribuiscono l'acqua alle aziende secondo turni e volumi specifici di adacquamento prestabiliti.

L'irrigazione a pioggia è generalmente ritenuta uno dei sistemi più moderni di distribuzione dell'acqua irrigua e per questo nei Paesi Europei è in continua espansione. I vantaggi rispetto al sistema a scorrimento sono tanti e, solo per citarne alcuni, si possono ricordare:

- risparmio d'acqua, poiché la quantità utilizzata è circa la metà di quella utilizzata con il sistema a scorrimento;
- minore interventi di sistemazione dei terreni soprattutto per quelli declivi;
- migliore adattamento alle coltivazioni arboree quali vigneti e frutteti;
- riduzione dei fenomeni erosivi, della percolazione e della deriva dei concimi e diserbanti;
- utilizzo come sistema antibrina.



Figura 116 - Canale a scorrimento a Sedegliano

Alcune aziende agricole, oltre ai sistemi a scorrimento e a pioggia, adottano anche altri metodi irrigui (ad ali traslanti - ranger, ad ali impennate - pivot, a boma, a goccia, ecc.) con distribuzione dell'acqua con propri impianti che usufruiscono del sistema consortile solo per l'adduzione principale.

Nella regione sono ancora estese le superfici servite da irrigazione a

scorrimento, sistema che richiede un' elevata dotazione idrica, o da forme di irrigazione episodica, definibili di soccorso.



Figura 117 - Sistema di irrigazione a pivot in funzione su coltivazione di soia in comune di Cormòns

Nella regione sono ancora estese le superfici servite da irrigazione a scorrimento, sistema che richiede un' elevata dotazione idrica, o da forme di irrigazione episodica, definibili di soccorso.

### 5.2.1 I Consorzi di Bonifica

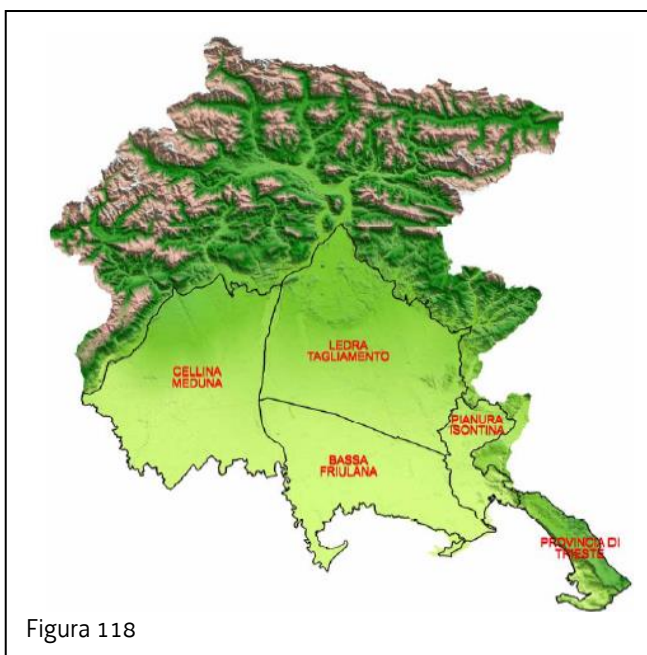


Figura 118

I Consorzi di bonifica, definiti dalla legge regionale n. 28/2002, sono preposti alla difesa dei terreni agricoli, alla raccolta e all'utilizzo delle acque per l'irrigazione e alla connessa tutela dell'ambiente agricolo, mediante la progettazione e realizzazione delle opere idrauliche, di bonifica e di irrigazione; provvedono inoltre al mantenimento in efficienza degli impianti irrigui, in modo da permettere la loro piena funzionalità e garantire così sia l'approvvigionamento e la regolare distribuzione delle acque irrigue necessarie per la coltivazione, sia il regolare allontanamento delle acque eccedenti nelle zone umide.

La regione Friuli Venezia Giulia si estende su un'area di 785.648 ettari; di questi ben 338.562 ettari, pari al 43% dell'intera superficie, sono ricompresi nei quattro Comprensori di bonifica: Comprensorio Cellina-Meduna, Comprensorio Ledra-Tagliamento, Comprensorio Bassa Pianura Friulana e Comprensorio Pianura Isontina.

Consorzio di bonifica Superficie (ha)	di bonifica comprensoriale	Superficie [ha]	comprensoriale	Percentuale sul totale
Bassa Friulana		78.277		23,12%
Cellina Meduna		115.985		34,26%
Ledra Tagliamento		121.750		35,96%
Pianura Isontina		22.550		6,66%
Totale		338.562		100,00%

Tabella 31 - Superficie comprensoriale dei singoli Consorzi di bonifica soggetta a bonifica agraria

La superficie irrigua consortile regionale si estende per 146.148 ettari, dei quali 41.480 a pioggia, 27.885 a scorrimento, 2.883 con altri sistemi e 73.900 a soccorso, come si può osservare dai dati riportati in tabella 2.

Consorzio di bonifica	Superficie irrigua [ha]				
	pioggia	scorrimento	altro (*)	soccorso	totale
Bassa Friulana	990	3.275	2.883	25.000	32.148
Cellina Meduna	18.200	12.500	0	33.900	64.600
Ledra Tagliamento	12.857	11.710.	0	15.000	39.567
Pianura Isontina	9.433	400	0	0	9.833
Totale	41.480	27.885	2.883	73.900	146.148

Tabella 32 - Superficie regionale irrigata suddivisa per tipologia di irrigazione

(\*) per altro si intende la consegna dell'acqua alle aziende che la distribuiscono con propri sistemi irrigui

### 5.2.2 Consorzio di bonifica Cellina Meduna

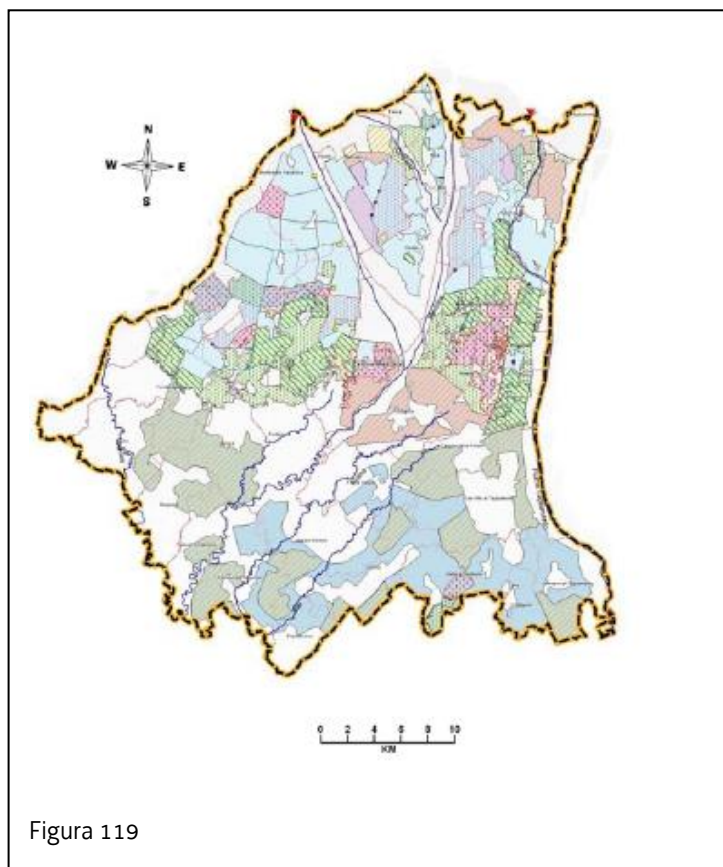


Figura 119

Il comprensorio consorziale si estende sull'intera pianura tra il fiume Livenza ed il fiume Tagliamento, comprendendo i 38 comuni dell'intera circoscrizione amministrativa della provincia di Pordenone.

Il Consorzio di bonifica Cellina Meduna opera sull'alta pianura pordenonese, distribuendo acqua ad uso irriguo in ambiti nei quali il servizio irriguo, anche in annate ordinarie, è indispensabile per la produzione agricola.

La portata richiesta e distribuita nei mesi estivi è pari a circa  $28 \text{ m}^3/\text{s}$  ed è derivata integralmente dai corsi d'acqua montani, dal Cellina, dal Meduna e, in modo più limitato, dal Colvera e dal Cosa.

Tali portate sono comprensive di quelle che, tramite canali o condotte consorziali sono consegnate, ad esempio, per il servizio acquedottistico dei comuni di Aviano, Montereale Valcellina, San Quirino, Maniago e per le zone industriali dei comuni di Maniago e di Montereale Valcellina.

Il sistema è costituito da quattro bacini montani che fungono da serbatoio. Le quattro dighe (Barcis sul torrente Cellina, Ponte Racli, Cà Selva e Cà Zul sul torrente Meduna) sono state realizzate nell'immediato dopoguerra in quanto le portate estive fluenti nei citati corsi d'acqua non erano però sufficienti



Figura 120 - Consorzio di bonifica Cellina Meduna: canale principale di Villa Rinaldi che alimenta i comizi irrigui a scorrimento nella zona nord di Pordenone compresa tra l'abitato di Cordenons e Fontanafredda



per le esigenze sopra indicate.

Tali dighe ad uso elettro/irriguo sono utilizzate secondo precisi protocolli ed invasate in periodo primaverile per rendere possibili l'irrigazione in estate, mentre in inverno servono alla laminazione delle piene e alla produzione di energia elettrica.

Gli invasi, rispetto alla capacità originaria al momento della costruzione, si sono notevolmente ridotti a causa del naturale apporto di materiale dei torrenti montani. Il volume di invaso di Barcis, ad esempio, a causa dell'interrimento è passato dai 22 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua agli attuali 12,5 - 13 milioni circa.

Il comprensorio è suddiviso in tre zone ben distinte: zona Cellina, zona Meduna e bassa pordenonese.



Figura 121 - Comprensorio di bonifica Cellina Meduna: impianto irriguo ad aspersione in esercizio su coltivazione di mais di San Leonardo Valcellina in comune di Montereale Valcellina

La zona Cellina è la zona occidentale del comprensorio consorziale, è dominata dalle acque del torrente Cellina e comprende i terreni in destra orografica del torrente stesso delimitati dalla strada provinciale pedemontana a nord e dalla statale n. 13 "Pontebbana" a sud.

Con l'acqua del torrente Cellina è irrigata una superficie di circa 10.100 ha, dei quali 5.400 a scorrimento ed i rimanenti 4.700 ha ad aspersione.

La zona Meduna è la zona orientale del comprensorio consorziale, compresa tra il torrente Cellina e il fiume Tagliamento, ed è quasi completamente servita dall'acqua del torrente Meduna. La portata a disposizione, dopo la realizzazione avvenuta tra il 1953 e il 1963 dei tre serbatoi montani, è di 15.500 l/s.

Si riportano, nella tabella che segue, le derivazioni del Consorzio e le portate di concessione.

Derivazioni	Portate di concessione (m <sup>3</sup> /s)
Cellina (1)	15,00
Meduna (2)	15,50
Cosa (3)	1,00
Colvera (4)	0,30
Esigenze soccorso (5)	25,00
Totale	56,80

Tabella 33

Note:

(1) Comune di Montereale Valcellina, località Ravedis. La derivazione attuale, dopo il completamento dell'invaso di Ravedis, sarà incrementata di 3,83 m<sup>3</sup>/s, giungendo pertanto a pieno regime a 18,83 m<sup>3</sup>/s.

(2) Comune di Cavasso Nuovo, località Ponte Maraldi.

(3) Comune di Castelnovo del Friuli, località Madonna del Zucco.

(4) Comune di Frisanco.

(5) La superficie interessata è di circa 33.900 ha, con esigenza media dell'ordine di 20 – 25 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.3 Consorzio Bassa Pianura Friulana

Il comprensorio consorziale si estende in sinistra Tagliamento a sud della fascia della risorgive fino al mare, ha una superficie territoriale di 78.277 ha e comprende 33 comuni in provincia di Udine e 2 in provincia di Gorizia.

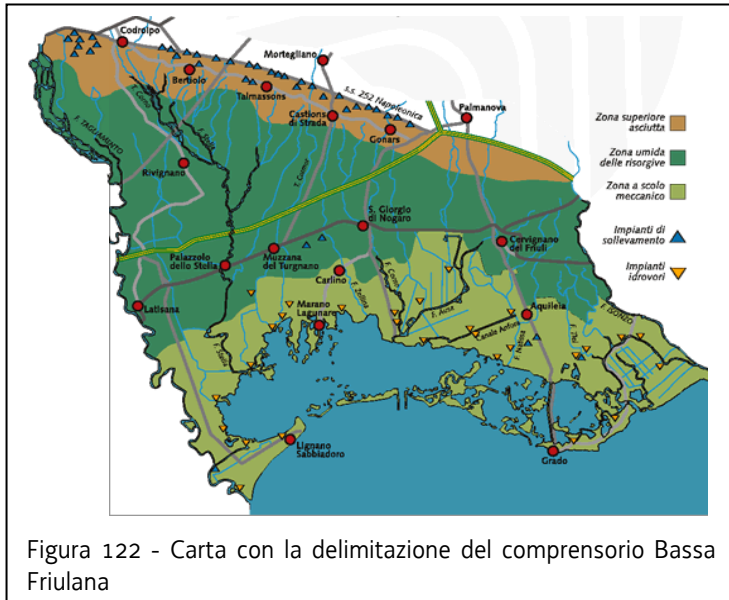


Figura 122 - Carta con la delimitazione del comprensorio Bassa Friulana

La disponibilità idrica è rilevante nel comprensorio della Bassa Friuliana, ma la risorsa non è distribuita in maniera uniforme: gran parte dell'acqua si rinviene nel ventaglio di risorgive dello Stella, situato nella zona ovest del comprensorio consorziale. Oltre a questa rilevante risorsa, che può essere adeguatamente trasferita nel territorio senza interventi pregiudizievoli per l'assetto ambientale, una disponibilità non meno importante è offerta dalle falde artesiane.

Le strutture per la captazione e la distribuzione delle acque sono: 37 pozzi che attingono

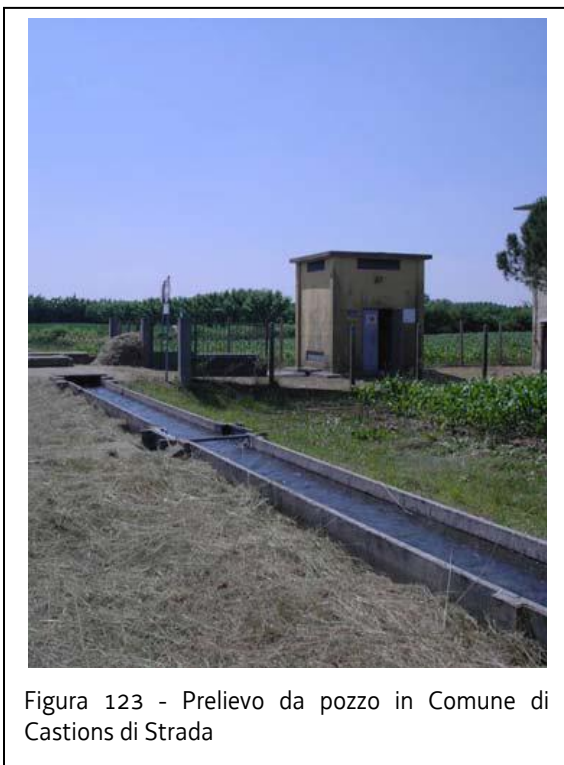


Figura 123 - Prelievo da pozzo in Comune di Castions di Strada

dalla falda freatica nella zona superiore asciutta; i canali emuntori, che prelevano l'acqua dalla falda freatica dove è più copiosa per trasferirla in aree carenti; le canalizzazioni con derivazione dai corsi di risorgiva (Rogge Miliana, Mortesina, Polzino, Rosignolo, Fiume Stella, fiume Ausa, Torrente Cormor...).

L'irrigazione può avvenire con impianti a scorrimento o a pioggia: attualmente il 11% del territorio consortile risulta irrigato. Il 32% del territorio è servito da irrigazione di soccorso. La superficie agricola potenzialmente interessata ammonta a circa 60.000 ha, pari al 77% dell'intera superficie consorziata di 78.277 ha.

La portata necessaria per l'irrigazione dell'intero comprensorio può essere stimata attorno ai 90 m<sup>3</sup>/s, con una dotazione unitaria di 1,3 l/s per ettaro; è interessante rimarcare che le risorgive rappresentano mediamente il

40% della portata totale di risorgenza lungo la fascia compresa fra Tagliamento e Torre.

Attualmente sono irrigati con concessione, sia a scorrimento che a pioggia, circa 10.000 ha comprendenti l'area denominata "Zona superiore asciutta" e ampie aree di bonifica idraulica

quali "Lame di Precenicco", "Val Pantani", "Val Lovato", "Ariis", "Fraida", "Volpares", "Boscat", "La Vittoria".

La superficie irrigua caratterizzata da derivazioni private ammonta a circa 5.000 ha e comprende ampie zone di Fraforeano, Varmo, Camino al Tagliamento, Roveredo di Torsa, Malisana, Fauglis-Famula, Valderie, destra Cormor e Castions delle Mura. Risultano così in totale serviti direttamente circa 15.000 ha, pari a quasi il 20% dell'intera ampiezza comprensoriale.

I maggiori impianti pluvirrigui condotti in forma consortile interessano le aree di Passariano e di Boscat per complessivi 990 ha. Un nuovo impianto è previsto anche nel bacino di Fossalon di Grado e interesserà 1.781 ha: per ora è in esercizio il lungo canale adduttore, alimentato dalle acque di risorgiva provenienti dalla zona di Cervignano.

Nella "zona superiore asciutta" del comprensorio (2.949 ha contribuenti) i 48 comizi irrigui, serviti con portate sollevate dalla falda freatica, procedono da ovest ad est sui diversi ambiti consortili secondo la seguente distribuzione:

- area Tagliamento: Codroipo con n. 7 comizi, camino al Tagliamento con n. 5 comizi;
- area Stella: Codroipo con n. 2 comizi, Bertiole con n. 8 comizi, Talmassons con n. 14 comizi e Castions di Strada con n. 2 comizi;
- area Corno: Castions di Strada con n. 6 comizi, Gonars con n. 4 comizi.

L'irrigazione è del tipo "a scorrimento" ed avviene attraverso il sollevamento dalla falda freatica mediante pozzi circolari del diametro interno tra metri 1,60 e 2,00, profondi da 12 a 40 metri rispetto al piano di campagna, con pelo libero a profondità variabili da 3 a 12 metri. La portata sollevata da un singolo pozzo è dell'ordine di 150-250 l/s, per l'irrigazione di comizi estesi fino a 120 ha, con un abbassamento della falda, all'esterno del pozzo, non superiore a 2 metri.

Anche nelle zone a scolo naturale e meccanico (tranne che per i bacini di Passariano e Boscat) l'irrigazione è realizzata "a scorrimento" con derivazioni per gravità (Ariis-Torsa, Zavattina e Casali Franceschinis) e con derivazioni da corsi d'acqua con sollevamento meccanico (Fraida-Piancadello, Muzzana).

Le opere per la derivazione d'acqua dai corsi di risorgiva sono riconducibili agli usuali manufatti di ferma e di derivazione con modulo di misura alle portate.

Una delle maggiori opere di canalizzazione con derivazione da corsi d'acqua per uso irriguo realizzato dal Consorzio è la derivazione dal fiume Varmo, iniziata nel 1934. L'opera di presa, che consente una portata di 5,0 m<sup>3</sup>/s, è situata a sud-ovest dell'abitato di Varmo e la condotta irrigua raggiunge la zona di Lignano consentendo, nel lungo percorso, dispense irrigue ad un vasto territorio agricolo.

Una seconda opera, che interessa i bacini orientali, precisamente la zona dell'Aquileiese, il Boscat e Fossalon di Grado: è il canale Primario irriguo, che raccoglie acque di risorgiva affioranti a sud - est di Cervignano per una portata di 4,5 m<sup>3</sup>/s. Dopo un primo tributo d'acqua per le attività irrigue nell'Aquileiese, il canale alimenta, attraverso una condotta, la centrale di pompaggio del bacino pluvirriguo del Boscat e quindi, sottopassato con sifone il canale Cucchini, quella del Fossalon.

Si riportano, nella tabella che segue, le derivazioni del Consorzio e le portate di concessione.

Derivazioni	Portate di concessione (m <sup>3</sup> /s)
Zona superiore asciutta (n. 37 pozzi) (1)	8,684
Fiume Varmo (2)	5,00
Roggia Miliana (prima presa) (3)	0,80
Roggia Miliana (seconda presa) (4)	0,60
Fiume Stella canale Piancadello (5)	0,50
Rogge Polzino, Rosignolo, Mortesina, Uessa e altri minori (6)	2,20
Fiume Aussa (7)	1,80
Trasversale Cormor (Velicogna, Cornariola) (8)	0,25
Fiume Turgnano (9)	0,65
Fiume Zellina (10)	0,35
Torrente Cormor (11)	1,00
Torrente Cormor (12)	0,35
Esigenze soccorso (13)	20,00
<b>Totale</b>	<b>42.184</b>

Tabella 34

## NOTE:

- (1) Comuni vari (Codroipo, Bertolo, Camino al Tagliamento, Talmassons, Castions di Strada, Gonars).
- (2) Comune di Varmo, località Casa di Guardia.
- (3) Comune di Talmassons, località Ariis, acqua di risorgiva.
- (4) Comune di Talmassons, località Ariis, acqua di risorgiva.
- (5) Comune di Palazzolo dello Stella, località Piancada.
- (6) Comuni di Cervignano, Ruda, località Cervignano e Ruda, acqua di risorgiva.
- (7) Comune di Cervignano, località Borgo Fornasir.
- (8) Comune di Pocenia, località Trasversale Cormor.
- (9) Comune di Muzzana del Turgnano, località Muzzana.
- (10) Comune di Carlino, località Galli.
- (11) Comune di Muzzana del Turgnano, località San Gervasio, in corso di realizzazione.
- (12) Comune di Carlino, località Azienda Munaretto in corso di realizzazione.
- (13) La superficie interessata è di circa 25.000 ha, con esigenza media dell'ordine di 15 - 20 m<sup>3</sup>/s.



### 5.2.4 Consorzio Ledra-Tagliamento

Il Comprensorio del Consorzio si estende su una superficie di 121.750 ha che ricade interamente nella provincia di Udine e comprende 63 comuni.

Il Consorzio di bonifica Ledra-Tagliamento si avvale di due sistemi derivatori: quello dal fiume Tagliamento e dal fiume Ledra, e quello delle Rogge.

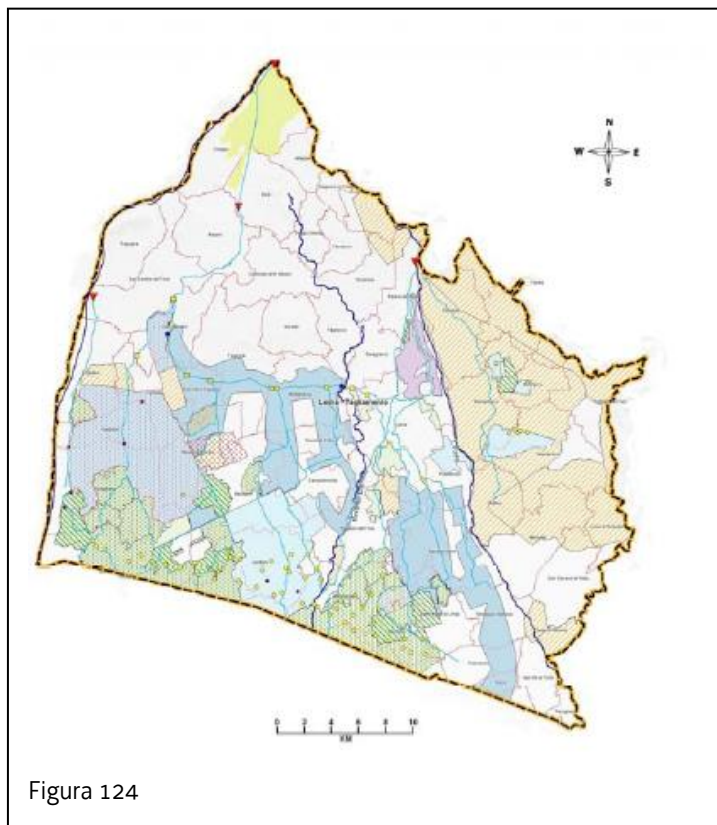


Figura 124

### Sistema Ledra Tagliamento

Il sistema deriva le sue acque dal fiume Tagliamento in località Ospedaletto (Gemona), dal fiume Ledra in località Andreuzza e le adduce nel Comprensorio mediante una rete dello sviluppo di circa 350 km.



Figura 125 - Consorzio Ledra Tagliamento: opera di presa di Ospedaletto in comune di Gemona del Friuli

La costruzione della rete di canali principali, con la derivazione dal fiume Ledra ad Andreuzza risale agli anni compresi tra il 1878 e 1881. Nel 1885 veniva deliberata la costruzione del canale sussidiario per utilizzare oltre le portate del fiume Ledra, già immesse nel canale principale ad Andreuzza, anche quelle del fiume Tagliamento. L'opera di presa su detto fiume, posta inizialmente in corrispondenza della rosta Savorgnana, veniva nel 1911 spostata più a monte di circa 2500 metri, nella posizione dell'attuale presa

di Ospedaletto.

Pertanto, allo stato attuale, partendo dalla derivazione principale di Ospedaletto e proseguendo verso valle, le opere si sviluppano nel seguente ordine:

- a) il canale cosiddetto "Sussidiario" che adduce le acque da Ospedaletto fino all'immissione delle stesse nel fiume Ledra;
- b) il nodo idraulico di Andreuzza in Comune di Buia dove vengono derivate le acque del Ledra per le portate di competenza, mentre gli eventuali superi vengono lasciati defluire nell'asta terminale del Ledra immissario del fiume Tagliamento;
- c) il canale "Principale" che va da Andreuzza fino all'immissione nel torrente Corno;
- d) il nodo idraulico di S.Mauro dove le acque del Tagliamento e del Ledra, confluiscono nel torrente Corno, sono derivate attraverso il canale cosiddetto "Industriale" ed il canale secondario detto "Giavons". Gli eventuali superi vengono lasciati defluire nel Corno;
- e) il nodo idraulico di Rivotta, dove si ha la definitiva regolazione delle portate di competenza con scarico di eventuali superi nel torrente Corno;
- f) il canale "Principale" che, uscendo dalla zona collinare ed entrando nella pianura, piega ad Est in direzione della città di Udine e dal quale si dipartono i canali secondari, con direzione Nord-Sud, che convogliano le acque verso le zone di utilizzazione irrigua.

I canali secondari sono i seguenti: canale di Giavons, canale di San Vito, canale di Martignacco, canale di Passons, canale di San Gottardo, canale di Castions, canale di Trivignano, canale di Santa Maria. Tutte le opere di cui si è sommariamente trattato, sono state costruite negli ultimi decenni del secolo scorso.

### Sistema delle rogge

Il sistema delle rogge è costituito dalla roggia di Codroipo e dal sistema roiale. La roggia di Codroipo deriva l'acqua dal fiume Tagliamento in località Aonedis di S.Daniele si sviluppa lungo la direttrice Nord-Sud del Comprensorio attraverso i territori dei Comuni di S.Daniele del Friuli, Dignano, Flaibano, Sedegliano, Codroipo.



Figura 126 - Zompitta: presa e traversa sul torrente Torre

Il Sistema Roiale deriva l'acqua dalla sponda destra del torrente Torre in località Zompitta di Reana del Roiale. L'acqua derivata, da oltre otto secoli, è suddivisa per i 2/3 per le rogge di Udine e Palma e per 1/3 per la roggia Cividina che porta le sue acque in sinistra Torre, attraverso i territori dei Comuni di Povoletto e Remanzacco, fino allo scarico nel Torrente Malina.

Le rogge di Udine e Palma, invece, dopo il tratto comune Zompitta - Cortale, si diramano percorrendo verso Sud i territori dei Comuni di Reana del Roiale, Tavagnacco, Udine, Campoformido, Pozzuolo del Friuli, Mortegliano, Pavia di Udine, Bicinicco, S.Maria La Longa, Palmanova.

### Canali secondari

**Canale di Giavons:** Ha origine dal canale principale al nodo idraulico di S.Mauro e si snoda verso sud nel territorio dei comuni di Rive d'Arcano, Coseano, Flaibano e Sedegliano dove si dirama nei due canali di S.Lorenzo e Gradisca.

**Canale di San Vito:** Ha origine dal canale principale in località San Vito di Fagagna e, nel suo percorso verso sud, attraversa i territori dei comuni di San Vito di Fagagna, Mereto di Tomba e Basiliano dove si dirama nei due rami del canale di Rivolto e canale di Bertiole.

**Canale di Martignacco:** Ha origine dal canale principale in località Faugnacco ed interessa i territori dei comuni di Martignacco, Udine, Campoformido, Pozzuolo del Friuli, Mortegliano, Castions di Strada.

**Canale di S.Gottardo:** Ha origine dal canale principale in località Rizzi (Udine), attraversa il territorio a nord della città di Udine ed integra il sistema delle rogge di Udine e Palma nel percorso cittadino.

**Canale di Castions:** Ha origine dal canale principale in località Udine ed interessa il territorio dei comuni di Udine, Campoformido, Pozzuolo del Friuli, Mortegliano e Castions di Strada.

**Canale di Trivignano:** Si diparte dal canale principale in località Partidor a Udine e interessa i territori dei comuni di Udine, Pradamano, Pavia di Udine e Trivignano.

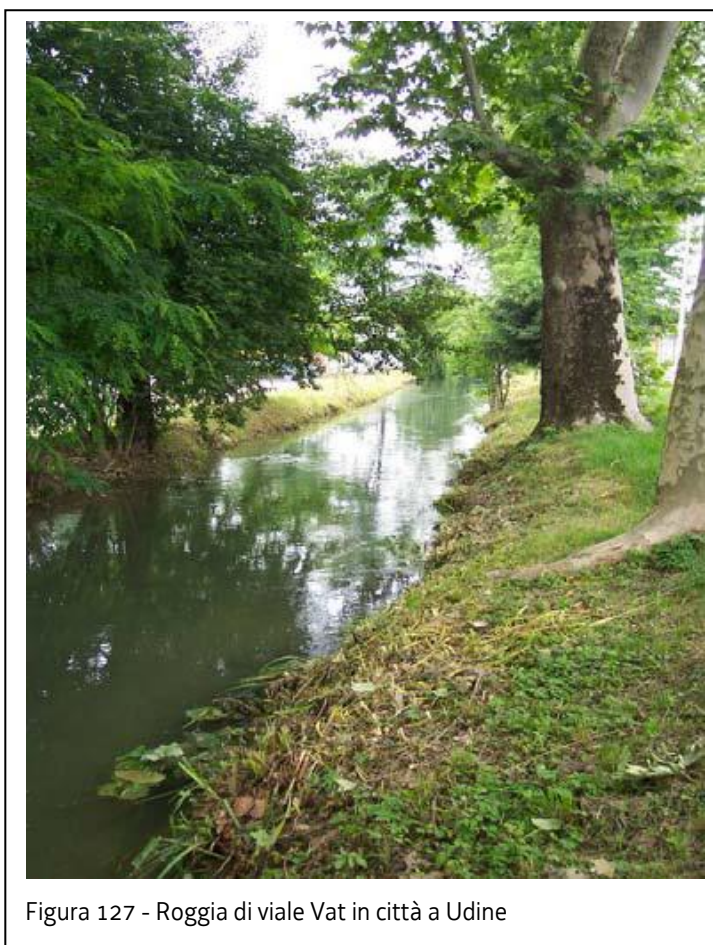


Figura 127 - Roggia di viale Vat in città a Udine



**Canale di S.Maria:** Si diparte nello stesso punto del canale di Trivignano e si sviluppa lungo i territori dei comuni di Udine, Pavia di Udine, S. Maria la Longa e Bicinicco.

### Distribuzione irrigua

Il sistema Ledra-Tagliamento permette di effettuare il servizio irriguo su circa 23.000 ha del comprensorio.

La distribuzione irrigua all'interno del Consorzio costituisce l'attività principale del Consorzio di bonifica Ledra Tagliamento.

Le prime opere costruite ai fini irrigui risalgono agli anni 1920-1930 e sono costituite da reti di minuta distribuzione, collegate alla rete dei canali principali e secondari e delle Rogge.

Tali reti sono state costruite quasi interamente in terra e per lo più ad opera dei singoli proprietari riuniti nello sforzo di strappare alla terra, con l'ausilio dell'intervento irriguo, quanto essa non riusciva a produrre causa il succedersi, durante l'estate, di periodi piuttosto lunghi di siccità.

Negli anni successivi si è avuta l'estensione della rete irrigua a scorrimento, costruita sempre secondo gli stessi criteri. Solamente dopo il secondo conflitto mondiale, in conseguenza della costituzione dei Consorzi di Bonifica e dell'intervento statale in tema di agricoltura, è stato possibile intervenire per il miglioramento delle vecchie opere.



Figura 128 - Derivazione comizi a scorrimento in comune di Mereto di Tomba con derivazione dal canale di San Vito

Si riportano, nella tabella che segue, le derivazioni del Consorzio e le portate di concessione nel periodo irriguo

Derivazioni	Portate di concessione (m <sup>3</sup> /s)
Presa di Ospedaletto canale principale (1)	25,020
Presa di Andreuzza (2)	5,50
Presa di Zompitta (3)	3,00
Presa roggia di Carpacco e Codroipo (4)	2,40
Emungimento da falda n. 56 pozzi (5)	12,49
Esigenze soccorso (6)	10,00
Totale	58,41

Tabella 35

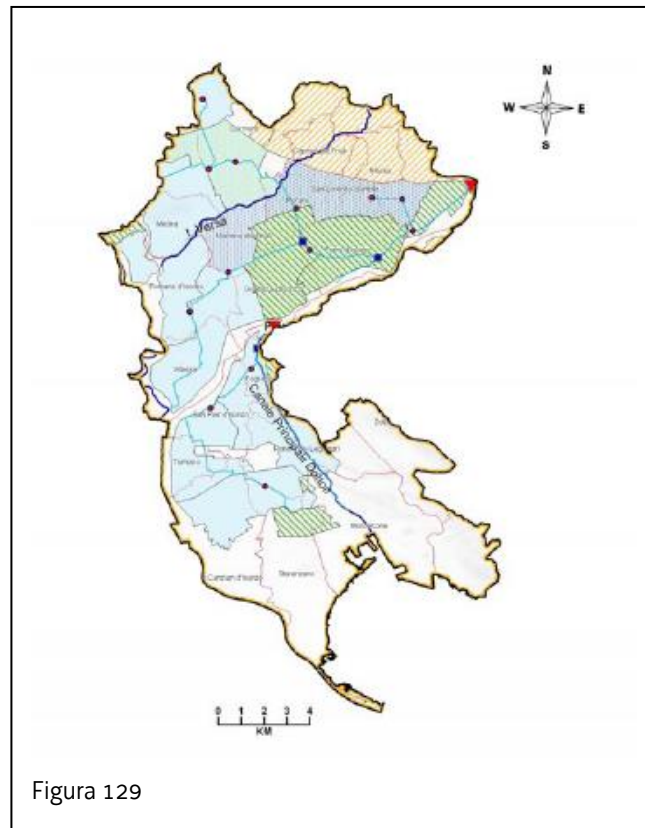
NOTE:

- (1) La presa è ubicata ad Ospedaletto in comune di Gemona del Friuli e la roggia dei Mulini (0,7 m<sup>3</sup>/s).
- (2) Nodo idraulico in cui confluiscono le acque derivate dal Tagliamento (25,02 m<sup>3</sup>/s) e dal fiume Ledra (5,5 m<sup>3</sup>/s);
- (3) Rogge di Udine, Palma e Cividina con presa a Zompitta in comune di Reana del Rojale;
- (4) Roggia di Carpacco-Codroipo con presa a Aonedis in comune di San Daniele del Friuli;
- (5) Situati nella fascia nord della statale napoleonica che collega Codroipo a Palmanova e in sinistra Torre in comuni di Remanzacco e Premariacco;
- (6) la superficie interessata è di circa 15.000 ha con esigenza media di 7 – 10 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.5 Consorzio Pianura Isontina

Il Consorzio di bonifica Pianura Isontina, con sede a Gorizia nasce dalla fusione dei Consorzi di bonifica dell'Agro Cormonese Gradiscano (Gorizia), Bassa Pianura Isontina (Ronchi dei Legionari), Lisert (Monfalcone) e Paludi del Preval (Cormòns).





Il comprensorio consorziale ha una superficie territoriale di 22.550 ha e opera su un territorio rientrante parte nella provincia di Gorizia (22 comuni) e parte in quella di Trieste (1 comune).

Il Consorzio di bonifica Pianura Isontina capta le acque a scopo irriguo-industriale dal fiume Isonzo, attraverso le due derivazioni dal fiume Isonzo ubicate a Gorizia in località Piedimonte e nel comune di Sagrado.

Il sistema Pianura Isontina permette di effettuare il servizio irriguo su circa 10.000 ha del comprensorio e l'acqua utilizzata per l'irrigazione, proveniente dal fiume Isonzo, viene derivata a Gorizia (ex Agro Cormonese - Gradiscano) ed a Sagrado (ex Agro Monfalconese).

Nell'ambito degli accordi tra Italia e Slovenia era stato definito un sistema di regolazione della portata del fiume che garantiva all'Italia, in corrispondenza della presa di Sagrado i 21,5 m<sup>3</sup>/s d'acqua necessari per scopi industriali ed irrigui.

Di fatto i rilasci d'acqua in territorio italiano avvengono con ampie oscillazioni, che non consentono un utilizzo regolare del servizio irriguo nel comprensorio: la Slovenia, infatti, interpreta l'accordo con l'Italia nel senso che ha l'obbligo di fornire una portata media giornaliera garantita, ma non con un deflusso costante, come esigerebbe invece il servizio irriguo fornito dal Consorzio, causando spesso, pertanto, disfunzioni nell'irrigazione.

Durante la fascia oraria diurna, quando l'energia idroelettrica prodotta ha un valore più elevato rispetto a quella notturna, la società privata slovena Soške Elektrarne, che gestisce l'invaso di Salcano, mette in funzione le turbine per la produzione di energia rilasciando nell'asta fluviale un consistente quantitativo d'acqua (variabile da 40 a 100 m<sup>3</sup>/s in base alle condizioni climatiche). Al contrario, nella fascia notturna, l'acqua è trattenuta nell'invaso con un modesto rilascio (meno di 15 m<sup>3</sup>/s) che dà origine a molti problemi sia al fiume che alle due

derivazioni per uso irriguo di Gorizia e di Sagrado, che servono una superficie coltivata di circa 10.000 ha. Lo scarto giornaliero di portata del fiume Isonzo nel territorio italiano e la struttura geologica dell'alveo, che assorbe ed immette in falda molta dell'acqua superficiale in pochi chilometri, creano alcuni problemi al mantenimento dei livelli dei canali della rete irrigua, soprattutto nella prima mattinata, con la conseguente disattivazione per qualche ora degli impianti irrigui a pressione.

L'alternarsi della portata del fiume, inoltre, associata al forte irraggiamento giornaliero, al basso livello dei canali irrigui e alla diminuzione della velocità e della stagnazione dell'acqua negli stessi, provoca la formazione sui rivestimenti di elevati quantitativi di alghe che con l'aumento in tarda mattinata della portata e della velocità della corrente si staccano e vanno ad intasare i condotti di aspirazione delle pompe degli impianti irrigui.

L'irregolarità della portata del fiume Isonzo causata dalla gestione dell'invaso sloveno di Salcano e le necessità irrigue del territorio del Consorzio fanno sì che vi siano anche forti difficoltà nel rispetto del "Deflusso minimo vitale" (DMV) in corrispondenza delle derivazioni. Il rilascio minimo costante da parte della Slovenia, per garantire il servizio irriguo da parte del Consorzio nella stagione estiva, corrisponde ad almeno 25 m<sup>3</sup>/s. Una soluzione alternativa per svincolarsi dall'uso irregolare dell'acqua da parte della Slovenia potrebbe essere la realizzazione in territorio italiano di un bacino di accumulo.

Come detto in precedenza il comprensorio è caratterizzato da due bacini irrigui identificabili nei comprensori dei cessati Consorzi, aventi caratteristiche idrauliche proprie: il bacino dell'ex "Agro Cormonese-Gradiscano" e quello dell'ex "Agro Monfalconese" ognuno dei quali sottende ad un territorio di utenza.

### Bacino dell'ex Agro Cormonese-Gradiscano

Il sistema deriva le sue acque a scopo irriguo-industriale dal fiume Isonzo nel comune di Gorizia in località Piedimonte attraverso uno sbarramento ed un invaso di circa 180.000 m<sup>3</sup> e le adduce nel bacino mediante un canale principale ed una rete di canali secondari per uno sviluppo totale di circa 40 chilometri.

Allo stato attuale, partendo dalla derivazione di Gorizia e proseguendo verso valle, le opere di adduzione si sviluppano nel seguente ordine:

- a) il canale cosiddetto "Adduttore" o "Principale", che adduce le acque da Gorizia fino al nodo idraulico di "Colmello di Grotta" a Farra d'Isonzo;
- b) il canale detto di "Scarico", che restituisce al fiume Isonzo nel comune di Farra d'Isonzo le
- c) acque non derivate a scopo irriguo nel nodo idraulico di "Colmello di Grotta";
- d) il nodo idraulico di "Colmello di Grotta" in comune di Farra d'Isonzo, dove vengono derivate le acque a scopo irriguo dal canale "Adduttore";



Figura 130 - Derivazione a usi irrigui e idroelettrici in comune di Sagrado

- e) il nodo idraulico denominato “Partitore” in comune di Farra d’Isonzo dove si biforca il canale secondario “Primo tronco” nei due canali secondari “Secondo tronco e Terzo tronco”.

### Canali secondari

**Canale Primo tronco:** ha origine dal canale principale “Adduttore” al nodo idraulico di “Colmello di Grotta” e si snoda verso ovest nel territorio del comune di Farra d’Isonzo e termina in corrispondenza del nodo idraulico “Partitore” sempre in comune di Farra d’Isonzo dove si dirama nei due canali secondari “Secondo tronco e Terzo tronco”.

**Canale Secondo tronco:** Ha origine dal canale secondario “Primo tronco” al nodo idraulico “Partitore” in comune di Farra d’Isonzo e nel suo percorso verso nord-ovest attraversa i territori dei comuni di Gradisca d’Isonzo, Moraro e Cormòns, per poi scaricare le acque nel Torrente Judrio.

**Canale Terzo tronco:** Ha origine dal canale secondario “Primo tronco” al nodo idraulico “Partitore” in comune di Farra d’Isonzo e nel suo percorso verso sud-ovest attraversa i territori dei comuni di Gradisca d’Isonzo, Mariano del Friuli, Romans d’Isonzo e Villesse, per poi scaricare le acque nel Torrente Torre.

**Canale di Corona:** Ha origine dal canale secondario “Secondo Tronco” in comune di Moraro e nel suo percorso verso Ovest attraversa i territori dei comuni di Moraro e Mariano del Friuli, per poi scaricare le acque nel Torrente Versa.

### Condotte di carico

**Condotta di carico stazioni di pompaggio di Lucinico e Mossa:** La condotta, che carica le vasche delle stazioni di pompaggio di Lucinico e Mossa, viene messa in pressione da una serie di pompe ubicate al margine del canale principale “Adduttore” nella stazione di sollevamento dei Feudi nel comune di Gorizia (in località Lucinico) e nel suo percorso attraversa i comuni di Gorizia e Mossa, per terminare nella stazione di pompaggio di Mossa.

**Condotta di carico stazione di pompaggio di Brazzano:** La condotta, che carica la vasca della stazione di pompaggio di Brazzano, viene messa in pressione da una serie di pompe ubicate al margine del canale secondario “Secondo Tronco” nella stazione di sollevamento di Medea-Borgnano nel comune di Cormòns (in località Borgnano) e nel suo percorso attraversa il comune di Cormòns per terminare nella stazione di pompaggio di Brazzano.



Figura 131 - Derivazione Consorzio Pianura Isontina: irrigazione antibrina nel marzo 2003 su frutteto in comune di Romans d'Isonzo

### Bacino dell'ex Agro Monfalconese

Il sistema deriva le sue acque a scopo irriguo-industriale dal fiume Isonzo nel comune di Sagrado e le adduce nel Bacino mediante un canale principale ed una rete di canali secondari per uno sviluppo totale di circa 22 chilometri.

A partire dalla derivazione di Sagrado e proseguendo verso valle, le opere di adduzione si sviluppano nel seguente ordine:

- y) il canale cosiddetto "De Dottori", che adduce le acque da Sagrado fino al nodo idraulico di "Fogliano" in comune di Fogliano- Redipuglia;
- z) il nodo idraulico di "Fogliano" in comune di Fogliano-Redipuglia, dove vengono derivate le acque a scopo irriguo dal canale "De Dottori".

### Canali secondari

**Canale di San Piero:** Ha origine dal canale principale "De Dottori" al nodo idraulico di "Fogliano" e nel suo percorso verso sud attraversa i territori dei comuni di Fogliano-Redipuglia, San Pier d'Isonzo, Turriaco, San Canzian d'Isonzo e Staranzano, per poi scaricare le acque nel canale di bonifica "Principale Terzo".

**Canale di Ronchi:** Ha origine dal canale principale "De Dottori" al nodo idraulico della "Centrale di Ronchi" e nel suo percorso verso sud attraversa i territori dei comuni di Ronchi dei Legionari, Staranzano e Monfalcone.

Si riportano, nella tabella che segue, le derivazioni del Consorzio e le portate di concessione.

Derivazioni	Portate di concessione (m <sup>3</sup> /s)
Gorizia	6,30
Sagrado	8,50
Pozzo di Brazzano (1)	Non utilizzato
Totale	14,80

Tabella 36

NOTE:

(1) Il pozzo è ubicato in comune di Cormòns, località Brazzano.

### 5.2.6 La provincia di Trieste

In provincia di Trieste non è presente alcun sistema irriguo consortile organizzato; l'irrigazione è attivata solamente in alcune zone, dove ci sono coltivazioni di pregio quali viticoltura e olivicoltura, per lo più attingendo dall'acquedotto civile.

Solo di recente è stato finanziato dall'Amministrazione regionale un intervento che, grazie alla realizzazione di pozzi e della rete distributiva, consente l'irrigazione di una superficie di circa cento ettari coltivati a vigneto e uliveto in comune di San Dorligo della Valle/Dolina località Dolga Corona.

Nella stessa zona vi sono altre aree coltivate per circa cento ettari che sono prive di irrigazione e che richiederebbero il medesimo servizio irriguo.



Figura 132 - Provincia di Trieste, Comune di san Dorligo della Valle, località Dolga Corona: coltivazione di vigneto

Il problema dell'irrigazione in provincia di Trieste è legato alla dispersione delle aree coltivate e soprattutto all'assenza di fiumi o torrenti da cui prelevare l'acqua. I tentativi di portare l'acqua nel Carso derivandola dal fiume Timavo, dove attualmente sono coltivati circa duecento ettari su aree molto frazionate e distanti tra loro, sono sempre naufragati poiché i costi sono sempre stati ritenuti insostenibili.

### 5.2.7 Criticità

Nel corso degli ultimi anni si sono andate accentuando le preoccupazioni per la disponibilità delle risorse idriche necessarie all'irrigazione, in dipendenza di una più elevata competizione per l'uso dell'acqua, della presenza di molteplici fonti di inquinamento e di una tendenza climatica avversa, caratterizzata da estesi periodi di assenza di precipitazioni, da temperature



dell'aria elevate, da minor accumulo di manto nevoso nelle stagioni invernali che costituisce la maggiore fonte di alimentazione per alcuni dei grandi corsi d'acqua e quindi delle reti irrigue regionali.

Da tutto ciò deriva una tendenza allo scompenso del bilancio idrico che penalizza l'irrigazione, che si è portata progressivamente in ambiti deficitari con crisi delle colture.

La concomitanza di un esteso periodo di assenza di precipitazioni e di carenza di risorsa idrica nelle fonti primarie di adduzione potrebbe portare ad effetti devastanti nella regione, sia sulla produzione agricola che sulla vivibilità del territorio, alla presenza di un reticolo idrografico non adeguatamente alimentato.



Figura 133

In questi ultimi anni è stato rilevante lo sforzo di ammodernamento delle reti irrigue della regione: in particolare è stata effettuata la graduale sostituzione dei canali a pelo libero con condotte chiuse in pressione, che presentano i vantaggi di ridurre le perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione, di diminuire la superficie occupata e consentire l'automazione del servizio irriguo. La trasformazione del sistema di irrigazione da scorrimento a pioggia si è resa necessaria principalmente per realizzare adeguate economie d'acqua, idonee a dirimere i conflitti fra i vari tipi di utenza ed a fronteggiare le ricorrenti carenze di risorsa e a rendere possibili i cambiamenti degli ordinamenti colturali. Per di più tale trasformazione può risultare utile nella regione allo scopo di ridurre il fenomeno della lisciviazione di concimi e diserbanti nelle zone più sensibili al rischio di inquinamento.

## 6 RETE DI MONITORAGGIO QUALITATIVO E QUANTITATIVO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO ESISTENTE

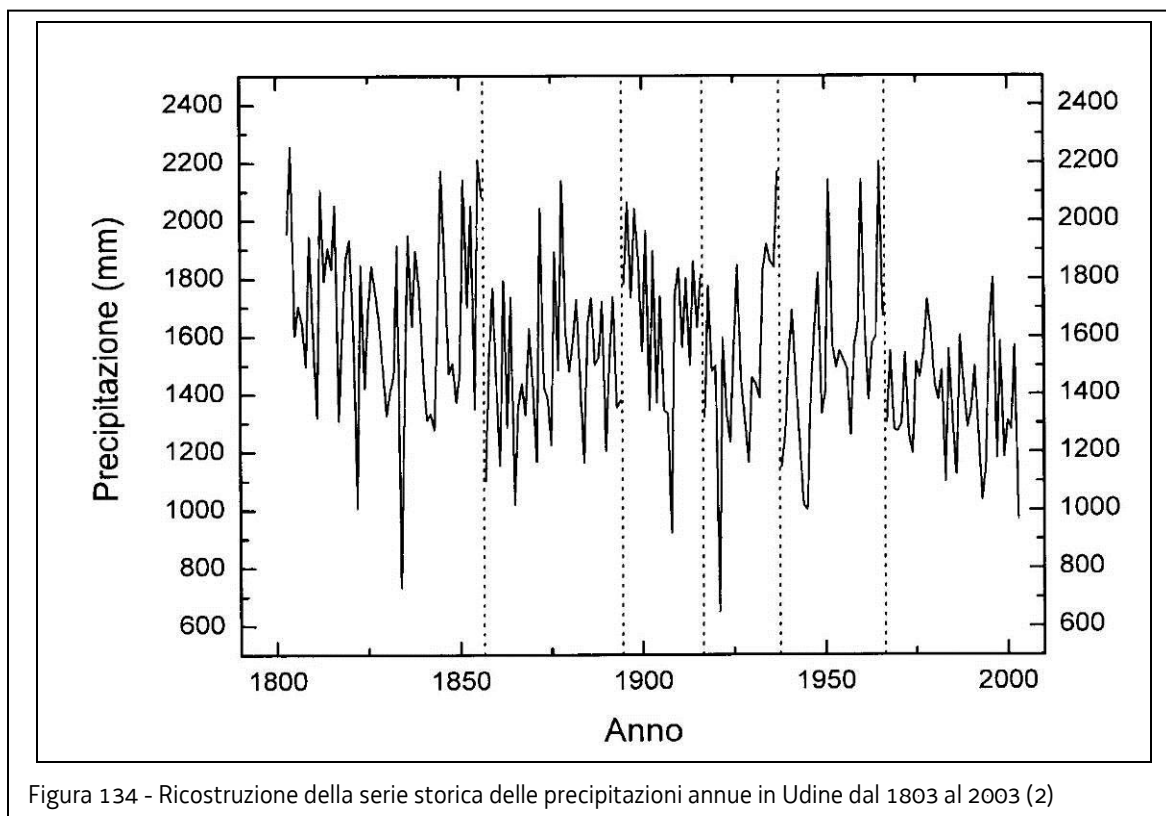
### 6.1 Corpi idrici superficiali

#### 6.1.1 Stazioni di rilevamento meteoroclimatico

##### Cenni storici

Nonostante l'Umanità abbia da tempo immemore alzato gli occhi al cielo per osservare i fenomeni atmosferici ed abbia per millenni annunciato previsioni meteorologiche in base alle osservazioni ed alle esperienze fatte da astronomi o addirittura da astrologi, maghi e indovini, solo nella prima metà del '600, grazie soprattutto agli studi di Galileo Galilei, furono state gettate le basi scientifiche per lo studio dell'atmosfera e dei fenomeni fisici che in essa si verificano. Fu proprio Galileo a realizzare il primo termometro per la misura delle temperature e il suo collaboratore Evangelista Torricelli realizzò il primo barometro a mercurio, detto appunto "tubo di Torricelli". Però il rilevamento sistematico delle condizioni meteorologiche iniziò solo nella prima metà del '700 con la costruzione e l'osservazione pedissequa di strumenti che oggi definiremo rudimentali, ma che potevano fornire dati con precisione sufficiente a caratterizzare il clima, sia allora che oggi. La serie più lunga di misure termometriche dell'aria è quella del "Central England", sovrapposizione di temperature di vari siti di pianura dell'Inghilterra centrale a partire dal 1659, mentre in Italia fra le più lunghe v'è quella di Padova, iniziata nel 1725 ad opera del marchese Giovanni Poleni.

Nella Regione Friuli Venezia Giulia, la serie storica di dati meteorologici più lunga e continua conosciuta riguarda la città di Udine. Le osservazioni iniziarono grazie al particolare interesse di Girolamo Venerio a partire dal 1° dicembre 1802 (figura 134).



A Trieste, i primi dati di temperatura registrati e conosciuti risalgono al 1831, per opera dell'allora Accademia di Commercio e Nautica, ora I.S.I.S. Nautico "Tommaso di Savoia, duca di Genova", che continua tuttora le osservazioni meteo.

La prima rete diffusa di monitoraggio dei fenomeni atmosferici, legati soprattutto allo studio dell'idrologia del territorio nazionale nelle sue componenti territoriali, si ha solamente con la costituzione dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia – U.I.M.A.. Questa Amministrazione statale provvide, tra la fine dell'800 ed i primi anni del 1900, all'installazione di una prima serie di stazioni composte quasi esclusivamente da vasi pluviometrici. Le attività di installazione procedettero molto velocemente. All'inizio del 1909, nella nostra regione, erano installate solo 8 stazioni pluviometriche, ma alla fine dello stesso anno si contavano già 27 impianti di monitoraggio; solo tre anni più tardi le stazioni pluviometriche erano addirittura 64.

In qualche sito furono installati anche i primi strumenti meccanici registratori dell'intensità di precipitazione: le registrazioni venivano effettuate su diagrammi appositamente realizzati per le singole tipologie di strumento. Una standardizzazione degli strumenti di misura e di registrazione applicati nelle stazioni U.I.M.A. venne adottata subito dopo la Prima Guerra mondiale. Lo stesso Ufficio proseguì per decenni, con buona regolarità, le osservazioni meteo, aumentando considerevolmente le stazioni di monitoraggio fino a raggiungere circa 120 siti negli anni '60. Le tecnologie applicate agli strumenti meteorologici della rete U.I.M.A. rimasero sostanzialmente invariate fino agli anni '80, periodo in cui iniziano ad essere commercializzati ed installati i primi sistemi di acquisizione automatica, evolutisi grazie all'applicazione dell'elettromeccanica e poi dell'elettronica. Con questi sistemi fu possibile anche trasmettere a distanza, via radio inizialmente, i dati rilevati in tempo reale ed acquisirli in calcolatori elettronici in grado di elaborarli con semplici algoritmi.

In applicazione del D.Lgs. n. 112/1998, inerente al trasferimento di funzioni e compiti dall'Amministrazione statale a quelle regionali in attuazione della legge n.59/1997 (legge Bassanini), ed a seguito dell'Accordo Stato-Regioni dd. 24.5.2001, nell'ottobre 2002 cessò le sue funzioni il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale-S.I.M.N., nel frattempo subentrato all'U.I.M.A.. Le competenze, il personale e le reti di monitoraggio, dotate sia di strumenti tradizionali, ma anche di moderni impianti in telerilevamento e teletrasmissione, furono trasferiti alle Regioni.

Già in precedenza, la Regione Friuli Venezia Giulia aveva installato un rete di monitoraggio nivometrico e meteo all'inizio degli anni '70, a cura dell'allora Direzione regionale delle Foreste; la Direzione regionale dei Lavori pubblici invece installò la sua prima rete organica di stazioni pluviometriche e meteorologiche nel 1980. Al momento del trasferimento dallo Stato delle competenze sul rilevamento delle risorse idriche, la Regione possedeva quasi un centinaio di proprie stazioni di monitoraggio meteo ed idrologico, gran parte automatiche; circa la metà di esse erano state installate dalla Protezione Civile per scopi di allertamento per il rischio idrogeologico. Con l'inglobamento nella propria disponibilità delle stazioni ex S.I.M.N. e degli Uffici del Genio civile, facenti capo al Magistrato alle Acque, l'Amministrazione regionale destinò tutte le stazioni automatiche presenti sul territorio regionale sotto diretta gestione della Protezione civile regionale, mentre le stazioni di tipo tradizionale furono messe a capo della neo-costituita Unità Operativa Idrografica, struttura dipendente dal Servizio Idraulica della Direzione centrale ambiente e lavori pubblici.

## Le reti di rilevamento meteoclimatico in Regione

Le stazioni di rilevamento meteoclimatico di proprietà dell'Amministrazione regionale sono attualmente gestite da tre Direzioni centrali:

- 1) Protezione civile della Regione
- 2) Direzione centrale ambiente e lavori pubblici
- 3) Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali

Alla data del 1° marzo 2009, la Protezione civile della Regione gestisce sul territorio 184 stazioni di rilevamento ed ulteriori 3 stazioni su boa marina. Si tratta di stazioni moderne, a rilevamento automatico di vari parametri meteo ed idrologici, con trasmissione dei dati via radio e campionamento ogni 30 minuti. Di queste, 120 misurano uno o più parametri prettamente meteorologici.

Alla stessa data, la Direzione centrale Ambiente e lavori pubblici, attraverso l'Unità Operativa Idrografica-U.O.I., ha sotto controllo ulteriori 71 stazioni di tipo tradizionale, in gran parte ereditate dal cessato S.I.M.N. e mantenute attive a seguito degli obblighi derivanti dal citato Accordo Stato-Regioni dd. 24.5.2001 e dal D.Lgs. n. 265 dd. 25.5.2001. Le stazioni sono costituite da strumenti meccanici oppure a lettura ottica/manuale, per lo più comprendenti solamente pluviometri e termometri che vengono controllati giornalmente da osservatori locali.

Infine, la Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali gestisce 7 stazioni meteo automatiche, tramite l'ARPA FVG, e 17 punti di monitoraggio del solo manto nevoso.

Pertanto, l'Amministrazione regionale possiede sul territorio del Friuli Venezia Giulia 215 stazioni di monitoraggio meteoclimatico, nelle quali si misurano uno o più parametri atmosferici fra i seguenti (fra parentesi l'unità di misura di ciascun fenomeno):

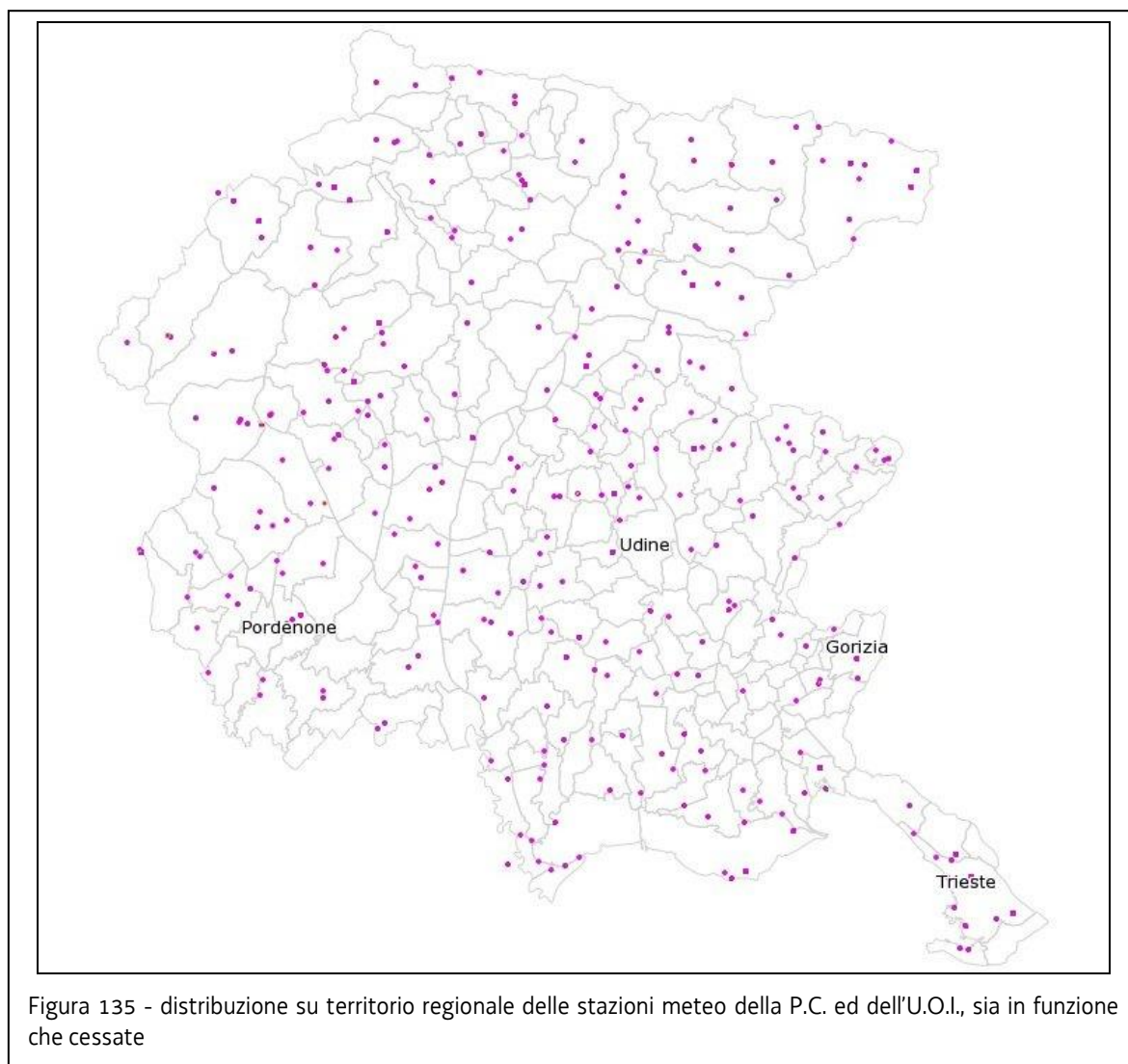
- 1) Temperatura dell'aria (°C)
- 2) Precipitazioni piovose (mm)
- 3) Precipitazioni nevose (cm)
- 4) Umidità relativa (%)
- 5) Pressione atmosferica (mbar)
- 6) Direzione del vento (Gradi sessagesimali)
- 7) Velocità del vento (m/s)
- 8) Radiazione solare (W/m<sup>2</sup>)

Le tre Direzioni centrali collaborano strettamente fra loro, con contatti continui, nella gestione tecnica ed economica delle reti di monitoraggio e nello scambio dei dati rilevati.

In particolare, le stazioni gestite da ciascuna Direzione non si sovrappongono a quelle delle altre Direzioni, mantenendo così una rete unica diffusa e sufficientemente capillare.

Le stazioni facenti capo alla Protezione Civile della Regione ed alla U.O.I. sono già codificate con un unico sistema di riconoscimento univoco e tutti i dati raccolti provenienti dalle due reti sono omogeneizzati, validati ed inseriti in database storici monoparametrici gestiti dall'U.O.I. stessa.

La localizzazione delle 191 stazioni di queste due reti di monitoraggio integrate ed i parametri che si misurano, sono riportati nella successiva tabella e nella figura 135.





<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Livenza		Gorgazzo	A002	si							manuale/meccanico
Livenza		Marsure, Bares	A007	si							manuale/meccanico
Livenza		Sacile, ponte Lacchin	A021	si							telemisura CAE
Livenza	Meduna	Tramonti di Sotto, scuole	A202	si	si						telemisura CAE
Livenza	Meduna	Ca' Zul	A220	si	si						manuale/meccanico
Livenza	Meduna	Ca' Selva	A221	si	si						manuale/meccanico
Livenza	Meduna	Chievolis	A223	si							manuale/meccanico
Livenza	Meduna	Ponte Racli	A240	si	si						manuale/meccanico
Livenza	Meduna	Preplans	A241	si	si						telemisura CAE
Livenza	Meduna	Borgo Cilia	A242	si	si						telemisura CAE
Livenza	Meduna	Poffabro	A244	si							manuale/meccanico
Livenza	Meduna	Maniago, ponte S.S. 464	A261	si							telemisura CAE
Livenza	Meduna	Fratte, vivaio forestale	A262	si	si						manuale/meccanico
Livenza	Meduna	Arba	A280	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Livenza	Meduna	Pordenone, sede C.B.C.M.	A302	si							manuale/meccanico

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Livenza	Meduna	Pordenone, stadio Bottecchia	A303	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Livenza	Cellina	Cimolais, canonica	A400	si	si						manuale/meccanico
Livenza	Cellina	Cimolais, ponte S.S. 251	A401	si	si						telemisura CAE
Livenza	Cellina	Lesis	A403	si	si						telemisura CAE
Livenza	Cellina	Prescudin, Villa Emma	A422	si	si	si			si		telemisura CAE
Livenza	Cellina	Piancavallo, pista di fondo	A440	si	si	si		si			telemisura CAE
Livenza	Cellina	Barcis, Ponte Antoi	A461	si	si						manuale/meccanico
Livenza	Cellina	Barcis, stazione forestale	A463	si	si						telemisura CAE
Livenza	Cellina	Andreis, piazzola campeggio	A464	si	si	si	si	si			telemisura CAE
Livenza	Cellina	Diga Cellina	A468	si							manuale/meccanico
Livenza	Cellina	Ravedis, invaso	A469	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Livenza	Cellina	S. Leonardo Valc., Partidor	A480	si							manuale/meccanico
Livenza		La Crosetta	A600	si		si					manuale/meccanico
Livenza		S. Quirino, officina C.B.C.M.	A621	si							manuale/meccanico

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Livenza		S. Martino di Campagna	A622	si							manuale/meccanico
Livenza		Rauscedo, staz. pompaggio	A623	si							manuale/meccanico
BACINO PRINCIPALE	BACINO SECONDARIO	NOME STAZIONE	CODICE STAZIONE	pluviometro	termometro	nivometro	barometro	igrometro	anemometro banderuola	radiometro	TIPOLOGIA STRUMENTI
Livenza		Villa Rinaldi	A626	si							manuale/meccanico
Livenza		Forcate, ex acquedotto	A640	si	si						telemisura CAE
Livenza		Villadolt	A642	si	si		si	si			manuale/meccanico
Tagliamento		Forni di Sopra	C003	si							manuale/meccanico
Tagliamento		Andrazza	C006	si	si						telemisura CAE
Tagliamento		Passo della Morte, st. i Mezzan	C022	si							telemisura CAE
Tagliamento		Malga Cjampuz	C032	si	si	si		si	si		telemisura CAE
Tagliamento		Sella Chianzutan	C052	si	si	si					telemisura CAE
Tagliamento	Lumiei	Sauris di Sopra	C100	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Lumiei	Sauris di Sotto	C101	si	si	si					manuale/meccanico







<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Tagliamento	Fella	Raccolana	C411	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Livinal Lunc	C412	si	si	si		si	si		telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Coritis	C420	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Stolvizza	C421	si							manuale/meccanico
Tagliamento	Fella	Resia	C423	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Borgo Povici	C425	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Bevorchians	C440	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Grauzaria	C442	si							manuale/meccanico
Tagliamento	Fella	Moggio Udinese, p.te sul Fella	C464	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Fella	Malga Cjariguart	C467	si	si	si		si	si		telemisura CAE
Tagliamento		Tenzone	C501	si							manuale/meccanico
Tagliamento	Ledra	Gemona , casa di riposo	C508	si	si						telemisura CAE
Tagliamento	Ledra	Gemona, Canciane	C509	si	si						manuale/meccanico
Tagliamento	Leale	Alesso	C551	si	si						telemisura CAE
Tagliamento		Osoppo	C553	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Tagliamento	Ledra	Magnano in Riviera	C555	si							telemisura CAE
Tagliamento	Ledra	Andreuzza	C556	si							manuale/meccanico





<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
		Albano									
Cormor		Alnicco	G004	si							telemisura CAE
Cormor		Castellerio	G005	si	si						manuale/meccanico
Cormor		Rizzi	G009	si							manuale/meccanico
Cormor		Udine, castello	G010	si	si		si	si			telemisura CAE
Cormor		Mortegliano	G051	si							manuale/meccanico
Cormor		Castions di Strada	G052	si							manuale/meccanico
Cormor		S. Andrat del Cormor	G054	si	si		si	si	si		telemisura CAE
Cormor		Zavattina	G100	si							telemisura CAE
Cormor	Tresemane	Tricesimo	G200	si							telemisura CAE
Cormor	Tresemane	Adegliacco	G201	si							telemisura CAE
BACINO PRINCIPALE	BACINO SECONDARIO	NOME STAZIONE	CODICE STAZIONE	pluviometro	termometro	nivometro	barometro	igrometro	anemometro banderuola	radiometro	TIPOLOGIA STRUMENTI
Aussa-Corno	Corno	S. Giorgio di Nogaro	J003	si							manuale/meccanico
Aussa-Corno	Corno	Planais	J005	si							manuale/meccanico
Aussa-Corno	Aussa	Castions d. Mura, C.li Fabbrica	J208	si							manuale/meccanico

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Aussa-Corno	Aussa	Torviscosa	J209	si	si			si	si		telemisura CAE
Aussa-Corno		Risano, case Moschioni	J400	si							manuale/meccanico
Aussa-Corno		Trivignano Udinese	J403	si	si						manuale/meccanico
Aussa-Corno		Ialmicco, sede Prot. Civile	J405	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Aussa-Corno		Pavia di Udine	J406	si	si			si			telemisura CAE
Natissa		Aquileia, idrov. Ca' Padovano	K001	si							manuale/meccanico
Tiel		Ca' Viola	L001	si							manuale/meccanico
Laguna di Grado e Marano		Val Lovato	M001	si							manuale/meccanico
Laguna di Grado e Marano		Lignano Sabbiadoro	M002	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Laguna di Grado e Marano		Fraida	M005	si							manuale/meccanico
Laguna di Grado e Marano		Lame di Precenicco	M006	si							manuale/meccanico
Laguna di Grado e Marano		Marano Lagunare, Colomba	M007	si							manuale/meccanico
Laguna di Grado e Marano		Grado, diga spiaggia vecchia	M052		si		si	si	si		telemisura CAE



<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Laguna di Grado e Marano		Grado, molo Torpediniere	M053	si							telemisura CAE
Laguna di Grado e Marano		Grado, valle Cavarera	M054	si							manuale/meccanico
Isonzo		Uccea	N001	si	si						telemisura CAE
Isonzo		Gorizia, prese CBPI	N022	si	si						manuale/meccanico
Isonzo		Farra d'Isonzo, M. Fortin	N024	si							telemisura CAE
Isonzo		Fiumicello	N042	si							manuale/meccanico
Isonzo		Fossalon-Bonifica Vittoria	N045	si	si						manuale/meccanico
Isonzo	Torre	Musi, sorgenti Torre	N101	si	si						telemisura CAE
Isonzo	Torre	Vedronza	N103	si	si						manuale/meccanico
Isonzo	Torre	Ciseriis	N104	si							manuale/meccanico
Isonzo	Torre	Tarcento, ponte per Oltretorre	N105	si							telemisura CAE
Isonzo	Torre	Gran Monte, rifugio Alpini	N108	si	si	si		si	si		telemisura CAE
Isonzo	Torre	Zompitta, presa CBLT	N151	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Isonzo	Cornappo	Ponte Sambo	N200	si							manuale/meccanico



<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Isonzo	Natisone	Manzano, Scuola media	N453	si	si		si	si			manuale/meccanico
Isonzo	Judrio	Albana	N601	si	si						telemisura CAE
Isonzo	Judrio	Brazzano	N602	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Isonzo	Judrio	Cormons	N603	si							manuale/meccanico
Isonzo	Judrio	Capriva, loc. La Baita	N606	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Isonzo	Vipacco	Gorizia, Aeroporto di Merna	N701	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE
Pianura sinistra Isonzo		Alberoni, idrovora Sacchetti	P002	si							manuale/meccanico
Pianura sinistra Isonzo		Monfalcone, Panzano	P004		si		si	si	si	si	telemisura CAE
Altopiano carsico		S. Pelagio	R100	si	si						telemisura CAE
Altopiano carsico		Prosecco, eliporto	R101	si	si			si	si		telemisura CAE
Altopiano carsico		Borgo Grotta Gigante	R102	si	si						manuale/meccanico
Bac. minori prov. Trieste		Trieste, Istituto Nautico	S002	si	si		si	si			telemisura CAE
Bac. minori prov. Trieste		Muggia	S005	si	si						telemisura CAE
Bac. minori prov. Trieste		Trieste, Cattinara	S006	si	si		si	si	si	si	telemisura CAE

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE STAZIONE</b>	<b>pluviometro</b>	<b>termometro</b>	<b>nivometro</b>	<b>barometro</b>	<b>igrometro</b>	<b>Anemometro banderuola</b>	<b>radiometro</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Slizza		Tarvisio, campo sportivo	V001	si	si		si	si		si	telemisura CAE
Slizza		Valico di Fusine	V005	si	si	si					manuale/meccanico
Slizza		Cave del Predil, ponte Miniera	V010	si	si						telemisura CAE
Slizza		Malga Alpe del Lago	V013	si	si	si		si	si		telemisura CAE
Mare Adriatico		Boa Grado	W001		si				si		telemisura CAE
Mare Adriatico		Boa Lignano	W002		si				si		telemisura CAE
Mare Adriatico		Boa Isonzo	W003		si				si		telemisura CAE

Tabella 37

Nel Friuli Venezia Giulia, altri Enti pubblici locali e soggetti privati effettuano monitoraggi di tipo meteorologico per specifici compiti istituzionali (agrometeorologia, controllo ambientale, ecc.).

Il più importante fra questi Enti è l'Agenzia Regionale di Protezione Ambientale – ARPA FVG, che, attraverso l'Osservatorio Meteorologico - OSMER, gestisce 94 stazioni meteorologiche di sua proprietà (che comprendono anche parametri di qualità dell'aria) oltre a ulteriori 45 stazioni di proprietà di altri Enti. Inoltre l'ARPA gestisce due radar meteorologici presso le installazioni di Fossalon di Grado e Monte Lussari. L'art. 14, comma 25, della legge regionale 17/2008 prevede però che *“al fine del razionale impiego delle risorse e della riduzione dei costi, per il necessario rafforzamento del sistema regionale integrato di protezione civile a salvaguardia della pubblica incolumità ai sensi della legge regionale 64/1986, nonché per soddisfare le esigenze di accesso a dati di carattere meteorologico espresse dai settori regionali della prevenzione e protezione ambientale, dell'agricoltura, della gestione forestale e territoriale, del turismo, dei trasporti e della sanità, le reti di monitoraggio meteorologico, idrometeorologico e agrometeorologico, il radar meteorologico, i sistemi tecnico-scientifici, tecnologici, trasmissivi e informatici, le attrezzature e i beni immobili relativi ai siti operativi, le pertinenze, i contratti in essere, le sedi operative ed i beni mobili, dell'Agenzia regionale per la protezione dell'Ambiente (ARPA)- Osservatorio meteorologico regionale (OSMER), sono trasferiti in proprietà alla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per la gestione operativa da parte della Protezione civile della Regione”*. Allo stato attuale sono in corso gli inventari ed i trasferimenti delle strumentazioni alla Protezione civile della Regione.

I principali Enti pubblici statali, degli Enti locali e dei soggetti privati che tuttora gestiscono reti di stazioni meteorologiche sul territorio regionale sono:

- Aeronautica Militare (rete gestita in proprio)
- Ente Regionale Sviluppo Agricoltura – ERSA FVG (gestisce la ex-rete di rilevamento agro-meteo della Provincia di Pordenone, ora però non attiva)
- Provincia di Trieste (rete gestita in proprio)
- Consorzi DOC del Collio, dei Colli orientali del Friuli, dell'Isonzo e del Carso (reti gestite da ARPA-OSMER)
- Comunità Montana del Collio (reti gestite da ARPA-OSMER)
- Consorzi di Bonifica Ledra-Tagliamento, Bassa Pianura Friulana e Cellina Meduna (reti gestite da U.O.I. e Prot. Civile)
- Società di produzione di energia elettrica Edipower S.p.A. ed Edison S.p.A. (reti gestite in proprio e dati trasmessi alla U.O.I.)
- Università degli studi di Udine - Dipartimento di Fisica (rete gestita in proprio, attualmente in fase di ristrutturazione)
- Unione Meteorologica Friuli Venezia Giulia – UMFVG (Associazione di esperti di meteorologia che gestisce in proprio una rete di stazioni di tipo tradizionale)
- MeteoPoint (rete gestita in proprio).

## Gli strumenti di misura dei fenomeni atmosferici

Come precedentemente accennato, gli strumenti di misura dei parametri atmosferici che costituiscono le reti di monitoraggio della Protezione civile della Regione e della Direzione centrale Ambiente e lavori pubblici sono sostanzialmente raggruppabili in due tipologie:

- **strumenti di tipo tradizionale** (figura 136), ovvero apparecchi a funzionamento meccanico o a lettura ottica, che vantano una lunga e conosciuta applicazione nel campo della meteorologia e per i quali la registrazione dei dati avviene solo su appositi diagrammi cartacei o su schede compilate da soggetti incaricati delle osservazioni (generalmente residenti in zona);
- **strumenti automatici elettronici** (figura 1367, i cui sensori di rilevamento funzionano esclusivamente con l'utilizzo di corrente elettrica; permettono la gestione e la registrazione delle misure attraverso apposite centraline elettroniche (fig. 116). La trasmissione dei dati rilevati avviene via radio alla centrale di ricezione dati; è possibile anche lo scaricamento in sito delle memorie elettroniche da parte di operatore qualificato, tramite appositi software gestionali.

Entrambe le tipologie di strumenti consentono il rilevamento dei parametri meteo con buona precisione e continuità, ma comportano costi di acquisto, installazione e gestione molto diversi fra loro. Se per una stazione meteo tradizionale, composta da soli 4 strumenti registratori meccanici di buona qualità (termoigrografo, barografo e pluviografo inseriti in una capannina di legno), si ha un costo d'acquisto e d'installazione che si aggira attorno ai 5-6.000 Euro ed un costo gestionale di circa 1.000 Euro l'anno, per gli stessi strumenti di tipo elettronico, collegati ad una centralina automatica di rilevamento, memorizzazione e trasmissione dati, il costo di fornitura ed installazione aumenta ad almeno 15.000 Euro e la loro gestione, comprensiva di manutenzione straordinaria, si aggira attorno ai 2-3.000 Euro l'anno.

L'indubbio vantaggio degli strumenti elettronici rispetto ai tradizionali è di poter disporre dei dati in tempo reale e di evitare il costo del personale necessario per la lettura e l'informatizzazione dei diagrammi e delle schede. Inoltre, tramite appositi programmi gestionali, dai dati inviati via radio dalle stazioni automatiche è possibile ricavare tempestivamente valori mediati e verificare le tendenze dei fenomeni atmosferici, impostare soglie di controllo e allarme, monitorare direttamente il funzionamento della stazione per prevenire e riparare guasti e malfunzionamenti ed altre funzioni che permettono in breve tempo di avere un quadro generale del tempo e del clima anche su vasta scala territoriale.



### PLUVIOGRAFO MARCA SIAP



CAPANNINA METEO CON IMBUTO RACCOGLITORE PIOGGE ESTERNO



STRUMENTAZIONE IN CAPANNINA



DETTAGLIO PLUVIOGRAFO SIAP

Figura 136 - Strumenti di tipo "tradizionale" installati c/o la stazione U.O.I. di Villadot di Fontanafredda

**STAZIONE METEO CAE IN TELEMISURA (comprende pluviometro, igrometro, radiometro, banderuola, anemometro, barometro e termometro)**



**LAYOUT DI STAZIONE**

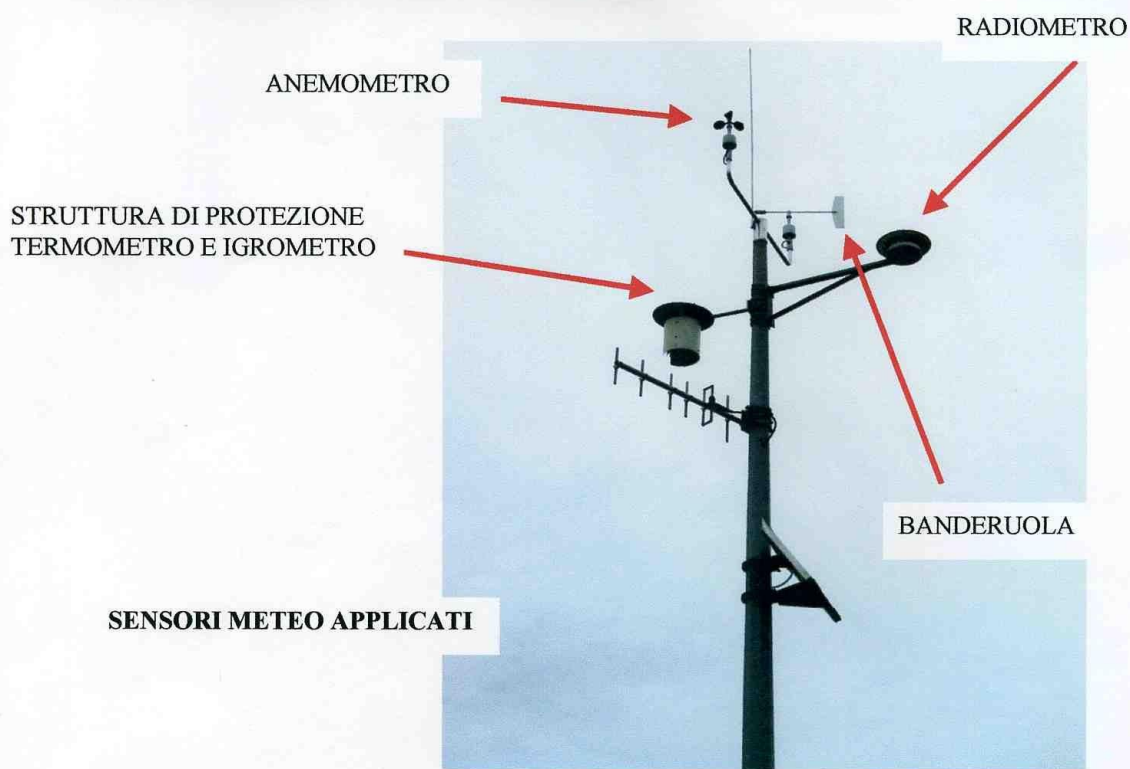


Figura 137 - strumenti elettronici installati nella stazione della Protezione Civile ad Arba

## STAZIONE AUTOMATICA CAE

### MODD. SP200 – SP300



**LAYOUT DI STAZIONE**



**DETTAGLIO PANNELLO  
DI CONTROLLO**

### MOD. SPM 20



**LAYOUT DI STAZIONE**



**DETTAGLIO PANNELLO  
DI CONTROLLO**

Figura 138 - Modelli di centraline acquisizione e trasmissione dati in uso alla Protezione Civile della Regione



## I dati idrologici e le banche dati

Le stazioni automatiche trasmettono i valori rilevati via radio ogni 30 minuti alla centrale di ricezione dati della Protezione civile regionale in Palmanova. I valori sono subito resi disponibili alle Direzioni centrali ed agli altri soggetti abilitati alla loro visione tramite collegamento telematico via modem. Invece, le misure effettuate presso le stazioni tradizionali dell'U.O.I. pervengono mensilmente via posta all'ufficio di Udine, trasmesse dagli osservatori locali, dove i dati vengono letti ed informatizzati in breve tempo.

Come già accennato in precedenza, i dati meteorologici ricavati da entrambe le reti di monitoraggio regionali sono stati unificati in banche dati informatiche monoparametriche, create dall'Unità Operativa Idrografica con il programma Microsoft ACCESS.



La U.O.I. gestisce ed implementa queste banche dati, nelle quali sono stati inseriti anche gran parte dei dati storici rilevati dall'U.I.M.A. e successivamente dal S.I.M.N. fino al 2002, compresi quelli pubblicati negli Annali Idrologici dal 1912 al 1996. Va precisato che è stata eseguita l'informatizzazione dei soli dati pluviometrici e termometrici registrati su detti Annali, indispensabili per valutare nel tempo l'evoluzione quantitativa delle risorse idriche regionali. È in corso di studio la creazione del database nivologico comprendente anche i dati storici rilevati da altre Direzioni centrali.

I dati pluviometrici registrati riguardano le precipitazioni giornaliere ed le massime intensità di precipitazione annua per i periodi consecutivi di 15', 30', 45', 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 2gg, 3gg, 4gg e 5gg.

I dati termometrici si limitano, per le stazioni dotate di strumenti tradizionali, alla sola temperatura minima e massima giornaliera; dalle stazioni automatiche si è ricavata invece anche la temperatura media giornaliera e le temperature registrate alle ore 1, 7, 13 e 19 di ogni giorno.

Le misure relative all'altezza della neve, all'umidità dell'aria, alla direzione e velocità del vento, alla pressione atmosferica ed alla radiazione solare sono utilizzabili attraverso appositi software gestionali.

Tutte le misure inserite nelle banche dati vengono successivamente analizzate per eliminare errori di vario tipo che si possono generare durante i processi di acquisizione, trasmissione e informatizzazione. Gli errori che si possono verificare nelle stazioni elettroniche automatiche riguardano soprattutto il malfunzionamento o la staratura dei sensori oppure sono legati alla tipologia ed alla funzionalità dei sensori stessi che possono registrare valori errati in presenza di determinati fenomeni atmosferici (per esempio, un pluviometro non riscaldato non registra in modo ottimale la quantità d'acqua equivalente alla neve raccolta e sciolta durante le nevicate). Gli errori di rilevamento che si possono generare nelle stazioni tradizionali, oltre a quelli relativi al malfunzionamento dei strumenti meccanici, riguardano principalmente gli sbagli di lettura dell'osservatore, le trascrizioni scorrette delle misure sui rapporti mensili o l'errata digitazione delle misure stesse nella banca dati. L'analisi e la correzione dei dati avviene per lo più attraverso la comparazione delle misure effettuate presso stazioni vicine fra loro, tenendo conto delle particolari fenomenologie climatiche locali. I dati errati possono quindi essere direttamente scartati o corretti mediante interpolazione.

Al termine della verifica dei dati rilevati, si possono considerare "validati" solo i valori che hanno superato i processi di controllo e correzione. Essi pertanto possono essere utilizzati per tutte le valutazioni idrologiche e climatiche.

La U.O.I. ha tra i suoi compiti d'ufficio anche quello di pubblicare i dati ricavati dalle reti di monitoraggio. Le richieste di misure e di informazioni di carattere idrologico e meteorologico provenienti da soggetti esterni all'Amministrazione regionale sono oltre 200 all'anno, in continuo aumento a testimonianza dell'interesse alle tematiche ambientali e climatologiche sempre più diffuso fra gli operatori del settore e del pubblico in genere. Attualmente, l'utente richiede i dati tramite domanda scritta, anche telematica, indirizzata alla U.O.I.. E' prevista la pubblicazione di un nuovo database su Internet, realizzato dall'INSIEL tramite interfaccia IRDAT ed implementato sul sito della Regione. Questo database si collegherà direttamente all'esistente sistema cartografico regionale WebGIS, dal quale si possono già ricavare le ubicazioni delle stazioni di rilevamento e le loro caratteristiche principali.

## 6.1.2 Stazioni idrometriche e sezioni per misure di portata

### Cenni generali

L'**Idrometria** è quella branca dell'Idraulica che si occupa della misura di grandezze fisiche legate alle correnti di fluidi, soprattutto dell'acqua. Le misure idrometriche riguardano quindi il particolare sottoinsieme delle misure idrauliche inerente alla misura dei livelli e delle portate dei corsi d'acqua naturali ed artificiali, direttamente dipendenti da cause naturali. Le misure idrologiche possono essere:

- dirette, quando l'esecuzione della misura conduce direttamente alla determinazione del valore numerico della grandezza fisica oggetto della misura.
- Indirette, quando il valore della grandezza in esame è ottenuto introducendo il risultato delle osservazioni dirette di altre grandezze in una formula matematica che definisce la relazione tra la grandezza cercata e quelle direttamente misurate.
- In idrologia sono, in genere ma non esclusivamente, misure dirette quelle inerenti al livello del corso d'acqua ed alla velocità dell'acqua, ed indirette le misure di portata.
- Le misure idrometriche comprendono:
  - la misura di livelli e/o velocità dell'acqua in sezioni di misura appositamente predisposte (stramazzi);
  - la misura della velocità dell'acqua e della portata in corsi d'acqua naturali o in canali artificiali;
  - la misura della pendenza del fondo e della superficie libera dell'acqua in corsi d'acqua naturali o in canali artificiali;
  - la misura di superfici di sezioni di corsi d'acqua naturali o canali artificiali.

La **stazione idrometrica** è quindi composta da uno o più strumenti in grado di misurare le suddette grandezze in maniera diretta. A seconda del tipo di strumento che si intende adottare per eseguire le misure, la stazione viene ubicata in fregio al corso d'acqua da misurare o sopra un ponte che lo attraversa, in posizione tale da permettere agli strumenti la registrazione delle grandezze in maniera ottimale, anche durante le situazioni idrologiche estreme (magre e piene).

Gli strumenti inseriti nella stazione idrometrica sono detti idrometri e misurano il livello idrometrico di un corpo idrico, definito come quota della superficie dell'acqua al di sopra o al di sotto di un piano stabilito, cosiddetto "zero idrometrico". A seconda delle loro modalità di funzionamento si possono dividere in alcune categorie:

- strumenti non registratori (aste idrometriche);
- strumenti registratori (idrometrografi, idrometri ad ultrasuoni, a pressione, radar, ecc.).

La **sezione di misura delle portate** è un sito scelto in ragione di particolari caratteristiche morfologiche di un tratto dell'alveo fluviale (quali la stabilità di sponde e fondo, la larghezza più costante possibile, l'accessibilità, ecc.), nel quale effettuare misure della velocità dell'acqua, con lo scopo di ricavare la portata fluviale come valore integrale. Molto spesso in tali siti non si installa una strumentazione fissa per la misura della velocità idrica. Infatti, dovendosi misurare contemporaneamente tale grandezza in più punti nella sezione liquida del corso d'acqua, gli



strumenti fissi risulterebbero di intralcio al libero deflusso delle acque oppure verrebbero danneggiati durante le piene.

Vi sono diversi metodi per misurare la velocità idrica in un corpo fluviale, ma i correntometri sono gli strumenti di gran lunga più utilizzati. Ve ne sono di diversi tipi:

- correntometri ad elica, comunemente detti “mulinelli”;
- correntometri ad ultrasuoni o ad effetto Doppler;
- correntometri elettromagnetici;

In particolari situazioni idrologiche o morfologiche del tratto di corso d’acqua da misurare, sono tuttora utilizzati altri metodi di misura della velocità, sia speditivi come l’uso di galleggianti, sia più laboriosi come l’uso di appositi traccianti chimici da versare nell’acqua.

Tutti i sistemi e le procedure di monitoraggio idrometrico e di misura delle portate fluviali rispondono a specifiche di qualità del rilevamento ed a procedure di misura standardizzate a livello mondiale, quali quelle emanate dall’**ISO (International Organization for Standardization)**. A questa Organizzazione non governativa aderiscono 159 Stati e le sue norme, aggiornate periodicamente per le varie materie da gruppi di eminenti studiosi di livello internazionale, sono ormai generalmente adottate e preferite rispetto a quelle emanate nelle singole Nazioni. In tal maniera si può procedere ad un confronto internazionale dei dati rilevati su parametri omogenei e le Aziende produttrici di strumentazione possono costruire i propri apparecchi con specifiche ben definite, in modo da renderli commercializzabili nei paesi aderenti. A riguardo dello specifico settore, le norme ISO di principale applicazione sono:

- n. 4373: riguarda gli standard costruttivi e funzionali degli strumenti idrometrici;
- n. 748: riguarda le metodiche di misura della velocità dell’acqua nei corpi idrici tramite correntometri, le modalità di calcolo della portata e l’apprezzamento dell’errore indotto nella misura;
- n. 1100-1: detta indicazioni per l’individuazione delle sezioni ottimali per la misura delle portate;
- n. 1100-2: fornisce le procedure di determinazione della relazione altezza idrometrica-portate (curve di deflusso).

Anche se superate dalle norme ISO, in Italia sono ancora utilizzate alcune prassi di monitoraggio idrologico introdotte con specifiche norme dall’Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque-U.I.M.A già negli anni immediatamente precedenti la Prima Guerra mondiale. Ciò anche per mantenere continuità nelle modalità di campionamento e di raccolta dei dati rilevati con le serie storiche idrologiche rilevate nel corso del secolo scorso.

### **Cenni storici**

Il termine “idrologia” venne utilizzato per la prima volta nel 1694 quando all’Università di Bologna venne istituita una apposita cattedra per Domenico Guglielmini, il matematico che nel 1686 era stato nominato “Intendente generale delle acque” del Bolognese, con il compito di sorvegliare i torrenti e i canali al fine di evitarne le inondazioni.

Se delle antiche costruzioni idrauliche e dei loro progetti è rimasta qualche traccia sul territorio e negli archivi storici, ben poco si conosce delle misure, degli strumenti e delle valutazioni idrauliche che hanno portato al dimensionamento di tali opere ed alle soluzioni tecniche adottate per la loro costruzione.

La maggior parte dei tecnici italiani del settore conosce ed utilizza serie storiche di dati idrologici che iniziano appena dai primi anni del '900 e solamente in pochi casi sono state rilevate ininterrottamente fino ai giorni nostri nel medesimo sito. Sono molto rare le serie storiche di misure idrometriche, riconducibili agli standard di rilevamento attuali, anteriori al 1900.

Con lo sviluppo della scienza, delle tecnologie e dei materiali legati alla nascente industria elettrica, alla fine dell'800 si intravide in Italia la reale possibilità di produrre l'energia elettrica in grande quantità, sfruttando la potenza che si genera in una turbina attraverso una portata idrica che scende per gravità lungo una condotta per un certo dislivello, detto "salto". Da quel periodo in poi, lo studio dei fenomeni e degli andamenti idrologici in Italia, dapprima analizzati principalmente per usi irrigui, è stato finalizzato anche per valutare i regimi delle precipitazioni e delle portate nei vari corsi d'acqua per scopo idroelettrico. Non a caso, le varie Società private di produzione elettrica avevano reti di monitoraggio idrometrico e delle portate affiancate e talvolta commiste a quelle dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque.

Si assiste quindi in tutta Italia, negli anni successivi al Primo conflitto mondiale, ad una rapida espansione numerica delle stazioni di monitoraggio idrometrico. Nell'anno 1915, in Regione Friuli Venezia Giulia, l'U.I.M.A. aveva sotto osservazione solo 7 stazioni idrometriche; vent'anni più tardi erano già 44. Tale quantità di stazioni di rilevamento idrometrico si mantenne fino alla fine degli anni '60, periodo in cui le Società elettriche e successivamente l'ENEL indirizzarono principalmente la produzione di energia elettrica di massa verso l'utilizzo di idrocarburi. Molte stazioni furono progressivamente dismesse e rimasero attive solamente quelle che avevano scopi di allertamento in caso di piena dei corsi d'acqua più importanti.

Proprio per l'importanza del rilevamento idrometrico legato agli scopi di sicurezza idraulica del territorio, negli ultimi 20 anni le reti idrometriche sono state nuovamente espanse in maniera più capillare di quanto precedentemente fatto. Grazie all'utilizzo delle tecnologie elettroniche e della trasmissione via radio dei dati rilevati, le stazioni idrometriche sono state notevolmente diffuse lungo quasi tutti i principali corsi d'acqua nazionali e regionali.

Parallelamente a quanto avvenuto per le misure idrometriche, anche la misura delle portate idriche aveva avuto grande diffusione tra gli anni '20 e '70 del secolo scorso, con successivo abbandono della pratica, fino quasi all'azzeramento delle misure degli anni '90. Per effetto soprattutto del valore ambientale che hanno tali dati, legato anche al rinnovato interesse economico per la costruzione di piccoli impianti di produzione di energia elettrica con fonti rinnovabili, quali l'acqua, le misure di portata vengono nuovamente effettuate con una certa regolarità in buona parte delle Regioni italiane.

### **La rete di rilevamento idrometrico in Regione**

Le stazioni di rilevamento idrometrico presenti in Regione sono quasi esclusivamente di proprietà, o sotto il controllo, dell'Amministrazione regionale. Attualmente esse sono gestite dal la Protezione civile della Regione e dalla Direzione centrale ambiente e lavori pubblici.

Alla data del 1° marzo 2009, la Protezione civile della Regione ha in funzione, sui vari corsi d'acqua regionali, 98 stazioni di rilevamento idrometrico in telemisura. Si tratta di stazioni moderne, a rilevamento automatico dell'altezza del livello idrico fluviale, con trasmissione dei dati via radio e campionamento ogni 30 minuti.

Alla stessa data, la Direzione centrale Ambiente e lavori pubblici, attraverso l'Unità Operativa Idrografica-U.O.I., ha sotto controllo ulteriori 7 stazioni idrometriche di tipo tradizionale, in parte ereditate dal cessato Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale-S.I.M.N., e mantenute attive a seguito degli obblighi derivanti dal citato Accordo Stato-Regioni dd. 24.5.2001 e dal D.Lgs. n. 265 dd. 25.5.2001. Le stazioni sono costituite da aste idrometriche a lettura ottica controllate giornalmente da osservatori locali, spesso abbinata a strumenti meccanici (idrometrografi).

Pertanto, l'Amministrazione regionale possiede sul territorio del Friuli Venezia Giulia 105 stazioni di monitoraggio idrometrico, nelle quali si misura il livello dei corsi d'acqua.

Le due Direzioni centrali collaborano strettamente fra loro, con contatti continui, nella gestione tecnica della rete di monitoraggio.

In particolare, le stazioni gestite da ciascuna Direzione non si sovrappongono fra loro, mantenendo così una rete unica diffusa e sufficientemente capillare.

Tutte le stazioni sono già codificate con un unico sistema di riconoscimento univoco e tutti i dati raccolti provenienti dalle due reti sono omogeneizzati, validati ed inseriti nel database storico monoparametrico gestiti dall'U.O.I.

La localizzazione delle 105 stazioni di queste due reti di monitoraggio integrate sono riportati nella successiva tabella e nella fig. 118.

Oltre all'Amministrazione regionale, solo pochi altri Enti pubblici locali e soggetti privati effettuano monitoraggi idrometrici, quasi sempre legati alla gestione di derivazioni idriche di loro proprietà o competenza:

- Ufficio del Genio civile di Udine (2 scale idrometriche di piena sul Tagliamento)
- Consorzi di Bonifica regionali (limitatamente ai canali di derivazione di loro proprietà o ai tratti fluviali da essi direttamente gestiti – reti cogestite con l'Amministrazione regionale)
- Società di produzione energia elettrica (Edipower, Edison, privati vari, ecc.) e altri soggetti titolari di derivazioni d'acqua superficiale a vario titolo ed uso.

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME D'ACQUA</b>	<b>CORSO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Livenza		sorg. Gorgazzo		Gorgazzo, sorgente	A001	attiva	manuale/meccanico
Livenza		f. Livenza		Fiaschetti	A004	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza		f. Livenza		Sacile, ponte Lacchin	A021	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meschio	f. Meschio		Ponte della Muda	A023	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza		f. Livenza		S. Cassiano	A100	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza		f. Livenza		Tremeacque, ponte destro	A102	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Meduna		Preplans	A241	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	t. Colvera		Maniago, ponte S.S. 464	A261	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Meduna		Colle, ponte S.S. 464	A263	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	t. Colvera		Tesis	A281	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Meduna		Ponte Meduna	A300	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Noncello		Pordenone, ponte via Santissima	A304	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Sentirone		Prata di Sopra	A320	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Meduna		Visinale di Sopra	A321	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Meduna		Prata di Pordenone	A323	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Meduna	f. Meduna		Tremeacque, ponte sinistro	A324	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Cellina	t. Cimoliana		Cimolais, ponte S.S. 251	A401	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Cellina	t. Cellina		Lesis	A403	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Livenza	Cellina			Ravedis, invaso	A469	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Andrazza	C006	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME D'ACQUA</b>	<b>CORSO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Tagliamento		f. Tagliamento		Caprizi	C023	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Invillino, Madonna del Ponte	C050	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Tolmezzo, Ponte Avons	C051	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Degano	rio Agazzo		Prato Carnico, ponte r. Agazzo	C152	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Degano	t. Pesarina		Prato Carnico, ponte t. Pesarina	C153	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Degano	t. Degano		Comeglians	C155	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Degano	t. Degano		Esemon di Sotto	C183	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	But	t. But		Cleulis	C202	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	But	t. Chiarzò		Ponte Lovea	C231	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	But	t. Chiarzò		Cedarchis	C232	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	But	t. But		Terme di Arta	C262	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	But	t. But		Tolmezzo, Ponte di Caneva	C264	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	t. Uque		Ugovizza	C303	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	f. Fella		Malborghetto, ponte per Nebria	C304	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	f. Fella		Pontebba, vecchio ponte SS. 13	C331	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	t. Pontebbana		Pontebba, ponte per Studena Alta	C335	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	t. Bombaso		Strada per Pramollo	C336	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	f. Fella		Dogna	C400	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	t. Raccolana		Raccolana	C411	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	t. Resia		Borgo Povici	C425	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Fella	t. Aupa		Pradis	C444	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME D'ACQUA</b>	<b>CORSO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Tagliamento	Fella	f. Fella		Moggio Udinese, ponte sul Fella	C464	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Pioverno	C500	attiva	Idrometro piezoresistivo
Tagliamento		f. Tagliamento		Venzone, ponte per Pioverno	C503	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Venzone, spalla ponte Pioverno	C512	attiva	Idrometro piezoresistivo
Tagliamento		f. Tagliamento		Ponte di Braulins, sponda destra	C513	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Arzino	t. Arzino		S. Francesco, ponte	C601	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento	Arzino	t. Arzino		Flagogna, Ponte Armistizio	C602	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Villuzza	C621	attiva	idrometro piezoresistivo CAE
Tagliamento	Cosa	t. Cosa		Travesio, ponte latteria	C641	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Dignano	C664	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Ponte della Delizia	C701	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Varmo		Varmo, casello idraulico CBBF	C702	attiva	manuale/meccanico
Tagliamento		f. Tagliamento		Madrisio, ponte sul Tagliamento	C703	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Latisana	C800	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Tagliamento		f. Tagliamento		Volta di Latisana	C802	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Lemene		f. Lemene		Stalis	D005	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Lemene		f. Reghena		Mure	D101	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Lemene		f. Sile		Zuiano	D300	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Lemene		f. Sile		Panigai	D301	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Lemene		f. Fiume		Pescincanna	D400	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Lemene		f. Fiume		Squarzarè	D401	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE



<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME D'ACQUA</b>	<b>CORSO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Corno-Stella		f. Stella		Ariis, parco	E010	attiva	manuale/meccanico
Corno-Stella		f. Stella		Pocenia	E014	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Corno-Stella		f. Stella		Palazzolo dello Stella, ponte SS. 14	E025	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Corno-Stella	Corno	t. Corno		Coseano, ponte SS. 464	E207	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Corno-Stella	Corno	t. Corno		Codroipo, ponte SP 65	E208	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor		t. Cormor		Pagnacco	G006	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor		t. Cormor		Colugna	G008	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor		t. Cormor		Basaldella di Campoformido	G013	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor		t. Cormor		S. Andrat del Cormor	G054	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor		t. Cormor		Zavattina	G100	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor		roggia Revonchio		Muzzana del Turgnano	G101	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Cormor	Tresemane	t. Tresemane		Feletto Umberto	G202	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Aussa-Corno	Corno	f. Corno		Chiarisacco	J002	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Aussa-Corno	Aussa	f. Assa		Muscoli, via S. Zenone	J206	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo		f. Isonzo		Gorizia, Ponte Piuma	N020	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo		f. Isonzo		Gorizia, teleferica Ponte Piuma	N021	attiva	manuale/meccanico
Isonzo		f. Isonzo		Gradisca d'Isonzo, ponte pedonale	N027	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo		f. Isonzo		Turriaco	N040	attiva	idrometro piezoresistivo CAE
Isonzo	Torre	t. Torre		Musi, sorgenti Torre	N101	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME D'ACQUA</b>	<b>CORSO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Isonzo	Torre	t. Torre		Tarcento, ponte per Oltretorre	N105	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Torre	t. Torre		Qualso, Ponte di Nimis	N150	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Torre	t. Torre		Zompitta, Borgo di Sotto	N153	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Torre	t. Torre		Cerneglons, ponte	N154	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Torre	t. Torre		Viscone, ponte	N155	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Torre	t. Torre		Villesse, ex ponte S.S. 351	N157	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Cornappo	t. Cornappo		Molmentet	N202	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Malina	t. Grivo		Faedis, campo sportivo	N306	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Malina	t. Chiarò		Torreano	N309	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Malina	t. Malina		Selvis	N310	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Malina	t. Malina		Attimis, ponte S.S. 356	N312	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Natisone	f. Natisone		Pulfero	N404	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Natisone	t. Alberone		Azzida	N410	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Natisone	f. Natisone		Cividale, Ponte del Diavolo	N451	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Natisone	f. Natisone		Manzano, ponte Case	N452	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Judrio	t. Judrio		Albana	N601	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Judrio	t. Judrio		Versa, ponte S.S. 252	N604	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Judrio	f. Versa		Russiz	N607	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Judrio	f. Versa		La Baita, ponte	N608	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Judrio	f. Versa		Mariano del Friuli	N610	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Isonzo	Vipacco	f. Vipacco		Savogna d'isonzo, ponte S.P. 8	N704	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME D'ACQUA</b>	<b>CORSO</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>TIPOLOGIA STRUMENTI</b>
Rosandra		t. Rosandra		Francovez	T001	attiva	manuale/meccanico
Slizza		t. Slizza		Tarvisio, campo sportivo	V001	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE
Slizza		rio del Lago superiore		Cave del Predil, ponte Miniera	V010	attiva	idrometro a ultrasuoni CAE

Tabella 38 - Elenco stazioni di monitoraggio idrometrico attive al 1.3.2009

## La rete di sezioni di misura delle portate idriche in Regione

Stazioni permanenti di misura delle portate fluviali sono gestite in Regione solamente dall'Amministrazione regionale, tramite l'Unità Operativa Idrografica della Direzione centrale ambiente e lavori pubblici. Inoltre, tale Ufficio è anche l'unica entità amministrativa pubblica in Regione che può svolgere tali misure con validità legale.

Alla data del 1° marzo 2009, sono 78 le sezioni in cui l'U.O.I. s'impegna ad effettuare almeno una misura di portata all'anno e riguardano solamente corsi d'acqua naturali. Solo in una parte di queste sezioni c'è uno strumento idrometrico a registrazione continua dell'altezza idrometrica, cui fare riferimento per l'elaborazione di una scala dei deflussi. Quattro stazioni sono dotate di impianto fisso di teleferica per la manovra di pesi idrodinamici su cui viene installato il correntometro ad elica (Dogna e Chiusaforte sul f. Fella, Pioverno sul f. Tagliamento– fig. 124, e Gorizia-Ponte Piuma sul f. Isonzo)

Tutte le sezioni sono già codificate con un unico sistema di riconoscimento univoco e le misure effettuate sono validate ed inserite nel database storico monoparametrico gestito sempre dall'U.O.I..La localizzazione e le principali caratteristiche delle 78 stazioni della rete di monitoraggio sono riportate nella successiva tabella e nella fig. 119.

La U.O.I., in applicazione delle varie normative nazionali e regionali vigenti, effettua misure di portata per i controlli di polizia idraulica sulle quantità idriche captate dalle derivazioni di acque superficiali assentite e sulle quantità rilasciate per mantenere il deflusso minimo vitale a valle delle derivazioni stesse. Una parte delle misure ottenute in questi casi non viene inserita nelle banche dati ufficiali poiché vengono eseguite su corsi d'acqua artificiali, quali i canali di derivazione, di distribuzione e di drenaggio di acque ad uso irriguo, idroelettrico ,ecc..

Qualche Ente pubblico ed alcuni soggetti privati commissionano occasionalmente circoscritte campagne di misure di portata a Ditte private che possiedono idonei strumenti di misura, per fini legati alle attività di studio e ricerca oppure per valutare le risorse idriche disponibili per interventi di captazione a vario uso. Anche questi dati, se resi noti, non vengono inseriti nei database regionali, in quanto, non essendo le relative misure eseguite da soggetti pubblici aventi competenza in materia, non possono avere valore ufficiale.

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME CORSO D'ACQUA</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>ABBINATA A IDROMETRO</b>
Livenza		f. Livenza	Fiaschetti	A004	attiva	si
Livenza		f. Livenza	Sacile, ponte Lacchin	A021	attiva	si
Livenza		f. Livenza	Tremeacque, ponte destro	A102	attiva	si
Livenza	Meduna	f. Meduna	Navarons	A245	attiva	no
Livenza	Meduna	f. Noncello	Pordenone, ponte via Santissima	A304	attiva	si
Livenza	Meduna	f. Meduna	Ponte Meduna, ex cava inerti	A306	attiva	no
Livenza	Meduna	f. Meduna	Prata di Pordenone	A323	attiva	si
Livenza	Meduna	f. Meduna	Tremeacque, ponte sinistro	A324	attiva	si
Livenza	Cellina	t. Cellina	Lesis	A403	attiva	si
Livenza	Cellina	t. Cellina	Arcola, ponte per Prescudin	A424	attiva	no
Livenza	Cellina	t. Varma	Arcola	A425	attiva	no
Livenza	Cellina	t. Pentina	Barcis, parcheggio Val Pentina	A460	attiva	no
Livenza	Cellina	t. Alba	Andreis, campo sportivo	A465	attiva	no
Tagliamento		t. Giaf	Chiandarens	C002	attiva	no
Tagliamento		t. Tolina	Vico 1	C004	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	Andrazza	C006	attiva	si
Tagliamento		scarico centrale C.I.A.T.	Andrazza, centralina	C007	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	Ponte Sacrovint	C020	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	Caprizi	C023	attiva	si
Tagliamento		f, Tagliamento	Borta 1	C024	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	m 3450 da Caprizi	C029	attiva	no

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME CORSO D'ACQUA</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>ABBINATA A IDROMETRO</b>
Tagliamento		f, Tagliamento	Casali Avaris	C030	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	Invillino, Madonna del Ponte	C050	attiva	si
Tagliamento		f, Tagliamento	Tolmezzo, Ponte Avons	C051	attiva	si
Tagliamento		t. Vinadia	Casali Vinadia	C055	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	Pissebus	C070	attiva	no
Tagliamento		f, Tagliamento	Carnia, confluenza f. Fella	C072	attiva	no
Tagliamento	Lumiei	t. Lumiei	Plan dal Sac, presa Edipower	C122	attiva	no
Tagliamento	Lumiei	t. Lumiei	Ampezzo, ponte per Oltris	C123	attiva	no
Tagliamento	Degano	t. Degano	Chialina, monte presa Cartiera	C157	attiva	no
Tagliamento	Degano	t. Degano	Agrons	C180	attiva	no
Tagliamento	Degano	t. Degano	Muina	C181	attiva	no
Tagliamento	Degano	t. Degano	Esemon di Sopra	C182	attiva	no
Tagliamento	Degano	t. Degano	Esemon di Sotto	C183	attiva	si
Tagliamento	But	t. But	Cleulis	C202	attiva	si
Tagliamento	But	t. Chiarzò	Cedarchis	C232	attiva	si
Tagliamento	But	t. But	Terme di Arta	C262	attiva	si
Tagliamento	Fella	f. Fella	Valbruna	C302	attiva	No
Tagliamento	Fella	f. Fella	Pontebba, vecchio ponte SS. 13	C331	attiva	si
Tagliamento	Fella	f. Fella	Pontebba, S. Rocco	C337	attiva	no
Tagliamento	Fella	f. Fella	Dogna	C400	attiva	si
Tagliamento	Fella	f. Fella	Chiusaforte, ex forte	C401	attiva	no



<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME CORSO D'ACQUA</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>ABBINATA A IDROMETRO</b>
Tagliamento	Fella	t. Raccolana	Raccolana	C411	attiva	si
Tagliamento	Fella	t. Resia	Borgo Povici	C425	attiva	si
Tagliamento	Fella	t. Aupa	Pradis	C444	attiva	si
Tagliamento	Fella	f. Fella	Moggio Udinese, ponte sul Fella	C464	attiva	si
Tagliamento	Fella	f. Fella	Carnia, ponte ex ferrovia	C466	attiva	no
Tagliamento		f. Tagliamento	Pioverno	C500	attiva	si
Tagliamento		t. Venzonazza	Venzone, ponte su Venzonassa	C502	attiva	no
Tagliamento		f. Tagliamento	Ospedaletto, valle presa CBLT	C504	attiva	no
Tagliamento		f. Tagliamento	Braulins	C507	attiva	no
Tagliamento	Ledra	f. Ledra	Andreuzza, valle presa CBLT	C561	attiva	no
Tagliamento		f. Tagliamento	Villuzza	C621	attiva	si
Tagliamento		f. Varmo	Varmo, casello idraulico CBBF	C702	attiva	si
Lemene		f. Lemene	Stalis	D005	attiva	si
Lemene		f. Reghena	Mure	D101	attiva	si
Lemene		f. Sile	Zuiano	D300	attiva	si
Lemene		f. Sile	Panigai	D301	attiva	si
Lemene		f. Fiume	Pescincanna	D400	attiva	si
Lemene		f. Fiume	Squarzarè	D401	attiva	si
Corno-Stella		f. Stella	Ariis, parco	E010	attiva	si
Corno-Stella		f. Stella	Pocenia	E014	attiva	si
Corno-Stella		f. Stella	Palazzolo dello Stella, ponte SS. 14	E025	attiva	si

<b>BACINO PRINCIPALE</b>	<b>BACINO SECONDARIO</b>	<b>NOME CORSO D'ACQUA</b>	<b>NOME STAZIONE</b>	<b>CODICE</b>	<b>STATO ATTUALE</b>	<b>ABBINATA A IDROMETRO</b>
Cormor		t. Cormor	Zavattina	G100	attiva	si
Aussa-Corno	Corno	f. Corno	Chiarisacco	J002	attiva	si
Aussa-Corno	Aussa	f. Assa	Muscoli, via S. Zenone	J206	attiva	si
Isonzo		f. Isonzo	Gorizia, teleferica Ponte Piuma	N021	attiva	si
Isonzo	Torre	t. Torre	Tarcento, ponte per Oltretorre	N105	attiva	si
Isonzo	Torre	t. Torre	Qualso, Ponte di Nimis	N150	attiva	si
Isonzo	Torre	t. Torre	Zompitta, Borgo di Sotto	N153	attiva	si
Isonzo	Cornappo	t. Cornappo	Molmentet	N202	attiva	si
Isonzo	Natisone	f. Natisone	Cividale, Ponte del Diavolo	N451	attiva	si
Isonzo	Judrio	t. Judrio	Versa, ponte S.S. 252	N604	attiva	si
Isonzo	Vipacco	f. Vipacco	Savogna d'isonzo, ponte S.P. 8	N704	attiva	si
Rosandra		t. Rosandra	Francovez	T001	attiva	si
Rosandra		t. Rosandra	Bottazzo	T002	attiva	si
Ospo		rio Ospo	Noghere	U001	attiva	si
Slizza		t. Slizza	Tarvisio, campo sportivo	V001	attiva	si

Tabella 39 – Elenco stazioni di misura delle portate fluviali attive al 1.3.2009

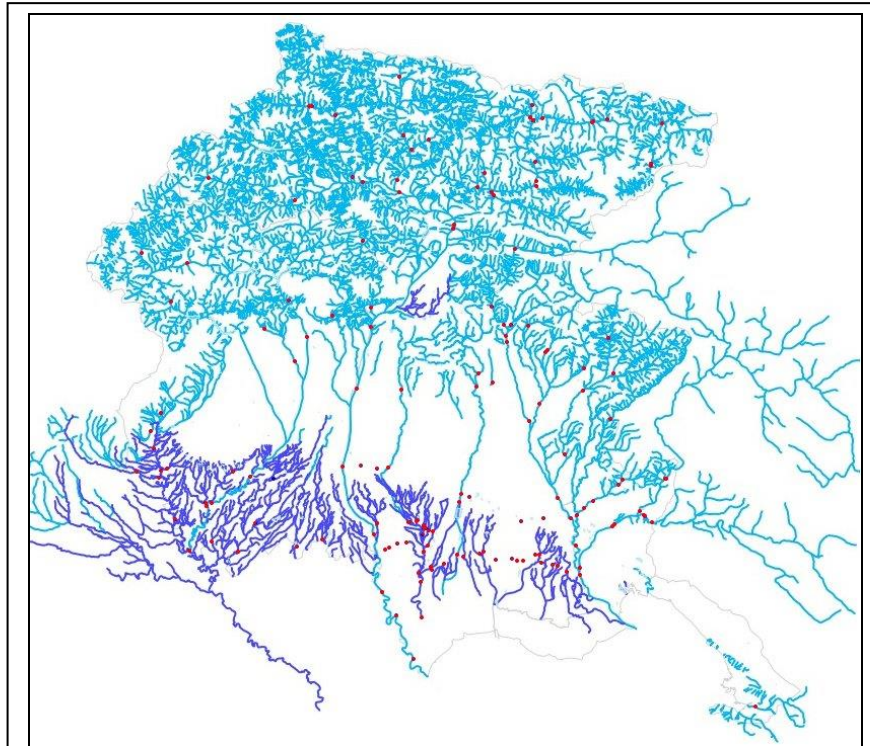


Figura 141 - distribuzione delle stazioni idrometriche, in funzione e cessate

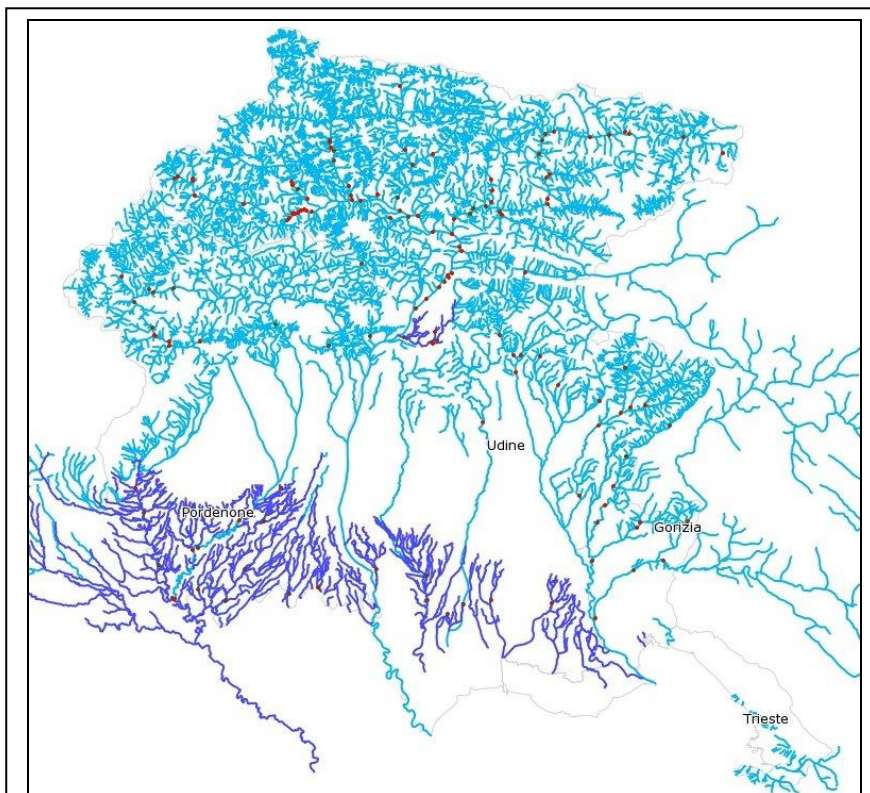


Figura 140 - distribuzione delle stazioni di misura delle portate, in funzione e cessate

## **Gli strumenti di misura delle altezze idrometriche e delle portate idriche nelle reti regionali**

Le reti di rilevamento gestite dall'Amministrazione regionale sono monitorate con vari tipi di strumenti, installati in vari periodi. Come specificato in precedenza, sono attualmente pochissimi gli strumenti non registratori installati nella rete idrometrica, mentre la quasi totalità sono strumenti registratori automatici in teletrasmissione dei dati.

### **Rete idrometrica**

L'**asta idrometrica** è uno strumento non registratore metrico a graduazione centimetrata, di lunghezza normalmente compresa tra 1 e 6 metri. È generalmente applicata su pile o spalle di ponti, su difese spondali stabili oppure su sostegni di pontili appositamente realizzati. Molto spesso si abbina un'asta idrometrica agli strumenti registratori, per mantenere una corretta verifica delle misure acquisite e per provvedere alla taratura degli strumenti stessi. Quotidianamente, di solito a mezzogiorno, ma anche in altri momenti della giornata, un soggetto incaricato delle osservazioni (generalmente residente in zona) si reca sul posto e rileva la misura del livello idrico raggiunto dal corso d'acqua, riportando la misura su apposite schede.

Le schede vengono inviate all'U.O.I., che gestisce le residue 2 stazioni di rilevamento dotate solo di asta idrometrica. Questo Ufficio provvede poi all'informatizzazione dei dati.

Gli **idrometrografi meccanici** a galleggiante registrano con continuità, su appositi diagrammi settimanali, i valori di livello idrico del corso d'acqua. L'U.O.I. gestisce ancora 5 stazioni di rilevamento equipaggiate con questi strumenti. I diagrammi vengono analizzati ed i dati rilevati sono direttamente informatizzati nella banca dati. Dai diagrammi si ricavano misure puntuali di altezza idrometrica, con le quali si può ricostruire, con buona approssimazione, l'andamento nel tempo del livello idrico del corso d'acqua.

Gli **idrometri elettronici ad ultrasuoni e piezo-resistivi** rilevano automaticamente l'altezza idrometrica ogni 30 minuti. Il valore misurato è trasmesso via radio alla centrale di ricezione installata presso la Protezione Civile della Regione in Palmanova (UD), dalla quale gli Uffici regionali collegati al sistema possono scaricare i dati trasmessi tramite rete telematica, ogni qualvolta ritenuto necessario.

### **Rete di misura delle portate fluviali**

In molte sezioni, in particolar modo in quelle aventi tirante idrico inferiore a 50 cm, la portata fluviale viene tuttora rilevata tramite il tradizionale **correntometro ad elica** o mulinello. Si misura la velocità dell'acqua in vari punti della sezione (fig. 123), secondo le indicazioni impartite dalla normativa ISO 748; la portata è poi calcolata attraverso l'analisi matematica dei dati di velocità puntuale rilevata ed i rilevamenti metrici del profilo della sezione bagnata.

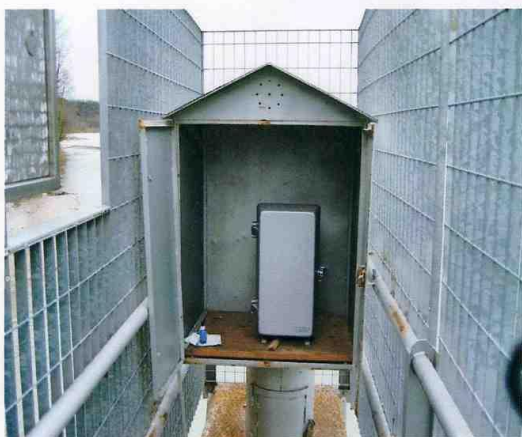
Nelle sezioni con tirante idrico superiore a 50-60 cm, la velocità dell'acqua fluente viene misurata con un profilatore acustico ad effetto Doppler (ADCP). Questo sistema di misura funziona tramite l'emissione di un segnale ad ultrasuoni che si riflette sulle particelle minute trasportate dall'acqua. Il profilatore è installato su un piccolo natante, che viene lentamente trascinato più volte da una sponda all'altra del corso d'acqua, rilevando una fitta serie di misure

di profondità e di velocità idrica. I dati rilevati sono elaborati in tempo reale dallo strumento stesso.





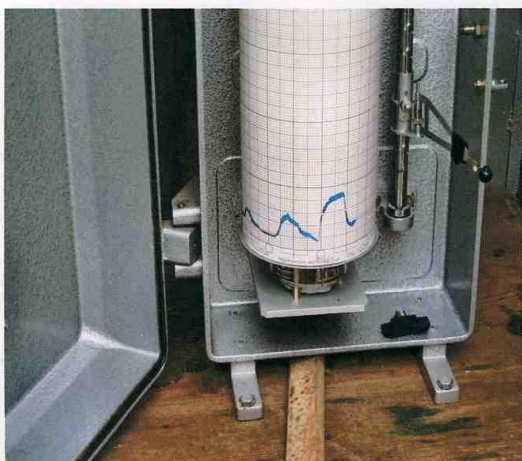
### IDROMETROGRAFO MARCA SIAP



**IDROMETROGRAFO SIAP  
INSTALLATO IN CABINA**



**IDROMETROGRAFO – dettaglio**



**GRAFICO ANDAMENTO LIVELLO  
IDROMETRICO**



**INTERNO TUBO GUIDA-GALLEGGIANTE  
(Contrappeso-galleggiante e cavi)**

Figura 143 - Idrometrografo installato c/o la stazione idrometrica sul f. Tagliamento a Villuzza di Ragnogna



**IDROMETRO AD ULTRASUONI CAE ASSOCIATO A STAZIONE IN TELEMISURA**



LAYOUT DI STAZIONE



SENSORE A ULTRASUONI CON ASTA  
IDROMETRICA DI RIFERIMENTO



SENSORE A ULTRASUONI  
(installazione a bandiera)

Figura 144 – Stazioni idrometriche automatiche con teletrasmissione dei dati



Figura 145 - Operatore U.O.I. durante una misura di portata al guado con correntometri a elica



Figura 124 - Stazione di misura della portata di Pioverno dotata di impianto di teleferica





Figura 125 - misura di portata con l'utilizzo di ADCP montato su natante

### **I dati idrometrici e la banca dati**

Le stazioni automatiche trasmettono i valori idrometrici rilevati via radio ogni 30 minuti alla centrale di ricezione dati della Protezione civile regionale in Palmanova. I valori sono subito resi disponibili alle Direzioni centrali ed agli altri soggetti abilitati alla loro visione tramite collegamento telematico via modem. Invece, le misure effettuate presso le stazioni tradizionali

dell'U.O.I. pervengono mensilmente via posta all'ufficio di Udine, trasmesse dagli osservatori locali, dove i dati vengono letti ed informatizzati in breve tempo.

Come già accennato in precedenza, i dati ricavati da entrambe le reti di monitoraggio regionali sono stati unificati in una banca dati informatica monoparametrica, creata dall'Unità Operativa Idrografica con il programma Microsoft ACCESS.



Figura 126 - frontespizio standard di accesso alla banca dati delle misure idrometriche dell'U.O.I.

La U.O.I. gestisce ed implementa questa banca dati, nella quale sono stati inseriti anche gran parte dei dati storici rilevati dall'U.I.M.A. e successivamente dal S.I.M.N. fino al 2002, compresi quelli pubblicati negli Annali Idrologici dal 1912 al 1996.

I dati idrometrici che sono inseriti nel database corrispondono alle altezze in cm del livello idrico dei corsi d'acqua rispetto lo "zero idrometrico", rilevate alla data e ora indicata per ciascun valore. Tra due valori consecutivi nel tempo misurati in una stazione si può tracciare un segmento ed interpolare così, con buona precisione, i valori intermedi di altezza idrometrica avvenuta tra le due date di rilevamento.

Lo zero idrometrico delle stazioni è fissato alla base dell'asta idrometrica oppure ad una certa distanza verticale da un punto di riferimento fisso, individuato sul piano di un ponte o su un manufatto idraulico. Alla gran parte degli zero idrometrici delle stazioni di rilevamento attive è attribuito il rispettivo valore di quota sul livello medio mare, misurato con strumenti di precisione. Per le rimanenti stazioni tale quota non è stata ancora rilevata con precisione, ma è stata desunta da cartografie o altri documenti tecnici.

Tutte le misure inserite nella banca dati vengono successivamente analizzate per eliminare errori di vario tipo che si possono generare durante i processi di acquisizione, trasmissione e informatizzazione. Gli errori che si possono verificare nelle stazioni automatiche riguardano

soprattutto il malfunzionamento o la staratura dei sensori ad ultrasuoni e piezoresistivi, oppure sono legati al posizionamento dei sensori stessi che possono registrare valori non corretti in presenza di determinate condizioni idrologiche (per esempio, un idrometro posizionato su un ponte che registra un punto della sezione fluviale ove periodicamente non transita l'acqua). Gli errori di rilevamento che si possono generare nelle stazioni tradizionali, oltre a quelli relativi al malfunzionamento dei strumenti meccanici, riguardano principalmente le imprecisioni nella lettura da parte dell'osservatore, le trascrizioni scorrette delle misure sui rapporti mensili o l'errata digitazione delle misure stesse nella banca dati.

L'analisi e la correzione dei dati avviene per lo più attraverso la comparazione delle misure effettuate presso stazioni vicine fra loro sul medesimo corso d'acqua, tenendo conto dei tempi di corrvazione e dei particolari fenomeni idrologici e morfologici legati a ciascun punto di misura. I dati errati possono quindi essere direttamente scartati o corretti.

Al termine della verifica dei dati rilevati, si possono considerare validati solo i valori che hanno superato i processi di controllo e correzione. Essi pertanto possono essere utilizzati per tutte le valutazioni idrologiche del caso.

### Le misure di portata e la banca dati

Le misure di portata effettuate presso le sezioni fluviali vengono prontamente inserite nella banca dati monoparametrica appositamente realizzata dall'U.O.I. I dati contenuti in questo database iniziano dall'anno 2003 e riguardano solamente le misure effettuate dalla U.O.I. stessa.

Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia  
Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Idraulica  
Unità operativa idrografica

**DATABASE GESTIONE**

**MISURE DI PORTATA**

<b>1</b>	<b>INTERROGAZIONE DATI</b>	per visualizzare e poi eventualmente stampare tabelle di dati richiesti
<b>2</b>	<b>AGGIORNAMENTO DATI</b> <small>accesso consentito solo al gestore del database</small>	per l'inserimento di nuovi dati e l'aggiornamento dell'anagrafe delle stazioni di misura.
<b>3</b>	<b>ESPORTAZIONE DATI</b> <small>accesso consentito solo agli autorizzati</small>	per esportare in formato Excel tabelle di dati richiesti
<b>4</b>	<b>GRAFICI</b>	per generare grafici a partire dai dati scelti
<b>5</b>	<b>USCITA</b>	per uscire dal database e chiudere Access

Figura 127 - frontespizio standard di accesso alla banca dati delle misure di portata dell' U.O.I.

Le misure pregresse effettuate nei corsi d'acqua regionali tra il 1916 ed il 2003 dall'allora Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque-U.I.M.A., e successivamente dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale – S.I.M.N., non sono state inserite nel database. Sebbene siano riportate negli Annali Idrologici fino al 1996, dette misure sono carenti di alcuni dati metrici e topografici che ne impediscono attualmente l'omogeneizzazione con i dati rilevati dall'U.O.I.. Una parte di esse è stata comunque informatizzata per il periodo compreso dal 1953 al 1996.

I dati pubblicati nel database corrispondono alla portata fluviale dei corsi d'acqua superficiali naturali misurata in una precisa data ed ora. L'orario di rilevamento di ciascuna misura indicata corrisponde all'inizio delle operazioni di rilevamento.

Per ciascuna misura di portata vengono riportati tutti i dati metrici e di velocità registrati e nel database sono state implementate routine di calcolo che permettono di ricavare la portata fluviale con i vari metodi previsti nella normativa ISO 748. I parametri rilevati o calcolati più interessanti sono i seguenti:

- **Q** (valore calcolato della portata idrica)
- **A** (valore calcolato della superficie della sezione idrica)
- **L** (larghezza rilevata della sezione)
- **P<sub>m</sub>** (valore calcolato della profondità media della sezione)
- **P<sub>max</sub>** (profondità massima rilevata nella sezione)
- **V<sub>m</sub>** (valore calcolato della velocità media nella sezione)
- **V<sub>m sup</sub>** (valore calcolato della velocità media superficiale nella sezione)
- **V<sub>max sup</sub>** (velocità massima superficiale rilevata nella sezione)

I valori riportati nel database sono espressi con le seguenti unità di misura:

- la portata **Q** in metri cubi al secondo (**m<sup>3</sup>/s**);
- le velocità **V<sub>m</sub>** **V<sub>m sup</sub>** **V<sub>max sup</sub>** in metri al secondo (**m/s**);
- l'area **A** in metri quadri (**m<sup>2</sup>**);
- la larghezza **L** e le profondità **P<sub>m</sub>** **P<sub>max</sub>** in metri (m).

Per effetto della peculiarità delle procedure di misura utilizzate per il rilevamento della velocità dell'acqua e della precisione degli strumenti utilizzati, i valori di portata indicano la quantità d'acqua fluente nell'alveo al momento della misura con una approssimazione compresa tra il 3 ed il 10%.

Anche per tale motivo, i valori hanno un apprezzamento decimale commisurato alla portata rilevata **Q**, pari a:

- 3 decimali per portate da 0,001 m<sup>3</sup>/s a 0,099 m<sup>3</sup>/s (si apprezzano i litri/secondo);
- 2 decimali per portate da 0,10 m<sup>3</sup>/s a 0,99 m<sup>3</sup>/s (si apprezzano i decaltri/secondo);
- 1 decimale per portate da 1,0 m<sup>3</sup>/s a 99,9 m<sup>3</sup>/s (si apprezzano gli ettoltri/secondo);
- nessun decimale per portate oltre i 100 m<sup>3</sup>/s (si apprezzano i metri cubi/secondo).



Ad una parte delle attuali stazioni di misura della portata è attribuito un punto di riferimento idrometrico, dal quale viene misurata l'altezza del tirante idrico durante la misura (stazione idrometrica o punto individuato su un manufatto stabile attraversante o adiacente il corso d'acqua). Per le rimanenti stazioni, non è stato possibile fissare il suddetto punto di riferimento per mancanza sul posto di stazioni di misura o di manufatti permanenti e stabili.

### **6.1.3 Rete di monitoraggio chimico fisico e rete di monitoraggio biologico**

#### **Lineamenti evolutivi della rete di monitoraggio delle acque del Friuli Venezia Giulia**

Le reti di monitoraggio in essere sono il frutto di una serie di adeguamenti successivi finalizzati all'adeguamento delle conoscenze sullo stato di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei, tenuto conto della formazione delle competenze tecnico-scientifiche necessarie e della disponibilità delle risorse umane e materiali esistenti presso le strutture tecnico-scientifiche deputate alle misure e ai controlli ambientali.

Le strutture ed i contenuti tecnico-scientifici del monitoraggio delle acque superficiali e profonde sono evolute nel tempo lungo percorsi separati anche in funzione dei diversi soggetti istituzionali coinvolti.

Le reti di monitoraggio storiche (Magistrato delle acque, Ministero dei LLPP) sono state orientate essenzialmente alle valutazioni quantitative finalizzate al censimento della disponibilità della risorsa acqua e dell'eventualità dei servizi di piena.

Solo episodicamente sono state avviate indagini qualitative attraverso i Laboratori di Igiene e Profilassi promosse per la verifica della tutela della salute umana (potabilità delle acque) a cura degli ufficiali sanitari provinciali e comunali.

Fino agli anni 60, oltre agli annali idrologici del Magistrato delle acque sulle caratteristiche chimico-fisiche delle acque superficiali/sotterranee e biologiche degli ecosistemi acquatici, si possono ricavare informazioni dagli studi effettuati da specialisti e ricercatori che si sono cimentati su monitoraggi anche di durata pluriennale.

Con la nascita della regione autonoma Friuli Venezia Giulia nel 1963 e successivamente con la riforma sanitaria che nel 1978 ha delineato i principi della prevenzione ambientale e sanitaria, si sono cominciati a strutturare dei sistemi di monitoraggio quali-quantitativi, tendenti a sistematizzare le conoscenze al fine di seguire nel tempo l'andamento dei fenomeni di contaminazione delle acque, con particolare riferimento alla trofia dei corpi idrici superficiali e alla contaminazione da erbicidi delle acque sotterranee (il caso atrazina scoppiato alla fine degli anni 80).

Fino al 2000, la Direzione regionale dell'Ambiente e Lavori pubblici organizzò ed implementò una vera e propria rete regionale di monitoraggio chimico-fisico dei principali corsi d'acqua superficiali e sotterranei.

Le Unità Sanitarie Locali, nate dalla riforma del 1978, e successivamente le Aziende Sanitarie Locali, dal 1994 fino all'avvio dell'ARPA nel 2000, organizzarono ed alimentarono sistemi di monitoraggio finalizzato alla tutela della salute umana (acque sotterranee, acque superficiali per l'utilizzo idropotabile, acque superficiali marino-costiere, lacustri e fluviali per la balneazione, acque lagunari e marino-costiere per l'allevamento, la raccolta e la commercializzazione dei molluschi lamellibranchi).

L'USL n. 8 "Bassa Friulana" nel 1988, realizzò il primo monitoraggio degli ambienti di risorgiva mediante l'utilizzo di indicatori biologici e il primo monitoraggio chimico fisico del sistema lagunare.

Con la legge sulla difesa del Mare, dal 1991 si avviò un sistema di monitoraggio sistematico delle acque marino-costiere fondato su 4 transetti di 3 stazioni posti perpendicolarmente alla costa e comprendenti come sito di riferimento la riserva marina di Miramare.

Con l'avvio operativo dell'ARPA e soprattutto l'applicazione del D.Lgs. 152/99, si ha per la prima volta l'introduzione nella pratica di monitoraggio degli indicatori ecologici (EBI - Extended Biotic Index - mod. Ghetti - reso obbligatorio come IBE - Indice Biotico Estesio) e la nascita di reti di monitoraggio codificate stabili, rappresentative di ambienti acquatici valutati attraverso criteri tecnici omogenei.

Con il recepimento nell'ordinamento legislativo italiano, grazie al D.Lgs. 152/2006, della direttiva quadro 2000/60/CE, si sono avviati dei cambiamenti sostanziali indicati dalle direttive europee, che comprendono le definizioni di corpo idrico, gli indicatori per la valutazione di stato, ed anche delle importanti conseguenze sulle procedure da adottare per il risanamento e la tutela ambientale, nonché sulle modalità di comunicazione al pubblico.

Dal 2006 si è avviata quindi una 'rivoluzione' concettuale, metodologica ed analitica che comporterà una revisione profonda delle conclusioni di giudizio dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali.

In attesa della messa a punto dei metodi biologici standardizzati, previsti dal D.Lgs. 152/2006, necessari per confrontare i corpi idrici con le stazioni di riferimento al fine di promuovere un giudizio di qualità compiuto e coordinato riguardante i corpi idrici significativi della regione Friuli Venezia Giulia, si sono mantenute in attività le metodologie di campionamento e la rete di monitoraggio sui corpi idrici superficiali e profondi mediante il ricorso a modelli concettuali e procedure analitiche riferite al quadro normativo del D.Lgs. 152/1999 in materia di qualità delle acque e del DM 367/2003 in materia di sostanze pericolose nelle acque.

### **Reti di monitoraggio gestite dall'ARPA-FVG in esercizio al 1 giugno 2009**

- **qualità delle acque dolci superficiali interne**, con circa 73 stazioni su fiumi e laghi classificate per la qualità ambientale e per la classificazione delle acque a specifica destinazione d'uso secondo il D.Lgs. 152/99 (30 per la vita dei pesci e 16 per l'uso potabile - fig. 128);
- **qualità delle acque di transizione**, con 10 stazioni monitorate per la classificazione ambientale secondo il D.Lgs. 152/99 a cui si aggiungono circa 15 stazioni poste in prossimità delle foci dei fiumi che sboccano in laguna e cinque stazioni poste all'interfaccia tra laguna di Marano e le acque marino-costiere - fig. 129;
- **qualità delle acque marino-costiere**, con 28 stazioni disposte in otto transetti costa-largo, monitorate in parte per conto del Ministero dell'Ambiente (nell'ambito della legge quadro sulla difesa del mare) ed in parte nell'ambito di un monitoraggio costiero promosso dalla Regione Friuli Venezia Giulia; a queste sono da aggiungere 4 stazioni in cui vengono monitorati i popolamenti bentonici e 4 stazioni in cui viene misurato il bioaccumulo con *Mythilus* sp. - fig. 130;

- **qualità delle acque idonee alla balneazione**, con 54 stazioni di monitoraggio lungo le acque costiere, 2 in laguna di Grado e 11 stazioni di monitoraggio su laghi e fiumi – fig. 131;
- **monitoraggio ai fini della designazione delle acque destinate alla vita dei molluschi ed ai fini della classificazione delle zone di produzione e di stabulazione dei molluschi bivalvi vivi**, con 45 stazioni campionate, di cui 7 all'interno delle acque della laguna di Marano e di Grado – fig. 132;
- **qualità delle acque sotterranee**, con circa 150 pozzi costituenti la rete di monitoraggio, campionati a cadenza variabile (semestrale), con finalità di classificazione, per gli usi potabili e per il controllo dei siti inquinati e delle zone prossime alle discariche

### Monitoraggio delle acque superficiali dolci interne

L'obiettivo di qualità ambientale fissato dal D.Lgs. 152/1999 è definito in funzione della capacità dei corpi idrici superficiali di mantenere i processi naturali di auto depurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. La valutazione dello stato di qualità delle acque superficiali segue un metodo basato sulla determinazione, con frequenza mensile nell'arco di due anni, di parametri significativi denominati "macrodescrittori": ossigeno disciolto, domanda biochimica di ossigeno (BOD5), domanda chimica di ossigeno (COD), azoto ammoniacale e nitrico, fosforo totale, Escherichia coli.

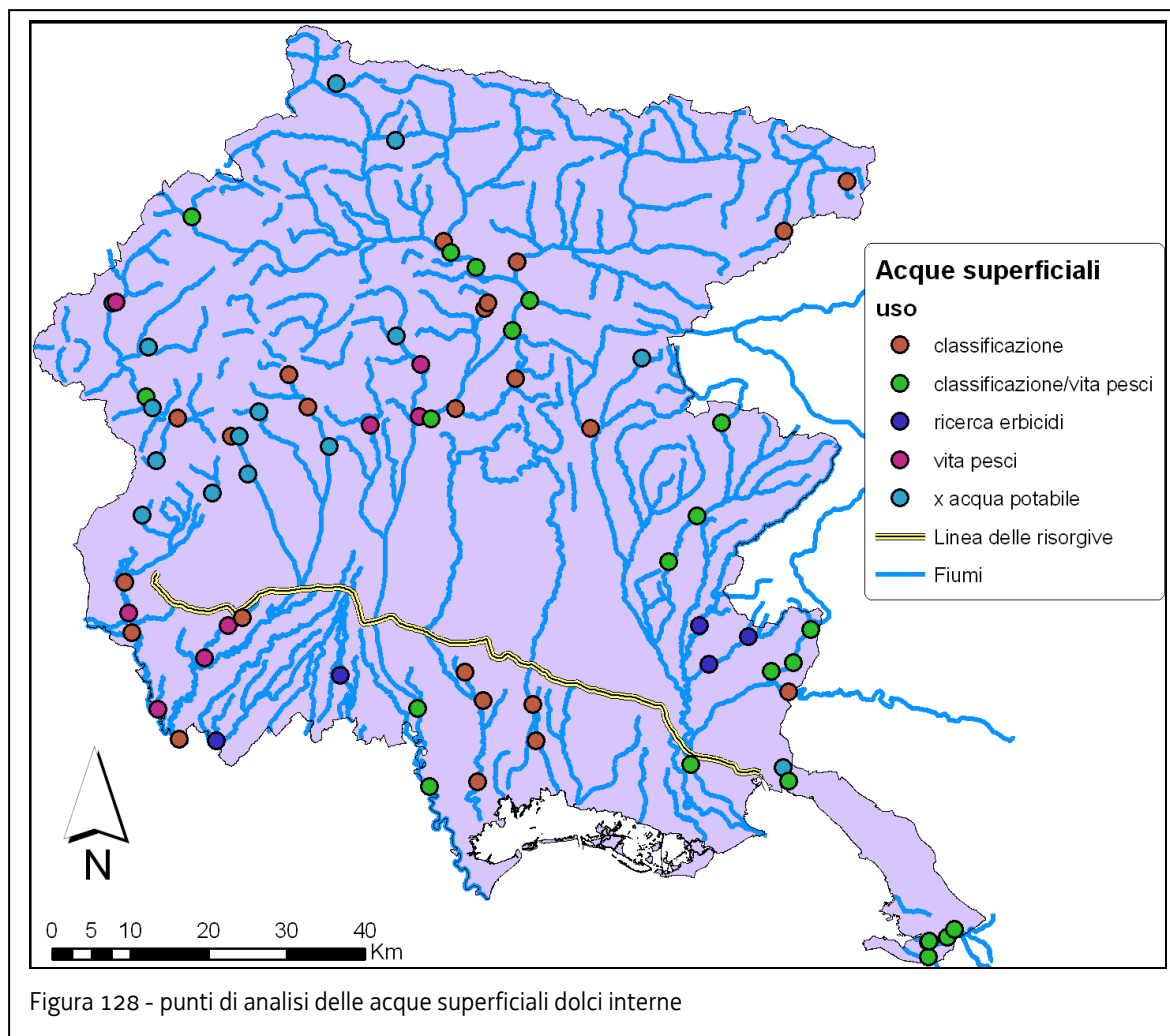
Al valore del 75° percentile della serie dei 24 dati raccolti per ciascuno dei parametri viene attribuito un punteggio; la somma dei diversi punteggi comporta l'assegnazione a quel corpo idrico di un determinato livello di inquinamento.

Tale valore viene confrontato con la classe corrispondente al valore medio dell'IBE (Indice biotico esteso), misurato con frequenza trimestrale nello stesso periodo di due anni e nello stesso punto di monitoraggio dei macrodescrittori.

La qualità ambientale di un corpo idrico superficiale, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/99, è definita sulla base dello stato ecologico e chimico dello stesso. Lo stato ecologico (SECA) è un indice della qualità degli ecosistemi acquatici, ottenuto incrociando il dato del LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori) con quello dell'I.B.E. (Indice Biotico Esteso) ed avendo riguardo al dato peggiore.

L'I.B.E. prende in esame i macroinvertebrati bentonici che vivono almeno in parte a contatto del substrato e classifica i corsi d'acqua in 5 classi di qualità biologica - da I, stato elevato, a V, stato pessimo. Il LIM misura lo stato trofico e microbiologico del corpo idrico e viene suddiviso anch'esso in 5 classi di qualità (come pure il SECA). Lo stato chimico invece viene definito sulla base della presenza di sostanze chimiche pericolose elencate nella tabella 1 dell'Allegato 1 alla parte III del D. Lgs. 152/06.

Il monitoraggio delle acque superficiali interne, ai sensi del D.lgs. 152/99, è condotto su reti di monitoraggio per obiettivi di qualità ambientale (rete ambientale) e reti di monitoraggio per acque a specifica destinazione funzionale (rete acque idonee alla vita dei pesci e rete acque destinate alla produzione di acqua potabile).



### Acque destinate al consumo umano

Le acque destinate al consumo umano devono possedere, alla distribuzione, i requisiti di qualità indicati nel D. Lgs. 31/2001 che stabilisce i valori per una serie di parametri: organolettici, chimico-fisici, microbiologici, sostanze inquinanti e tossiche.

Nel Friuli Venezia Giulia, oltre il 90% delle acque destinate al consumo umano proviene da falde sotterranee e da sorgenti, mentre solo una piccola percentuale deriva da acque superficiali.

Il D.Lgs. 152/06, analogamente al previgente D.Lgs. 152/99, individua, tra le acque superficiali a specifica destinazione funzionale, le "acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile".

L'art. 80 del D.Lgs. n. 152/2006 stabilisce che le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, in base alle caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche che possiedono, sono classificate dalle regioni, in base alla tabella 1/A dell'allegato 2, parte terza del Decreto, nelle categorie A1, A2, A3 e sottoposte ai seguenti trattamenti:

- cat. A1: trattamento fisico semplice e disinfezione;
- cat. A2: trattamento fisico e chimico normale e disinfezione;
- cat. A3: trattamento fisico e chimico spinto, affinazione e disinfezione.

Il monitoraggio condotto da ARPA e la D.G.R. 2393 del 12.10.2006 identificano 11 corpi idrici in provincia di Pordenone, 4 in provincia di Udine ed 1 in provincia di Gorizia:

<b>Provincia</b>	<b>Corpo idrico</b>	<b>località</b>	<b>Comune</b>	<b>categoria</b>
Pordenone	torrente Ciafurlè	Crepi	Claut	A1
	torrente Cimoliana	Vizze	Cimolais	A1
	torrente Comugna	S. Francesco	Vito d'Asio	A1
	torrente Cunaz	Dardago	Budoia	A1
	canaletta Cellina-Meduna	Fous	Maniago	A2
	canaletta Cellina-Meduna	S.Leonardo	Montereale Valcellina	A2
	canaletta Enel-Giais	Giais	Aviano	A2
	canaletta Enel	ex mulino	Sequals	A2
	torrente Colvera	Jouf	Frisanco	A2
	torrente Caltea	Val Caltea	Barcis	A2
	rio Val d'Arcola	Arcola	Barcis	A1
Udine	rio Armentis		Forni Avoltri	A1
	rio Margò		Ravaschetto	A2
	rio Lussari		Tarvisio	A1
	rio Smea		Taipana	A1
Gorizia	rio Sablici		Doberdò del Lago	A2

Tabella 40

### Acque idonee alla vita dei pesci

Ai sensi del D.Lgs. 152/06, le regioni effettuano la designazione delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, classificandole come "salmonicole" o "ciprinicole". L'indicatore individua i tratti e le aree che, in un periodo di dodici mesi e sulla base di una frequenza minima di campionamento, nello stesso punto di prelievo, risultano conformi ai limiti imperativi fissati per un gruppo selezionato di parametri chimici e fisici definiti dalla normativa (Allegato 2, Tabella 1/B, alla parte III del D.Lgs. 152/06).

I parametri da determinare obbligatoriamente per la stima della conformità, sono: pH, BOD5, ammoniaca indissociata, ammoniaca totale, nitriti, cloro residuo totale, zinco totale, rame disciolto, temperatura, ossigeno disciolto e materie in sospensione.

Possono essere esentate dal campionamento periodico le acque designate e risultate conformi per le quali risulti accertato che non esistono cause di inquinamento o rischio di deterioramento.

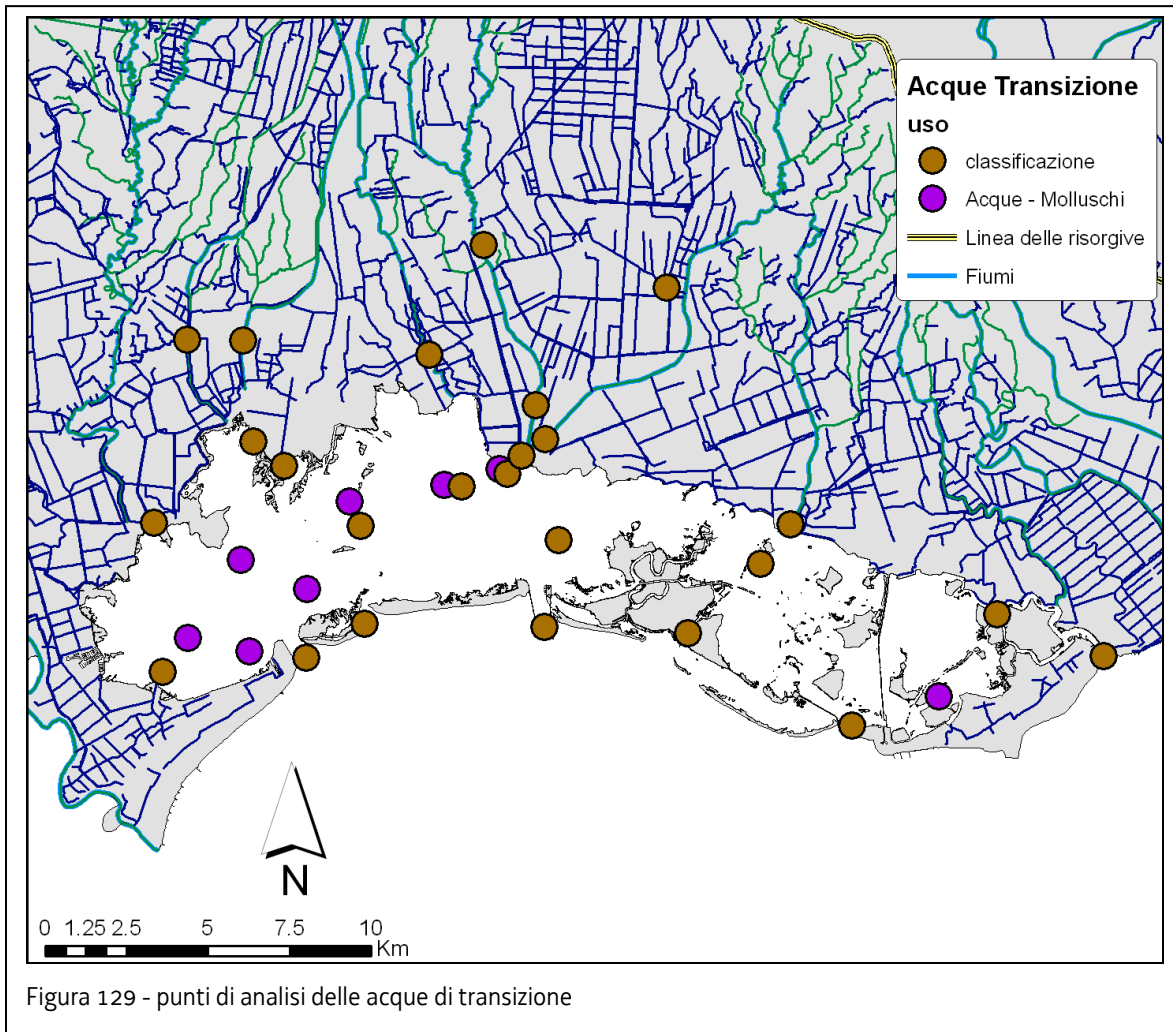
Anche se ai sensi della normativa vigente D.Lgs. 152/2006, la vita dei pesci va valutata mediante campionamento quali quantitativo dei pesci catturati mediante elettrostorditore (indici ittologici), l'indice in uso riguarda le condizioni di idoneità chimico- fisica, senza verifica biologica.

<b>Provincia</b>	<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tratto designato</b>	<b>n° stazioni</b>	<b>Classificazione</b>
TRIESTE	Rio OSPO	Dal confine di Stato al ponte S.S. n° 15	1	Ciprinicola
	Torrente ROSANDRA	Dal confine di Stato a salto artificiale c/o maneggio	2	Ciprinicola
	Fiume TIMAVO	Tratto epigeo	1	Ciprinicola
GORIZIA	Fiume ISONZO	Dal confine di Stato al ponte S.P. n° 19	4	Salmonicola
UDINE	Fiume TAGLIAMENTO	Dalla sorgente al ponte Avons (Tolmezzo)	2	Salmonicola
	Fiume TAGLIAMENTO	Dalla presa del Consorzio Ledra Tagliamento di Ospedaletto (Gemona del Friuli) fino al confine meridionale del Comune di Ragogna	2	Salmonicola
	Fiume TAGLIAMENTO	Dal confine meridionale del Comune di Ragogna alla località Gorgo di Latisana	2	Ciprinicola
	Torrente VENZONASSA	Tutto	1	Salmonicola
	Fiume NATISONE	Dal confine di Stato al confine meridionale del Comune di Cividale	2	Salmonicola
	Fiume NATISONE	Dal confine meridionale del Comune di Cividale all'entrata in subalveo	1	Ciprinicola
PORDENONE	Torrente CELLINA	Tutto	1	Salmonicola
	Fiume LIVENZA	Tutto	2	Salmonicola
	Torrente CIMOLIANA	Tutto	1	Salmonicola
	Torrente COSA	Tutto	1	Salmonicola
	Torrente ARZINO	Tutto	2	Salmonicola
	Fiume NONCELLO	Tutto	2	Salmonicola

Tabella 41 - D.Lgs. 152/2006 – Acque idonee alla vita dei pesci

ARPA FVG esegue i rilevamenti analitici per il controllo e la classificazione delle acque superficiali che necessitano di protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, salmonidi e ciprinidi (D. Lgs. 152/06 all. 2, sez. B). Una prima classificazione è stata effettuata dalla Giunta Regionale con delibera n. 2327 del 5 luglio 2002, poi aggiornata con delibera n. 2708 del 17 novembre 2006. Il monitoraggio negli anni 2003 - 2006 ha confermato la qualità di tali acque e la loro idoneità alla vita dei pesci.





Non è ancora stato precisamente codificato un obiettivo di qualità ambientale per le acque di transizione, anche se si deve puntare, come per le acque superficiali, al mantenimento dei processi naturali di auto depurazione e al sostentamento di comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

La valutazione dello stato di qualità delle acque di transizione, in attesa della messa a punto di metodi biologici standardizzati utili per confrontare i corpi idrici delle acque di transizione con i siti di riferimento previsti dal D.lgs. 152/06 al fine di promuovere un giudizio di qualità compiuto e coordinato, segue un metodo basato sulla determinazione, con frequenza mensile, di macrodescrittori e, nel caso in cui lo specchio acqueo monitorato sia destinato alla raccolta dei molluschi, dei parametri microbiologici; in particolare sono monitorate le concentrazioni di ossigeno disciolto, dei nutrienti (azoto e fosforo), la Temperatura, la Salinità, il pH e le cariche microbiologiche (Enterococchi, Escherichia coli, Coliformi fecali, Coliformi totali e Salmonella).

### Acque marino costiere

In riferimento alla direttiva quadro in materia di acque 2000/60 CE ed al D.Lgs. 152/2006 è in via di definizione la caratterizzazione delle acque marino costiere sulla base delle caratteristiche naturali, geomorfologiche ed idrodinamiche, al fine di effettuare l'analisi degli elementi di qualità richiesti per la classificazione delle acque.

In attesa della definizione delle linee guida degli elementi biologici di qualità per la classificazione delle acque marino costiere, il monitoraggio è stato indirizzato all'analisi dei parametri che concorrono a calcolare i valori dell'indice TRIX, che secondo il D.lgs. 152/99 indica lo stato ambientale delle acque marino-costiere.

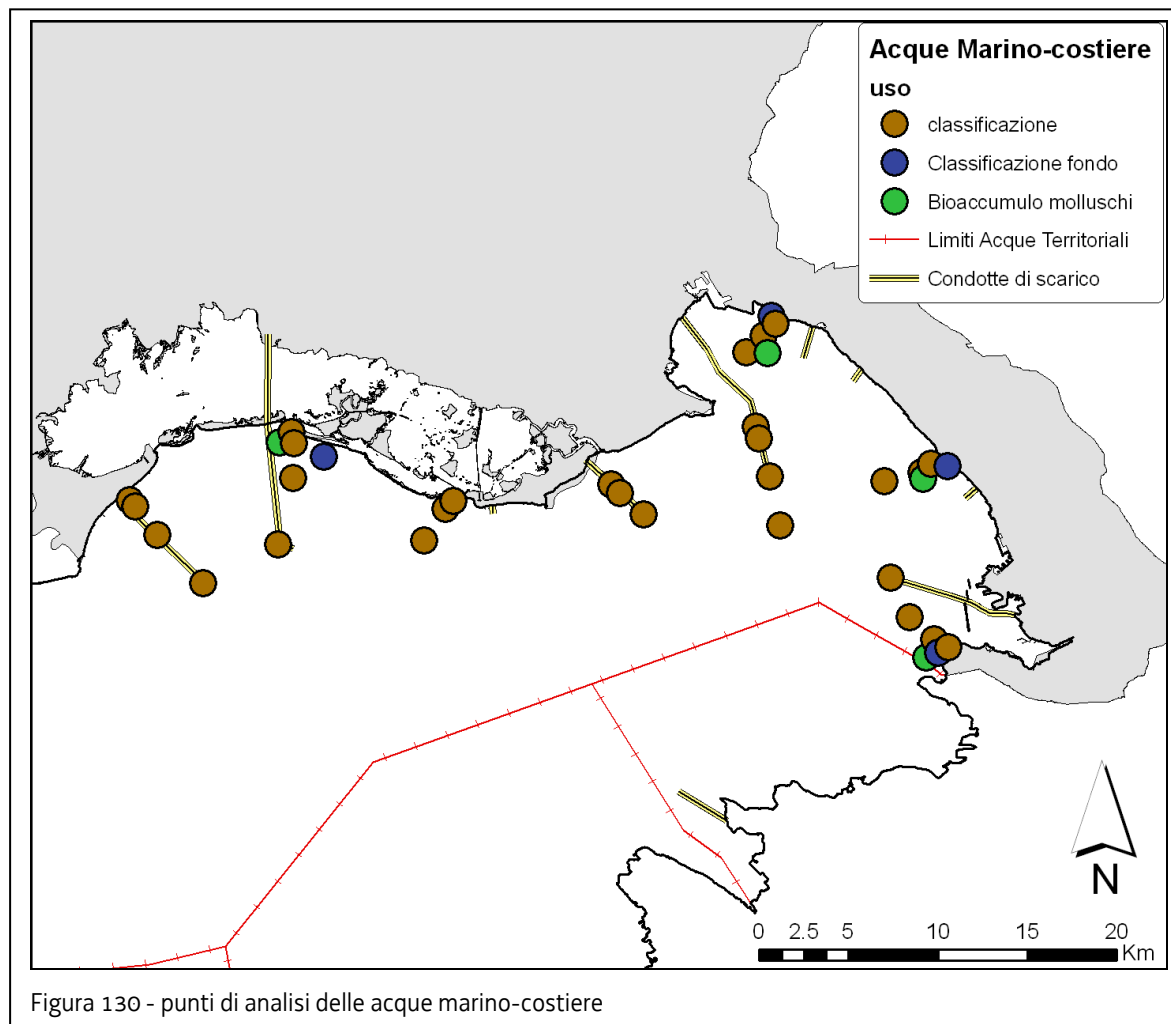


Figura 130 - punti di analisi delle acque marino-costiere

L'indice trofico TRIX è stato calcolato secondo la formula:

$$\{ \text{Log} [ \text{Chla} * \text{OD}\% * \text{N} * \text{P} ] - [-1,5] \} / 1,2$$

in cui sono considerati i dati della percentuale di ossigeno disciolto (O.D.%), della clorofilla a (Chla), del fosforo totale (P) e del DIN azoto minerale disciolto (somma di azoto ammoniacale, nitroso e nitrico) (N). Oltre a questi parametri sono misurati i valori di salinità, di pH e della trasparenza.

La rete di monitoraggio si articola in 8 transetti perpendicolari alla fascia costiera e posizionati a circa 500 m, 1000 m e 3000-6000 m dalla linea di costa; tali campionamenti sono promossi in parte dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito della legge quadro sulla difesa del mare ed in parte sono condotti per la classificazione delle acque secondo la 152/06.

Con il piano di campionamento composto dai suddetti transetti sono tenuti sotto controllo tutti gli areali marini regionali e possono essere descritte le problematiche connesse alla presenza delle condotte sottomarine di scarico dei reflui provenienti dai principali impianti di

depurazione degli insediamenti costieri; la cadenza quindicinale consente inoltre di evidenziare in modo più accurato l'andamento dei cicli dei nutrienti e gli eventuali eventi straordinari (anossie, fioriture algali, sversamenti, ecc.).

### Acque destinate alla balneazione

Alcune acque superficiali di fiumi e laghi, due stazioni in prossimità di Belvedere in laguna di Grado e buona parte della costa marina della regione sono utilizzate per scopi ricreativi e, nel periodo previsto dalla normativa vigente cioè aprile-settembre, vengono controllate secondo le previsioni del D. Lgs. 470/82 "Attuazione della Direttiva 76/160/CEE relativa alla qualità delle acque di balneazione".

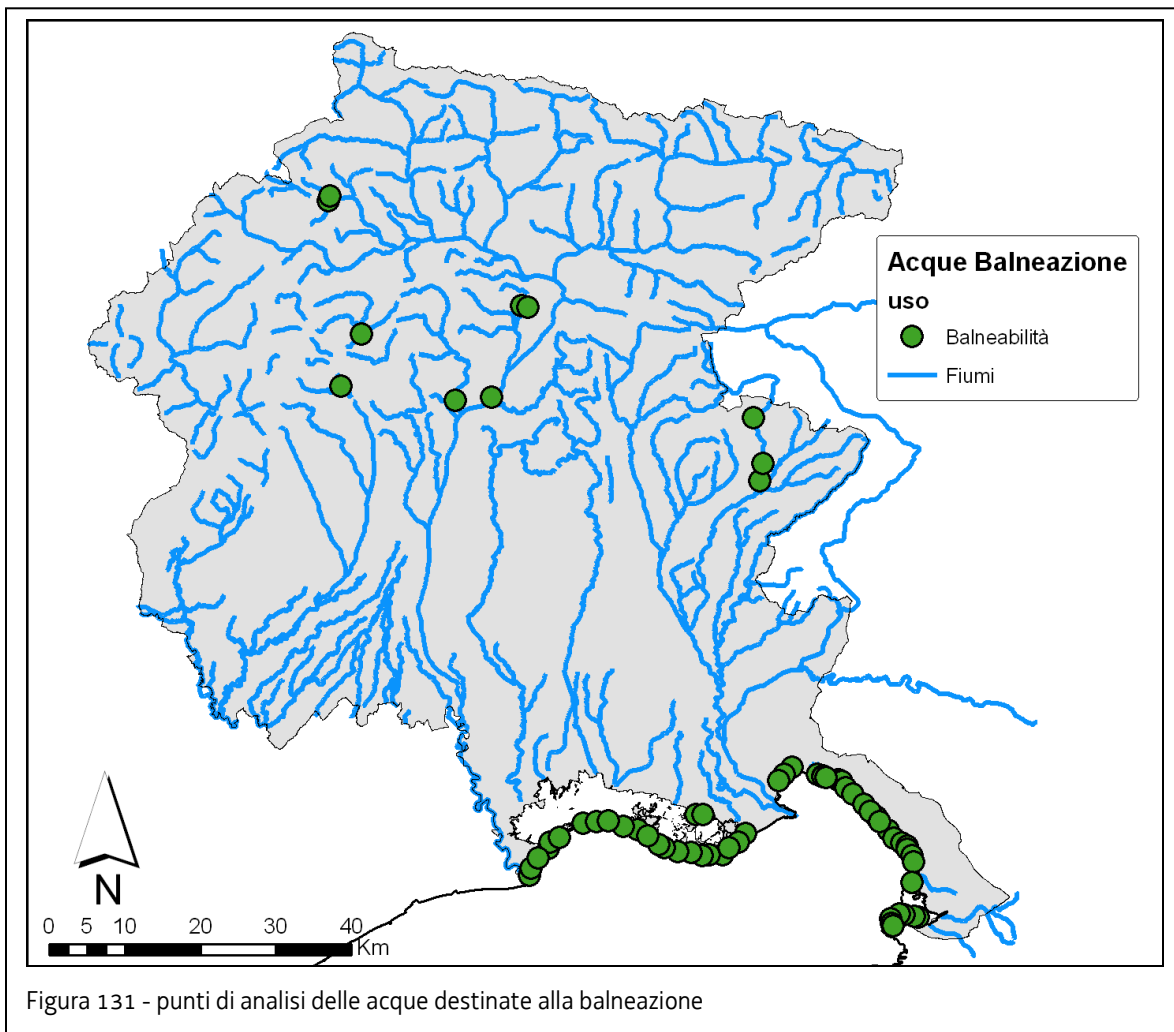


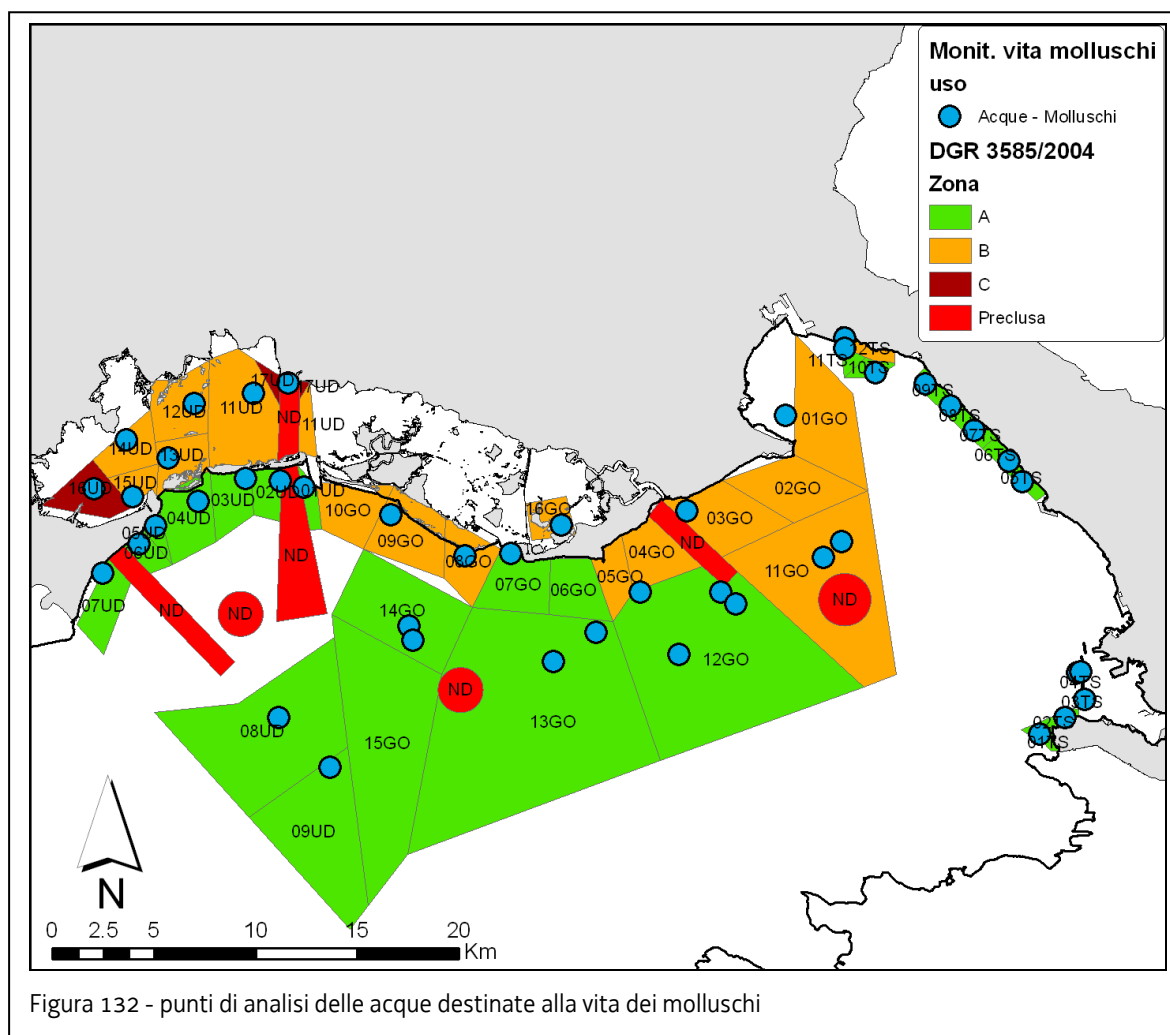
Figura 131 - punti di analisi delle acque destinate alla balneazione

I controlli analitici, effettuati con frequenza almeno quindicinale nel semestre aprile-settembre, riguardano 54 stazioni di prelievo marine, 2 in acque di transizione e 11 in acque dolci.

I parametri analizzati sono relativi all'allegato 1 del D. Lgs. 470/82, ed interessano la misura delle cariche batteriche, il pH, le sostanze tensioattive che reagiscono al blu di metilene, i fenoli, l'ossigeno disciolto e l'enterovirus.

## Monitoraggio delle acque idonee alla vita dei molluschi

Il monitoraggio che stabilisce la conformità delle acque destinate alla vita dei molluschi è indicato nel D.Lgs. 152/2006.



I parametri campionati ai sensi dell'Allegato 2 Sezione C del D.Lgs. 152/2006 sono i seguenti:

- pH, temperatura, colorazione, materiale in sospensione ed esame visivo sulla presenza di idrocarburi di origine petrolifera nell'acqua a cadenza trimestrale;
- salinità e ossigeno disciolto a cadenza mensile;
- coliformi fecali nei molluschi a cadenza trimestrale;
- metalli e sostanze organo alogenate a cadenza semestrale.

I prelievi vanno eseguiti su ciascuna area classificata come indicato nel D.G.R. 3585/2004.

Oltre al D.Lgs. 152/2006 il Reg. CE 854/2004 disciplina la sorveglianza sanitaria delle zone di produzione e stabulazione dei molluschi bivalvi vivi.

In attesa che vengano completate ed approvate a livello regionale le nuove linee guida per il monitoraggio, secondo tale Regolamento comunitario, è tuttora in vigore il piano di monitoraggio desunto dalla D.G.R. 3585/2004 per ogni area classificata:

- ricerca di biotossine algali: un prelievo di acque e molluschi ogni 15 giorni nelle zone in cui sono presenti allevamenti e/o banchi naturali di *Mytilus*; il prelievo è bimestrale per i molluschi del genere *Tapes*. Tale disposizione non si applica ai molluschi della specie *Chamelea gallina* salvo condizioni di fioriture algali eccezionali;
- ricerca di contaminanti microbiologici (*Escherichia coli* e *Salmonella spp.*): un prelievo del mollusco *Callista chione* a cadenza trimestrale, un prelievo di *Mytilus galloprovincialis* e *Chamelea gallina* in zona classificata B a cadenza trimestrale, un prelievo di *Mytilus galloprovincialis* e *Chamelea gallina* in zona classificata A con cadenza bimestrale.

Nel corso dei prelievi vengono inoltre rilevati i parametri chimico-fisici dell'acqua e con cadenza semestrale vengono ricercati eventuali contaminanti chimici.

### **Stazioni di monitoraggio biologico gestite dall'Ente Tutela Pesca del F.V.G.**

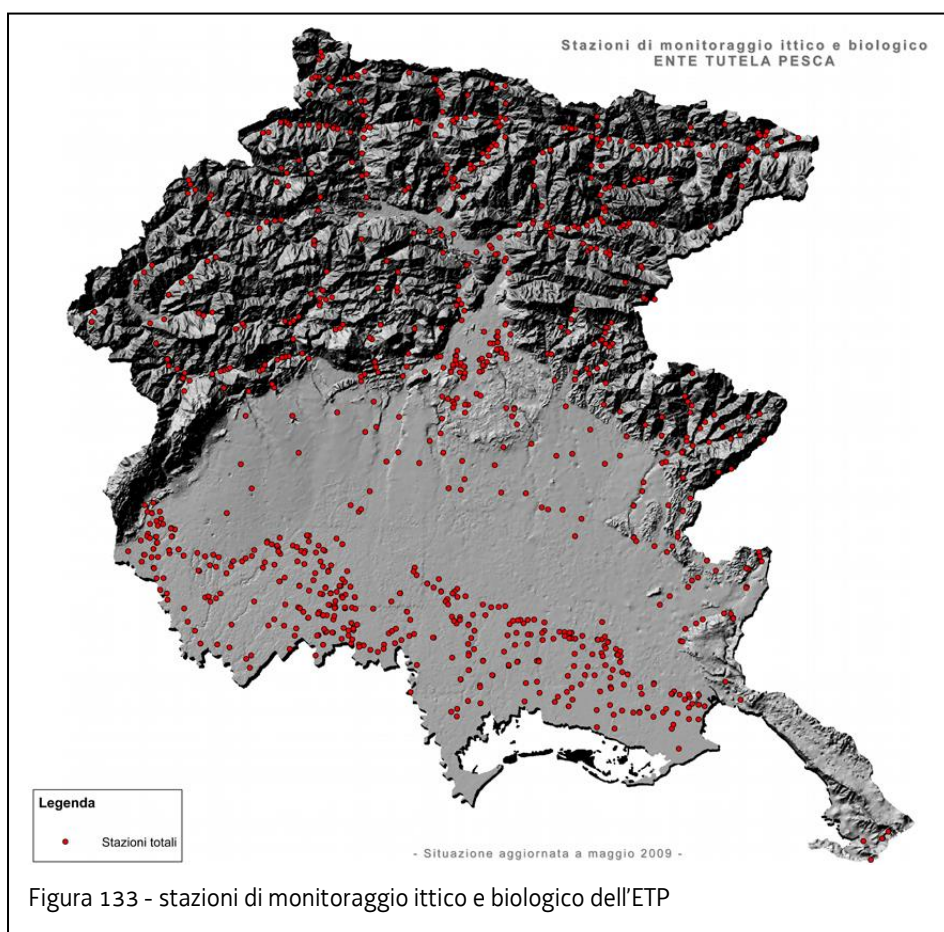
Il monitoraggio dello stato delle comunità ittiche è stato eseguito attraverso censimenti ittici a partire dalla metà degli anni '80 del secolo scorso. Con l'inizio dell'attività del Laboratorio Regionale di Idrobiologia dell'Ente Tutela Pesca (con sede ad Ariis di Rivignano) e successivamente col progetto di Carta Ittica regionale, i corsi d'acqua di interesse ittologico di tutta la Regione vennero studiati. I dati acquisiti furono impiegati per la stesura della Carta Ittica Regionale del Friuli Venezia Giulia (1992). L'azione di monitoraggio divenne routinaria durante gli anni '90 e prosegue ancora oggi su una rete di tratti che ricalca in ampia misura quella originale della Carta Ittica. Alla fine degli anni '90 le stazioni di censimento ittico vennero revisionate in modo critico e da un elenco di 287 tratti complessivamente individuati e oggetto di censimento ittico, venne scelto un pool di stazioni dove risultavano disponibili sia i dati relativi alla fauna ittica che ai macro invertebrati bentonici in anni successivi al 1996. La Carta Ittica venne aggiornata nel 2004.

Le stazioni di monitoraggio della fauna ittica sono distribuite su tutto il territorio regionale ed in tutti i bacini. Sono esclusi dal monitoraggio i canali artificiali dei sistemi di irrigazione dell'alta pianura in quanto soggetti a prosciugamento ciclico e quindi privi di popolazioni ittiche naturali. Sono allo stesso modo esclusi tutti i tratti di alta pianura dei corsi d'acqua naturali dove questi risultano essere effimeri.

Il monitoraggio è sempre stato condotto utilizzando la tecnica dell'elettropesca, sia con modalità quantitative che qualitative. Grazie all'impiego di un natante in dotazione alle squadre dei Collaboratori Ittici dell'Ente Tutela Pesca i campionamenti sono stati effettuati anche nei corsi d'acqua non guadabili.

La cadenza con cui avviene l'aggiornamento dei dati non può essere annuale, proprio a causa dell'elevato numero di punti inseriti nella rete di monitoraggio. Tutti i punti sono oggetto di campionamento almeno una volta ogni dieci anni, mentre i punti di monitoraggio "frequente" sono oggetto di campionamento almeno una volta ogni cinque anni. Tale intervallo di tempo è ritenuto idoneo ad un controllo ciclico di routine poiché molte popolazioni ittiche regionali hanno cicli biologici di durata superiore a tre anni. In casi particolari, in presenza di pressioni, a seguito di eventi eccezionali o dove vengono attuati programmi mirati di salvaguardia e reintroduzione della fauna ittica autoctona, il monitoraggio può essere più frequente e possono essere localizzati nuovi punti di campionamento aggiuntivi.





## 6.2 Corpi idrici sotterranei

### 6.2.1 Rete di monitoraggio freaticometrico

#### Cenni generali

La **piezometria** è la misura della quota altimetrica sul livello medio mare dei livelli piezometrici dell'acqua contenuta in acquiferi sotterranei. Con il termine **freatimetria** (il cui termine deriva dal greco phreos = pozzo) si indica la misura della quota altimetrica dell'acqua contenuta in acquiferi a falda libera, detti anche freatici o non confinati, nei quali i livelli piezometrici coincidono con la superficie libera dell'acqua.

L'insieme dei livelli piezometrici, misurati in differenti punti ad una data stabilita, determina la superficie piezometrica; questa costituisce il limite superiore sul quale il livello dell'acquifero si stabilizza in condizioni statiche. Negli acquiferi non confinati, questa superficie può elevarsi o abbassarsi liberamente nella formazione idrogeologica permeabile (fluttuazioni), donde la denominazione di acquifero a falda libera. Come le quote del livello del suolo permettono di tracciare la superficie topografica, la superficie piezometrica o freaticometrica è rappresentata su cartografie con curve di uguale livello piezometrico o curve idroisipse.



Il livello piezometrico, e/o livello freaticometrico, è spesso misurato in pozzi di piccolo diametro, chiamati **piezometri**, ma possono essere utilizzati anche pozzi di più ampia sezione, perforati per vari usi.

La **stazione piezometrica** o freaticometrica consiste quindi in un piezometro appositamente realizzato. In alternativa possono essere utilizzati pozzi destinati a vari usi, purché in essi non si effettuino prelievi continui tramite pompe. Le misure che si possono effettuare nei pozzi riguardano principalmente il livello piezometrico o freatico, ma anche l'analisi di parametri chimico-fisici (temperatura dell'acqua, conducibilità, salinità, sostanze chimiche disciolte, ecc.), prove geofisiche e prove di pompaggio. La stazione piezometrica non deve ricadere vicino a pozzi nei quali si effettuano prelievi che possono alterare il livello dinamico naturale della falda interessata. I piezometri devono avere dei filtri, posizionati possibilmente sull'intera sezione della falda attraversata o nella sua parte più bassa, in modo che l'acqua possa raggiungere all'interno del pozzo un livello pari a quello piezometrico della falda. Il diametro dei pozzi piezometrici deve essere tale da garantire l'inserimento degli strumenti di rilevamento, in genere scandagli o sonde, e tale possibilmente da permettere l'inserimento anche di una pompa adeguata all'esecuzione di prove di pompaggio.

Da alcuni anni, anche in questo campo dell'idrologia esistono delle normative tecniche internazionali che regolano l'acquisizione e le modalità di gestione dei dati freaticometrici e piezometrici. Esse sono state emanate dall'**ISO (International Organization for Standardization)**, istituto del quale si è già accennato nel paragrafo 6.1.2. La norma di riferimento è la ISO 21413 del 2005.

### Cenni storici

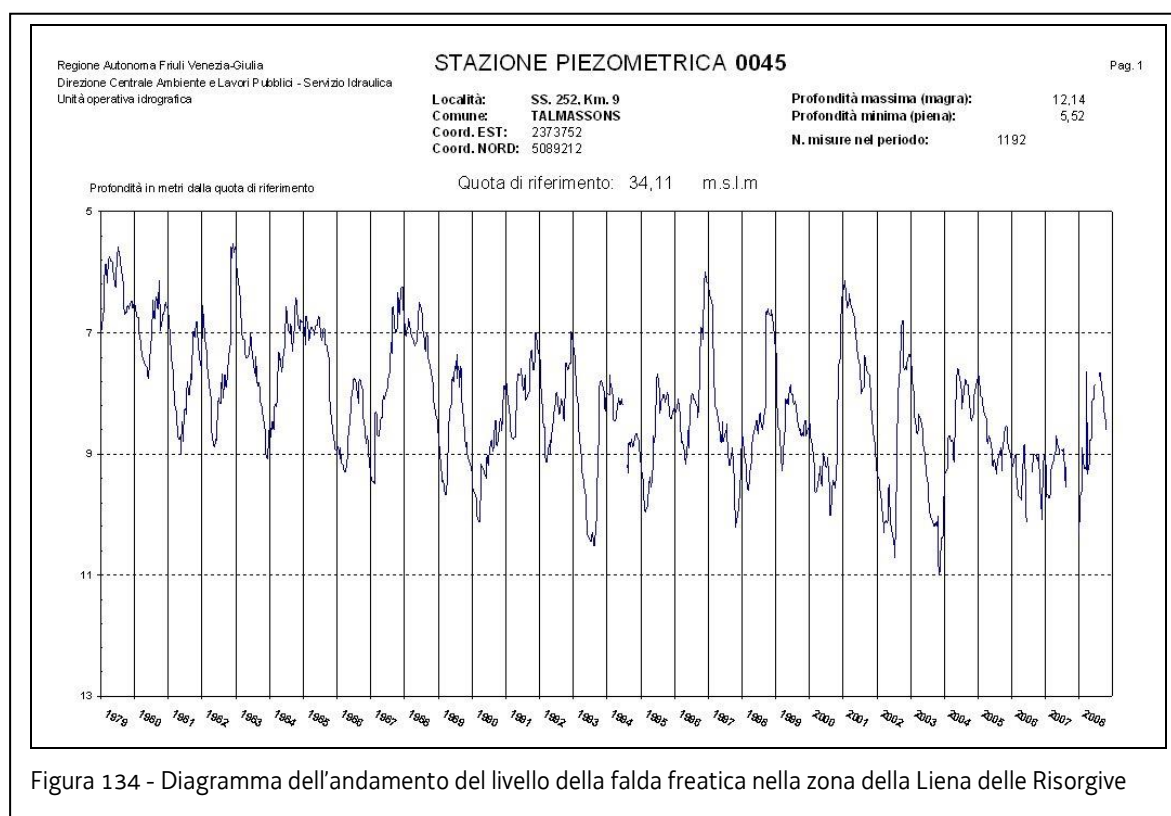
Contrariamente alle altre discipline idrologiche, lo studio e la raccolta di dati tecnici e scientifici sulle falde sotterranee della Pianura friulana ha storia relativamente recente. Una prima analisi idrogeologica della pianura alluvionale friulana si deve all'insigne geologo Torquato Taramelli, fondatore, tra l'altro, nel 1874, della Società Alpina Friulana, sezione friulana del CAI. Le prime livellazioni della superficie freatica dell'Alta pianura friulana si devono al lavoro di vari studiosi locali, quali Tellini e Sacco, che raccolsero i primi dati freaticometrici conosciuti in Regione. Il prof. Arrigo Lorenzi nel 1911 pubblicò una memoria nella quale si identificò per la prima volta la provenienza delle acque di risorgiva della sinistra Tagliamento, per mezzo di una accurata campagna di misura freaticometrica e dello studio idrochimico delle acque di falda. Un grosso contributo alla conoscenza ed alla valutazione sistematica delle risorse idriche sotterranee della Pianura friulana in sinistra Tagliamento arriva dal geologo friulano Egidio Feruglio, il quale nel 1923 pubblicò una dettagliata descrizione idrologica, geologica e stratigrafica della zona, tuttora apprezzata come modello di approccio allo studio dei fenomeni idrogeologici.

Le prime rilevazioni sistematiche sul territorio friulano e veneto di dati freaticometrici eseguite a cura di un soggetto pubblico furono eseguite, come per gli altri parametri idrologici, dall'Ufficio idrografico del Magistrato alle Acque-U.I.M.A., ad iniziare dal 1926 in 11 pozzi ubicati nella Media ed Alta pianura tra Tagliamento e Torre. Nei decenni successivi, i punti di osservazione della falda freatica furono aumentati, monitorando la falda freatica dalla Linea delle Risorgive verso Nord, lungo una fascia di territorio pianiziale estesa circa 10km tra Udine e Pordenone. Anche la falda freatica pordenonese a Sud della Linea delle Risorgive fu monitorata a partire dal secondo dopoguerra. I punti monitorati nel corso degli anni non superarono mai complessivamente la sessantina. A partire dagli anni '60, l'U.I.M.A. e

successivamente il S.I.M.N. procedettero ad un ridimensionamento progressivo dei punti di osservazione, dovuto anche alla sopravvenuta chiusura dei pozzi da parte dei proprietari. Nel 2002, al momento del trasferimento degli Uffici e delle competenze alle Regioni, i pozzi ancora monitorati sul territorio del Friuli Venezia Giulia erano una dozzina. Le osservazioni freaticometriche in 7 di questi proseguono tuttora.

L'Amministrazione regionale iniziò a gestire una propria rete di pozzi e di piezometri a partire dal 1967, in applicazione delle competenze previste nello Statuto di autonomia ed alle successive leggi di settore (L.R. 21/1966, L.R. 42/1979, L.R. 16/2002). La prima rete freaticometrica regionale interessava:

- la medesima fascia territoriale a monte della Linea delle Risorgive già controllata dal cessato U.I.M.A.;
- la zona della pianura isontina compresa tra Gorizia, Cormons e Gradisca d'Isonzo;
- la Piana alluvionale di Gemona e Osoppo.



Nel tempo, furono perforati piezometri in varie aree della pianura regionale, fino a quel momento non monitorate. Negli anni '70 la rete fu integrata con pozzi e piezometri ubicati:

- nell'Alta pianura friulana;
- nella pianura pordenonese limitrofa al fiume Tagliamento;
- nella pianura orientale tra il Torre ed il Natisone;
- nelle colline moreniche a nord-ovest di Udine.

Tra il 1980 ed il 1982 furono realizzati numerosi piezometri nella Piana di Gemona e Osoppo; verso la fine di questo decennio si perforarono anche piezometri profondi vicini alla pedemontana pordenonese, nelle colline moreniche, nella zona a valle della Linea delle Risorgive e nella pianura in sinistra Isonzo.

In questo periodo, con la presenza di circa 230 tra pozzi e piezometri, la rete assume l'attuale carattere a maglia, che permette di ottenere con buona precisione la superficie della falda freatica regionale e di controllare le fluttuazioni nel tempo per analizzare la quantità di risorsa idrica sotterranea disponibile. Negli ultimi 20 anni, sono state realizzati ulteriori piezometri in varie aree della Regione, a complemento della rete esistente ed in sostituzione di punti di osservazione precedenti, cessati per vari motivi.

L'Amministrazione regionale non ha però ancora intrapreso un monitoraggio piezometrico continuo delle falde confinate presenti nel sottosuolo della Bassa pianura friulana.

Quasi tutte le stazioni di monitoraggio U.I.M.A. erano costituite da pozzi pubblici o privati di grande diametro (da 1 a 2 metri), per lo più scavati a mano; l'Amministrazione regionale ha invece preferito perforare propri piezometri, più adatti ad effettuare le misure freatiche, sia con strumenti manuali (scandagli), sia con sonde automatiche piezoresistive.

### **La rete di rilevamento freaticometrico in Regione**

La rete è gestita, come tutte le altre reti idrologiche quantitative, dall'Unità Operativa Idrografica della Direzione centrale ambiente e lavori pubblici.

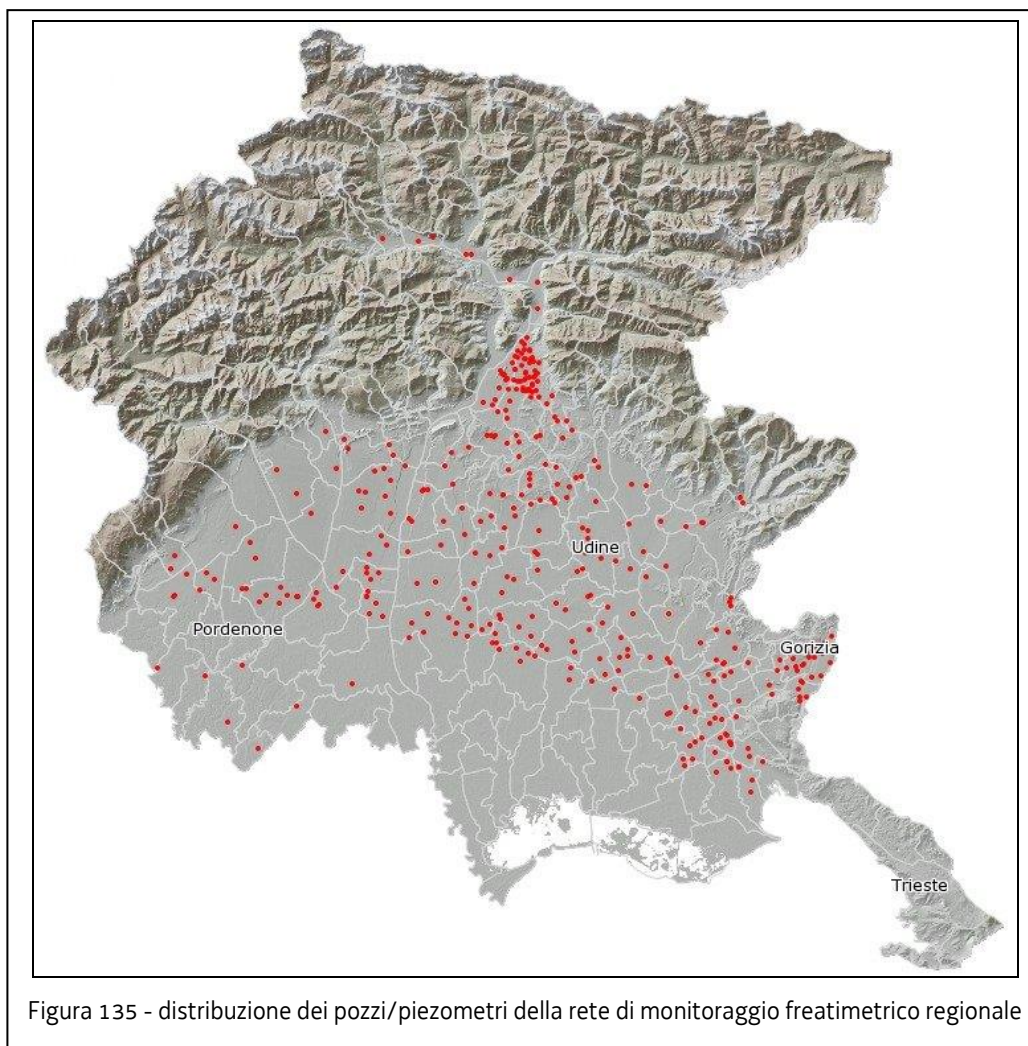


Figura 135 - distribuzione dei pozzi/piezometri della rete di monitoraggio freaticometrico regionale

Alla data del 1° marzo 2009, la rete è composta da **197 pozzi e piezometri** siti nella pianura friulana ed isontina a Nord della Linea delle Risorgive, nella Piana di Gemona-Osoppo e taluni anche nella valle montana del Tagliamento tra Villa Santina e Venzone.

In tutti questi punti di misura attualmente si eseguono **solamente misure del livello freatico della falda**, ma in passato presso alcuni pozzi sono state eseguite prove di pompaggio e per un certo periodo in pochi piezometri è stato mantenuto il monitoraggio della temperatura dell'acqua.

Tra i 197 pozzi attualmente in osservazione ve ne sono diversi che hanno strumenti automatici di rilevamento del livello freatico. In particolare:

- pozzi sono equipaggiati con sensori piezoresistivi ed inseriti nella rete delle stazioni automatiche in teletrasmissione CAE della Protezione civile della Regione.
- 37 pozzi sono dotati di sonde automatiche con sensore piezoresistivo e acquisizioni dati con memoria locale; esse acquisiscono misure ad intervalli temporali variabili dalle 3 alle 24 ore e la memoria di registrazione viene scaricata da un operatore specializzato ogni 3 mesi circa.

I rimanenti 154 pozzi vengono misurati con scandaglio luminoso portatile, manovrato a mano da parte di osservatori locali dipendenti dai Consorzi di Bonifica o da Aziende di servizi

d'acquedotto. Tali Enti possiedono una discreta parte dei pozzi e dei piezometri inseriti nella rete di monitoraggio ed il controllo del livello freatico, utile anche agli Enti predetti, avviene in sinergia tecnica ed economica con l'Amministrazione regionale. La frequenza di campionamento con scandaglio varia da un minimo di 3 ad un massimo di 15 giorni d'intervallo fra due misure consecutive; è preferibile però ottenere almeno una misura alla settimana.

Nella seguente tabella si elencano i 197 pozzi attivi della rete di monitoraggio regionale.

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
1	PRA' COMUNALE	FONTANAFREDDA	PORDENONE	nov 1990	sonda piezoresistiva
2	CAPOLUOGO, PIAZZA ROMA	ROVEREDO IN PIANO	PORDENONE	dic 1978	scandaglio manuale
5	CAPOLUOGO, EX CONVENTO	AIELLO DEL FRIULI	UDINE	apr 1991	scandaglio manuale
6	GADENER	TAPOGLIANO	UDINE	apr 1991	scandaglio manuale
11	RAUSCEDO, BORGO MEDUNA	S. GIORGIO DELLA RICH.	PORDENONE	dic 1978	scandaglio manuale
12	DOMANINS	S. GIORGIO DELLA RICH.	PORDENONE	dic 1978	scandaglio manuale
14	PIAZZA BEATO BERTRANDO	S. GIORGIO DELLA RICH.	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
15	CASE LENARDON	S. MARTINO AL TAGLIAMENTO	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
16	CAPOLUOGO, CASEIFICIO	S. MARTINO AL TAGLIAMENTO	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
17	CAPOLUOGO, PIAZZA CASTELLO	VALVASONE	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
19	GAIO, IL BANDO	SPILIMBERGO	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
20	PROVESANO, VIA MAZZINI	S. GIORGIO DELLA RICH.	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
21	COSA, VIA S. ANTONIO, 8	S. GIORGIO DELLA RICH.	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
22	VACILE, CIMITERO	SPILIMBERGO	PORDENONE	gen 1988	sonda piezoresistiva
23	I COMUNALI, CASE MAZZURIN	S. MARTINO AL TAGLIAMENTO	PORDENONE	apr 1977	scandaglio manuale
24	CAPOLUOGO, VECCHIO DEPURATORE	ARBA	PORDENONE	gen 1988	sonda piezoresistiva
25	LUOGO DI GIULIO	MANIAGO	PORDENONE	gen 1988	sonda piezoresistiva
26	NAVARONS, SCUOLA	SPILIMBERGO	PORDENONE	apr 2000	sonda piezoresistiva
27	S. VIDOTTO, CODE	CAMINO AL TAGLIAMENTO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
28	S.S. 13, km 103	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
29	CASALI BARAZZAT	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale



<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
30	GORICIZZA, CIMITERO	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
31	ZOMPICCHIA, CASELLO F.S.	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
33	RIVOLTO, VILLA MANIN	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
34	ZOMPICCHIA, S.S. 13	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
35	RIVOLTO, S.S. 252	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
36	RIVOLTO-BRAIDA S.CECILIA	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
37	BEANO	CODROIPO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
38	PANTIANICCO	MERETO DI TOMBA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
39	A SUD DI NESPOLEDO	LESTIZZA	UDINE	nov 1976	scandaglio manuale
40	VIRCO-S. GIACOMO	BERTIOLO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
42	POZZECCO	BERTIOLO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
43	VILLACACCIA, S. GIACOMO	LESTIZZA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
44	NESPOLEDO, MOLINO	LESTIZZA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
45	SS. 252, km. 9	TALMASSONS	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
46	GALLERIANO	LESTIZZA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
47	SCLAUNICCO, VILLA PAGANI	LESTIZZA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
48	PANTIAN	MORTEGLIANO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
49	S.S. 252, km 15	TALMASSONS	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
50	FLUMIGNANO, ZONA ARTIGIANALE	TALMASSONS	UDINE	gen 1989	scandaglio manuale
53	VIERIS	CASTIONS DI STRADA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
55	CHIASIELLIS, MALVAT	MORTEGLIANO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
56	LAVARIANO, MASAROTTIS	MORTEGLIANO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
57	IL LAGO	GONARS	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
58	BICINICCO DI SOTTO	BICINICCO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
59	RISANO, PIAZZA	PAVIA DI UDINE	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
60	FELETTIS, VIA GONARS	BICINICCO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
61	S. STEFANO UDINESE	S.TA MARIA LA LONGA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
62	ONTAGNANO	GONARS	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
64	RONCHIETTIS	S.TA MARIA LA LONGA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
65	PRIVANO	BAGNARIA ARSA	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
67	NOGAREDO AL TORRE	S. VITO AL TORRE	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
71	CASE MEDEOT	MOSSA	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
75	MOCHETTA	GORIZIA	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
79	PECI	SAVOGNA D'ISONZO	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
80	VILLANOVA DELLO JUDRIO	S. GIOVANNI AL NATISONE	UDINE	dic 1978	sonda piezoresistiva
82	GABRIA, PIAZZA INDIPENDENZA	SAVOGNA D'ISONZO	GORIZIA	nov 1990	scandaglio manuale
83	CAPOLUOGO, VIA SAVAIAN	CORMONS	GORIZIA	mag 1979	scandaglio manuale
84	AEROPORTO	GORIZIA	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
85	MADONNA DEL FANTE	GORIZIA	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
86	CAPOLUOGO, CENTRO S. LUIGI	GORIZIA	GORIZIA	dic 1997	scandaglio manuale
87	CIMITERO	GORIZIA	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
88	BORGNANO	CORMONS	GORIZIA	nov 1978	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
89	SEDE A.M.G.	GORIZIA	GORIZIA	apr 1967	scandaglio manuale
92	CAPOLUOGO, V. CARDUCCI	MORARO	GORIZIA	apr 1978	scandaglio manuale
97	VILLAORBA	CORMONS	GORIZIA	lug 1978	sonda piezoresistiva
98	BOATINA, V. CORONA	CORMONS	GORIZIA	lug 1978	scandaglio manuale
101	CASE MARINI, V. MULINUT	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1967	scandaglio manuale
112	CASALI VINADIA	VILLA SANTINA	UDINE	gen 1953	sonda piezoresistiva
113	STAVOLO DINT	AMARO	UDINE	gen 1970	sonda piezoresistiva
116	OSPEDALETTO, VIA NAZIONALE	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1953	sonda piezoresistiva
118	CAPOLUOGO, PIAZZA ROMA	S. QUIRINO	PORDENONE	apr 1974	sonda piezoresistiva
126	CAMPAGNOLA	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	mag 1974	scandaglio manuale
134	CASALI CUCCHIARO	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	mag 1974	scandaglio manuale
139	CAPOLUOGO, V. BRONDANI	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	mag 1974	scandaglio manuale
140	CASALI FELICE	BUIA	UDINE	ago 1974	scandaglio manuale
141	AD OVEST DEL CAPOLUOGO	MOIMACCO	UDINE	apr 1975	sonda piezoresistiva
142	ORSARIA, CASALI PITASSI	PREMARIACCO	UDINE	apr 1975	sonda piezoresistiva
144	VIA DI SALT	REMANZACCO	UDINE	dic 1975	scandaglio manuale
145	CERNEGLONS, VIA ROGGIA	REMANZACCO	UDINE	feb 1976	sonda piezoresistiva
146	RONCHIS	FAEDIS	UDINE	apr 1976	sonda piezoresistiva
147	AZZIDA, ZONA INDUSTRIALE	S. PIETRO AL NATISONE	UDINE	ago 1975	sonda piezoresistiva
148	VERNASSO	S. PIETRO AL NATISONE	UDINE	ott 1976	sonda piezoresistiva
151	CAPOLUOGO, PIAZZA CADORNA	MERETO DI TOMBA	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
153	CAPOLUOGO, VICINO CHIESA	S. VITO DI FAGAGNA	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
154	SILVELLA, PIAZZA	S. VITO DI FAGAGNA	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
155	TOMBA, PIAZZA DALMAZIA	MERETO DI TOMBA	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
156	S. MARCO, PIAZZA	MERETO DI TOMBA	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
157	NOGAREDO DI CORNO	COSEANO	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
158	CISTERNA, PIAZZA	COSEANO	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
159	EX FILANDA 'BANFI'	DIGNANO	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
160	S. ODORICO, PONTE ROGGIA	FLAIBANO	UDINE	gen 1976	sonda piezoresistiva
161	CAPOLUOGO, PIAZZA	SEDEGLIANO	UDINE	apr 1967	scandaglio manuale
163	POZZO ACQUEDOTTO	MEDEA	GORIZIA	gen 1981	scandaglio manuale
164	CAPOLUOGO, VIA PACCOGLIANO	ROMANS D'ISONZO	GORIZIA	ott 1978	sonda piezoresistiva
167	BORGO BASIOL, VIA UDINE	GRADISCA D'ISONZO	GORIZIA	apr 1979	scandaglio manuale
168	MOLIN NOVO	CORMONS	GORIZIA	nov 1979	scandaglio manuale
170	CARPACCO, F. TAGLIAMENTO	DIGNANO	UDINE	feb 1980	scandaglio manuale
171	OSPEDALE PSICHIATRICO	UDINE	UDINE	apr 1977	scandaglio manuale
174	CAPOLUOGO, CIMITERO	PRADAMANO	UDINE	feb 2000	scandaglio manuale
175	VISSANDONE, PIAZZA	BASILIANO	UDINE	apr 1977	scandaglio manuale
178	CASALI MANTICA	TRIVIGNANO UDINESE	UDINE	feb 1993	scandaglio manuale
179	NOGAREDO DI PRATO	MARTIGNACCO	UDINE	dic 1999	scandaglio manuale
180	CORTELLO	PAVIA DI UDINE	UDINE	apr 1977	scandaglio manuale
181	SELVUZZIS	PAVIA DI UDINE	UDINE	apr 1977	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
188	BRESSA, VIA BASILIANO	CAMPOFORMIDO	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
189	COLLOREDO DI PRATO	PASIAN DI PRATO	UDINE	gen 1976	scandaglio manuale
191	ZONA INDUSTRIALE	BUDOIA	PORDENONE	nov 1979	scandaglio manuale
194	FORCATE, CASE MARCONI	FONTANAFREDDA	PORDENONE	gen 1979	sonda piezoresistiva
197	VIA MAESTRA	CORDENONS	PORDENONE	dic 1978	scandaglio manuale
198	VILLA D'ARCO, CAMPO SPORTIVO	CORDENONS	PORDENONE	apr 2000	scandaglio manuale
199	AMPIANO, FILATURA S. CARLO	PINZANO AL TAGLIAMENTO	PORDENONE	dic 1978	scandaglio manuale
205	TAURIANO, AZIENDA CRISTOFOLI	SPLIMBERGO	PORDENONE	dic 1979	scandaglio manuale
208	COLLALTO, BORGO DI SOTTO	TARCENTO	UDINE	mag 1979	scandaglio manuale
211	MELS, VICINO TABACCAIO	COLLOREDO DI MONTE ALBANO	UDINE	apr 1979	scandaglio manuale
212	CASALE MURIS	MORUZZO	UDINE	mag 1979	scandaglio manuale
213	S. PELAGIO, OSTERIA	TRICESIMO	UDINE	mag 1979	scandaglio manuale
216	CAPOLUOGO, BORGO PAZZANO	PAGNACCO	UDINE	mag 1979	scandaglio manuale
218	VILLA ERMACORA	FAGAGNA	UDINE	apr 1979	scandaglio manuale
219	ALNICCO, V. ZAMPA	MORUZZO	UDINE	apr 1979	scandaglio manuale
220	ANDREUZZA, OFFICINA 'VATTOLO'	BUIA	UDINE	apr 1979	scandaglio manuale
225	ADEGLIACCO, CAMPO SPORTIVO	TAVAGNACCO	UDINE	dic 1999	sonda piezoresistiva
227	A NORD DI PLASENCIS, DISCARICA	FAGAGNA	UDINE	mar 2000	scandaglio manuale
229	CAPORIAMICO	COLLOREDO DI MONTE ALBANO	UDINE	dic 1979	scandaglio manuale
230	CAPOLUOGO, CHIESA	OSOPPO	UDINE	dic 1979	scandaglio manuale
231	MOLINO S. GIOVANNI	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	dic 1979	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
236	CAPOLUOGO,CAMPO SPORTIVO	MARIANO DEL FRIULI	GORIZIA	mar 2000	sonda piezoresistiva
242	BOSCO PINETA	OSOPPO	UDINE	dic 1979	scandaglio manuale
244	CASALI SIMEONI	CASSACCO	UDINE	mag 1980	scandaglio manuale
245	BORGO CALCINA	MORUZZO	UDINE	mag 1980	scandaglio manuale
248	STABILIMENTO 'FRIULCAR'	CIVIDALE DEL FRIULI	UDINE	giu 1980	sonda piezoresistiva
250	CROSERE	S. CANZIAN D'ISONZO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale
253	Begliano,V.S.CANZIAN (1)	S. CANZIAN D'ISONZO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale
255	CASE FABIAN	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
257	SEGHERIA BOSSO	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
259	CASA BLASOTTI	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	sonda piezoresistiva
260	A OVEST DI CASE RAI	BUIA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
261	CAMPO, RIO RAI	BUIA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
262	COL VERGNAL, CASELLO FS.	OSOPPO	UDINE	gen 1982	sonda piezoresistiva
263	CASALI LEDRA, F. LEDRA	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
264	BORGO VAL, RIO BARETTE	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
265	FONTE PUDIA	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
267	BUERIIS, TORRENTE	TREPPO GRANDE	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
268	LESSI, T. ORVENCO	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
270	CASE CECCOT	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	sonda piezoresistiva
271	PALUDO	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
272	AD EST DI CASE BIANCHE	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale



<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
273	COMUGNE	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
274	PONTE A23 SU CAN. LEDRA	GEMONA DEL FRIULI	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
275	TOMBA DI SOTTO	MAJANO	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
276	CASE MARANGONI	MAJANO	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
277	GUADO T.ORVENCO (2.0 P.)	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
278	MOLINO DEL BOSSO N. 1	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
279	MULINO DEL BOSSO N. 12	ARTEGNA	UDINE	gen 1982	scandaglio manuale
280	PICARON	S. DANIELE DEL FRIULI	UDINE	gen 1983	scandaglio manuale
291	PETEANO, POZZO ACQUEDOTTO	SAGRADO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale
292	FOGLIANO, GIARINE	FOGLIANO-REDIPUGLIA	GORIZIA	apr 1985	scandaglio manuale
293	GROTTA, POZZO ACQUEDOTTO	FARRA D'ISONZO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale
300	SAN ZANUT, CASE GERMANI	S. PIER D'ISONZO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale
308	BISTRIGNA, TRATTORIA PANGOS	STARANZANO	GORIZIA	giu 1985	scandaglio manuale
309	PIERIS, VIA COLUSSA 2	S. CANZIAN D'ISONZO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale
310	RIVOLI DI OSOPPO	OSOPPO	UDINE	apr 1988	scandaglio manuale
311	CASE CROSERA	VALVASONE	PORDENONE	gen 1987	scandaglio manuale
312	BATTIFERRO, VILLA POZZAN	S. MARTINO AL TAGLIAMENTO	PORDENONE	gen 1987	sonda piezoresistiva
314	ENTESANO	COLLOREDO DI MONTE ALBANO	UDINE	mar 1987	scandaglio manuale
315	CICONICCO, CHIAMOT	FAGAGNA	UDINE	mar 1987	scandaglio manuale
316	GIAVONS	RIVE D'ARCANO	UDINE	mar 1987	scandaglio manuale
319	FONTANABONA	PAGNACCO	UDINE	lug 1987	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
320	S. MARTINO DI CAMPAGNA	AVIANO	PORDENONE	gen 1988	sonda piezoresistiva
325	BOSCHETTI, ZONA INDUSTRIALE	VILLESSE	GORIZIA	lug 1988	sonda piezoresistiva
327	MAINIZZA, ACQUEDOTTO	GORIZIA	GORIZIA	gen 1989	scandaglio manuale
328	SCARIANO	SAVOGNA D'ISONZO	GORIZIA	nov 1990	scandaglio manuale
330	STATUA-CROCEVIA S.S. 252	BERTIOLO	UDINE	ago 1991	scandaglio manuale
336	A NORD DI S. ZANUT	S. PIER D'ISONZO	GORIZIA	gen 1992	scandaglio manuale
345	TERENZANO, IMP.SPORTIVO	POZZUOLO DEL FRIULI	UDINE	feb 2000	sonda piezoresistiva
346	RIVIS, CAMPO SPORTIVO	SEDEGLIANO	UDINE	gen 2001	sonda piezoresistiva
347	LUOGO DEL DANDOLO	MANIAGO	PORDENONE	apr 2000	sonda piezoresistiva
348	CAPOLUOGO, CIMITERO	S.TA MARIA LA LONGA	UDINE	feb 2000	sonda piezoresistiva
349	CLAUIANO, SCUOLA	TRIVIGNANO UDINESE	UDINE	feb 2000	scandaglio manuale
351	LESTIZZA, DEPURATORE	LESTIZZA	UDINE	gen 1995	sonda piezoresistiva
352	VIGONOVO, CHIESA	FONTANAFREDDA	PORDENONE	apr 2000	scandaglio manuale
353	DIGNANO, ARGINE TAGLIAMENTO	DIGNANO	UDINE	mar 2000	sonda piezoresistiva
354	S. MARGHERITA DEL GRUAGNO	MORUZZO	UDINE	giu 2002	scandaglio manuale
355	COLLOREDO DI PRATO NORD	PASIAN DI PRATO	UDINE	ott 2005	scandaglio manuale
356	ARZENE, VICINO POLVERIERA E.I.	ARZENE	PORDENONE	nov 2003	scandaglio manuale
357	ORNESE, GOLENA F. MEDUNA	CAVASSO NUOVO	PORDENONE	ago 2004	sonda piezoresistiva
358	SUSENIS	MAJANO	UDINE	giu 2001	scandaglio manuale
359	VICINO STAZIONE F.S.	ARTEGNA	UDINE	feb 1991	scandaglio manuale
714	CASE RISAIA	STARANZANO	GORIZIA	gen 1985	scandaglio manuale

<b>cod.</b>	<b>Località</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>	<b>data inizio oss.</b>	<b>strumentazione utilizzata</b>
802	CAPOLUOGO,V.TALMASSONS 5	MORTEGLIANO	UDINE	feb 1930	sonda piezoresistiva
803	CARPENETO, VIA M. ANTONINI	POZZUOLO DEL FRIULI	UDINE	gen 1925	sonda piezoresistiva
804	TALMASSONS	TALMASSONS	UDINE	gen 1925	sonda piezoresistiva
808	POZZO DIPINTO	VALVASONE	PORDENONE	gen 1938	sonda piezoresistiva
809	VALVASONE, CASELLO C.B.C.M.	VALVASONE	PORDENONE	mar 1987	sonda piezoresistiva
836	S. GAETANO	VALVASONE	PORDENONE	gen 1997	scandaglio manuale
901	TOLMEZZO, ZONA INDUSTRIALE	TOLMEZZO	UDINE	ago 2002	sonda piezoresistiva
902	TOLMEZZO, CARTIERA BURGO	TOLMEZZO	UDINE	ago 2002	sonda piezoresistiva

Tabella 42

Oltre all'Amministrazione regionale, anche altri soggetti pubblici e privati effettuano monitoraggi freaticometrici per specifici compiti istituzionali, seppure in parti del territorio limitate e spesso per brevi periodi o con cadenze di misura molto dilatate:

- Consorzi di Bonifica, Aziende di servizi acquedottistici (in collaborazione con l'Unità Operativa Idrografica);
- Enti pubblici locali per raccolta dati per pianificazione particolareggiata o per puntuali fenomeni idrogeologici locali che interessano beni di cittadini o beni pubblici.
- Società di gestione di impianti di scarica;
- ARPA FVG.

### **Gli strumenti di misura freaticometrici nelle reti regionali**

Gli **scandagli acustici o luminosi** sono gli strumenti più comuni, più semplici da usare e più utilizzati nella misura della falda freatica. Sono realizzati con un cavo elettrico, non dilatabile e graduato al centimetro, disponibile in varie lunghezze (da 10 fino a 500 m), avvolto su una bobina rotante. Il cavo è messo in tensione tramite normali batterie commerciali da 1,5 o 9 V. Alla sua estremità è dotato di un puntale che, se immerso in acqua, chiude il circuito elettrico creato tra le batterie, il cavo e una lampadina o suoneria inserita nel corpo della bobina. Il cavo va srotolato con cautela lungo il pozzo; nel momento in cui la lampadina si accende o la suoneria si attiva, si può leggere sul cavo stesso la misura della **profondità della falda freatica da un determinato punto di riferimento prefissato in superficie** (bocca pozzo, piano campagna, ecc.). Questi dati di profondità vengono trascritti dagli osservatori su apposite schede ed inviati mensilmente per via telematica all'Unità Operativa Idrografica.

I **sensori piezoresistivi** sfruttano l'effetto causato da una sollecitazione meccanica, come la pressione, sui materiali semiconduttori, normalmente cristalli di quarzo o ceramica piezoelettrica. Immettendo una corrente elettrica nei semiconduttori, sottoposti a pressione variabile nel tempo, la loro resistenza varia in funzione della quantità pressione esercitata su di essi. La misura istantanea dei valori di resistenza si effettua con precisione tramite un dispositivo elettrico detto "ponte di Wheatstone". I valori elettrici vengono così convertiti in valori di pressione da un processore specificamente programmato. I valori così ottenuti devono essere compensati anche con il valore della pressione atmosferica nel momento della misura. Per effettuare questa compensazione già al momento della misura, i sensori piezoresistivi vengono messi in comunicazione con l'aria esterna attraverso un sottile tubicino la cui estremità rimane sempre fuori dall'acqua, il più delle volte collegato ai cavi di trasmissione dati e di alimentazione della sonda che partono dalla superficie. Le batterie di alimentazione, i processori e le altre parti elettroniche che gestiscono il sistema di rilevamento, memorizzazione e scarico dei dati possono quindi essere inseriti totalmente nel corpo di una sonda stagna oppure essere installati, in tutto o in parte, all'esterno del pozzo in appositi contenitori.

**POZZO PER MISURE CON SCANDAGLIO E PIEZOMETRO A PRESSIONE MARCA  
CAE ASSOCIATO A STAZIONE IN TELEMISURA**



LAYOUT DI POZZO CON INSERITO SENSORE PIEZORESISTIVO E CAVO DI  
COMPENSAZIONE BAROMETRICA



MISURA FREATIMETRICA IN POZZO CON SCANDAGLIO

Figura 136 - strumenti di misura



### POZZO CON STRUMENTI In-Situ



LAYOUT DI POZZO CON CAVI DI ANCORAGGIO SONDA In-Situ



SONDA In-Situ

Figura 137 - strumenti di misura



## I dati freatimetrici e la banca dati

Le 6 stazioni automatiche dotate di sensori piezoresistivi trasmettono i valori freatimetrici rilevati via radio ogni 30 minuti alla centrale di ricezione dati della Protezione civile regionale in Palmanova. I valori sono resi disponibili alle Direzioni centrali ed agli altri soggetti abilitati alla loro visione tramite collegamento telematico via modem. I dati provenienti dalle altre 37 sonde piezoresistive a registrazione locale vengono prelevati e controllati ogni 2-3 mesi. I tecnici dell'U.O.I. selezionano i dati secondo procedure definite ed a cadenza di 1-4 gg. e poi procedono al loro inserimento nella banca dati.

Le misure effettuate con scandaglio dagli osservatori locali pervenivano all'U.O.I. mensilmente trascritte su appositi cartellini postali a cadenza mensile; i cartellini venivano informatizzati ed i dati inseriti nella banca dati. Ora tutti gli osservatori inviano dei files mensili tramite posta elettronica che vengono direttamente inseriti nella banca dati.

Come per gli altri parametri idrologici, l'Unità Operativa Idrografica ha creato una apposita banca dati con il programma Microsoft ACCESS .

**Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia**  
 Direzione Centrale Ambiente e Lavori Pubblici - Servizio Idraulica  
 Unità operativa idrografica

**DATABASE GESTIONE DATI**

**PIEZOMETRICI**

<b>1</b>	<b>INTERROGAZIONE DATI</b>	per visualizzare e poi eventualmente stampare tabelle di dati richiesti
<b>2</b>	<b>AGGIORNAMENTO DATI</b> <small>accesso consentito solo al gestore del database</small>	per l'inserimento di nuovi dati, la validazione dei dati e l'aggiornamento dell'anagrafe delle stazioni di misura.
<b>3</b>	<b>ESPORTAZIONE DATI</b> <small>accesso consentito solo agli autorizzati</small>	per esportare in formato Excel o ASCII tabelle di dati richiesti
<b>4</b>	<b>GRAFICI</b>	per generare grafici a partire dai dati scelti
<b>5</b>	<b>USCITA</b>	per uscire dal database e chiudere Access

Figura 138 - frontespizio standard di accesso alla banca dati delle misure freatimetriche dell'U.O.I.

La U.O.I. gestisce ed implementa questa banca dati, nella quale sono stati inseriti anche gran parte dei dati storici rilevati dall'U.I.M.A. e successivamente dal S.I.M.N. fino al 2002, compresi quelli pubblicati negli Annali Idrologici dal 1926 al 1996.

I dati freatimetrici inseriti nel database corrispondono alla **profondità in cm del livello del pelo libero della falda freatica rispetto alla quota di riferimento del pozzo**, rilevata alla

data e ora indicata per ciascun valore. Tra due valori consecutivi nel tempo misurati in una stazione si può tracciare un segmento ed interpolare così, con buona precisione, i valori intermedi di altezza idrometrica avvenuta tra le due date di rilevamento.

La quota altimetrica del punto di riferimento delle misure in ciascun pozzo/piezometro, espressa in metri sul livello medio mare, è ottenuta tramite livellazione topografica o desunta dalla cartografia tecnica regionale.

Tutte le misure inserite nella banca dati vengono successivamente analizzate per eliminare errori di vario tipo che si possono generare durante i processi di acquisizione, trasmissione e informatizzazione. Gli errori che si possono verificare nelle stazioni automatiche riguardano soprattutto il malfunzionamento o la staratura dei sensori piezoresistivi oppure sono legati al comportamento anomalo dei sensori stessi in presenza di determinati condizioni di carica statica del terreno (per esempio, un fulmine che si abbatte nelle vicinanze del pozzo può anche guastare il sensore) o di pompaggi in pozzi vicini. Gli errori di rilevamento che si possono generare nelle stazioni tradizionali, oltre a quelli relativi al malfunzionamento dei strumenti meccanici, riguardano principalmente le imprecisioni nella lettura da parte dell'osservatore, le trascrizioni scorrette delle misure sui cartellini mensili o l'errata digitazione delle misure stesse nella banca dati.

L'analisi e la correzione dei dati avviene per lo più attraverso la comparazione delle misure effettuate presso stazioni freaticometriche vicine fra loro, tenendo conto dei lunghi tempi di corruzione dell'acqua nelle falde e delle particolari conformazioni idrogeologiche inerenti a ciascun punto di misura. I dati errati possono quindi essere direttamente scartati o corretti.

Al termine della verifica dei dati rilevati, si possono considerare "validati" solo i valori che hanno superato i processi di controllo e correzione. Essi pertanto possono essere utilizzati per tutte le valutazioni del caso.

### **6.2.2 Rete di monitoraggio chimico fisico**

Lo stato chimico è determinato tramite il rilevamento di parametri definiti "di base"; tra questi, alcuni definiti macrodescrittori quali la conducibilità elettrica, la concentrazione di cloruri, di manganese, di ferro, di azoto ammoniacale e nitrico, solfati. I livelli concentrazione dei singoli analiti individuano la classe di appartenenza, contrassegnata dai valori da 0 a 4; la classificazione, viene stabilita dal valore peggiore tra i parametri misurati, secondo una ripartizione di valori indicata nell'allegato 1 al D.Lgs. 152/99. Tale classe può venire ulteriormente modificata, in senso peggiorativo, dalla presenza di inquinanti appartenenti alla categoria delle sostanze pericolose o prioritarie di natura inorganica ed organica.

La tutela delle acque sotterranee è stata prevista dal D.lg. 152/99 e ripresa dal D.Lgs. 152/2006, che stabilisce i criteri per la valutazione dello stato di qualità dei corpi acquiferi sotterranei e la programmazione di politiche di protezione.

Il prelievo di campioni non è direttamente riferibile a precisi corpi idrici sotterranei dal momento che manca una precisa validazione identificativa dei corpi idrici sotterranei mediante la verifica stratigrafica nonché le previste misure di portata.

Lo stato di qualità delle acque sotterranee viene stimato attraverso prelievi periodici da circa 150 pozzi costituenti la rete di monitoraggio; esso evidenzia numerose criticità legate nella quasi generalità a fonti di pressione di origine agricola. Stante l'inconsistenza di scarichi

idrici al suolo, particolarmente critica si presenta la pressione esercitata dai nitrati di origine agricola, che condizionano l'utilizzo idropotabile delle acque sotterranee.

L'art. 93 del D.Lgs. 152/06 dispone inoltre che le regioni identifichino le aree vulnerabili da prodotti fitosanitari, secondo i criteri previsti dal D. Lgs. 17 marzo 1995, n. 194, allo scopo di proteggere le risorse idriche o altri comparti ambientali dall'inquinamento derivante dall'uso di prodotti fitosanitari. Con Delibera della Giunta Regionale n. 1745 del 20 luglio 2007 è stato approvato il "Programma per il controllo e la valutazione di eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari sui comparti ambientali vulnerabili". Il Programma è stato predisposto sulla base di quanto stabilito in sede di Conferenza Stato-Regioni dell'8 maggio 2003, "Accordo tra Ministri della Salute, dell'ambiente e della tutela del territorio, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano, per l'adozione dei Piani nazionali triennali di sorveglianza sanitaria ed ambientale su eventuali effetti derivanti dall'utilizzazione dei prodotti fitosanitari", in attuazione di quanto previsto dal D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 194 in materia di immissione in commercio di prodotti fitosanitari.

La condizione delle acque sotterranee della regione appare infatti influenzata dalla presenza di erbicidi: l'atrazina, il cui uso è ormai da diversi anni vietato, non si rileva più, ma si rileva, anche in concentrazioni rilevanti, il suo metabolita desetilatrazina. Inoltre da tempo si è cominciato a rilevare la presenza di altri erbicidi: il bromacile in una vasta zona della Provincia di Pordenone a sud di Aviano e la terbutilazina, in particolare il suo metabolita - la desetilterbutilazina - in alcuni Comuni posti sulla linea delle risorgive in Provincia di Udine e in un pozzo agricolo nel Comune di Cormons in Provincia di Gorizia.

Si evidenzia come proprio la presenza di questi residui fitosanitari condizioni, in generale, la classificazione delle acque sotterranee.

## **7 IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE A SERVIZIO DEL PRTA**

### **7.1 Premessa**

Il presente capitolo è finalizzato a descrivere le azioni intraprese nella raccolta e catalogazione dei dati collezionati e dei risultati ottenuti durante la fase conoscitiva del Piano regionale di tutela delle acque, renderli pubblicabili attraverso il webgis del portale regionale ed inviarli periodicamente in modo sistematico al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Si identificano inoltre i contenuti relativi alla veste grafica del piano e le caratteristiche delle cartografie allegate.

### **7.2 Quadro normativo di riferimento**

L'individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque fa riferimento alle seguenti principali disposizioni normative comunitarie e nazionali:

- Direttiva 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia Ambientale" e successive modifiche ed integrazioni e, in particolare, gli art. 118, comma 2 e 123, comma 2, che prevedono l'adozione di un decreto che stabilisca modalità di trasmissione delle informazioni rispettivamente sulle caratteristiche del bacino idrografico, sull'analisi dell'impatto esercitato dall'attività antropica e sullo stato di qualità e classificazione dei corpi idrici;
- Direttiva 2007/2/CE del 14 marzo 2007 che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Inspire);

### **7.3 Lo state dell'arte del sistema informativo territoriale a supporto del piano**

Lo sviluppo della fase conoscitiva del Piano si è basato sulla disponibilità delle banche dati presenti all'interno dell'Amministrazione regionale e dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambiente (ARPA) che, in base ai contenuti e agli obiettivi che il Piano si prefigge di raggiungere, si distinguono in:

- banche dati delle risorse idriche di tipo quantitativo;
- banche dati delle risorse idriche di tipo qualitativo;
- banche dati a supporto del Piano.

### 7.3.1 Banche dati delle risorse idriche di tipo quantitativo

Il Piano, per quanto concerne gli aspetti quantitativi delle risorse idriche, dispone di un'infrastruttura di dati ormai consolidata da tempo, gestita dal Servizio idraulica e denominata "Sistema Informativo Territoriale idraulica -SITI-", che fornisce le banche dati condivise, definite in gergo tecnico "strati attrattori", e di riferimento, che di seguito si riassumono:

- Strati attrattori
  - rete idrografica con l'identificazione anagrafica univoca dei corsi d'acqua resa possibile anche grazie al contributo offerto della Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali e dai Consorzi di bonifica ed irrigazione presenti sul territorio regionale;
  - laghi ed invasi;
  - bacini idrografici con estensione territoriale superiore a 10 km<sup>2</sup>.
- Strati di riferimento
  - rete di monitoraggio quantitativo;
  - censimento delle derivazioni;
  - censimento delle opere idrauliche.

Tutti gli strati informativi gestiti dal SITI seguono continue procedure di validazione e di aggiornamento del dato sulla base di sopralluoghi, studi di settore, osservazioni.

L'infrastruttura del Siti è gestita al livello centralizzato su server in ambiente Oracle spatial in condivisione con l'infrastruttura realizzata per la gestione dei dati di carattere geologico, di competenza del Servizio geologico della Regione, denominata con l'acronimo SITGEO.

Si elencano di seguito i principali vantaggi offerti dell'infrastruttura del SITI:

- Gestione condivisa dei dati territoriali per tutti gli operatori GIS del Servizio idraulica;
- realizzazione di strati informativi sovrapposti alla medesima geometria del corso d'acqua come ad esempio la tipizzazione, i tratti sottesi da una derivazione, ecc. al fine di evitare la duplicazione dei dati;
- storicizzazione dei dati territoriali;
- condivisione delle risorse tra il Servizio idraulica ed il Servizio geologico della Regione;
- definizione di regole topologiche di natura geometrica che vincolano le posizioni delle geometrie;
- pubblicazione diretta dei dati territoriali validati nell'ambito del Webgis tematico delle risorse idriche pubblicato sul portale regionale nell'area "Ambiente e Territorio" – "Acqua" al seguente link:
  - <http://www.irdat.regione.fvg.it/Consultatore/GISViewer.jsp?template=http://193.43.178.71/configs/Idraulica/idraulica.gmxml>

### **7.3.2 Banche dati delle risorse idriche di tipo qualitativo**

Per quanto concerne gli aspetti qualitativi questi sono di competenza del Servizio infrastrutture civili e tutela acque da inquinamento. I dati vengono rilevati da ARPA-FVG secondo le normative vigenti e resi disponibili al suddetto servizio per lo svolgimento delle proprie competenze.

Queste banche dati comprendono:

- Rete di monitoraggio qualitativa;
- Analisi chimico-fisiche;
- Analisi biologiche.

### **7.3.3 Banche dati a supporto del piano**

Le banche dati a supporto del Piano forniscono tutti gli elementi indispensabili per una corretta valutazione ed interpretazione dei dati quantitativi e qualitativi delle risorse idriche. Tali banche dati sono state raccolte in un'area condivisa al fine di fornire a tutti gli operatori un riferimento comune dei dati utilizzati e conseguiti dal Piano.

### **7.3.4 Strategie di sviluppo del sistema informativo territoriale**

Al fine di migliorare la condivisione dei dati di carattere quantitativo con quelli di carattere qualitativo, si rende necessario sviluppare un unico Sistema informativo territoriale di tipo GIS sulla base dell'Infrastruttura realizzata dal Servizio idraulica e dal Servizio geologico che permetta a tutti gli operatori del settore di avere a disposizione un quadro completo delle risorse idriche della Regione.

## **7.4 La pagina web dedicata al piano**

Tutte le informazioni riguardanti il Piano (normative, documentazione, aggiornamenti ecc.) sono rese disponibili sul portale regionale nella pagina "Ambiente e Territorio" – "Acqua" – "Piano regionale di tutela delle acque" al seguente link:

- <http://www.regione.fvg.it/rafvfg/territorioambiente/dettaglio.act?dir=/rafvfg/cms/R/AFVG/AT9/ARG1/Foglia20/>

E' attivo inoltre il seguente indirizzo di posta elettronica di riferimento per richiedere informazioni o esprimere le proprie osservazioni sul Piano in oggetto:

- [pianoacque@regione.fvg.it](mailto:pianoacque@regione.fvg.it)

## **7.5 L'infrastruttura di dati territoriali a disposizione del piano per la visibilità sul portale regionale**

I dati raccolti ed i risultati conseguiti dal Piano saranno resi disponibili a seguito dell'approvazione del progetto di Piano mediante l'utilizzo del "Catalogo dei dati ambientali e territoriali", strumento che si colloca all'interno delle attività e dei servizi che l'Amministrazione regionale implementa nel contesto del progetto generale per la realizzazione di un'Infrastruttura Regionale di Dati Ambientali e Territoriali per il Friuli Venezia Giulia (IRDAT-FVG), approvato con decreto del Presidente della Regione n. 063 del 7 marzo 2006. Ogni dataset viene catalogato e definito il metadato associato.



Il Catalogo Irdat permette di individuare i temi esistenti e ne consente la visualizzazione tramite uno strumento di rappresentazione geografica (WebGis) e l'eventuale scarico del dato. Verrà predisposto e configurato un apposito webgis tematico con l'obiettivo di divulgare i contenuti previsti dal Piano con chiarezza e facilità di interpretazione in un contesto adeguato attraverso le seguenti funzionalità di base:

- mappa con funzionalità di navigazione cartografica e legenda;
- definizione della vestizione cartografica in termini di colore, spessore, trasparenza;
- visualizzazione di etichette di alcune principali informazioni alfanumeriche;
- definizione dei contenuti del tooltip, strumento che permette di visualizzare alcuni informazioni con il passaggio del puntatore del mouse sull'oggetto interessato;
- modulo di localizzazione dei principali dati del Piano;
- modulo di interrogazione spaziale;
- modulo di interrogazione alfanumerica per attributi;
- modulo di stampa parametrizzabile in funzione del tipo di formato (A4, A3), e della scala da stampare con la possibilità di modificare il titolo descrittivo del lavoro;

L'elenco dei dati territoriali verrà definito mediante una struttura ad albero da configurare secondo le necessità con gli opportuni sfondi cartografici di base necessari per la corretta interpretazione della componente cartografica del Piano. La scala di visualizzazione massima consentita per la consultazione del dato a livello regionale sarà non superiore a 1:50.000, in coerenza con la scala di dettaglio adottata per l'acquisizione dei dati necessari per la redazione del Piano.

Resta inteso che l'utente potrà abbinare ai contenuti previsti tutte le altre informazioni che risiedono nel catalogo Irdat utilizzando la classica funzione di aggiunta dataset già predisposta per l'ambiente webgis classico di visualizzazione.

L'attivazione del webgis dedicato del Piano sarà attivata a partire dalla pagina di argomento dedicata al Piano a seguito dell'adozione del progetto di Piano da parte della Giunta regionale.

## **7.6 La trasmissione dei dati al ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare**

Nell'ambito del Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, denominato con l'acronimo SINTAI, è stato istituito il nodo nazionale WISE con l'obiettivo di raccogliere, elaborare e trasmettere alla Commissione Europea, i dati sulla caratterizzazione delle acque, sul monitoraggio e sullo stato di qualità delle acque, conformemente al sistema informativo WISE.

La bozza di decreto diramata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela, di prossima pubblicazione prevede che l'ISPRA fornisca sul nodo nazionale WISE del sistema SINTAI le modalità, le specifiche dati, gli strati informativi GIS di base già disponibili e le codifiche per l'acquisizione dei dati, aggiornandoli sulla base di eventuali ulteriori specifiche WISE. Le Regioni e le province autonome di Trento e Bolzano, ciascuno per la loro parte di territorio ricadente in ogni distretto idrografico e le Autorità di Bacino, ciascuna per la propria competenza trasmettono attraverso il nodo nazionale WISE del sistema SINTAI, nelle more della messa in opera del sistema WISE distribuito, le informazioni indicate negli allegati del decreto.

## 7.7 L'immagine coordinata del piano e gli strumenti di pubblicazione

Il presente paragrafo pone l'obiettivo di fornire una appropriata vestizione grafica al Piano, individuando regole e modalità per la compilazione dei documenti nel rispetto del sistema di identità visiva della Regione.

A questo fine sono stati messi a punto i seguenti strumenti a supporto del Piano:

### Logo di caratterizzazione del Piano

E' stato elaborato un Logo identitario in funzione dei contenuti e dagli obiettivi che il Piano si prefigge di raggiungere che, in sintesi, sono:

- l'analisi dello stato conoscitivo dello stato delle acque sia in termini quantitativi e qualitativi;
- le misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità delle acque

Il logo viene utilizzato, in linea generale, nei seguenti contesti:

- documenti e materiali informativi;
- portale tematico regionale;
- applicazione webgis dedicata;
- Consultazioni, Convegni, Workshop con l'obiettivo di diffondere i contenuti del Piano.

### Modello elaborati testuali

Costituisce lo standard in termini di utilizzo del carattere tipografico (font), di margini del documento e posizione degli elementi al suo interno (es. titolo, testo, oggetti grafici), del colore istituzionale, nel rispetto dell'art.1 della legge regionale 17/2004, che ripropone essenzialmente i contenuti previsti per l'utilizzo dell'immagine coordinata della Regione.

### Modello elaborati grafici

Costituisce la standard di riferimento per la rappresentazione cartografica di uno o più strati informativi territoriali. Si compone di un cartiglio di riferimento, di un logo di identificazione univoco del Piano, di un titolo, di una legenda e di una determinata vestizione grafica. Per gli usi che il Piano comporta sono state identificate due diverse scale di rappresentazione grafica che di seguito si descrivono:

- 1:150.000 : carta di sintesi per la rappresentazione in macroscale dei dati territoriali che si identifica con un'unica tavola di riferimento formato A0. Viene adottato quale sfondo di riferimento la carta Tabacco B/N in scala 1:100.000.
- 1:50.000: carta di dettaglio necessaria per rappresentare con maggiore precisione i dati territoriali. La Regione risulta suddivisa in 6 tavole di riferimento formato A0. Viene adottato quale sfondo di riferimento la carta numerica regionale in scala 1:25.000.

1	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....	3
1.1	Premessa .....	3
1.2	Bibliografia dei principali riferimenti normativi .....	6
2	APPROCCIO METODOLOGICO: IL MODELLO DPSIR E L'ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PIANO .....	10
3	DESCRIZIONE GENERALE DEL TERRITORIO REGIONALE .....	12
3.1	Caratteristiche climatiche .....	12
3.1.1	Classificazione dei climi del Friuli Venezia Giulia.....	13
3.1.2	Temperatura .....	18
3.1.3	Le precipitazioni.....	20
3.1.4	Il vento .....	27
3.2	Caratteristiche geologiche (tratte da Carulli, 2006).....	29
3.2.1	La successione paleozoica (tratta da Vai, Spalletta e Pondrelli; 2002, da Venturini, 2002; e da Carulli, 2006; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006).....	30
3.2.2	La Successione permo-anisica (tratta da Venturini, 2002; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006) .....	32
3.2.3	La successione ladino-retica (tratta da Ponton, 2002; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006).....	35
3.2.4	La sequenza giurassico-paleogenica (tratta da Tunis e Venturini, 2002; e da Carulli, 2006; semplificata e modificata da Covelli & Podda, 2006) .....	37
3.2.5	La sequenza neogenica (da Grandesso P., Stefani C. e Tunis G., 2002, semplificata da Covelli & Podda, 2006).....	40
3.2.6	I Depositi del Quaternario (tratto da Venturini, 2002; e da Carulli, 2006) .....	41
3.2.7	Cenni di tettonica del Friuli Venezia Giulia (tratto e modificato da Carulli, 2006).....	42
3.3	Caratteristiche idrologiche .....	44
3.3.1	Bacini idrografici della Regione .....	44
3.3.2	Acque marino-costiere .....	69
3.4	Caratteristiche idrogeologiche .....	78
3.4.1	Gli acquiferi montani: sistema imbrifero e sistema carsico .....	78
3.4.2	Gli acquiferi del Campo di Gemona-Osoppo e dell'anfiteatro morenico.....	79
3.4.3	Caratteristiche della falda freatica nell'Alta pianura e delle falde artesiane superficiali nella Bassa pianura .....	80
3.4.4	I fenomeni di termalismo e le falde artesiane profonde.....	87
3.4.5	Le province idrogeologiche .....	89
3.4.6	Le carte delle isofreatiche .....	91

3.5 VULNERABILITÀ INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI .....	101
3.5.1 PREMESSA.....	101
3.5.2 SOGGIACENZA.....	102
3.5.3 INFILTRAZIONE EFFICACE .....	103
3.5.4 NON SATURO (EFFETTO DI AUTODEPURAZIONE).....	105
3.5.5 TIPOLOGIA DELLA COPERTURA .....	106
3.5.6 ACQUIFERO (CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE).....	107
3.5.7 CONDUCIBILITÀ IDRAULICA .....	108
3.5.8 SUPERFICIE TOPOGRAFICA (ACCLIVITÀ).....	109
3.5.9 PESI.....	110
3.5.10 VULNERABILITÀ INTRINSECA.....	111
3.6 Caratterizzazione degli habitat nelle acque superficiali .....	113
3.6.1 Ambienti lentici.....	113
3.6.2 Ambienti lotici .....	119
3.6.3 La fauna ittica delle acque interne continentali del Friuli Venezia Giulia .....	130
3.6.4 Caratterizzazione degli habitat nelle acque marino costiere e di transizione .....	133
3.6.5 Elenco delle specie ittiche marine più comuni nel Golfo di Trieste e nelle sue lagune.....	148
3.7 Registro delle aree protette.....	150
3.7.1 Aree designate per l'estrazione di acque destinate al consumo umano .....	150
3.7.2 Corpi idrici sotterranei.....	150
3.7.3 Acque superficiali.....	154
3.7.4 Aree designate per la protezione di specie acquatiche significative dal punto di vista economico (vita pesci e vita molluschi) .....	155
3.7.5 Corpi idrici a scopo ricreativo, comprese le acque di balneazione .....	163
3.7.6 Aree sensibili ai nutrienti a norma della Direttiva 91/271/CE e zone vulnerabili a norma della Direttiva 91/676/CEE e da quelle da prodotti fitosanitari a norma della Direttiva 91/414/CEE .....	165
3.7.7 Aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, compresi i siti pertinenti della rete Natura 2000.....	165
4 INQUADRAMENTO SOCIOECONOMICO .....	169
4.1 Premessa.....	169
4.2 La popolazione .....	169
5 INFRASTRUTTURE ESISTENTI.....	188
5.1 I principali gestori acquedottistici in Friuli Venezia Giulia .....	188
5.1.1 Consorzio Acquedotto Friuli Centrale (C.A.F.C.) .....	189

5.1.2	Acquedotto AMGA .....	191
5.1.3	Acquedotto Poiana .....	192
5.1.4	Carniacque.....	193
5.1.5	IRISACQUA.....	195
5.1.6	ACEGAS - APS .....	198
5.1.7	Acque Basso Livenza S.p.A. ....	200
5.1.8	CAIBT S.p.A. ....	202
5.1.9	Acquedotto dell'Arzino .....	202
5.1.10	Sistema Ambiente .....	203
5.1.11	Consorzio Depurazione Laguna .....	206
5.2	L'irrigazione.....	207
5.2.1	I Consorzi di Bonifica .....	208
5.2.2	Consorzio di bonifica Cellina Meduna .....	210
5.2.3	Consorzio Bassa Pianura Friulana.....	213
5.2.4	Consorzio Ledra-Tagliamento .....	216
5.2.5	Consorzio Pianura Isontina .....	220
5.2.6	La provincia di Trieste.....	225
5.2.7	Criticità .....	225
6	RETE DI MONITORAGGIO QUALITATIVO E QUANTITATIVO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO ESISTENTE .....	227
6.1	Corpi idrici superficiali.....	227
6.1.1	Stazioni di rilevamento meteorologico .....	227
6.1.2	Stazioni idrometriche e sezioni per misure di portata .....	252
6.1.3	Rete di monitoraggio chimico fisico e rete di monitoraggio biologico .....	277
6.2	Corpi idrici sotterranei.....	288
6.2.1	Rete di monitoraggio freaticometrico .....	288
6.2.2	Rete di monitoraggio chimico fisico .....	308
7	IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE A SERVIZIO DEL PRTA .....	310
7.1	Premessa .....	310
7.2	Quadro normativo di riferimento .....	310
7.3	Lo state dell'arte del sistema informativo territoriale a supporto del piano .....	310
7.3.1	Banche dati delle risorse idriche di tipo quantitativo.....	311
7.3.2	Banche dati delle risorse idriche di tipo qualitativo .....	312
7.3.3	Banche dati a supporto del piano.....	312

7.3.4 Strategie di sviluppo del sistema informativo territoriale.....	312
7.4 La pagina web dedicata al piano .....	312
7.5 L'infrastruttura di dati territoriali a disposizione del piano per la visibilità sul portale regionale .....	312
7.6 La trasmissione dei dati al ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare .....	313
7.7 L'immagine coordinata del piano e gli strumenti di pubblicazione.....	314