

REGIONE ABRUZZO



DIREZIONE LL.PP., CICLO IDRICO INTEGRATO DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA, PROTEZIONE CIVILE

SERVIZIO QUALITA' DELLE ACQUE

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152 e s.m.i.

ELABORATO N.

R1.2

SCALA

CODICE DOCUMENTO

R G S 0 2

FILE

METODOLOGIA

TITOLO

IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE RELAZIONE GENERALE – SEZIONE II

METODOLOGIA

PER LA REGIONE ABRUZZO

Servizio Qualità delle Acque – Ufficio Qualità delle Acque

dott.sa Sabrina DI GIUSEPPE – **Responsabile Ufficio Qualità Acque**

Stefano SALSO – **Ufficio Qualità Acque**

dott.sa Patrizia VIGNINI – **Collaboratore Esterno**

Ing. Pierluigi CAPUTI – **Direttore Regionale**

Dott. Luigi Del SORDO – **Dirigente del Servizio**

Prof. Roberto VOLPE – **Consulente Esterno**

PROGETTAZIONE Associazione Temporanea di Imprese (A.T.I.):



1	FEBBRAIO 2010	REVISIONE PER ADOZIONE	Servizio Acque e Demanio Idrico	Prof. P. B. Celico
0	MAGGIO 2008	EMISSIONE DEFINITIVA	Geol. F. Di Girolamo; Dott.ssa R. Di Piero; Ing. A. Palozzo; Dott.ssa Sabrina Di Giuseppe; Dott.ssa Tiziana Di Lorenzo; Dott.ssa Patrizia Vignini; Ing. Giuseppe Venturini	Prof. P. B. Celico
REV	DATA	MOTIVO	REDATTO	APPROVATO



INDICE

1. FASE CONOSCITIVA	2
1.1 Acquisizione, omogeneizzazione e georeferenziazione della base topografica	2
1.1.1 Realizzazione del modello digitale del terreno a partire dalle restituzioni aerofotogrammetriche	3
1.1.2 Acquisizione e analisi del reticolo idrografico	4
1.2 Analisi dell'uso del suolo a partire dalle informazioni CORINE	5
1.3 Limiti amministrativi	7
1.4 Definizione dei limiti territoriali dei bacini idrografici	7
1.4.1 Metodo di delimitazione degli spartiacque	8
1.5 Analisi dell'acclività	8
1.6 Carta geolitologica dell'Abruzzo	9
1.7 Analisi dei dati idro-meteorologici	10
1.8 Acque superficiali	10
1.8.1 Acquisizione dei dati e della documentazione esistente	10
1.8.2 Caratterizzazione dei bacini idrografici per gli aspetti fisici	12
1.8.3 Descrizione delle caratteristiche naturalistiche dei bacini	12
1.8.4 Individuazione delle aree protette e delle aree a rischio	12
1.8.5 Individuazione delle acque dolci a specifica destinazione funzionale	12
1.8.6 Attribuzione della classe di qualità ambientale ed individuazione delle misure per il conseguimento degli obiettivi di qualità	13
1.9 Acque sotterranee	14
1.9.1 Acquisizione dei dati e della documentazione esistente	14
1.9.2 Caratterizzazione idrogeologica del territorio	15
1.9.3 Individuazione dei principali acquiferi e dei corpi idrici sotterranei significativi	16
1.9.4 Localizzazione dei punti d'acqua sotterranea potenzialmente disponibili per le misure ed attivazione monitoraggio	17
1.9.5 Attribuzione dello stato di qualità ambientale ai corpi idrici sotterranei significativi	17
1.10 Individuazione delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento	18
1.10.1 "Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola"	18
1.10.2 "Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari"	20
1.10.3 "Zone vulnerabili alla desertificazione"	20
2. ASPETTI IDRICI QUALITATIVI	21
3. ASPETTI IDRICI QUANTITATIVI	22
3.1 Il bilancio idrologico ed idrogeologico	22
3.1.1 Bilancio medio annuo	22
3.1.2 Bilancio medio mensile	26
3.1.3 Bilancio anno scarso	27
3.2 Valutazione del Deflusso Minimo Vitale	27
3.3 Il bilancio idrico	28
3.3.1 Il modello di bilancio	29
3.3.2 Le simulazioni eseguite con MIKE BASIN	30



4. FASE DELLA PIANIFICAZIONE	31
5. IL GIS A SUPPORTO DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE	32



PREMESSA

Ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (art. 121, Parte III, Sez. II, Titolo IV, Capo I) *"il Piano di tutela delle acque costituisce uno specifico piano di settore ..."* e *"... contiene, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di cui alla parte terza del presente decreto, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico"*.

Tale piano consente, dunque, di classificare le acque superficiali, sotterranee e a specifica destinazione, di fissare obiettivi di qualità e misure di intervento, per la loro tutela o per il loro risanamento.

Il D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (art. 120, Parte III, Sez. II, Titolo IV, Capo I) stabilisce, inoltre, che le regioni elaborino ed attuino programmi per la conoscenza e la verifica dello stato qualitativo e quantitativo delle acque superficiali e sotterranee all'interno di ciascun bacino idrografico.

A tal fine, il presente Piano di Tutela delle Acque contiene il censimento e la catalogazione dei corpi idrici significativi e di interesse, distinti, secondo quanto stabilito dall'Allegato 1 Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., in corpi idrici superficiali (distinte in corsi d'acqua, laghi, acque marino-costiere e corpi idrici artificiali) e corpi idrici sotterranei.

Per ognuno di essi si è provveduto alla caratterizzazione dello stato quali-quantitativo al fine della definizione delle misure da predisporre per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale, stabiliti dalla vigente normativa nazionale ed europea.

In questo elaborato viene descritta la metodologia utilizzata nella stesura del presente Piano di Tutela delle Acque nonché le procedure di caratterizzazione quantitativa e qualitativa dei corpi idrici superficiali e sotterranei; le misure da predisporre per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, ai sensi del D.Lgs. 152/06, sono trattati nella Relazione Generale – Sezione IV, elaborato R1.4 "Quadro Programmatico".



1. FASE CONOSCITIVA

L'acquisizione e la gestione dei dati, che delineano la Relazione Generale – Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo", ha comportato la preventiva effettuazione di una serie di scelte metodologiche, che sono alla base della stesura del presente Piano di Tutela delle Acque. Tali scelte sono state verificate ed implementate nel corso dell'espletamento della fase conoscitiva.

Nei paragrafi seguenti vengono illustrati i principali passi metodologici seguiti nel corso del lavoro.

1.1 Acquisizione, omogeneizzazione e georeferenziazione della base topografica

La base cartografica fondamentale per il Sistema Informativo Geografico a supporto del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo è costituita dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:25.000.

Questa carta è stata inserita nel Sistema partendo dai files raster della Carta Topografica Regionale alla scala 1:25.000 (edizione 2000), facenti riferimento al Quadro d'unione della figura di seguito riportata (**Figura 1.1**) e suddivisi in 49 fogli completi e 5 tagli (porzione di foglio).

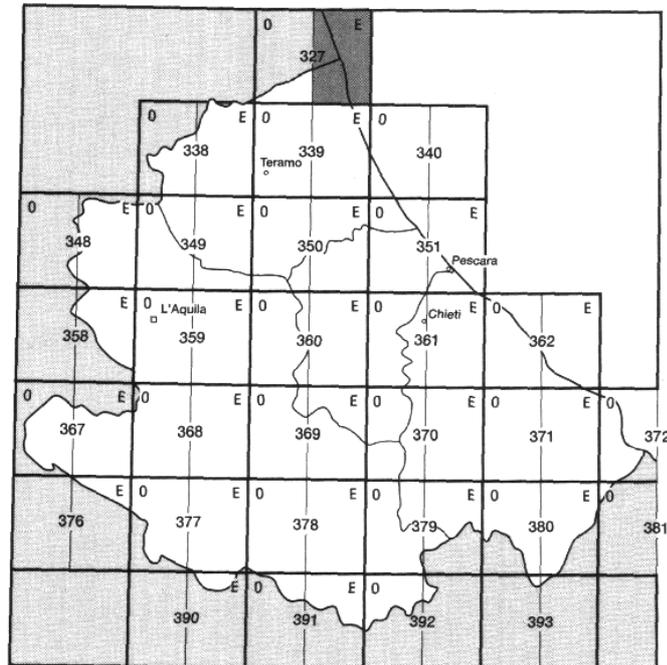


Figura 1.1 – Quadro d'unione della Carta Topografica Regionale (scala 1:25.000 – Anno 2000)



I raster in formato TIF in toni di grigio sono georeferenziati in coordinate Gauss Boaga fuso Est e sono, quindi, dotati di relativo file TFW di georeferenziazione.

I suddetti files sono stati "tagliati sui bordi", eliminando da ciascun foglio il cartiglio e le legende. Si è, pertanto, proceduto a svolgere le seguenti attività di omogeneizzazione, per poter visualizzare correttamente i fogli affiancati:

1. predisposizione di una tabella rappresentativa delle coordinate "nominali" riportate nel cartiglio di ogni foglio:
 - l'informazione è stata desunta direttamente dalle coordinate "nominali" riportate nel cartiglio;
 - per alcuni vertici sono stati ravvisati errori nel riporto delle coordinate e, quindi, tali valori sono stati corretti con i valori esatti dedotti dai corrispondenti vertici nelle carte attigue;
 - per ogni carta è stata verificata la congruenza tra le coordinate "nominali" dei vertici e le coordinate reali facilmente verificabili a video. L'analisi ha messo in evidenza scostamenti abbastanza limitati (la massima distanza riscontrata è stata di 4 pixel in corrispondenza del vertice NE della tavola 379-Ovest, corrispondenti a 13 m reali e pari a circa 0,5 mm cartografici al 25.000). Lo scostamento è ritenuto conseguenza del non perfetto raddrizzamento dell'immagine (tale obiettivo è difficilmente realizzabile, in quanto fortemente condizionato dalle distorsioni presenti nella tavola originale).
2. realizzazione del tema poligonale rappresentativo del Quadro d'unione di tutte le tavole;
3. trasformazione delle immagini dall'originale formato TIF al formato GRID;
4. ritaglio di ogni tavola in formato GRID, finalizzato all'esclusione di tutta l'area esterna al riquadro cartografico vero e proprio (cartiglio, legenda...);
5. esclusione di tutta l'area esterna al riquadro cartografico mediante opportuna impostazione della legenda;
6. organizzazione in catalogo (CTR25000.dbf) necessario per una più comoda visualizzazione nel GIS.

1.1.1 Realizzazione del modello digitale del terreno a partire dalle restituzioni aerofotogrammetriche

I dati di partenza sono stati acquisiti come restituzione aerofotogrammetrica, consistente in 336 sezioni alla scala 1:10.000, che coprono l'intero territorio regionale.

Per ogni sezione sono disponibili le ortofoto digitali "IT 2000" in formato TIF a colori e il relativo file TFW di georeferenziazione, nonché il file ASC (GRID formato ascii di Arc/Info) relativo alle elevazioni.



Ogni singolo file ASC è stato convertito attraverso funzioni Arc/Info in GRID a maglia regolare con passo 40 m al fine di poter assemblare tutti gli elementi in un unico GRID, che costituisce il DTM (Modello Digitale del Terreno) dell'intero territorio regionale.

È stato verificato che nelle aree di sovrapposizione i valori restituiti nei singoli elementi si mantengono uguali, pertanto in fase di unione di elementi contigui non sono stati introdotti errori procedurali se si considera il dato di uno qualsiasi degli elementi in esame.

La possibilità che alcune quote restituite potessero essere affette da errori è stata riscontrata nella zona di confine, al Nord della regione, nell'elemento 327110. Tale possibilità è stata segnalata all'Ufficio Cartografico.

Il modello ottenuto, pur con dei possibili limiti a livello locale, consente di descrivere compiutamente la morfologia della regione per gli scopi del PTA: in particolare, ai fini di analisi idrologiche, consente di ricavare il contorno e la morfologia di tutti i bacini di rilievo regionale. La stessa cosa vale anche per i bacini di rilievo nazionale (che sono del versante tirrenico) chiusi alla sezione di confine della regione, in quanto nella stessa ricade tutto il territorio a monte di tale sezione, mentre per i bacini interregionali (che sono del versante adriatico) il modello non consente di ricavare i dati completi alla sezione di sbocco in Adriatico, in quanto una parte significativa del bacino è esterna al DTM dell'Abruzzo.

1.1.2 Acquisizione e analisi del reticolo idrografico

È stata svolta un'attività di analisi del reticolo finalizzata alla verifica della struttura dei dati. L'analisi ha messo in evidenza le seguenti anomalie:

- i tracciati idrografici non corrispondono esattamente alla cartografia raster al 25.000, anche se l'andamento delle linee segue abbastanza fedelmente il tracciato del reticolo riportato su questa carta;
- nel reticolo sono stati riscontrati tratti paralleli e tratti che si incrociano fra loro, che evidentemente corrispondono a canalizzazioni artificiali; tuttavia dalla struttura dei dati non è possibile dedurre se, al punto d'incrocio, esista un'effettiva connessione idraulica o se i canali siano disconnessi per via dell'esistenza di un ponte canale o di un sifone;
- nel reticolo si riscontra spesso la mancanza di tratti, che di fatto impediscono un tracciamento in "continuo" della rete idrografica. Poiché ai fini del sistema GIS è fondamentale realizzare, per ogni bacino idrografico, una rete interamente connessa, sono state eseguite le attività, di seguito elencate, finalizzate al completamento della rete, mantenendo comunque traccia di quanto aggiunto rispetto al reticolo idrografico originale:
 - digitalizzazione dei tratti mancanti, laddove la cartografia raster regionale ne riporti, anche solo parzialmente, il tracciato;
 - nelle zone in cui la cartografia raster non riporta alcuna indicazione grafica si è provveduto alla sovrapposizione del reticolo idrografico con le foto aeree, per



recuperare indicazioni sul tracciato da questa fonte;

- nei casi in cui neppure la foto aerea consentiva di tracciare il reticolo mancante si è provveduto ad una integrazione, partendo da una rete drenante calcolata mediante GIS sul DTM regionale descritto in precedenza (in questo caso si è operato con la consapevolezza che, in alcuni casi, il reticolo calcolato può rappresentare solo un percorso schematico, che non si sovrappone a quello reale, in quanto quest'ultimo non è rilevabile in superficie a causa di fenomeni di carsismo);
- diversi tratti di fiume risultano digitalizzati senza rispettare il reale verso di percorrenza dell'acqua; in tal caso, e limitatamente ai corsi d'acqua che concorrono alla realizzazione della rete drenante, si è provveduto alla manuale inversione della direzione (operazione di flipping);
- nei casi più evidenti sono stati eliminati quegli errori di digitalizzazione, principalmente legati al tracciamento di archi piccolissimi o dovuti a errati settaggi di snapping, che creavano loop ingiustificati.

1.2 Analisi dell'uso del suolo a partire dalle informazioni CORINE

Come supporto alla redazione del presente Piano di Tutela delle Acque, in particolare ai fini dell'analisi relativa ai singoli bacini idrografici, è stata utilizzata la Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 versione 2000.

Questa carta è stata realizzata partendo dalle ortoimmagini digitali dell'AIMA del 1997 (scala 1:10.000) e dalle immagini del satellite Landsat TM5 (pixel di 30x30 metri), acquisite in tre passaggi, corrispondenti alla tarda primavera, all'estate e all'inverno, per coprire fasi fenologiche significative della vegetazione naturale e delle principali colture agricole.

La legenda deriva direttamente da quella Corine Land Cover.

Il programma CORINE (COoRdination de l'INformation sur l'Environnement), varato dal Consiglio delle Comunità Europee nel 1985, ha lo scopo primario di verificare dinamicamente lo stato dell'ambiente nell'area comunitaria, al fine di orientare le politiche comuni, controllarne gli effetti, proporre eventuali correttivi.

All'interno del programma CORINE, il progetto CORINE-Land Cover è specificamente destinato al rilevamento e al monitoraggio, ad una scala compatibile con le necessità comunitarie, delle caratteristiche del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela.

La legenda si articola su 3 livelli, il primo dei quali comprende 5 voci generali, che abbracciano le maggiori categorie di copertura sul pianeta, il secondo 15, adatte ad una rappresentazione a scale di 1:500.000/1.000.000, e il terzo 44, con voci più dettagliate, adatte ad una scala di 1:100.000.



La classificazione del primo livello è la seguente:

1. Superfici artificiali (Ambiente urbanizzato);
2. Superfici agricole utilizzate (Ambiente coltivato);
3. Superfici boscate e ambiente seminaturale;
4. Ambiente umido;
5. Ambiente delle acque.

Caratteristica saliente della carta dell'Uso del suolo della Regione Abruzzo è la realizzazione di una rete di monitoraggio permanente costituita da 2000 punti, scelti nelle diverse classi in funzione della loro rappresentatività, dei quali è stata redatta una monografia. Oltre che per la validazione della carta dell'uso del suolo durante la fase di collaudo, la rete di monitoraggio sarà utilizzata per tenere sotto controllo l'evoluzione del territorio e per eventuali aggiornamenti speditivi.

Il sistema di riferimento è Gauss-Boaga.

Il materiale è stato acquisito su supporto ottico in formato SHAPE.

Al fine di effettuare le stime del carico inquinante derivante dall'agricoltura sono state definite le seguenti tipologie di uso del suolo, secondo la suddivisione di seguito riportata:

<i>AGRICOLTURA</i>	
Colture ortive	Colture orticole in campo, serra, sotto plastica
Colture cerealicole	Seminativi in aree non irrigue
	Colture temporanee associate a colture permanenti
	Sistemi colturali e particellari complessi
	Colture agrarie con spazi naturali importanti
	Seminativi semplici
Frutteti, vigneti, uliveti	Vigneti
	Frutteti e frutti minori
	Oliveti
	Aree agroforestali
	Arboricoltura da legno
	Formazioni forestali a produzione di frutti
Prato-pascolo	Altre colture arboree
	Prati stabili
	Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota
<i>VEGETAZIONE</i>	
Aree boscate	Boschi di conifere
	Boschi misti di conifere e latifoglie
	Boschi di latifoglie di alto fusto
	Cedui semplici
	Cedui matricinati
	Aree a ricolonizzazione naturale
	Aree a ricolonizzazione artificiale
	Boschi percorsi da incendi
Aree cespugliate	Brughiere e cespuglieti
	Aree a vegetazione sclerofila
	Formazioni riparie



La carta dell'uso del suolo è stata utilizzata anche per l'individuazione delle zone vulnerabili dai nitrati (cfr. par. 1.10.1) e per la valutazione dell'evapotraspirazione nel bilancio.

L'uso del suolo è analizzato negli elaborati grafici relativi alle schede monografiche per ogni singolo bacino idrografico, alle quali si rimanda (Sezione V, elaborati R1.5 "Schede Monografiche dei Corpi Idrici Superficiali").

1.3 Limiti amministrativi

Il dato riguardante i limiti amministrativi comunali è stato realizzato mediante digitalizzazione, su sfondo raster, della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:25.000.

Il dato così ottenuto è stato successivamente connesso all'informazione alfanumerica fornita dall'ISTAT; pertanto, ad ogni elemento poligonale definente il comune, è stato associato il proprio codice ISTAT e il nome.

Successivamente è stato inserito il campo 'area', calcolato sul dato digitalizzato.

Dal dato appena descritto sono stati ricavati i limiti provinciali. Per ogni provincia è stato riportato il numero di comuni, che la compongono, la sigla e il codice ISTAT.

1.4 Definizione dei limiti territoriali dei bacini idrografici

Nel presente paragrafo è descritta la procedura adottata per la delimitazione territoriale dei bacini abruzzesi, intesa come descrizione geografica e fisica finalizzata agli studi idrologici, per la valutazione del bilancio idrico e della qualità e tutela delle acque.

Per la delimitazione, in questa fase, si è proceduto all'individuazione dello spartiacque naturale, utilizzando il Modello Digitale del Terreno e la traccia planimetrica della rete idrografica principale.

Questa delimitazione non è necessariamente coincidente con quella amministrativa delle Autorità di Bacino, che, ispirandosi al principio di considerare i bacini come ecosistemi unitari, per la sua completa definizione tiene conto, ove necessario, anche di altri fattori a volte di difficile valutazione. Infatti, dove meno evidente risulta lo spartiacque, i contorni del bacino sono definiti dalle Autorità sulla base di documentate ipotesi, tenendo presenti anche la conformazione del bacino sotterraneo e gli eventuali interventi antropici modificanti la rete idrografica.

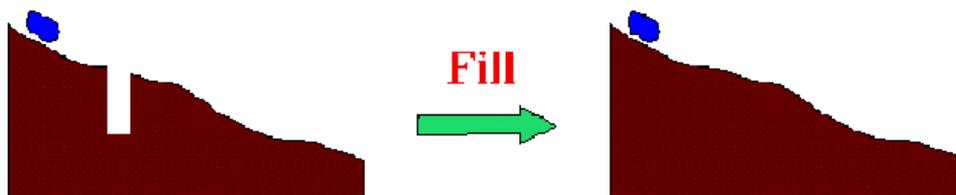
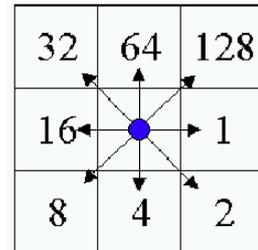


1.4.1 Metodo di delimitazione degli spartiacque

La delimitazione dei bacini dell'Abruzzo è stata effettuata mediante il procedimento automatico basato sul modello digitale del terreno.

Il procedimento consiste nell'individuare per ogni cella la direzione di massima pendenza fra le 8 celle contigue. Le direzioni sono numerate come in figura e sono memorizzate in una matrice (GRID del FlowDirection).

Per arrivare alla definizione del grid delle direzioni di flusso (FlowDirection) sono necessari passaggi intermedi, che hanno lo scopo di rimuovere dal DTM dei punti depressi, per i quali non è possibile definire la direzione di uscita dell'acqua (operazione di fill).



Nei casi in cui effettivamente c'è un bacino chiuso occorre definire nel punto più depresso almeno una cella di uscita (nodata) per poter effettuare la delimitazione.

Nel caso dell'Abruzzo questa operazione è stata effettuata per il bacino del Fucino.

Un'altra operazione intermedia, che è stata effettuata, è quella di imporre il passaggio della rete calcolata dal DEM (Digital Elevation Model) sul percorso della rete drenante principale ottenuta dal raster della cartografia. Questa operazione chiamata Burning in streams si ottiene utilizzando, per la definizione delle linee di flusso, un DEM intermedio (Burned DEM) ottenuto elevando artificialmente tutte le celle non attraversate da linee di corsi d'acqua: in tal modo c'è la sicurezza che tutte le celle prossime alla linea del corso d'acqua abbiano come direzione del flusso quello verso il corso d'acqua. Non sarebbe stato possibile ottenere tale risultato dal DEM originale a causa di piccole imprecisioni spesso presenti nei DEM.

Tale metodica è stata preferita alla delimitazione manuale dei bacini idrografici, ottenuta mediante l'analisi delle curve di livello e la definizione della linea spartiacque. Contrariamente a quest'ultima, essa conduce, infatti, a risultati, che non dipendono dall'operatore, ma unicamente dalla precisione e dalla risoluzione del modello considerato.

1.5 Analisi dell'acclività

L'analisi dell'acclività dei versanti, ottenuta tramite GIS dal modello digitale del terreno, è stata effettuata al fine di definire il coefficiente correttivo relativo alla pendenza che è stato utilizzato



per la stima dei carichi effettivi di origine zootecnica e agricola nelle acque superficiali (cfr. par. 4.2.4 e 4.2.6 della Relazione Generale – Sezione III, elaborato R1.3 “Quadro Conoscitivo”).

Ai fini dell'analisi suddetta, è stata utilizzata la funzione di elaborazione “Slope” presente nel GIS Arc/Info, mediante la quale è possibile calcolare il valore dell'acclività per ciascun punto del GRID costituente il modello digitale. Il procedimento usato dalla funzione è riportato a seguire:

- per ogni cella del modello del terreno viene ricercata la massima variazione di quota rispetto a tutte le celle confinanti;
- viene calcolata la pendenza rispetto alla massima variazione di quota;
- viene creato un nuovo GRID che contiene in ogni cella il valore massimo trovato.

È possibile selezionare se il risultato si vuole in gradi sessagesimali oppure in percentuale.

Nel caso specifico si è scelto di ricavare i valori in percentuale.

I valori del GRID delle acclività sono stati raggruppati nelle seguenti fasce di acclività:

Classe	Fascia di pendenze in %
1	0 - 10 %
2	11% - 20%
3	21% - 35%
4	36% - 50%
5	51% - 75%
6	76% - 100%
7	Oltre 100%

1.6 Carta geolitologica dell'Abruzzo

Per la realizzazione della carta geolitologica si è partiti dalla carta geologica redatta degli autori L. VEZZANI & F. GHISSETTI: CARTA GEOLOGICA DELL'ABRUZZO – 1998, in scala 1:100.000.

Si è proceduto ad un accorpamento dei litotipi affioranti, definendo una serie di complessi, aventi, nel loro insieme, caratteristiche litologiche simili.

Tale operazione ha permesso di ridurre il numero di formazioni geologiche a 32.

I criteri che hanno condotto ad una riduzione siffatta sono stati i seguenti:

- gli accorpamenti sono stati fatti distinguendo 12 Unità deposizionali, differenti sia per i caratteri stratigrafico-deposizionali e di facies, che per l'assetto deformativo interno;
- all'interno di ciascuna Unità deposizionale, le diverse formazioni descritte sulla Carta Geologica sono state raggruppate, per un totale di 32 successioni di litologia simile, di ugual processo deposizionale e di uguale età;
- i lineamenti strutturali (faglie e sovrascorrimenti) presi in considerazione sono solo quelli che mettono a contatto successioni e litotipi differenti e non quelli presenti all'interno della medesima successione o litotipo;
- sono stati tracciati solo gli assi di piega di maggior sviluppo.

La geolitologia (fornita in formato Shape gestita in piattaforma GIS) è stata realizzata mediante l'uso dello sfondo raster della carta al 100.000 a colori.



La digitalizzazione dei diversi tipi di depositi e dei lineamenti strutturali è stata eseguita ingrandendo la base topografica di 10 volte rispetto alla scala della Carta Geolitologica e, dunque, ad una scala di 1:10.000.

Gli aspetti geolitologici sono analizzati negli elaborati grafici relativi alle schede monografiche per ogni singolo bacino idrografico, alle quali si rimanda (Sezione V, elaborati R1.5 "Schede Monografiche dei Corpi Idrici Superficiali").

1.7 Analisi dei dati idro-meteorologici

Il censimento delle stazioni meteorologiche e idrometriche ha portato all'acquisizione dei dati relativi alle stazioni gestite dal SIMI (Servizio Idrografico e Mareografico Italiano) sede di Pescara.

Sono stati acquisiti i dati caratteristici delle stazioni, degli strumenti e delle serie storiche disponibili, compresi quelli riguardanti anche stazioni del SIMI di Pescara esterne al territorio della Regione Abruzzo, in quanto utili alla realizzazione del modello idrologico.

Parte delle stazioni censite risultano georeferenziate, attraverso coordinate, espresse in gradi, primi e secondi, riferite al Monte Mario: per queste si è provveduto alla conversione in Gauss Boaga fuso Est. Altre stazioni non sono, invece, georeferite, ma sono state comunque importate nel database alfanumerico e non hanno un inquadramento territoriale.

Per quanto riguarda il dato cronologico sono stati identificati i seguenti sensori e la relativa tipologia di dato, che è stata inserita nel database:

- idrometri (portata mensile espressa in mc/sec, ripartita in valore massimo, minimo e medio);
- termometri (temperatura media diurna, media mensile massima, media mensile minima, massimo mensile, minimo mensile);
- pluviometri (precipitazione cumulata mensile in mm);
- nivometri (altezza neve a fine mese in cm, quantità di neve caduta nel mese in cm, numero di giorni di precipitazione nevosa nel mese di riferimento, giorni di permanenza al suolo della neve nel mese di riferimento).

1.8 Acque superficiali

1.8.1 Acquisizione dei dati e della documentazione esistente

Lo studio ha richiesto la preliminare acquisizione ed analisi dei dati e della documentazione esistente. Tali informazioni sono state reperite presso gli Enti e le istituzioni preposte.

Le informazioni raccolte sono state catalogate e organizzate all'interno di un Sistema Informativo Geografico.



Tali dati, una volta inseriti nel database, sono stati analizzati anche in relazione alla necessità effettiva di ulteriori indagini sul campo, per l'ampliamento e la correzione di alcune tipologie di dato.

Lo scopo ultimo dell'acquisizione di tali dati è stato quello di avere una fotografia, il più possibile reale, del territorio oggetto di indagine, a partire dalla quale si è operato per l'individuazione ed il successivo perseguimento degli obiettivi di qualità.

Le informazioni reperite hanno riguardato i seguenti aspetti sulla natura del territorio:

- caratteristiche geologiche: sono stati ricercati studi precedentemente condotti e, in particolare, sono state acquisite informazioni sulla tipologia dei substrati, almeno in relazione alla litologia, struttura e permeabilità;
- caratteristiche idrogeologiche: sono stati ricercati studi precedentemente condotti (idrogeologici, geofisici, geomorfologici, ecc.), con relativi eventuali elaborati cartografici (carte geologiche, idrogeologiche, piezometriche, idrochimiche, ecc.);
- caratteristiche idrologiche: sono stati ricercati studi su bilanci idrici, dati relativi alle portate, alle derivazioni idriche e alle relative fluttuazioni stagionali;
- caratteristiche climatiche: sono stati acquisiti dati e informazioni relativi a precipitazioni, evaporazione ed evapotraspirazione;
- caratteristiche naturalistiche: sono stati ricercati dati, informazioni e notizie sulle presenze faunistiche e sulla struttura vegetazionale;
- dati e notizie sulle aree protette, sulle zone umide e sulle aree a rischio e/o potenzialmente vulnerabili, comprese aree soggette a vincoli di salvaguardia.

In aggiunta a quanto sopra, le seguenti ulteriori informazioni sono state reperite in merito ai carichi inquinanti, alla qualità delle acque ed alle pressioni antropiche:

- dati esistenti riguardanti accertamenti analitici sulla qualità delle acque dei corpi idrici superficiali;
- dati progettuali riguardanti gli impianti e i sistemi di trattamento acque;
- dati sugli scarichi;
- dati sulle concessioni in vigore;
- dati utili a definire le caratteristiche socio-economiche del territorio;
- dati sulla distribuzione delle principali destinazioni d'uso del suolo con l'individuazione delle principali attività antropiche;
- cartografia di base dell'intero territorio regionale in scala 1:100.000 e 1:25.000, nonché la carta aggiornata dell'uso del suolo in scala 1:25.000.

I dati di qualità delle acque derivano da indagini effettuate da :

- A.R.T.A. Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente;
- A.T.I. (Associazione Temporanea di Imprese) Ecogest Sas di Teramo e Bioprogramm – società cooperativa di Padova;
- Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale".



1.8.2 Caratterizzazione dei bacini idrografici per gli aspetti fisici

Sulla base dei dati acquisiti e della documentazione cartografica reperita, i vari bacini idrografici sono stati caratterizzati relativamente agli aspetti geografici, geologici, idrogeologici, idrologici e climatici.

In particolare, per tali aspetti sono stati redatti vari elaborati grafico-descrittivi e specifiche schede monografiche per ogni singolo bacino idrografico, alle quali si rimanda (Sezione V, elaborati R1.5 "Schede Monografiche dei Corpi Idrici Superficiali").

1.8.3 Descrizione delle caratteristiche naturalistiche dei bacini

L'indagine è stata svolta sulla base di documentazione bibliografica e cartografica, che ha consentito di individuare i seguenti aspetti:

- patrimonio floristico e vegetazionale;
- patrimonio faunistico;
- colture agrarie.

Tali aspetti sono trattati nelle schede monografiche di ogni singolo bacino idrografico, alle quali si rimanda (Sezione V, elaborati R1.5 "Schede Monografiche dei Corpi Idrici Superficiali").

1.8.4 Individuazione delle aree protette e delle aree a rischio

Sono state individuate ed evidenziate su apposita cartografia, tramite Sistema Geografico Informativo, le aree naturali protette e le aree a rischio.

Per il censimento delle aree protette sono stati considerati i Parchi Nazionali, i Parchi regionali, le Oasi del WWF, i Parchi territoriali attrezzati, i biotopi di particolare interesse vegetazionale, le Riserve naturali statali, regionali e comunali, i siti di interesse comunitario, le aree a conservazione integrale e parziale individuate nel piano Regionale Paesistico e quant'altro è stato istituito a protezione del territorio regionale (per la documentazione cartografica si rimanda alla Tavola A030_5-5).

Nella categoria delle aree a rischio, rientrano quelle potenzialmente vulnerabili in quanto esposte ai nitrati e ai prodotti fitosanitari. Per l'individuazione di tali aree si rimanda al paragrafo 1.10.

1.8.5 Individuazione delle acque dolci a specifica destinazione funzionale

Ai sensi dell'art. 79 del D.Lgs. 152/06 sono acque dolci a specifica destinazione funzionale:

- a) le acque superficiali che possono essere destinate alla produzione di acqua potabile;
- b) le acque destinate alla balneazione;
- c) le acque che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei



pesci;

d) le acque destinate alla vita dei molluschi.

Per le acque di cui al punto a) risulta la classificazione delle categorie A1, A2 e A3 secondo le caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche indicate nella tabella 1/A dell'Allegato 2 Parte Terza del D. Lgs. 152/2006.

Per la classificazione delle acque di cui al punto b) si rimanda alla documentazione cartografica Tavola A030_2-2).

Per le acque di cui al punto c), sono stati acquisiti i dati concernenti la qualità delle acque per la classificazione dei corsi d'acqua in Salmonicoli e Ciprinicoli, secondo i requisiti riportati dalla tabella 1/B dell'Allegato 2 Parte Terza del D.Lgs. 152/06. Tali dati sono stati prodotti dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale". Per l'individuazione dei tratti fluviali designati per il monitoraggio e per la classificazione delle acque di cui al punto c) si rimanda alla documentazione cartografica Tavole A030_2-3a/b).

Per la classificazione delle acque di cui al punto d) si rimanda alla documentazione cartografica Tavola A030_2-1).

1.8.6 Attribuzione della classe di qualità ambientale ed individuazione delle misure per il conseguimento degli obiettivi di qualità

Ai sensi dell'art. 76 del D.Lgs. 152/06, l'obiettivo di qualità ambientale per i corpi idrici significativi è definito in funzione della capacità che essi hanno di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

L'analisi dei dati di monitoraggio delle acque superficiali (corsi d'acqua, laghi e canali) ha consentito la definizione dello stato di qualità ambientale.

Si precisa tuttavia che, poiché i dati di monitoraggio e la classificazione sono stati effettuati nel periodo 2000-2006 e dunque precedente l'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06, l'attribuzione del suddetto stato di qualità ambientale è avvenuto ai sensi del D.Lgs. 152/99.

Per la specifica trattazione si rimanda al capitolo 5 "Monitoraggio e classificazione dei Corpi Idrici Superficiali e Sotterranei" della Relazione Generale – Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo".

Per l'individuazione delle misure per il conseguimento degli obiettivi di qualità si rimanda alla Relazione Generale – Sezione IV, elaborato R1.4 "Quadro Programmatico".



1.9 Acque sotterranee

1.9.1 Acquisizione dei dati e della documentazione esistente

Lo studio ha richiesto la preliminare acquisizione ed analisi ragionata dei dati e della documentazione esistente.

A tal fine, sono state ricercate tutte le informazioni, sia su supporto cartaceo che numerico, utili allo svolgimento delle attività. Tali informazioni sono state reperite presso Enti ed Istituzioni preposti.

Le informazioni raccolte sono, quindi, state catalogate e organizzate all'interno di un Sistema Informativo Geografico.

Tali dati, una volta inseriti nel database, sono stati analizzati anche in relazione alla necessità effettiva di ulteriori indagini sul campo per l'ampliamento e la correzione di alcune tipologie di dato.

Lo scopo ultimo dell'acquisizione di tali dati è stato quello di avere una fotografia, il più possibile reale, del territorio oggetto di indagine, a partire dalla quale si è operato per l'individuazione ed il successivo perseguimento degli obiettivi di qualità, di cui nel presente Piano.

Le informazioni reperite hanno riguardato i seguenti aspetti sulla natura del territorio:

- caratteristiche geologiche: sono stati ricercati studi precedentemente condotti ed, in particolare, sono state acquisite informazioni sulla tipologia dei substrati, almeno in relazione alla litologia, struttura e permeabilità;
- caratteristiche idrogeologiche: sono stati ricercati studi precedentemente condotti (idrogeologici, geofisici, geomorfologici, ecc) con relativi, eventuali, elaborati cartografici (carte geologiche, idrogeologiche, piezometriche, idrochimiche, ecc...)
- caratteristiche idrologiche: sono stati ricercati studi su bilanci idrici, dati relativi alle portate, alle derivazioni idriche e alle relative fluttuazioni stagionali;
- caratteristiche climatiche: sono stati acquisiti dati e informazioni relativi a precipitazioni, evaporazione ed evapotraspirazione;
- caratteristiche pedologiche: sono stati ricercati dati, informazioni e notizie sul tipo di suolo e sulla sua distribuzione areale;
- dati e notizie sulle aree protette, sulle aree a rischio e/o potenzialmente vulnerabili, comprese aree soggette a vincoli di salvaguardia.

In aggiunta a quanto sopra, sono state reperite ulteriori informazioni:

- dati relativi alle sorgenti, quali: ubicazione, portata, utilizzatore (pubblico o privato), stato di attività (attiva, in disuso, ecc.);
- dati relativi a pozzi e piezometri, quali: ubicazione, litostratigrafia, utilizzatore (pubblico o privato), stato di attività (attivo, in disuso, cementato) nonché i dati relativi ai valori piezometrici;



- dati esistenti riguardanti accertamenti analitici sulla qualità delle acque dei corpi idrici sotterranei, delle sorgenti, dei pozzi e piezometri esistenti, oltre che quelli sulle acque superficiali;
- dati sulla distribuzione delle principali destinazioni d'uso del suolo con l'individuazione delle principali attività antropiche;
- cartografia di base dell'intero territorio regionale in scala 1:100.000 e 1:25.000, nonché la carta aggiornata dell'uso del suolo in scala 1:25.000.

I dati di qualità delle acque derivano da indagini effettuate da :

- A.R.T.A. Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente.

1.9.2 Caratterizzazione idrogeologica del territorio

Il quadro idrogeologico abruzzese è dominato dalla presenza di numerose catene montuose di natura carbonatica, che svolgono il ruolo di importanti serbatoi per le acque sotterranee. Le varie ed estese formazioni calcaree, calcareo-dolomitiche e calcareo-silico-marnose mesozoiche, che costituiscono tali rilievi, sono, infatti, caratterizzate da una permeabilità generalmente elevata, che favorisce l'assorbimento delle acque meteoriche e di fusione delle nevi.

L'attiva circolazione sotterranea alimenta falde imponenti, le quali saturano la base dei massicci carbonatici e defluiscono lentamente verso le sorgenti, poste alla periferia delle idrostrutture, contribuendo all'alimentazione dei corsi d'acqua. Le formazioni terrigene cenozoiche, costituite essenzialmente da flysch arenaceo-argilloso-marnosi e da argille marine e caratterizzate da una scarsa o trascurabile permeabilità, svolgono invece, generalmente, il ruolo di "aquiclude" nei confronti degli acquiferi carbonatici.

Un ruolo idrogeologico secondario, ma certamente non trascurabile, giocano, infine, gli acquiferi alluvionali delle piane costiere, fluvio-lacustri e detritici delle piane intramontane.

Per quanto concerne la caratterizzazione idrogeologica del territorio della regione Abruzzo, le azioni svolte possono essere così sintetizzate:

Attività di indagine sviluppate:

1. acquisizione dei dati idrogeologici, litostratigrafici, geofisici, idrochimici, ecc. di maggiore interesse disponibili;
2. analisi critica ed elaborazione e interpretazione dei dati acquisiti;
3. redazione della cartografia tematica.

Risultati ottenuti:

1. sintesi dello stato attuale delle conoscenze sull'idrodinamica sotterranea:
 - individuazione dei complessi idrogeologici (cfr. par. 1.2.1.1 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo");



- schema di circolazione idrica sotterranea (cfr. par. 1.2.1.2 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo" e Allegato Monografico A1.2 "Relazione idrogeologica");
 - quantificazione delle risorse idriche potenzialmente disponibili in ciascun corpo idrico sotterraneo significativo e/o in ciascun settore di corpo idrico (bilancio idrogeologico medio annuo), tenendo conto anche della valutazione degli interscambi con i corpi idrici (superficiali e/o sotterranei) adiacenti e/o con i territori delle altre regioni (cfr. par. 1.2.1.2 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo" e Allegato Monografico A1.3 "Bilancio Idrologico e Idrogeologico");
2. identificazione dei corpi idrici sotterranei significativi e di interesse effettuata sulla base della definizione di corpo idrico sotterraneo significativo e delle indicazioni contenute nell'Allegato 1 Parte Terza al D. Lgs. 152/06 (cfr. par. 1.2.2, 1.2.3 e 1.2.4 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo");
 3. individuazione delle reti di monitoraggio quali-quantitativo delle risorse idriche sotterranee (cfr. par. 5.2.1 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo");
 4. classificazione dello stato ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi, in base allo stato quantitativo e allo stato chimico (cfr. par. 5.2.2 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo" e Allegato Monografico A1.4 "Classificazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi");
 5. individuazione delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento (zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, ecc.) con definizione della rete di monitoraggio (cfr. par. 1.10.1 del presente documento e cap. 7 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo").

1.9.3 Individuazione dei principali acquiferi e dei corpi idrici sotterranei significativi

Sulla base delle conoscenze geologico-strutturali, idrogeologiche, idrologiche, ecc. acquisite sono stati individuati gli acquiferi costituenti i corpi idrici sotterranei significativi. Per ognuno di essi è stata ricostruita, per quanto possibile, la geometria e l'idrodinamica sotterranea.

In particolare, sono stati identificati i seguenti principali elementi:

- area dell'idrostruttura e principali limiti idrogeologici, che delimitano lateralmente l'acquifero;
- i vari complessi idrogeologici che lo costituiscono, con l'indicazione delle caratteristiche di permeabilità;
- assetto geologico-strutturale e ruolo idrogeologico svolto da tale assetto (ad esempio l'individuazione di importanti discontinuità tettoniche, che fungono da spartiacque



sotterranei);

- meccanismi di ricarica e principali aree di alimentazione degli acquiferi;
- principali direzioni del deflusso idrico sotterraneo;
- rapporti idrogeologici con eventuali altri acquiferi limitrofi e con le acque superficiali;
- principali sorgenti alimentate, con l'indicazione dell'ubicazione e della portata media;
- bacini di alimentazione delle principali sorgenti.

I principali dati idrogeologici sono stati organizzati all'interno del Database del G.I.S. in modo da restituire:

- una cartografia, alla scala 1:100.000, in cui sono stati schematizzati i complessi idrogeologici (per la documentazione cartografica si rimanda alla Tavola A030_1-4);
- una cartografia, alla scala 1:100.000, in cui sono stati delimitati i corpi idrici sotterranei significativi e di interesse, siano essi principali e/o secondari (per la documentazione cartografica si rimanda alla Tavola A030_1-3);
- una cartografia idrogeologica, alla scala 1:100.000, in cui sono state schematizzate le modalità di deflusso delle acque sotterranee (per la documentazione cartografica si rimanda alla Tavola A030_1-5).

1.9.4 Localizzazione dei punti d'acqua sotterranea potenzialmente disponibili per le misure ed attivazione monitoraggio

Sulla base della ricostruzione della geometria degli acquiferi, dei dati relativi ai pozzi, ai piezometri ed ai valori piezometrici, dei dati relativi alle sorgenti ed al regime delle loro portate e dei dati relativi agli accertamenti analitici sulla qualità delle acque, si è provveduto a localizzare i punti d'acqua sotterranea disponibili per le misure.

In tal modo è stato possibile individuare la rete dei punti d'acqua, sulla quale è stato attivato un sistematico e periodico monitoraggio per la caratterizzazione degli acquiferi, basato su misure quantitative e misure chimiche, secondo quanto indicato nei paragrafi 4.2.1.1 e 4.2.1.2 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 152/99 e nel paragrafo B dell'Allegato 1 Parte Terza al D.Lgs. 152/06 (cfr. par. 5.2.1 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo").

1.9.5 Attribuzione dello stato di qualità ambientale ai corpi idrici sotterranei significativi

Come previsto dal D.Lgs. 152/06, lo stato ambientale delle acque sotterranee si definisce in base allo stato quantitativo e a quello chimico.

Si precisa tuttavia che, poiché i dati di monitoraggio e la classificazione sono stati effettuati nel periodo 2003-2005 e dunque precedente l'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06, l'attribuzione del suddetto stato di qualità ambientale è avvenuto ai sensi del D.Lgs. 152/99.



Lo "stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei significativi" è stato determinato sulla base dei dati disponibili e sulla base di varie considerazioni.

Lo "stato chimico dei corpi idrici sotterranei significativi" è stato determinato sulla base dei risultati ottenuti dal monitoraggio qualitativo delle acque sotterranee e sulla base di varie considerazioni.

Per la specifica trattazione si rimanda ai paragrafi 5.2.2 della Relazione Generale – Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo" e all'Allegato Monografico A1.4 "Classificazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi".

1.10 Individuazione delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento

1.10.1 "Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola"

Per zone vulnerabili da nitrati di origine agricola si intendono zone di territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati di origine agricola o zootecnica in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali tipi di scarichi (come indicato al comma 1 punto pp dell'art. 74 "Definizioni" del D.Lgs. 152/06).

La metodologia utilizzata per la loro individuazione è consistita in un'indagine preliminare di riconoscimento (Allegato 7, parte AII, punto 1 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/99, integralmente recitato dall'Allegato 7, parte III del D.Lgs. 152/06), alla quale sono stati sovrapposti i primi risultati delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali.

Si è proceduto per passi successivi nel seguente modo:

- è stata valutata la "vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi" mediante il metodo di zonazione per aree omogenee del CNR-GNDCI (D.Lgs. 152/06, Parte Terza, All. 7, parte AII, punto 2), che ha permesso l'individuazione di otto classi di vulnerabilità, con grado variabile da molto basso ad elevato.
Gli acquiferi maggiormente vulnerabili all'inquinamento sono risultati quelli più francamente calcarei, quelli detritici, fluvio-lacustri e sabbioso-conglomeratici.
- mediante piattaforma GIS, è stata analizzata la vulnerabilità integrata all'inquinamento degli acquiferi mediante la sovrapposizione, alle classi di vulnerabilità, delle fonti di inquinamento antropico, siano esse puntuali o diffuse, il che ha permesso di individuare le aree maggiormente esposte e probabilmente soggette a fenomeni di inquinamento.
- è avvenuto il riconoscimento delle "zone potenzialmente vulnerabili da nitrati di origine agricola", alla scala 1:250.000, con l'individuazione di quelle zone caratterizzate da un grado di vulnerabilità tra alto ed elevato [come previsto dal D. Lgs. 152/06 (Parte III, All.



7, parte AII, punto 2)] e dalla presenza di attività antropiche presumibilmente intensive. Per questo ultimo motivo sono state escluse le aree a grado di vulnerabilità elevato ricadenti all'interno dei massicci carbonatici.

Le zone potenzialmente vulnerabili da nitrati di origine agricola sono risultate quelle fluvio-lacustri e detritiche delle piane intramontane (tra cui la piana del Fucino, di Sulmona, dell'Alta Valle Aterno, di Castel di Sangro, di Oricola, ecc.) e le piane alluvionali costiere (compresi i terrazzi fluviali). Per esse, infatti, è risultata certa la presenza di attività, che potrebbero generare compromissioni qualitative delle acque sotterranee, dovute a fattori antropici di origine prevalentemente agricola.

- è stata predisposta, per le zone potenzialmente vulnerabili da nitrati di origine agricola, una rete di monitoraggio preliminare delle acque superficiali e sotterranee.
- sono state, infine, individuate le "**zone vulnerabili da nitrati**" (alla scala cartografica 1:250.000) mediante la sovrapposizione delle zone potenzialmente vulnerabili e le zone, in cui il monitoraggio ha evidenziato reali problemi di inquinamento delle acque sotterranee e/o superficiali.

Si tratta di una prima individuazione a scala regionale. Infatti, l'obiettivo è stato quello di evidenziare le aree di crisi e/o di probabile crisi e di indicare il grado di priorità, con il quale predisporre necessari e/o eventuali studi di approfondimento. Per questo motivo sono state identificate:

- **zone vulnerabili;**
- **zone potenzialmente vulnerabili a pericolosità elevata, media e bassa.**

Inoltre sono state definite anche le "**zone di intervento**" e le "**possibili zone di intervento**", le quali possono essere associate alle acque sotterranee e/o a quelle superficiali. Si intendono:

- "zone di intervento", quelle che, poste in collegamento diretto o indiretto con le "zone vulnerabili", contribuiscono alla loro vulnerazione, sia attraverso acque di ruscellamento superficiale, sia attraverso il travaso di acque sotterranee inquinate;
- "possibili zone di intervento", quelle che, poste in collegamento diretto o indiretto con le "zone potenzialmente vulnerabili a pericolosità elevata e media", contribuiscono alla loro eventuale vulnerazione, sia attraverso acque di ruscellamento superficiale, sia attraverso il travaso di acque sotterranee inquinate.

Le "zone vulnerabili" sono aree da tutelare, in quanto sono le uniche in cui esiste già un inquinamento generalizzato da nitrati. Esse dovranno essere sottoposte a programmi di azione, come previsto dal D.Lgs. 152/06 (Parte Terza, Allegato 7/A-IV), unitamente a quelle che sono state individuate come "zone di intervento".

Invece le "zone potenzialmente vulnerabili a pericolosità elevata o media" sono aree in cui risulta necessario prevedere ulteriori indagini, unitamente a quelle che sono state individuate



come "possibili zone di intervento".

Ciò premesso è evidente che l'indicazione del grado di pericolosità definisce l'ordine di priorità nello sviluppo di studi di dettaglio, allo scopo di affinare le conoscenze nelle aree caratterizzate dal maggior degrado qualitativo delle acque e/o nelle zone di maggiore interesse ai fini della captazione delle risorse idriche.

Per l'approfondimento dell'indagine preliminare di riconoscimento e dell'analisi dei dati di qualità delle acque sotterranee e superficiali si rimanda all'Allegato Monografico A1.7 "Prima individuazione delle Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola" e alle sue appendici.

1.10.2 "Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari"

Ai sensi dell'art 93 e dell'Allegato 7/B alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06, si è provveduto alla ricognizione delle zone vulnerabili da prodotti fitosanitari.

Si è proceduto nel seguente modo:

- *prima individuazione*: effettuata sulla base dell'analisi dei dati di monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali di cui all'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99, ha permesso di individuare preliminarmente eventuali "zone vulnerabili da prodotti fitosanitari";
- *seconda individuazione*: avviata nel luglio 2006 e di durata biennale, permetterà di caratterizzare e delimitare in modo più mirato le aree potenzialmente vulnerabili ai fitofarmaci sulla base dell'individuazione dei principi attivi che, per il grado di utilizzo sul territorio e per le loro caratteristiche chimico-fisiche, hanno maggiori probabilità di ritrovarsi nelle acque.

Al fine di definire meglio le informazioni acquisite e di garantire il rispetto della normativa comunitaria e regionale è stata predisposta l'integrazione dell'attività di indagine.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo".

1.10.3 "Zone vulnerabili alla desertificazione"

Premesso che con il termine "desertificazione" si fa riferimento ai processi di degrado delle risorse naturali, in particolare suolo, acqua e vegetazione, per la Regione Abruzzo, allo stato attuale, non risultano individuate e perimetrate aree vulnerabili alla desertificazione.

Tuttavia, pur non presentando attualmente sintomi evidenti di desertificazione, l'INEA (Istituto Nazionale di Economia Agraria) ha effettuato un'analisi e redatto un conseguente rapporto (2002) sullo stato dell'irrigazione dell'intera regione che contiene lo studio del fenomeno di desertificazione, redatto sulla base dell'indice di aridità di De Martonne ed incentrato sostanzialmente sulle aree pedo-appenniniche e costiere.

Per maggiori dettagli si rimanda pertanto alla Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo".



2. ASPETTI IDRICI QUALITATIVI

Al fine di completare la caratterizzazione qualitativa in merito ai carichi inquinanti gravanti all'interno dei bacini idrografici sono state reperite le seguenti informazioni:

- dati riguardanti gli impianti e i sistemi di trattamento acque (ricognizione preliminare ai fini dell'evasione degli obblighi informativi di cui al D.M. 18/09/02 degli agglomerati con carico superiore ai 2000 abitanti equivalenti e dei relativi impianti di depurazione di acque reflue urbane a servizio degli stessi effettuata dagli Enti d'Ambito);
- dati relativi alle imprese e addetti, distribuiti tra le diverse attività economiche (8° Censimento dell'Industria e dei Servizi - 21 ottobre 2001; Annuario delle industrie abruzzesi 2005-2006);
- dati relativi alle aziende agricole dell'Abruzzo che praticano l'allevamento di bestiame (5° Censimento generale dell'Agricoltura - ISTAT 22 ottobre 2000);
- scarichi industriali diretti (Catasto degli scarichi industriali redatti di concerto tra le province);
- dati utili a definire le caratteristiche socio-economiche: indagini demografiche, statistiche (14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, riferito al 21 ottobre 2001);
- dati sulla distribuzione delle principali destinazioni d'uso agricolo (5° Censimento generale dell'Agricoltura - 22 ottobre 2000);
- dati sulle concessioni in vigore (Sezione V, elaborati R1.5 "Schede Monografiche dei Corpi Idrici Superficiali");
- dati esistenti relativi ad analisi sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee (A.R.T.A. Abruzzo - Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente; A.T.I. (Associazione Temporanea di Imprese) Ecogest Sas di Teramo e Bioprogramm - società cooperativa di Padova; Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale");
- cartografia di base per l'intero territorio regionale in scala 1:100.000 e 1:25.000, nonché la carta aggiornata dell'uso del suolo in scala 1:25.000.

La trattazione dettagliata della metodologia seguita per la stima dei carichi potenziali e per la valutazione dei carichi effettivi, di origine industriale, civile, zootecnica e agricola, è riportata nel cap. 4 della Relazione Generale - Sezione III, elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo".



3. ASPETTI IDRICI QUANTITATIVI

Nell'ambito della redazione del PTA, al fine di valutare lo stato quantitativo delle acque superficiali e sotterranee si è proceduto all'analisi e allo sviluppo di alcuni modelli e metodologie che consentono una definizione preliminare delle pressioni sullo stato quantitativo delle risorse idriche. Tuttavia pur risultando complessa da eseguire un'esatta definizione in termini quantitativi delle risorse idriche e dei fabbisogni per i diversi usi, si è proceduto alla predisposizione dei seguenti strumenti:

- a. un modello di trasformazione afflussi-deflussi basato sulle equazioni del bilancio idrologico e di quello idrogeologico, accoppiate al fine di pervenire, in maniera integrata, alla valutazione delle risorse naturali superficiali e sotterranee;
- b. una metodologia di calcolo che sia in grado di determinare una preliminare valutazione del DMV utilizzando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino del Po che tra le metodologie ad oggi disponibili, risulta quella che meglio si adatta alle peculiarità del territorio regionale;
- c. un modello del bilancio idrico "alterato" che tiene conto cioè dell'effetto dell'attività antropica attuale, costruito mediante un'applicazione del codice Mike Basin della DHI Software, e che ha, come dati d'ingresso, le risorse naturali valutate al punto a) ed uno schema degli usi ad un dettaglio adatto alla scala regionale.

3.1 Il bilancio idrologico ed idrogeologico

Il bilancio naturale delle risorse idriche è stato valutato a scala regionale. Esso ha riguardato sia le acque superficiali sia quelle sotterranee ed è stato eseguito sia su base media annua sia su base media mensile. È stato calcolato anche il bilancio dell'anno scarso in modo da fornire indicazioni sui deflussi naturali in un periodo siccitoso.

I risultati ottenuti sono stati verificati, ove possibile, con misure di portata del Servizio Idrografico riferite ad idrometri con serie statistiche sufficientemente significative. A tale riguardo sono stati presi in considerazione anche dati relativi a periodi meno recenti, in quanto si è ritenuto che il deflusso misurato fosse rappresentativo di quello naturale.

Per la specifica trattazione si rimanda ai paragrafi 4.3 della Relazione Generale – Sezione III , elaborato R1.3, "Quadro Conoscitivo" e all'Allegato Monografico A1.3 "Bilancio Idrologico e Idrogeologico".

3.1.1 Bilancio medio annuo

Il calcolo del bilancio idrologico ed idrogeologico medio annuo ha permesso:

- di delimitare le aree di alimentazione e di valutare i volumi naturali in afflusso per ciascun



corpo idrico, sia esso superficiale sia sotterraneo;

- di verificare l'esistenza di eventuali scambi fra corpi idrici sotterranei e superficiali;
- di quantificare gli scambi idrici fra bacini superficiali per via profonda e le direzioni con cui questi avvengono.

Calcolo del bilancio medio annuo

Per il calcolo del bilancio medio annuo è stata utilizzata la seguente equazione:

$$P = ETR + I + R \quad [3.1.1/1]$$

dove:

P = volume medio annuo di acqua di precipitazione affluito al bacino,

ETR = volume medio annuo di acqua sottratto al bacino per evapotraspirazione,

R = volume medio annuo di acqua che contribuisce al deflusso superficiale (o ruscellamento),

I = volume medio annuo di acqua che si infiltra nel sottosuolo.

Si è partiti dai dati di precipitazione e di temperatura, per i quali sono stati calcolati i valori medi mensili ed annui utilizzando tutte le misure della serie storica disponibile che va dal 1920 al 2000; si tratta di serie di dati generalmente continue.

Per la valutazione dei quantitativi d'acqua di precipitazione (P) è stata utilizzata una maglia di 183 stazioni pluviometriche ubicate all'interno e ai margini della Regione. Tale rete è stata integrata con l'introduzione di 21 pluviometri fittizi, prevalentemente localizzati nelle zone di alta quota, al fine di ottenere una distribuzione territoriale il più possibile omogenea e di non sottostimare la lama media d'acqua affluita. I valori di precipitazione per le stazioni non dotate di dati sono stati ottenuti attraverso l'utilizzo di leggi di correlazione lineare fra la pioggia e l'altitudine.

Per la valutazione dei quantitativi d'acqua di evapotraspirazione (ETR) è stata utilizzata la formula di Turc che introduce il termine T_p (temperatura fittizia media annua corretta in funzione di P). Quest'ultimo corregge i valori di temperatura in funzione delle precipitazioni medie mensili, tenendo così conto dell'influenza che l'umidità dell'aria esercita sul potere evaporante dell'atmosfera. La stima dell'evapotraspirazione è stata realizzata sulla stessa rete di pluviometri utilizzata per il calcolo delle precipitazioni. Pertanto anche in questo caso è stata trovata una legge di correlazione lineare tra T_p e l'altitudine. C'è da aggiungere che, oltre alle temperature e alle precipitazioni utilizzate nella formula di Turc, per il calcolo dell'evapotraspirazione è risultata necessaria anche la carta dell'uso del suolo, che ha permesso di delimitare le aree in cui essa può essere considerata trascurabile per la scarsa presenza di vegetazione.

La differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione determina la precipitazione efficace che dà origine alle aliquote d'acqua di ruscellamento superficiale e di infiltrazione nel sottosuolo.

$$P_{\text{eff}} = P - ETR = I + R \quad [3.1.1/2]$$

dove: **P_{eff}** = volume medio annuo di acqua di precipitazione efficace affluito al bacino.



La valutazione dei quantitativi d'acqua di infiltrazione e di ruscellamento è avvenuta mediante l'utilizzo dei coefficienti di infiltrazione potenziale (c.i.p.) dei complessi idrogeologici affioranti in cui è stato suddiviso l'intero territorio regionale.

$$\text{c.i.p.} = (I / P_{\text{eff}}) \times 100 \quad [3.1.1/3]$$

In definitiva tali coefficienti indicano la percentuale di acqua di precipitazione efficace che riesce ad infiltrarsi in un determinato complesso idrogeologico.

Di conseguenza, per differenza tra la precipitazione efficace e l'infiltrazione efficace così calcolata, sono stati ottenuti poi i volumi medi annui di acqua di ruscellamento superficiale.

Bilancio idrologico

Il bilancio idrologico per le acque superficiali è stato compiuto suddividendo, complessivamente, il territorio regionale abruzzese in 25 corpi idrici superficiali di interesse, per i quali sono stati stimati i su descritti parametri del bilancio.

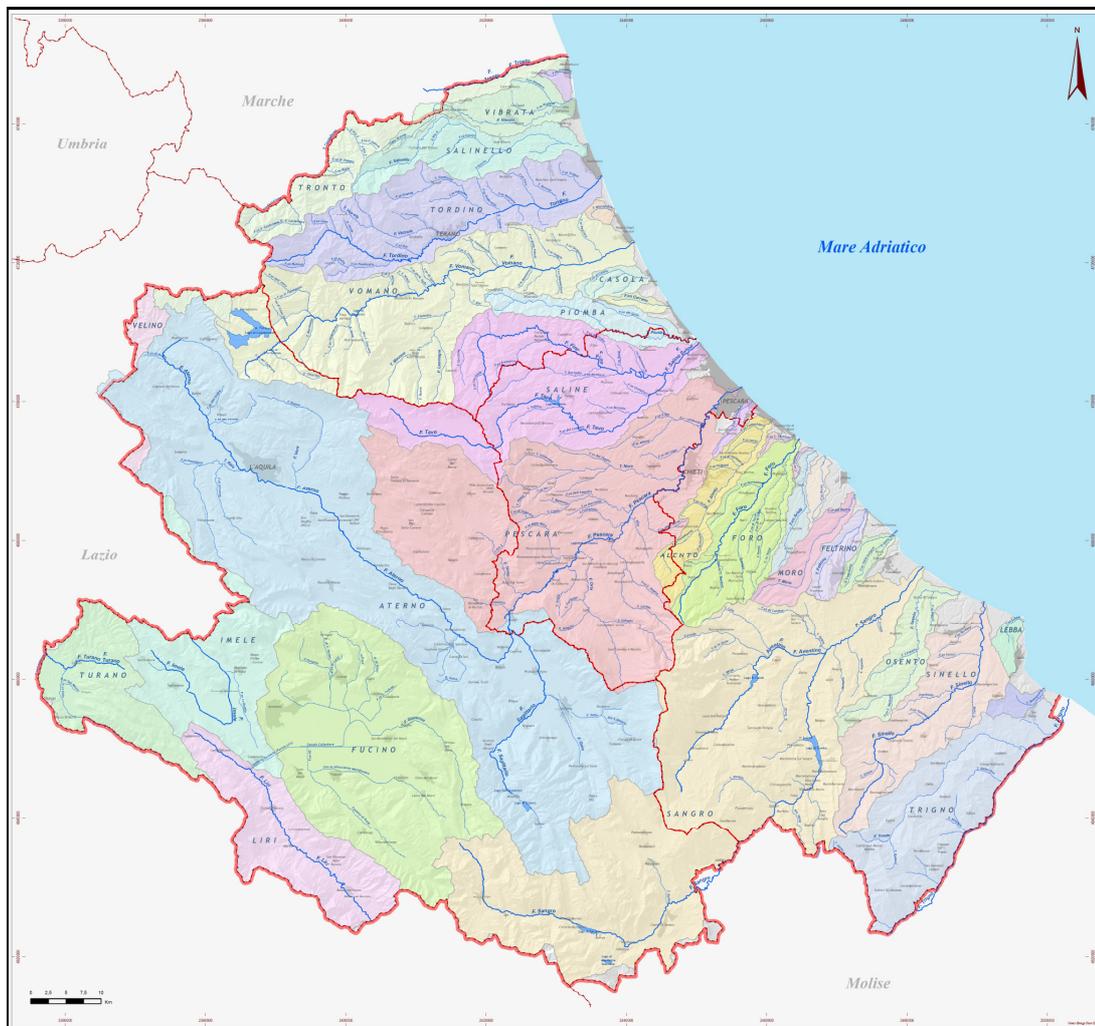


Figura 3.1 - Corpi idrici superficiali per il calcolo del bilancio idrologico



Per la valutazione delle risorse idriche superficiali potenzialmente disponibili in ciascun bacino idrografico, oltre alla precipitazione efficace ed ai coefficienti di infiltrazione potenziale che permettono il calcolo delle acque di ruscellamento superficiale, si è tenuto conto anche degli apporti idrici provenienti dai corpi idrici sotterranei che emergono nello stesso bacino.

Bilancio idrogeologico

Mediante il bilancio idrogeologico medio annuo sono state valutate le risorse idriche dei corpi idrici sotterranei significativi (principali e secondari). Ciò ha consentito di accertare la validità di una serie di ipotesi elaborate in base alle caratteristiche geologico-strutturali dell'area esaminata e di verificare la validità dello schema di circolazione idrica sotterranea proposto nella carta idrogeologica.

Per la valutazione delle risorse idriche potenzialmente disponibili in ciascun corpo sotterraneo significativo e/o in ciascun settore di corpo idrico, oltre alla precipitazione efficace ed ai coefficienti di infiltrazione potenziale che permettono il calcolo dell'infiltrazione efficace, si è tenuto conto anche di eventuali apporti idrici indiretti corrispondenti a:

- travasi da altri corpi idrici sotterranei (valutati per ogni corpo idrico significativo secondario);
- alimentazione artificiale (nessun impianto è presente in Abruzzo);
- acque di irrigazione (si tratta dei volumi idrici riferibili ad eventuali surplus di acque di irrigazione che percolano verso le falde e sui quali non esistono elementi di valutazione; in ogni caso sono trascurabili ai fini di un bilancio a scala regionale);
- alimentazione proveniente da corpi idrici superficiali: ad esempio, verifica dei rapporti falda-fiume e/o valutazione dei volumi idrici di infiltrazione secondaria all'interno dei principali inghiottitoi.

I risultati ottenuti dal bilancio per ciascun corpo idrico sono stati confrontati con le uscite dallo stesso. In particolare si tratta delle principali emergenze delle falde di base dei massicci carbonatici. In questo modo, per questi ultimi, è stato possibile valutare anche i travasi sotterranei verso corpi idrici adiacenti. Invece per i risultati del bilancio dei corpi idrici significativi che si generano negli acquiferi di piana, non è stato possibile alcun confronto con le uscite in quanto non si dispone di serie storiche di portate delle principali emergenze. Per cui è stata valutata la risorsa teorica disponibile in termini di apporti totali per infiltrazione negli acquiferi.

Collegamento tra bilancio idrologico e bilancio idrogeologico

Le risorse idriche regionali che durante il ciclo annuo transitano nei massicci carbonatici costituiscono una quota quantitativamente rilevante delle risorse totali rispetto alle quote di ruscellamento superficiale ed a quelle degli acquiferi delle pianure costiere: i corpi idrici significativi sotterranei sono infatti localizzati essenzialmente nei massicci carbonatici.

Queste risorse, inoltre, per via sotterranea profonda operano dei travasi non trascurabili tra bacini imbriferi contigui: per tale motivo è importante che il modello delle risorse superficiali sia



integrato con quello delle risorse sotterranee.

I punti di collegamento fra le risorse superficiali e quelle sotterranee sono i seguenti:

- 1) il modello dell'infiltrazione in grado di valutare dalle precipitazioni efficaci la quota di acque di ruscellamento e la quota di acque di infiltrazione;
- 2) l'alimentazione dei corpi idrici sotterranei proveniente da corpi idrici superficiali;
- 3) l'alimentazione dei corpi idrici superficiali proveniente dai corpi idrici sotterranei.

Il primo punto è stato risolto mediante l'introduzione dei coefficienti di infiltrazione potenziale (c.i.p). Tali coefficienti esprimono la percentuale di acqua di precipitazione efficace P_{eff} che si infiltra:

$$c.i.p. = (I_p / P_{eff}) \times 100$$

e per differenza la percentuale di acqua che ruscella.

Il secondo punto è stato affrontato andando ad individuare gli inghiottitoi significativi ed a delimitare la rispettiva conca endoreica mediante tracciamento degli spartiacque superficiali. Il volume di alimentazione del corpo idrico sotterraneo è stato quindi assunto pari al volume di acque di ruscellamento che ricade sulla conca endoreica. Tale volume viene sottratto ai corpi idrici superficiali che stanno a valle dell'inghiottitoio.

Il terzo punto è stato affrontato nel seguente modo: valutati i volumi in uscita dalle sorgenti (puntuali, gruppi sorgivi e sorgenti lineari), essi sono stati trasferiti al corpo idrico superficiale nel cui bacino imbrifero ricadono. Pertanto, essendo individuate le aree di alimentazione dei corpi idrici sotterranei e localizzati i punti di uscita, il modello idrogeologico consente di valutare i travasi sotterranei fra un bacino superficiale ed un altro.

3.1.2 Bilancio medio mensile

Il bilancio idrogeologico e quello idrologico medio mensile sono stati effettuati anche se non richiesti dalla legislazione vigente. Ciò al fine di:

- verificare eventuali problematiche esistenti sul territorio;
- creare le premesse per un futuro approfondimento delle stesse problematiche;
- meglio valutare il Deflusso Minimo Vitale (cfr. par. 3.2).

I valori medi mensili sono stati ricavati da quelli medi annui mediante la valutazione della distribuzione nei mesi del volume totale annuo.

In particolare è stato calcolato per ogni sottobacino e per ogni mese dell'anno il contributo al deflusso dato dalle sorgenti, dagli acquiferi minori e dal ruscellamento. Il deflusso totale per ciascun sottobacino nei vari mesi dell'anno è stato considerato pari alla loro somma.

I risultati ottenuti rappresentano il deflusso naturale, cioè quello che si avrebbe se non ci fossero le utilizzazioni, e sono propedeutici all'applicazione del Mike Basin con il quale viene eseguita la valutazione del bilancio idrico cioè il bilancio fra le risorse naturali e la domanda delle utenze (cfr. par. 3.3).



3.1.3 Bilancio anno scarso

Il Piano di Tutela delle Acque è stato redatto sulla base dei valori medi delle portate; tuttavia è importante avere indicazioni circa il deflusso atteso in periodo di siccità, al fine di individuare aree critiche rispetto alla minaccia di siccità (rif. Art. 93, Capo I, Titolo III del D.Lgs. 152/06: aree vulnerabili alla desertificazione).

Quale deflusso indicativo di un periodo siccitoso o anno scarso è stato assunto quello minimo con tempo di ritorno 10 anni, per congruenza con uno dei metodi maggiormente affermati della valutazione del deflusso minimo vitale idrologico, in cui si fa riferimento alla $Q_{7,10}$.

Per la valutazione delle portate minime in periodi di siccità è stata eseguita l'elaborazione statistica di tutte le serie storiche disponibili delle misure pluviometriche, delle sorgenti e degli idrometri, al fine di stimare per ciascuna serie i parametri della distribuzione statistica di Gumbel dei minimi.

I risultati delle elaborazioni statistiche rappresentano l'afflusso ed il deflusso dell'anno scarso con $T_r=10$ anni nei punti in cui esistono serie storiche per un periodo in anni sufficientemente lungo.

3.2 Valutazione del Deflusso Minimo Vitale

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) rappresenta il deflusso che, in un corso d'acqua, deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati.

Nell'ambito della redazione del PTA, il DMV è stato determinato attraverso una metodologia di calcolo che tiene conto sia delle caratteristiche fisico-idrologiche dei bacini sia, ove necessario, di opportuni fattori correttivi legati a particolari condizioni del tratto.

In mancanza di una precedente valutazione del DMV da parte delle autorità competenti ai sensi delle Leggi 183/89 e 36/94, è stata effettuata una preliminare valutazione del DMV utilizzando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino del Po (equazione 3.2/1).

Pertanto, il valore del DMV in una determinata sezione d'acqua è stato calcolato secondo la seguente formula:

$$DMV = Q^* \cdot K_{bio} \quad [m^3/s] \quad [3.2 / 1]$$

con:

- Q^* è la *componente idrologica* del DMV, in m^3/s ;
- K_{bio} è il fattore correttivo che tiene conto della *componente ambientale*, fattore adimensionale.

Tale formula, in funzione dei dati disponibili, è stata adattata alla realtà abruzzese:



- la **componente idrologica** del DMV è stata calcolata utilizzando i risultati dello studio del bilancio idrologico ed idrogeologico effettuato su scala regionale nell'ambito della redazione del PTA (*vedi relazione A.1.3 "Bilancio idrologico e idrogeologico"*);
- il fattore correttivo che tiene conto della **componente biologico-ambientale** è stato calcolato sulla base dei dati ottenuti da studi condotti dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" e che hanno riguardato i bacini campione del Sangro, del Tavo/Fino/Saline e del Vomano. In attesa della determinazione dei parametri biologico-ambientali da attribuire ai restanti corsi d'acqua regionali, provvisoriamente, a scopo cautelativo si è utilizzato un valore di riferimento pari a 1,2, ritenuto il valore medio più significativo di K_{biol} , considerando le caratteristiche (idrologiche e idrogeologiche morfologiche, ecc..) dei bacini campione. In definitiva il valore finale del DMV da considerare nell'ambito del PTA nei bacini in cui non si hanno ancora a disposizione studi specifici può assumersi:

- pari a:

$$DMV = Q^* \cdot 1,2$$

- e, pari a :

$$DMV = Q^* \cdot 1,5$$

se il tratto di corso d'acqua interessato dalla derivazione ricade in un'area protetta o in sito di Rete Natura 2000.

Tale metodologia di calcolo, pur basandosi su un modello di bilancio a scala regionale che risente, quindi, delle approssimazioni derivanti, e pur considerando, allo stato attuale, la componente *biologico-ambientale* disponibile solo per alcuni bacini, ha tuttavia consentito di avere, nell'ambito del territorio abruzzese, una copertura significativa dei valori del DMV.

Sebbene i risultati derivati dall'applicazione di tale metodologia sono da considerarsi una prima valutazione della componente del DMV, in termini di componente idrologica (Q^*) e biologico-ambientale (K_{biol}), sia per il numero di assunzioni effettuate e sia per la scarsa quantità di informazioni attualmente disponibili sul territorio, essi hanno comunque permesso, nell'ambito del territorio abruzzese, di individuare le potenziali criticità quantitative delle risorse idriche. Per i dettagli sull'applicazione e sui risultati derivanti della metodologia adottata per il calcolo del DMV si rimanda all'*Allegato Monografico A1.6 "Valutazione del Deflusso Minimo Vitale"*.

3.3 Il bilancio idrico

Per "bilancio idrico", in questa fase del progetto PTA Abruzzo, si intende il bilancio fra le risorse idriche (disponibili o reperibili) ed i fabbisogni per i diversi usi (esistenti o previsti) su un'area di riferimento.



La definizione quantitativa del bilancio idrico sui bacini regionali è finalizzata alla tutela quantitativa della risorsa, con particolare riferimento alle situazioni di criticità idrologica (naturale o indotta dagli utilizzi), che così spesso concorrono a definire lo stato di qualità ambientale.

Le attività sono state condotte secondo la seguente metodologia:

- nella fase di analisi idrologica sono stati individuati i bacini su cui si intende calcolare il bilancio, sulla base della schematizzazione dei bacini significativi, e sono stati definiti gli input idrologici (serie statistica di portate medie mensili), da utilizzare negli scenari di riferimento per le valutazioni di bilancio;
- è stata condotta una preliminare analisi del sistema delle utenze da acque superficiali, sulla base dei catasti delle grandi derivazioni, dei grandi prelievi e delle informazioni riguardanti le reti acquedottistiche, fognarie e di depurazione;
- infine è stata messa a punto la modellistica numerica, relativa alla simulazione di bilancio (MIKEBASIN) e alla simulazione delle utenze (modello gestionale), attraverso le quali si intendono valutare gli elementi quantitativi principali del bilancio idrologico a scala di bacino.

Il quadro analitico ottenuto, che indica sul reticolo principale i tratti fluviali problematici e ne caratterizza la criticità in termini quali-quantitativi, è alla base della formulazione delle ipotesi di intervento, strutturali e non strutturali, da verificare per risolvere o limitare tali criticità.

3.3.1 Il modello di bilancio

Il modello di bilancio idrico superficiale è stato realizzato mediante il codice MIKE BASIN. MIKE BASIN è un codice di calcolo del "DHI Water & Environment", che associa i dati territoriali, riceve e sintetizza i dati idrologici ed idrogeologici.

Costituisce di fatto un vero strumento di simulazione e verifica degli scenari attuali e futuri, relativi allo stato quantitativo della risorsa e agli effetti delle azioni mirate al conseguimento degli obiettivi del D.Lgs. 152/06.

MIKE BASIN è strutturato come un modello a rete, nel quale i fiumi e i loro tributari sono descritti mediante una maglia costituita di rami e nodi. I rami sono compresi tra sezioni fluviali definite, mentre i nodi sono situati nei punti di confluenza tra rami diversi, oppure in corrispondenza di siti di interesse notevole.

Sui singoli tratti fluviali (rami o branches) sono inseriti gli apporti idrologici, rappresentati attraverso le seguenti grandezze:

- le superfici contribuenti sul tratto, ovvero le superfici dei segmenti di bacino costituenti la schematizzazione adottata (tra nodi);
- la serie storica (valori medi mensili) dei contributi specifici (ovvero portate in l/s/km²) calcolati dal modello idrologico;



- la serie storica dell'eventuale contributo di interscambio con le falde sotterranee, calcolato da modello idrogeologico.

Anche le regole operative (stimate o misurate) di prelievo delle utenze considerate sono inserite nel modello secondo la scala temporale disponibile (mensile o annua).

L'intero sistema modellistico del PTA risulta pertanto integrato fondamentalmente nel modello MIKE BASIN, che "fotografa" ad ogni passo di tempo la disponibilità reale delle portate in alveo nei punti di interesse in relazione alle disponibilità naturali e agli utilizzi di risorsa idrica individuati.

3.3.2 Le simulazioni eseguite con MIKE BASIN

La messa a punto del modello numerico ha permesso di condurre le simulazioni necessarie per poter definire le condizioni di disequilibrio del bilancio idrico regionale.

In questa fase, le simulazioni condotte con il modello MIKE BASIN risultano essere 4 e sono così identificate:

- simulazione anno medio naturale;
- simulazione anno medio attuale;
- simulazione anno scarso naturale;
- simulazione anno scarso attuale.

I risultati delle 4 simulazioni sono stati prodotti su base media mensile e per l'approfondimento si rimanda ai paragrafi 4.3.1 della Relazione Generale – Sezione III elaborato R1.3 "Quadro Conoscitivo" e all'Allegato Monografico A1.8 "Bilancio quantitativo".



4. FASE DELLA PIANIFICAZIONE

Completate le fasi di acquisizione dei dati conoscitivi e di analisi dei dati acquisiti, la redazione del presente Piano di Tutela delle Acque trova fine nell'individuazione delle misure di intervento ricomprese all'interno della fase di pianificazione degli interventi.

Il perseguimento degli obiettivi di quantità e qualità della risorsa idrica avviene attraverso l'individuazione di azioni e misure di intervento da attuare sul territorio in forma aggregata e sinergica.

Concettualmente, le misure di intervento sono state suddivise nelle seguenti classi di intervento:

- misure per la tutela qualitativa della risorsa idrica;
- misure per la tutela quantitativa della risorsa idrica;
- misure per l'approfondimento ed aggiornamento dello stato conoscitivo a fini gestionali.

Le caratteristiche delle singole misure di intervento sono dettagliatamente descritte nella Relazione Generale – Sezione IV elaborato R1.4 "Quadro Programmatico".



5. IL GIS A SUPPORTO DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

A seguito della raccolta dei dati impiegati nella stesura del presente Piano di Tutela delle Acque, si è reso necessario completare il dato utilizzato con le informazioni spaziali ad esso associate, georeferenziandoli in coordinate metriche nel sistema di riferimento Gauss-Boaga, Monte Mario Italy 2.

A seguire è stato realizzato un SIT su piattaforma GIS per mezzo del software ArcGIS nella *release* 9.2 (ESRI) ed i dati utilizzati sono stati restituiti in formato shape files.

In generale questa tipologia di files risulta utile per la produzione di cartografia e l'analisi GIS che non richiede funzionalità avanzate.

Pertanto, con gli shapefiles realizzati sono stati creati una serie di file di progetto (.mxd) che riproducono la cartografia allegata al piano.

Il GIS è stato organizzato in tematismi cartografici georeferenziati con le relative informazioni alfanumeriche ad essi associate (tabelle informative) all'interno dei suddetti shapefiles, realizzando una base dati univoca interrogabile per mezzo di query strutturate (logica GIS) per la consultazione e la gestione dei dati disponibili.