

# **Parte A**

**Quadro di riferimento  
conoscitivo e programmatico**

# 1 DESCRIZIONE GENERALE DELLE CARATTERISTICHE DEL BACINO

---

## 1.1. Identificazione del bacino

Denominazione	<b>ARNO</b>
Codice	<b>N002</b>
Tipologia	<b>Nazionale</b>
Asta principale	<b>km 241</b>

## 1.2. Inquadramento geografico

*Tabella 1 – Superficie del bacino e ripartizione regionale (fonte: Autorità di Bacino del Fiume Arno, 1997).*

REGIONE	Nome	% riferita alla superficie totale del bacino	Superficie bacino o parte di bacino (km <sup>2</sup> )
	Toscana	98,4	8.970
	Umbria	1,6	146
	TOTALE	100	9.116

*Tabella 2 – Ripartizione della superficie per sottobacini imbriferi (fonte: Autorità di Bacino del Fiume Arno, 1997).*

SOTTOBACINI	Nome	Superficie (km <sup>2</sup> )
	Casentino	883
	Val di Chiana	1.368
	Valdarno Superiore	984
	Sieve	843
	Valdarno Medio	1.383
	Valdarno inferiore	2.767

**Tabella 3** – Elenco dei Comuni appartenenti al bacino suddivisi per Provincia e Ambito Territoriale Ottimale e relativa percentuale di territorio interessata (fonte: ANPA-CTN-AIM, 2001 ed elaborazione Regione Toscana).

Provincia	ATO	Cod. ISTAT	Comune	% territorio nel bacino
AREZZO	3. MEDIO VALDARNO	09051009	Castelfranco di Sopra	100
		09051013	Cavriglia	100
		09051020	Loro Ciuffenna	100
		09051026	Montevarchi	100
		09051029	Pian di Sco	100
		09051033	San Giovanni Valdarno	100
		09051039	Terranuova Bracciolini	100
	4. ALTO VALDARNO	09051001	Anghiari	13
		09051002	Arezzo	73
		09051004	Bibbiena	100
		09051005	Bucine	100
		09051006	Capolona	100
		09051007	Caprese Michelangelo	7
		09051008	Castel Focognano	100
		09051010	Castel San Niccolò	100
		09051011	Castiglion Fibocchi	100
		09051012	Castiglion Fiorentino	93
		09051014	Chitignano	100
		09051015	Chiusi della Verna	95
		09051016	Civitella in Val di Chiana	100
		09051017	Cortona	68
		09051018	Foiano della Chiana	100
		09051019	Laterina	100
		09051021	Lucignano	100
		09051022	Marciano della Chiana	100
		09051023	Montemignaio	100
		09051025	Monte San Savino	100
		09051027	Ortignano Raggiolo	100
		09051028	Pergine Valdarno	100
		09051030	Pieve Santo Stefano	2
		09051031	Poppi	100
		09051032	Pratovecchio	100
		09051036	Stia	100
		09051037	Subbiano	92
		09051038	Talla	100

BACINO DEL FIUME ARNO. Descrizione generale delle caratteristiche del bacino

FIRENZE	2. BASSO VALDARNO	09048003	Barberino Val d'Elsa	100		
		09048008	Capraia e Limite	100		
		09048010	Castelfiorentino	100		
		09048011	Cerreto Guidi	100		
		09048012	Certaldo	100		
		09048014	Empoli	100		
		09048019	Fucecchio	100		
		09048020	Gambassi Terme	100		
		09048027	Montaione	100		
		09048028	Montelupo Fiorentino	100		
		09048030	Montespertoli	100		
		09048038	San Casciano Val di Pesa	100		
		09048045	Tavarnelle Val di Pesa	100		
		09048050	Vinci	100		
		FIRENZE	3. MEDIO VALDARNO	09048001	Bagno a Ripoli	100
				09048002	Barberino di Mugello	94
				09048004	Borgo San Lorenzo	93
				09048005	Calenzano	100
				09048006	Campi Bisenzio	100
09048013	Dicomano			91		
09048015	Fiesole			100		
09048016	Figline Valdarno			100		
09048017	Firenze			100		
09048018	Firenzuola			3		
09048021	Greve in Chianti			100		
09048022	Impruneta			100		
09048023	Incisa in Val d'Arno			100		
09048024	Lastra a Signa			100		
09048005	Londa			100		
09048032	Pelago			100		
09048033	Pontassieve			100		
09048035	Reggello			100		
09048036	Rignano sull'Arno			100		
09048037	Rufina			100		
09048039	San Godenzo			70		
09048040	San Piero a Sieve			100		
09048041	Scandicci			100		
09048042	Scarperia			100		
09048043	Sesto Fiorentino			100		
09048044	Signa			100		
09048046	Vaglia			100		
09048049	Vicchio	92				
LIVORNO	5. TOSCANA COSTA	09049008	Collesalveti	85		
		09049009	Livorno	6		
LUCCA	1. TOSCANA NORD	09046002	Bagni di Lucca	1		
		09046017	Lucca	2		
	2. BASSO VALDARNO	09046001	Altopascio	100		
		09046007	Capannori	76		
		09046021	Montecarlo	100		
		09046026	Porcari	100		
09046034	Villa Basilica	83				

BACINO DEL FIUME ARNO. Descrizione generale delle caratteristiche del bacino

PISA	2. BASSO VALDARNO	09050001	Bientina	100
		09050002	Buti	100
		09050003	Calci	100
		09050004	Calcinaia	100
		09050005	Capannoli	100
		09050007	Casciana Terme	100
		09050008	Cascina	100
		09050009	Castelfranco di Sotto	100
		09050012	Chianni	87
		09050013	Crespina	100
		09050014	Fauglia	100
		09050016	Lajatico	100
		09050017	Lari	100
		09050018	Lorenzana	100
		09050022	Montopoli in Val D'Arno	100
		09050024	Palaia	100
		09050025	Peccioli	100
		09050026	Pisa	98
		09050028	Ponsacco	100
		09050029	Pontedera	100
		09050031	San Giuliano Terme	47
		09050032	San Miniato	100
		09050033	Santa Croce sull'Arno	100
	09050035	Santa Maria a Monte	100	
	09050036	Terricciola	100	
	09050038	Vicopisano	100	
	5. TOSCANA COSTA	09050010	Castellina Marittima	2
		09050019	Montecatini Val di Cecina	8
		09050023	Orciano Pisano	33
		09050030	Riparbella	8
		09050034	Santa Luce	8
		09050039	Volterra	50
	PRATO	3. MEDIO VALDARNO	09100001	Cantagallo
09100002			Carmignano	100
09100003			Montemurlo	100
09100004			Poggio a Caiano	100
09100005			Prato	100
09100006			Vaiano	100
09100007			Vernio	70
PISTOIA	1. TOSCANA NORD	09047015	Piteglio	26
	2. BASSO VALDARNO	09047003	Buggiano	100
		09047022	Chiesina Uzzanese	100
		09047005	Lamporecchio	100
		09047006	Larciano	100
		09047007	Marliana	98
		09047008	Massa e Cozzile	100
		09047009	Monsummano Terme	100
		09047011	Montecatini Terme	100
		09047012	Pescia	97
		09047013	Pieve a Nievole	100
		09047016	Ponte Buggianese	100
		09047021	Uzzano	100

BACINO DEL FIUME ARNO. Descrizione generale delle caratteristiche del bacino

PISTOIA	3. MEDIO VALDARNO	09047002	Agliaia	100
		09047010	Montale	100
		09047014	Pistoia	80
		09047017	Quarrata	100
		09047020	Serravalle Pistoiese	100
SIENA	2. BASSO VALDARNO	09052004	Casole d'Elsa	54
		09052005	Castellina in Chianti	94
		09052012	Colle di Val d'Elsa	100
		09052016	Monteriggioni	78
		09052022	Poggibonsi	100
		09052028	San Gimignano	100
	4. ALTO VALDARNO	09052009	Chianciano Terme	62
		09052011	Chiusi	85
		09052015	Montepulciano	90
		09052033	Sinalunga	100
		09052035	Torrita di Siena	89
	5. TOSCANA COSTA	09052025	Radicondoli	1
	6. OMBRONE	09052002	Asciano	1
		09052006	Castelnuovo Berardenga	11
		09052013	Gaiole in Chianti	20
		09052021	Pienza	1
		09052023	Radda in Chianti	73
09052026		Rapolano Terme	43	
09052032		Siena	1	
09052034		Sovicille	12	
09052036		Trequanda	25	

**Tabella 4** – Elenco dei SEL totali e parziali (\*) appartenenti al Bacino dell'Arno.

Codice	SEL
5	Area Lucchese *
6	Valdinievole
7/2	Area Pistoiese
7/1	Area Pistoiese *
8	Area Pratese
9/1	Area Fiorentina *
9/2	Area Fiorentina
9/3	Area Fiorentina
9/4	Area Fiorentina
9/5	Area Fiorentina
10/1	Circondario di Empoli
10/2	Circondario di Empoli
11	Valdarno Inferiore
12	Val d'Era
13	Area Pisana *
14	Area Livornese *
15/2	Val di Cecina *
19	Alta Val d'Elsa *
20	Area Urbana *
23	Chianti *
24	Valdarno Superiore Sud
27	Area Aretina
29	Val di Chiana Aretina *
29	Val di Chiana Senese *

## 1.3. Caratteristiche fisiche generali

### 1.3.1. Territorio interno

Il Casentino è un bacino delimitato dalla dorsale principale dell'Appennino ad est e dal Pratomagno ad ovest. Il territorio è prevalentemente montuoso, con presenza di tratti collinari solo al raccordo con l'area del fondovalle, in cui si concentrano i territori pianeggianti. Le maggiori vette del bacino dell'Arno cadono sullo spartiacque casentino, notevole è infatti l'estensione di terreni a forte pendenza, anche superiore al 35%.

La Val di Chiana al contrario è una vasta zona prevalentemente a carattere pianeggiante o subpianeggiante (il 46% del territorio è pianeggiante), con modeste ondulazioni collinari; la quota media del sotto bacino si può individuare intorno ai 250 metri s.l.m.

Il Valdarno Superiore, presenta un'estesa area depressa che ha consentito la formazione di una lunga e relativamente ampia pianura di fondovalle. L'azione morfodinamica dell'Arno sui depositi fluvio-lacustri e la conformazione fisiografica dei rilievi ha creato le condizioni per un ambiente peculiare, caratterizzato dalla limitata estensione del fondovalle vero e proprio e dall'estesa presenza di aree pianeggianti e subpianeggianti sui fianchi dei rilievi, in generale riconoscibili come superfici terrazzate di origine fluvio-lacustre. Spesso il raccordo tra queste superfici e gli alti rilievi del Pratomagno, con passaggi ad aree fortemente pendenti, è piuttosto netto, relativamente più morbido, invece, il passaggio ai più modesti rilievi occidentali del Chianti.

Il bacino della Sieve si presenta come un'ampia area depressa delimitata da alte e ripide dorsali che la chiudono nettamente sia a monte che a valle, dove il fiume incide la dorsale stessa per confluire in Arno. Le pendenze proprie del fondovalle alluvionale sono relativamente poco diffuse (ca. il 4% del territorio), mentre le pendenze superiori al 35% raggiungono quasi 1/3 del territorio, che si rilevano sia in corrispondenza delle parti più rilevate delle dorsali, sia lungo le profonde incisioni che le solcano. Sono comunque i territori collinari con pendenze medie tra 10-20% i più diffusi nel sottobacino.

Il Valdarno Medio origina a valle di Pontassieve e comprende i sottobacini dei torrenti che attraversano il tratto cittadino di Firenze, Mugnone e Terzolle, i sottobacini del Bisenzio e dell'Ombrone Pistoiese in destra, della Greve con il suo importante tributario Ema in sinistra. Complessivamente si tratta di un'ampia depressione tettonica, in cui la deposizione fluvio-lacustre ha determinato accumuli notevoli (fino a 550 metri). Da qui la notevole estensione della pianura alluvionale e delle grandi conoidi debolmente inclinate,

che si riflette nella distribuzione dei valori di pendenza. Il raccordo tra la piana ed i fianchi delle dorsali non è uniforme, si presenta generalmente netto ad eccezione della parte sud-orientale del bacino nei dintorni di Firenze e nel bacino della Greve. I rilievi collinari a ridosso della dorsale del Monte Albano e nel bacino della Greve, hanno probabilmente notevole peso sull'uniforme distribuzione delle pendenze, che sono notevoli invece nell'alto bacino del Bisenzio e nelle strette valli dei torrenti in destra d'Arno.

Il Valdarno Inferiore è costituito dalla porzione del bacino dell'Arno a valle della dorsale Monte Albano – Colli del Chianti ed è formato da ampi sottobacini (Pesa, Elsa, Egola, Era in sinistra, Canale dell'Usciana ed Emissario del Bientina in destra orografica), separati tra loro da bassi rilievi collinari. Nella parte distale prossima al mare la pianura alluvionale si raccorda con una vasta piana costiera. La notevole variabilità degli ambienti si riflette sugli aspetti fisiografici e morfometrici, dai quali però risulta chiaro il forte peso delle aree pianeggianti e la relativa scarsità delle aree a forte pendenza. Queste ultime si rilevano spesso a quote relativamente basse, in corrispondenza di scarpate e rotture di pendenza legate a particolari situazioni geomorfologiche, come ad esempio le "balze" di Volterra o i ripidi versanti di alcune aree geologicamente peculiari (Monti Pisani, altipiani di travertino dell'alta Val d'Elsa). Sono comunque le aree collinari a caratterizzare questa parte di bacino: il 52% del territorio ha una pendenza compresa tra il 3 ed il 35% ed il 35% è compreso nell'intervallo 3-20.

**Tabella 5** – Estensione altitudinale e caratteristiche fisiche generali del territorio del bacino (fonte: Autorità di Bacino del Fiume Arno, 1997).

Estensione altitudinale (m s.l.m.)	
Quota media	Quota massima
353	1.657

Caratteristiche fisiche del territorio	
% territorio pianeggiante - collinare	% territorio montano
67.3%	32.7%

### 1.3.2. Territorio costiero

La fascia costiera del bacino dell'Arno si identifica con la costa pisana che inizia a sud dell'immissione in mare del Fiume Morto fino alla Loc. Calambrone. Tale fascia comprende il litorale del Comune di Pisa e presenta le caratteristiche tipiche del litorale apuo-versiliese-pisano, con coste basse e sabbiose, fondali a debole pendenza e scarsa profondità, anche a notevole distanza dalla costa.

Si tratta principalmente di coste a bassa energia, con modeste possibilità di mescolamento delle acque e di dispersione degli inquinanti, principalmente trasportati a mare dal Fiume Arno e dal Fiume Morto.

**Tabella 6** – Delimitazione del tratto costiero e tipologia di costa (fonte: Regione Toscana, 2003).

Coordinate (Geografiche Roma 40)			
Inizio costa		Fine costa	
Lat.	Long.	Lat.	Long.
43 43 25	02 10 29	43 34 54	02 09 17

% di fascia costiera ad alta energia	% di fascia costiera a bassa energia
0	100

**Tabella 7** – Caratteristiche fisiche generali della fascia costiera (fonte: Società Toscana di Scienze Naturali, 1995).

Caratteristiche generali della fascia costiera	Lunghezza	km	18,5
	Morfotipo costiero	Pianura alluvionale	
	Sedimentologia	sabbia media (quarzo, feldspato, calcite) e silt argilloso	
	Caratteristiche della scogliera	non presente	
	Tipo di fondale	sedimentario terrigeno (sabbie fini su fanghi compatti)	

## 1.4. Caratteristiche geologiche e geomorfologiche

I terreni pianeggianti con pendenza inferiore al 15% costituiscono il 17% dell'intera superficie. Poco inferiore è la percentuale di terreni di media ed alta montagna, mentre fortemente predominante è la parte del territorio classificabile come collinare.

Le formazioni geologiche che caratterizzano il bacino dell'Arno sono in prevalenza poco permeabili, costituite da argille, marne, scisti argillosi, calcari ed arenarie compatte. Dal punto di vista della permeabilità, le rocce che affiorano nel bacino possono essere così suddivise:

- rocce praticamente impermeabili: 14,5%
- rocce a permeabilità bassa: 29,0%
- rocce a permeabilità medio-bassa: 31,1%
- rocce a permeabilità medio-alta: 23,5%
- rocce a permeabilità alta: 1,9%

La copertura alluvionale, quasi ovunque di spessore modesto, è presente sul 23% della superficie. Nel complesso le rocce costituenti il bacino dell'Arno sono facilmente erodibili. La stessa colorazione, generalmente giallastra, delle acque fluenti, è indice di un forte trasporto solido. L'erosione in alveo è stata favorita dalla sottrazione di materiali, effettuata nelle numerose vasche o cave destinate all'immagazzinamento delle acque torbide di morbida e di piena dell'Arno, che depositano i materiali trasportati in sospensione. A ciò si aggiunge il prelievamento di materiali di fondo, come ghiaie o sabbie.

## 1.5. Caratteristiche climatiche

La temperatura media annua diminuisce progressivamente procedendo dal mare verso l'interno della vallata. Tale diminuzione è più sensibile solo a partire dal Medio Valdarno. L'ampiezza dell'escursione annua varia a causa dell'altitudine e della vicinanza del mare, la cui azione livellatrice si fa sentire a discreta profondità dal litorale. Le isoterme di valore meno elevato corrono parallelamente alle gogaie ed al rilievo del Pratomagno, mentre quelle di valore più elevato seguono i rilievi, delimitando a nord e a sud la parte più bassa della vallata. Per il bacino dell'Arno non esiste un elevato numero di stazioni di misura eolica, è possibile comunque ricostruire un quadro sufficientemente rappresentativo della circolazione delle masse d'aria. L'esame dei dati conferma in primo luogo la stretta relazione della posizione geografica ed orografica con il regime dei venti. In vicinanza della costa i venti dominanti sono quelli dei quadranti occidentali ed orientali in accordo con le variazioni barometriche stagionali, che caratterizzano le zone marittime della costa tirrenica. A Firenze i venti più frequenti sono quelli provenienti dai quadranti nord e nord-orientali, dovuti alle correnti fredde provenienti da settentrione, che scavalcano la catena appenninica specie nei mesi invernali. Nel periodo estivo prevalgono i venti del quadrante sud-occidentale. Tra Pisa e Firenze i venti hanno direzioni prevalenti orientate secondo i quattro punti cardinali, risentendo sia del regime riscontrato alla stazione di Pisa che di quello visto alla stazione di Firenze. Nella rimanente parte del bacino il regime è influenzato al massimo dall'orografia. Relativamente alla distribuzione areale delle piogge sul bacino si nota una spiccata interdipendenza tra quantità di pioggia caduta e orografia. Nel Valdarno Superiore e su un'ampia zona allungata e parallela al crinale appenninico, le precipitazioni non scendono al di sotto dei 1.000 mm, e raggiungono, con gradiente sempre più ripido, valori intorno ai 2.000 mm sullo spartiacque tra il Pescia ed il Bisenzio, 1.400 – 1.900 mm lungo il crinale sino al M. Falterona ed infine sul Pratomagno valori intorno ai 1.700 mm. Il tipo pluviometrico nel bacino del fiume Arno può essere classificato sub-litoraneo appenninico nelle parti più elevate del bacino e marittimo, nella fascia più prossima alla costa

tirrenica. Il bacino è prevalentemente impermeabile per cui i deflussi seguono le caratteristiche delle precipitazioni nella loro irregolarità di distribuzione. I deflussi sono pure caratterizzati da due massimi (dicembre-marzo) e da un minimo assoluto (agosto). Lo sfasamento del regime dei deflussi da quello delle precipitazioni è dovuto alle condizioni stagionali del terreno e alle portate di esaurimento. Il deflusso totale medio annuo dell'intero bacino è pari a circa 3 miliardi di m<sup>3</sup> con una portata media di 90 m<sup>3</sup>/sec a San Giovanni alla Vena.

## 1.6. Caratteristiche idrografiche ed idrologiche

Il Fiume Arno ha origine dal versante meridionale del Monte Falterona, in Casentino, alla quota di 1.385 m s.l.m. Dopo un primo tratto percorso con direzione prevalente nord-ovest/sud-est, in cui riceve l'apporto idrico di corsi d'acqua prevalentemente a carattere torrentizio, l'Arno lascia il Casentino e, attraverso la stretta di Santa Maria, sbocca nella piana di Arezzo. A circa 60 km dalle sorgenti, nei pressi del bordo occidentale della piana, si congiunge con il Canale Maestro della Chiana. Entra quindi nel Valdarno Superiore dove scorre in direzione sud-est/nord-ovest sino a Pontassieve alla confluenza con la Sieve, suo principale affluente di destra. Da qui piega decisamente verso ovest e mantiene tale direzione fino alla foce. È in questo ultimo tratto che confluiscono i restanti importanti affluenti di destra e sinistra. Oltre al Canale Maestro della Chiana ed alla Sieve, sopra menzionati, gli altri affluenti significativi dell'Arno sono, in riva destra, il Mugnone, il Bisenzio, l'Ombrone Pistoiese e il Canale dell'Usciana, mentre in riva sinistra troviamo la Greve, la Pesa, l'Elsa e l'Era.

Il Canale Maestro della Chiana sbocca in Arno in riva sinistra, in prossimità di Arezzo. La quota media del suo bacino imbrifero è pari a 337 m s.l.m. Gli apporti inquinanti sono determinati da scarichi urbani e zootecnici della Val di Chiana, del Comune di Arezzo e, parzialmente, del Comune di Castiglion Fiorentino, da cui provengono anche i reflui industriali di uno zuccherificio.

Il bacino della Sieve, principale affluente dell'Arno a monte di Firenze, è caratterizzato da scarsa attività industriale e modesta urbanizzazione. Il fiume ha carattere prevalentemente torrentizio con portate relativamente abbondanti. Nasce presso Capo Sieve dalle pendici del Monte Cuccoli (633 m s.l.m.), ha una lunghezza di circa 60 km. Le pressioni ambientali sono notevolmente aumentate negli ultimi anni a causa delle attività di cantierizzazione ed escavazione che interessano l'area del Mugello, l'invaso di Bilancino, la tratta dell'Alta Velocità, la Variante di Valico. Le infrastrutture citate insistono sul tratto situato a monte di Borgo San Lorenzo ed interessano sia all'asta principale che gli affluenti. La maggiore densità abitativa si riscontra a valle dell'abitato di Vicchio, mentre in generale la zona della Val di Sieve è caratterizzata da attività agricole e da una limitata densità abitativa, fatta eccezione per il Comune di Pontassieve.

Il Mugnone ha un bacino imbrifero di circa 62 km<sup>2</sup> con un'altitudine media di 274 m s.l.m.; il fiume presenta un regime spiccatamente torrentizio, nasce nel Comune di Fiesole dal Monte Vetta Le Croci, ha una lunghezza di 18 km.

Il Fiume Greve nasce nel Chianti, ha una lunghezza complessiva di circa 40 km ed un bacino imbrifero ampio, esteso per circa 285 km<sup>2</sup>. La natura del territorio del bacino è prevalentemente collinare. Il carattere torrentizio del tratto a monte permette una veloce diluizione del carico inquinante, mentre più a valle il processo di autodepurazione risulta più lento. La vegetazione riparia è rigogliosa per buona parte del percorso, ad eccezione del tratto in corrispondenza del Cimitero di Guerra Americano che è completamente canalizzato.

Il Bisenzio nasce dalla confluenza del Torrente Trogola con il Fosso delle Barbe in Loc. Luogomano (Comune di Cantagallo), e scorre per 49 km sul versante tirrenico dell'Appennino Settentrionale. L'altitudine media del bacino è di 380 m s.l.m., essendo compresa tra i rilievi che in alcuni casi superano i 1.200 m come il Monte Buccianna ed il Monte della Scoperta. Il suo bacino montano, delimitato a nord-est dalla dorsale del Monte Morello, si apre inizialmente a ventaglio per poi restringersi in Loc. Gamberame (Comune di Vaiano) e riversarsi poi nella piana pratese. Il tracciato attuale del fiume è caratterizzato da una brusca svolta che lo porta a scorrere a ridosso del margine meridionale della Calvana. Si immette nell'Arno nei pressi di Signa.

L'Ombrone Pistoiese si immette nell'Arno poco più a valle rispetto alla confluenza del Bisenzio: raccoglie gli scarichi di un bacino fortemente antropizzato con una fiorente attività vivaistica nel territorio pistoiese ed insediamenti industriali di tipo tessile nella zona pratese.

Il Fiume Pesa nasce dal Monte San Michele, la superficie del bacino idrografico è pari a 339 km<sup>2</sup>, presenta un regime fortemente torrentizio, con portata nulla nel periodo di magra. L'altitudine media del bacino è 286 m s.l.m.

Il Fiume Elsa nasce dal Monte Maggio a 671 m s.l.m. Gran parte del suo bacino è costituita da sedimenti pliocenici, con forme arrotondate oppure a fianchi scolpiti a gradinata. Il fiume presenta un carattere

prevalentemente torrentizio con una buona alimentazione assicurata dalle sorgenti che contribuiscono per circa il 20% alla portata complessiva del fiume: infatti, la caratteristica peculiare di questo corso d'acqua è la portata relativamente costante anche in periodo di magra.

Discendendo il corso dell'Arno, il Fiume Era è l'ultimo affluente di rilievo in riva sinistra. Ha un bacino imbrifero di circa 591 km<sup>2</sup> con altitudine media di bacino di circa 200 m s.l.m. Su questo territorio vi sono centri urbani molto importanti quali Pontedera, Ponsacco e Volterra, i cui scarichi interessano solo marginalmente tale bacino. Scorrendo con regime irregolare su terreni prevalentemente impermeabili, l'Era risulta soggetto a forti piene nei mesi delle piogge, mentre nel periodo della siccità estiva, la portata in alveo risulta essere nulla. La stessa situazione presenta anche l'Egola, torrente che confluisce direttamente in Arno poco a monte dell'Era, sempre in sinistra orografica.

Il Canale dell'Usciana si immette in riva destra poco a monte di Pontedera e raccoglie le acque di un bacino imbrifero di 486 km<sup>2</sup> con altitudine media di 263 m s.l.m. Esso riceve, attraverso il reticolo idrografico ad esso afferente e di cui il Torrente Pescia è l'affluente più importante, gli scarichi depurati dei Comuni di Pescia, Montecatini Terme, Monsummano Terme, Chiesina Uzzanese e della zona industriale del cuoio.

Fanno inoltre parte del bacino dell'Arno altri due bacini costituiti dal Canale Emissario del Bientina (o Fiume Serezza Nuova) e dal Fiume Morto. L'Emissario del Bientina è l'asse centrale di un'ampia zona di bonifica, che ha interessato quasi completamente il padule del Bientina: ad esso afferiscono i torrenti delle Pizzorne, i fossi della piana di Capannori, Porcari ed Altopascio, il Canale Rogio che riceve le acque reflue depurate della piana lucchese e del polo industriale delle cartiere. L'Emissario del Bientina confluisce nel Canale Scolmatore dell'Arno (che sfocia in mare a nord di Livorno).

Il Fiume Morto nasce nel territorio del Comune di Calci, attraversa la parte settentrionale della città di Pisa e sfocia in mare all'interno del Parco di Migliarino – San Rossore. Ha un bacino di estensione modesta, uno scarso livello di portata durante la stagione estiva ed uno scorrimento in regime pressochè laminare.

**Tabella 8** – Misure idrometriche (fonte: Autorità di Bacino del fiume Arno, 1997 su elaborazione dati dal 1924-1982).

Corso d'acqua	Punti di misurazione	Valori di portata (m <sup>3</sup> /sec)		
		Minima	Media	Massima
ARNO	Pollino	0,70* (1942)		
	Subbiano	0,45* (1962)		
	Ponte a Romito	1,26* (1952)		
	Nave di Rosano	0,56 (29/08/1958)	50	3.540 (04/11/1966)
	Brucianesi	2,60* (1931)		
	Firenze			4.100 (04/11/1966)
	S. Giovanni alla Vena	2,20 (1931)	90	2.290 (04/11/1966)
CHIANA	Ponte Ferrovia FI-Roma	0,10* (1958)		
SIEVE	Fornacina	0,44* (1958)		
BISENZIO	Gamberame	0,27* (1971)		
GREVE	Ponte dei Falciani	0* (1973)		
PESA	Sambuca	0,02* (1973,1982)		
ELSA	Castelfiorentino	0,84* (1960)		
ERA	Capannoli	0,03* (1935)		

\*Media mensile del mese di agosto.

**Tabella 9** – Volumi d'acqua afferenti a mare (fonte: Autorità di Bacino del Fiume Arno, 1997).

Corsi d'acqua afferenti a mare	Nome	Portata media (m <sup>3</sup> /sec)
	Fiume Arno	90

## 1.6.1. Bilancio Idrico e Deflusso Minimo Vitale (DMV)

### 1.6.1.1. Bilancio idrico

Ai sensi dell'art. 22 del D. Lgs. 152/99 (relativo alla pianificazione del bilancio idrico) è compito dell'Autorità di Bacino definire l'equilibrio del bilancio idrico all'interno del bacino. L'Autorità di Bacino del Fiume Arno ha predisposto lo schema di progetto di Piano stralcio "Bilancio Idrico", approvato nella seduta di Comitato Tecnico svoltasi in data 11 novembre 2002; la metodologia di Piano è stata in seguito approvata nella seduta di Comitato Istituzionale del 31 luglio 2003 con delibera n. 177.

L'elaborazione del Piano si esplica attraverso attività che, in estrema sintesi, sono mirate ai seguenti obiettivi:

- valutazione quantitativa della risorsa naturale;
- definizione di criteri gestionali.

La stima della risorsa naturale implica la ricostruzione del bilancio idrologico in assenza di impatto antropico. Tale valutazione costituisce la base per ogni successiva analisi gestionale nella quale i risultati devono essere interfacciati con le necessità degli ecosistemi locali e le vocazioni di uso e sviluppo del territorio.

Di seguito si riporta una sintesi di alcuni punti del Piano stralcio:

#### **Premessa**

Per bilancio idrico è da intendersi il bilancio tra risorse idriche e fabbisogni in un'area di riferimento, finalizzato alla tutela della risorsa quantitativa e qualitativa, in modo da consentire un consumo idrico sostenibile e da concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale individuati nel Piano di Tutela.

Per quanto attiene alla gestione, si tratta di individuare le modalità e le priorità d'uso necessarie ad assicurare l'equilibrio, sia con riferimento a indirizzi normativi, sia in relazione alle caratteristiche socio-economiche locali e alla compatibilità di vocazione territoriale ed usi della risorsa.

Tenuto conto della complessità dell'argomento, dei tempi e delle indicazioni del D. Lgs.152/99, con specifico riferimento alle attività di monitoraggio qualitative e quantitative previste, il Piano sarà articolato in più fasi. Ad esse corrispondono diversi livelli di approfondimento del quadro conoscitivo oltre una fase di consultazione e concertazione con gli enti e le categorie interessate, al fine di arrivare alla elaborazione di un bilancio condiviso.

Le attività previste sono articolate attraverso le fasi seguenti:

- fase uno: sulla base di studi già compiuti ed in atto, si individuano le criticità e si predispongono gli strumenti di analisi e di modellazione numerica del sistema;
- fase due: messa a punto e calibrazione dei modelli sulla base dei dati disponibili e degli approfondimenti derivanti dagli studi già attivati;
- fase tre: analisi modellistica con definizione delle diverse ipotesi di intervento e procedure gestionali e confronto dei risultati operativi;
- fase di concertazione con Regioni, Province, AATO, associazioni di categoria, associazioni ambientaliste, al fine di stabilire un programma di gestione condiviso della risorsa. Questa fase avrà inizio al momento in cui il quadro conoscitivo sarà sufficientemente definito, con lo scopo di condividere con gli enti interessati il percorso attuativo del Piano, cui sarà data idonea pubblicità, anche secondo gli indirizzi della normativa comunitaria in materia.

#### **Obiettivi**

Il documento contiene, in forma compiuta, il quadro conoscitivo di riferimento, il bilancio idrico attuale, nonché il dettaglio delle metodologie da utilizzare per la definitiva redazione del Progetto di Piano.

È quindi uno strumento già sufficientemente operativo indirizzato alle Regioni, impegnate nella redazione del Piano di Tutela, così come previsto dall'art. 44 del D. Lgs. 152/99 e a tutti gli enti preposti alla gestione della risorsa.

Peraltro, la valutazione globale non ancora definitiva di aree interessate da stress idrico, costituisce elemento di informazione e consultazione così come previsto dall'art. 14, punto b) della Direttiva Quadro 2000/60/CE.

## Inquadramento normativo

La Legge 18 maggio 1989, n. 183, recante “Norme per il riassetto funzionale e organizzativo della difesa del suolo”, istitutiva delle Autorità di Bacino, individua nel bacino idrografico l’ambito territoriale di riferimento. Le finalità della legge, oltre a quelle relative alla difesa del suolo, riguardano, altresì, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico, la razionale utilizzazione della risorsa idrica nonché la tutela degli aspetti ambientali ad essa connessi, inquadrando il sistema degli interventi preordinati al raggiungimento di tali scopi in un modello più generale di pianificazione e programmazione. In particolare l’art. 3 comma 1 della L. 183/89 precisa che le attività di programmazione, di pianificazione e di attuazione degli interventi destinati a realizzare le finalità sopra richiamate attengono, sotto il profilo della tutela delle acque:

- al risanamento delle acque superficiali e sotterranee allo scopo di fermarne il degrado, renderle conformi alle normative comunitarie e nazionali, e assicurarne la razionale utilizzazione per i vari usi, mediante opere di depurazione degli effluenti urbani, industriali ed agricoli;
- alla razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con un’efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l’insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso costante vitale negli alvei sottesi.

Ai sensi della medesima L. 183/89, l’attività dell’Autorità di Bacino si esplica tramite la redazione del Piano di Bacino. In considerazione della complessità di tale strumento, con la L. 493/93 venne introdotta la possibilità di predisporre e approvare detto Piano anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, garantendo, comunque, una considerazione sistematica del territorio nel bacino idrografico di riferimento.

Oltre alla L. 183/89 sopra richiamata, occorre ricordare altri provvedimenti normativi in materia di tutela, gestione ed utilizzo della risorsa idrica, alcuni dei quali prevedono compiti specifici per le Autorità di Bacino. In particolare:

- il D. Lgs. 275/93, relativo al “Riordino delle concessioni in materia di acque pubbliche”, che all’art. 3, in materia di derivazioni idriche, prevede che l’Autorità esprima il proprio parere, in sede di rilascio delle concessioni di derivazione, ai fini del controllo del bilancio idrico e idrologico;
- la L. 36/94 (c.d. Legge Galli), recante “Disposizioni in materia di risorse idriche”. Nello specifico, tale legge, all’art.1 commi 1 e 3, introduce alcuni principi fondamentali sull’uso delle risorse idriche, secondo cui “tutte le acque superficiali e sotterranee sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà” in modo da garantire “il risparmio e il rinnovo delle risorse idriche per non pregiudicare il patrimonio idrico”. In attuazione di quanto sopra, detta legge all’art.3 attribuisce all’Autorità di Bacino il compito di definire ed aggiornare periodicamente il bilancio idrico, diretto ad assicurare l’equilibrio tra le disponibilità di risorse reperibili o attivabili nell’area di riferimento ed i fabbisogni per i diversi usi, e di adottare le misure per la pianificazione dell’economia idrica;
- il D. Lgs. 152/99, recante “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”, e s.m.i., che recepisce alcune direttive comunitarie e, nel contempo, riordina la precedente normativa in materia di tutela delle acque dall’inquinamento, coordinandola con quella sulla gestione delle risorse idriche.

Sotto il profilo dei contenuti, è significativo in questa sede ricordare come il D. Lgs. 152/99 abbia accolto ed esplicitato il principio secondo cui la tutela quantitativa della risorsa concorra al raggiungimento degli obiettivi di qualità, attraverso una pianificazione delle utilizzazioni delle acque volta ad evitare ripercussioni sulla qualità delle stesse e a consentire un consumo idrico sostenibile. In ragione di ciò è stato previsto espressamente nel medesimo decreto che nei Piani di Tutela fossero adottate “*misure volte ad assicurare l’equilibrio del bilancio idrico come definito dall’Autorità di Bacino nel rispetto delle priorità della legge 5 gennaio 1994, n. 36, e tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d’uso della risorsa compatibili con le relative caratteristiche qualitative e quantitative*” (art. 22, comma 2).

Dal punto di vista procedurale, il D. Lgs. 152/99 ha fortemente inciso sul regime previgente delle competenze, attribuendo, da un lato, all’Autorità di Bacino il compito di individuare i corpi idrici di riferimento (All. 1, par. 2.1.3.1.) e di esprimere il proprio parere in fase di individuazione e/o revisione delle aree sensibili e vulnerabili (artt.18 e 19) e realizzando, dall’altro, un vero e proprio rovesciamento di competenze in materia di redazione/adozione dei Piani di Tutela, in ragione degli aspetti contenutistici sopra richiamati.

Pur costituendo, infatti, il Piano di Tutela, ai sensi dell’art. 44, comma 1 del D. Lgs. 152/99, Piano stralcio di settore del Piano di Bacino, il D. Lgs. 152/99 ha, di fatto, invertito l’iter previsto in generale dalla L. 183/89

per l'approvazione del Piano, attribuendo alla Regione il compito di redigerlo e all'Autorità di Bacino il compito di individuare, prima della sua redazione, gli obiettivi di qualità su scala di bacino, che il Piano deve perseguire e le priorità degli interventi cui lo stesso deve attenersi. Inoltre, una volta che il Piano è stato predisposto, l'Autorità di Bacino verifica la sua conformità agli obiettivi prefissati, esprimendo a tal fine un parere vincolante (art. 44, comma 2).

L'Autorità di Bacino del Fiume Arno, così come previsto dal citato decreto, ha provveduto ad individuare gli obiettivi di qualità ambientale a scala di bacino, che sono stati trasmessi alle Regioni entro le scadenze temporali previste per legge.

Con successivi decreti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (da ultimo il D.M. 12 giugno 2003, n. 185 e il D.M. 19 agosto 2003), in attuazione delle disposizioni del D. Lgs. 152/99, è stato approvato il regolamento per il riutilizzo delle acque reflue e sono stati, altresì, specificati gli obblighi di comunicazione e trasmissione dei dati e delle informazioni in materia di risorse idriche, gravanti anche sulle Autorità di Bacino, ai fini del rilevamento delle caratteristiche dei bacini idrografici comprendenti corpi idrici significativi. A tal riguardo si può osservare come la realizzazione di flussi informativi in campo ambientale e in materia di risorse idriche sia stata prevista e disciplinata, su un piano più generale, dalla stessa Direttiva 2000/60/CE, istitutiva del quadro di riferimento per l'azione comunitaria in materia di acque. Dal punto di vista operativo, l'Autorità di bacino del fiume Arno, avvalendosi della facoltà prevista dalla L. 183/89, come modificata dalla L. 493/93, ha proceduto alla redazione del Piano di Bacino mediante stralci funzionali. In particolare, con riferimento alla tematica delle risorse idriche, con il DPCM 31 marzo 1999 è stato approvato il Piano stralcio "*Qualità delle Acque*". Tale Piano, pur riguardando sostanzialmente l'aspetto qualitativo delle acque superficiali, introduce un quadro conoscitivo quantitativo relativo sia alle acque superficiali che a quelle sotterranee (acquiferi delle pianure alluvionali) e, nella consapevolezza che l'aspetto qualitativo è inscindibile da quello quantitativo, individua interventi e norme finalizzati al mantenimento del deflusso in alveo e al conseguimento degli usi prioritari della risorsa. In tal senso il Piano anticipa i contenuti del D. Lgs. 152/99, indicando come fine primario la salvaguardia delle caratteristiche di qualità della rete idraulica naturale, prevedendo, laddove necessario, il raggiungimento di obiettivi di qualità superiori, relativi al corpo naturale recettore.

## I risultati dello studio sul bilancio idrogeologico

Il quadro conoscitivo relativo alla prima fase si basa, tra l'altro, sullo studio relativo al "Bilancio idrogeologico del bacino dell'Arno", consistente in una valutazione della risorsa idrica in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei principali sottobacini ed in sezioni significative dell'asta principale.

La distribuzione della risorsa idrica è stata valutata su base mensile, con riferimento all'anno medio, in considerazione del fatto che le criticità si manifestano sostanzialmente durante il periodo estivo, durante il quale la minor disponibilità si associa ad una maggiore richiesta. In particolare sono stati calcolati i bilanci idrogeologici medi mensili, con procedure diverse a seconda che le sezioni di chiusura del bacino interessato siano o meno dotate di stazione di misura delle portate, e i deflussi naturali ottenuti per somma algebrica degli scarichi e dei prelievi, derivanti dal censimento svolto nel 1996 dall'Autorità di Bacino e attualmente in corso di aggiornamento.

I bilanci delle risorse sotterranee riguardano gli acquiferi delle pianure alluvionali, oggetto di più intenso sfruttamento: sono stati elaborati avvalendosi della documentazione disponibile, opportunamente validata, organizzata e omogeneizzata. I deflussi naturali sono stati determinati, come si è detto, integrando i valori di risorsa derivanti dalle osservazioni con le risultanze del censimento delle derivazioni e degli scarichi, redatto per conto dell'Autorità di Bacino nel 1996. La portata residua è stata confrontata, alle varie sezioni, con il valore del deflusso minimo vitale stimato, in prima approssimazione, con il metodo indicato nel Piano stralcio "*Qualità delle Acque*", ove si fa riferimento ad un coefficiente unitario per superficie di bacino sottesa. Tale ipotesi di calcolo è stata poi confrontata con quella che fa riferimento alla portata  $Q_{7,10}$ , definita come la minima portata di sette giorni consecutivi con tempo di ritorno pari a 10 anni.

Il quadro conoscitivo di cui sopra, che peraltro contiene l'indicazione delle zone caratterizzate da stress idrico, è stato trasmesso alle Regioni come obiettivo del Piano di Tutela. La disponibilità di ulteriori informazioni sulle caratteristiche dei corpi idrici, soprattutto per quanto riguarda le acque profonde, deriverà da studi, attivati anche tramite specifici Protocolli di Intesa con Province e Regioni nonché dall'attività di monitoraggio già attivata ai sensi del D. Lgs. 152/99.

Per la caratterizzazione di dettaglio di alcuni acquiferi intensamente sfruttati, sono stati commissionati studi specifici, attuati anche tramite accordi istituzionali con Comuni, Province e Regioni territorialmente interessati. In particolare, congiuntamente al Comune di Bientina, è stata affidata un'indagine idrogeologica finalizzata alla ricostruzione ed al controllo dello stato della falda del Padule di Bientina, intensamente sfruttata ad uso idropotabile. Tale attività si è conclusa nel maggio 2003. Tramite Protocollo di Intesa con la Provincia di

Pistoia e la Regione Toscana è in corso d'opera la caratterizzazione degli acquiferi ricadenti nella pianura pistoiese. Altra indagine in corso d'opera riguarda la caratterizzazione degli acquiferi della Val di Chiana, intensamente sfruttati ad uso irriguo e idropotabile.

### **Il modello di bilancio idrologico a scala di bacino**

Un ulteriore affinamento del quadro conoscitivo è dato dalla messa a punto di un modello idrologico distribuito per la valutazione del bilancio a scala di bacino, attualmente in via di avanzata definizione. Questo modello è in grado di consentire la ricostruzione, a partire dai dati di pioggia, della serie storica dei deflussi mensili naturali, in una generica sezione superficiale o profonda. Nel corso della sperimentazione del modello unico integrato per il preannuncio di piena nel bacino dell'Arno (sistema ARTU), è stato implementato e testato un modello idrologico distribuito, realizzato dal Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Firenze, e finalizzato alla stima in tempo reale dell'umidità del suolo. Si è ritenuto di utilizzare tale strumento finalizzandolo anche alle stime in condizioni di magra, significative ai fini del bilancio idrico. Il modello consente difatti di effettuare, anche nei periodi di assenza di precipitazione, il bilancio idrico degli strati superficiali del terreno. Un aspetto cruciale nella calibrazione e verifica di schemi distribuiti di bilancio idrologico superficiale è la necessità di disporre di misure e/o stime, comparabilmente distribuite, della saturazione del suolo e dei flussi da questa dipendenti. Recenti studi hanno mostrato come questo sia operativamente ottenibile attraverso l'uso integrato del telerilevamento da piattaforma satellitare e modellazione del bilancio energetico della superficie. Il modello, opportunamente calibrato, permetterà di ricostruire, in qualsiasi sezione del bacino, il bilancio in condizioni naturali, antropizzate e di piano.

### **I risultati preliminari dello studio sulle tendenze climatiche sul territorio del bacino**

L'Autorità di Bacino del Fiume Arno ha promosso una ricerca sulle tendenze del clima, affidandone lo svolgimento alla Fondazione per la Meteorologia Applicata e all'Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Il progetto è mirato alla valutazione degli effetti potenziali del cambiamento climatico sul regime delle piogge intense. Lo studio offre inoltre indicazioni utili ai fini dell'individuazione delle tendenze generali in atto. Dall'analisi delle serie storiche degli ultimi cinquant'anni, elaborate sul territorio del bacino, emerge:

- la diminuzione del numero dei giorni piovosi, nell'ultimo ventennio con volumi annuali pressoché costanti e, dunque, l'aumento della intensità media di pioggia;
- la concentrazione spaziale di piogge estreme di breve durata, particolarmente rilevanti per gli allagamenti locali, l'esondazione di piccoli affluenti, nonché per il dissesto dei versanti;
- l'aumento della probabilità di eventi distribuiti su grandi porzioni del bacino, in grado di sollecitare potenzialmente il corso principale e gli affluenti maggiori.

Per quanto riguarda il futuro, sullo scenario dei prossimi cinquant'anni, è possibile prevedere:

- cambiamenti trascurabili nella quantità totale di pioggia caduta nel corso dell'anno;
- un aumento delle piogge invernali e del numero di perturbazioni nella stessa stagione, associato all'incremento dell'intensità delle precipitazioni;
- un forte aumento dell'intensità delle piogge estive, tra luglio e settembre;
- una diminuzione del numero di perturbazioni in autunno con aumento della loro intensità.

### **Documento propedeutico: relazione ed elaborati**

La relazione è articolata in due sezioni.

La prima contiene le risultanze della fase di lavoro uno, arrivando a definire un quadro già sufficientemente operativo del bilancio idrico attuale e concludendosi con l'evidenziazione di tratti fluviali ed aree di crisi, dove la risorsa è insufficiente a sostenere gli utilizzi in atto.

Nella seconda sezione sono riportate alcune elaborazioni relative alle fasi due e tre del piano di lavoro, così come risultanti da studi e collaborazioni ancora in corso d'opera, ma che già forniscono in maniera compiuta l'approfondimento di alcuni aspetti specifici inerenti i termini del bilancio.

Si riferisce in particolare alle caratteristiche del modello per la gestione integrata delle risorse, organizzato in un software dedicato, consultabile ed integrabile via web, che si appoggia al Sistema delle Acque Superficiali (anche denominato Hydro Data Model), recentemente realizzato.

Capitoli specifici sono dedicati alle modalità d'uso dei prelievi utilizzate per la stima della portata residua in alveo, al deflusso di base (BFI), utilizzato come indicatore di magra, alle specifiche del software predisposto, al deflusso minimo vitale ed alle caratteristiche del modello idrologico adottato per l'individuazione della risorsa superficiale e profonda nel bacino, nonché per la simulazione di scenari di Piano.

Gli elaborati attraverso i quali si sviluppa il documento propedeutico all'elaborazione del Progetto di Piano stralcio "Bilancio idrico", sono allegati alla relazione:

- Allegato n. 1 – n. 15 schede di sintesi del bilancio redatte in corrispondenza di sezioni del reticolo superficiale strumentate;
- Allegato n. 2 – n. 18 schede di sintesi del bilancio redatte in corrispondenza delle sezioni di chiusura di principali affluenti o in tratti fluviali significativi;
- Allegato n. 3 – n. 14 schede relative al bilancio idrico degli acquiferi delle pianure alluvionali;
- Allegato n. 4 – Quadro giuridico di riferimento;
- Allegato n. 5 – Delibera di Comitato Istituzionale n. 177/03 – Schema di Piano stralcio "Bilancio idrico";
- Cartografia di sintesi e dettaglio.

## Conclusioni

Dato il regime delle portate dei corsi d'acqua del bacino dell'Arno, di tipo prettamente torrentizio, è importante giungere ad una valutazione delle portate minime stagionali, quando, tra l'altro, la domanda d'acqua è massima. Purtroppo, alla scarsità di stazioni di misura di portata si aggiunge il fatto che spesso, le scale di deflusso che correlano il dato di livello misurato alla portata, in condizioni di magra possono dare valori approssimati.

Si è quindi lavorato con i dati disponibili, estrapolando ai bacini non forniti di stazioni idrometriche i deflussi minimi misurati.

Per fornire un valore di portata minima statisticamente valido, per ogni sezione fluviale con stazione di misura delle portate è stato calcolato il  $Q_{7,10}$ , cioè la minima portata media settimanale (media mobile) con tempo di ritorno 10 anni. Questo valore, in attesa di determinazioni più specifiche, può essere utilizzato come indice del minimo deflusso vitale dei corsi d'acqua del bacino dell'Arno.

Il calcolo è stato condotto sia con i deflussi misurati sia con quelli "naturali". Mediante confronti fra bacini simili, i  $Q_{7,10}$  sono stati calcolati anche per i 18 bacini idrografici.

Il  $Q_{7,10}$  naturale è risultato generalmente inferiore alla portata calcolata in base alla formula 1,6 L/s per km<sup>2</sup> di bacino: fanno eccezione l'Arno a Subbiano, il Bisenzio a Gamberame e la Nievole a Colonna.

Per quanto riguarda l'asta principale, a Nave di Rosano il  $Q_{7,10}$  naturale è di poco inferiore alla portata "specificata", mentre a S. Giovanni alla Vena è quasi la metà. Questo dipende principalmente dal fatto che il contributo in L/s per km<sup>2</sup> del Valdarno Inferiore è nettamente più basso, per le minori piogge, rispetto alla parte superiore del bacino.

Il criterio della portata specifica non può essere applicato automaticamente a tutti i corsi d'acqua per definire il minimo deflusso vitale, ma occorre confrontarlo con i deflussi minimi reali o, in mancanza di misure di portata, almeno con le precipitazioni e le caratteristiche fisiografiche del bacino.

Le portate minime calcolate hanno un margine di incertezza dovuto al solito problema dei prelievi e degli scarichi: problema maggiore che per le portate medie mensili, perché le sottrazioni e aggiunte d'acqua incidono in misura più rilevante sulle portate di magra.

Nonostante questa incertezza, il confronto fra le portate minime e i prelievi porta a concludere che, per alcuni corsi d'acqua del bacino dell'Arno le portate di prelievo concesse sono troppo alte rispetto alle portate di magra, tanto da non lasciare in alveo il minimo deflusso vitale, in qualunque modo questo venga definito:  $Q_{7,10}$ , 1,6 L/s.km<sup>2</sup> o altro.

Nel caso di tratti fluviali nei quali le concessioni di prelievo superano i deflussi  $Q_{7,10}$  naturali e sono resi appena possibili dagli scarichi, non dovrebbero essere concessi ulteriori prelievi ed è necessario pertanto eseguire un controllo diretto per accertare l'effettiva incidenza delle sottrazioni d'acqua nei periodi di magra.

Anche l'analisi dettagliata delle variazioni di livello fluviale nell'arco della giornata, nonché il confronto fra i livelli idrici di una giornata asciutta e di una piovosa (ma che non produca ruscellamento superficiale apprezzabile) possono fornire indicazioni valide. È interessante osservare, a questo proposito, che il Canale Maestro della Chiana, durante il periodo delle irrigazioni, mostra, nelle registrazioni del livello idrico, delle cadute di portata durante la notte e delle riprese durante il giorno: è possibile che i prelievi concessi vengano sfruttati durante le ore meno calde, ma è altrettanto probabile che entrino pesantemente in gioco prelievi abusivi.

D'altra parte bisogna fare presente che, dal 1995, anno al quale si riferiscono i dati della GEOTECNO relativi alle derivazioni e ai prelievi dai corsi d'acqua, c'è stata, da parte degli Enti preposti, più attenzione per cui è possibile che la situazione sia migliore, per alcuni corsi d'acqua, di quanto emerge dall'analisi fatta in questo studio.

Sarà comunque necessario considerare attentamente il fenomeno del prelievo d'acqua in fregio ai fiumi: in alcune valli (certamente in Valdichiana e nel Valdarno Superiore) il divieto temporaneo di prelievo imposto

durante le magre accentuate viene aggirato pompando l'acqua da pozzi, o in semplici buche, scavati in prossimità dell'alveo.

Oltre al calcolo delle portate minime settimanali con tempo di ritorno 10 anni, per le sezioni fluviali in cui c'è (o c'è stato) un idrometrografo, è stato fatto anche il calcolo delle portate minime attese nell'eventualità che il periodo senza piogge significative si prolunghi per più mesi, come è avvenuto ad esempio nel 1985, quando solo a novembre arrivarono le piogge che consentirono all'acquedotto di Firenze di superare una grave crisi idrica.

Per questo calcolo è stato usato un metodo almeno in parte originale, basato sulla ricostruzione della "curva di esaurimento delle portate". I numeri prodotti devono essere considerati preliminari: in particolare le portate minime attese alla chiusura dei 18 bacini idrografici sono state ottenute con un metodo (in pratica una proporzione con i valori dei bacini contigui) che non può avere fornito valori precisi e che quindi dovrà essere oggetto di successivo approfondimento.

Relativamente al bilancio idrogeologico degli acquiferi sotterranei, nel corso del lavoro sono stati calcolati i deflussi di base medi annui dei corsi d'acqua, con lo scopo di valutare le risorse idriche sotterranee dei vari bacini. Nonostante la scarsità di risorse sotterranee nel bacino dell'Arno complessivamente esse sono sempre superiori ai prelievi. Questo non significa che il bilancio idrico delle acque sotterranee debba essere dovunque in attivo, perché:

- la maggior parte delle risorse idriche di sottosuolo non è sfruttabile, data la dispersione dell'acqua in rocce a bassa permeabilità;
- ci possono essere situazioni locali di sovrasfruttamento anche in un bilancio complessivamente in attivo.

Per gli acquiferi montani non ci sono problemi: le acque sono captate alle emergenze naturali (sorgenti), e in nessuna parte del bacino dell'Arno ci sono pozzi che vanno a sfruttare le riserve permanenti.

Diverso il discorso per gli acquiferi delle pianure, che sono i più importanti ma anche quelli più sfruttati. Alcuni bilanci delle falde delle pianure presentano un grado di approssimazione, maggiore o minore, dovuto alle difficoltà di calcolare sia la ricarica media annua, sia i prelievi. Per questi ultimi, in particolare, si dispone attualmente solo di valutazioni, basate su poche concessioni di attingimento, e sull'elevato numero di denunce dei pozzi in ottemperanza del D.L. 275/93. Sono valutazioni anche i dati riportati in questo studio, sia pure basate sul numero dei pozzi denunciati nei diversi bacini e sul tipo d'uso dell'acqua.

Anche dopo l'ultimazione degli archivi, il calcolo dei prelievi avrà sempre un margine di incertezza perché:

- anche quando i prelievi sono regolarmente denunciati sono scarsamente attendibili, soprattutto per il timore da parte dei proprietari di una tassa sui quantitativi emunti;
- un numero di pozzi, diverso da zona a zona ma comunque consistente, non è stato denunciato ed è quindi abusivo; per gli acquiferi di pianura della Provincia di Firenze si può senz'altro dire che i pozzi denunciati sono meno di quelli abusivi (Pranzini, 2001).

In questo quadro, le situazioni di squilibrio possono emergere più facilmente dall'andamento storico dei livelli piezometrici, che non dai bilanci redatti. Nella cartografia allegata sono indicate le zone nelle quali la presenza di coni di depressione della piezometrica suggerisce uno squilibrio fra le estrazioni d'acqua e la ricarica.

Fra queste situazioni, le più gravi sono quelle di Prato e di Bientina.

A Prato è presente un profondo ed ampio cono di depressione della falda, con la superficie piezometrica che si è abbassata anche di oltre 30 metri. Il sovrasfruttamento, che si protrae da oltre 20 anni, ha portato ad una forte diminuzione delle riserve permanenti e conseguentemente ad una riduzione della portata complessiva dei pozzi. Poiché la falda è utilizzata dall'acquedotto pubblico, oltre che dalle aziende del distretto industriale tessile, è opportuno non concedere la perforazione di altri pozzi.

Nella pianura fra Bientina e Porcari sono gli attingimenti industriali, soprattutto da parte delle cartiere, i responsabili dell'alterazione dell'equilibrio: la superficie piezometrica si è abbassata fino a 5 metri negli ultimi 20 anni. Qui la situazione geologica ha anche favorito la subsidenza del terreno, con danni agli edifici. Situazioni di accentuato abbassamento della superficie piezometrica sono segnalate nell'area industriale di Sesto Fiorentino-Calenzano, nella pianura fra S. Croce e Fucecchio (comprensorio del cuoio) e nella pianura di Pisa.

In altre zone (Valdarno Superiore, pianura di Empoli, area pistoiese) sono presenti accentuate depressioni stagionali della superficie freatica, collegabili alla scarsità delle riserve idriche sotterranee. Qui la situazione idrogeologica dovrebbe impedire il progredire degli abbassamenti, ma poiché nelle zone ci sono campi pozzi degli acquedotti pubblici, è opportuno impedire la realizzazione di altri pozzi privati.

L'indicazione delle situazioni di sovrasfruttamento elencate derivano da ricerche scientifiche, per lo più eseguite alcuni anni fa, e dalle segnalazioni generiche pervenute, non da un'indagine specifica e diretta su tutto il territorio; pertanto non si esclude che altre situazioni di squilibrio siano presenti nel bacino dell'Arno.

Ad esempio, in Valdichiana si ritiene che ci sia più di una zona in cui gli acquiferi confinati sono sovrasfruttati, ma la mancanza di studi specifici ha impedito di evidenziarle in cartografia.

In tutte le zone critiche indicate (ed in altre zone in cui la superficie di falda presenti depressioni accentuate) è necessario procedere:

- all'installazione di una rete di monitoraggio piezometrico;
- al censimento completo dei pozzi;
- all'installazione di contatori ai pozzi stessi;
- alla redazione di validi bilanci idrogeologici.

Sulla base dei risultati potrà essere necessario adottare provvedimenti finalizzati ad ottenere l'equilibrio fra ricarica e prelievi, secondo due possibili linee:

- ricorso a risorse idriche alternative (riciclo e riutilizzo, sfruttamento di acque di superficie), soprattutto per gli usi agricoli e industriali;
- ricarica artificiale delle falde, dove la situazione geologica lo renda possibile.

Comunque, nelle zone sedi di pozzi ad uso idropotabile, è opportuno non concedere ulteriori attingimenti. Ciò vale non solo dove l'abbassamento progressivo del livello piezometrico indica un sovrasfruttamento degli acquiferi (Prato, Bientina, Pianura di Pisa), ma anche dove si registra un'accentuata depressione stagionale (Valdarno Superiore, Pontelungo di Pistoia, ecc.), che comporta una riduzione della portata dei pozzi. In tutte queste zone ci sono già le condizioni, sia pure in mancanza di un bilancio idrogeologico preciso ed aggiornato, per applicare l'art. 2 della Legge Galli: *"l'uso delle acque per il consumo umano è prioritario rispetto agli altri usi del medesimo corpo idrico. Gli altri usi sono ammessi quando la risorsa è sufficiente e a condizione che non ledano la qualità dell'acqua per il consumo umano"*.

#### 1.6.1.2. Deflusso Minimo Vitale (DMV)

Con l'entrata in vigore del D. Lgs. 152/99, il DMV è individuato tra gli strumenti di tutela della risorsa idrica e concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità. Ai sensi dell'art. 22 del decreto l'Autorità di Bacino definisce l'equilibrio del bilancio idrico, tenendo conto, tra i vari parametri, anche del DMV.

Per la gestione delle piccole e grandi concessioni idriche, nel settembre 2002, è stato affidato dall'Autorità uno studio relativo alla "Individuazione di un modello finalizzato alla gestione integrata delle risorse idriche e tutela dell'habitat fluviale in relazione al deflusso minimo vitale". Lo studio prevede l'analisi dei dati relativi ai prelievi idrici, che hanno mostrato essere uno dei termini più complessi dell'equazione di bilancio. Tale complessità deriva da molteplici aspetti, quali la tipologia delle concessioni idriche, numerosissime e di piccola entità, l'incompletezza degli archivi, peraltro anteriori alle concessioni in sanatoria, soprattutto per le acque di falda, conseguenti alla Legge Galli, l'interpretazione stessa dei disciplinari di concessione, necessaria per la stima della portata realmente attinta nel tempo.

I prelievi sono comparati con gli indicatori di magra, che possono essere ottenuti dalle serie storiche delle portate nelle sezioni strumentate o attraverso procedure di regionalizzazione, nelle sezioni non strumentate: queste ultime elaborazioni si basano sullo studio delle dipendenze degli indicatori di magra dall'indice di deflusso di base (Base Flow Index o BFI) strettamente correlato alle caratteristiche idrogeologiche dei bacini sottesi ed alle portate di minimo vitale. Tutti i dati risultanti sono consultabili e scaricabili anche via web in modo da garantire trasparenza sulla gestione della risorsa e attraverso cui avere un quadro del sistema sempre aggiornato e diffuso a livello di bacino.

Il lavoro di cui sopra, come peraltro l'intera modellistica di Piano, si appoggia al "Sistema delle acque superficiali", recentemente realizzato dall'Autorità di Bacino dell'Arno nell'ambito di un progetto più vasto che vede coinvolte le Regioni assieme ai soggetti istituzionali competenti in materia di acque e sistemi informativi territoriali. Si tratta di un sistema informativo territoriale che individua l'idrografia dei corsi d'acqua prevalentemente naturali. Ciò avviene attraverso l'organizzazione gerarchica dei bacini dei tratti di reticolo. Il reticolo che ne risulta ha caratteristiche di grafo orientato ed è perfettamente coerente, da un punto di vista grafico, con la carta tecnica regionale in scala 1:10000. La definizione di bacini e sottobacini, attraverso la ricostruzione degli spartiacque morfologici, è parte integrante del modello. Le procedure necessarie si basano sulla costruzione di un modello digitale del terreno, realizzato con una griglia di 10 x 10 metri.

Questo approccio consente, oltre all'analisi morfometrica del bacino a tutte le scale, di ottenere un unico riferimento per la modellazione idrologica e idraulica, condiviso dai soggetti che, con diversa titolarità, operano nell'ambito della difesa del suolo e della tutela delle risorse.

## 1.7. Caratteristiche idrogeologiche

### 1.7.1. Territorio interno

La prevalenza nel bacino di rocce a bassa permeabilità non permette un consistente stoccaggio nel sottosuolo degli afflussi meteorici. In queste condizioni, le piogge si traducono in massima parte in ruscellamento superficiale e, conseguentemente, il regime dei corsi d'acqua presenta forti variazioni di portata, con piene che comportano anche un elevato rischio alluvionale.

L'infiltrazione efficace (cioè l'acqua che si infiltra nel sottosuolo ed alimenta le falde acquifere) è stata calcolata in meno del 5% delle precipitazioni nelle arenarie che affiorano in prevalenza sulla dorsale appenninica. Solo nelle rocce carbonatiche carsificate, poco rappresentate all'interno del bacino dell'Arno, l'infiltrazione efficace raggiunge e può superare il 50% delle precipitazioni.

La bassa portata delle sorgenti è una conferma della bassa permeabilità media delle rocce del bacino: tutte le sorgenti infatti hanno una portata media inferiore ai 50 L/s, con la sola eccezione delle Vene degli Onci (Colle Val d'Elsa) che arrivano a portate medie dell'ordine di 960 L/s.

I terreni più permeabili sono quelli delle pianure alluvionali, anche se in molte aree le ghiaie e le sabbie acquifere sono coperte da alcuni metri di limo argilloso di bassa permeabilità. Ma neppure dai depositi alluvionali delle pianure, l'Arno ed i suoi affluenti ricevono alimentazione consistente: al contrario, questi acquiferi sono normalmente alimentati dai corsi d'acqua, dato che la superficie di falda è depressa rispetto agli alvei, per effetto dei pompaggi.

Le maggiori risorse nel bacino dell'Arno si trovano nelle pianure alluvionali. Nelle pianure gli acquiferi costituiscono in prevalenza falde superficiali, più o meno direttamente connesse alle portate dei corsi d'acqua. Laddove i sedimenti fluviali o lacustri contenenti gli acquiferi presentano spessori notevoli, si possono ritrovare più falde sovrapposte, che danno luogo a falde artesiane.

Nel bacino dell'Arno, procedendo da ovest verso est, le aree di pianura presentano situazioni peculiari sommariamente così schematizzabili:

- Piana dell'Arno tra Pontedera e Montelupo – Valdarno Inferiore: presenza di una coltre alluvionale con uno o più orizzonti acquiferi, poggiante su argille e conglomerati pliocenici, che localmente includono falde artesiane di limitato spessore. Il quadro piezometrico è attualmente influenzato dai pompaggi in atto, destinati all'uso civile e industriale. L'alimentazione degli acquiferi alluvionali è legata strettamente al fiume e quindi alla stagione delle piogge.
- Piana alluvionale di Lucca – Capannori: presenza di una potente falda freatica – artesianiana di ottima qualità, alimentata specialmente dal fiume Serchio. La Pianura di Lucca, la cui porzione orientale ricade nel bacino dell'Arno, corrisponde ad un'ampia depressione tettonica. Le condizioni stratigrafiche della pianura fanno sì che la falda idrica sotterranea si presenti con caratteristiche freatiche nella porzione in cui l'orizzonte ghiaioso-sabbioso, che costituisce l'acquifero, non risulta confinato verso l'alto da terreni impermeabili. Tale situazione si verifica in un'ampia porzione della piana, perché solo nella parte centro-meridionale sono presenti in copertura depositi limoso-argillosi di bassa permeabilità. In queste condizioni la falda acquifera acquista caratteristiche di semiartesianità e di artesianità a mano a mano che si procede da nord verso sud. Alla pianura attingono oggi importanti acquedotti per uso potabile quali quello di Lucca, quello subsidiario di Pisa e Livorno, quello di Capannori, quello detto del "Pollino" che serve anche Pescia e Montecatini e altri numerosi Comuni della Valdinievole, quello delle Cerbaie per la zona di Pontedera, ecc. La falda è oggi sfruttata anche per fini industriali (specialmente nella zona delle cartiere) e civili per uso potabile, con pozzi che superano complessivamente la portata di 2.000 L/s.
- Piana della Nievole e delle Pescie: presenza di falde un tempo con buone caratteristiche, oggi sempre più difficilmente utilizzabili a fini potabili a causa della contaminazione derivante in gran parte dall'utilizzo florovivaistico di fertilizzanti e fitofarmaci. Infatti, il sottosuolo della pianura di Montecatini e Pescia è costituito nella zona nord-occidentale da un orizzonte di ghiaie molto permeabili, la superficie freatica si trova in genere a pochi metri di profondità, ed affiora in corrispondenza del Padule di Fucecchio: questo specchio d'acqua di fatto si allarga e si restringe proprio come conseguenza delle variazioni di livello della falda. È da notare tuttavia che, in corrispondenza di Montecatini Terme e di Monsummano, si hanno apporti di acque termali, di risalita profonda e provenienti da sistemi idrologici contigui che vanno ad incrementare la portata delle acque sotterranee.
- Piana di Pistoia-Prato-Firenze: la pianura in cui si trovano gli agglomerati urbani di Firenze, Prato e Pistoia (342 km<sup>2</sup>) rappresenta l'evoluzione di un bacino fluvio-lacustre tuttora tettonicamente attivo. Nella pianura di Firenze si possono distinguere due orizzonti acquiferi principali, situati al di sotto di un orizzonte superficiale costituito da limo sabbioso e/o argilloso e corrispondente al deposito di

esondazione dell'Arno e dei suoi affluenti. Al di sotto degli acquiferi principali sono presenti sedimenti fluvio-lacustri, in maggioranza argille e limi, talvolta con lenti di ghiaia. La falda di Prato è la più importante fra quelle del Medio Valdarno: le ghiaie ed i ciottolami del conoide del Bisenzio raggiungono uno spessore massimo di 50 m. Ed anche al di sotto del corpo acquifero principale, fino alla profondità di oltre 300 m, sono presenti livelli di ghiaie con falde in pressione. L'acquifero principale della pianura di Pistoia coincide con il delta-conoide del Torrente Ombrone, le cui ghiaie raggiungono uno spessore massimo di 20-25 m, ma presentano frequenti, anche se sottili, intercalazioni di limi. Acquiferi di minore importanza si trovano quasi ovunque nella pianura, sempre in corrispondenza dei sedimenti fluviali; essi sono più frequenti lungo il margine appenninico, in relazione alla provenienza dei materiali sedimentari. Nella parte centrale della pianura le sabbie e ghiaie fluviali sono discontinue, e sono da collegare con i paleoalvei dell'Ombrone e dei suoi affluenti: si tratta di falde acquifere consistenti, potenzialmente idonee per uso potabile, oggi in parte inquinate per gli scarichi industriali e urbani e per la presenza di escavazioni di inerti attualmente inattive nei terreni alluvionali della pianura (Renai di Signa).

- **Valdarno Superiore:** la falda idrica contenuta nei depositi alluvionali del fondovalle costituisce la principale risorsa idrica del Valdarno Superiore. I depositi alluvionali del fondo valle formano una striscia della larghezza media di 1,5 km. Essi sono costituiti da due livelli principali: quello inferiore è formato da ciottoli, ghiaie e sabbie, con poche lenti di limo. Quello superiore corrisponde ad un deposito di esondazione ed è costituito da limo sabbioso o sabbia limosa nella parte centrale, da limo con tenori variabili di sabbia e argilla lateralmente. Al di sotto dei depositi alluvionali troviamo quasi ovunque le argille lacustri, che con la loro bassa permeabilità, costituiscono una base ottima per la risorsa idrica. La falda idrica, oggi sfruttata per uso idropotabile, agricolo ed industriale, è sottoposta ad alto rischio di inquinamento, proveniente anche dall'asta principale dell'Arno stesso.
- **Val di Chiana:** la depressione tettonica della Val di Chiana è formata da sedimenti olocenici, consistenti nelle coperture detritiche e nelle alluvioni recenti, nonché nei depositi limosi non consolidati delle colmate di bonifica. In particolare il complesso delle formazioni di colmamento del bacino sono costituite da materiali generalmente fini e sciolti di origine fluvio-lacustre. Nelle zone più basse e pianeggianti si hanno depositi recenti ed attuali a composizione prevalentemente sabbioso-limosa e con presenza di orizzonti di ciottoli. Le risorse idriche di sottosuolo della Val di Chiana sono complessivamente scarse e di qualità spesso scadente, sia per la natura del sottosuolo che per l'inquinamento. Tuttavia le falde rappresentano una fonte di approvvigionamento importante, non solo per le attività agricole e zootecniche ma anche per l'uso potabile.

## 1.7.2. Territorio costiero

Le falde artesiane della zona costiera del bacino e della pianura pisana possono raggiungere profondità fino a circa 200 m; in alcuni casi presentano problemi legati al contenuto salino o ad altre caratteristiche di qualità che ne rendono difficile o costosa l'utilizzazione.

Escludendo gli acquiferi più profondi, oltre ai terreni superficiali che contengono discontinue falde freatiche di scarsa importanza, si possono distinguere dall'alto verso il basso, i seguenti orizzonti acquiferi:

- primo acquifero artesiano in sabbia, esteso su gran parte della pianura. Gli spessori sono estremamente variabili, con massimi intorno a 130 m. La profondità del "tetto delle sabbie" raggiunge massimi di circa 50 m presso la periferia nord-orientale di Pisa, e diminuisce progressivamente dall'interno della pianura verso la fascia costiera, dove l'acquifero sabbioso si raccorda alle dune antiche, "emergendo" dalla copertura impermeabile e funzionando così da aree di alimentazione della falda. Sul margine nord-orientale della pianura, i livelli acquiferi sabbiosi sono collegati con i conii detritico-alluvionali, situati alla base dei Monti Pisani. Nella fascia meridionale i dati sono insufficienti a stabilire con buona approssimazione la geometria degli acquiferi sabbiosi ed in particolare i loro rapporti con le "Sabbie di Vicarello". Nella zona ad est di Pisa i corpi sabbiosi sono più articolati e si saldano, anche se in modo discontinuo, con gli acquiferi del sottostante orizzonte;
- primo acquifero artesiano in ghiaia, con depositi grossolani di origine prevalentemente alluvionale e depositi a dominante sabbiosa, è costituito localmente dai "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina", che si sviluppano, con notevole estensione e con spessori variabili fino ad oltre 10 m nella fascia meridionale della pianura, a profondità comprese, da monte a valle, da circa 40 m a circa 60 m dal piano di campagna. Nella parte centro-settentrionale della pianura, a profondità maggiori, si incontrano ancora livelli ghiaiosi-ciottolosi, più discontinui. Nella parte settentrionale della pianura, gli strati acquiferi grossolani divengono più discontinui e si approfondiscono progressivamente verso nord-ovest, fino a circa 180 m dal piano campagna, collegandosi presumibilmente, a vari livelli, ai conii detritico-alluvionali della fascia pedemontana.

**Tabella 10** – Tipologia ed estensione degli acquiferi del bacino (fonte: Regione Toscana, 2003).

Acquiferi del bacino	Tipologia	Estensione (km <sup>2</sup> )
	Carbonatici	470
	Vulcanici	0
	Piane alluvionali	2.308

## 1.8. Caratteristiche socio-economiche

Sono riportati nelle seguenti tabelle i dati più rappresentativi delle caratteristiche socio-economiche relative al territorio del bacino del Fiume Arno, con particolare riguardo ai fattori che inducono cambiamenti ambientali a lungo raggio, i cosiddetti "determinanti" (o "driving forces") ed i fattori di pressione secondo il sistema di indicatori ed indici ambientali adottato a livello europeo e conosciuto come modello DPSIR = Driving, Pressure, State, Impact, Response (per ulteriori dettagli si veda il documento di approfondimento II al presente Piano).

I dati relativi alle caratteristiche socio-economiche del bacino sono stati calcolati a partire dai dati ISTAT (popolazione, addetti industriali, uso del suolo, dati agronomici e zootecnici), in rapporto alla percentuale di territorio comunale compresa all'interno del bacino. Relativamente al criterio di calcolo utilizzato per l'elaborazione di tali dati si è considerato:

- la percentuale pari a 0 per porzioni di territorio comunale comprese nel bacino inferiori al 5% del totale;
- la percentuale pari a 100 per porzioni di territorio comunale comprese nel bacino superiori al 95%.

Si è assunto tale criterio in base al fatto che, in generale, in porzioni di bacino così ridotte (< 5%) difficilmente si rileva la presenza di agglomerati urbani e/o industriali importanti (in molti casi si tratta di zone boschive) e si può affermare che in tal modo il dato finale ottenuto si avvicini maggiormente alla situazione reale.

**Tabella 11** – Popolazione del bacino (fonte: Regione Toscana su elaborazione dati 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni: primi risultati, ISTAT, 2001).

Popolazione del bacino	Abitanti residenti	unità	2.157.046
	Presenze turistiche	unità	17.333.430
	Densità media	ab./km <sup>2</sup>	262

**Tabella 12** – P.I.L.: Prodotto Interno Lordo totale del bacino (fonte: ANPA-ARPAT CTN-AIM 2001 da elaborazione ISTAT 1995).

Prodotto Interno Lordo	Totale	Euro	4.351 milioni
------------------------	--------	------	---------------

**Tabella 13** – Attività industriali (fonte: Regione Toscana su elaborazione dati dell'8° Censimento dell'Industria e dei Servizi: primi risultati, ISTAT, 2001).

Attività industriali	Addetti imprese	Industriali	unità	346.623
		Commerciali		148.532
		Altri servizi		234.204
	Addetti Istituzioni	unità	141.758	
	Totale	unità	871.117	
	Addetti in attività industriali idroesigenti <sup>1</sup>	unità	n.d.	
Addetti in attività industriali che scaricano sostanze pericolose	unità	n.d.		

<sup>1</sup> Per attività industriali idroesigenti si intende un prelievo per addetto pari a 100 m<sup>3</sup>/anno.

**Tabella 14** – Uso agricolo del suolo (fonte: Regione Toscana su elaborazione dati del 5° Censimento Generale dell'Agricoltura, ISTAT, 2000, Regione Toscana, 2000).

	Tipologia di uso	Voci significative a scala di bacino	Voci di riferimento dal 5° Censimento dell'Agricoltura (ISTAT, 2000)	Ettari
Uso agro-forestale del suolo	Superficie uso rurale	Superficie agricola totale	Superficie Agricola Totale	638.396
		Superficie di suolo incolto	Superficie agricola non utilizzata	24.145
		SAU	SAU	345.094
		SAU (% su superficie totale)	(SAU X 100)/Sup.Agr.Tot	54
		Terreni a riposo vegetativo	Terreni a riposo	29.400
		Pascoli	Pascoli	24.785
		Prati permanenti	Prati Permanenti	19.056
	Superficie coltivata	Seminativi	Cereali per la produzione di granella (frumento tenero, frumento duro, orzo, avena, riso,,altri cereali)	70.232
		Colture da granella industriali	Segale, mais, sorgo, soia, altre piante da semi oleosi.	22.472
		Altre colture industriali	Patate, barbabietola da zucchero, luppolo, cotone, lino, canapa, colza, girasole, piante aromatiche, altre piante industriali.	36.155
		Legumi	Legumi secchi	3.190
		Colture ortive	Ortive in piena area, ortive protette	4.071
		Foraggiere	Foraggiere avvicendate + piante sarchiate da foraggio)	25.976
		Vite	Vite	38.210
		Olivo	Olivo da tavola e da olio	57.839
	Coltivazioni legnose agrarie (escluse olivo e vite)	Totale coltivazioni legnose agrarie – vite, olivo.	11.477	
	Superficie dedicata agricoltura biologica	Seminativi	Cereali, altri seminativi	4.103
		Colture industriali	Piante industriali	510
		Colture ortive	Ortive	66
		Vite	Vite	1.049
		Olivo	Olivo	2.541
		Coltivazioni legnose agrarie (escluso vite, olivo)	Agrumi, fruttiferi, vivai, altre coltivazioni legnose.	373
	Altro	Altre coltivazioni	48	
	Superficie boscata	Definizione di "bosco" ai sensi della L.R. forestale 39/2000		336.796

**Tabella 15** – Zootecnia nel bacino (fonte: elaborazione dati 5° Censimento dell'Agricoltura - ISTAT, 2000).

	Animali	Numero di capi
Capi zootecnici	Bovini	32.454
	Suini	109.119
	Ovini	100.454
	Caprini	5.761
	Equini	7.208
	Avicoli	2.264.900
	Totale	2.519.896

## 1.9. Caratteristiche naturalistiche

**Tabella 16** – Aree naturali protette e ad alto valore ambientale (fonte: Regione Toscana su elaborazione dati *Elenco Ufficiale Aree Protette*, 2002).

Aree naturali protette e ad alto valore ambientale ex art.2 L. 394/91 ed ex L.R. 56/00 (attuazione delle Dir. 79/409/CEE e 92/43/CE)			
Tipologia	Numero	Superficie (ha)	Denominazione
Parchi nazionali	1	14.592	Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna.
Riserve dello Stato	10	3.374	Badia Prataglia, Formole, Zuccaia, Camaldoli, Scodella, Vallombrosa, Calafuria, Poggio Adorno, Montefalcone.
Parchi regionali	1	7.212	Parco Regionale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli
Altro	---	9.531	Varie: Riserve Regionali, Parchi Provinciali, Riserve Provinciali, Anpil, Zone di Cava.
TOTALE	---	34.709	3,87% di superficie protetta nel bacino

**Tabella 17** – Fascia costiera ricadente in un'area naturale protetta o ad alto valore ambientale (fonte: Regione Toscana, 2004).

Fascia costiera ricadente in un'area naturale protetta o ad alto valore ambientale ex art.2 L.394/91 ed ex L.R. 56/00 (attuazione delle Dir. 79/409/CEE e 92/43/CEE)	
km di fascia costiera	%
19,78	93,3

**Tabella 18** – Caratteristiche naturali della fascia costiera (fonte: Società Toscana di Scienze Naturali, 1995).

Caratteristiche della fascia costiera	Presenza di praterie di Posidonia oceanica	NO
	Presenza di banchi naturali di pesci	SI
	Presenza di banchi naturali di molluschi	SI
	Presenza di banchi naturali di crostacei	SI
	Presenza di banchi naturali di echinodermi	SI

## 1.10. Corpi idrici significativi e corpi idrici di riferimento

### 1.10.1. Corpi idrici significativi

Sulla base del D. Lgs 152/99 e successive modifiche ed integrazioni, la Regione deve individuare, designare e classificare i corpi idrici ai fini della successiva definizione del livello di tutela da garantire, nonché delle relative azioni di risanamento da mettere in atto per i singoli corpi idrici mediante il Piano di Tutela, (art. 44).

Al capoverso 1. “Corpi Idrici Significativi” dell’allegato 1 al decreto, relativo a “Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale “ si definiscono, per le diverse categorie di corpi idrici, i criteri che devono essere soddisfatti per l’inclusione nella categoria dei corpi idrici significativi, suddivisi per tipologia.

L’applicazione di questi criteri alla realtà regionale ha portato alla selezione dei corpi idrici significativi per tutti i bacini idrografici ricadenti entro i confini amministrativi della Regione Toscana, identificati ufficialmente mediante Deliberazione di Giunta Regionale 10 marzo 2003, n. 225. Con tale provvedimento la Regione, oltre ad approvare i criteri di individuazione e l’elenco dei corpi idrici significativi, definisce la rete di monitoraggio affidando all’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Toscana (ARPAT) il piano di rilevamento delle caratteristiche qualitative ai fini della prima classificazione e al Centro Funzionale Regionale - Area Monitoraggio Idropluviometrico e Mareografico il piano di rilevamento delle caratteristiche quantitative.

L’individuazione dei corpi idrici significativi è avvenuta di concerto con le rispettive Autorità di Bacino ed in ogni caso l’elenco è soggetto ad integrazioni e/o specificazioni sulla base dell’acquisizione di nuove conoscenze.

#### 1.10.1.1. Acque superficiali

La definizione della significatività dei corpi idrici superficiali sulla base della metodologia prevista dalla normativa, prevede il rispetto dei seguenti criteri guida:

- criteri dimensionali a livello di bacino;
- rilevante interesse ambientale per valori naturalistici, paesaggistici, e/o per gli specifici usi delle acque;
- influenza sullo stato di qualità di altri corpi idrici significativi per l’alto carico inquinante veicolato.

I corpi idrici superficiali significativi identificati per il bacino dell’Arno sono riportati di seguito nell’apposita tabella. Nella stessa tabella sono riportati in sintesi anche i criteri utilizzati per la loro inclusione. Tra i corpi idrici significativi, i corsi d’acqua interni sono stati suddivisi in tratti secondo una logica di caratterizzazione per zone omogenee sotto il profilo ambientale. Quindi, nelle tabelle seguenti, oltre all’elenco dei corpi idrici significativi è riportata la loro eventuale suddivisione in tronchi o aree di riferimento ai fini della determinazione della qualità delle acque e degli obiettivi relativi.

### **1.10.1.2. Acque sotterranee**

I criteri per la definizione della significatività dei corpi idrici sotterranei dettati dal D. Lgs. 152/99 sono molto generici, pertanto sono stati considerati significativi quei corpi idrici contenuti nelle seguenti tre tipologie di formazioni geologiche, che abbiano dimensioni di interesse regionale e/o caratteristiche ambientali di rilevante importanza:

- depositi alluvionali, lacustri e marini Quaternari (che formano le pianure intermontane e costiere);
- formazioni carbonatiche (Calcari Mesozoici ed Eocenici);
- Vulcaniti Quaternarie.

L'applicazione di questi criteri alla realtà regionale ha portato alla selezione dei corpi idrici significativi identificati nella tabella seguente, dove sono riportati in sintesi anche i criteri utilizzati per la loro inclusione. Questa costituisce solo una "prima individuazione" dei corpi idrici significativi sotterranei: infatti, nella tabella di cui sopra sono elencati ed evidenziati alcuni complessi idrogeologici (Flysch Arenacei Terziari) che per le loro dimensioni e caratteristiche ambientali potranno, sulla base di successivi approfondimenti conoscitivi, essere inclusi nell'elenco dei corpi idrici sotterranei significativi soggetti al monitoraggio.

### **1.10.1.3. Acque marine costiere**

Per le acque marine costiere, che ovviamente sono un solo corpo idrico, si è proceduto ad una suddivisione che identifica tratti di costa omogenei per motivi ambientali e/o amministrativi.

Tabella 19 – Elenco e criteri di individuazione dei corpi idrici significativi del bacino (fonte: ex Tab. 1.1 DGRT 10 marzo 2003 n. 225).

LEGENDA (ex Tab. 1.1 All. 1 DGRT 10 marzo 2003, n. 225)						
Colonna A	Denominazione dell'Autorità di Bacino (ex L. 183/89) e del Bacino di riferimento per il corpo idrico significativo. L'indicazione ha solo carattere descrittivo e per le acque marino-costiere, in parte, può discostarsi dal territorio di competenza.					
Colonna B	Sottobacino idrografico in cui il corpo idrico significativo è compreso.					
Colonna C	Denominazione dei corpi idrici significativi identificati (sono inclusi in questi anche le acque marino-costiere). I corpi idrici significativi sotterranei, quando interessanti più Bacini o sottobacini sono riportati in ognuno dei bacini con la doppia denominazione (es. Acquifero dell'Amiata – Paglia, tra i corpi idrici riferiti al bacino del Tevere; ed Acquifero dell'Amiata – Flora, tra i corpi idrici riferiti al bacino del Flora). I corpi idrici sotterranei contraddistinti da uno sfondo grigio sono quelli che sulla base di approfondimenti conoscitivi, potranno essere successivamente inclusi nell'elenco dei corpi idrici significativi. Per i corpi idrici significativi superficiali contraddistinti dal simbolo (§), l'identificazione si riferisce alla porzione di territorio di competenza della Regione Toscana.					
Colonna D	Criteri di identificazione dei corpi idrici significativi sulla base delle disposizioni dell'allegato 1 del D. Lgs 152/99 e successive modifiche ed integrazioni: <u>Acque superficiali inteme:</u> - criteri dimensionali; - di rilevante interesse ambientale per valori naturalistici, paesaggistici, e/o per le utilizzazioni delle acque in corso; - influenza sullo stato di qualità di altri corpi idrici significativi per l'alto carico inquinante veicolato. <u>Acque sotterranee:</u> - depositi alluvionali, lacustri e marini Quaternari; - formazioni carbonatiche (Calcarei Mesozoici ed Eocenici); - Vulcaniti Quaternarie.					
A	B	C	D			
BACINO - AUTORITA' DI BACINO	SOTTOBACINO	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	CRITERI DI INCLUSIONE			
			1	2	3	
A R N O	<b>ACQUE SUPERFICIALI</b>					
	Arno	Arno (asta principale)	X	X	X	
	Chiana	Canale Maestro della Chiana				X
		Lago di Montepulciano		X	X	
		Lago di Chiusi		X	X	
		Foenna			X	X
	Sieve	Sieve		X	X	
		Invaso di Bilancino		X	X	
	Mugnone	Mugnone		X		
	Greve	Greve				X
	Bisenzio	Bisenzio			X	X
	Ombrone Pistoiese	Ombrone Pistoiese		X		X
	Pesa	Pesa			X	
	Elsa	Elsa		X	X	X
	Egola	Egola			X	
	Era	Era		X	X	
	Canale dell'Usciana	Pescia di Collodi			X	X
		Nievole			X	X
		Padule di Fucecchio			X	
		Canale di Usciana		X		
	Fiume Serezza Nuova	Rio Sana di Segremigno – Canale Rogio				X
		Fiume Serezza Nuova				X
	Tora	Tora		X		
	<b>ACQUE MARINO COSTIERE – COSTA PISANA</b>					
	<b>ACQUE SOTTERRANEE</b>					
	Acquifero della Val di Chiana			X		
	Acquifero della Sieve			X		
	Acquifero della Pesa			X		
	Acquifero dell'Elsa			X		
	Acquifero dell'Era			X		
	Acquifero del Valdarno Superiore, Arezzo e Casentino			X		
	Acquifero della Piana Firenze-Prato-Pistoia			X		
	Acquifero carbonatico di Monte Morello				X	
Acquifero carbonatico dei Monti della Calvana				X		
Acquifero del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana			X			
Acquifero carbonatico della Montagnola Senese e Piana di Rosia - Arno				X		
Acquifero carbonatico di Poggio del Comune				X		
Arenarie della dorsale appenninica – Arno						
Arenarie del Pratomagno						
Arenarie dei Monti del Chianti – Arno						
Arenarie del Monte Albano						
Arenarie dell'Appennino Pistoiese – Arno						
Arenarie dell'Alpe di Poti - Arno						

Tabella 20 – Suddivisioni dei corpi idrici significativi del bacino (fonte: ex Tab. 2 All. 1 DGRT 10 marzo 2003, n. 225).

LEGENDA (ex Tab. 2 All. 1 DGRT 10 marzo 2003, n. 225)					
Colonna A	Denominazione dell'Autorità di Bacino e del Bacino di riferimento per il corpo idrico significativo. L'indicazione ha solo carattere descrittivo e non di attribuzione di competenze e per le acque marino-costiere, in parte, discostarsi dal territorio di competenza.				
Colonna B	Sottobacino idrografico in cui il corpo idrico significativo è compreso.				
Colonna C	Denominazione dei corpi idrici significativi identificati, sono inclusi in questi anche le ACQUE MARINO-COSTIERE. Per corpi idrici significativi superficiali contraddistinti dal simbolo (§) l'identificazione si riferisce alla porzione di territorio di competenza della Regione Toscana.				
Colonna D	Identificazione delle suddivisioni dei tronchi di riferimento in cui un corpo idrico significativo viene suddiviso ai fini dell'attribuzione degli stati di qualità come definiti dal D.Lgs. 152/99 allegato1. I tronchi retinati con sfondo grigio identificano i tratti di corso d'acqua superficiale all'interno dei quali con successivo atto, a seguito di apposito studio, sarà individuata l'esatta collocazione della sezione di monte della ZONA DI FOCE come definita dall'allegato 1 al D.Lgs. 152/99. I corpi idrici significativi sotterranei quando interessanti più bacini o sottobacini sono riportati in tutti con la doppia denominazione (es. Acquifero dell'Amiata – Paglia, tra i corpi idrici riferiti al bacino del Tevere; ed Acquifero dell'Amiata – Fiora, tra i corpi idrici riferiti al bacino del Fiora).				
Colonna E	Denominazione dell'Autorità di Ambito Territoriale Ottimale di riferimento per il corpo idrico significativo. L'indicazione ha solo carattere descrittivo e non di attribuzione di competenze e per le acque marino-costiere può, in parte, discostarsi dal territorio di competenza.				
A	B	C	D		E
BACINO - AUTORITA' DI BACINO	SOTTOBACINO IDROLOGICO	CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO	TRONCHI / ACQUIFERO DI RIFERIMENTO		AUTORITA' DI AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE
			INIZIO	TERMINE	
ARNO	Arno	Arno (asta principale)	Capo d'Arno	Ponte di Caliano	4. ALTO VALDARNO
			Ponte di Caliano	Immissione Invaso di La Penna	
			Immissione Invaso di La Penna	Emissione Invaso. di Levane	
			Emissione Invaso. di Levane	Confluenza Sieve	
			Confluenza Sieve	Confluenza Pesa	
			Confluenza Pesa	Confluenza Era	
	Chiana	Canale Maestro della Chiana	Confine Umbro	Confluenza Arno	4. ALTO VALDARNO
			Lago di Montepulciano	Lago di Montepulciano	
			Lago di Chiusi	Lago di Chiusi	
			Foenna	Sorgente	
	Sieve	Sieve	Sorgente	Immissione Invaso di Bilancino	3. MEDIO VALDARNO
			Emissione Invaso di Bilancino	Confluenza Arno	
			Invaso di Bilancino	Invaso di Bilancino	
	Mugnone	Mugnone	Sorgente	Confluenza Arno	
	Greve	Greve	Sorgente	Confluenza Arno	
	Bisenzio	Bisenzio	Sorgente	Confluenza Arno	
	Ombrone Pistoiese	Ombrone Pistoiese	Sorgente	Confluenza Arno	
	Pesa	Pesa	Sorgente	Confluenza Arno	
	Elsa	Elsa	Sorgente	Confluenza Arno	
	Egola	Egola	Sorgente	Confluenza Arno	
	Era	Era	Sorgente	Confluenza Arno	
	Canale Usciana	Pescia di Collodi	Sorgente	Confluenza Arno	2. BASSO VALDARNO
			Nievole	Sorgente	
			Padule di Fucecchio	Padule di Fucecchio	
			Canale dell' Usciana	Palude di Fucecchio	
	Fiume Serezza Nuova	Rio Sana di Segromigno – Canale Rogio	Sorgente Rio Sana di Segromigno	Confluenza C.Ir Rogio e Fiume Serezza Nuova	
			Sorgente Fiume Serezza Nuova	Confluenza Canale Rogio e Fiume Serezza Nuova	
Confluenza Canale Rogio e Fiume Serezza Nuova			Foce		
Tora	Tora	Sorgente	Sorgente		

A	B	C		D
ARNO	Acquifero della Val di Chiana	Intero Acquifero		4. ALTO VALDARNO
	Acquifero del Valdarno Superiore Arezzo e Casentino	Zona Valdarno Superiore		
		Zona Arezzo		
		Zona Casentino		
	Acquifero della Sieve	Intero Acquifero		3. MEDIO VALDARNO
	Acquifero della Pesa	Intero Acquifero		2. BASSO VALDARNO
	Acquifero della Elsa	Intero Acquifero		
	Acquifero della Era	Intero Acquifero		
	Acquifero della Piana Firenze, Prato, Pistoia	Intero Acquifero		3. MEDIO VALDARNO
		Zona Firenze		
		Zona Prato		
		Zona Pistoia		
	Acquifero carbonatico di Monte Morello	Intero Acquifero		
	Acquifero carbonatico dei Monti della Calvana	Intero Acquifero		
	Acquifero del Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana	Zona Pisa		2. BASSO VALDARNO
Zona Empoli				
Zona Bientina Cerbaie				
Zona S. Croce				
Zona Lavaiano Mortaiolo				
	Zona Valdinevole Fucecchio			
Acquifero carbonatico di Poggio del Comune	Intero Acquifero			
Acquifero carbonatico della Montagnola Senese e Piana di Rosia - Arno	Intero Acquifero			
ACQUE MARINE COSTIERE — COSTA PISANA	FOCE FIUME MORTO	FOCE CANALE SCOLMATORE		

## 1.10.2. Corpi idrici di riferimento

Il paragrafo 2.1.3.1 – *Corpi idrici di riferimento*, dell'allegato 1 al D. Lgs. 152/99 assegna alle Autorità di Bacino il compito di identificare, anche in via teorica, in ogni bacino idrografico i corpi idrici di riferimento. In mancanza di tali indicazioni da parte dell'Autorità di Bacino si è ritenuto opportuno proporre:

- una prima individuazione di stazioni di monitoraggio e tratti circostanti da considerare quale riferimento;
- il percorso che, in coordinamento con le Autorità di Bacino, porti dalle definizioni delle condizioni di riferimento.

Ai sensi delle disposizioni del capoverso 2.1.3 dell'allegato 1 al D. Lgs. 152/99 lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici superficiali "è definito in relazione al grado di scostamento rispetto alle condizioni di un corpo idrico di riferimento". Detto corpo idrico viene definito al successivo punto (2.1.3.1) come quello avente caratteristiche biologiche, idromorfologiche e chimico-fisiche relativamente immuni da impatti antropici.

In considerazione delle diversità ambientali esistenti all'interno di un bacino idrografico, relativamente ai corsi d'acqua naturali e ai laghi devono essere individuati almeno un corpo idrico di riferimento per:

- l'ecotipo montano,
- l'ecotipo di pianura.

Tale ecotipo serve a definire le condizioni di riferimento per lo stato ambientale "elevato", stato definito per le acque superficiali (come da Tab. 2, allegato 1 al D. Lgs. 152/99) come segue:

- non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate,
- la qualità biologica sarà caratterizzata da una composizione e un'abbondanza di specie corrispondente totalmente o quasi alle condizioni normalmente associate allo stesso ecotipo,
- la presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati;

L'ecotipo di riferimento serve a riformulare i limiti indicati nell'allegato 1 al D. Lgs. 152/99, sia per i parametri chimico-fisici che idromorfologici, relativi ai diversi stati di qualità ambientale.

Devono quindi essere, se necessario e per quanto necessario, riformulate le tabelle 7, 8 (relative ai corsi d'acqua), 11a, 11b, 11c (relative ai laghi, come modificate dal D.M. 29 dicembre 2003, n. 391) dell'allegato 1 al D. Lgs. 152/99, che determinano i criteri di classificazione qualitativa dei corpi idrici superficiali interni sulla base dei risultati analitici rilevati. Tali tabelle rappresentano un riferimento generalmente descrittivo delle condizioni medie teoricamente riferibili alle acque dei corpi idrici superficiali italiani per la definizione

degli indici LIM, SECA, SEL. Tuttavia un metodo di valutazione della qualità ambientale deve essere relativizzato alle migliori condizioni ambientali possibili in ogni bacino idrografico ed all'interno di questo nei due suoi ecotipi principali, quello montano e quello di pianura; di fatto il corpo idrico di riferimento costituisce il comune denominatore del sistema di classificazione sulla base del quale riparametrizzare le classi in cui lo stesso è suddiviso.

Dall'analisi del dettato normativo emerge che, per i corsi d'acqua, è necessario che:

- in ogni bacino siano identificati due tratti di fiume, uno montano ed uno vallivo, da assumersi a riferimento dello stato "elevato";
- qualora non esistano in natura possono anche essere identificati in via teorica;
- tale compito spetta alle Autorità di Bacino competenti.

Dall'analisi dello stato di fatto delle conoscenze relative alla qualità delle acque toscane, e più in generale degli ecosistemi dulcacquicoli, come risultante dai dati ad oggi disponibili (sia a seguito dell'attuazione del D. Lgs. 152/99 che dalle attività di studio e monitoraggio eseguite sulla base delle previgenti disposizioni di legge) è possibile definire la seguente procedura per l'individuazione dei corpi idrici di riferimento (CIR):

- a) identificazione, sulla base dei dati disponibili, dei punti di monitoraggio da utilizzare come riferimento per i CIR, considerando come CIR il tratto di corso d'acqua circostante al punto (1 km a monte ed 1 km a valle);
- b) attribuzione della qualifica di punto montano o di pianura a tutti i punti di monitoraggio della rete utilizzata per il calcolo dello stato di qualità ambientale;
- c) rilievo della struttura dell'ecosistema del tratto individuato integrando le previsioni di cui al D. Lgs. 152/99, con ulteriori monitoraggi/studi tra i quali almeno:
  - monitoraggi addizionali di cui al D. Lgs. 152/99;
  - indice di funzionalità fluviale (IFF);
  - rilievo vegetazionale e carta in scala 1:2000;
  - individuazione delle principali classi di vegetali e animali presenti nelle acque con particolare riferimento all'ittiofauna ed ai macroinvertebrati;
  - descrizione della struttura della comunità fluviale e del livello di diversità biologica della stessa con l'uso di idonei indici quantitativi;
  - riformulazione delle modalità di classificazione sulla base di almeno 4 anni di monitoraggio della qualità delle acque secondo le previsioni del D. Lgs. 152/99 e sulla base delle conoscenze emerse dall'attività di cui alla precedente lettera c);
  - verifica delle nuove modalità proposte sulla base dei risultati del monitoraggio;
  - attuazione delle nuove modalità di classificazione a partire dal 2006.

Si dovrà inoltre tenere conto che per i laghi non pare possibile assumere un riferimento sulla base di dati rilevati in quanto i laghi naturali toscani individuati come corpi idrico significativo sono ecotipi ed ecotipi troppo diversi e nessuno di loro si trova in condizioni di sostanziale assenza di impatto e che quindi si dovrà individuare un CIR teorico, da sottoporre poi a verifica.

Nell'ambito della procedura sopra descritta il Piano di Tutela individua per il Bacino dell'Arno, sulla base dei dati ambientali disponibili, i punti di monitoraggio da utilizzare come riferimento per i CIR, considerando come CIR il tratto di corso d'acqua circostante al punto (1 km a monte ed 1 km a valle). Si attribuisce inoltre la qualifica di punto montano o di pianura a tutti i punti di monitoraggio della rete utilizzata per il calcolo dello stato di qualità ambientale.

Tabella 21 – Bacino dell'Arno: individuazione dei corpi idrici di riferimento ed assegnazione delle stazioni di monitoraggio all'ecotipo montano o di pianura.

A	B		C		D	E	F
CORPO IDRICO SIGNIFICATIVO							
DENOMINAZIONE	TRATTO DI RIFERIMENTO		PUNTO DI MONITORAGGIO E CIR		ECOTIPO		
	Sezione di inizio	Sezione terminale	DENOMINAZIONI	CODICE	MONTANO	PIANURA	
ARNO	Capo d'Arno	Ponte di Caliano	MOLINO DI BUCCHIO	MAS100	X		
			PONTE DI TERROSSOLA	MAS101	X		
	Ponte di Caliano	Immissione Invaso della Penna	LOC. CASTELLUCCIO – BUON RIPOSO (§) (P)	MAS102			X
	Emmissione Invaso della Penna	Emmissione Invaso. di Levane	INTERNO INVASO LA PENNA	MAS103			X
			INTERNO INVASO LEVANE	MAS104			X
	Emmissione Invaso. di Levane	Confluenza Sieve	PONTE ACQUA BORRA	MAS105			X
			PRESA ACQUEDOTTO DI FIGLINE (P)	MAS106			X
	Confluenza Sieve	Confluenza Pesa	ROSANO (§)	MAS107			X
			CAMAIONI -CAPRAIA (§)	MAS108			X
	Confluenza Pesa	Ponte di Caprona	PONTE DI FUCECCHIO	MAS109			X
			PONTE DI CALCINAIA (§)	MAS110			X
Ponte di Caprona	Foce	PONTE DELLA VITTORIA	MAS111			X	
CANALE MAESTRO DELLA CHIANA	Confine Umbro	Confluenza Arno	PONTE DI CESA	MAS112			X
			EX –CERACE	MAS113			X
FOENNA	Intero bacino		LOC. PONTE NERO	MAS116			X
			USCITA INVASO DEL CALCIONE LOC. MODANELLA	MAS117			X
SIEVE	Sorgente	Immissione Invaso di Bilancino	STURA - PRESA ACQUEDOTTO (P)	MAS118	X		
			PONTE PER MONTECUCCOLI	MAS119	X		
	Uscita Invaso di Bilancino	Confluenza Arno	M.TE DI SAN PIERO	MAS120			X
			PRESA ACQUEDOTTO - S. FRANCESCO (P)	MAS121			X
INVASO DI BILANCINO	Intero bacino		INTERNO INVASO	MAS122	X		
GREVE	Intero bacino		FIRENZE LOC. - PONTE A GREVE -	MAS123			X
BISENZIO	Sorgente	Confluenza Arno	TERRIGOLI - ALTO BISENZIO	MAS124	X		
			LOC. MEZZANA	MAS125			X
			PONTE DEI RENAI - M.TE CONFLUENZA ARNO	MAS126			X
MUGNONE	Intero bacino		M.TE CONFLUENZA ARNO LOC. INDIANO	MAS127			X
OMBRONE PISTOIESE	Intero bacino		PRESA ACQUEDOTTO PROMBIALLA (P)	MAS128	X		
			PONTE DELLA CASERANA	MAS129			X
			CARMIGNANO FF.SS	MAS130			X
PESA	Intero bacino		PRESA ACQUEDOTTO SAMBUCA (P)	MAS131			X
			M.TE CONFLUENZA ARNO LOC. MONTELUPO	MAS132			X
ELSA	Intero bacino		PONTE DI SANTA GIULIA	MAS133			X
			PRESA ACQUEDOTTO POGGIBONSI (P)	MAS134			X
			ISOLA	MAS135			X
EGOLA	Intero bacino		PRESA DI RODILOSSO LATINO (P)	MAS136	X		
ERA	Intero bacino		SAN QUIRICO-PONTE PER ULIGNANO	MAS137			X
			PONTE DI PONTERA	MAS138			X
PESCIA DI COLLODI	Intero bacino		PONTE A VILLA	MAS139	X		
			P.TE SETTEPASSI	MAS140			X
NIEVOLE	Intero bacino		PRESA ACQUEDOTTO MONTECATINI LOC. FORRABUIA (P)	MAS141	X		
			PONTE DEL PORTO	MAS142			X
PADULE DI FUCECCHIO	Padule di Fucecchio		INTERNO PADULE	MAS143			X
CANALE DI USCIANA	Uscita Padule di Fucecchio	Confluenza Arno	MASSARELLA	MAS144			X
			CATERATTE	MAS145			X

<b>RIO SANA di SEGREMIGNO - CANALE ROGIO</b>	Sorgente Rio Sana di Segromigno	Confluenza Canale Rogio Fiume Serezza Nuova	BARACCA DI NANNI	MAS146		X
<b>FUIME SEREZZA NUOVA</b>	Sorgente Fiume Serezza Nuova	Confluenza Canale Rogio Fiume Serezza Nuova	PONTE DEL GINI VALLE DI ALTOPASCIO	MAS147		X
	Confluenza Canale Rogio Fiume Serezza Nuova	Foce	FORNACETTE	MAS148		X
			FOCE	MAS149		X
<b>TORA</b>	Intero bacino		PONTE MEDICEO	MAS150		X
LEGENDA DELLA TABELLA						
<b>COLONNA</b>	<b>NOTA</b>					
A	Denominazione del corpo idrico in cui sono identificati i tratti montani o di pianura.					
B	Tratti in cui il corpo idrico è suddiviso.					
C	Punti di monitoraggio ai sensi del D. Lgs. 152/99. Se <b>evidenziati in blu</b> sono il CIR di tipo montano identificato per il corpo idrico di cui alla colonna A; se <b>evidenziati in verde</b> sono il CIR di tipo di pianura identificati per il corpo idrico di cui alla colonna A.					
D	Codice del punto di monitoraggio.					
E/F	Attribuzione del punto di monitoraggio all'ecotipo montano o di pianura.					

## 1.11. Rappresentazione cartografica

Indice delle carte:

Carta 1 - Identificazione territoriale.

Carta 1a - Sistemi Economici Locali - Zone di Criticità Ambientale.

Carta 2a - Identificazione corpi idrici significativi superficiali e a specifica destinazione.

Carta 2b - Identificazione dei corpi idrici significativi sotterranei.

Carta 3a - Corpi idrici di riferimento (CIR) - Ecotipo montano.

Carta 3b - Corpi idrici di riferimento (CIR) - Ecotipo di pianura.

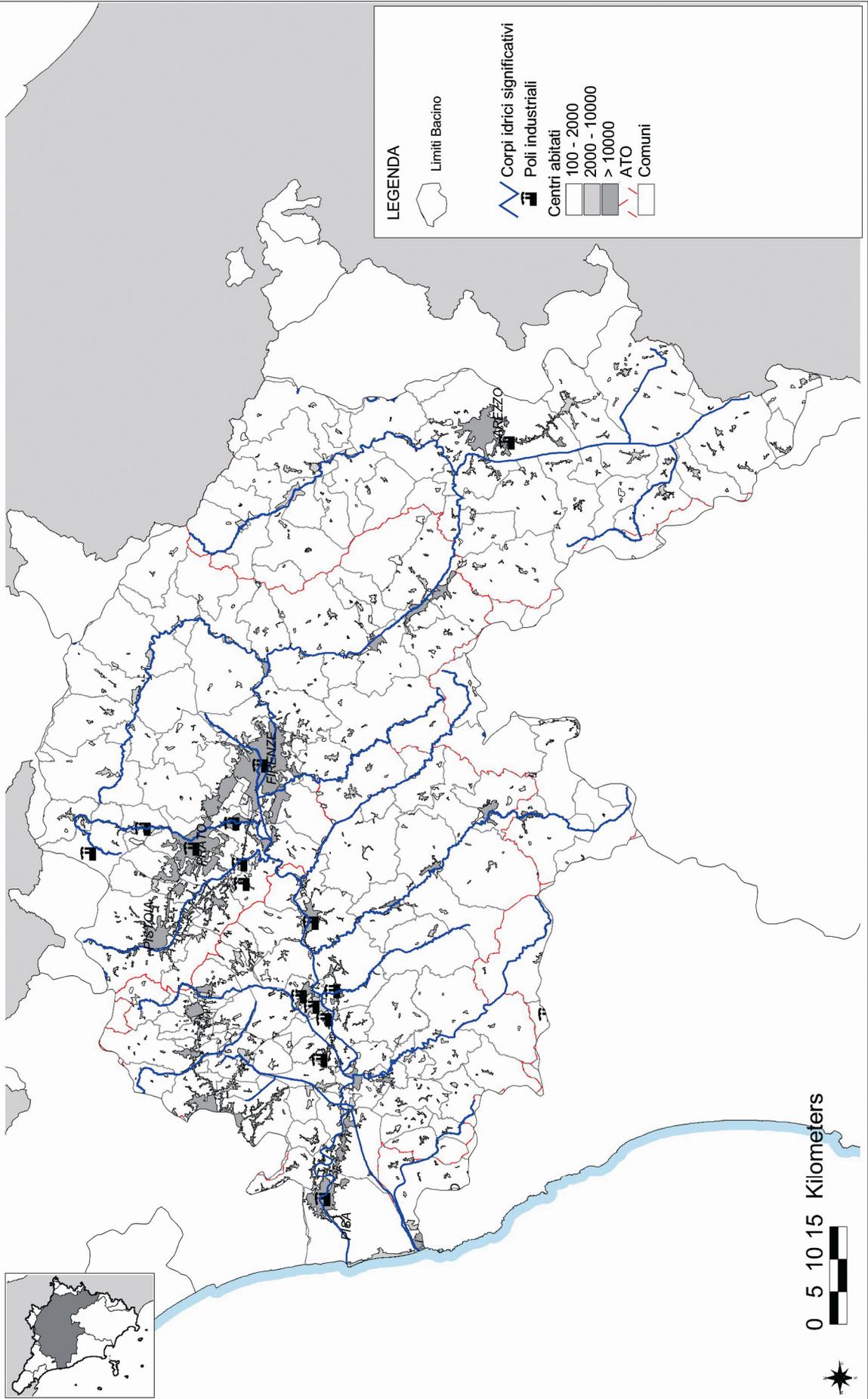
Carta 5a - Copertura fognaria e depurativa al 31/12/2000.

Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

IDENTIFICAZIONE TERRITORIALE

CARTA 1

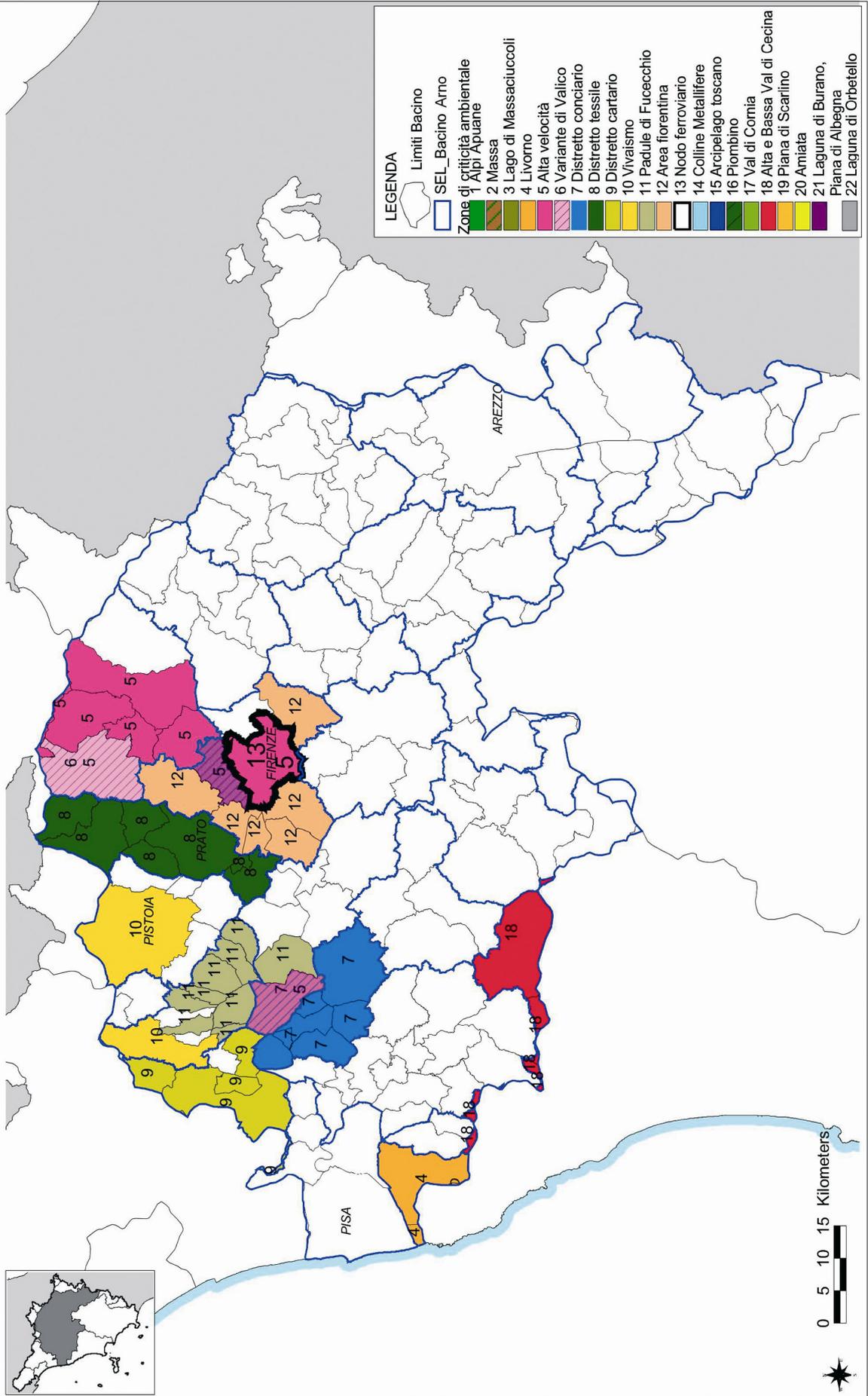


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

SISTEMI ECONOMICI LOCALI-ZONE DI CRITICITA' AMBIENTALE

CARTA 1a

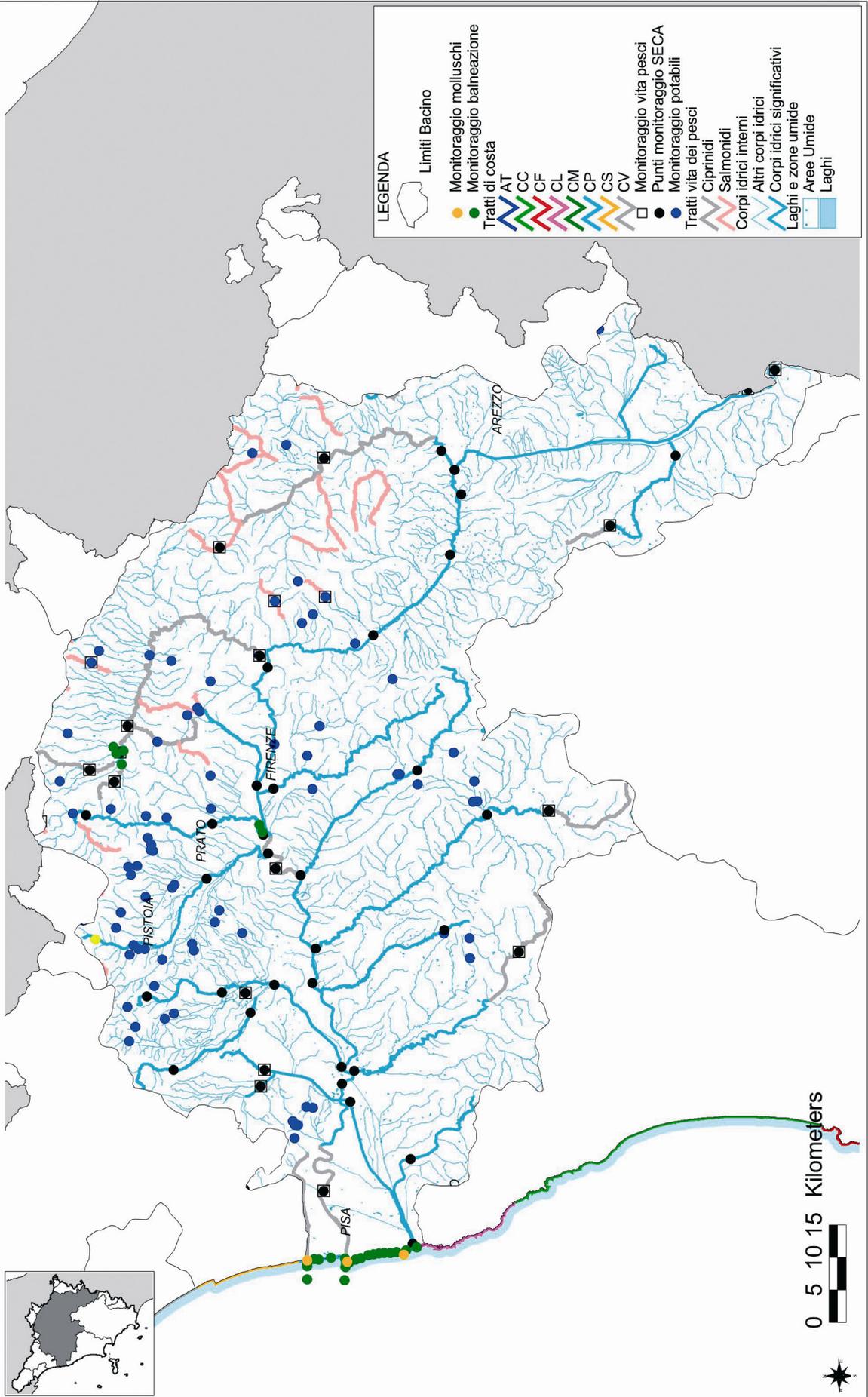


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

**IDENTIFICAZIONE CORPI IDRICI SIGNIFICATIVI SUPERFICIALI  
E A SPECIFICA DESTINAZIONE**

**BACINO ARNO**

CARTA 2a

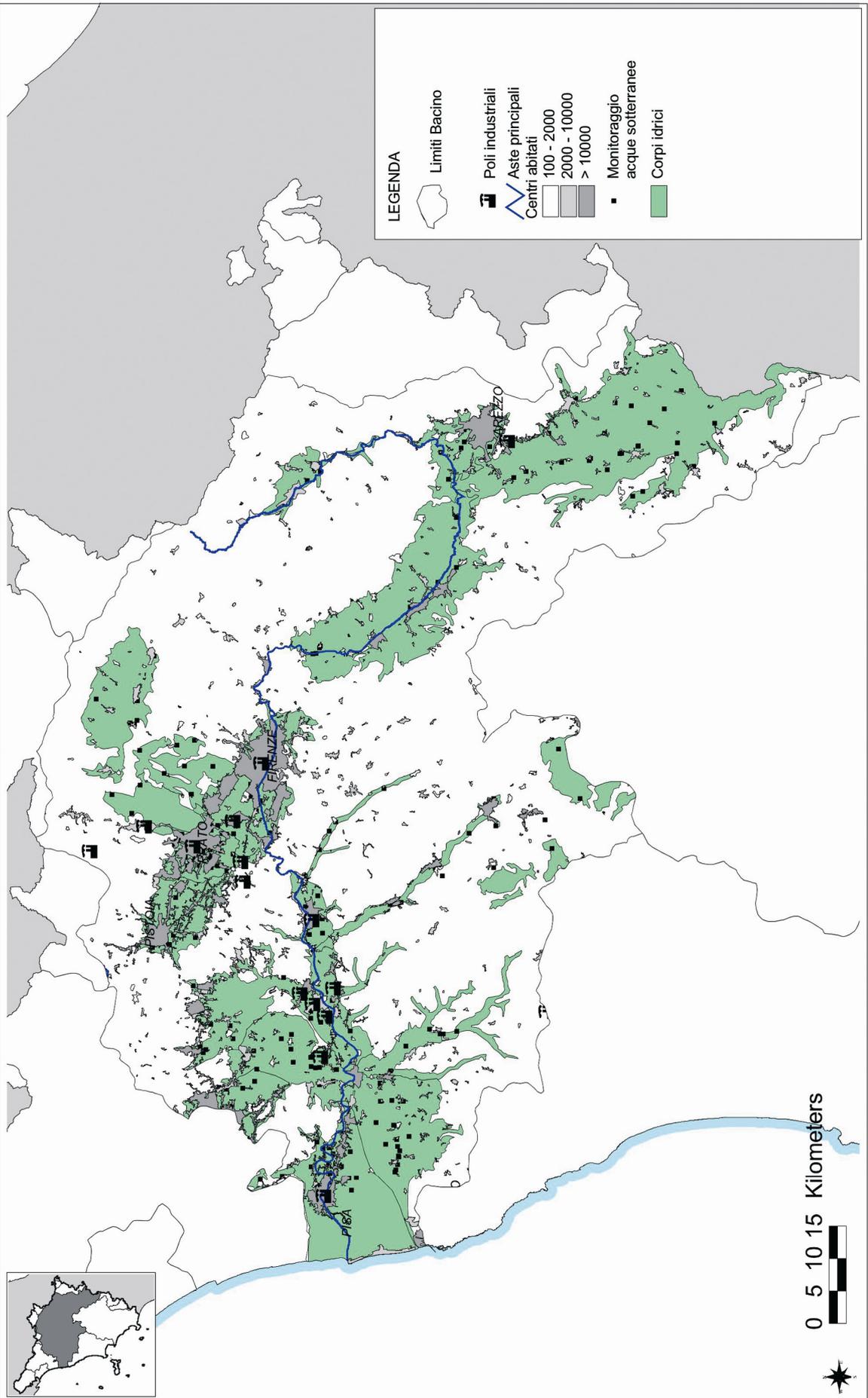


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

IDENTIFICAZIONE CORPI IDRICI SIGNIFICATIVI SOTTERRANEI

CARTA 2b

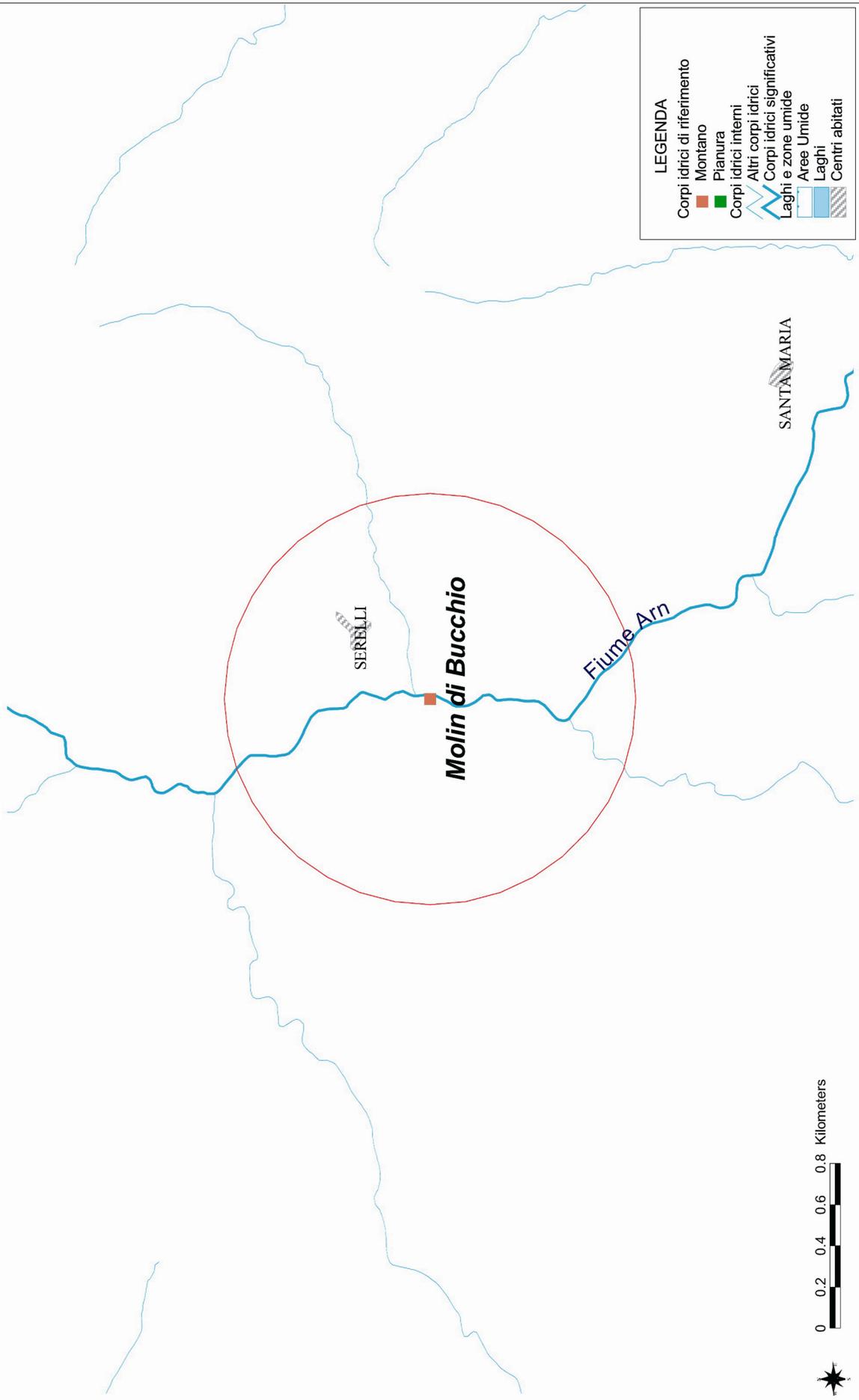


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

CORPI IDRICI DI RIFERIMENTO - ECOTIPO MONTANO

CARTA 3a

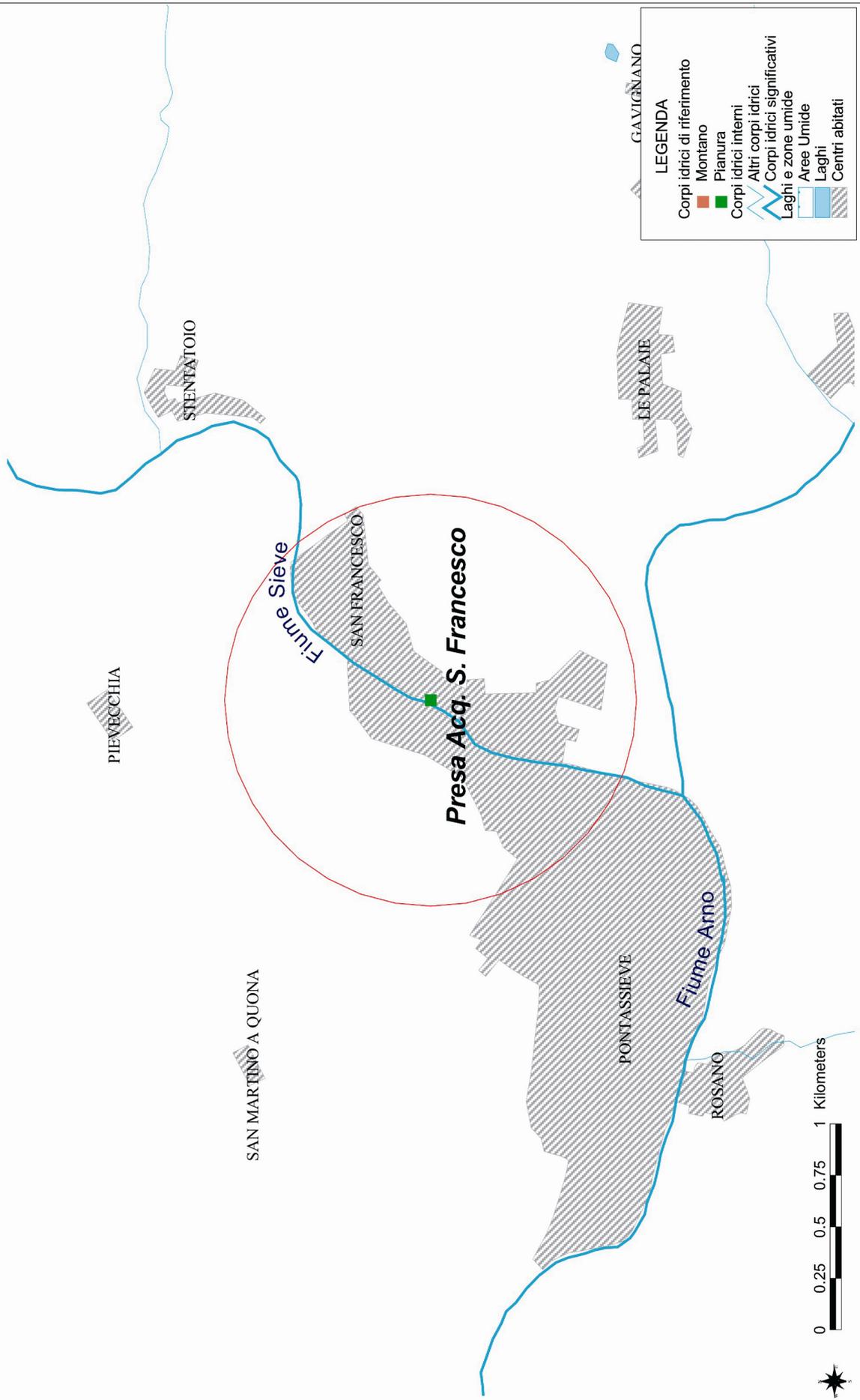


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

CORPI IDRICI DI RIFERIMENTO - ECOTIPO DI PIANURA

CARTA 3b

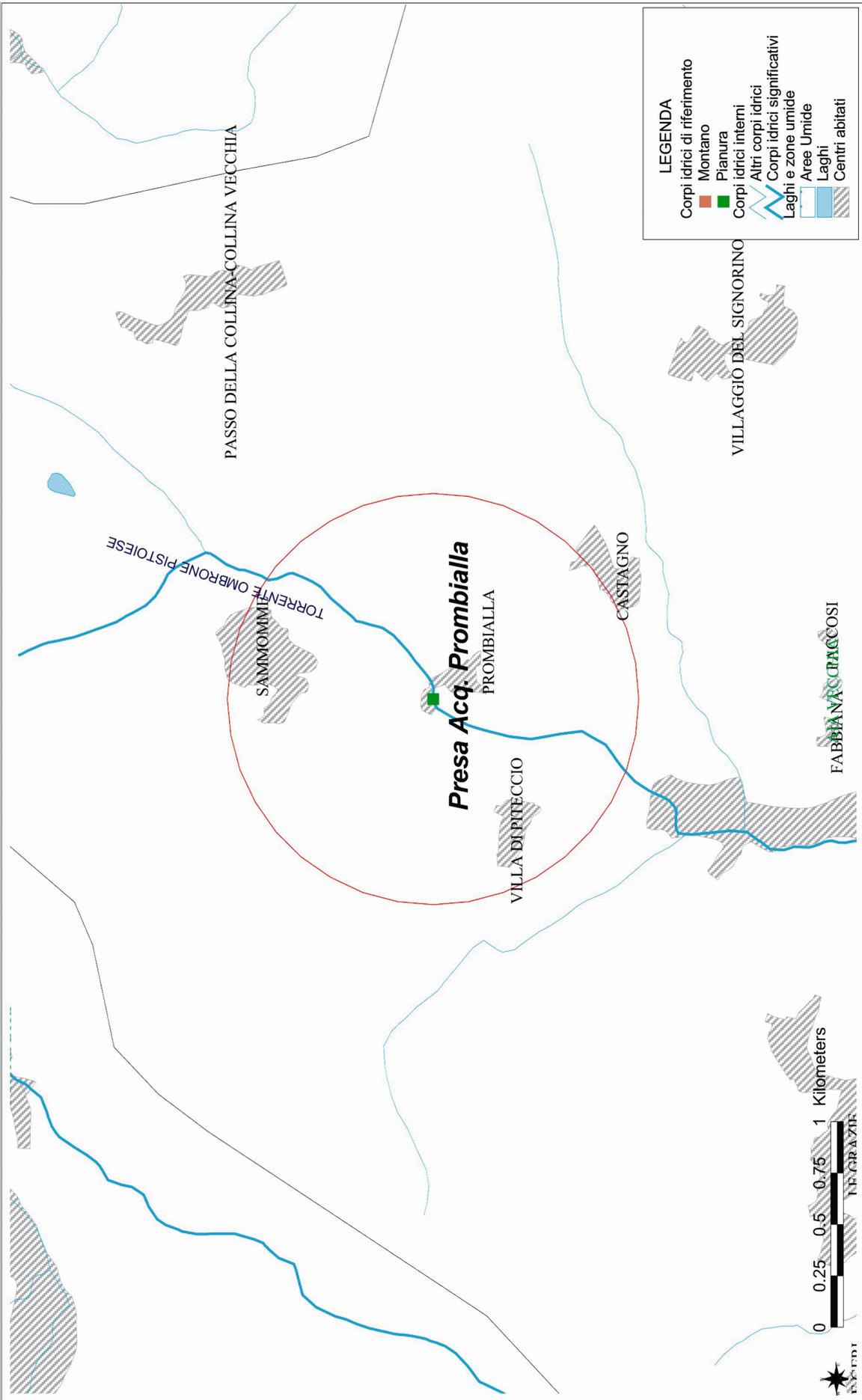


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

CORPI IDRICI DI RIFERIMENTO - ECOTIPO DI PIANURA

CARTA 3b

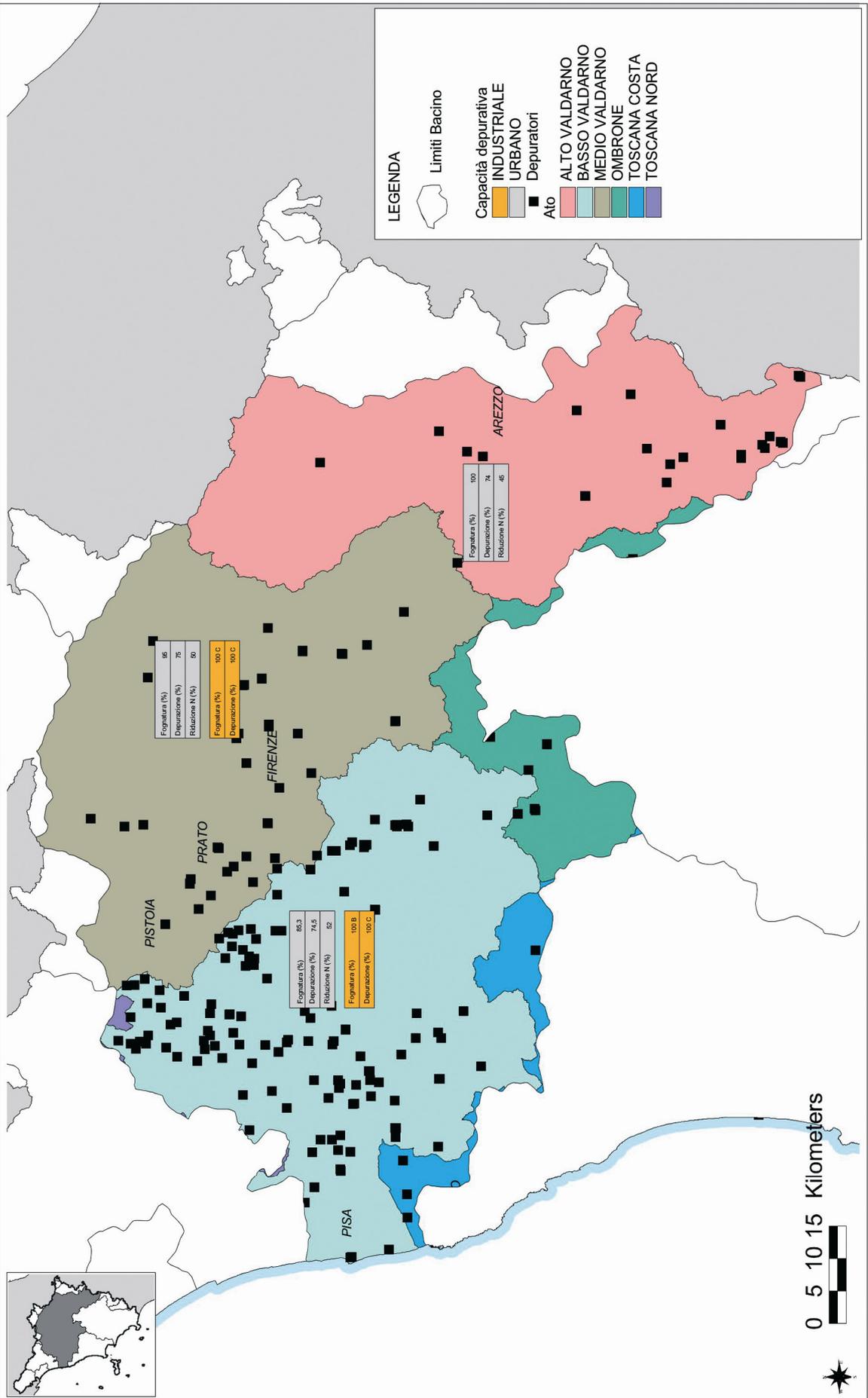


Piano di Tutela delle Acque, ai sensi della Direttiva Quadro 2000/60/CE e del D.Lgs 152/99

BACINO ARNO

COPERTURA FOGNARIA E DEPURATIVA AL 31/12/2002

CARTA 5a



# 2 PRESSIONI ED IMPATTI: ANALISI DELL'IMPATTO ESERCITATO DALL'ATTIVITÀ ANTROPICA SUL BACINO

## 2.1. Inquinamento da fonte puntuale

**Tabella 1** – Valutazione relativa al carico inquinante derivato da fonte puntuale<sup>1</sup>: il carico organico è espresso in abitanti equivalenti (A.E.), i carichi trofici di azoto e fosforo in tonnellate annue (T/anno).

Carico organico	Civile		A.E.	2.117.792
	Industriale		A.E.	4.427.351
	Totale		A.E.	6.545.143
Carico trofico	Azoto	Civile	T/anno	9.727
		Industriale	T/anno	2.848
		Totale	T/anno	12.575
	Fosforo	Civile	T/anno	1.449
		Industriale	T/anno	139
		Totale	T/anno	1.588

## 2.2. Inquinamento da fonte diffusa

**Tabella 2** – Valutazione relativa al carico inquinante derivato da fonte diffusa<sup>2</sup> - Attività agricole.

Carichi da attività agricole	Azoto	Incolto	T/anno	1.094
		SAU	T/anno	16.769
		Totale	T/anno	17.863
	Fosforo	Incolto	T/anno	42
		SAU	T/anno	10.864
		Totale	T/anno	10.906

<sup>1</sup> I carichi civile ed industriale sono stati calcolati rispettivamente per gli anni 1998 e 1996, con i coefficienti IRSA Quaderno n. 90 (1990).

<sup>2</sup> I carichi per il suolo incolto, per il settore zootecnico e per la SAU si riferiscono all'anno 2000, calcolati con i coefficienti IRSA Quaderno n. 90 (1990).

**Tabella 3** – Valutazione relativa al carico inquinante derivato da fonte diffusa<sup>3</sup> - Zootecnia.

	Tipo di impatto sulle acque	Animali	Numero di capi	A.E.	Azoto kg / anno	Fosforo kg / anno
	Carichi zootecnici	Diretto	Bovini	32.454	264.825	1.778.479
Suini			109.119	212.782	1.233.045	414.652
Indiretto		Ovini	100.454	178.808	492.225	80.363
		Caprini	5.761	10.255	28.229	460.900
		Equini	7.208	58.241	446.896	62.710
		Avicoli	2.264.900	452.980	1.087.152	385.033
Totale			2.519.896	1.177.891	5.066.026	1.643.818

## 2.3. Pressioni sullo stato quantitativo delle acque

Il catasto dei prelievi e degli attingimenti è in corso di realizzazione da parte delle Province.

Per l'uso industriale sono in corso alcuni studi da parte della Società GEOMAR, per l'uso agricolo si può fare riferimento allo studio svolto da ARSIA.

**Tabella 4** – Consumi idrici espressi in metri cubi/anno (fonte: Elaborazione dati Regione Toscana, ARPAT, 2004).

Consumi idrici	Per uso potabile	m <sup>3</sup> /anno	124.924.207
	Per uso industriale	m <sup>3</sup> /anno	31.665.861
	Per uso irriguo	m <sup>3</sup> /anno	43.340.371
	TOTALE	m <sup>3</sup> /anno	199.930.439

## 2.4. Altri impatti

Altri impatti esercitati dall'attività dell'uomo sulla risorsa idrica derivano da tutti gli interventi di impermeabilizzazione, rettifica, regimazione di fondo e di sponda, in generale di artificializzazione dei corsi d'acqua, che pur essendo a volte indispensabili per la difesa del territorio da fenomeni alluvionali, gravitativi ed erosivi, influiscono negativamente sulle caratteristiche ecologiche dei corsi d'acqua e ne diminuiscono notevolmente il potere autodepurante.

<sup>3</sup> I carichi per il suolo incolto, per il settore zootecnico e per la SAU si riferiscono all'anno 2000, calcolati con i coefficienti IRSA Quaderno n. 90 (1990).

# 3 AREE A SPECIFICA TUTELA

---

## 3.1. Aree sensibili

Si veda direttamente il Paragrafo 4.5.

## 3.2. Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

Si veda direttamente il Paragrafo 4.5.

## 3.3. Zone vulnerabili da fitofarmaci

Non sono state individuate al momento zone vulnerabili da fitofarmaci comprese entro i confini del bacino dell'Arno.

## 3.4. Aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso idropotabile

È in corso di svolgimento un programma di lavoro che prevede la collaborazione tra il Settore Tutela Acque Interne e Costiere - Servizi Idrici della Regione Toscana e l'Ufficio Regionale per la Tutela del Territorio di Pistoia e Prato, per disciplinare i criteri tecnici e amministrativi finalizzati all'individuazione delle aree di salvaguardia per le acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 21 del D. Lgs. 152/99.

Vale in ogni caso quanto previsto dall'art. 21 comma 7 del D.Lgs. 152/99 che recita *“In assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione”*.

Si veda inoltre quanto previsto nelle misure inserite nel presente Piano di Tutela (capitolo 7).

### 3.5. Zone di criticità ambientale del piano regionale di azione ambientale (PRAA) comprese nel bacino

Il Piano Regionale di Azione Ambientale (PRAA) della Toscana 2004-2006 è stato approvato dalla Regione Toscana con DCRT 2 marzo 2004, n. 29. Il PRAA si propone come obiettivo il superamento delle criticità ambientali specifiche rilevate in alcune aree individuate entro i confini regionali, le cosiddette "zone di criticità ambientale". Tali zone sono ambiti territoriali in cui uno o più fattori di crisi ambientale richiedono un intervento fortemente contestualizzato in quella specifica dimensione territoriale e che richiedono anche interventi caratterizzati da un alto livello di integrazione tra le diverse politiche ambientali e/o tra le politiche ambientali e le altre politiche pubbliche (economiche, territoriali e per la salute).

Le zone di criticità individuate si suddividono in 4 grandi gruppi:

- impatti da processi produttivi;
- siti da bonificare;
- lavori di grande infrastrutturazione;
- tutela dei valori naturalistici.

L'area fiorentina non rientra in nessuna delle categorie per la specificità che rappresenta come area urbana ad elevato tasso di inquinamento atmosferico. Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle zone di criticità ambientale individuate dal PRAA e ricadenti entro i confini del bacino idrografico del Fiume Arno. Per maggiori dettagli relativi a ciascuna zona si veda il Paragrafo 5.5.

**Tabella 1** – Elenco delle zone di criticità ambientale ricadenti entro il bacino dell'Arno (Fonte: PRAA Regione Toscana, 2004).

Categoria	Denominazione della zona	Criticità ambientali
Impatti di processi produttivi	Distretto Conciario	Inquinamento acque superficiali e sotterranee, deficit idrico, inquinamento atmosferico, rifiuti speciali, consumi energetici.
	Distretto tessile	Inquinamento delle acque sotterranee, deficit idrico, rischio idraulico, rifiuti speciali.
	Distretto cartario	Inquinamento acque superficiali e sotterranee, deficit idrico, subsidenza, rifiuti speciali, consumi energetici.
	Vivaismo e floricoltura	Inquinamento acque superficiali e sotterranee, deficit idrico, rischio idraulico.
Siti da bonificare	---	---
Lavori di grande infrastrutturazione	Alta velocità	Impatto idrogeologico.
	Variante di Valico	Impatto idrogeologico.
	Nodo ferroviario di Firenze	Impatto idrogeologico.
Tutela dei valori naturalistici	Parco fluviale del Fiume Arno	---
	Padule di Fucecchio	Inquinamento acque superficiali, interrimento, rischio idraulico, riduzione della biodiversità.
Caso particolare	Area Fiorentina	Inquinamento atmosferico, inquinamento acustico.