



Regione Autonoma della Sardegna
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

**PIANO REGOLATORE GENERALE
DEGLI ACQUEDOTTI DELLA SARDEGNA
REVISIONE 2006**

**ALL. 3 – DETERMINAZIONE DELLE DOTAZIONI IDRICHE,
DEI COEFFICIENTI DI PUNTA E DEI VOLUMI DEI
SERBATOI URBANI**

Indice

Introduzione	2
Punti terminologici	4
Consumo	4
Fabbisogno.....	4
Tipologie di utenza	4
Dotazione	5
Perdite	7
Il Piano Regolatore Generale degli Acquedotti.....	8
Analisi dei consumi e determinazione dei fabbisogni attuali - Popolazione residente -	10
Centri con popolazione inferiore a 5.000 abitanti.....	10
Analisi dei dati rilevati	10
Fabbisogno medio annuo: stato attuale.....	14
Quadro di sintesi e confronto dei dati monitorati.....	15
Centri con popolazione compresa tra 5.001 e 10.000 abitanti.....	16
Analisi dei dati rilevati	16
Fabbisogno medio annuo: stato attuale.....	19
Quadro di sintesi e confronto dei dati monitorati.....	20
Centri con popolazione compresa tra 10.001 e 30.000 abitanti.....	21
Analisi dei dati rilevati	21
Fabbisogno medio annuo: stato attuale.....	23
Quadro di sintesi e confronto dei dati monitorati.....	24
Centri con popolazione compresa tra 30.001 e 100.000 abitanti.....	25
Analisi dei dati rilevati	25
Fabbisogno medio annuo: stato attuale.....	28
Quadro di sintesi dei dati monitorati	29
Centri con popolazione superiore a 100.000 abitanti.....	30
Analisi dei dati rilevati	30
Fabbisogno medio annuo: stato attuale.....	33
Quadro di sintesi dei dati monitorati	34
Nuclei e case sparse	35
Analisi dei dati rilevati	35
Fabbisogno medio annuo: stato attuale.....	35
Previsione dei fabbisogni all'anno 2041	36
Centri urbani	36
Nuclei e case sparse	37
Coefficienti di punta.....	38
Generalità	38
Analisi dei consumi e determinazione dei fabbisogni attuali - Popolazione fluttuante stagionale -	43
Centri turistici.....	44
Dotazioni per alberghi.....	44
Dotazioni per ville e appartamenti	46
Dotazioni per campeggi e agriturismo	48
Quadro di sintesi dei dati monitorati	48
Determinazione della capacità dei serbatoi urbani.....	50
Generalità	50
Capacità di compenso	50
Capacità di riserva e antincendio.....	52
Capacità complessiva dei serbatoi urbani	53
Quadro generale di riepilogo	54
Distribuzione territoriale dei fabbisogni idropotabili	55

Introduzione

La valutazione delle dotazioni idriche e dei parametri per il dimensionamento delle opere idrauliche, costituisce un delicato capitolo del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti, per l'intrinseca influenza che l'adozione di tali parametri determina in ambito tecnico e sociale.

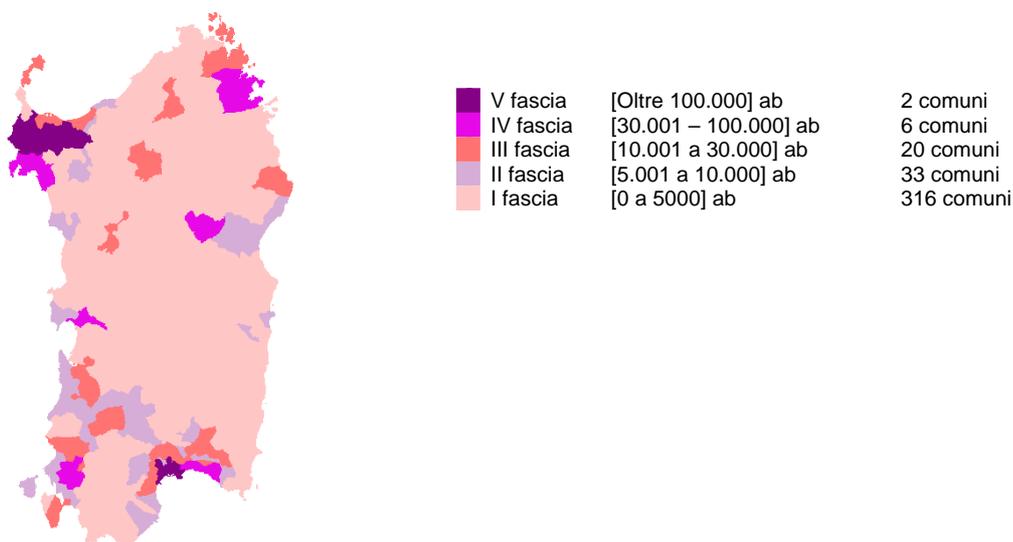
Il presente lavoro si propone di restituire, coi metodi della statistica classica, lo specchio delle reali esigenze idropotabili, e di stimare quello ottimale futuro, attraverso l'analisi conoscitiva di dettaglio del consumo attuale, la valutazione delle perdite e degli sprechi, nonché la stima di evoluzione nel tempo dei consumi.

Le caratteristiche orografiche, economiche e sociali, unitamente all'insularità, hanno determinato uno sviluppo antropico tipico, che distingue la Sardegna dal resto del panorama italiano. La popolazione sarda, 1.631.880 abitanti¹ è distribuita su un territorio di 24.090 chilometri quadrati per una densità abitativa di 68 abitanti per chilometro quadrato, di poco superiore a un terzo della media nazionale. Un quarto del territorio è costituito dalle zone urbane, dai comprensori turistici e dalle zone agricole intensive, con una densità media di 147 abitanti per chilometro quadrato, la densità scende a 70 nelle campagne intermedie e a 37 abitanti per chilometro quadrato nelle campagne profonde. La bassa densità di popolamento delle campagne sarde, diffusa anche in zone di pianura e costiere, è una delle caratteristiche peculiari della Sardegna che non trova riscontro in nessun'altra regione italiana.

L'analisi del territorio evidenzia la complessità caratteristica della Regione, la rigorosa valutazione del fabbisogno attuale e delle dotazioni idriche future richiederebbe pertanto la stima puntuale di molteplici elementi quali le caratteristiche demografiche, socioeconomiche, climatiche, morfologiche e di sviluppo dei centri urbani, onerosa per lo stato di fatto ed affetta da intrinseca incertezza per la previsione futura; tuttavia ai fini dello studio è necessaria una classificazione organica dei centri abitati in gruppi omogenei, che presentino cioè caratteristiche idroesigenti comuni. Un ottimo compromesso tra semplificazione e rappresentatività dei gruppi è la scelta della popolazione residente, quale parametro per la suddivisione, adottata fin dal primo Piano Regolatore Generale Acquedotti nazionale e largamente accettata quale parametro significativo. A seguito dell'analisi dei comuni sardi e in accordo con quanto già indicato nella precedente versione del N.P.R.G.A., si considera la suddivisione dei centri abitati sulla base della dimensione demografica, individuando in tal modo aree omogenee dal punto di vista dei servizi, delle infrastrutture e dell'organizzazione della vita comune e della società. La dinamica demografica degli ultimi decenni, sensibilmente differente rispetto a quanto ipotizzato nelle precedenti versioni del piano, ha suggerito di spostare il limite di separazione tra la terza e la quarta fascia portandolo a trentamila abitanti.

¹ Fonte – Popolazione residente: ISTAT 2001.

In definitiva sono state distinte le seguenti sei fasce di popolazione considerando ragionevolmente in un'unica fascia i centri con popolazione superiore a centomila abitanti:



La valutazione dei consumi è stata effettuata mediante la campionatura selettiva dei dati rilevati, scartando le grandezze anomale, parziali o affette da errori, al fine di ottenere insiemi di dati attendibili e omogenei su cui basare lo studio. Ciascun insieme è stato infine completato mediante l'elaborazione dei dati rilevati, al fine di ottenere un quadro completo di elementi che rappresentino integralmente la fascia di popolazione di riferimento. Per ciascuna classe di popolazione è stato rilevato un insieme discontinuo di dati costituito principalmente da:

- Dati di popolazione
 - Numero di abitanti²
 - Tipologia insediativa
 - Tipologia territoriale
- Periodo di rilevamento dati
- Erogazioni e consumi
 - Ingressi al serbatoio cittadino
 - Uscite dal serbatoio cittadino
 - Consumi conturati
- Valutazione delle perdite
- Dati geometrici delle reti di distribuzione
- Dati informativi di gestione

Tali dati hanno consentito l'analisi dei consumi idropotabili attuali destinati ad usi civili, la previsione delle esigenze idropotabili all'anno 2041, nonché la definizione della dotazione da assegnare a ciascuna delle fasce di popolazione considerate.

² Fonte - Popolazione residente: ISTAT 2001, popolazione fluttuante: Piano d'Ambito.

Punti terminologici

Si ritiene utile richiamare alcuni concetti ricorrenti nella lettura e nell'utilizzo del presente piano regolatore degli acquedotti.

Consumo

Il consumo è la quantità di un bene che un determinato numero di persone utilizza in un preciso periodo di tempo.

In relazione agli ultimi due fattori citati, si possono distinguere quindi diverse scale di valutazione del consumo, ognuna delle quali, pur rappresentativa dello stesso consumo, evidenzia una specifica caratteristica; con diverse grandezze si possono descrivere i consumi di un intero schema idraulico: può essere effettuata un'analisi di dettaglio, a livello di singole utenze (abitazioni private, fabbriche, impianti, etc.) per determinare ad esempio la tipologia dei consumi, o un'analisi macroscopica, confrontando i volumi in ingresso nei serbatoi di carico a servizio dei vari centri urbani per determinare i consumi totali di un agglomerato.

Il termine in sé non specifica se si intenda il consumo effettivo della risorsa o la quantità effettivamente utilizzata, senza cioè comprendere le quantità andate perdute; nel seguito si distingueranno i due casi utilizzando rispettivamente gli aggettivi "lordo" o "erogato" (comprensivo di perdite) e "netto" (al netto delle perdite) e ancora il consumo "conturato" (effettivamente registrato dagli apparecchi all'utenza).

Fabbisogno

Il fabbisogno è la quantità di un bene necessaria al soddisfacimento di un bisogno o al raggiungimento di uno scopo.

Tale valore può essere determinato sulla base degli effettivi consumi di una comunità, sebbene con alcune difficoltà; infatti, nel caso in cui il sistema idrico sia sottodimensionato, si potrebbe verificare che il fabbisogno della comunità non sia realmente soddisfatto a causa dell'esaurimento delle scorte o di disservizi di altro genere; al contrario nel caso in cui il sistema sia sovradimensionato, si potrebbero registrare consumi superiori agli effettivi bisogni, con il conseguente spreco di risorse.

La stima del fabbisogno, basata sull'analisi dei consumi, è quindi influenzata da un'intrinseca incertezza dei dati, della quale bisogna inevitabilmente tener conto.

Tipologie di utenza

In considerazione della molteplicità di bisogni soddisfatti dall'utilizzo del bene acqua, è possibile scindere il fabbisogno per uso civile, nelle diverse tipologie di utenza; la ripartizione distingue gli usi veri e propri, domestici, pubblici e commerciali, dalle perdite lungo le reti di adduzione e distribuzione. In definitiva il consumo idropotabile complessivo per uso civile di un agglomerato urbano può essere valutato come somma di numerosi addendi:

- Il consumo diretto della popolazione che varia con il clima, lo stato sociale e le abitudini della popolazione
- Il consumo dei servizi pubblici o privati quali uffici, servizi ricreativi, comunità, innaffiamento, ecc.
- Il consumo delle industrie ed attività artigianali inserite nel contesto urbano
- Gli sfiori degli impianti di stoccaggio dell'acqua
- Le perdite dovute al mal funzionamento del sistema di distribuzione

Il modello fin qui descritto risulta di fondamentale importanza sia dal punto di vista puramente conoscitivo dei consumi, sia nell'ottica di una programmazione della risorsa per componenti. Le utenze possono essere nello specifico suddivise nelle seguenti categorie:

- Usi domestici:
alimentazione, cucina, pulizia personale, lavaggio biancheria, pulizia della casa e altri usi, lavaggio locali e spazi condominiali, piscine private o condominiali, innaffiamento giardini privati, ecc.
- Commerciali e industriali:
piccole industrie e attività artigianali inserite nel tessuto urbano (lavanderie, officine meccaniche, lavaggi auto, stazioni di servizio, piccole industrie, alimentari, laboratori vari) o nelle aree agricole (allevamento di bestiame) e servite dall'acquedotto civico, con consumi sia per uso domestico degli addetti che per i processi di lavorazione, raffreddamento ecc.; ristoranti, bar, self-service, negozi, esercizi commerciali in genere.
- Pubblici I gruppo:
Idranti antincendio, lavaggio serbatoi e rete di distribuzione acquedotto lavaggio reti fognarie, innaffiamento aree verdi, fontane.
- Pubblici II gruppo:
Impianti ferroviari, portuali e aeroportuali, parchi macchine caserme e alberghi.
- Pubblici III gruppo:
Scuole pubbliche, impianti sportivi, mattatoi, ambulatori, ospedali, ospizi, banche, cliniche, macelli pubblici, istituti religiosi, orfanotrofi, uffici pubblici e privati, autorimesse ecc.

Dotazione

Si intende per dotazione idrica di un centro urbano, il quantitativo medio di risorsa che il sistema di distribuzione deve garantire giornalmente per il soddisfacimento di tutte le richieste rientranti nelle finalità del servizio, rapportato al numero di abitanti dello stesso.

La dotazione media giornaliera, in seguito chiamata dotazione, solitamente espressa in litri per abitante al giorno [l/abg], deriva dalla stima dei fabbisogni relativi alle seguenti classi di consumo:

- D Usi domestici
- A Attività produttive
- S Servizi pubblici
- P Perdite non contabilizzate

$$\text{Dot} = (D+A+S+P)$$

Dalla somma del fabbisogno giornaliero procapite di ciascuna classe risulta la dotazione media annua unitaria, da cui è immediato ricavare la portata media annua erogata:

$$Q_a = N \cdot \text{Dot} / 86.400 \quad [\text{l/s}]$$

dove N è il numero di abitanti.

Tale valore, tuttavia, non rappresenta il parametro di dimensionamento delle opere acquedottistiche per l'intrinseca caratteristica di variabilità dei fabbisogni nell'arco dell'anno. Tenendo conto di questa variabilità, le opere di approvvigionamento devono essere dimensionate in base a degli opportuni valori di portata massima. In particolare si tiene conto dei seguenti parametri di dimensionamento:

- La portata media mensile del mese di massimo consumo Q_m , che può essere valutata mediante il coefficiente di punta mensile c_m che rappresenta il rapporto statistico tra la portata media mensile del mese di massimo consumo e la portata media annua:

$$Q_m = c_m \cdot Q_a.$$

- La portata media giornaliera del giorno di massimo consumo Q_g pari al prodotto tra la portata media mensile del mese di massimo consumo e il coefficiente di punta giornaliero c_g che rappresenta il rapporto statistico tra la portata media del giorno di punta e la portata media del mese di massimo consumo:

$$Q_g = c_g \cdot Q_m.$$

- La portata media dell'ora di massimo consumo Q_o pari al prodotto tra la portata media giornaliera del giorno di massimo consumo e il coefficiente di punta orario c_o valutato come rapporto statistico tra la portata media oraria di punta e la portata media del giorno di massimo consumo:

$$Q_o = c_o \cdot Q_g.$$

Tali valori di portata costituiscono la base di calcolo dei parametri di dimensionamento delle opere acquedottistiche; in particolare la condotta di avvicinamento e la rete di distribuzione, poste a valle del serbatoio cittadino, che devono essere in grado di svolgere un efficiente servizio anche

nell'ora di massimo consumo, devono essere dimensionate per la portata media dell'ora di massimo consumo Q_o ; l'acquedotto esterno può essere dimensionato per la portata media del giorno di massimo consumo Q_g .

Perdite

Nella definizione terminologica delle perdite si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dall'International Water Association:

- Perdite reali:
volume d'acqua perso lungo la rete di distribuzione o nell'intero sistema.
- Non contabilizzato:
differenza tra volume immesso nel sistema di distribuzione e il consumo conturato all'utenza, che comprende le perdite reali e altri volumi d'acqua (consumi autorizzati e non fatturati, misurati e non, consumi non autorizzati, errori dei contatori, perdite per rotture vere e proprie delle condotte, o per lesioni, perdite nelle connessioni d'utenza, lavaggio delle reti). Non si considerano le perdite in adduzione e quelle sui trattamenti di acqua grezza, perdite per evaporazione etc.
- Non contabilizzato totale:
differenza tra il volume prelevato alle fonti e quello conturato all'utenza.

Gli indicatori di perdita utilizzati a livello internazionale sono:

- Incidenza percentuale rispetto al volume in ingresso:
la differenza tra ingresso al sistema (in generale a quello di distribuzione) e il conturato all'utenza diviso l'ingresso stesso e moltiplicato per 100.
- Indice lineare delle perdite espresso in metri cubi per metro lineare di rete distributrice all'anno:
volume delle perdite per lunghezza della rete per unità di tempo (nella normativa italiana è espresso in [mc/anno m]).

La normativa italiana fa riferimento alla Legge n.36 del 1994, ed al DPCM del 4 Marzo del 1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche", che in fase di programmazione delle risorse ammette perdite in adduzione e distribuzione (non contabilizzate totali) non superiori al 20%.

Nel presente lavoro è stato assunto un valore di perdita fisiologica programmata, lungo la rete di distribuzione, pari al 10% del volume assegnato all'utenza.

Il Piano Regolatore Generale degli Acquedotti

In attuazione della Legge N.129 del 4 febbraio 1963, "*Piano regolatore generale degli acquedotti e delega al governo ad emanare le relative norme di attuazione*", nel 1968 entrò in vigore il primo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti elaborato dal Prof. Ing. Costantino Fassò su incarico del Ministero dei Lavori Pubblici. Si trattò del primo documento ufficiale che, tenendo conto dello sviluppo socioeconomico degli agglomerati urbani e rurali, imponeva dotazioni individuali ragguagliate allo sviluppo prevedibile nel successivo cinquantennio, accertando la consistenza delle varie risorse idriche esistenti, determinando gli schemi sommari delle opere occorrenti per la costruzione di nuovi acquedotti o a integrazione e sistemazione di quelli esistenti, in armonia con il programma per il coordinamento degli usi congiunti delle acque ai fini agricoli, industriali e per la navigazione. Pur tra le difficoltà legate all'assoluta novità e alle dimensioni dell'opera di programmazione, oltre che all'assenza, fino a quel momento, di misurazioni sistematiche relative ai consumi, alle reti e alle altre grandezze che influenzano i regimi di consumo e quindi la previsione dei fabbisogni, l'opera finita si è dimostrata di assoluto rilievo.

Il trasferimento di competenze da livello nazionale a locale, sancito dall'art.68 del DPR n.348 del 19 giugno 1979, trovò compimento nella stesura della prima "*Revisione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti per la Sardegna*" redatta dall'E.S.A.F. su incarico della Regione Autonoma della Sardegna e approvata il 23 gennaio del 1984.

La necessità di calare il programma di indagine dei consumi e la fase previsionale dei fabbisogni nella specifica realtà regionale sarda motivò e guidò la redazione della prima revisione del P.R.G.A. I risultati del monitoraggio dei consumi volto alla corretta individuazione delle esigenze idropotabili, sviluppato sulla base dei dati rilevati nelle città di Cagliari e Nuoro e nei comuni del Sarcidano, vennero opportunamente estesi e assunti come base statistica del progetto di revisione del Piano.

La concomitanza tra la progettazione dell'importante schema acquedottistico del Sarcidano e la stesura della prima revisione del Piano suggerì l'utilizzo del medesimo monitoraggio sia per la determinazione del reale fabbisogno idropotabile dei comuni serviti dall'acquedotto di nuova costruzione sia per la definizione dello studio statistico alla base della programmazione delle risorse idriche; infatti, il mutato panorama socioeconomico regionale e l'esperienza maturata nell'esercizio degli acquedotti dimensionati sulla base delle indicazioni del Piano nazionale evidenziarono la crescente insufficienza delle dotazioni previste dal P.R.G.A. del 1968, causata dal variato tenore di vita e dall'aumento dei consumi sia per usi potabili sia per usi non strettamente domestici, come peraltro riscontrato in numerose realtà regionali italiane.

Se da un lato l'esperienza del passato, le nuove strumentazioni e l'evoluzione tecnologica facilitarono sia la campagna di misura che l'elaborazione dei dati raccolti, dall'altro,

come riportato nella stessa revisione:

*“...l’approvvigionamento idrico della maggior parte dei Comuni della Sardegna non può considerarsi normale, per restrizioni nell’erogazione...”,
“Ciononostante, i risultati di tale indagine hanno costituito una base attendibile per pervenire, attraverso modesti aggiustamenti, alla valutazione dei fabbisogni di tutti i Comuni dell’Isola...”³.*

L’indagine diretta sull’entità dei consumi riuscì significativa soltanto per un numero limitato, ma rappresentativo, della più comune tipologia urbana regionale, caratterizzata da economia agropastorale, assenza di impianti industriali e popolazione inferiore ai cinquemila abitanti.

Il monitoraggio condotto sui consumi conturati alle utenze domestiche, commerciali e pubbliche, e sui volumi complessivi in ingresso ed in uscita dai serbatoi cittadini, consentì la valutazione dei consumi, delle perdite e dei fabbisogni, nonché la stima della distribuzione temporale dei consumi e dei corrispondenti coefficienti di punta. L’esigua disponibilità di rilevazioni significative riguardanti i centri con popolazione superiore ai cinquemila abitanti non consentì la valutazione dei relativi fabbisogni, per la stima dei quali fu fatto riferimento ai risultati delle indagini riportate nella “*Conferenza Nazionale delle Acque, 1971*”, arrivando a definire una sostanziale rivalutazione delle dotazioni idropotabili.

L’impianto teorico originario, confermato nel corso della prima revisione sia nelle scelte metodologiche che procedurali, risulta tuttora un valido ausilio per la descrizione dello stato di fatto e per la programmazione delle risorse idropotabili regionali.

³ *Revisione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti per la Sardegna, Allegato N.3 – Cagliari 1983.*

Analisi dei consumi e determinazione dei fabbisogni attuali - Popolazione residente -

Centri con popolazione inferiore a 5.000 abitanti

(316 comuni su 377)

Analisi dei dati rilevati

Il quadro di riferimento su cui è stata svolta l'indagine è quello dei consumi civili rilevati su un campione omogeneo di trentacinque comuni appartenenti allo Schema Sarcidano n°32 del N.P.R.G.A.

Una prima verifica sulla rappresentatività del campione ha riguardato l'analisi territoriale, effettuata mediante la mappatura dei centri con l'utilizzo delle carte dell'uso del suolo del secondo S.I.T.R. della Regione Sardegna.

I risultati hanno evidenziato come i centri analizzati, caratterizzati da armature urbane residenziali rade e compatte con tipologia produttiva principalmente agro-pastorale, siano rappresentativi della più comune tipologia urbana caratteristica della fascia in esame.

A titolo esemplificativo si riportano di seguito le schede di monitoraggio di alcuni dei centri maggiormente rappresentativi:

Tabella 1 - Scheda di monitoraggio - Comune di Samugheo.

Popolazione residente	3.509	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	1.523	[ut]
Sviluppo lineare della rete	31	[Km]
Gestione	E.S.A.F.- Oristano	
Settore	Sarcidano Isili	
Abitanti per utenza	2,3	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	113	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume conturato annuo [2001]	196863	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	14%	
Tessuto residenziale rado	47%	
Tessuto residenziale compatto e denso	39%	
Tipologia Territoriale:	Collinare	

Tabella 2 - Scheda di monitoraggio - Comune di Villamar.

Popolazione residente	2.960	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	1.523	[ut]
Sviluppo lineare della rete	25	[Km]
Gestione	E.S.A.F. - Oristano	
Settore	Sarcidano Isili	
Abitanti per utenza	2,6	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	118	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume conturato annuo [2001]	196.872	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	3%	
Tessuto residenziale rado	66%	
Tessuto residenziale compatto e denso	31%	
Tipologia Territoriale:	Collinare	

Tabella 3 - Scheda di monitoraggio - Comune di Laconi.

Popolazione residente	2.302	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	1.059	[ut]
Sviluppo lineare della rete	10.8	[Km]
Gestione	E.S.A.F. - Oristano	
Settore	Sarcidano Isili	
Abitanti per utenza	2,2	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	213	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume conturato annuo [2001]	157.828	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	8,21%	
Tessuto residenziale rado	66,59%	
Tessuto residenziale compatto e denso	25,20%	
Tipologia Territoriale:	Montano	

Per i trentacinque comuni del campione sono stati forniti dal servizio commerciale e marketing dell'E.S.A.F. i dati relativi ai consumi conturati comunali, senza distinzione nella tipologia di utenza, registrati tra gli anni 1999 e 2002. In particolare, il confronto dei dati al consumo considerati ha evidenziato come la discontinuità nel regime di erogazione idrica influenzi i consumi, causando una contrazione media, registrata tra il 2001 e il 2002, dell'ordine del 15%; infatti, durante l'intero arco dell'anno 2002 sono state imposte forti restrizioni, con un regime di erogazione di 12 ore giornaliere, legate all'emergenza idrica che ha interessato tutta la regione ed in particolar modo le aree centro-meridionali. Tra le cause concorrenti alla contrazione dei consumi si possono individuare la diminuzione dei consumi ordinari legata al regime di minore pressione durante le ore di razionamento, la diminuzione degli utilizzi impropri domestici dovuta alla rivalutazione del bene acqua, nonché la contrazione dei consumi pubblici legata alle ordinanze comunali.

Tabella 4 - Consumo civile conturato nei comuni dello Schema Sarcidano n°32 N.P.R.G.A.

Comune	Popolazione ⁴ [ab]	1999 [mc/anno]	2000 [mc/anno]	2001 [mc/anno]	2002 [mc/anno]	$\Delta(2001-2002)$ 2001 [%]
1 Samugheo	3.509	201.319	177.490	196.863	171.434	-12.92%
2 Villamar	2.960	153.766	160.516	196.872	135.875	-30.98%
3 Laconi	2.302	133.395	125.710	157.828	129.271	-18.09%
4 Lunamatrona	1.858	109.856	101.779	115.994	100.028	-13.76%
5 Villanovafranca	1.491	99.220	90.279	106.715	83.901	-21.38%
6 Barumini	1.413	100.768	90.193	105.562	93.628	-11.31%
7 Tuili	1.185	70.247	71.355	74.877	68.648	-8.32%
8 Nuragus	1.025	60.956	55.509	57.898	53.793	-7.09%
9 Collinas	1.014	54.376	51.210	51.842	47.694	-8.00%
10 Genoni	1.006	64.967	50.645	70.971	52.040	-26.67%
11 Gonnostramatza	959	59.886	54.642	60.600	52.815	-12.85%
12 Usellus	933	36.019	36.158	39.711	36.235	-8.75%
13 Gonnosno'	900	44.025	40.342	58.517	42.095	-28.06%
14 Morgongiori	892	54.966	52.523	56.755	49.900	-12.08%
15 Baresa	849	59.836	52.976	56.930	45.880	-19.41%
16 Ruinas	825	51.117	46.079	57.262	46.570	-18.67%
17 Siddi	799	28.398	63.847	54.382	44.483	-18.20%
18 Pauli arbarei	720	35.001	53.476	51.516	44.907	-12.83%
19 Villanovaforru	700	44.423	45.444	59.107	43.687	-26.09%
20 Ussaramanna	611	42.429	36.937	40.827	34.154	-16.34%
21 Sini	597	44.071	36.916	37.893	35.624	-5.99%
22 Gonnostramatza	562	37.361	32.077	35.640	33.947	-4.75%
23 Turri	533	34.245	36.312	34.055	28.564	-16.12%
24 Mogorella	513	30.345	25.973	31.020	27.582	-11.08%
25 Assolo	485	26.460	25.809	28.292	21.458	-24.16%
26 Villa Sant'Antonio	454	27.819	25.204	29.865	24.643	-17.49%
27 Allai	413	25.751	19.704	23.441	19.539	-16.65%
28 Simala	399	29.407	24.424	24.038	21.566	-10.28%
29 Villaverde	395	27.995	24.981	25.194	23.960	-4.90%
30 Genuri	386	24.530	22.713	22.283	19.812	-11.09%
31 Pau	353	23.648	22.633	22.249	19.626	-11.79%
32 Pompu	303	21.425	16.743	18.515	15.698	-15.21%
33 Albagiara	289	20.821	17.354	18.633	17.465	-6.27%
34 Las Plassas	269	12.526	11.033	14.087	12.321	-12.54%
35 Baradili	95	7.126	6.108	6.720	5.617	-16.41%
Totale	31.198	1.870.102	1.741.247	1.988.572	1.659.977	-14,76 %

I dati riportati in Tabella 4 hanno consentito la valutazione percentuale della contrazione media dei consumi dovuta al regime di discontinuità nell'erogazione. Lo scostamento tra i consumi delle due annualità è evidenziato nelle rappresentazioni grafiche dei dati, riportate di seguito, riferite rispettivamente ai consumi conturati procapite per comune e complessivi per popolazione.

⁴ Fonte - Popolazione residente: ISTAT 2001.

Grafico 1 - Consumo giornaliero procapite conturato, Schema n°32 - Sarcidano - N.P.R.G.A.

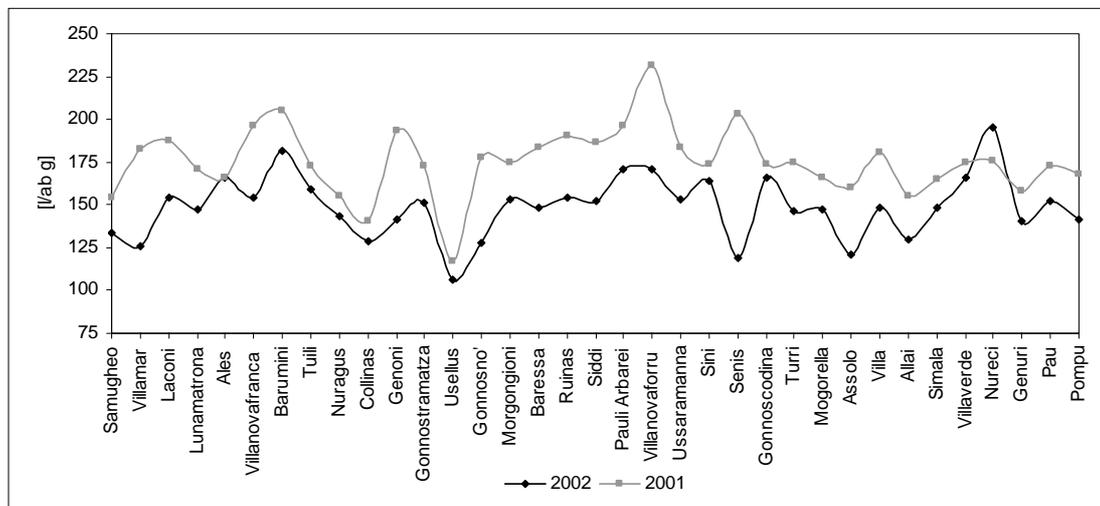
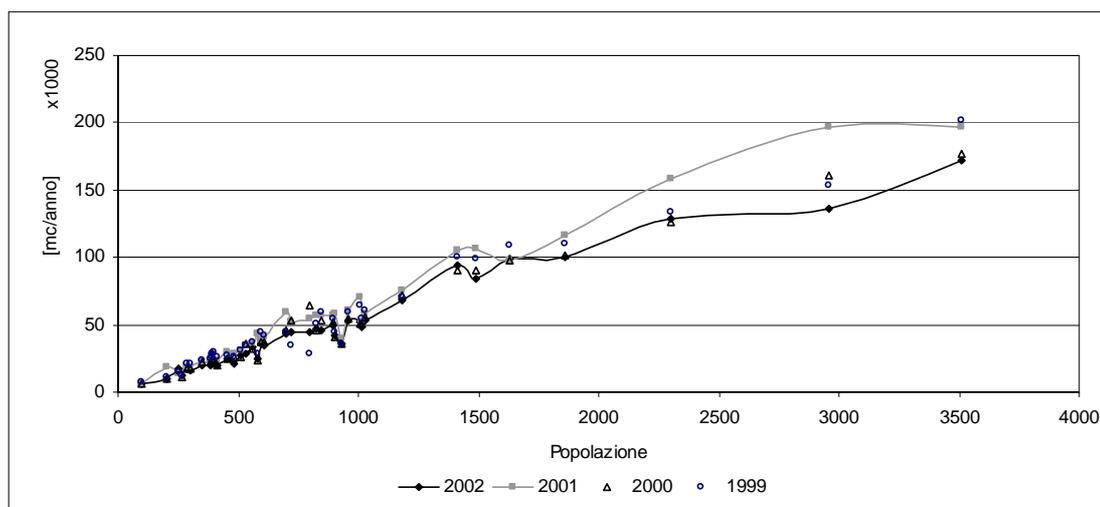


Grafico 2 - Consumo conturato annuale, Schema n°32 - Sarcidano - N.P.R.G.A.



Per la determinazione del fabbisogno medio annuo della fascia in esame sono stati considerati i volumi conturati relativi all'anno 2001; per ciascun comune i consumi netti complessivi rilevati, incrementati del 10% in considerazione delle perdite fisiologiche programmate nel sistema di distribuzione, restituiscono il valore del fabbisogno medio annuo; la media di tali valori ha fornito infine il valore di riferimento della dotazione relativa all'anno 2001 per la fascia in oggetto.

Fabbisogno medio annuo: stato attuale

Il modello di calcolo fin qui esposto ha portato a determinare il valore del fabbisogno medio annuo pari a 192 [l/abg]:

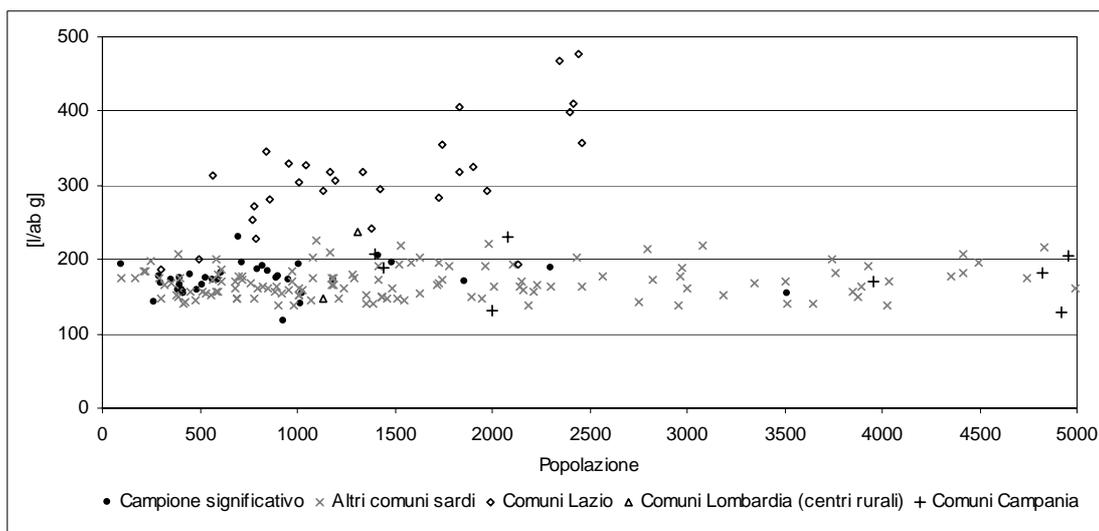
Tabella 5 - Stima del fabbisogno allo stato attuale nei comuni della I fascia di popolazione, anno 2001.

<i>Comune</i>	<i>Popolazione</i>	<i>Consumi</i>	<i>Perdite fisiologiche</i>	<i>Fabbisogno</i>	<i>Fabbisogno</i>
	<i>[ab]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[l/abg]</i>
Samugheo	3.509	196.863	19.686	216.549	169
Villamar	2.960	196.872	19.687	216.559	200
Laconi	2.302	157.828	15.783	173.611	207
Lunamatrona	1.858	115.994	11.599	127.593	188
Villanovafranca	1.491	106.715	10.672	117.387	216
Barumini	1.413	105.562	10.556	116.118	225
Tuili	1.185	74.877	7.488	82.365	190
Nuragus	1.025	57.898	5.790	63.688	170
Collinas	1.014	51.842	5.184	57.026	154
Genoni	1.006	70.971	7.097	78.068	213
Gonnostramatza	959	60.600	6.060	66.660	190
Usellus	933	39.711	3.971	43.682	128
Gonnosno'	900	58.517	5.852	64.369	196
Morgongiori	892	56.755	5.676	62.431	192
Baressa	849	56.930	5.693	62.623	202
Ruinas	825	57.262	5.726	62.988	209
Siddi	799	54.382	5.438	59.820	205
Pauli Arbarei	720	51.516	5.152	56.668	216
Villanovaforru	700	59.107	5.911	65.018	254
Ussaramanna	611	40.827	4.083	44.910	201
Sini	597	37.893	3.789	41.682	191
Gonnoscodina	562	35.640	3.564	39.204	191
Turri	533	34.055	3.406	37.461	193
Mogorella	513	31.020	3.102	34.122	182
Assolo	485	28.292	2.829	31.121	176
Villa Sant'antonio	454	29.865	2.987	32.852	198
Allai	413	23.441	2.344	25.785	171
Simala	399	24.038	2.404	26.442	182
Villaverde	395	25.194	2.519	27.713	192
Genuri	386	22.283	2.228	24.511	174
Pau	353	22.249	2.225	24.474	190
Pompu	303	18.515	1.852	20.367	184
Albagiara	289	18.633	1.863	20.496	194
Las Plassas	269	14.087	1.409	15.496	158
Baradili	95	6.720	672	7.392	213
Media	914	58.370	5.837	64.207	192

Quadro di sintesi e confronto dei dati monitorati

Lo studio comparativo tra i consumi idropotabili dei comuni fin qui analizzati e quelli relativi ad analoghi centri urbani regionali e nazionali evidenzia sia la tendenza dei consumi rilevati nei comuni sardi ad attestarsi su valori inferiori rispetto a quelli rilevati negli altri ambiti nazionali che la dispersione dei consumi imputabile alle differenze morfologiche e socioeconomiche.

Grafico 3 - Quadro di confronto I: consumi rilevati in Sardegna e in altre regioni italiane.



Nel grafico sono riportati i dati del consumo medio procapite del campione significativo, quelli rilevati mediante monitoraggio nei diversi ambiti provinciali sardi e quelli relativi ad altre regioni italiane, estratti dagli atti del convegno nazionale su "La conoscenza dei consumi per una migliore gestione delle infrastrutture acquedottistiche", Sorrento 9-10-11 aprile 1990. I consumi relativi agli altri comuni sardi sono riferiti alle rilevazioni effettuate dall'E.S.A.F. nel corso del 2003; nei comuni appartenenti al Consorzio Acquedotti Riuniti degli Aurunci (Comuni Lazio) le misurazioni fanno riferimento ai consumi conturati medi del quinquennio 1984/88, nei comuni lombardi al sollevato pubblico di alcuni centri rurali con consumi essenzialmente residenziali, indicativi del livello delle esigenze di base per l'anno 1980, mentre quelli della regione Campania sono riferiti ai consumi fatturati nel corso del 1988 rilevati nelle province di Avellino e Benevento.

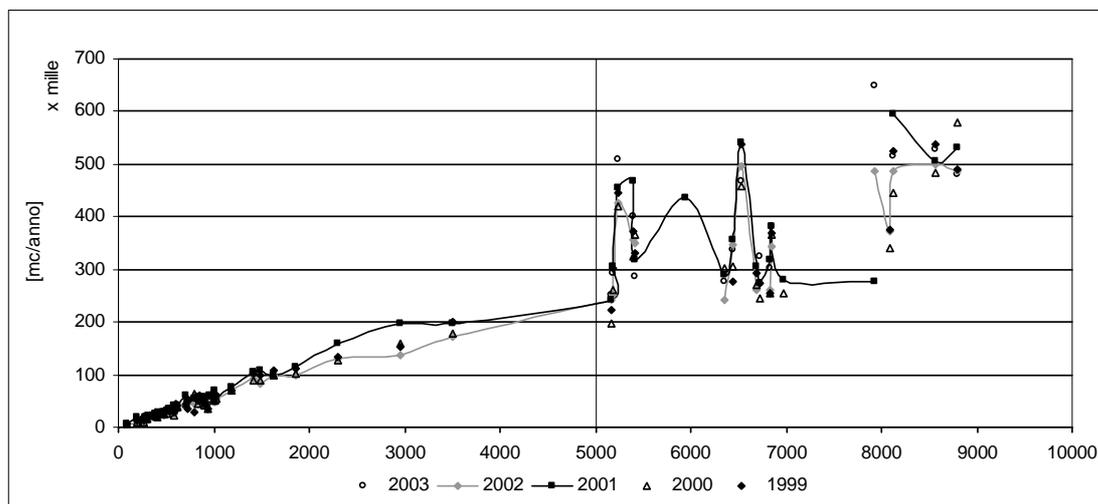
Centri con popolazione compresa tra 5.001 e 10.000 abitanti

(33 comuni su 377)

Analisi dei dati rilevati

La particolare conformazione morfologica della Regione e il tradizionale indirizzo agropastorale volto allo sfruttamento estensivo del territorio hanno determinato l'estrema frammentazione dei centri abitati tipica della Sardegna; per questo non stupisce la sproporzione numerica dei centri di piccole dimensioni, 316 comuni con meno di cinquemila abitanti, su un totale di 377. L'analisi della struttura socioeconomica e territoriale dei comuni appartenenti alla fascia in esame ha evidenziato le sostanziali differenze sia in termini di armatura urbana che di indirizzo produttivo rispetto ai comuni di piccole dimensioni, motivando la variazione del fabbisogno idrico e quindi la necessità di suddividere tali comuni in fasce differenti. In particolare afferiscono alla fascia di popolazione in esame trentatré comuni uniformemente distribuiti nel territorio regionale, per diciassette dei quali sono stati forniti dal servizio commerciale e marketing dell'E.S.A.F. i dati dei consumi annuali conturati alle utenze registrati negli anni tra il 1999 e il 2003 e dei volumi erogati dai serbatoi cittadini nel solo 2003. Il campione ha evidenziato una notevole dispersione dei dati, con forti oscillazioni dei consumi rilevati nei singoli centri nell'arco del quadriennio, e la totale assenza di proporzionalità diretta tra il numero di abitanti ed i consumi conturati, contrariamente a quanto rilevato per i centri appartenenti alla prima fascia, come risulta dal seguente grafico:

Grafico 4 - Schema comparativo dei consumi conturati nella prima e seconda fascia di popolazione.



L'analisi dei dati rilevati nel 2003 ha inoltre mostrato notevoli differenze tra i valori dei volumi in uscita dai serbatoi cittadini e i consumi conturati, in media dell'ordine del 60% valutato rispetto all'uscita dai serbatoi, imputabili da un lato alle perdite reali del sistema di distribuzione e dall'altro alle perdite commerciali. Tale anomalia è evidenziata in Tabella 6 in cui lo scarto percentuale tra le due grandezze è rappresentativo dei volumi non contabilizzati.

Tabella 6 - Rilevazione dei consumi nei comuni della II fascia di popolazione, gestione E.S.A.F. 2003.

<i>Comune</i>	<i>Popolazione residente [ab]</i>	<i>Volumi immessi in rete [mc/anno]</i>	<i>Volumi conturati [mc/anno]</i>	<i>Perdite [%]</i>
Cabras	8.804	1.100.000	480.975	56%
Sanluri	8.519	1.516.265	526.972	65%
Dolianova	7.979	1.188.368	516.765	57%
Sennori	7.365	1.200.000	416.345	65%
Gonnosfanadiga	6.970	850.220	244.687	71%
Decimomannu	6.836	1.253.924	382.869	69%
San Sperate	6.821	597.350	302.655	49%
Maracalagonis	6.731	756.864	324.061	57%
Uta	6.692	1.029.098	284.652	72%
Pula	6.535	1.800.517	937.334	48%
Carloforte	6.444	797.000	328.785	59%
San Giovanni Suergiu	6.116	960.000	276.320	71%
Castelsardo	5.410	1.200.000	286.786	76%
Sarroch	5.243	798.296	535.598	33%
Serrenti	5.174	467.568	294.461	37%
Gonnesa	5.169	660.000	252.336	62%

Lo studio dei fabbisogni idropotabili è stato quindi condotto sulla base del monitoraggio dei consumi del solo comune di Settimo San Pietro, scelto quale comune pilota per la determinazione del fabbisogno idropotabile relativo alla fascia in esame, riservando ai restanti comuni del campione il ruolo di verifica e confronto.

Si riporta di seguito, la scheda di monitoraggio relativa al comune di Settimo S. Pietro:

Tabella 7 - Scheda di monitoraggio - Comune di Settimo San Pietro.

Popolazione residente	5.949	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	2.069	[ut]
Sviluppo lineare della rete	24	[Km]
Gestione	E.S.A.F.- Oristano	
Settore	Sarcidano Isili	
Abitanti per utenza	2,9	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	248	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume conturato annuo [2001]	435.181	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Fabbricati rurali	8%	
Tessuto residenziale rado	17%	
Tessuto residenziale compatto e denso	75%	
Tipologia Territoriale:	Collinare	

La rete di distribuzione del centro urbano, di recente ristrutturazione, è infatti dotata di un moderno ed efficiente sistema di telecontrollo delle portate in ingresso alla rete e telelettura ai contatori, che ha permesso la precisa stima del bilancio idrico complessivo.

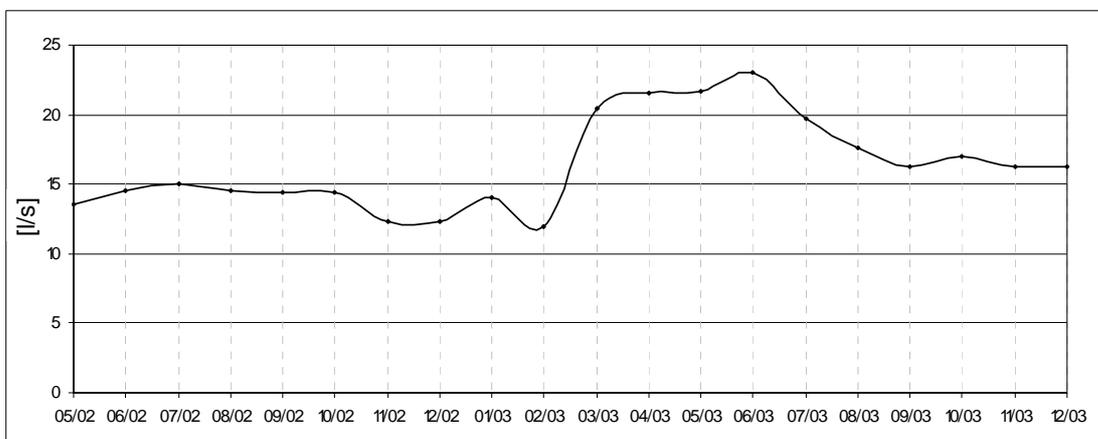
Per l'analisi degli attuali fabbisogni idrici la scelta dei dati relativi ai consumi conturati nel 2001 si è rivelata quella più idonea, escludendo invece le rilevazioni riferite all'anno 2002 e 2003 nei quali è stato imposto un forte regime di restrizione idrica.

Tabella 8 - Rilevazione dei consumi conturati nel Comune di Settimo San Pietro.

Comune	Popolazione [ab]	2001 [mc/anno]	2002 [mc/anno]	2003 [mc/anno]	$\Delta(2001-2002)$ 2001
Settimo S.Pietro	5.949	435.181	387.953	438.486	-11 %

Il confronto tra i dati ha evidenziato, in particolare, come le restrizioni idriche applicate nell'anno 2002 abbiano influito per ciò che concerne la fascia in esame sui consumi idrici, per una riduzione pari al 11%. Dal Grafico 5 delle portate medie mensili in ingresso al serbatoio misurate tra i mesi di maggio 2002 e dicembre 2003 risulta chiaro come il 2002 e buona parte del 2003 siano stati fortemente condizionati dalle restrizioni idriche.

Grafico 5 - Portate medie mensili in ingresso al serbatoio, Comune di Settimo San Pietro 2002 - 2003.



In conclusione, la determinazione del fabbisogno medio annuo per la fascia in esame, valore di riferimento per la scelta della dotazione, è stata effettuata valutando il volume conturato relativo al 2001, incrementato del 10%, in considerazione delle perdite fisiologiche programmate del sistema di distribuzione.

Fabbisogno medio annuo: stato attuale

L'analisi dei dati ha fornito il valore del fabbisogno netto medio annuo di 200 [l/abg] che, incrementato del 10% in considerazione delle perdite fisiologiche del sistema di distribuzione, conduce al valore del fabbisogno medio annuo di 220 [l/abg]:

Tabella 9 - Stima del fabbisogno allo stato attuale nei comuni della II fascia di popolazione, anno 2001.

<i>Comune</i>	<i>Popolazione</i>	<i>Consumi conturati</i>	<i>Perdite fisiologiche</i>	<i>Fabbisogno medio annuo</i>	<i>Fabbisogno</i>
	<i>[ab]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[l/abg]</i>
Settimo S.Pietro	5.949	435.181	43.518	478.700	220

Si ritiene utile esaminare il confronto tra il valore del consumo idropotabile rilevato nel comune di Settimo San Pietro e i dati relativi ai consumi idrici monitorati nei restanti comuni del campione, decurtati delle perdite valutate nel 40% dell'erogato complessivo, indicato come valore medio per la Sardegna nella "Relazione al Parlamento sullo stato dei servizi idrici, anno 2002".

Tabella 10 - Quadro di confronto dei consumi netti nei comuni della II fascia di popolazione, anno 2003.

<i>Comune</i>	<i>Popolazione residente</i>	<i>Fluttuanti Stagionali</i>	<i>Volumi immessi in rete</i>	<i>Perdite stimate</i>	<i>Consumo netto annuo</i>	<i>Consumo netto procapite</i>
	<i>[ab]</i>	<i>(90 gg)</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>(40%)</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[l/abg]</i>
		<i>[ab]</i>				
Cabras	8.804	0	1.100.000	440.000	660.000	205
Sanluri	8.519	53	1.516.265	606.506	909.759	292
Dolianova	7.979	600	1.188.368	475.347	713.020	240
Sennori	7.365	723	1.200.000	480.000	720.000	262
Gonnosfanadiga	6.970	0	850.220	340.088	510.132	201
Decimomannu	6.836	7	1.253.924	501.570	752.354	301
San Sperate	6.821	12	597.350	238.940	358.410	144
Maracalagonis	6.731	0	756.864	302.746	454.118	185
Uta	6.692	0	1.029.098	411.639	617.458	253
Pula	6.535	36.108	1.800.517	720.207	1.080.310	192
Carloforte	6.444	14.588	797.000	318.800	478.200	130
S. Giovanni Suergiu	6.116	1.000	960.000	384.000	576.000	248
Castelsardo	5.410	7.500	1.200.000	480.000	720.000	272
Sarroch	5.243	6.068	798.296	319.318	478.977	195
Serrenti	5.174	18	467.568	187.027	280.540	148
Gonnesa	5.169	0	660.000	264.000	396.000	210
Media						217

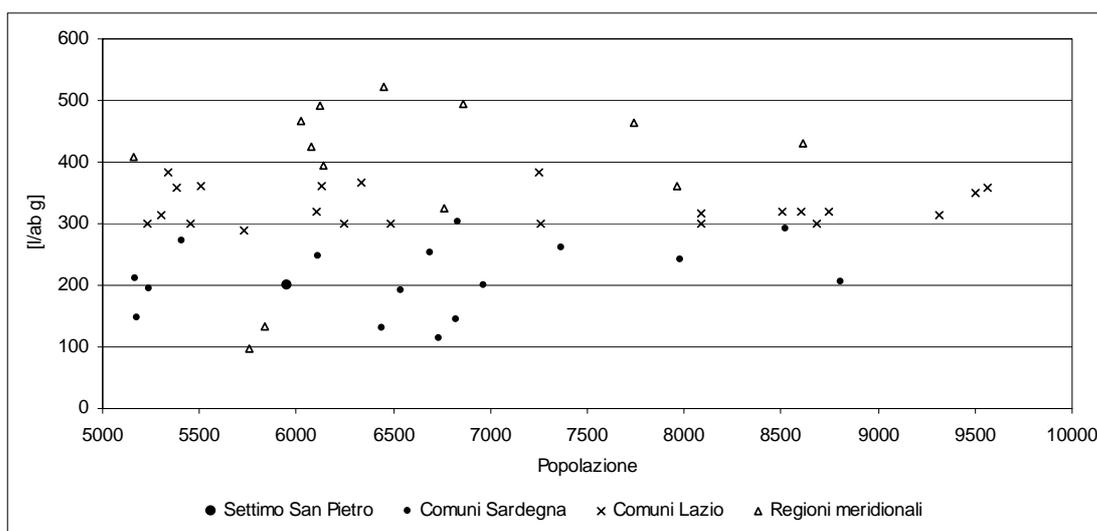
Come risulta dalla precedente tabella, il valore medio dei sedici comuni di confronto risulta di poco superiore rispetto a quello calcolato per Settimo San Pietro. Non si è ritenuto, tuttavia, di adottarlo per definire il consumo dei centri di questa fascia, in relazione al fatto che le perdite di questo campione di confronto derivano da una stima regionale, rispetto alla maggiore attendibilità fornita dal dato relativo al comune di Settimo San Pietro.

Il Grafico 6 evidenzia come i valori di consumo relativi al campione di confronto siano tendenzialmente distribuiti attorno a quello rilevato nel comune di Settimo San Pietro, adottato come valore rappresentativo dei consumi relativi alla seconda fascia di popolazione.

Quadro di sintesi e confronto dei dati monitorati

Si riporta di seguito il confronto tra il valore del consumo idropotabile rilevato nei comuni del campione e i dati relativi ai consumi idrici rilevati nel Lazio ed in altre regioni meridionali, in comuni appartenenti alla medesima fascia di popolazione.

Grafico 6 - Quadro di confronto II: consumi rilevati in Sardegna e in altre regioni italiane.



Il grafico riporta il consumo rilevato nel comune di Settimo San Pietro e quello stimato nei restanti comuni del campione, i valori medi dei consumi rilevati alle utenze nel quinquennio 1984-88 in Campania e nei comuni associati nel Consorzio Acquedotti Riuniti degli Aurunci (Regioni meridionali), entrambi tratti dagli Atti del Convegno di Sorrento dell'aprile 1990, nonché quelli relativi al fabbisogno idropotabile previsto al 2016, pubblicati nella "Proposta di aggiornamento del PRGA della regione Lazio" del luglio 2004, maggiori dei consumi rilevati in Sardegna in quanto comprensivi della quota di consumo relativa alle perdite programmate.

Centri con popolazione compresa tra 10.001 e 30.000 abitanti

(20 comuni su 377)

Analisi dei dati rilevati

I comuni appartenenti alla fascia in esame presentano caratteristiche eterogenee, svolgendo nel proprio ambito territoriale funzioni differenti quali: punto di riferimento di aree a bassa densità insediativa come Macomer, Tempio Pausania e Iglesias; poli terziari a carattere prettamente turistico, quali Arzachena e La Maddalena; o semplicemente agglomerati del hinterland cittadino e valvola di sfogo delle nuove espansioni urbane, come Monserrato, Selargius e Quartucciu. Ciononostante, le differenze socioeconomiche e territoriali sopra esposte, che si traducono nella variazione della popolazione fluttuante, delle densità abitative e produttive, pur caratterizzando le armature e lo sviluppo urbano dei differenti centri, non ne influenzano sostanzialmente il fabbisogno idropotabile medio procapite.

Il fabbisogno idrico allo stato attuale relativo alla fascia in esame è stato calcolato sulla base dei consumi idrici registrati dal 1999 al 2003 nei comuni gestiti dall'E.S.A.F. Al fine di analizzare un insieme omogeneo e privo di anomalie, è stato necessario effettuare una cernita dei dati rilevati con l'obiettivo di isolare un campione di dati sostanzialmente confrontabili e rappresentativi. Dei venti comuni appartenenti alla fascia in esame, sono stati considerati i soli sette gestiti dall'E.S.A.F. ad esclusione di Macomer e Sestu per l'eccessivo scostamento positivo rispetto alla media dei volumi in uscita dai serbatoi. Tuttavia, la congruità dei volumi in uscita dai serbatoi dei cinque comuni rimanenti non trova alcun riscontro nei volumi conturati alle utenze, indispensabili per la corretta valutazione delle perdite fisiche nel sistema di distribuzione. Infatti, in alcuni casi la fatturazione dell'acqua non è legata ai consumi effettivi ma è calcolata su base forfetaria, e talvolta non vengono rilevati i consumi d'acqua per alcuni servizi pubblici quali fontane, pulizia delle strade, scuole, ospedali, caserme e mercati. Questi motivi hanno indotto alla ricerca di eventuali altri parametri significativi, correlabili alla reale entità delle perdite, quali le caratteristiche geometriche della rete, il numero di allacci, la loro densità lungo la rete, il numero di abitanti serviti per utenza, il numero di guasti riscontrati annualmente lungo la rete e lungo gli allacci, ecc.

Tabella 11 - Caratteristiche geometriche e funzionali della rete.

Comune	Volume in uscita [mc/anno]	Volumi conturati [mc/anno]	Perdite [%]	Sviluppo rete [km]	Guasti sulle condotte [n°/anno]	Guasti sugli allacci [n°/anno]
Selargius	4.320.432	1.869.255	57	71	184	307
Sestu	3.859.271	1.020.248	74	51	375	375
Villacidro	1.819.006	692.830	62	44	206	262
Sorso	1.902.000	-	-	40	-	-
Sant'Antioco	2.187.000	720.606	67	46	419	352
Arzachena	6.108.000	-	-	21	141	700
Macomer	2.951.000	614.511	79	42	76	127

segue

Comune	Densità allacci [ab/ut]	Densità lineare [ab/km]	Erogazione specifica [mc/ut]	Perdite lineari [mc/km]	n° guasti condotte/km [n°/Km]	n° guasti / n° allacci
Selargius	3,8	386	260	34.523	2,6	0,04
Sestu	2,7	298	180	55.667	7,4	0,07
Villacidro	3,0	335	143	39.766	3,3	0,05
Sorso	3,1	321	-	-	0,0	-
Sant'Antioco	2,3	255	139	31.878	9,7	0,07
Arzachena	2,5	511	-	-	1,3	0,15
Macomer	2,6	265	145	55.630	1,9	0,03

L'elevato numero di fattori in gioco e l'intrinseca difficoltà nella valutazione dell'incidenza di ciascuno sul valore complessivo delle perdite non consentono l'individuazione di alcun modello che definisca una correlazione analitica tra le perdite e le caratteristiche fisiche della rete.

Dall'analisi dei dati e dalle informazioni assunte presso gli uffici di gestione, emerge un valore medio di perdita dell'ordine del 60% del volume complessivamente immesso in rete, attribuibile in parte alle perdite fisiche ed in parte a quelle commerciali. Per la determinazione del fabbisogno idrico allo stato attuale, relativamente alla fascia in esame, in mancanza di dati relativi al monitoraggio delle perdite fisiche in rete nei comuni in esame, si assumerà il valore medio regionale pari al 40% di perdita, valutato sull'erogato complessivo, desunto dalla "Relazione al Parlamento sullo stato dei servizi idrici, anno 2002".

In considerazione di quanto esposto, le perdite commerciali derivanti dalla mancata conturazione risultano quindi pari al 20% dell'erogato complessivo. Infine la determinazione del fabbisogno allo stato attuale è stata effettuata considerando il consumo idrico annuo procapite, sulla base dei volumi in uscita dal serbatoio, decurtato delle perdite fisiche, valutando per ciascun centro sia la popolazione residente che quella fluttuante, considerando la durata della stagione turistica di novanta giorni.

Analogamente a quanto visto nelle precedenti fasce si riporta di seguito la scheda di monitoraggio di alcuni centri analizzati:

Tabella 12 - Scheda di monitoraggio - Comune di Selargius.

Popolazione residente	27.440	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	7.144	[ut]
Sviluppo lineare della rete	71	[Km]
Gestione	E.S.A.F.- Cagliari	
Settore	Est 16	
Abitanti per utenza	3,8	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	386	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume conturato annuo [2001]	1.869.255	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Tessuto residenziale compatto e denso	76%	
Tessuto residenziale rado	24%	
Tipologia Territoriale:	Piana	

Tabella 13 - Scheda di monitoraggio - Comune di Sant'Antioco.

Popolazione residente	11.521	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	5.185	[ut]
Sviluppo lineare della rete	46	[Km]
Gestione	E.S.A.F. - Cagliari	
Settore	Ovest 13	
Abitanti per utenza	2,2	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	250	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume conturato annuo [2001]	720.606	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Tessuto residenziale compatto e denso	76%	
Tessuto residenziale rado	14%	
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	10%	
Tipologia Territoriale:	Costiera	

Fabbisogno medio annuo: stato attuale

Il valore stimato per il fabbisogno medio procapite netto ottenuto come media dei fabbisogni rispetto alla popolazione risulta 246 [l/abg] che, incrementato del 10% in considerazione delle perdite fisiologiche programmate, conduce al valore di 271 [l/abg] calcolato secondo lo schema seguente:

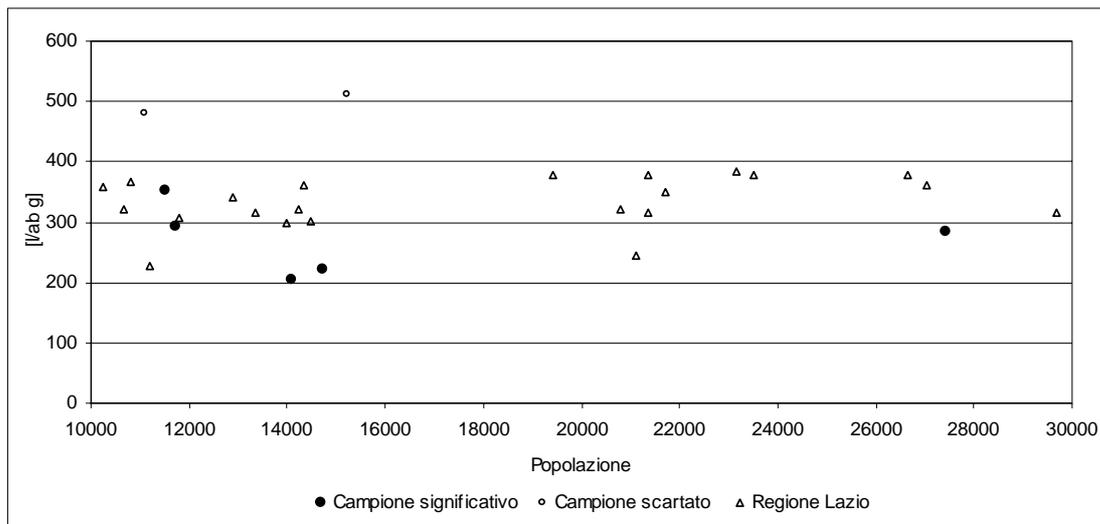
Tabella 14 - Stima del fabbisogno idrico allo stato attuale nei comuni della III fascia di popolazione.

Comune	Popolazione residente [ab]	Fluttuanti stagionali (90 gg) [ab]	Volumi in uscita [mc/anno]	Perdite fisiche stimate [mc/anno]	Fabbisogno netto [l/abg]	Fabbisogno [l/abg]
Selargius	27.440	276	4.320.432	1.728.172	258	284
Villacidro	14.732	124	1.819.006	727.602	203	223
Sorso	12.842	16.179	1.902.000	760.800	186	204
Sant'Antioco	11.730	7.351	2.187.000	874.800	265	292
Arzachena	10.730	83.791	6.108.000	2.443.200	320	352
Media	15.495	21.544	3.267.288	1.306.915	246	271

Quadro di sintesi e confronto dei dati monitorati

Si riporta nel seguente grafico un'analisi di confronto tra i fabbisogni idrici attuali rilevati nel 2003 nei comuni del campione e quelli relativi ai valori previsionali al 2016 del fabbisogno idropotabile, pubblicati nella "Proposta di aggiornamento del PRGA della regione Lazio" del Luglio 2004.

Grafico 7 - Quadro di confronto III: dati rilevati in Sardegna e in altre regioni italiane.



L'analisi comparativa tra i dati sopra analizzati evidenzia la convergenza dei dati monitorati sui valori medi riscontrati in altre realtà regionali italiane.

Centri con popolazione compresa tra 30.001 e 100.000 abitanti

(6 comuni su 377)

Analisi dei dati rilevati

La precedente versione del piano assegnava alla fascia in esame il limite inferiore di 50.000 abitanti. Appare appropriato, alla luce delle condizioni socioeconomiche ed amministrative, ridurre tale limite a 30.000, integrando nella quarta fascia di popolazione i centri di maggior rilievo dell'intero territorio isolano. I comuni appartenenti alla fascia in esame hanno registrato dalla metà del secolo scorso ad oggi un indice di crescita della popolazione fortemente positivo dovuto alla terziarizzazione dei settori produttivi e al conseguente spopolamento delle campagne. La rapidità con cui si è realizzata questa sostanziale modifica delle strutture territoriali ha spesso disatteso le programmazioni urbanistiche, generando una crescita disordinata e spontanea dei centri urbani comandata più da logiche di speculazione fondiaria che di pianificazione urbanistica. La conseguente ripercussione negativa sull'organicità delle reti di urbanizzazione primaria, ulteriormente aggravata dalla mancanza di un repertorio cartografico aggiornato e dalla molteplicità di soggetti coinvolti negli ampliamenti (cooperative, istituti autonomi, ecc.), ha generato forti scompensi sull'attività gestionale e manutentiva del servizio idrico. Questa situazione accomuna tutti i centri della fascia in esame, rendendo onerosa la raccolta dei dati riguardanti sia i consumi che le reali caratteristiche fisiche delle reti, indispensabile per la corretta razionalizzazione del servizio; il monitoraggio dei consumi idropotabili, che ha interessato la totalità del campione, ha restituito infatti un insieme di valori eterogeneo e carente come risulta dalle seguenti tabelle:

Tabella 15 - Monitoraggio dei volumi immessi in rete [mc/anno].

Comune	Popolazione		1999	2000	2001	2002	2003
	residente	fluttuante					
Alghero	43.061	76.939	-	-	-	10.883.570	12.231.958
Carbonia	30.447	-	-	-	-	-	-
Nuoro	36.678	-	-	-	-	-	-
Olbia	45.366	20.000	-	-	-	-	10.249.200
Oristano	31.169	-	-	-	-	-	-
Quartu S.Elena	68.040	-	-	10.399.273	11.696.781	10.872.313	11.941.912

Tabella 16 - Monitoraggio dei consumi conturati [mc/anno].

Comune	Popolazione		1999	2000	2001	2002	2003
	residente	fluttuante					
Alghero	43.061	76.939	-	-	-	3.161.895	3.244.075
Carbonia	30.447	-	196.442	-	-	-	-
Nuoro	36.678	-	-	-	-	-	-
Olbia	45.366	20.000	-	-	-	-	7.525.000
Oristano	31.169	-	-	-	-	-	-
Quartu S.Elena	68.040	-	-	-	-	-	-

Per il comune di Quartu Sant'Elena, oltre aver reperito il campione di dati più consistente, è stato possibile definire l'entità delle perdite fisiche lungo la rete di distribuzione attraverso i risultati dello studio effettuato nell'ambito del "Programma di opere ed interventi per fronteggiare l'emergenza idrica in Sardegna", realizzato nel 1998; la precisa valutazione delle perdite fisiche ha permesso quindi di estrapolare l'effettivo consumo alle utenze a partire dal volume complessivamente erogato. Tali motivazioni hanno condotto al calcolo del fabbisogno attraverso l'utilizzo dei soli dati relativi al centro di Quartu Sant'Elena, assegnando alla restante parte del campione il ruolo di verifica e confronto dei risultati così ottenuti.

Si riporta di seguito la scheda sintetica del comune campione:

Tabella 17 - Scheda di monitoraggio - Comune di Quartu Sant'Elena.

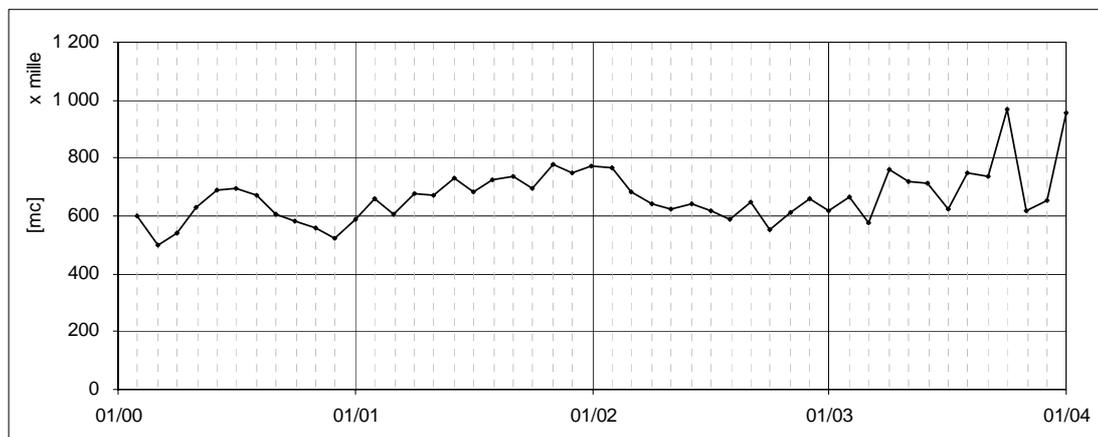
Popolazione residente	68.040	
Dati caratteristici delle reti:		
Numero utenze	-	[ut]
Sviluppo lineare della rete	100	[Km]
Gestione	Amministrazione comunale - E.S.A.F.	
Abitanti per utenza	-	[ab/ut]
Abitanti per chilometro di rete	329	[ab/Km]
Tipologia dati:		
Volume annuo immesso in rete [2001]	11.696.781	[mc]
Tipologia Insediativa:		
Tessuto residenziale compatto e denso	21%	
Tessuto residenziale rado	9%	
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	70%	
Tipologia Territoriale:	Costiera	

L'approvvigionamento idrico del centro di Quartu Sant'Elena è assicurato in parte da risorse derivate dal sistema di invasi artificiali del medio Flumendosa-Mulargia, gestito dall'Ente Autonomo del Flumendosa, ed in parte, per quanto concerne le frazioni litoranee, dall'Ente Sardo Acquedotti e Fognature. In mancanza di valutazioni complessive sui volumi conturati alle utenze, per la determinazione del fabbisogno idrico è stato fatto riferimento ai volumi in ingresso alla rete, rilevati dal sistema di telecontrollo dell'E.A.F. a servizio del centro urbano e dall'analogo sistema dell'E.S.A.F. per le frazioni litoranee, nel quadriennio 2000-2003; dal computo sono state escluse le utenze dichiaratamente turistiche contabilizzando i soli consumi effettivamente residenziali.

I dati analizzati non sono quindi direttamente rappresentativi del fabbisogno reale, ma risultano dalla somma di questi ultimi e delle perdite del sistema. L'estrapolazione del fabbisogno ha fatto preciso riferimento al monitoraggio delle perdite in rete, effettuato mediante il rilievo e la ricerca su oltre cento chilometri di condotte interne al centro urbano, che ha condotto all'individuazione di 127 punti di perdita, il 98% dei quali localizzati in corrispondenza degli allacci; lo studio ha condotto alla stima di un flusso recuperabile, su 100.950 m di rete, di circa 232,20 mc/h. La valutazione della lunghezza procapite della rete comunale, stimata sulla base delle indicazioni del grado di copertura del servizio di acquedotto fornite dalla "Proposta Piano d'Ambito Regione Sardegna", porta ad una densità lineare di 384 abitanti per chilometro di rete, pari a 2,6 m per abitante servito, per una lunghezza complessiva pari a 176.904 m e al corrispondente volume annuo recuperabile di 3.584.492 mc/anno, pari al 30% dell'erogato complessivo.

Si riporta di seguito l'andamento dei volumi in uscita dal serbatoio a servizio del solo centro urbano di Quartu S. Elena, servito dall'E.A.F, rilevato nel quadriennio 2000-2003, i cui valori sono riportati nella Tabella 18:

Grafico 8 - Monitoraggio dei volumi mensili in uscita dal serbatoio cittadino - gestione E.A.F.



Il grafico evidenzia come i volumi erogati nell'arco del 2001 godano di maggiore continuità rispetto a quelli del 2000 e del 2003 e siano maggiormente attendibili rispetto a quelli dell'anno 2002, fortemente influenzati dal regime di erogazione discontinua che ha determinato una contrazione complessiva dei volumi erogati pari al 10% rispetto all'anno precedente.

Tabella 18 - Monitoraggio dei volumi in uscita dal serbatoio cittadino - gestione E.A.F. [mc/mese].

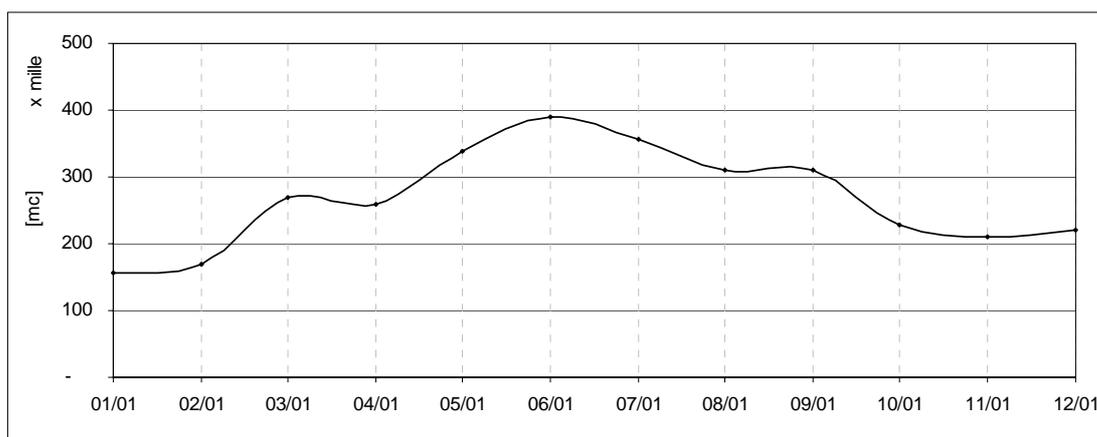
	2000	2001	2002	2003
Gennaio	599.616	658.176	768.473	662.540
Febbraio	500.685	603.754	680.850	576.980
Marzo	543.263	675.080	641.350	759.926
Aprile	629.831	673.820	621.242	719.884
Maggio	688.514	728.070	644.266	711.629
Giugno	693.153	681.200	619.777	621.501
Luglio	673.437	725.148	589.887	745.800
Agosto	603.186	738.698	649.226	736.175
Settembre	579.225	694.654	551.150	969.162
Ottobre	559.951	776.772	612.000	615.171
Novembre	524.148	749.550	659.050	651.184
Dicembre	586.382	773.977	617.160	954.078
Totale	7.181.391	8.478.899	7.654.431	8.724.030

Si riporta inoltre di seguito l'andamento dei volumi mensili relativi ai consumi idropotabili delle località litoranee a carattere residenziale, monitorati nell'arco del 2001:

Tabella 19 - Monitoraggio dei volumi mensili erogati a servizio del litorale - gestione E.S.A.F. [mc].

Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
2001	157.582	168.281	270.146	258.311	338.348	389.905	356.829	309.586	309.710	228.781	210.474	219.930

Grafico 9 - Monitoraggio dei volumi mensili a servizio del litorale - gestione E.S.A.F.



Fabbisogno medio annuo: stato attuale

La somma dei volumi complessivamente erogati alla popolazione residente nel corso dell'anno 2001 dall'E.A.F. a servizio del solo centro urbano e dall'E.S.A.F. per le frazioni residenziali litoranee, decurtata delle perdite reali, ha consentito la determinazione di un fabbisogno netto procapite giornaliero di 327 [l/abg] che, incrementato del 10% in considerazione delle perdite fisiologiche del sistema di distribuzione, ha condotto al valore del fabbisogno giornaliero procapite di 360 [l/abg].

Tabella 20 - Stima del fabbisogno idrico allo stato attuale nei comuni della IV fascia di popolazione.

Comune	Popolazione residente [ab]	Volumi in uscita [mc/anno]	Perdite fisiche stimate [mc/anno]	Fabbisogno netto [l/abg]	Fabbisogno [l/abg]
Quartu Sant'Elena	68.040	11.696.781	3.564.492	327	360

Lo stesso procedimento di calcolo è stato applicato per i comuni di Alghero e Olbia, valutando un tempo di permanenza di 90 giorni della popolazione fluttuante stagionale relativa al solo centro urbano e assumendo, analogamente a quanto visto nelle precedenti fasce, il 40% di perdita valutato sull'erogato complessivo.

Il valore del consumo netto così stimato, incrementato del 10% in considerazione delle perdite fisiologiche del sistema di distribuzione, ha condotto alla valutazione dei fabbisogni procapite, riportati di seguito:

Tabella 21- Quadro di confronto del fabbisogno nei comuni della IV fascia di popolazione, anno 2003.

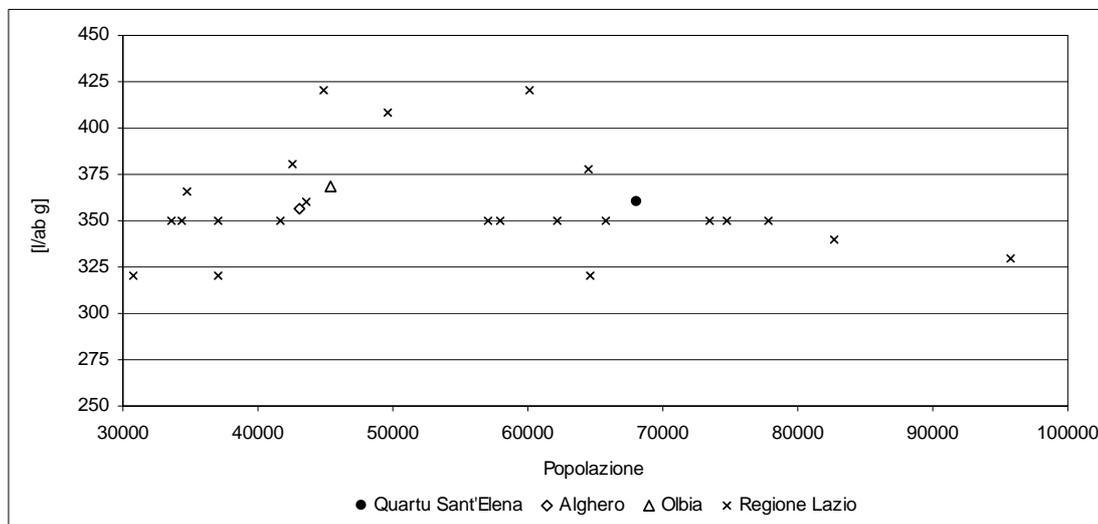
Comune	Popolazione residente [ab]	Fluttuanti stagionali (90 gg) [ab]	Volumi in uscita [mc/anno]	Perdite fisiche stimate [mc/anno]	Fabbisogno netto [l/abg]	Fabbisogno [l/abg]
Alghero	43.061 ⁵	76.939 ⁶	12.231.958	4.892.783	324	357
Olbia	45.366	20.000	10.249.000	4.099.600	335	368

I risultati così ottenuti confermano la stima del fabbisogno calcolato per il comune di Quartu Sant'Elena, che verrà quindi adottato come valore di riferimento per la fascia in esame.

Quadro di sintesi dei dati monitorati

Si riporta di seguito il quadro di confronto tra i valori del fabbisogno attuale relativo al centro di Quartu Sant'Elena, dei centri di Alghero e Olbia, con gli analoghi valori previsti al 2016 per i comuni della regione Lazio, estratti dalla "Proposta di aggiornamento del P.R.G.A. Regione Lazio" del luglio 2004.

Grafico 10 - Quadro di confronto IV: fabbisogni relativi ai comuni della Sardegna e del Lazio.



⁵Fonte - Popolazione residente: Amministrazione comunale.

⁶Fonte - Popolazione fluttuante: Amministrazione comunale.

Centri con popolazione superiore a 100.000 abitanti

(2 comuni su 377)

Analisi dei dati rilevati

A causa dell'insufficienza dei dati relativi alla città di Sassari, l'analisi del fabbisogno idropotabile per usi civili della fascia in esame ha interessato esclusivamente il monitoraggio della rete acquedottistica dell'area metropolitana di Cagliari, unico altro centro con popolazione superiore ai centomila abitanti. La rete di distribuzione garantisce il servizio alla città di Cagliari, al comune di Elmas e al quartiere di Su Planu (frazione di Selargius), con uno sviluppo di 431 [Km] per un totale di 74.089 utenze e 175.588 residenti serviti, ed è approvvigionata dagli impianti di potabilizzazione di Corongiu, Settimo San Pietro e San Michele, che alimentano i serbatoi cittadini ubicati nei tre maggiori rilievi di Monte Urpinu, San Michele e San Vincenzo.

Tabella 22 - Popolazione residente servita dalla rete metropolitana del Comune di Cagliari.

	Popolazione residente ⁷ [ab]
Comune di Cagliari	164.249
Comune di Elmas	7.930
Frazione Su Planu (Comune di Selargius)	3.409
Totale	175.588

Le misurazioni che costituiscono la base dello studio, rilevate dal sistema di telecontrollo nel quadriennio 2001-2004, sono state effettuate sistematicamente in ingresso ed in uscita da ciascuno dei serbatoi, con cadenza oraria, per l'intero arco del quadriennio; attraverso le letture, ordinate in un database tridimensionale, sono state eseguite le elaborazioni delle portate in uscita orarie, giornaliere e annuali. L'analisi dei dati del 2004 ha condotto alla determinazione di un volume medio giornaliero erogato pari a 121.758 [mc], superiore ai valori rilevati nelle annualità precedenti, caratterizzate da un regime discontinuo di erogazione idrica, come risulta evidente dagli scarti percentuali tra le diverse annualità:

Tabella 23 - Monitoraggio dei volumi complessivamente immessi in rete [mc] - gestione S.I.M.

	2001	2002	2003	2004
Consumo annuo	29.685.359	24.599.646	37.799.273	44.441.742
Consumo medio giornaliero	81.330	67.396	103.560	121.758
Variazione Δ_{2004}	-33%	-45%	-15%	

⁷ Fonte – Popolazione residente: Piano d'Ambito.

Tabella 24 - Consumi medi giornalieri per mese [mc].

Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
2001	75.878	79.226	76.638	77.003	83.317	82.166	86.525	84.272	82.453	84.847	81.410	81.945
2002	82.676	60.939	64.589	62.826	66.152	63.984	67.822	66.552	67.781	67.997	67.670	68.906
2003	69.216	75.574	119.727	119.747	107.968	122.466	123.181	100.846	98.771	97.234	94.869	111.105
2004	119.657	118.485	117.776	114.626	118.012	117.224	124.040	124.365	126.505	124.842	125.103	124.842

Le variazioni dei consumi riportate in Tabella 23 e Tabella 24 ed evidenziate nel Grafico 11 sono indicative dei differenti regimi di restrizione idrica applicati nel corso del quadriennio 2001 - 2004, in cui il servizio, a causa dell'emergenza idrica, è stato garantito mediamente per dieci, sei e diciotto ore giornaliere.

Grafico 11 - Andamento annuale dei consumi giornalieri.

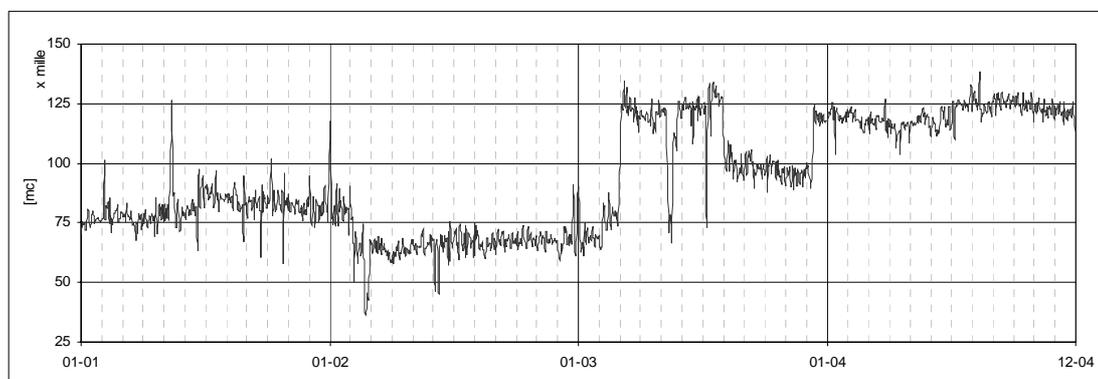
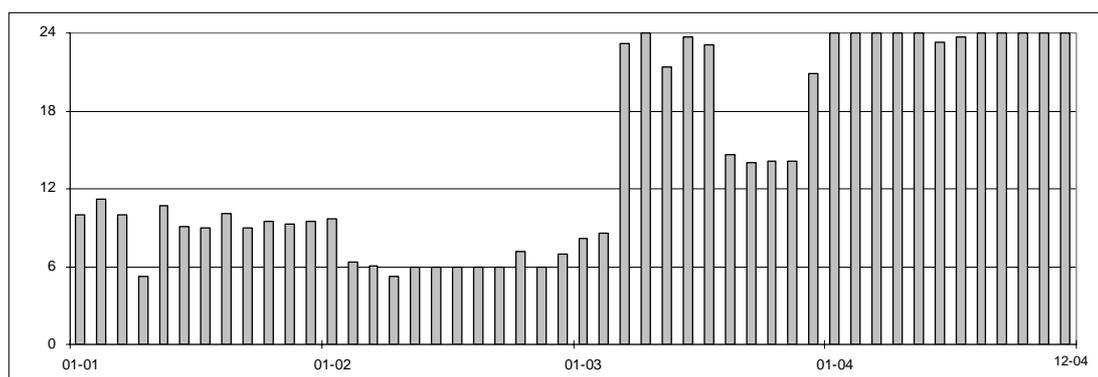


Grafico 12 - Ore di erogazione giornaliera media mensile.



L'analisi dei rapporti $\varphi_i = Q_{mi} / Q_a$ tra le portate medie mensili e la portata media annua risulta effettivamente rappresentativa delle oscillazioni di consumo stagionali con riferimento al solo 2004, unica annualità con regime di erogazione continua.

Tabella 25 - Rapporti $\varphi_i = Q_{mi}/Q_a$ tra le portate medie mensili e la portata media annua.

Anno	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
2001	0,93	0,97	0,94	0,95	1,02	1,01	1,06	1,04	1,01	1,04	1,00	1,01
2002	1,23	0,90	0,96	0,93	0,98	0,95	1,01	0,99	1,01	1,01	1,00	1,02
2003	0,67	0,73	1,16	1,16	1,04	1,18	1,19	0,97	0,95	0,94	0,92	1,07
2004	0,99	0,98	0,98	0,95	0,98	0,97	1,03	1,03	1,05	1,03	1,02	1,00

La distribuzione dei fattori di ripartizione delle erogazioni mensili, contenuta all'interno di una fascia di modesta ampiezza (0,95- 1,05), sottolinea il ruolo centrale che il capoluogo sardo svolge nell'ambito del proprio contesto territoriale.

I dati hanno permesso la valutazione dei consumi medi orari nell'intero arco del quadriennio; in particolare, il confronto tra le distribuzioni giornaliere dei consumi orari del 2003 e 2004 evidenzia il differente comportamento della rete in caso di restrizione idrica, sottolineato sia dall'anomalo intensificarsi delle portate in rete all'inizio della mattina, dovuto al riempimento mattutino delle riserve idriche domestiche che si svuotano durante le ore di restrizione, che dalla punta giornaliera più marcata nel caso dell'annualità 2003, legata alla probabile concentrazione delle attività domestiche negli orari di erogazione.

Grafico 13 - Distribuzione giornaliera delle portate orarie immesse in rete, anni 2003 e 2004.

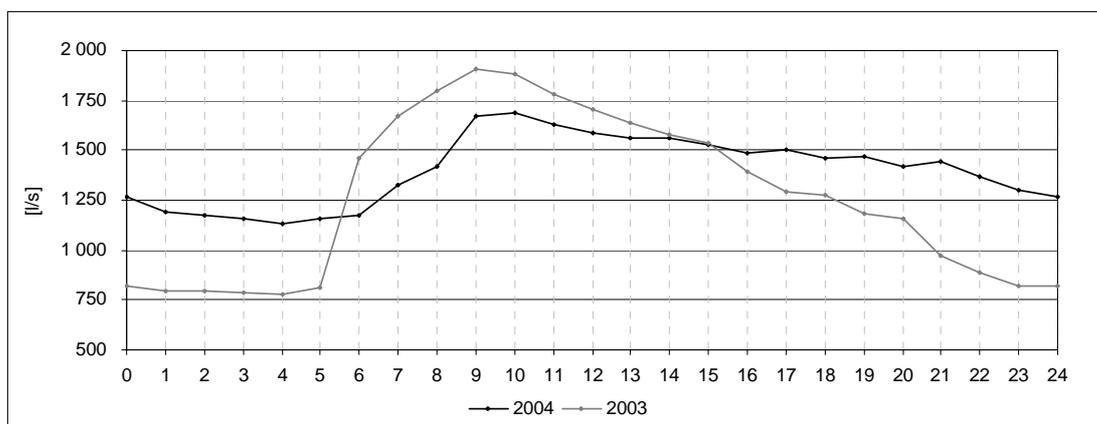


Tabella 26 - Coefficienti di ripartizione oraria dei consumi.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2003	0,62	0,62	0,61	0,61	0,63	1,14	1,30	1,40	1,49	1,47	1,39	1,33	1,28	1,23	1,20	1,09	1,01	1,00	0,92	0,90	0,76	0,69	0,64	0,64
2004	0,85	0,83	0,82	0,80	0,82	0,83	0,94	1,00	1,18	1,19	1,15	1,13	1,11	1,11	1,08	1,05	1,06	1,03	1,04	1,01	1,02	0,97	0,92	0,90

E' inoltre evidente la graduale diminuzione dei consumi dovuta alla progressiva chiusura della rete a livello distrettuale, con valori che si attestano dalle 23 sugli 800 [l/s].

Fabbisogno medio annuo: stato attuale

I dati di consumo fin qui analizzati e un'incidenza delle perdite pari al 30% forniti dalla S.I.M. srl, società di gestione del servizio idrico della rete metropolitana di Cagliari, conducono alla determinazione di un volume medio giornaliero erogato pari a 121.758 [mc] e di una portata recuperabile di 36.527 [mc/giorno].

In considerazione dei consistenti flussi di popolazione attratti verso il centro urbano dai servizi e dalle attrezzature offerti dal capoluogo, il calcolo del fabbisogno idrico procapite è stato effettuato valutando sia la popolazione residente che quella fluttuante giornaliera e stagionale.

Tabella 27 - Popolazione servita dalla rete metropolitana di Cagliari - gestione S.I.M. srl.

	<i>Popolazione residente⁸</i> <i>[ab]</i>
Popolazione residente	175.588
Fluttuanti giornalieri	52.413
Fluttuanti stagionali (90 gg)	8.170

Tabella 28 - Monitoraggio dei consumi, anno 2004.

<i>Valori medi annui</i>		<i>2004</i>
Volume erogato	[mc]	44.441.742
Portata media giornaliera	[mc/g]	121.758
Portata minima notturna	[mc/h]	4.062
Percentuale di perdita	[%]	30
Volume annuo recuperabile	[mc]	13.332.523
Fasce orarie di erogazione		0-24

L'elaborazione dei consumi globali indica un volume medio procapite immesso in rete, al netto delle perdite, pari a 371 [l/abg]; a partire dal consumo netto la stima del fabbisogno idropotabile conduce al valore di 408 [l/abg], valutato con un incremento del 10% in ragione delle perdite programmate.

Tabella 29 - Stima del fabbisogno idrico allo stato attuale nei comuni della V fascia di popolazione.

<i>Comune</i>	<i>Popolazione residente</i> <i>[ab]</i>	<i>Fluttuanti giornalieri</i> <i>[ab]</i>	<i>Fluttuanti stagionali (90gg)</i> <i>[ab]</i>	<i>Volumi in uscita</i> <i>[mc/anno]</i>	<i>Perdite fisiche stimate</i> <i>[mc/anno]</i>	<i>Fabbisogno</i> <i>[l/abg]</i>
Cagliari	175.588	52.413	8170	44.441.742	13.332.523	408

⁸ Fonte - Popolazione residente: Piano d'Ambito.

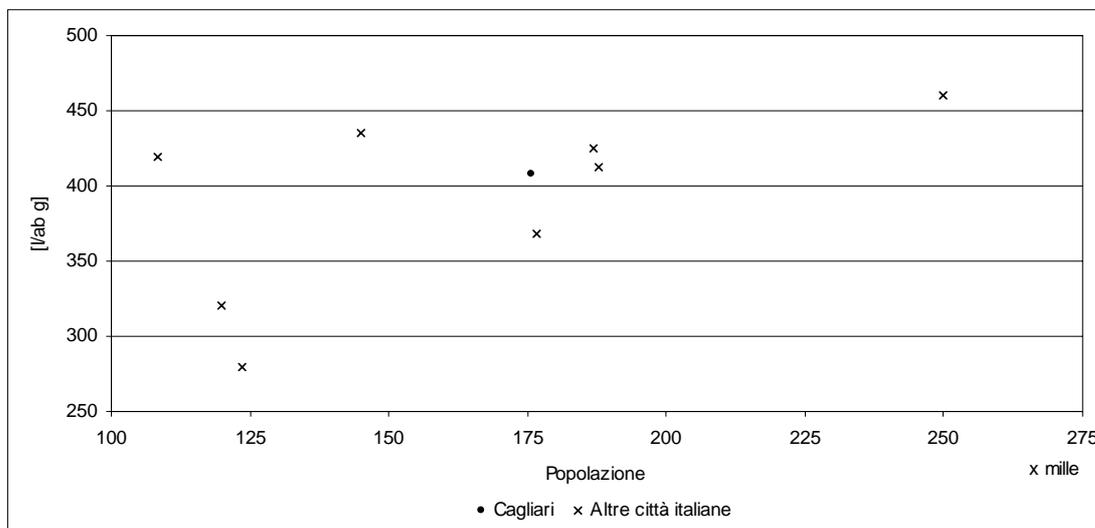
Quadro di sintesi dei dati monitorati

Il Grafico 14 riporta il valore del fabbisogno procapite allo stato attuale valutato per la città di Cagliari, messo a confronto con i dati di consumo riferiti a sette delle trentuno città italiane con popolazione compresa tra cento e trecentomila abitanti i cui valori, estratti da pubblicazioni nazionali, sono esplicitati in Tabella 30:

Tabella 30 - Monitoraggio dei consumi idrici rilevati in alcune città italiane.

Comune	Popolazione residente [ab]	Consumo idropotabile [l/abg]
Padova	250.000	460
Brescia	187.865	413
Parma (2001)	187.020	425
Parma (1986)	176.575	368
Ferrara (1987)	145.000	435
Siracusa	123.657	280
Vicenza	120.000	320
Forlì	108.363	419

Grafico 14 - Quadro di confronto V: dati rilevati a Cagliari e in altre città italiane.



Nuclei e case sparse

Analisi dei dati rilevati

La determinazione dei fabbisogni relativa ai nuclei e case sparse è legata fondamentalmente alle necessità idropotabili delle aziende zootecniche, i cui consumi sono progressivamente cresciuti negli ultimi anni per le sempre più restrittive norme igieniche imposte dalla Comunità Europea che prevedono il lavaggio dei macchinari per la mungitura con acqua potabilizzata.

Per la determinazione del fabbisogno medio annuo della fascia in esame sono stati considerati i volumi conturati di alcune località abitate relativi al 2003, anno in cui non si è avuta nessuna restrizione; per ciascuna località, i consumi netti complessivi rilevati sono stati incrementati del 10% per tenere conto delle perdite fisiologiche programmate nel sistema di distribuzione. La media pesata di tali valori rispetto al numero di abitanti fornisce, infine, il valore del fabbisogno medio annuo per la fascia considerata riferito all'anno 2003.

Tabella 31 - Monitoraggio dei consumi idrici - gestione E.S.A.F.

<i>Località</i>	<i>Popolazione</i>	<i>Consumi conturati</i>	<i>Perdite fisiologiche</i>	<i>Fabbisogno medio annuo</i>	<i>Fabbisogno</i>
	<i>[ab]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[mc/anno]</i>	<i>[l/abg]</i>
S. Caterina (azienda ERSAT)	344	18.504	1.850	20.354	162
San Vero Congiu (Simaxis)	120	5.671	567	6.238	142
Crastu (azienda ERSAT)	93	4.618	462	5.080	150
Media	186	9.598	960	10.557	156

Fabbisogno medio annuo: stato attuale

La stima ha condotto al valore di 156 [l/abg], in linea con i fabbisogni medi annui consigliati in letteratura che prevedono un valore compreso tra 120 e 160 [l/abg].

Previsione dei fabbisogni all'anno 2041

Centri urbani

Lo studio quantitativo dei consumi fin qui sviluppato, indispensabile per la costruzione di un modello previsionale dei fabbisogni futuri, sarà integrato dalla disaggregazione del consumo nelle sue componenti. La scomposizione nelle differenti tipologie di utenza risulta infatti indispensabile per la pianificazione della risorsa a lungo termine in quanto, fornendo elementi maggiormente rappresentativi dei reali utilizzi del bene acqua, consente una pianificazione per componenti di maggior dettaglio, aderente alle condizioni socioeconomiche dei centri urbani.

Il monitoraggio non sistematico effettuato dall'E.S.A.F. ha permesso la definizione di due grandi categorie di consumo che fanno riferimento rispettivamente ai consumi domestici ed ai consumi collettivi, scartando l'ipotesi di base di caratterizzare ulteriormente i consumi collettivi in pubblici e commerciali per le insormontabili difficoltà di acquisizione delle necessarie informazioni sulle utenze.

Nelle tabelle seguenti sono riportati, per i diversi tipi di utenza, i valori medi rilevati per ciascuna fascia di popolazione, fatta eccezione per la definizione delle classi di utenza dell'ultima fascia, per la quale è stato fatto riferimento ai valori correnti riportati nella letteratura specialistica:

Tabella 32 - Monitoraggio delle tipologie di consumo.

Tipologia		I	II	III	IV	V
Domestici	[l/abg]	138	144	148	158	167
Collettivi	[l/abg]	37	56	98	169	204
Perdite	[l/abg]	17	20	25	33	37
Totale	[l/abg]	192	220	271	360	408

Tabella 33 - Ripartizione dei consumi.

Tipologia		I	II	III	IV	V
Domestici	[%]	79	72	60	48	45
Collettivi	[%]	21	28	40	52	55

Lo studio delle dotazioni idriche, impostato su scala d'ambito, evidenzia come al crescere della classe di popolazione corrisponda sia un contenuto incremento dei consumi domestici legato principalmente al differente tenore di vita, sia un sensibile aumento dei consumi collettivi dovuto alla maggiore densità di attrezzature e servizi idroesigenti.

In conclusione, l'analisi dei dati di consumo sui quali è stato sviluppato il lavoro fornisce gli elementi guida per il possibile scenario di sviluppo delle esigenze idropotabili. Adottando pertanto come termini dell'equazione di bilancio dei consumi civili la componente domestica, quella collettiva e le perdite programmate, si stabilisce di assegnare agli usi domestici il valore comune a tutte le fasce di 170 [l/abg], secondo l'ipotesi di un generale livellamento tra i consumi domestici dei piccoli centri e di quelli di dimensioni maggiori.

L'analisi degli usi collettivi porta alla definizione di un differente scenario di crescita generale, marcato nei centri di media dimensione, caratterizzati da un potenziale di sviluppo superiore sia rispetto ai centri di grandi dimensioni ormai tendenti alla saturazione, sia a quelli minori tendenti al progressivo spopolamento. Il maggior incremento percentuale, dell'ordine del 50%, è previsto nei centri appartenenti alla seconda fascia di popolazione, mentre incrementi di minor entità sono previsti al crescere della dimensione degli agglomerati urbani, fino al 20% per i centri di maggiore dimensione; infine si ipotizza la minima variazione, valutata nel 15% circa, nei centri di piccole dimensioni.

Alla quota delle perdite si assegna l'incidenza del 10%, valutata sui consumi all'utenza, in conformità alle prescrizioni del DPCM 4/03/1996 (che ammette fino al 20% di perdite in adduzione e distribuzione).

Tabella 34 - Proiezione dei consumi al 2041.

Tipologia		I	II	III	IV	V
Domestici	[l/abg]	170	170	170	170	170
Collettivi	[l/abg]	43	84	125	210	243
Perdite	[l/abg]	21	25	29	38	41
Totale	[l/abg]	234	279	324	418	454

Tabella 35 - Ripartizione dei consumi.

Tipologia		I	II	III	IV	V
Domestici	[%]	80	67	58	45	41
Collettivi	[%]	20	33	42	55	59

In mancanza di elementi oggettivi che possano lasciar ipotizzare una specifica curva di evoluzione dei consumi, si considerano gli stessi crescenti linearmente nel tempo, così da consentire la definizione della tabella consegnata in appendice alla presente relazione.

Nuclei e case sparse

Per i nuclei e le case sparse si assume per gli usi domestici il valore stabilito per le altre fasce e pari a 170 [l/abg] e si attribuisce alle necessità zootecniche una dotazione media di 17 [l/abg].

Tabella 36 - Nuclei e case sparse: proiezione e ripartizione dei consumi al 2041.

Tipologia		VI	[%]
Domestici	[l/abg]	170	91
Zootecnici	[l/abg]	17	9
Perdite	[l/abg]	19	
Totale	[l/abg]	206	

Coefficienti di punta

Generalità

I consumi idrici, strettamente influenzati dalle condizioni climatiche, dalle abitudini sociali, nonché dai movimenti di popolazione, presentano continue oscillazioni attorno al valor medio. Il modello di più largo utilizzo per la descrizione di questo fenomeno è basato sull'osservazione della periodicità dei consumi, su base annuale mensile e giornaliera, e caratterizza i massimi valori della base temporale considerata mediante i coefficienti di punta.

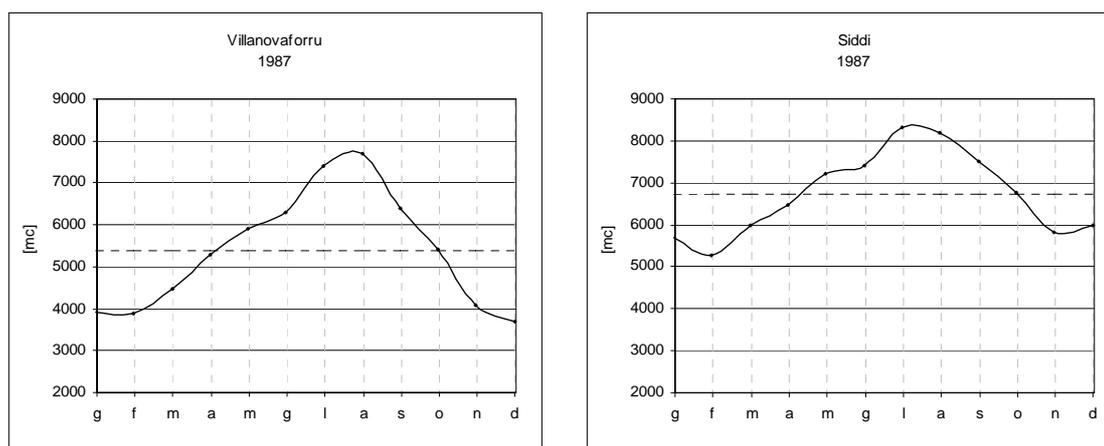
Lo *“Studio, rilevazioni ed indagini per la determinazione dei coefficienti di punta per il corretto dimensionamento delle opere idriche”*, redatto dall' E.S.A.F. nel 1994, basato su rilevazioni sistematiche delle erogazioni e dei consumi, ha permesso la definizione dell'andamento della richiesta idrica di alcuni piccoli comuni della Sardegna, su scala annuale, mensile e giornaliera. Le misurazioni sono state effettuate nei comuni di Segariu, Senorbì, Siddi e Villanovaforru a partire dal secondo semestre dell'anno 1986 e sono state interrotte nell'aprile del 1988, a causa delle restrizioni idriche applicate all'erogazione a partire da questo periodo. Il confronto tra i volumi conturati presso le utenze e i volumi immessi in rete nell'anno 1987 ha tuttavia evidenziato importanti perdite nei centri di Senorbì e di Segariu. Poiché la presenza di perdite nelle reti idriche comporta un'attenuazione delle punte caratteristiche della distribuzione temporale dei volumi erogati, per la determinazione dei coefficienti di punta sono state in definitiva utilizzate solamente le misurazioni nei comuni di Siddi e Villanovaforru.

Facendo riferimento ai deflussi mensili misurati in uscita dai serbatoi urbani di Siddi e Villanovaforru nell'arco del 1987, unico anno per cui era disponibile una serie annuale completa, i cui valori sono riportati in Tabella 37, al fine di descrivere la distribuzione annua delle portate mensili immesse in rete sono stati calcolati, per ciascun mese, i rapporti tra la portata media mensile e la portata media annua.

Tabella 37 - Monitoraggio dei deflussi mensili immessi in rete [mc].

Mese	Villanovaforru - 1987		Siddi - 1987	
	Deflusso mensile Q_i	Rapporto Q_i/Q_{med}	Deflusso mensile Q_i	Rapporto Q_i/Q_{med}
Gennaio	3.937	0,73	5.691	0,85
Febbraio	3.883	0,72	5.262	0,78
Marzo	4.475	0,83	5.987	0,89
Aprile	5.294	0,98	6.471	0,96
Maggio	5.892	1,10	7.208	1,07
Giugno	6.292	1,17	7.414	1,10
Luglio	7.407	1,38	8.310	1,24
Agosto	7.690	1,43	8.194	1,22
Settembre	6.406	1,19	7.495	1,12
Ottobre	5.432	1,01	6.774	1,01
Novembre	4.093	0,76	5.818	0,87
Dicembre	3.706	0,69	5.973	0,89
Massimo	5.375	1,43	6.716	1,24

Grafico 15 - Distribuzione annua delle portate mensili.



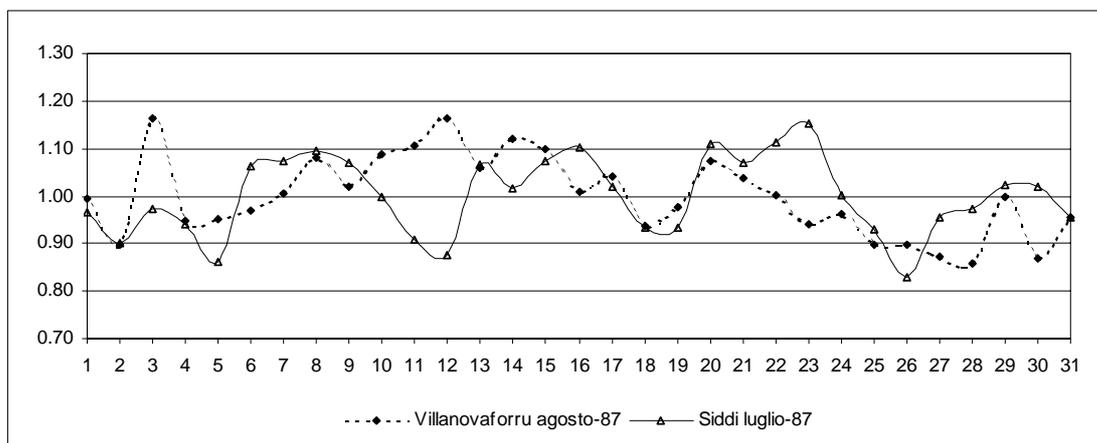
Il calcolo del coefficiente di punta mensile c_m , rapporto tra la massima portata media mensile e la portata media annua, relativo alle distribuzioni mensili dei centri considerati ha condotto al valore medio di 1,33 che, arrotondato a 1,30, è stato assunto come coefficiente di punta mensile dei comuni appartenenti alla prima fascia di popolazione.

Analogo procedimento è stato effettuato, ancora in riferimento ai deflussi monitorati nel 1987, per la determinazione dei rapporti tra le portate giornaliere e quella mensile rilevate nel mese di massimo consumo, e di quelli tra le portate orarie e quella media giornaliera rilevate nel giorno di massimo consumo.

Tabella 38 - Monitoraggio dei deflussi giornalieri immessi in rete [mc].

Giorno	Villanovaforru - Agosto 1987		Siddi - Luglio 1987	
	Deflusso giornaliero Q_i	Rapporto Q_i/Q_{med}	Deflusso giornaliero Q_i	Rapporto Q_i/Q_{med}
1	246.5	0.99	258.5	0.96
2	223.0	0.90	241.5	0.90
3	288.5	1.16	261.0	0.97
4	235.0	0.95	252.0	0.94
5	236.0	0.95	231.0	0.86
6	240.5	0.97	285.0	1.06
7	249.0	1.00	288.0	1.07
8	268.0	1.08	293.5	1.09
9	253.0	1.02	287.0	1.07
10	270.0	1.09	267.5	1.00
11	274.5	1.11	243.5	0.91
12	289.0	1.17	234.5	0.87
13	263.0	1.06	286.0	1.07
14	278.0	1.12	272.0	1.01
15	273.0	1.10	287.5	1.07
16	250.0	1.01	295.5	1.10
17	258.5	1.04	273.0	1.02
18	232.5	0.94	250.5	0.93
19	242.5	0.98	250.0	0.93
20	266.0	1.07	297.5	1.11
21	257.5	1.04	286.5	1.07
22	248.5	1.00	298.5	1.11
23	233.0	0.94	309.0	1.15
24	239.0	0.96	268.5	1.00
25	222.5	0.90	249.5	0.93
26	222.5	0.90	222.5	0.83
27	216.5	0.87	256.0	0.95
28	213.0	0.86	260.5	0.97
29	248.0	1.00	274.0	1.02
30	215.5	0.87	273.5	1.02
31	237.0	0.96	256.5	0.96
Massimo	289.0	1.17	309.0	1.15

Grafico 16 - Distribuzione mensile del rapporto tra la portata giornaliera e quella media mensile.

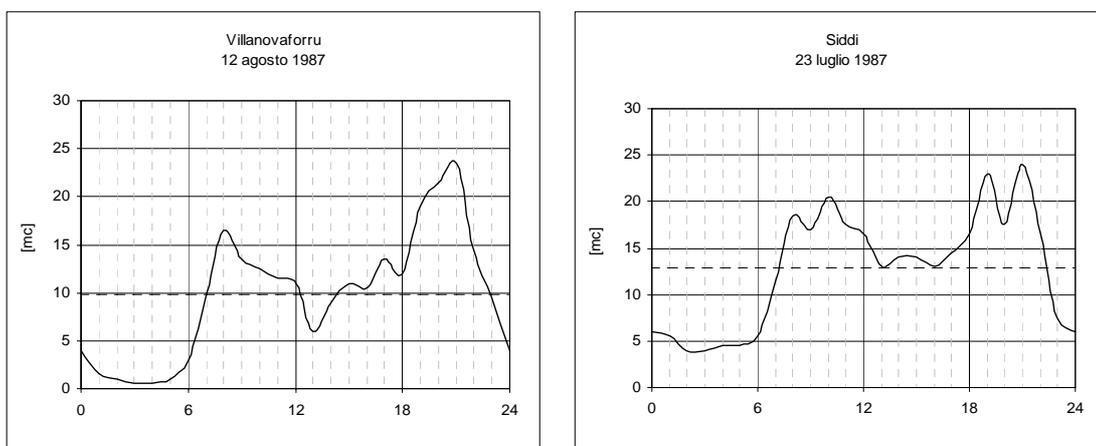


Il valore calcolato per i coefficienti di punta giornalieri rilevati nel 1987 per i comuni di Siddi e Villanovaforru risulta rispettivamente pari a 1,15 e 1,17 con media 1,16. In definitiva, per i comuni con popolazione inferiore a cinquemila abitanti si adotta un valore arrotondato del coefficiente di punta giornaliero c_g pari a 1,15.

Tabella 39 - Monitoraggio dei deflussi orari immessi in rete [mc].

Ora	Villanovaforru - 12 Agosto 1987		Siddi - 23 Luglio 1987	
	Deflusso orario Q_i	Rapporto Q_i/Q_{med}	Deflusso orario Q_i	Rapporto Q_i/Q_{med}
1	6.5	0.54	5.5	0.43
2	5.0	0.42	4.0	0.31
3	4.5	0.37	4.0	0.31
4	4.0	0.33	4.5	0.35
5	4.5	0.37	4.5	0.35
6	4.5	0.37	5.5	0.43
7	8.0	0.66	11.5	0.89
8	18.0	1.49	18.5	1.44
9	20.5	1.70	17.0	1.32
10	18.5	1.54	20.5	1.59
11	17.5	1.45	17.5	1.36
12	15.5	1.29	16.5	1.28
13	13.0	1.08	13.0	1.01
14	11.5	0.96	14.0	1.09
15	13.0	1.08	14.0	1.09
16	11.5	0.96	13.0	1.01
17	12.0	1.00	14.5	1.13
18	12.5	1.04	16.5	1.28
19	15.0	1.25	23.0	1.79
20	20.0	1.66	17.5	1.36
21	23.5	1.95	24.0	1.86
22	14.5	1.20	16.5	1.28
23	9.0	0.75	7.5	0.58
24	6.5	0.54	6.0	0.47
Massimo	23.5	1.95	24.0	1.86

Grafico 17 - Distribuzione giornaliera delle portate orarie.



Il valore del coefficiente di punta orario rilevato nei comuni monitorati è risultato pari a 1,86 per Siddi e 1,95 per Villanovaforru con media 1,91. Pertanto il coefficiente di punta orario c_o , rapporto tra il massimo consumo orario ed il consumo orario medio nel giorno di massimo consumo, per i centri appartenenti alla prima fascia di popolazione è stato assunto, arrotondando i valori rilevati, pari a 2.

Per quanto riguarda le fasce superiori, i valori del coefficiente di punta mensile e orario tendono a diminuire al crescere della dimensione del centro abitato fino a stabilizzarsi, per la contemporaneità delle attività sociali e lavorative, maggiore nei piccoli centri rispetto a quelli di importanti dimensioni.

L'analisi dei coefficienti di punta nelle fasce superiori alla prima, a causa delle eccessive perdite e mancanza di rilevazioni attendibili, è stato impostato sulla base delle numerose indicazioni reperite nella letteratura tecnica, che concordemente riportano una graduale diminuzione dei coefficienti di punta al crescere della popolazione.

Pertanto è stato assunto come coefficiente di punta mensile c_m , il valore di 1,30 per i comuni appartenenti alla prima fascia di popolazione e per i nuclei e le case sparse; 1,25 per la seconda fascia; di 1,20 per la terza e 1,15 per le ultime due fasce.

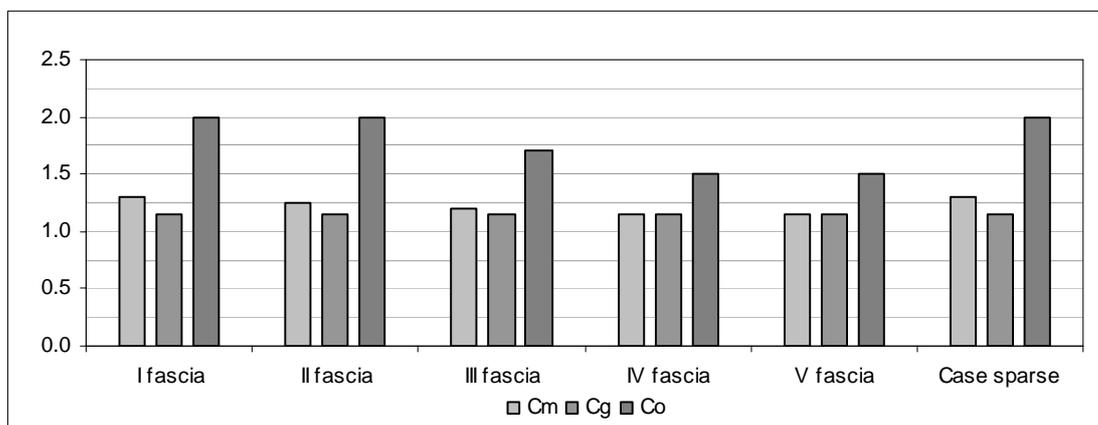
Il coefficiente di punta giornaliero c_g , indipendentemente dalle dimensioni del centro abitato, è mantenuto pari a 1,15 per tutte le fasce di popolazione.

Il coefficiente di punta orario c_o , è assunto pari a 2 sia per i centri con popolazione inferiore a cinquemila abitanti, che per quelli appartenenti alla seconda fascia di popolazione e per i nuclei e le case sparse; per la terza fascia di popolazione è stato assunto pari a 1,7, mentre per la quarta e quinta fascia è posto pari a 1,5.

Tabella 40 - Quadro di riepilogo, coefficienti di punta.

Fascia di popolazione	Coefficiente di punta mensile c_m	Coefficiente di punta giornaliero c_g	Coefficiente di punta orario c_o
I fascia	1,30	1,15	2,00
II fascia	1,25	1,15	2,00
III fascia	1,20	1,15	1,70
IV fascia	1,15	1,15	1,50
V fascia	1,15	1,15	1,50
Nuclei e case sparse	1,30	1,15	2,00

Grafico 18 – Quadro di riepilogo, coefficienti di punta.



Sulla base di quanto fin qui esposto si propone la seguente tabella dei coefficienti di punta mensile, ricavati mediando le osservazioni sul campo (centri < 10.000 abitanti), ribadendo quelli già indicati nel PRGA 1981 (centri > 10.000 abitanti) dove mancano dati osservati, rimodulando quello dei fluttuanti stagionali in funzione del reale andamento della stagione turistica:

Tabella 41 - coefficienti di punta mensile.

	<i>< 10.000 abitanti</i>	<i>> 10.000 abitanti</i>	<i>Centri turistici</i>
gennaio	0.75	0.90	0.10
febbraio	0.7	0.86	0.10
marzo	0.85	0.87	0.10
aprile	1.00	0.91	0.20
maggio	1.10	1.01	0.10
giugno	1.15	1.11	2.00
luglio	1.30	1.15	3.50
agosto	1.30	1.20	3.50
settembre	1.20	1.11	2.00
ottobre	1.00	0.98	0.10
novembre	0.85	0.96	0.10
dicembre	0.80	0.94	0.20

Analisi dei consumi e determinazione dei fabbisogni attuali - Popolazione fluttuante stagionale -

Centri turistici

La popolazione fluttuante stagionale è stata identificata con la popolazione turistica. Per valutare i fabbisogni della popolazione turistica sono stati presi in considerazione separatamente i consumi relativi ad alberghi, ville e appartamenti, campeggi e agriturismo. I dati rilevati, relativi all'anno 2003, sono stati integrati con quelli forniti dalla seconda parte dello "Studio, rilevazioni ed indagini per la determinazione dei coefficienti di punta per il corretto dimensionamento delle opere idriche" svolto dall' E.S.A.F. nel 1994, che si occupa dei consumi acquedottistici di alcuni centri turistici della Sardegna. In tale studio vengono illustrati i risultati relativi alle ricerche compiute tra l'anno 1985 e l'anno 1990 sui consumi di tre insediamenti turistici costieri: la Costa Smeralda, ubicata nella costa nord-orientale dell'Isola, il Geremeas Country Club e il Villaggio Turagri situati rispettivamente lungo la costa meridionale e sud-orientale della Sardegna.

Dotazioni per alberghi

L'unico complesso alberghiero in grado di dare informazioni utili per ricavare i valori delle dotazioni per gli alberghi è stato il "Forte Village", sito nella località Santa Margherita di Pula in provincia di Cagliari, poiché rispondente alle seguenti condizioni:

- disponibilità di acqua senza limitazioni;
- misurazioni periodiche dei consumi;
- conoscenza esatta del numero di presenze giornaliere nei mesi di affluenza.

I dati raccolti per il trimestre luglio-settembre 2003 sono mostrati nella Tabella 43 e riportano per ciascun mese il consumo idrico giornaliero e globale ed il numero delle presenze turistiche giornaliere e mensili.

Il consumo procapite medio relativo al trimestre considerato, ottenuto come media dei consumi procapite medi calcolati per ogni mese, risulta pari a 663 [l/abg], pertanto è stata assegnata una dotazione relativa al periodo di massima affluenza pari a 665 [l/abg].

Tabella 42 - Stima dei consumi negli alberghi: Forte Village, anno 2003.

Mese	Presenze totali	Consumo mensile [mc]	Consumo Procapite [l/abg]
Luglio	53.291	37.594	705
Agosto	64.834	41.190	635
Settembre	47.910	31.137	650
Media	55.345	36.640	663

Tabella 43 - Monitoraggio dei consumi del Forte Village, anno 2003.

giorni	Luglio		Agosto		Settembre	
	Presenze giornaliere	Consumi giornalieri [mc]	Presenze giornaliere	Consumi giornalieri [mc]	Presenze giornaliere	Consumi giornalieri [mc]
1	1.333	1.229	1.900	1.235	1.916	1.152
2	1.338	1.178	1.918	1.207	1.665	1.315
3	1.412	1.167	2.045	1.247	1.830	1.207
4	1.573	1.161	2.057	1.159	1.951	1.169
5	1.650	1.072	2.079	1.319	1.734	1.232
6	1.503	1.243	2.004	1.261	1.650	1.191
7	1.465	1.154	2.192	1.255	1.288	1.145
8	1.434	1.236	2.079	1.415	1.256	1.029
9	1.443	1.239	2.143	1.335	1.245	1.072
10	1.494	1.169	2.181	1.432	1.256	944
11	1.554	1.101	2.209	1.255	1.293	951
12	1.774	1.105	2.203	1.555	1.596	1.031
13	1.692	1.077	2.210	1.282	1.476	1.093
14	1.703	1.078	2.210	1.328	1.206	1.077
15	1.706	1.232	2.250	1.377	1.510	906
16	1.700	1.227	2.216	1.544	1.432	932
17	1.711	1.249	2.208	1.465	1.357	951
18	1.733	1.228	2.198	1.417	1.434	1.019
19	2.008	1.156	2.132	1.400	1.640	886
20	2.015	1.171	2.061	1.329	1.466	953
21	1.980	1.229	2.008	1.368	860	1.013
22	1.989	1.258	1.932	1.323	1.908	936
23	1.994	1.346	2.139	1.260	1.835	931
24	1.979	1.256	2.130	1.344	1.835	1.069
25	1.985	1.246	2.170	1.263	1.826	1.089
26	1.984	1.310	2.141	1.308	1.796	1.000
27	1.874	1.192	2.080	1.312	1.789	1.004
28	1.868	1.472	2.035	1.322	1.788	866
29	1.845	1.158	1.987	1.329	2.031	1.017
30	1.800	1.377	1.724	1.267	2.041	957
31	1.752	1.278	1.993	1.277		
Totale	53.291	37.594	64.834	41.190	47.910	31.137

Dotazioni per ville e appartamenti

Per valutare il fabbisogno e quindi la dotazione da assegnare a questa categoria, sono stati analizzati i consumi idropotabili di alcuni insediamenti turistici:

- Geremeas;
- Villaggio "I Nuraghi";
- Costa Smeralda.

Per i primi due, situati nella costa sud-orientale della Sardegna, i dati si riferiscono al trimestre luglio-settembre 2003 e sono relativi ai volumi idropotabili conturati. Per ottenere il valore del fabbisogno complessivo, il consumo netto procapite è stato incrementato del 10% per tener conto delle perdite fisiologiche del sistema di distribuzione. I dati relativi alla Costa Smeralda, forniti dai Servizi Consortili del consorzio della Costa Smeralda, si riferiscono al 2003, anno in cui non sono state applicate restrizioni idriche, e rappresentano i volumi conturati alle utenze nel trimestre estivo; anche in questo caso il consumo netto procapite è stato incrementato del 10% per tener conto delle perdite nel sistema di distribuzione.

Nella tabella seguente sono riportati i valori globali dei consumi per l'intera stagione estiva valutata di 90 giorni, il numero delle utenze, il numero totale di presenze ottenuto considerando una media di quattro persone per utenza, il consumo netto procapite espresso in [l/abg] e il fabbisogno complessivo ottenuto incrementando il valore del consumo netto procapite della percentuale che tiene conto delle perdite:

Tabella 44 - Monitoraggio dei consumi idrici stagionali, anno 2003.

<i>Località</i>	<i>Numero utenze</i>	<i>Presenze medie mensili</i>	<i>Consumi totali [mc]</i>	<i>Perdite [mc]</i>	<i>Fabbisogno medio [mc]</i>	<i>Fabbisogno giornaliero [l/abg]</i>
Geremeas	301	1.204	25.984	2.598	28.582	264
I Nuraghi	13	52	1.331	133	1.464	313
Costa Smeralda	3.371	13.484	769.498	76.950	846.448	697

Per avere un quadro più completo, questi dati sono stati integrati con quelli forniti dalla seconda parte dello "Studio, rilevazioni ed indagini per la determinazione dei coefficienti di punta per il corretto dimensionamento delle opere idriche", relativa ai centri turistici. I dati si riferiscono ai volumi idropotabili conturati alle utenze tra l'anno 1985 e l'anno 1990 di tre centri turistici della Sardegna:

- Costa Smeralda (1986-1990)
- Geremeas Country Club (1985-1988)
- Villaggio Turagri (1989-1990).

Nelle tabelle seguenti sono stati riportati i consumi, relativi al trimestre luglio-settembre, dei tre insediamenti turistici, il numero di utenze, il consumo medio procapite nell'ipotesi che il nucleo familiare medio sia composto da quattro persone ed il fabbisogno complessivo ottenuto incrementando il consumo medio procapite del 10% in considerazione delle perdite del sistema di distribuzione.

Mentre per i due centri situati nella costa sud-orientale le unità abitative hanno tutte le stesse caratteristiche, l'assortimento tipologico delle abitazioni private della Costa Smeralda è assai ampio, ma possono essere distinte due diverse tipologie in funzione delle caratteristiche più generali delle unità abitative: condomini, cioè abitazioni di tipo medio, prive di giardino; ville, cioè abitazioni di prestigio spesso dotate di piscina e giardino. Il fabbisogno complessivo per la Costa Smeralda è stato calcolato come media tra i valori del fabbisogno complessivo delle due tipologie abitative.

Tabella 45 - Monitoraggio dei consumi idrici stagionali in località Costa Smeralda, anni 1986-1990.

<i>Tipo utenza</i>	<i>Numero utenze</i>	<i>Presenze medie mensili</i>	<i>Consumo [mc]</i>	<i>Perdite [mc]</i>	<i>Fabbisogno medio [mc]</i>	<i>Fabbisogno giornaliero [l/abg]</i>
Condomini	1.554	6.216	71.965	7.197	79.162	142
Ville	856	3.422	256.273	25.627	281.900	915
Totale	2.410	9.638	328.238	32.824	361.062	416

Tabella 46 - Monitoraggio dei consumi idrici stagionali in località Geremeas Country Club, 1985-1988.

<i>Anno</i>	<i>Numero utenze</i>	<i>Presenze medie mensili</i>	<i>Consumo [mc]</i>	<i>Perdite [mc]</i>	<i>Fabbisogno medio [mc]</i>	<i>Fabbisogno giornaliero [l/abg]</i>
1985	180	720	23.149	2.315	25.464	393
1986	180	720	21.261	2.126	23.387	361
1987	180	720	21.522	2.152	23.674	365
1988	180	720	21.735	2.174	23.909	369
Media	180	720	21.917	2.435	24.352	372

Tabella 47 - Monitoraggio dei consumi idrici stagionali in località Villaggio Turagri, anni 1989-1990.

<i>Anno</i>	<i>Numero utenze</i>	<i>Presenze medie mensili</i>	<i>Consumo [mc]</i>	<i>Perdite [mc]</i>	<i>Fabbisogno medio [mc]</i>	<i>Fabbisogno giornaliero [l/abg]</i>
1989	39	156	6.629	663	7.292	519
1990	39	156	6.011	601	6.612	471
Media	39	156	6.320	632	6.952	495

In Tabella 48 vengono riportati i valori dei fabbisogni giornalieri delle località prese in considerazione per la determinazione della dotazione della categorie in esame. Non sono stati utilizzati i fabbisogni relativi alla Costa Smeralda per gli anni 1986-1990 e a Geremeas (anni 1985-1988) poiché si avevano a disposizione dati più recenti.

Tabella 48 - Riepilogo dei fabbisogni giornalieri [l/abg].

<i>Geremeas 2003</i>	<i>I Nuraghi 2003</i>	<i>Turagri 1989-90</i>	<i>Costa Smeralda 2003</i>	<i>Media</i>
264	313	495	697	442

Il fabbisogno medio, ottenuto come media dei fabbisogni complessivi delle singole località, risulta pari a 442 [l/abg], pertanto viene assegnato come dotazione per la categoria "ville e appartamenti" il valore di 445 [l/abg].

Dotazioni per campeggi e agriturismo

Poiché non si ha disponibilità di dati relativi ai consumi nei campeggi e nelle aziende agrituristiche, si assegna, in linea con il precedente piano, un consumo procapite pari a quello per uso domestico previsto nell'anno 2041 per i centri con popolazione inferiore ai 5.000 abitanti, pari cioè a 170 [l/abg], che per il giorno di massimo consumo vale 254 [l/abg].

Tale valore viene incrementato di 20 [l/abg] per tener conto di lavaggi ed innaffiamenti e pertanto, considerando il 10% di perdite fisiologiche del sistema di distribuzione, si ottiene un valore di dotazione pari a 301 [l/abg].

Quadro di sintesi dei dati monitorati

Si ritiene che i valori dei consumi unitari precedentemente ottenuti rappresentino situazioni ottimali e quindi tali da soddisfare anche i fabbisogni futuri.

Per ottenere una dotazione media relativa alle zone prevalentemente turistiche sono stati presi in considerazione quattro comuni di tale tipologia, per i quali è stato possibile determinare la ripartizione della popolazione fluttuante stagionale nelle tre categorie (alberghi, campeggi e agriturismo e ville e appartamenti). Il numero dei posti letto disponibili negli alberghi, nei campeggi e nelle altre strutture classificate è stato desunto dallo "Annuario degli hotel e di altre strutture ricettive 2004" pubblicato dagli enti provinciali per il turismo.

Il numero delle seconde case presenti nei quattro comuni è stato fornito dall'Unità Territoriale Commerciale Sardegna (U.T.C.) dell'ENEL Distribuzione S.p.A. ed è stato ipotizzato che il nucleo familiare medio sia composto da quattro persone. Alla categoria "ville e appartamenti" appartengono, oltre alle seconde case, anche le altre strutture ricettive catalogate negli annuari, come CAV (case e appartamenti vacanze), i Bed & Breakfast, gli affittacamere e le case per ferie.

Per ciascuno dei comuni considerati, si attribuisce ad ogni categoria il relativo valore delle dotazioni precedentemente calcolate e si ricava il valore delle dotazioni come media ponderale delle dotazioni relative a ciascuna categoria, essendo il peso il numero di unità presenti nei tre tipi di insediamento.

I valori ricavati per le dotazioni turistiche sono i seguenti:

Tabella 49 - Stima dei consumi idrici stagionali nel Comune di Arzachena.

<i>Tipologia</i>	<i>Numero</i>	<i>Posti letto</i>	<i>Dotazione media [l/abg]</i>
Campeggi e agriturismo	13	3.564	
Alberghi	63	7.072	
Ville e appartamenti	7.686	32.096	
Totale	7.762	42.732	468

Tabella 50 - Stima dei consumi idrici stagionali nel Comune di Santa Teresa di Gallura.

<i>Tipologia</i>	<i>Numero</i>	<i>Posti letto</i>	<i>Dotazione media [l/abg]</i>
Campeggi e agriturismo	5	3.574	
Alberghi	29	4.262	
Ville e appartamenti	4.290	17.895	
Totale	4.324	25.731	460

Tabella 51 - Stima dei consumi idrici stagionali nel Comune di Palau.

<i>Tipologia</i>	<i>Numero</i>	<i>Posti letto</i>	<i>Dotazione media [l/abg]</i>
Campeggi e agriturismo	6	5.304	
Alberghi	13	1.033	
Ville e appartamenti	4.167	17.068	
Totale	4.186	23.405	421

Tabella 52 - Stima dei consumi idrici stagionali nel Comune di Villasimius.

<i>Tipologia</i>	<i>Numero</i>	<i>Posti letto</i>	<i>Dotazione media [l/abg]</i>
Campeggi e agriturismo	1	945	
Alberghi	31	5.948	
Ville e appartamenti	3.589	22.236	
Totale	3.621	29.129	484

I valori delle dotazioni relativi ai quattro comuni considerati si discostano di poco l'uno dall'altro, pertanto è lecito attribuire alle zone turistiche una dotazione di 460 [l/abg] pari alla media dei valori sopra calcolati, pesati rispetto alle unità insediate complessivamente in ciascuno dei quattro comuni.

Determinazione della capacità dei serbatoi urbani

Generalità

I serbatoi urbani inseriti lungo le reti di acquedotto hanno la duplice funzione di compenso e di riserva e antincendio. Il volume di compenso deve consentire la regolazione delle portate entranti nel serbatoio in modo da ottenere il voluto andamento delle portate variabili in uscita con un periodo di regolazione giornaliero; il volume di riserva invece deve garantire al centro urbano la continuità del servizio idrico in caso di malfunzionamento del sistema di approvvigionamento o di maggiore richiesta idrica in caso di incendio.

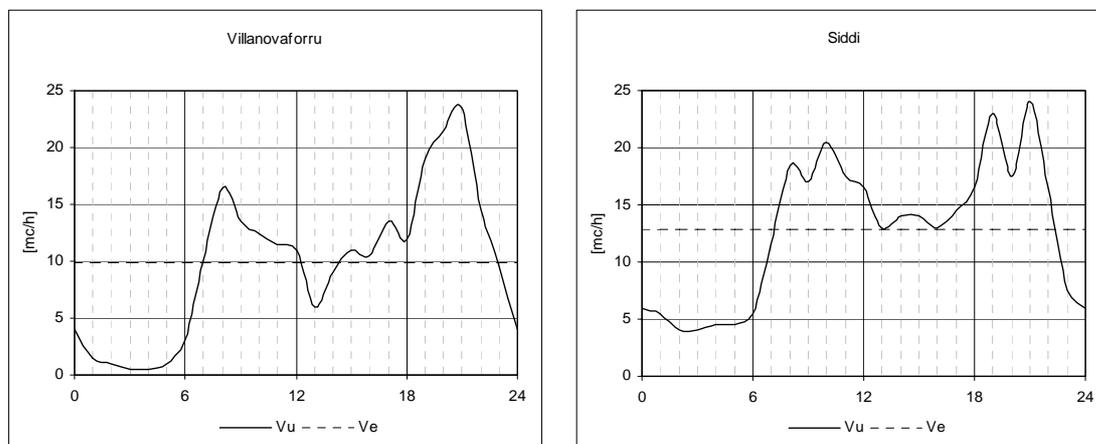
Capacità di compenso

La capacità di compenso V_c garantisce il soddisfacimento delle richieste continuamente variabili che eccedono la portata in ingresso al serbatoio; la determinazione di tale volume viene pertanto valutata dal punto di vista teorico mediante il diagramma di consumo del centro da servire.

Tuttavia, in mancanza di rilevazioni sistematiche sugli andamenti del consumo giornaliero, è stato considerato quale criterio di programmazione un metodo di carattere semiempirico, che fissa tale capacità entro un intervallo variabile tra il 25% ed il 15% del volume erogato nel giorno di massimo consumo, rispettivamente per i piccoli centri e per le grandi città, confermato nel primo caso dalle rilevazioni effettuate dall'E.S.A.F. nell'ambito del lavoro "Studio, rilevazioni ed indagini per la determinazione dei coefficienti di punta per il corretto dimensionamento delle opere idriche", Cagliari 1994.

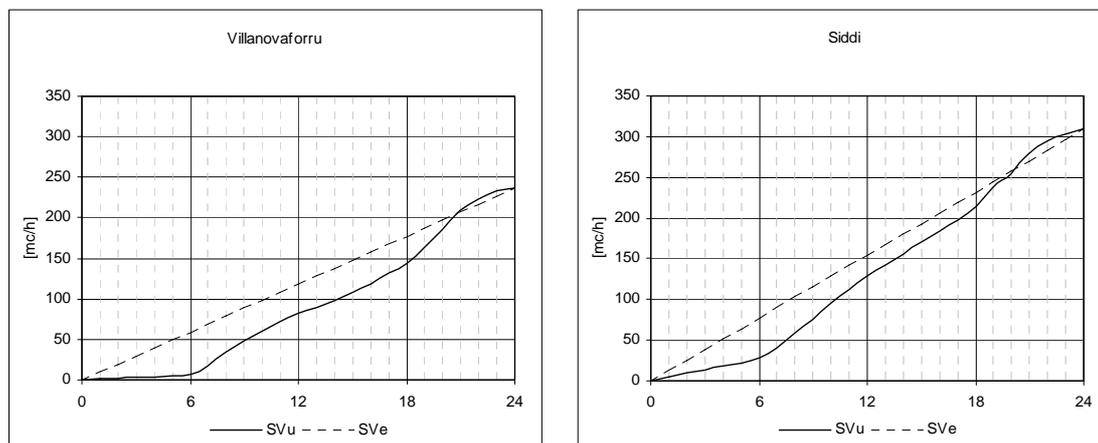
Lo studio in esame ha fornito interessanti risultati relativamente ai centri urbani di Siddi e Villanovaforru, per i quali sono state determinate capacità di compenso comprese tra il 20% il 25% del deflusso totale erogato nel giorno di massimo consumo (V_{gmax}), rilevato nel 1986 a Villanovaforru e nel 1987 a Siddi, dei quali si riporta l'andamento:

Grafico 19 - Distribuzione giornaliera delle portate orarie - gestione E.S.A.F.



Il Grafico 20 riporta il calcolo della capacità di compenso eseguito per i centri analizzati mediante applicazione del metodo Conti, basato sulla distribuzione dei consumi registrati nel giorno di massimo consumo del mese di massimo consumo; SVu rappresenta i volumi cumulati uscenti e SVe quelli entranti.

Grafico 20 - Regolazione della portata nel giorno di massimo consumo.



Le elaborazioni hanno condotto ai seguenti risultati:

Tabella 53 - Capacità di compenso, Comune di Villanovaforru 28 Luglio 1986 - gestione E.S.A.F.

Popolazione residente al 1981		789
Volume giorno di massimo consumo [mc]	V_{gmax}	236,5
Capacità di compenso [mc]	V_c	57,83
V_c/V_{gmax}		24,5%

Tabella 54 - Capacità di compenso, Comune di Siddi 23 Luglio 1987 - gestione E.S.A.F.

Popolazione residente al 1981		903
Volume giorno di massimo consumo [mc]	V_{gmax}	309
Capacità di compenso [mc]	V_c	62,88
V_c/V_{gmax}		20,3%

I risultati ottenuti evidenziano come nei centri scarsamente popolati, caratterizzati da diagrammi di consumo irregolari e coefficienti di punta orari elevati, sia marcata l'incidenza del volume di compenso rispetto al volume del giorno di massimo consumo; viceversa, la regolarizzazione del diagramma dei consumi strettamente legata alla diversificazione delle attività lavorative, tipica dei centri maggiormente popolati, ed il conseguente appiattimento della curva di consumo giornaliero porta a stimare una minore incidenza del volume di compenso rispetto al volume del giorno di massimo consumo.

Come già accennato precedentemente, la mancanza di rilevazioni affidabili e la presenza di perdite elevate e non quantificabili hanno impedito di reperire ulteriori indicazioni per i centri maggiori, per i quali sono stati stimati volumi di compenso sulla base delle valutazioni riportate in letteratura.

Tabella 55 - Stima della capacità di compenso.

<i>Popolazione residente</i>	<i>Dotazione giorno max consumo [l/abg]</i>	<i>Coefficiente di punta orario c_o</i>	<i>V_c / V_{gmax} [%]</i>
Fino a 2.000	350	2	25
da 2.001 a 5.000	350	2	23
da 5.001 a 10.000	400	2	21
da 10.001 a 30.000	450	1,7	19
da 30.001 a 100.000	550	1,5	17
oltre 100.000	600	1,5	15

Capacità di riserva e antincendio

Il volume di riserva viene accantonato per far fronte alle interruzioni del servizio della condotta adduttrice per le operazioni di manutenzione ordinaria o per eventi di natura straordinaria (rotture, guasti, interruzione dell'energia elettrica ecc), nonché per far fronte alle maggiori richieste in rete che si possono avere in caso di incendio. Il dimensionamento di tale volume viene valutato in funzione del rischio e della durata prevedibile dell'interruzione del servizio; tale volume, a parità di consumo in rete, può risultare assai variabile da impianto a impianto e viene generalmente valutato come frazione percentuale del deflusso complessivo del giorno di massimo consumo.

Stimando tempi di ripristino del servizio via via decrescenti all'aumentare dell'importanza del centro urbano, si assegna un volume minimo di riserva variabile tra 1/2 ed 1/3 del consumo massimo giornaliero; il massimo valore percentuale viene assegnato ai centri appartenenti alla prima fascia di popolazione in considerazione del fatto che in tali centri il servizio è spesso garantito da un'unica linea di adduzione. La determinazione delle capacità da destinare al volume antincendio, in mancanza di indicazioni normative, è stata impostata in base a criteri di carattere empirico desunti dalla letteratura specialistica, assumendo percentuali di maggiore rilevanza nei piccoli centri urbani.

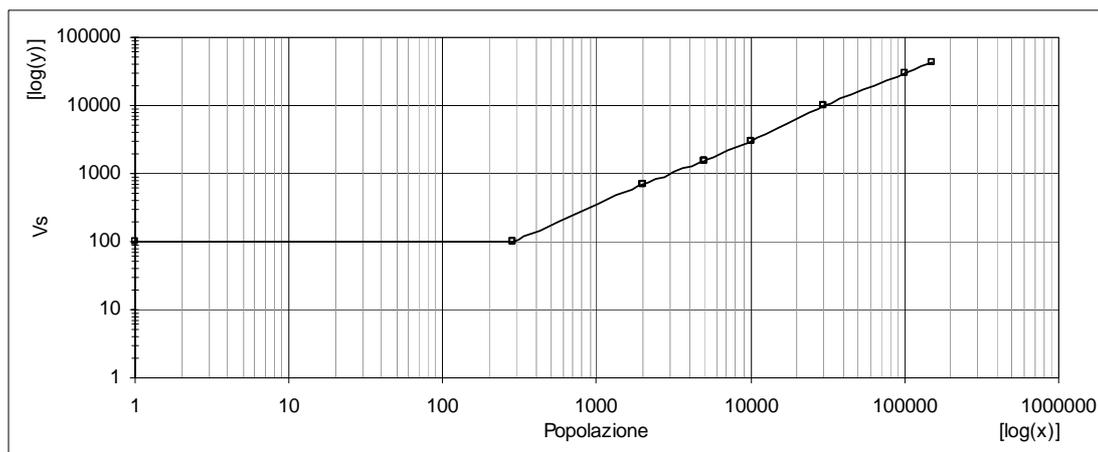
Capacità complessiva dei serbatoi urbani

I risultati delle elaborazioni fin qui esposte sono ben approssimati dalla seguente legge di variazione della capacità complessiva da assegnare al serbatoio:

Tabella 56 - Legge di variazione del volume complessivo del serbatoio urbano.

Popolazione	Volume [mc]
Fino a 286	100
da 287 a 2.000	$100 + (ab - 286) 0,350 1,00$
da 2.001 a 5.000	$700 + (ab - 2.000) 0,350 0,75$
da 5.001 a 10.000	$1.500 + (ab - 5.000) 0,400 0,75$
da 10.001 a 30.000	$3.000 + (ab - 10.000) 0,450 0,75$
da 30.001 a 100.000	$9.750 + (ab - 30.000) 0,550 0,50$
oltre 100.000	$29.000 + (ab - 100.000) 0,600 0,50$
Zone turistiche fino a 10.000 abitanti con raggio di servizio inferiore ai 3 Km	50% dotazione turistica

Grafico 21 - Abaco per il calcolo del volume complessivo del serbatoio urbano.



La legge di variazione proposta restituisce valori da assegnare alla capacità complessiva del serbatoio urbano compresi tra il $1/2 V_{gmax}$ e V_{gmax} , come suggerito nella letteratura specialistica nazionale.

Quadro generale di riepilogo

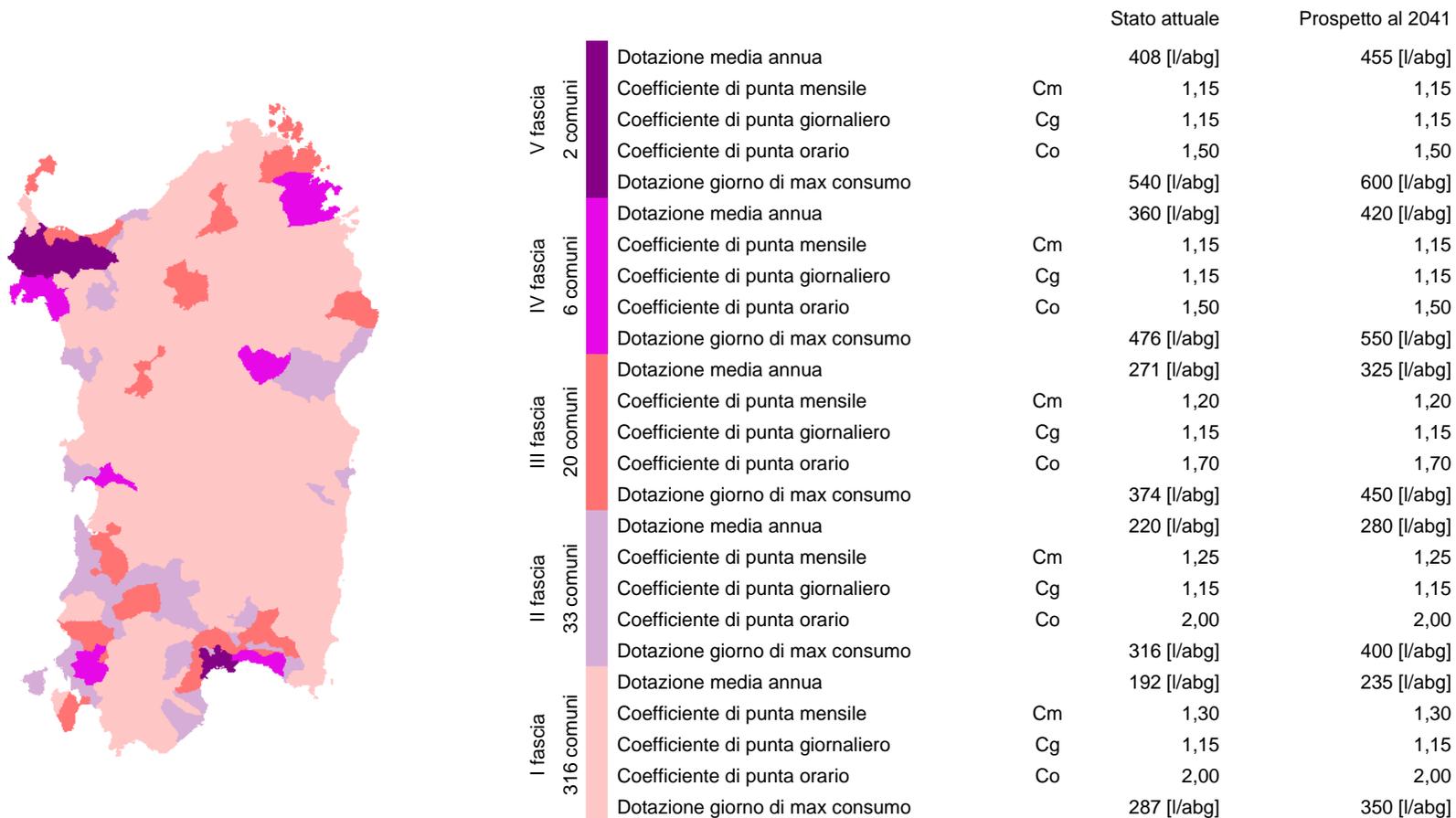
Tabella 57 - Quadro di riepilogo: prospetto stato attuale.

Popolazione residente [ab]	Fascia di popolazione	Dotazione media annua [l/abg]	Coefficiente di punta mensile c_m	Coefficiente di punta giornaliero c_g	Coefficiente di punta orario c_o	Portata del giorno di massimo consumo [l/abg]
Fino a 5.000	I fascia	192	1,30	1,15	2,00	287
Da 5.001 a 10.000	II fascia	220	1,25	1,15	2,00	316
Da 10.001 a 30.000	III fascia	271	1,20	1,15	1,70	374
Da 30.001 a 100.000	IV fascia	360	1,15	1,15	1,50	476
Oltre 100.000	V fascia	408	1,15	1,15	1,50	540
Nuclei e case sparse	VI fascia	156	1,30	1,15	2,00	233

Tabella 58 - Quadro di riepilogo: prospetto al 2041.

Popolazione residente [ab]	Fascia di popolazione	Dotazione media annua [l/abg]	Coefficiente di punta mensile c_m	Coefficiente di punta giornaliero c_g	Coefficiente di punta orario c_o	Portata del giorno di massimo consumo [l/abg]
Fino a 5.000	I fascia	235	1,30	1,15	2,00	350
Da 5.001 a 10.000	II fascia	280	1,25	1,15	2,00	400
Da 10.001 a 30.000	III fascia	325	1,20	1,15	1,70	450
Da 30.001 a 100.000	IV fascia	418	1,15	1,15	1,50	550
Oltre 100.000	V fascia	455	1,15	1,15	1,50	600
Nuclei e case sparse	VI fascia	205	1,30	1,15	2,00	300

Distribuzione territoriale dei fabbisogni idropotabili



Appendice 1

anno	Fino a 5.000 ab				da 5.000 a 10.000 ab				da 10.001 a 30.000 ab				da 30.001 a 100.000 ab				oltre 100.000				Nuclei e case sparse			
	dotazione media [l/abg]	coeff. di punta mensile	coeff. di punta giornaliero	dotazione giorno max consumo	dotazione media [l/abg]	coeff. di punta mensile	coeff. di punta giornaliero	dotazione giorno max consumo	dotazione media [l/abg]	coeff. di punta mensile	coeff. di punta giornaliero	dotazione giorno max consumo	dotazione media [l/abg]	coeff. di punta mensile	coeff. di punta giornaliero	dotazione giorno max consumo	dotazione media [l/abg]	coeff. di punta mensile	coeff. di punta giornaliero	dotazione giorno max consumo	dotazione media [l/abg]	coeff. di punta mensile	coeff. di punta giornaliero	dotazione giorno max consumo
2001	192	1.3	1.15	287	220	1.25	1.15	316	271	1.20	1.15	374	360	1.15	1.15	476	408	1.15	1.15	540	156	1.3	1.15	233
2006	197	1.3	1.15	295	228	1.25	1.15	327	278	1.20	1.15	383	368	1.15	1.15	486	414	1.15	1.15	547	162	1.3	1.15	242
2011	203	1.3	1.15	303	235	1.25	1.15	337	285	1.20	1.15	392	375	1.15	1.15	496	420	1.15	1.15	555	168	1.3	1.15	252
2016	208	1.3	1.15	311	243	1.25	1.15	348	291	1.20	1.15	401	383	1.15	1.15	506	426	1.15	1.15	563	174	1.3	1.15	261
2021	214	1.3	1.15	319	250	1.25	1.15	359	298	1.20	1.15	411	390	1.15	1.15	516	432	1.15	1.15	571	181	1.3	1.15	270
2026	219	1.3	1.15	327	258	1.25	1.15	370	305	1.20	1.15	420	398	1.15	1.15	526	437	1.15	1.15	578	187	1.3	1.15	279
2031	224	1.3	1.15	335	265	1.25	1.15	380	312	1.20	1.15	429	405	1.15	1.15	536	443	1.15	1.15	586	193	1.3	1.15	288
2036	230	1.3	1.15	343	273	1.25	1.15	391	318	1.20	1.15	439	413	1.15	1.15	546	449	1.15	1.15	594	199	1.3	1.15	297
2041	235	1.3	1.15	350	280	1.25	1.15	400	325	1.20	1.15	450	418	1.15	1.15	550	455	1.15	1.15	600	205	1.3	1.15	300