

Si vis pacem, para bellum

I possibili effetti dei cambiamenti climatici sulla gestione delle acque in Italia e le strategie per ridurre l'impatto

Antonio Massarutto
Università di Udine

Acqua 360

Lugano, 26 ottobre 2021

IL CONTESTO

L'Italia è
un'espressione
geografica!



Utilizzo intensivo ↔ stress medio-alto

Mdi m3

Usi civili	2018	9,2
Dispersioni dalle reti per uso civile	2015	3,4
Irrigazione	2010	11,6
Allevamento	2016	0,3
Usi industriali	2015	3,8
Stoccaggio nei bacini	2011	2,9
Produzione di energia	2012	18,5

**L'IMPATTO PREVISTO DEI
CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA
GESTIONE DELLE ACQUE IN ITALIA**

Analisi degli scenari climatici attesi per l'Italia

- **Temperatura in aumento; più giorni caldi e secchi**
 - aumento della temperatura fino a 2°C nel periodo 2021-2050 (rispetto a 1981-2010).
 - Variazioni maggiori in zona alpina e stagione estiva sono attese nello scenario con cambiamenti climatici più intensi, per il quale l'innalzamento della temperatura può raggiungere i 5°C a fine secolo
 - Sia per lo scenario ad emissioni contenute che per quello ad emissioni elevate emerge un consistente aumento di giorni con temperatura minima superiore a 20°C in estate e, nella stessa stagione, un aumento della durata dei periodi senza pioggia
- **Meno piogge ma più intense**
 - diminuzione delle precipitazioni nel periodo estivo (più lieve in primavera) per il Sud e per il Centro Italia, aumentano le precipitazioni nel periodo invernale nel Nord Italia.
 - Associato a questi segnali vi è un aumento sul territorio della massima precipitazione giornaliera per la stagione estiva ed autunnale, più marcata per lo scenario ad elevate emissioni di gas serra
- **Impatto atteso sull'ambiente marino e sulla costa**
 - aumento delle temperature superficiali e del livello del mare, dell'acidificazione delle acque marine e dell'erosione costiera.
 - Tali cambiamenti necessitano di una particolare attenzione data l'importanza strategica, ambientale, economica e sociale delle nostre coste
- **Impatto atteso sui servizi ecosistemici**
 - Le conseguenze indotte dai cambiamenti climatici potranno avere un impatto su “beni e servizi ecosistemici” costieri che sostengono sistemi socioeconomici attraverso la fornitura di cibo e servizi di regolazione del clima (quali assorbimento/rilascio e redistribuzione del calore e dei gas atmosferici, sequestro e rilascio di CO₂ in atmosfera)

Rischio aggregato per l'Italia

- **Tutto il territorio.**
 - La capacità di adattamento e la resilienza in Italia sono temi che interessano l'intero territorio italiano da Nord a Sud.
 - Anche se più ricche e sviluppate le regioni del Nord non sono immuni agli impatti dei cambiamenti climatici, né sono più preparate per affrontarli.
- **Numeri già in crescita.**
 - Per quanto riguarda gli eventi estremi, la probabilità del rischio è aumentata in Italia del 9% negli ultimi vent'anni.
- **Locale, regionale, nazionale.**
 - Gli indici compositi vanno applicati a diverse scale di governance.
 - Questo consentirebbe di far fronte alla perdita di informazioni dei livelli amministrativi minori che possono portare a politiche di adattamento non ottimali.
- **Più opzioni per conoscere il rischio.**
 - Testare un ampio ventaglio di opzioni metodologiche (analisi di sensitività) aiuta a ridurre l'incertezza associata agli indici di rischio.
- **Ricerca avanzata per risultati più raffinati.**
 - Gli indici di estremi climatici (CEI) mostrano una notevole discrepanza nei risultati, che dovrebbe essere maggiormente approfondita con ulteriore ricerca scientifica avanzata.

Il rischio idrogeologico



FATTORI ANTROPICI



Espansione urbana



Occupazione di territori fragili



Bassa qualità di insediamenti e costruzioni



Meno spazi a disposizione di fiumi e torrenti



Riduzione della permeabilità dei suoli



Variazione delle caratteristiche dell'onda di piena

CAMBIAMENTI CLIMATICI

*aggravano situazione già complessa
intensificano pressioni sul territorio*

Il rischio idrogeologico



TEMPERATURA

Aumento in tutti gli scenari nei prossimi decenni

Fino a **+5°C** nello scenario peggiore



Scioglimento di neve, ghiaccio e permafrost



Alpi e appennini maggiormente interessati da **fenomeni di dissesto**



PIOGGE INTENSE



Tendenza aumento in tutta Italia



Molta acqua in poco tempo



Aumenta rischio esondazione per piccoli bacini che si riempiono più in fretta dei grandi

Aumenta rischio associato a frane che dipendono da piogge intense



Il rischio per le risorse idriche



CAMBIAMENTI CLIMATICI



Temperature medie in aumento



Precipitazione annua in diminuzione



Fenomeni di piogge intense più frequenti



Periodi siccitosi più frequenti e prolungati

Il rischio per le risorse idriche



QUANTITÀ DI
ACQUA DISPONIBILE



Fino a - **40%** portata di acqua nei
corsi d'acqua/fiumi nel **2080**



Ulteriore - **10/15%** per
prelievi d'acqua



Elevata competizione tra settori (usi civili, incluso turismo, industriale, produzione energia elettrica, agricoltura), soprattutto in estate quando **la domanda è alta e la risorsa più scarsa**



QUALITÀ DI
ACQUA DISPONIBILE



Riduzione di portata e afflussi
contribuiscono all'eutrofizzazione
(aumento della biomassa vegetale)



Alluvioni aumentano apporto
di nutrienti e contaminanti nei corpi idrici



Riserve sotterranee costiere
di acqua dolce maggiormente
esposte ad aumento di salinità

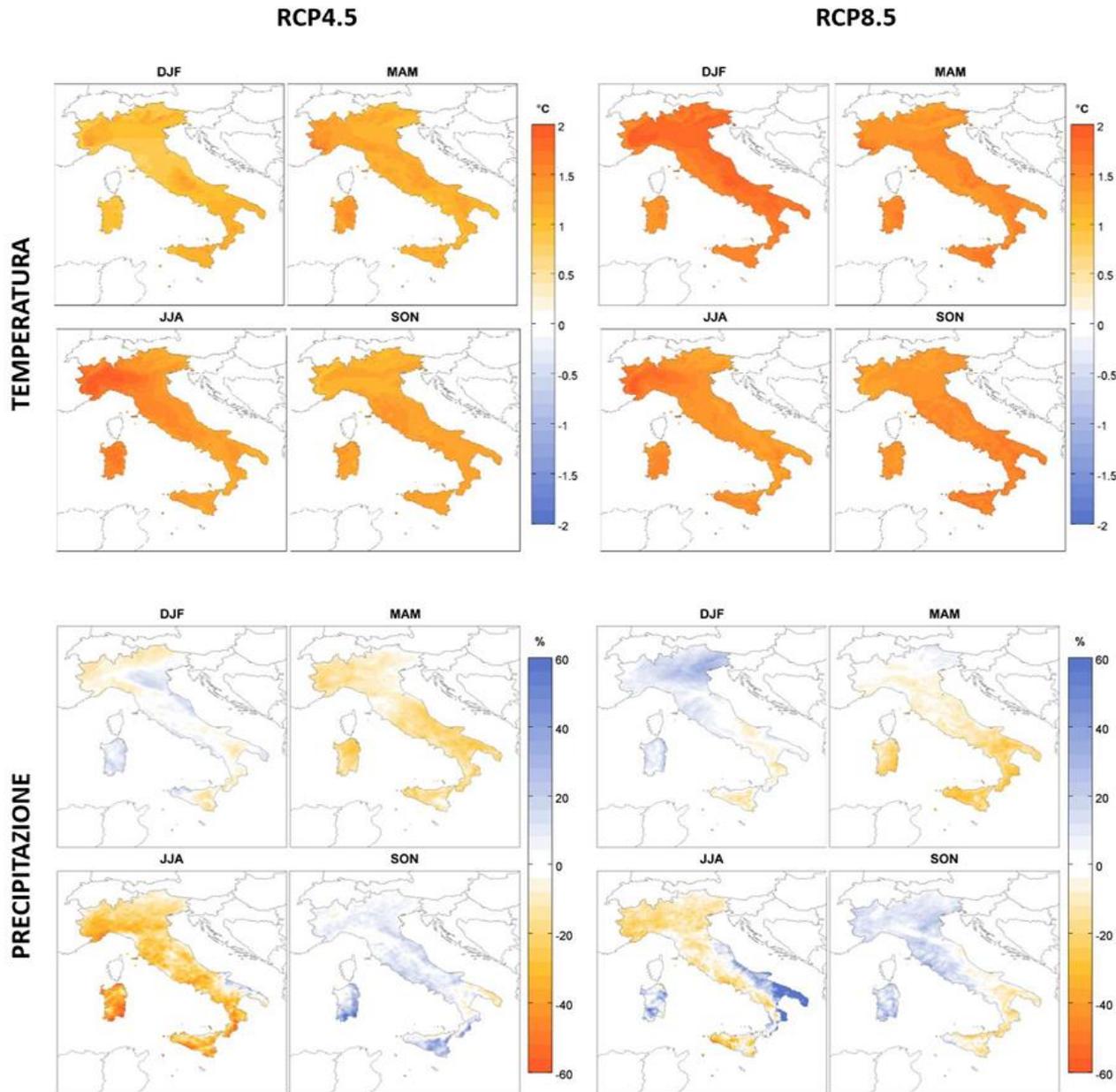
Gli indicatori del PNACC

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazioni intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C	(giorni/anno)
Summer days	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate tramite E-OBS)	(giorni/anno)
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di un 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

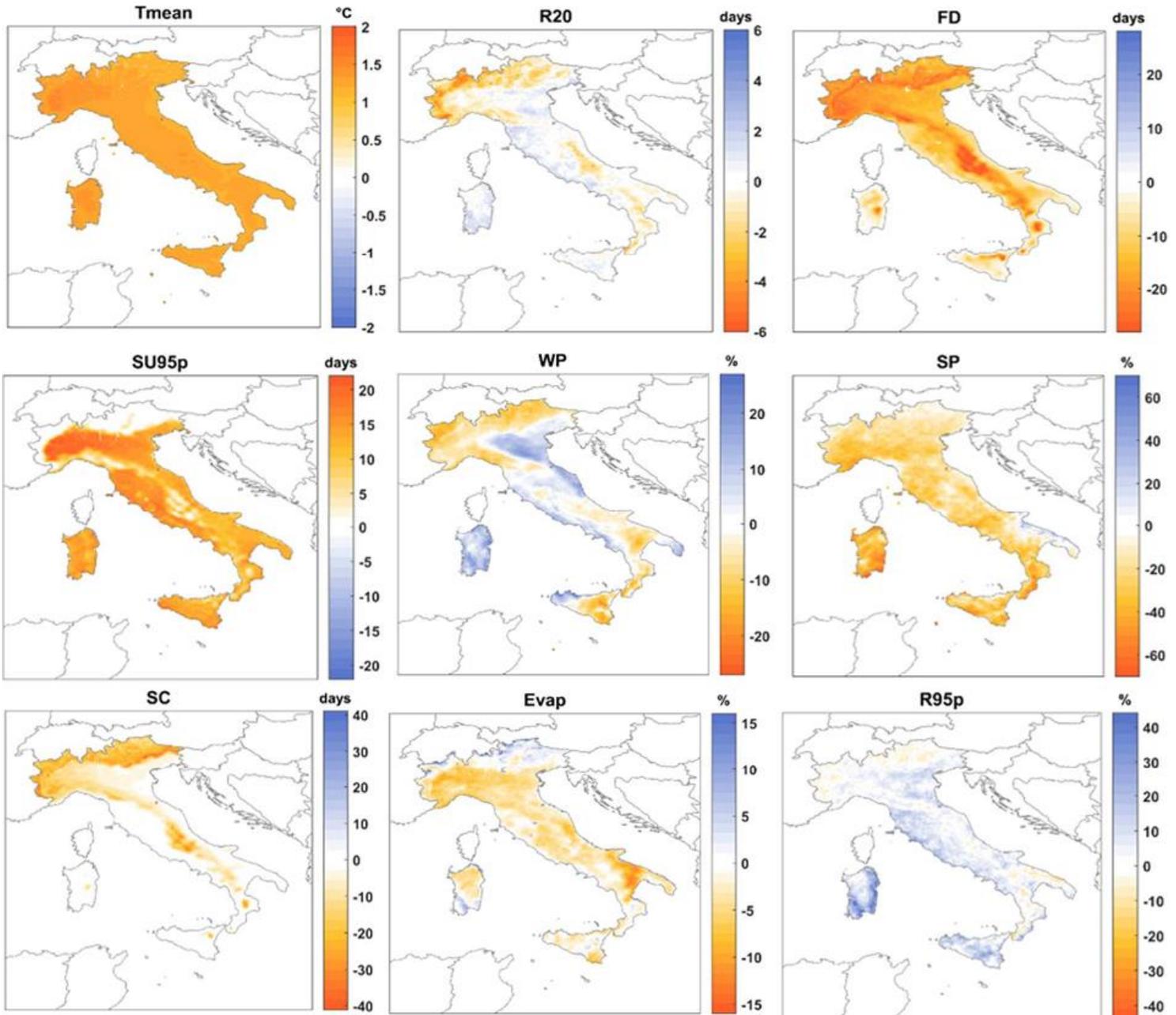
Valori medi di riferimento 1981-2010

	Temperatura media annuale - Tmean (°C) 	Giorni con precipitazioni intense - R20 (giorni/anno) 	Frost days - FD (giorni/anno) 	Summer days - SU95p (giorni/anno) 	Precipitazioni invernali cumulate - WP (mm) 	Precipitazioni cumulate estive - SP (mm) 	95° percentile precipitazioni - R95p (mm) 	Consecutive dry days - CDD (giorni) 
Macroregione 1 Prealpi e Appennino settentrionale	13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187 (±61)	168 (±47)	28	33 (±6)
Macroregione 2 Pianura Padana, alto versante adriatico e aree costiere dell'Italia centro-meridionale	14.6 (±0.7)	4 (±1)	25 (±9)	50 (±13)	148 (±55)	85 (±30)	20	40 (±8)
Macroregione 3 Appennino centro-meridionale	12.2 (±0.5)	4 (±1)	35 (±12)	15 (±8)	182 (±55)	76 (±28)	19	38 (±9)
Macroregione 4 Area alpine	5.7 (±0.6)	10 (±3)	152 (±9)	1 (±1)	143 (±47)	286 (±56)	25	32 (±8)
Macroregione 5 Italia centro-settentrionale	8.3 (±0.6)	21 (±3)	112 (±12)	8 (±5)	321 (±89)	279 (±56)	40	28 (±5)
Macroregione 6 Aree insulari ed estremo sud Italia	16 (±0.6)	3 (±1)	2 (±2)	35 (±11)	179 (±61)	21 (±13)	19	70 (±16)

Anomalie previste: temperatura e precipitazioni



Anomalie previste: scenario RCP4.5



Anomalie previste: scenario RCP8.5

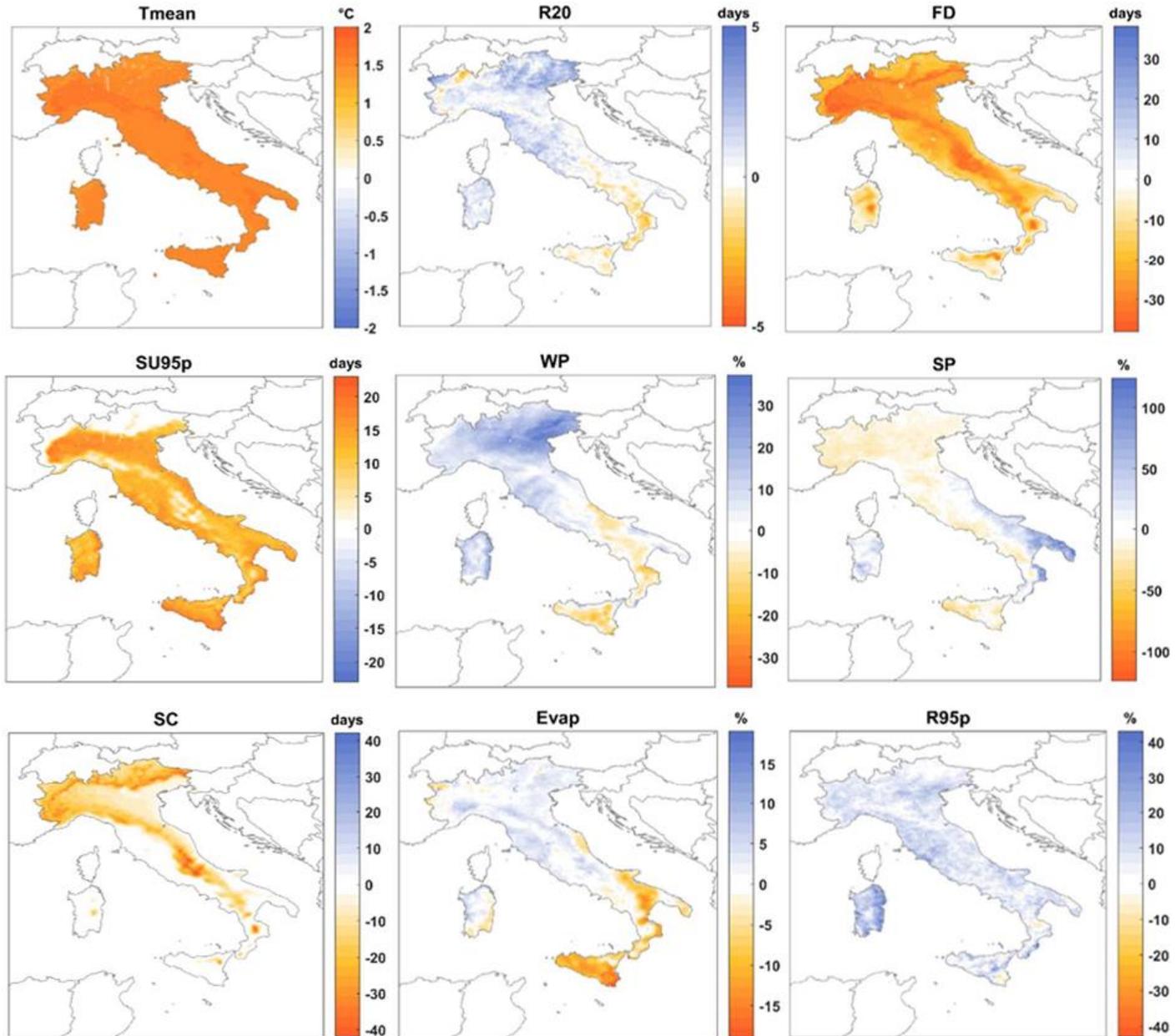
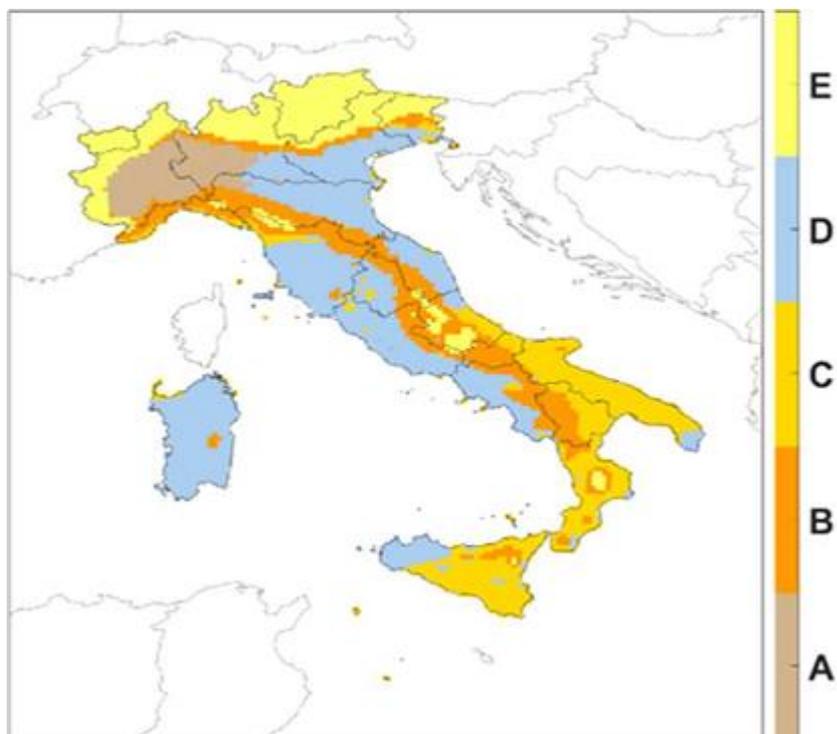


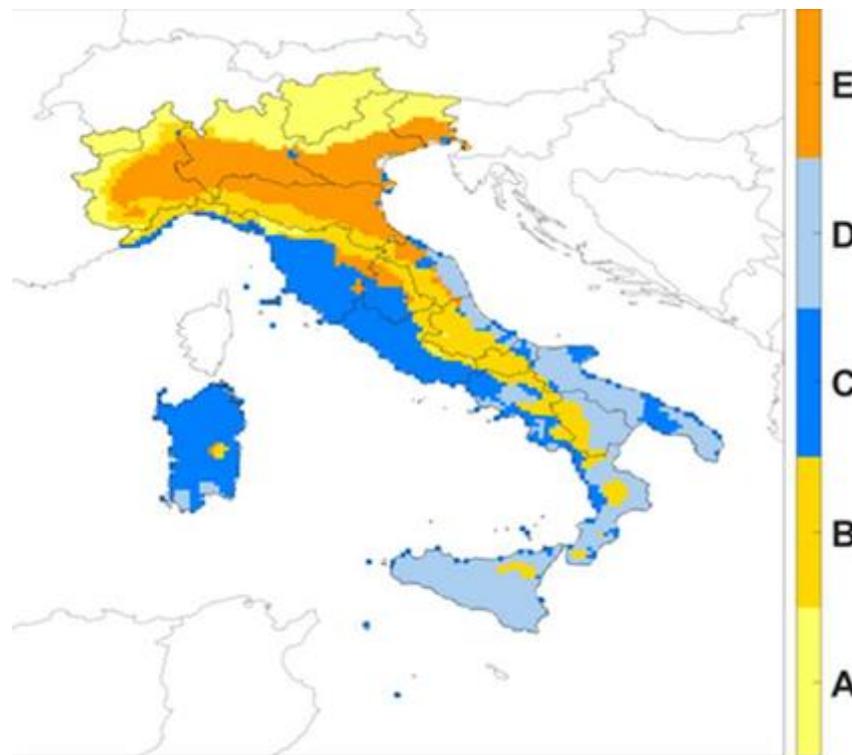
Figura 1.1-4: Mappe delle anomalie (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010).

I cluster delle anomalie previste

Scenario RCP4.5



Scenario RCP8.5



Valori medi nei cluster: scenario RCP4.5

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	-2	-20	1	-8	-15	-21	1	-1

Valori medi nei cluster: scenario RCP8.5

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.5	1	-23	1	13	-11	-20	2	5
B	1.6	0	-28	8	2	-7	-18	1	6
C	1.5	1	-14	12	7	3	-1	2	13
D	1.5	0	-10	14	-4	14	-1	-8	6
E	1.5	1	-27	14	16	-14	-9	2	9

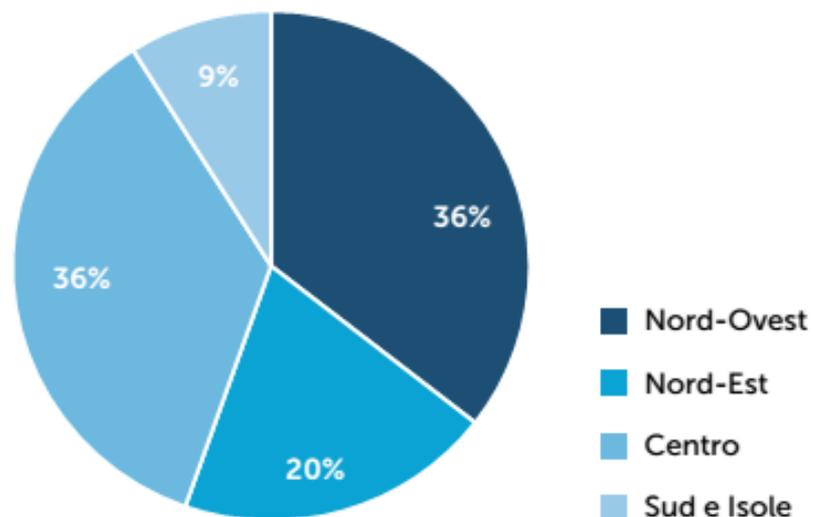
Analisi delle anomalie: scenario RCP4.5

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP4.5
1	<p><i>Aree climatiche omogenee: 1A, 1B e 1D.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> in generale, per l'intera macroregione 1, si ha una riduzione rilevante delle precipitazioni estive e dei <i>frost days</i>. In particolare la macroregione 1 risulta piuttosto eterogenea in termini di aree climatiche omogenee presenti.</p>
2	<p><i>Aree climatiche omogenee: 2A, 2C, 2D.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> il versante tirrenico e la maggior parte della Pianura Padana sono interessati da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione di quelle estive. Invece, per la parte ovest della pianura Padana e il versante adriatico, si osserva una riduzione sia delle precipitazioni estive che di quelle invernali. In generale si ha un aumento significativo dei <i>summer days</i> per l'intera macroregione 2.</p>
3	<p><i>Aree climatiche omogenee: 3B, 3E.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> per l'Appennino centro-meridionale si osserva una marcata riduzione delle precipitazioni estive, con l'area più interna caratterizzata da una riduzione delle precipitazioni sia estive che invernali. L'intera macroregione 3 presenta una riduzione complessiva dei <i>frost days</i>.</p>
4	<p><i>Aree climatiche omogenee: 4E.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> si osserva una riduzione degli eventi estremi, una riduzione complessiva dei <i>frost days</i> e della copertura nevosa.</p>
5	<p><i>Aree climatiche omogenee: 5B, 5E.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> all'interno della macroregione 5, caratterizzata in base al periodo di riferimento dai valori più rilevanti di precipitazione, si assiste ad una riduzione significativa delle precipitazioni e dei <i>frost days</i>.</p>
6	<p><i>Aree climatiche omogenee: 6C, 6D.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> per l'intera macroregione 6, area più calda e secca rispetto al periodo di riferimento, si osserva una complessiva riduzione delle precipitazioni estive e un aumento moderato dei <i>summer days</i>. Inoltre la Sardegna e parte della Sicilia sono caratterizzate da un aumento delle precipitazioni invernali.</p>

Analisi delle anomalie: scenario RCP8.5

Macroregioni climatiche omogenee	Descrizione delle aree climatiche omogenee principali che ricadono nelle macroregioni considerando lo scenario RCP8.5
1	<p><i>Aree climatiche omogenee: 1B, 1C e 1E.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> Nella parte dell'area che ricade in Toscana si assiste ad un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione e degli estremi. Le restanti aree sono interessate da una riduzione delle precipitazioni estive e aumento di quelle invernali. In generale si ha una riduzione dei <i>frost days</i>, più rilevante rispetto all'RCP4.5.</p>
2	<p><i>Aree climatiche omogenee: 2C, 2D, 2E.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> per quanto riguarda la pianura Padana si assiste ad una riduzione delle precipitazioni estive e ad un aumento rilevante di quelle invernali; le restanti aree della macroregione 2 sono caratterizzate da un aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione anche estremi. In generale si ha un aumento significativo dei <i>summer days</i>, come per lo scenario RCP4.5.</p>
3	<p><i>Aree climatiche omogenee: 3B, 3C, 3D.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> per tutta la macroregione 3 si osserva una riduzione significativa dei <i>frost days</i> (maggiore rispetto all'RCP4.5). Per l'Appennino centro-meridionale si ha in generale una riduzione delle precipitazioni estive, mentre per le aree più esterne si assiste ad un aumento delle precipitazioni estive e dei fenomeni di precipitazione estremi.</p>
4	<p><i>Aree climatiche omogenee: 4A.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> si osserva una riduzione delle precipitazioni estive e un aumento di quelle invernali. Inoltre si ha una riduzione generale sia dei <i>frost days</i> che della copertura nevosa, come per lo scenario RCP4.5.</p>
5	<p><i>Aree climatiche omogenee: 5A.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> la macroregione 5, caratterizzata in base al periodo di riferimento dai valori più significativi di precipitazione, risulta caratterizzata da un aumento delle precipitazioni invernali e da una riduzione delle precipitazioni estive.</p>
6	<p><i>Aree climatiche omogenee: 6C, 6D.</i></p> <p><i>Anomalie principali:</i> si osserva un aumento significativo degli eventi estremi e in generale delle precipitazioni estive, in opposizione a quanto osservato per lo scenario RCP4.5.</p>

FIG. 5.18 Quota di popolazione, per area geografica, servita da gestori che hanno applicato (anche solo su porzioni limitate degli acquedotti gestiti) Water Safety Plan



Esperienze di spicco:

- HERA: i primi piani-pilota, sviluppati attraverso un processo intensamente partecipato
- FVG: i 7 gestori hanno sviluppato un approccio cooperativo alla realizzazione del WSP

La siccità del 2003 nel bacino del Po



E' stato l'evento più gravoso (in termini di impatto) degli ultimi due decenni
Riduzione della produzione agricola, soprattutto in E-R; conseguente aumento dei prezzi
L'agricoltura ci ha guadagnato ⇔ costo complessivo scaricato sui consumatori e/o sulla filiera (1,3 B€)
I costi sarebbero stati fino a 7 volte inferiori se la situazione non fosse stata affrontata in emergenza

Lago di Barcis (PN), ottobre 2018



La «tempesta Vaia», un uragano di forza 12 si abbatte sull'area dolomitica tra 26-30 ottobre

Il lago di Barcis, nel Parco delle Dolomiti Friulane, viene invaso da una colata di sedimenti e da migliaia di m³ di legname

Il lago è una delle principali fonti di alimentazione degli acquedotti che riforniscono la zona pedemontana pordenonese

Nei mesi successivi, si riscontrano problemi nella qualità dell'acqua distribuita in alcuni comuni, tra cui Aviano (PN)

Le analisi chimiche non evidenziano presenza di contaminanti pericolosi, ma l'aspetto e il sapore dell'acqua sono compromessi. Le ordinanze di non potabilità si prolungano per oltre 2 mesi e interessano circa 20.000 persone

Il costo degli interventi programmati per risolvere la situazione è pari a circa 16 M€

Catania (ieri)

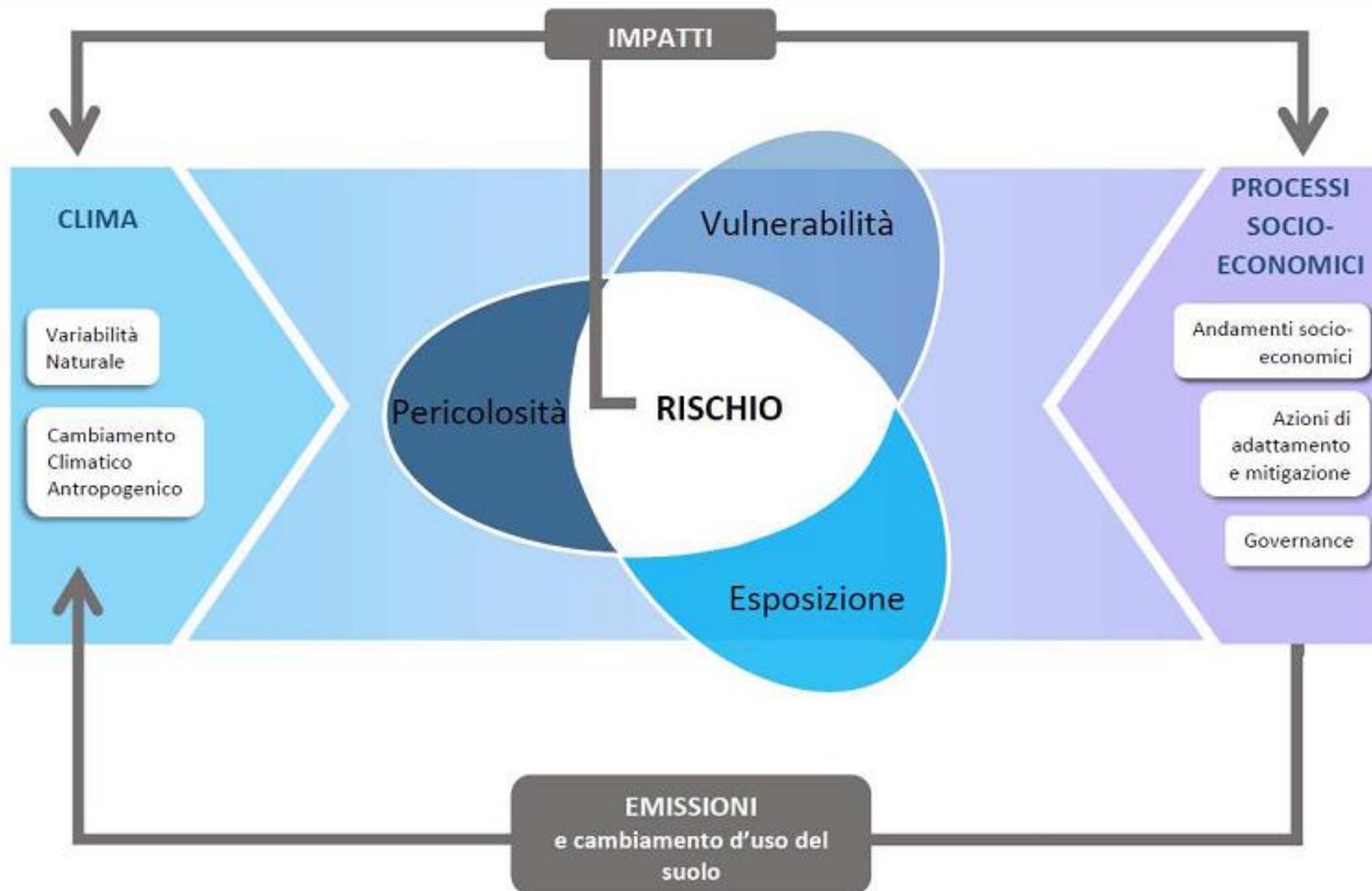


Non solo cambiamento climatico!

- Minacce da inquinamento
 - Suoli contaminati (es. PFAS)
 - Condotte da rinnovare, materiali da sostituire (es. amianto)
 - Nuovi inquinanti emergenti
 - Inquinanti naturali (es. arsenico)
- Vulnerabilità strutturale
 - Sistema poco interconnesso
 - Sistema poco flessibile
 - Crescente competizione tra usi
 - Problemi si evidenziano soprattutto nelle zone meno densamente abitate e in montagna ⇔ piccole reti vulnerabili a piccoli incidenti

STRATEGIE

Un approccio basato sul risk-management



Pericolosità

Frane-p1	Ondate di calore-p2	Alluvione-p3
Siccità-p4	Gelo-p5	Allagamento-p6
Incendi-p7	Erosione-p8	Disponibilità idrica-p9

 Indici di anomalia climatica

Esposizione e sensibilità

Capitale manufatto e costruito	Capitale naturale
Capitale economico	Capitale umano e sociale

 Mappe e indicatori territoriali (es.uso suolo, Valore Aggiunto Lordo)

Impatti potenziali

Capitale manufatto	Capitale naturale	Capitale umano	Capitale economico
p1	p4	p2	p1
p2	p7	p3	p2
p3	p8	p5	p3
pn	pn	pn	pn

Impatti climatici aggregati a scala provinciale

Capacità di adattamento

Risorse economiche	Infrastrutture	Conoscenza e tecnologia	Istituzioni
--------------------	----------------	-------------------------	-------------

 Indicatori di capacità di adattamento

Capacità adattativa aggregata a scala provinciale

Rischio

Indice di rischio a scala provinciale

Indicatori di pericolosità

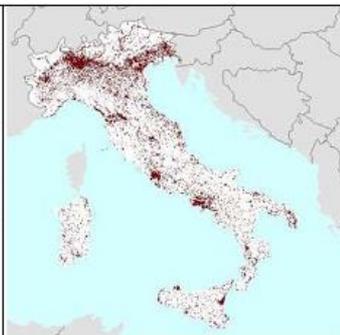
Pericolo	Indicatori climatici	Descrizione	Unità
Alluvioni	TR100	Scenario scelto (tempo di ritorno 1-100-anni) di simulazione idraulica, modello LISFLOOD (estensione e profondità)	km ² , m
Allagamenti	R95p	Precipitazione nei giorni molto piovosi, somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95o percentile	mm
Inondazione costiera	SLR, SSL	Incremento della superficie costiera potenzialmente inondata in relazione alle mareggiate con tempo di ritorno di 100 anni (Storm Surge Level, SSL) e all'innalzamento del livello mare (Sea-Level Rise, SLR) calcolati per lo scenario RCP45 nel periodo 2021-2050	m ²
Frane	rx1d	Massima precipitazione in 1-giorno, valore massimo di precipitazione in 1 giorno	mm
	WP	Precipitazione cumulata nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	mm
Siccità	CDD	Giorni consecutivi senza pioggia, numero massimo di giorni consecutivi con precipitazione giornaliera < 1 mm	giorni
	SPI3	Standardised Precipitation Index di 3 mesi	-
	SP	Precipitazione cumulata nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	mm
Ondate di calore	HWM	Ampiezza ondata di calore (Heatwave amplitude)	°C
Incendi	FWI	Fire Weather Index per RCP45 2021-2050	-
Ondate di freddo	CWM	Ampiezza ondata di freddo (Coldwave amplitude)	°C ²
Sicurezza idrica	SPI12	Standardised Precipitation Index di 12 mesi	-
	WP	Precipitazione cumulata nei mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio)	mm
	SP	Precipitazione cumulata nei mesi estivi (Giugno, Luglio, Agosto)	mm
Erosione del suolo	R20	Numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	giorni /anno

Indicatori di esposizione e sensibilità

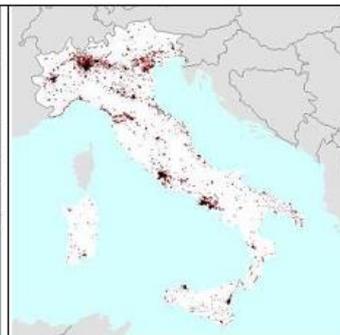
Target	Codice	Indicatore di esposizione (e) e sensibilità (s)	Fonte
Capitale manufatto e/o costruito	CM1	Densità delle infrastrutture (strade e ferrovie) (e)	OSM, 2016
	CM2	Aree urbane (CLC2012 categoria 1.1) (e) suddivise in: Centri urbani (agglomerati ad alta densità) - celle contigue di 1 km ² con una densità di almeno 1.500 abitanti per km ² e un minimo di 50.000 abitanti (CM2a). Agglomerati urbani - agglomerate di celle contigue di 1 km ² con una densità di almeno 300 abitanti per km ² e un minimo di 5000 abitanti (CM2b).	COPERNICUS, CLC 2012, EUROSTAT
	CM3	Aree industriali (CLC2012 categoria 1.2) (e)	COPERNICUS, CLC 2012
	CM1-3	Superfici impermeabili ad alta (10 m) risoluzione (<i>high resolution layer</i> HRL, 2012) (e, s)	COPERNICUS, ISPRA
Capitale naturale	CN1	Aree forestali (CLC2012 categoria 3.1) (e)	COPERNICUS, CLC 2012
	CN2	Aree naturali protette (NPAs) - siti NATURA 2000 e aree protette nazionali e regionali (e)	EEA, 2016
	CN3	Suolo suscettibile all'erosione (s)	ESDAC
Capitale umano e sociale	CU1	Densità di popolazione sulla base del censimento 2011, griglia 250 m (e, s)	CMCC
	CU2	Indicatore di dipendenza strutturale (e, s)	CMCC
Capitale economico e finanziario	CE1	Valore Aggiunto Lordo - agricoltura (e, s)	CMCC
	CE2	Valore Aggiunto Lordo - industria (e, s)	CMCC
	CE3	Valore Aggiunto Lordo - servizi (e, s)	CMCC



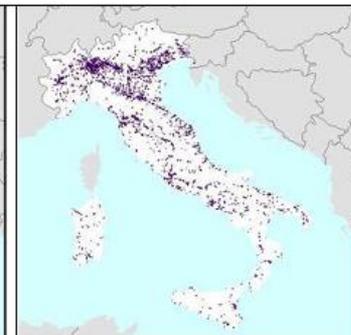
CM1: Densità di infrastrutture in m per celle di 1 km x 1 km (solo celle >10 km sono visualizzate). *Fonte: Copernicus*



CM2: Aree urbane CLC2012
Fonte: Copernicus



CM2a: Centri urbani (nero)
CM2b Agglomerati urbani (rosso). *Fonte: Eurostat*



CM3: Aree industriali CLC2012
Fonte: Copernicus



CM1-3 Aree impermeabilizzate 10m risoluzione. *Fonte: ISPRA*



CN1: Aree forestali
Fonte: Copernicus



CN2: Aree naturali protette
Fonte: EEA



CN3: Suolo suscettibile all'erosione. *Fonte: ESDAC*



CU1: Densità di popolazione
Fonte: CMCC sulla base del censimento 2011



CU2: Indice di dipendenza strutturale (rapporto tra la popolazione in età non attiva e la popolazione in età attiva).
Fonte: CMCC



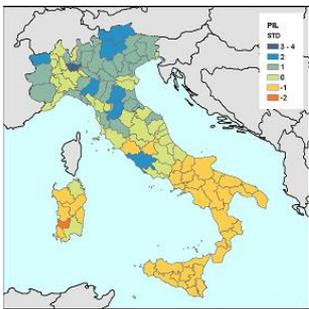
CE1: Valore aggiunto lordo agricolo. *Fonte: CMCC*



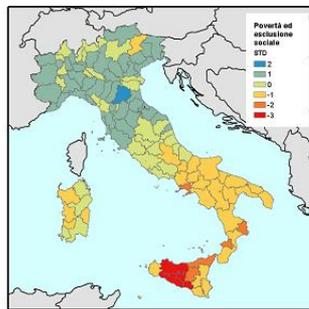
CE2: Valore aggiunto lordo industriale nelle aree a pericolosità idraulica media.
Fonte: CMCC

Indicatori di capacità di adattamento

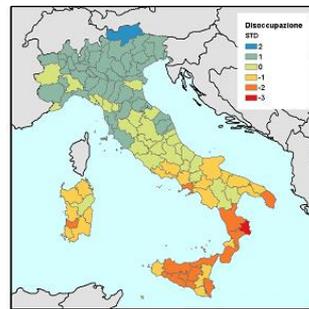
Criterio	Cod.	Indicatore
Risorse Economiche	RE1	Prodotto interno lordo (PIL) regionale
	RE2	Debito pubblico delle amministrazioni regionali
	RE3	Distribuzione del reddito netto familiare misurato con coefficiente GINI
	RE4	Incidenza di povertà relativa familiare
	RE6	Persone a rischio di povertà o esclusione sociale
	RE7	Capacità di risparmio e di far fronte a spese impreviste (famiglie che non riescono a risparmiare)
	RE9	Famiglie che vivono al di sotto della soglia di povertà (percentuale)
	R10	Tasso di disoccupazione
Infrastrutture	IN1	Strade provinciali, regionali e di interesse nazionale sulla superficie regionale (chilometro per cento chilometri quadrati)
	IN3	Acqua erogata sul totale dell'acqua immessa nelle reti di distribuzione
	IN5	Superficie irrigata/irrigabile sul totale della superficie agricola utilizzata
	IN6	Superficie delle Aree Terrestri protette sulla superficie Regionale
Conoscenza e tecnologia	KT1	Consumi di energia elettrica delle imprese agricole
	KT2	Spesa totale per ricerca e sviluppo
	KT3	Addetti alla ricerca e sviluppo
	KT4	Brevetti registrati all'European Patent Office (EPO)
	KT5	Popolazione in età 30-34 anni che ha conseguito un livello di istruzione 5 e 6 (Isced97)
	KT6	Famiglie che dichiarano di possedere accesso a Internet
	KT7a	Imprese (con meno di dieci addetti) dei settori industria e servizi che dispongono di personal computer
	KT7b	Imprese (con più di dieci addetti) dei settori industria e servizi che dispongono di personal computer
	KT8	Indice di diffusione della banda larga nelle imprese
Istituzioni	INS1	Qualità delle Istituzioni



RE1 Prodotto interno lordo (PIL) regionale



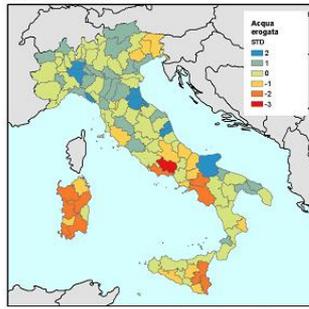
RE6 Persone a rischio di povertà o esclusione sociale



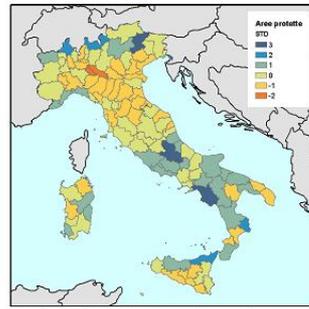
R10 Disoccupazione



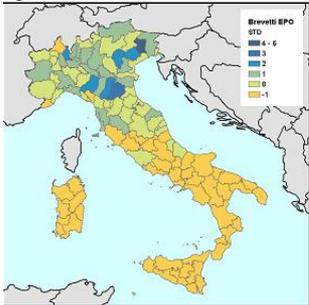
IN1 Strade provinciali, regionali e di interesse nazionale sulla superficie regionale



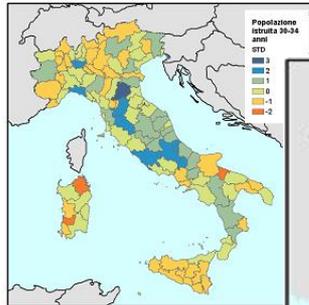
IN3 Acqua erogata sul totale dell'acqua immessa nelle reti di distribuzione



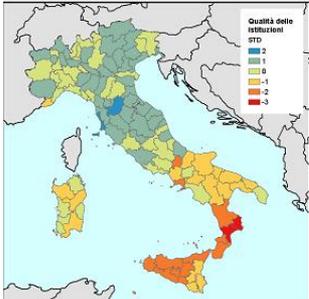
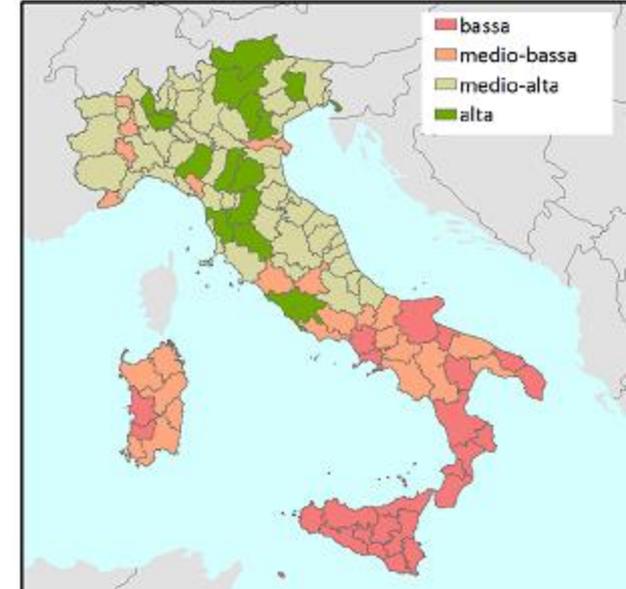
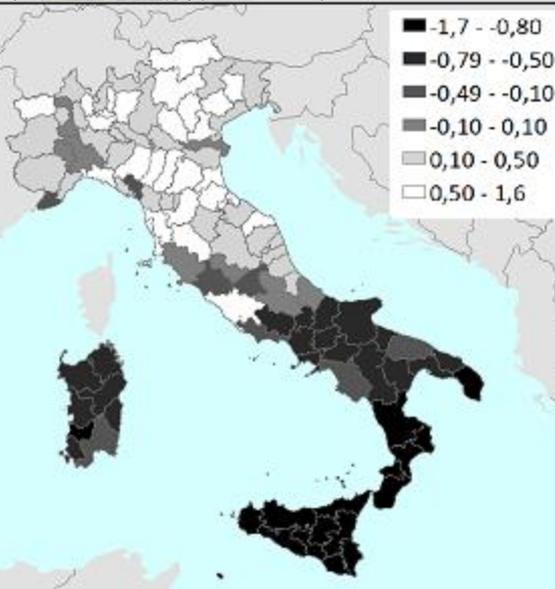
IN6 Superficie delle Aree Terrestri protette sulla superficie Regionale



KT4 Brevetti registrati all'European Patent Office (EPO)



KT5 Popolazione in età 30-34 anni che ha conseguito un livello di istruzione 5 e 6



KT6 Qualità delle istituzioni

Indice di rischio bidimensionale

		Capacità di adattamento			
		4 Alta	3 Medio-alta	2 Medio-bassa	1 Bassa
Indice degli impatti potenziali	1 Bassa	Monza e della Brianza, Trieste	Lecco, Lodi, Prato, Biella, Fermo, Gorizia		Brindisi, Lecce, Barletta-Andria-Trani, Vibo Valentia, Medio Campidano
	2 Medio-bassa	Pordenone, Vicenza, Bolzano/Bozen, Milano, Varese	Rimini, Pescara, Teramo, Ascoli Piceno, Ancona, Pesaro e Urbino, Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste, Sondrio, Como, Livorno, Mantova, Treviso, Ravenna, La Spezia, Chieti, Belluno, Udine, Venezia, Cremona, Verbano-Cusio-Ossola, Macerata, Novara	Isernia, Carbonia-Iglesias, Rovigo, Massa-Carrara, Vercelli, Benevento, Taranto, Bari, Asti, Latina, Olbia-Tempio, Ogliastra, Campobasso	Crotone, Trapani, Caltanissetta, Matera, Enna, Ragusa, Siracusa, Oristano, Agrigento, Napoli
	3 Media	Trento, Pisa, Padova, Modena	Forlì-Cesena, Bergamo, L'Aquila, Pavia, Pistoia, Verona, Savona, Ferrara, Genova, Lucca, Reggio nell'Emilia, Alessandria, Piacenza, Terni	Rieti, Frosinone, Cagliari, Sassari, Viterbo, Avellino, Imperia, Nuoro	Catania, Palermo, Catanzaro, Messina, Foggia, Caserta
	4 Alta	Parma, Bologna, Firenze, Siena	Brescia, Torino, Arezzo, Grosseto		Reggio di Calabria
	5 Molto Alta	Roma	Cuneo, Perugia	Salerno, Potenza	Cosenza

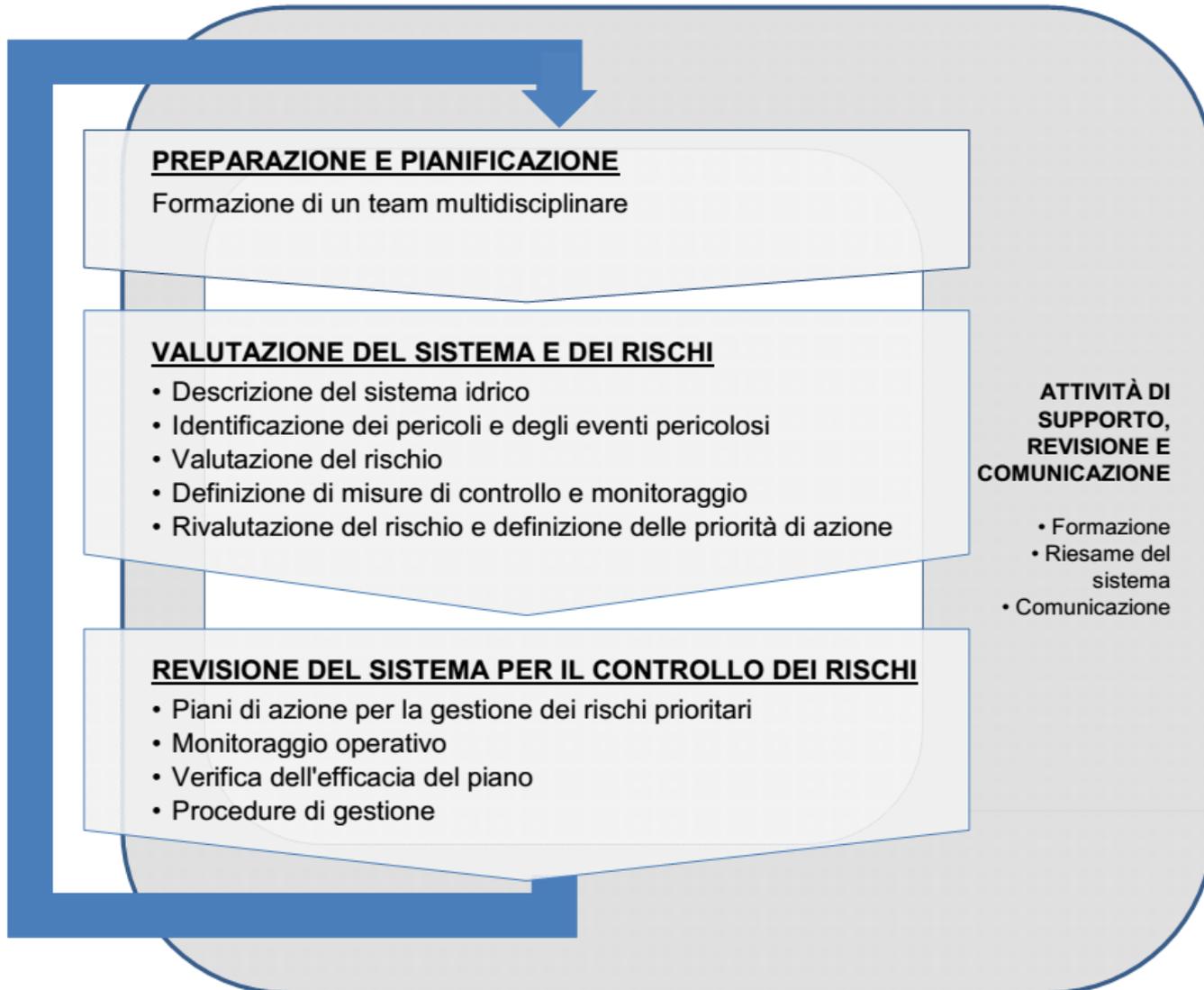
Impatti	Obiettivi	Azioni	Aree climatiche omogenee
Tutti gli impatti del settore	Aumento della consapevolezza nelle comunità	RI028. Campagne di sensibilizzazione per i proprietari di immobili sui rischi idrologici, sulle misure di mitigazione del rischio e sulla riduzione dei consumi energetici.	1A, 1B, 1D 2A, 2C, 2D 3B, 3C, 3D
	Migliorare l'efficacia del monitoraggio	RI023 Affinamento dei sistemi di supporto alle decisioni (servizi di consulenza irrigua, sistemi <i>early warning</i> per rischio siccità, alluvioni, frane, esondazioni, fitopatie e attacchi patogeni) RI024. Ripristino di un Servizio Idrografico Nazionale RI025. Costruzione del bilancio idrico alla scala del Paese. RI026. Monitorare gli indicatori ambientali di trasformazione confrontandoli con valori ottenuti per siti di riferimento.	4E 5B, 5E 6C, 6D
Riduzione della disponibilità di acqua per usi irrigui, potabili, e industriali	Migliorare l'efficacia nella programmazione dell'uso della risorsa.	RI005. Pianificazione degli schemi complessi (sforzo di coordinamento) per stabilizzare l'aspettativa sulle disponibilità	In particolare: 1A, 1D 2A, 2D 3D 6D
		RI006. Sviluppare la capacità di gestione pluriennale delle risorse idriche.	
		RI015. Gestione ottimizzata della domanda.	
	RI007. Riconsiderare fabbisogni e concessioni idriche storiche in accordo con i piani e i programmi vigenti (PdB, PdA, PTA). RI009. Revisione delle normative sul riuso (DM 185/2003) e degli scarichi sul suolo (Tabella 4 All. 5 alla Parte III D.Lgs. 152/2006)	In particolare: 1A, 1D 2A, 2C, 2D 3C, 3D 6C, 6D	
	RI019. Aiuto finanziario specifico e finalizzato al conseguimento degli obiettivi di adattamento ai cambiamenti climatici in particolare per interventi che assicurano le disponibilità idriche negli anni e ne accrescono l'efficienza d'impiego (prestiti, mutui, agevolazioni contributi in conto capitale, etc.)	In particolare: 1A, 1D 2A, 2C, 2D 3C, 3D 6C, 6D	
Migliorare l'efficienza nell'uso della risorsa	RI008. Sviluppare programmi integrati per migliorare l'efficienza degli usi irrigui, potabili e industriali per ottimizzare i consumi. RI017. Misure per la razionalizzazione dei consumi idrici. RI018. Incentivi per prodotti a bassa intensità di uso dell'acqua e tecnologie per l'uso di acqua a scadente qualità (acqua grigia). RI014. Revisione/adeguamento delle tariffe considerando anche i costi	In particolare: 1A, 1D 2A, 2C, 2D 3C, 3D 6C, 6D In particolare:	

Parole chiave: consapevolezza; integrazione; circolarità

		ambientali per un migliore utilizzo dell'uso della risorsa acqua.	1A 2A 3E 4E 5E
Riduzione della disponibilità di acqua per usi civili, urbani, e produttivi. Siccità. Riduzione delle disponibilità di acqua fluviale. Allagamenti.	Miglioramento dell'efficacia della pianificazione	RI010. Piani di gestione della siccità	In particolare: 1A, 1D 2A, 2C, 2D 3C, 3D 6C, 6D
Riduzione della disponibilità di acqua per usi civili, urbani, e produttivi. Siccità. Riduzione delle disponibilità di acqua fluviale. Allagamenti.	Migliorare l'efficienza delle infrastrutture idriche	RI001. Incremento della connettività delle infrastrutture idriche RI002. Manutenzione della rete idrica a funzione multipla RI003. Incremento delle potenzialità di accumulo nelle zone rurali privilegiando interventi diffusi, a basso impatto ambientale e ad uso plurimo	In particolare: 1A, 1D 2A, 2C, 2D 3C, 3D 6C, 6D
		RI012. Stabilire un piano di finanziamento e ammodernamento delle strutture e delle infrastrutture idriche RI022. Revisione dei sistemi contributivi per le infrastrutture rispetto alle specifiche caratteristiche idrogeologiche	In particolare: 1A 2A 3E 4E 5E
Riduzione delle disponibilità di acqua fluviale.	Utilizzo di un approccio partecipativo nell'utilizzo dell'acqua fluviale.	RI013. Favorire forme partecipative per la gestione delle risorse, includendo anche i "Contratti di Fiume"	In particolare: 1A 2A 3E 4E 5E
Riduzione delle disponibilità di acqua fluviale.	Migliorare l'efficacia della regolamentazione dell'uso della risorsa.	RI016. Introduzione sistematica del minimo deflusso vitale (MDV), ovvero portata ecologica o flusso ecologico, nei piani e nelle pratiche di gestione considerando anche le variazioni attese per condizioni climatiche e deflussi	In particolare: 1A 2A 3E 4E 5E
Riduzione delle disponibilità di acqua fluviale.	Aumentare o modificare la velocità e il volume di deflusso	RI004. Riqualificazione dei corsi d'acqua in considerazione del mantenimento dei deflussi vitali e della qualità ecologica in situazioni	In particolare: 1A

	delle acque.	di variazioni dei regimi termo-pluviometrici futuri RIO21. Incentivi ai proprietari di terreni per migliorare la capacità di ritenzione	2A 3E 4E 5E
Riduzione della disponibilità di acqua per usi civili, urbani, e produttivi. Siccità. Riduzione delle disponibilità di acqua fluviale. Allagamenti.	Aggiornamento della normativa e della pratica della VAS	RI011. Includere le variabili indice connesse con i cambiamenti climatici nella Valutazione Ambientale Strategica (VAS).	In particolare: 1A 2A 3E 4E 5E
Allagamenti. Siccità.	Miglioramento dei dati disponibili all'individuazione dei rischi.	RI027. Indagini ad alta risoluzione per individuare le zone più vulnerabili alle inondazioni e alla siccità.	In particolare: 1A 2A 3E 4E 5E
Riduzione della disponibilità di acqua per usi civili, urbani, e produttivi. Siccità.	Aumento della resilienza economica.	RI020. Fondi per il settore primario in aree soggette a siccità e a incertezza delle disponibilità idriche.	In particolare: 1A, 1D 2A, 2C, 2D 3C, 3D 6C, 6D

Un approccio innovativo: il WSP

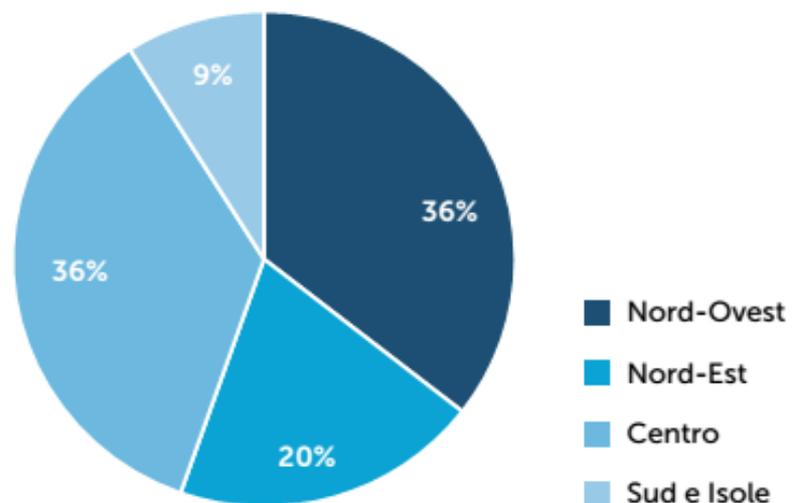


Fase	Azione specifica	Prodotto
Preparazione e pianificazione (sez. 3.1)	Valutazione dei pre-requisiti (sez. 3.1.1)	
	Definizione delle responsabilità e autorità (sez. 3.1.2)	Costituzione di un team multidisciplinare di adeguata competenza ed esperienza per lo sviluppo e implementazione del PSA nel sistema idropotabile, con mandato dall'alta direzione.
	Formazione di un team multidisciplinare (sez.3.1.3)	
Valutazione del sistema e dei rischi (sez. 3.2)	Descrizione del sistema (sez. 3.2.1)	Diagramma di flusso aggiornato e completo delle diverse fasi, con definizione di utilizzi/utenti delle acque
	Identificazione dei pericoli e degli eventi pericolosi (sez. 3.2.2)	Descrizione dei possibili pericoli ed eventi pericolosi associati alle diverse fasi del sistema
	Valutazione dei rischi (sez. 3.2.3)	Matrice dei rischi, associati ai pericoli ed eventi pericolosi, in scala di priorità con chiara distinzione tra rischi più e meno significativi
	Definizione delle misure di controllo e monitoraggio (sez.3.2.4)	Identificazione delle misure di controllo già esistenti associate ad ognuno dei rischi identificati e validazione della loro efficacia. Identificazione e definizione delle priorità di rischio controllato insufficientemente
	Rivalutazione dei rischi e definizione delle priorità di azione (sez. 3.2.4.2. e 3.2.5)	Identificazione (in scala di priorità) dei rischi per i quali le misure di controllo potrebbero essere insufficienti.

Fase	Azione specifica	Prodotto
Revisione del sistema per il controllo dei rischi (sez. 3.3.)	Piani di azione per la gestione dei rischi prioritari (sez. 3.3.4)	Elaborazione di un piano di miglioramento per il controllo di ogni pericolo e rischio associato (in scala di priorità) rispetto al quale le misure in essere sono inadeguate. Implementazione del piano di miglioramento, in accordo con le attività programmate a breve, medio e lungo termine. Monitoraggio delle misure adottate.
	Monitoraggio operativo (sez. 3.3.5)	Valutazione dell'efficienza delle misure di controllo ad intervalli di tempo adeguati. Definizione di azioni correttive per le deviazioni che possono manifestarsi.
	Verifica dell'efficacia del piano (sez. 3.3.6)	Conferma dell'efficienza ed efficacia del PSA. Verifica suffragata da evidenze che il PSA è stato messo in pratica secondo lo schema prefissato e che funziona secondo quanto atteso. Conferma del raggiungimento dei parametri di qualità delle acque per il consumo umano.

Fase	Azione specifica	Prodotto
	<p>Procedure di gestione (sez. 3.3.7)</p>	<p>Procedure di gestione per le condizioni normali e di emergenza tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> • azioni di risposta; • monitoraggio operativo; • responsabilità del gestore e di altre parti interessate; • stesura di protocolli e strategie di comunicazione, comprese le procedure di notifica e i recapiti del personale; • responsabilità nel coordinamento delle misure da adottare in caso di emergenza; • un piano di comunicazione per avvisare e informare gli utenti della fornitura e altre parti interessate (es. servizi di emergenza); • un programma per riesaminare costantemente la documentazione; • piani per la fornitura e la distribuzione d'acqua in caso di emergenza.
<p>Attività di supporto, revisione e comunicazione (sez. 4)</p>	<p>Formazione, riesame del sistema e comunicazione (sez. 4.2-4.4)</p>	<p>Definizione di programmi e attività che assicurano che l'approccio PSA è integrato nelle operazioni di servizi idrici.</p>

FIG. 5.18 *Quota di popolazione, per area geografica, servita da gestori che hanno applicato (anche solo su porzioni limitate degli acquedotti gestiti) Water Safety Plan*



Fonte: ARERA, elaborazione su dati relativi alla Raccolta "Qualità tecnica – monitoraggio (RQTI 2020)" (delibera 46/2020/R/idr).

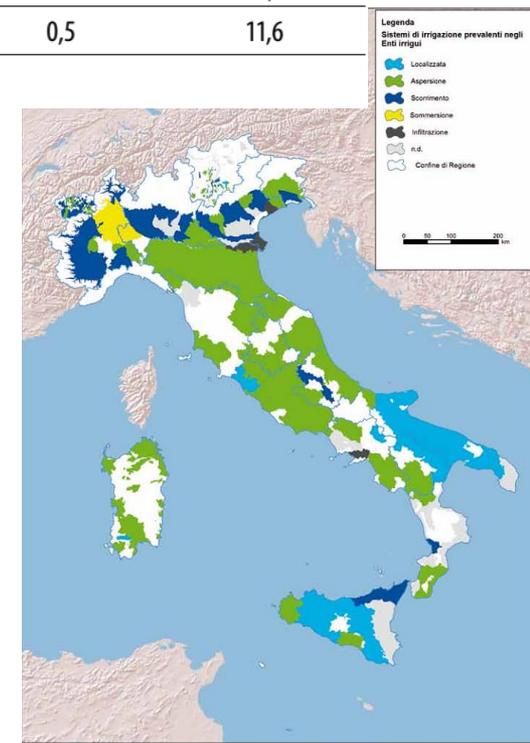
La «cabina di regia» del bacino del Po

- L'Autorità di distretto del Po ha adottato uno strumento partecipato e collaborativo, che riunisce i principali soggetti gestori della risorsa
- La «cabina di regia» è intervenuta per la prima volta per gestire la siccità del 2003, riuscendo, seppure tardivamente, a limitare notevolmente i danni concertando le misure di rilascio e riduzione dei prelievi
- Da allora, la «cabina di regia» è intervenuta, anche in modo preventivo, ogniqualvolta ci fossero avvisaglie di situazioni critiche
- In questo modo la siccità del periodo 2005-2007, seppure molto più gravosa in termini idrologici, è stata gestita con relativamente inferiori

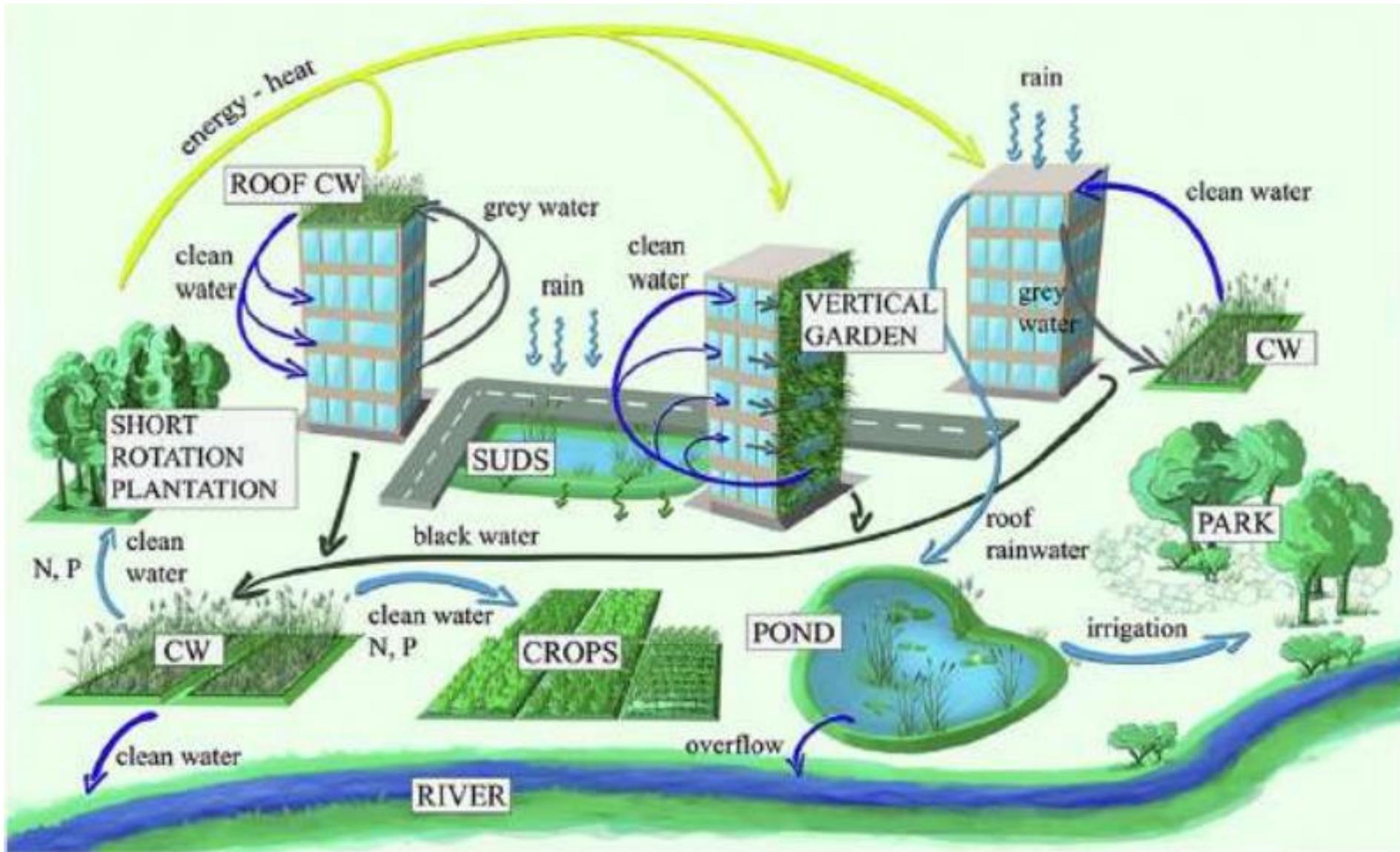
I sistemi di irrigazione

Distretti idrografici	Sistemi di irrigazione (%)					
	Scorrimento	Aspersione	Sommersione	Infiltrazione	Infiltrazione sotterranea	Localizzata
Padano	51,9	29,1	13,5	2,1	0,1	3,3
Alpi Orientali	41,2	38,0	1,5	13,7	3,3	2,3
Alpi Orientali - Padano	38,9	30,3	4,8	25,8	0,0	0,1
Appennino Settentrionale	0,0	69,1	3,8	1,9	1,3	23,8
Appennino Settentrionale - Serchio
Appennino Centrale - Appennino Settentrionale	-	72,8	-	8,2	-	19,0
Appennino Centrale	17,1	79,0	-	-	-	3,9
Appennino Centrale - Appennino Meridionale	10,3	76,7	-	-	-	12,9
Appennino Meridionale	3,4	39,3	0,3	3,6	-	53,3
Sicilia	5,5	20,6	0,5	-	-	73,3
Sardegna	0,2	70,0	5,6	-	-	24,1
ITALIA	37,5	37,3	8,3	4,8	0,5	11,6

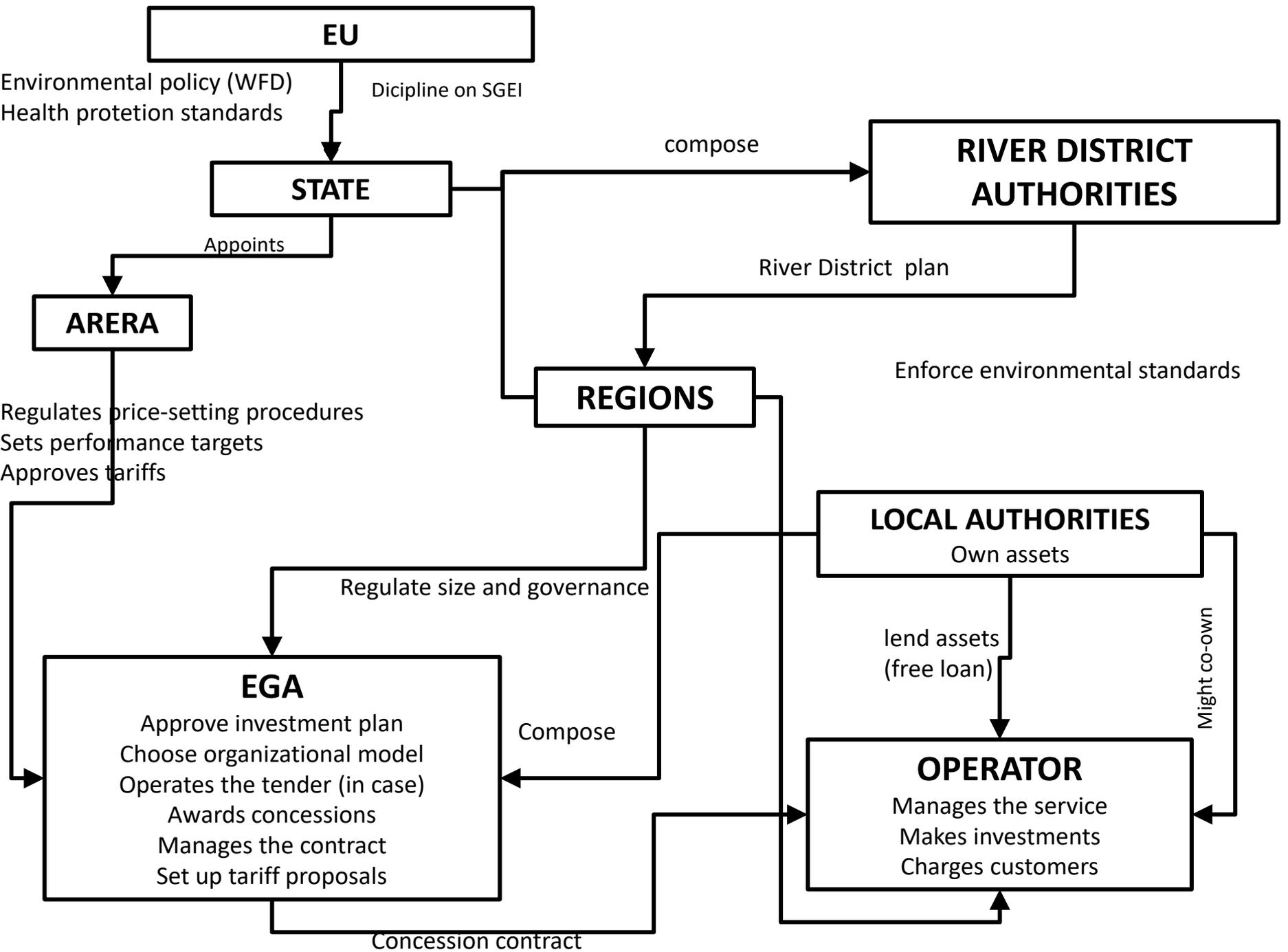
Fonte: elaborazioni INEA su dati SIGRIAN 2010



Visioni di un domani possibile



IL SISTEMA DI GESTIONE



Cahier de doléance

539

Days of supply interruption or water rationing in provincial chieftowns
(ISTAT 2016)

38%

Water leakage
(ISTAT 2015)

29%

Households not trusting using tap water for drinking
(ISTAT 2017)

2,4%

Population not connected to aqueduct
(ISTAT 2016)

1,4 million

Equivalent population not connected to adequate sewage treatment
(ISTAT 2015)

>1000

Dwellings lacking adequate sewage collection and treatment
(INVITALIA)

60 M€/year

EU fines for not complying with EUWWD
(UTILITATIS, 2020)

22%

Water pipe length > 50 yr old
(ARERA 2015)

25%

Sewage collection pipe length > 50 yr old
(ARERA 2015)

90%

Unplanned maintenance works due to breaks and malfunction
(ARERA 2015)

1 : 5

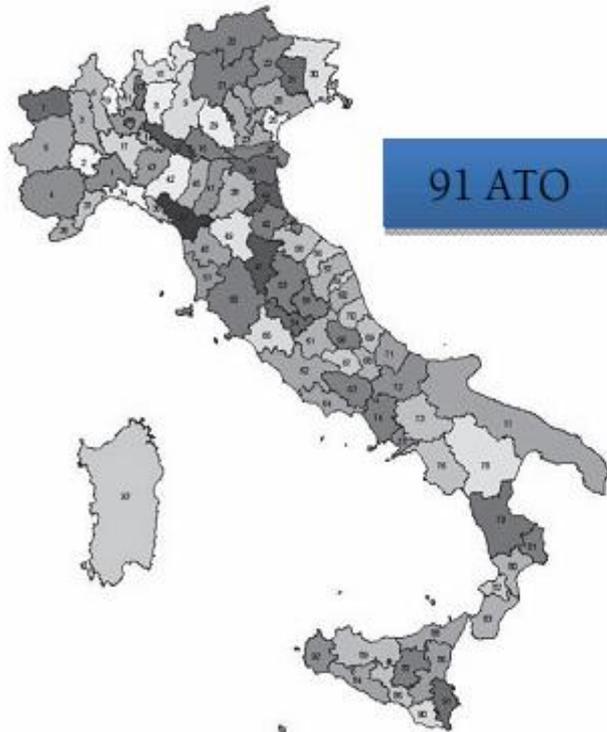
Actual rate of pipe replacement / required rate of pipe replacement
(ARERA 2015)

10%

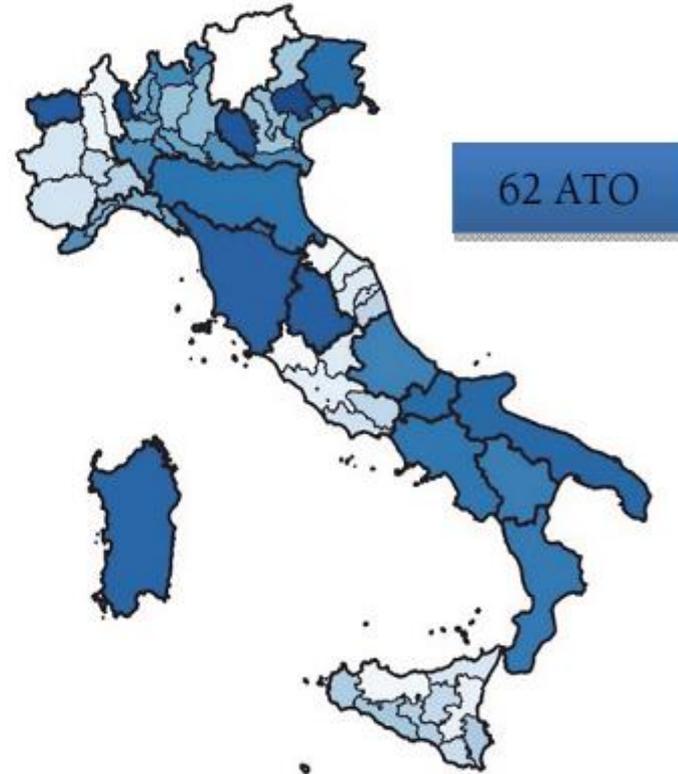
Households reporting irregular supply or service failures
(ISTAT 2017)

Consolidation of governance (EGA)

Anno 2003

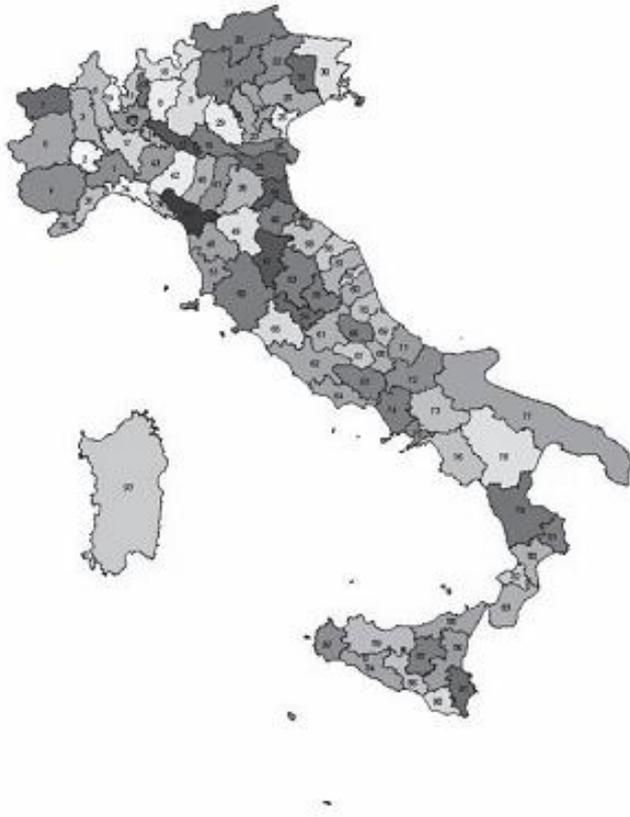


Anno 2019

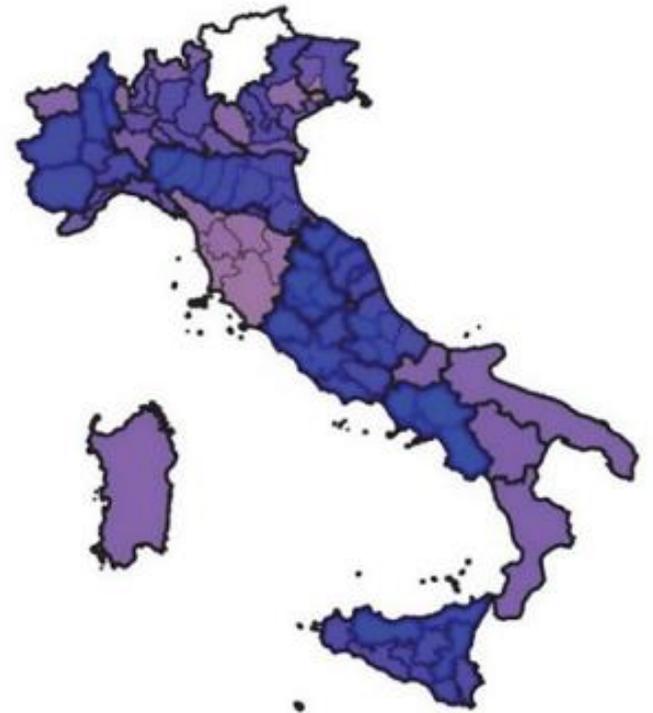


Consolidation of management units (ATO)

Anno 2003

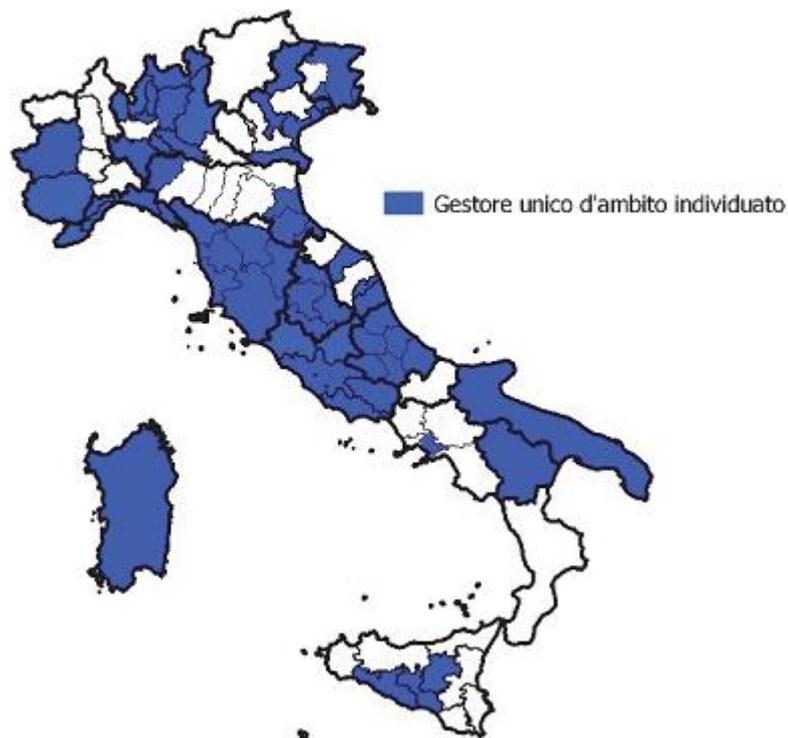


Anno 2019

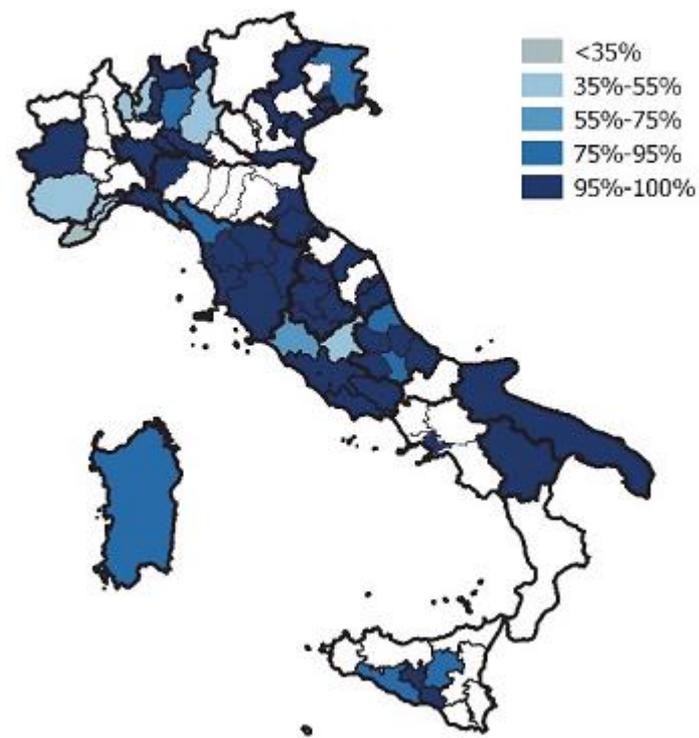


Consolidation of operation

Ambiti in cui è stato scelto il gestore unico



Livello di unicità della gestione raggiunto

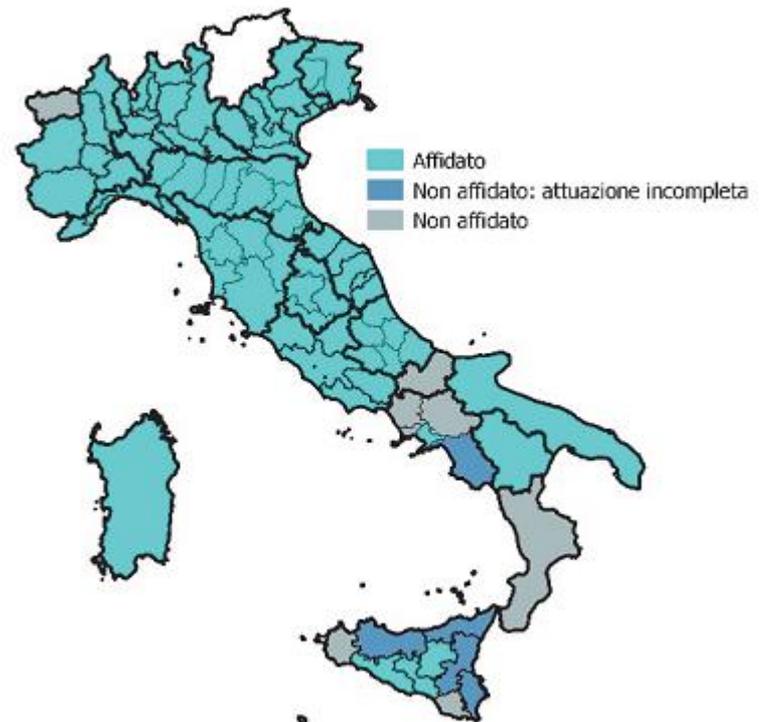


Service entrustment

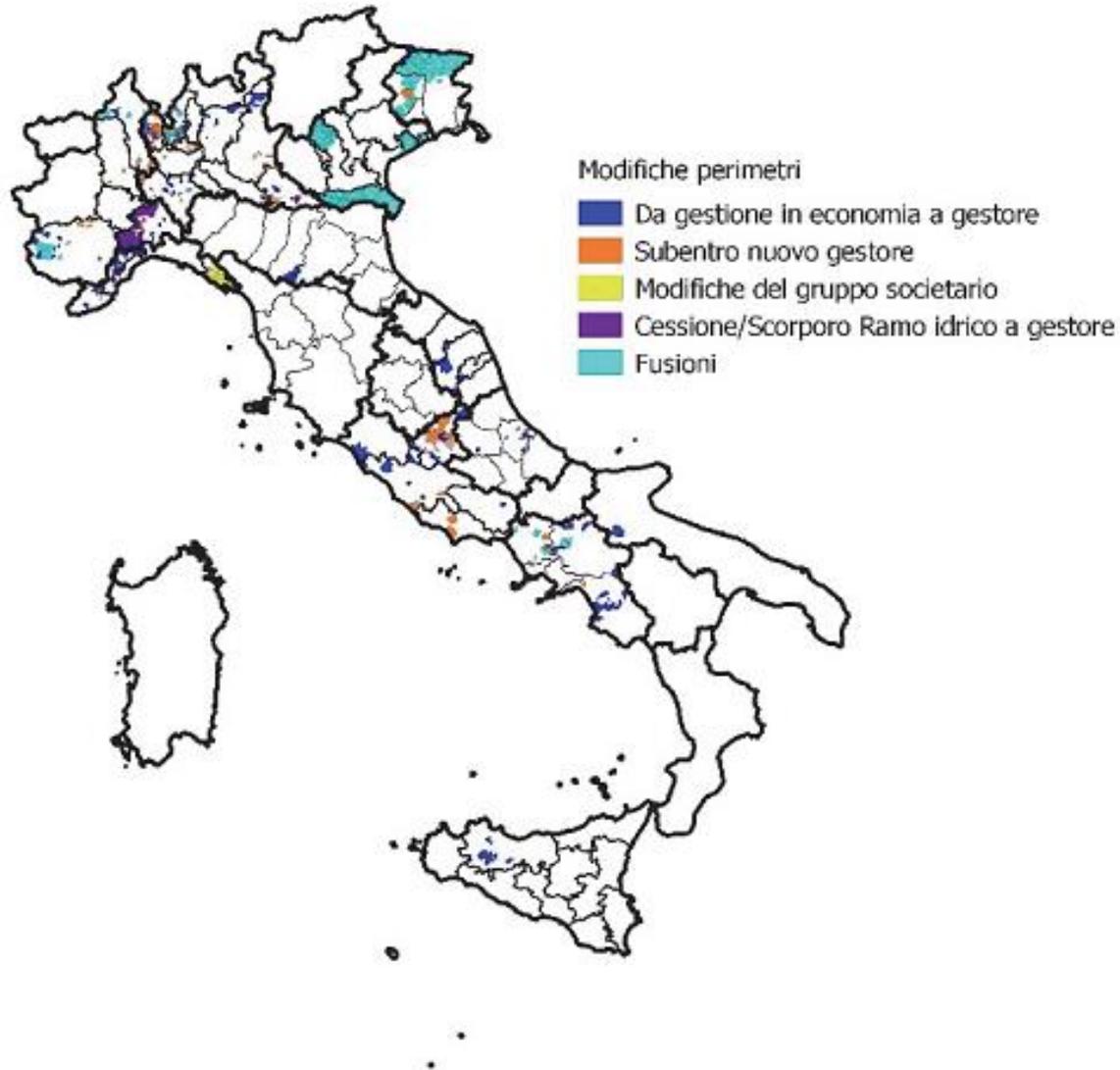
Affidamenti 2008



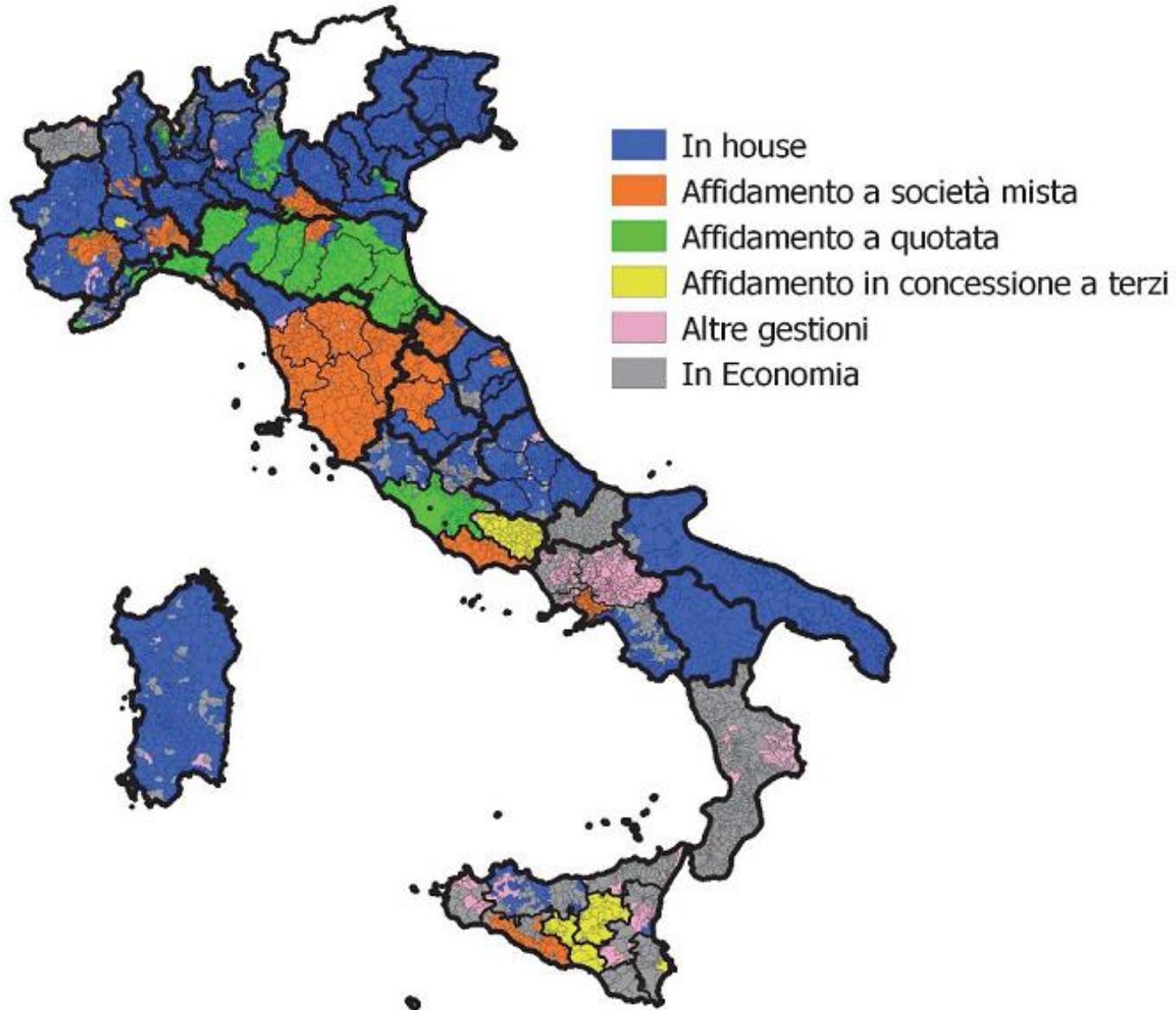
Affidamenti 2019



Recent developments



Management models



The emerging market structure

- The market leaders:
 - Former municipal companies quoted on the stock exchange
 - Having an original entrustment before quotation
 - Organized as multiutilities (electricity, gas, waste, water) ⇔ exploit industrial and financial synergies
 - Progressively growing through mergers and acquisitions
- The dominant choice, however, is the «in-house» model
 - Largest market share (although many small companies; biggest ones: ADP (Puglia); Abbanoa (Sardegna); MM and CAP (Milan); Veritas (VE))
- Market dynamics:
 - Mergers of public in-house companies ⇔ contract enlargement
 - Tenders in Emilia-Romagna (Reggio Emilia, Ravenna) as breakthrough cases of renovation ⇔ after original entrustments to quoted companies expire, evolve into PPP/concessionaires (or newly created in-house companies)
 - Very little involvement of international companies (if not as minority shareholders of quoted utilities)
 - Financial investors complemented by public lending facilities (EIB, CDP)

Breakdown of market shares

	PPP		Full delegation		Direct		Provisional		Total	
	ATO	POP	ATO	POP	ATO	POP	ATO	POP	ATO	POP
Fully private companies	4	3%	1	1%	-	0%	2	1%	7	4%
Quoted multiutilities (>50% public)	7	9%	4	4%	12	17%	4	2%	29	28%
100% Publicly-owned private-law companies	-	-	-	-	44	51%	6	4%	50	55%
Direct labour - Public law	-	-	-	-	-	-	9	6%	9	6%
Total	11	12%	5	5%	56	68%	21	15%	93	100%

NOTE: figures reflect an outdated situation, but are still representative

Prevalence of public entities (organized as corporate companies)

Key role of partially privatized multiutilities

Private sector has a marginal role in the «front office» (but much higher in the «back office»)

Phase-out of direct labour

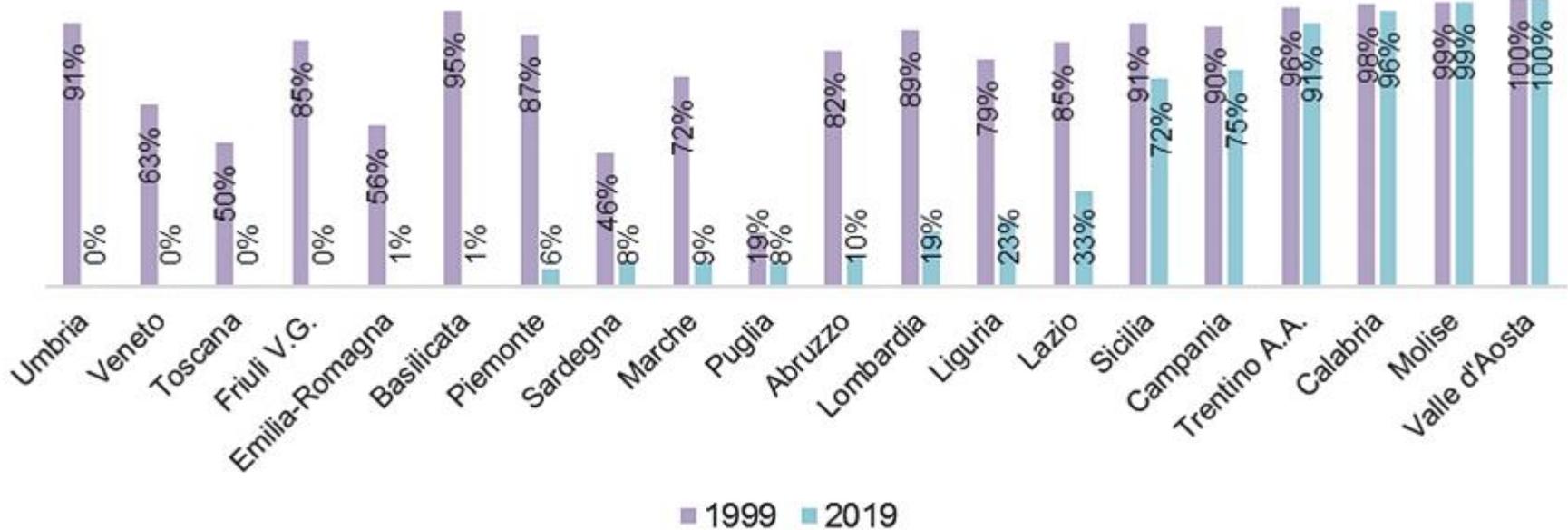
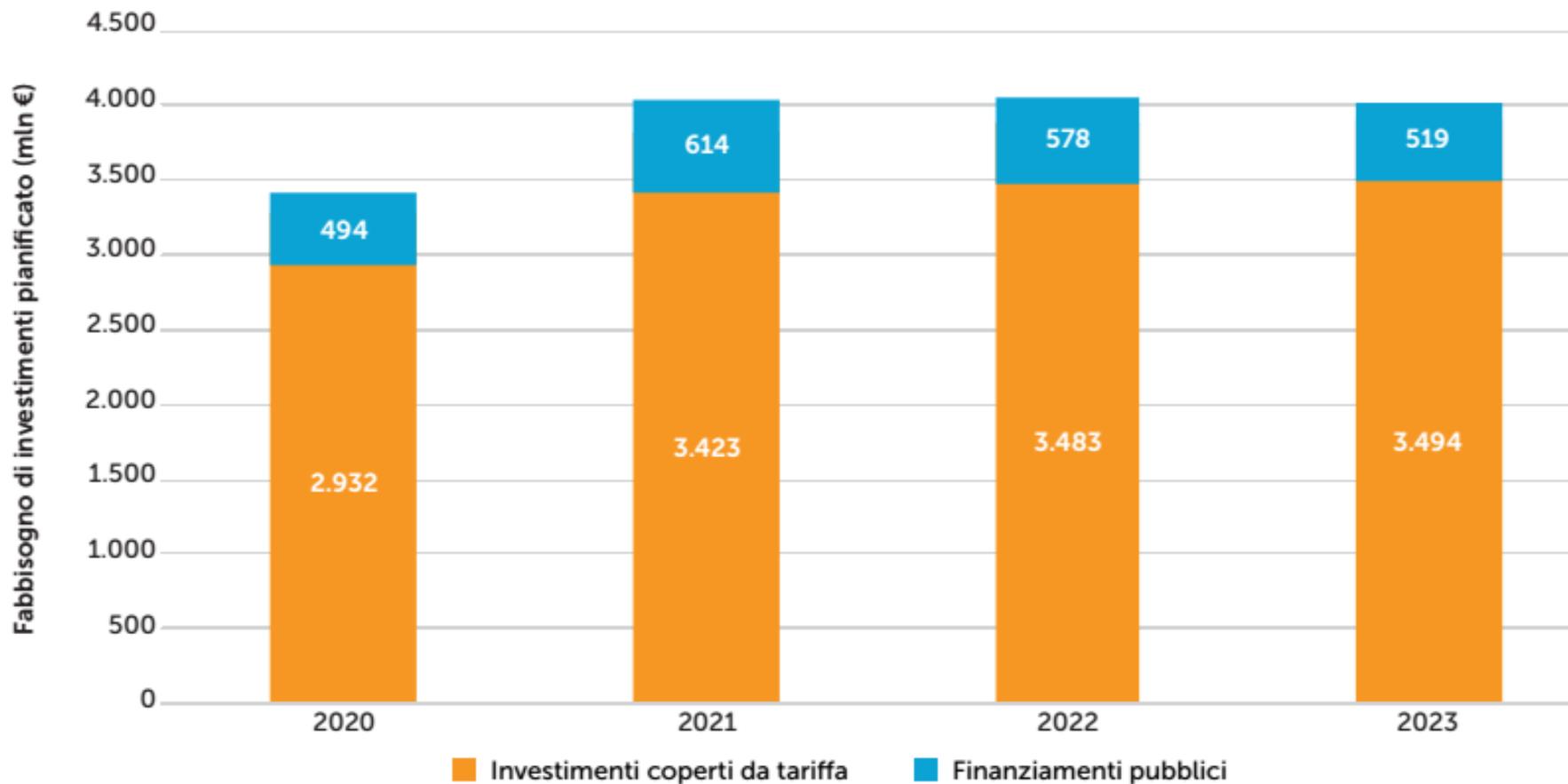
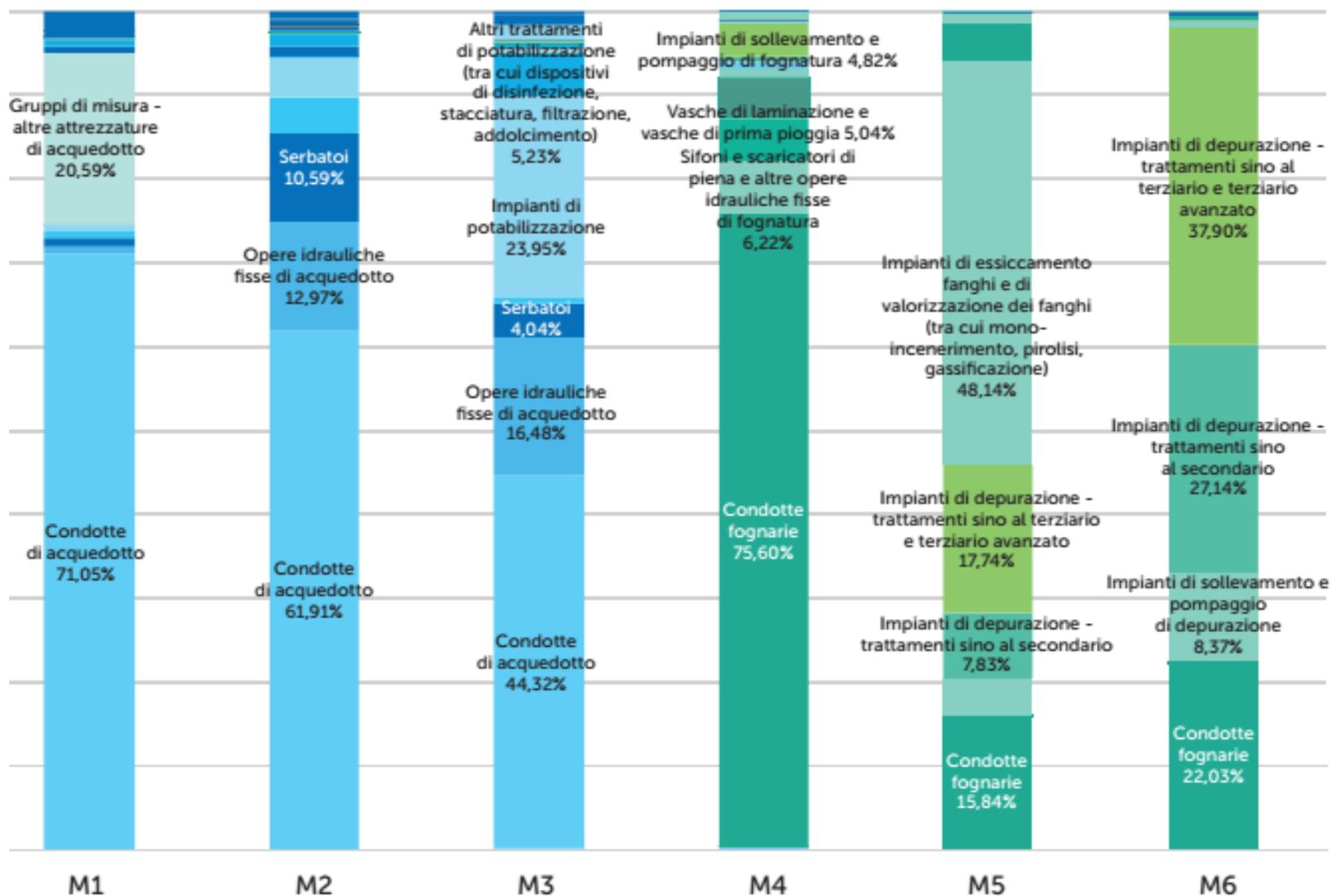


FIG. 5.59 Investimenti complessivi pianificati per il quadriennio 2020-2023 (estensione a livello nazionale del fabbisogno di investimenti pianificato in milioni di euro)



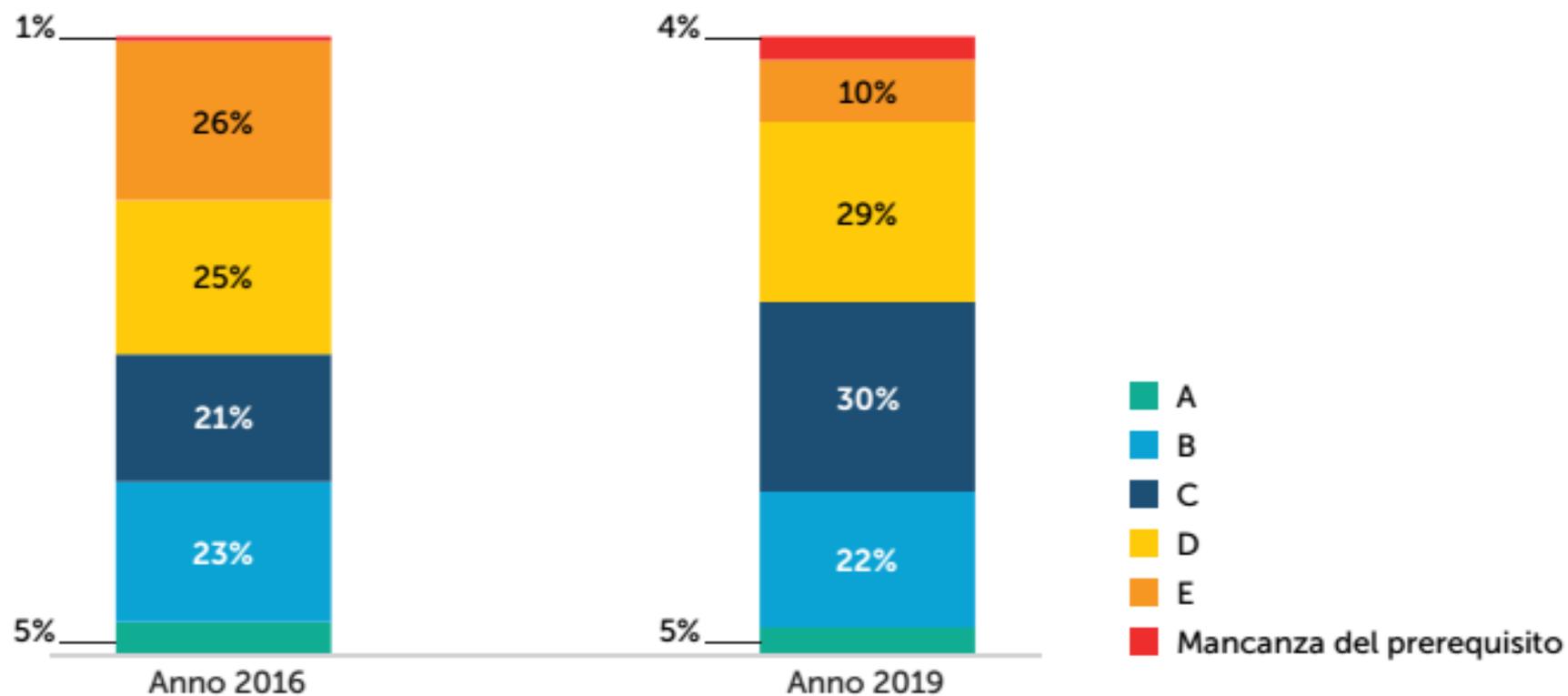
Stabile ripresa degli investimenti (ora nell'ordine dei 66 €/anno pro capite)
Ancora insufficienti (ma il doppio rispetto al decennio precedente)
Significativa capacità di autofinanziamento attraverso la leva tariffaria

Interventi principali riconducibili ai macro-indicatori di qualità tecnica, per fabbisogno finanziario nel periodo 2020-2023 (in percentuale)

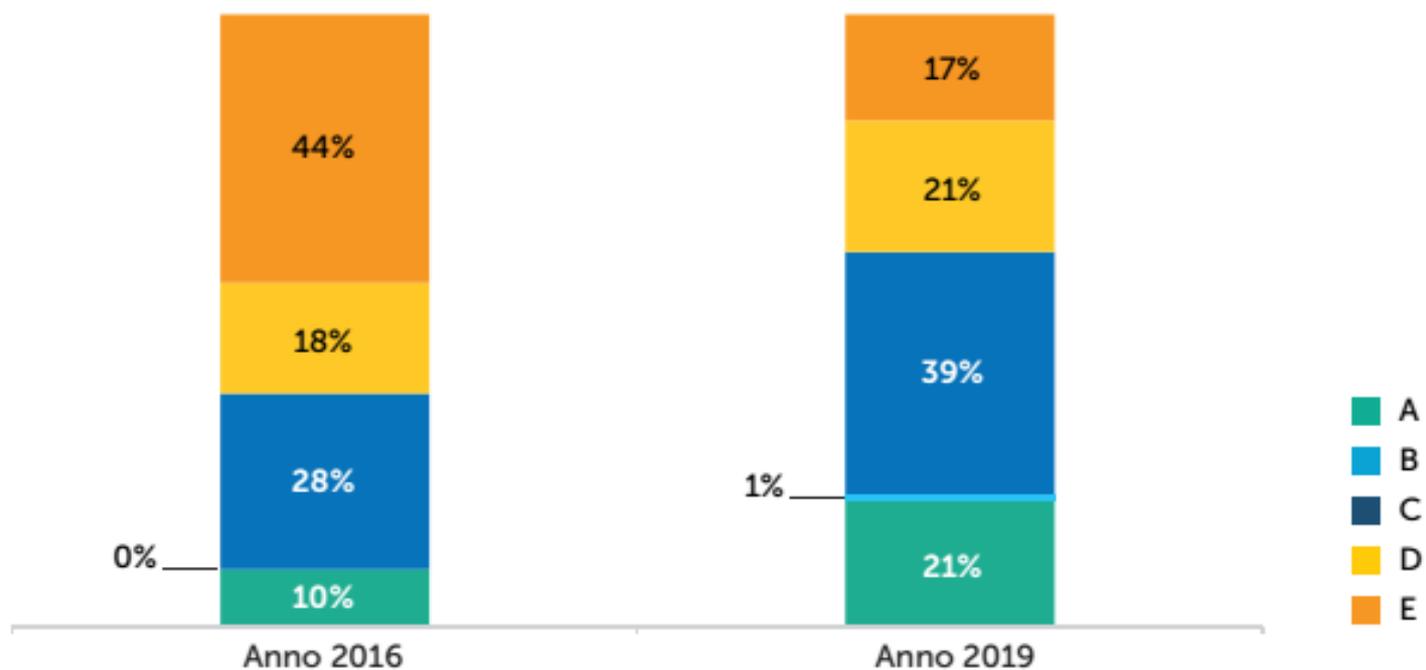


**I PRIMI RISULTATI: TIMIDI MA
INCORAGGIANTI**

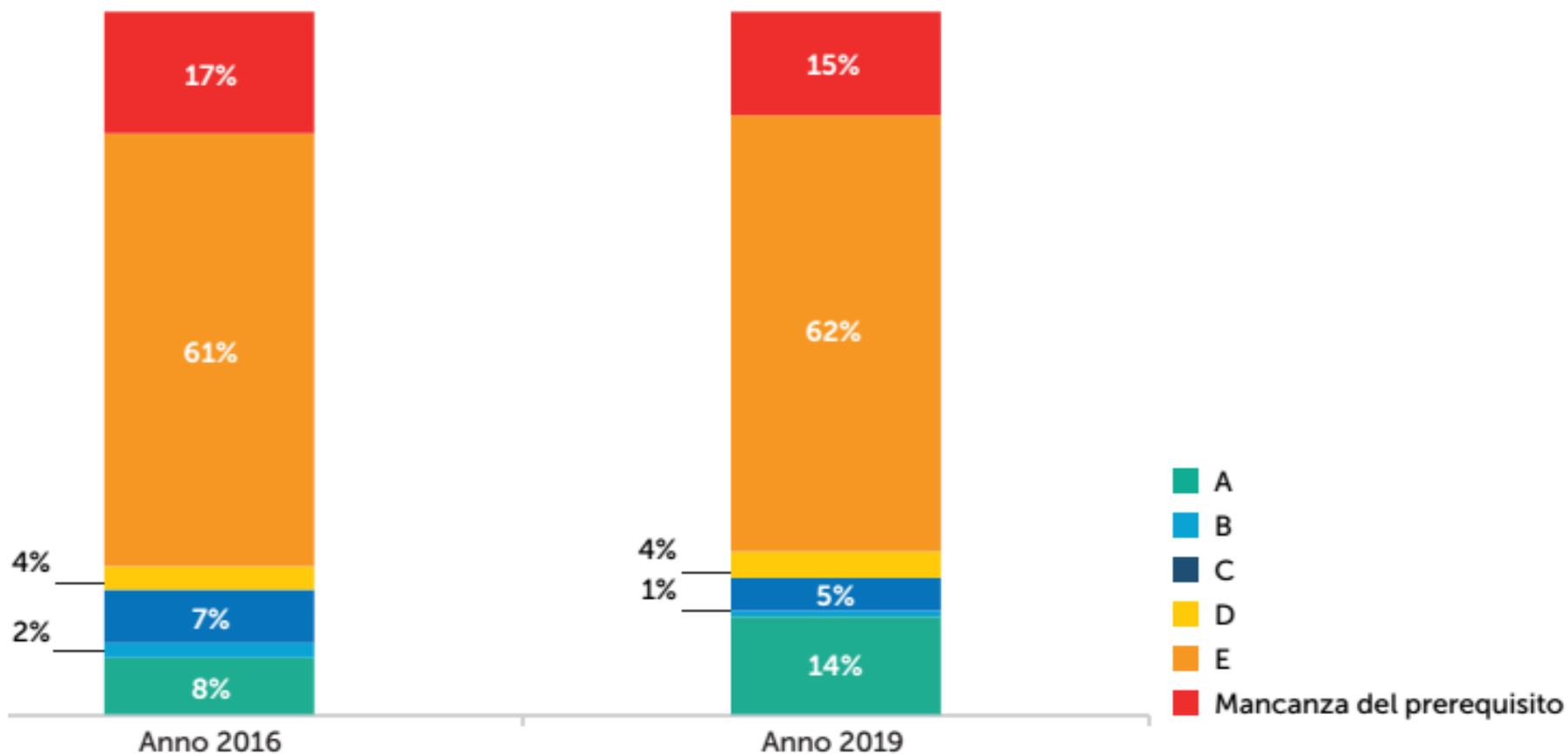
Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M "Perdite idriche"



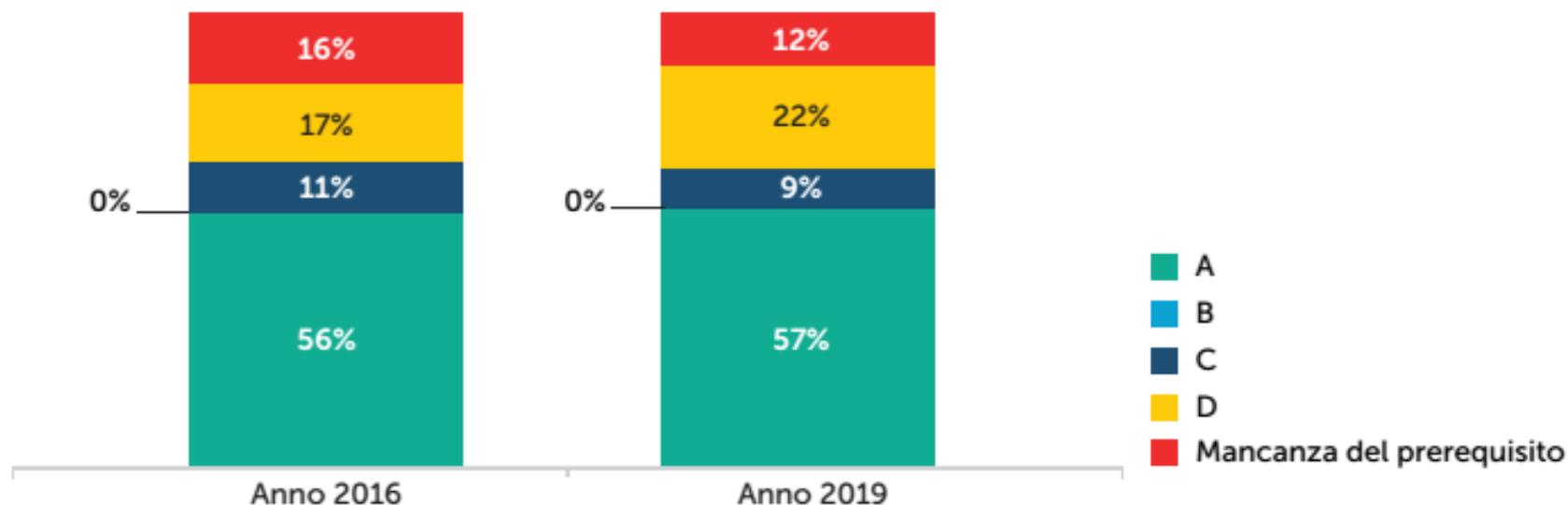
Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M3 "Qualità dell'acqua erogata"



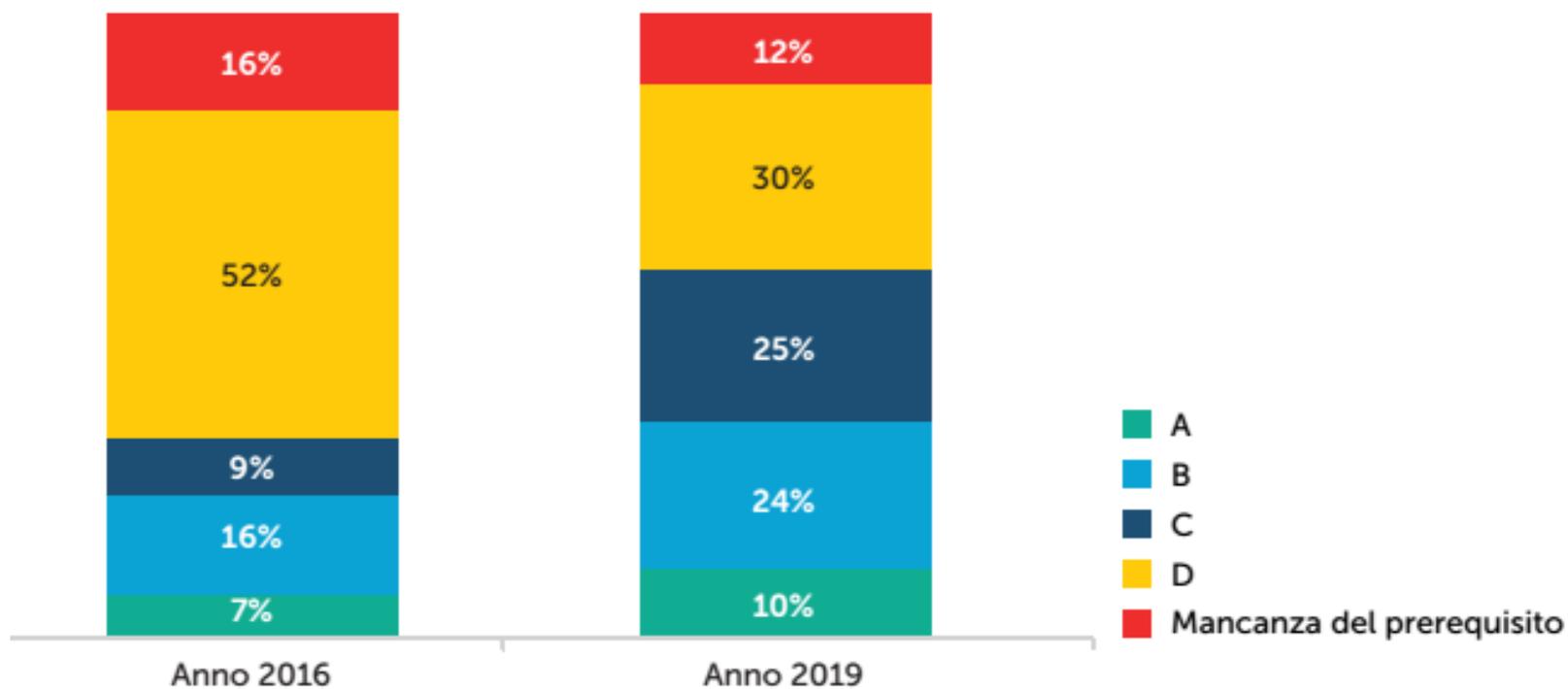
Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M4 "Adeguatezza del sistema fognario"



Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M5 "Smaltimento fanghi in discarica"



Distribuzione della popolazione per classi di appartenenza delle gestioni per il macro-indicatore M6 "Qualità dell'acqua depurata" (tasso di superamento dei limiti nei campioni di acqua scaricata)



Il bicchiere italiano: mezzo pieno o mezzo vuoto?

Nel bicchiere mezzo pieno c'è...

- Regolazione qualità tecnica e commerciale ha permesso finalmente di mettere a fuoco le esigenze di ammodernamento e focalizzare i piani di intervento
- Sostenibilità finanziaria ↔ attrazione investimenti
- Maturazione industriale evidente
- Condizioni abilitanti per una risposta «proattiva»

Nel bicchiere mezzo vuoto manca ...

- Investimenti ancora largamente insufficienti rispetto alle necessità
- Qualità ancora insufficiente soprattutto per depurazione
- «Media del pollo»: situazione sensibilmente migliore al nord

Conclusioni

- «Anche i ricchi piangono»: si è vulnerabili non perché si ha poca acqua, ma perché ci si è abituati ad usarla con larghezza
- «Si vis pacem, para bellum»: farsi trovare impreparati è il modo più sicuro perché i cambiamenti climatici facciano il massimo dei danni
- Gli spazi per agire sono molti, e l'adattamento, se pianificato per tempo, può non essere eccessivamente costoso
- C'è poco tempo, ma ci vuole tempo ⇔ il sistema idrico ha una grande «inerzia»; i costi dell'inazione si vedono troppo tardi
- Un sistema di gestione industriale è il prerequisito fondamentale per affrontare con serenità le sfide che ci attendono