

Webinar 19 gennaio 2026

# *Smart Infrastructure*

## *Le infrastrutture italiane tra sfide e innovazione*

**Enrico Barella** – co-Head Centro Studi TIM  
**Francesca Severi** - Senior Analyst Centro Studi TIM  
**Emanuela Vella** – Senior Analyst Centro Studi TIM



# Agenda



## Lo scenario europeo

Ruolo delle infrastrutture nella visione europea

La situazione nei principali Paesi UE

## Le infrastrutture in Italia

Lo stato dell'arte del sistema infrastrutturale italiano

## L'evoluzione del mercato

Il mercato del monitoraggio intelligente

## Stima degli impatti

Impatti economici

Impatti ambientali



Infrastrutture  
**CIVILI**



Infrastrutture  
**ENERGETICHE**



Infrastrutture  
**IDRICHE**

↗ <https://www.gruppotim.it/it/centro-studi-TIM.html>

## Smart Infrastructure

# Lo scenario europeo

**Enrico Barella** – co-Head Centro Studi TIM



# Perché un rapporto sulle infrastrutture?

Siamo in un momento di cambiamento epocale dal punto di vista infrastrutturale. La sensoristica, i droni, la disponibilità dei dati, l'intelligenza artificiale, la velocità delle connessioni trasforma le reti in **SMART INFRASTRUCTURES**, che si possono interconnettere e combinare tra di loro, creando un ecosistema più ampio e complesso.

## A quale dominio infrastrutturale appartiene una diga?



### IDRICO

Sbarramento di un corso d'acqua, per regolarne un flusso e creare un bacino idrico

### ENERGETICO

Genera energia idroelettrica, ospita impianti fotovoltaici galleggianti, fornisce acqua per produrre idrogeno

### TRASPORTO

Può trasformare fiumi in vie navigabili ed ospitare strade sulla cresta

### DIGITALE

Ospita antenne 5G per connettività avanzata e fornisce acqua per raffreddamento dei data center

### CIVILE

Grazie ai sensori rileva vibrazioni, variazioni di pressione e monitora la situazione climatica

Questo processo di cambiamento investe necessariamente tutto il tessuto infrastrutturale di un Paese che deve essere ripensato e riprogettato

# Le infrastrutture in Europa

Nella visione europea, infrastrutture e reti hanno sempre giocato un ruolo centrale per promuovere uno sviluppo economico e sociale dell'Unione...

**... ma nel corso degli ultimi trent'anni si è trasformata profondamente la loro funzione strategica per riflettere le priorità politiche di ciascuna fase storica.**



# Lo sviluppo infrastrutturale UE negli ultimi 30 anni: dalla “connettività fisica” alle «piattaforme abilitanti»

Anni 90

Primi anni 2000

Anni 2020

Trattato di Maastricht

Liberalizzazioni

White Paper on Growth,  
Competitiveness and Employment

Reti trans-europee (TEN)

Strategia di Lisbona

Digital Agenda

Next Generation EU

Digital Compass

Green Deal

Competitiveness Compass

Nasce l’Unione Europea (1992) e serve  
creare un mercato unico ed integrato  
anche attraverso lo sviluppo  
infrastrutturale

L’Unione Europea si allarga verso i  
Paesi dell’Est (2004). La  
digitalizzazione e la sostenibilità  
diventano centrali

Nel nuovo scenario geopolitico, in cui  
l’UE cerca di costruire una propria  
sovranità è strategico investire in reti  
autonome e resilienti

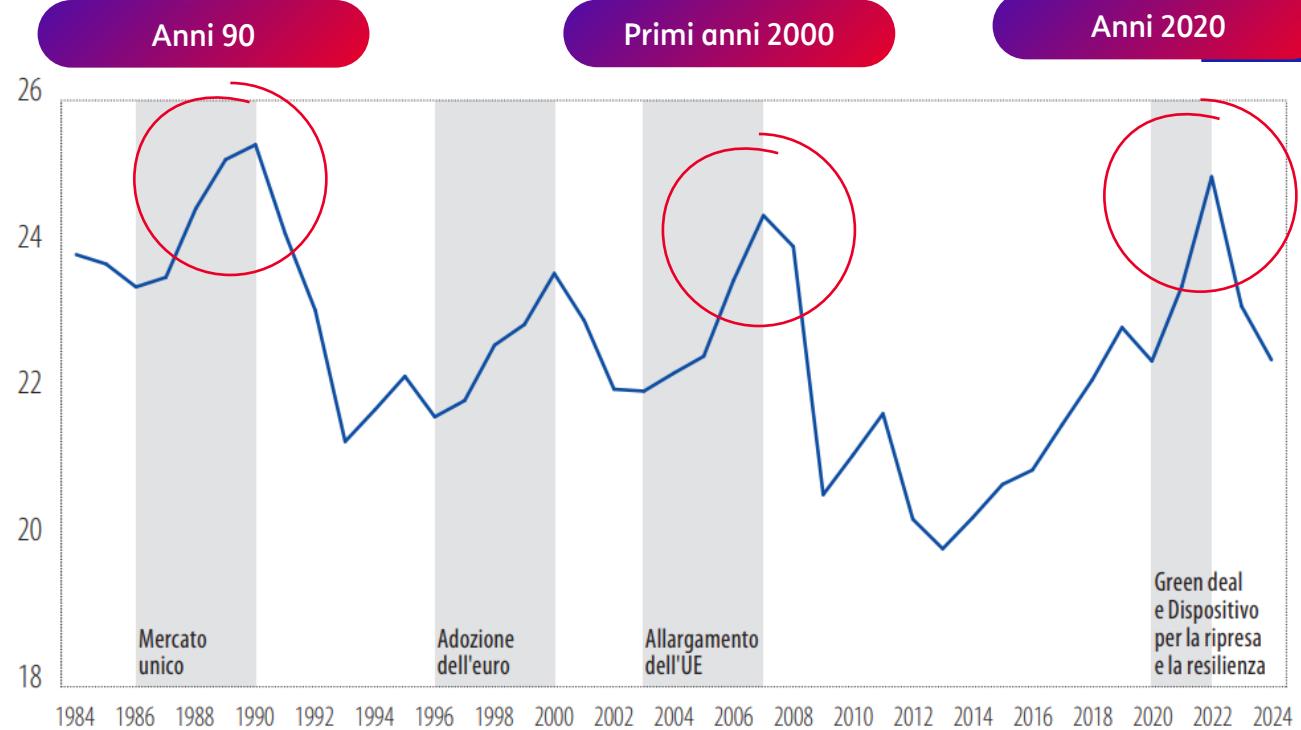
**Reti per creare un mercato  
unico ed integrato**

**Reti come driver di  
innovazione ed efficienza**

**Piattaforme abilitanti,  
sostenibili e resilienti**

# La strategia UE: le risorse

Tasso di investimento nell'Unione europea (% del PIL)



Fonte: BEI RAPPORTO SUGLI INVESTIMENTI 2024/2025

Next Generation EU  
Recovery & Resilience Facility  
Horizon Europe  
Connecting Europe Facility  
Digital EU Programme  
InvestEU  
RePowerEU

In discussione  
Quadro Finanziario  
Pluriennale 2028-2034

# Le risorse: il Recovery and Resilience Fund



## Infrastrutture di TRASPORTO



Quasi €83 miliardi destinati ai trasporti smart e sostenibili (circa 13% del totale RRF).

Italia, Spagna e Germania circa 60% del totale

+€26 Mld fondi CEF (2021-27)

**Trasporti ferroviari:** 59% in maggior parte indirizzati a TEN-T e European Rail Traffic Management System (ERTMS)

### Altre misure

- Trasporto urbano sostenibile
- Infrastrutture modalità alternative
- Finanz. veicoli a zero/basse emissioni
- Mobilità ciclabile



## Infrastrutture ENERGETICHE



Oltre €250 miliardi destinato a obiettivi “verdi” circa il 40% dei fondi RRF

Italia primo beneficiario in valore assoluto

+ REPowerEU (€210 Mld fino al 2027)

**Energie Rinnovabili:** 30-35% solare, eolico, idrogeno, biometano

### Altre misure

- Efficienza energetica 25-30%
- Reti e Infrastrutture 15-20%
- Mobilità sostenibile e Decarbonizzazione industria



## Infrastrutture IDRICHES



Almeno €13 miliardi (+ progetti in ambito Environment)

Italia e Spagna: 80% dei fondi RRF (circa 10 miliardi)

+€13 Mld fondi Coesione (2021-27)

**Gestione e conservazione delle risorse idriche:** 72,3% Esempi: riabilitazione di dighe, ottimizzazione risorse esistenti, creazione bacini.

**Efficientamento Fornitura di acqua potabile:** 19,6%

Esempio: riduzione perdite di rete.

**Raccolta e trattamento delle acque reflue con efficienza energetica:** 8,1%

## Smart Infrastructure

# La situazione nei principali Paesi UE

**Emanuela Vella** – Senior Analyst Centro Studi TIM



# Spagna: l'acqua come priorità «centrale»

Negli ultimi vent'anni, la Spagna ha profondamente innovato ed esteso la stato delle proprie infrastrutture di trasporto, energetiche e digitali

Rispetto ad altri Paesi europei, è stata posta negli ultimi mesi una forte attenzione sul tema delle infrastrutture idriche che rappresentano una forte criticità.

I programmi infrastrutturali attuali traguardano una trasformazione strutturale facendo ampio uso dei fondi europei integrandoli con le risorse nazionali.



## Energia

- Rete elettrica: 0,9 mln km. Gestita da 333 DSO e 1 TSO, Età reti trasmissione: 14 anni, reti distribuzione 23 anni
- Quota di smart meters: 99%
- Circa 12 miliardi allocati in Transizione Green in RRF



## Acqua

- Portata fiumi -12% Stima perdite idriche: -25% Età dighe: 56 anni
- Popolazione in aree a rischio idrico: 33%
- Quota smart meters: 50% a Madrid. A livello nazionale circa 1 milione di contatori
- La Spagna è con l'Italia il principale beneficiario dei fondi RFF per acqua
- Nel 2023 approvati Piani Idrologici del Terzo Ciclo (22,8 miliardi per 6500 misure) fino al 2027.
- Risorse stanziate insufficienti rispetto alle stime (85 miliardi 2025-35)



## Trasporto

- Spesa in infrastrutture trasporti 1,7% del PIL (2023)
- Quota rete AV: 20%
- In valore assoluto la Spagna ha ottenuto l'ammontare più alto dopo l'Italia (€10 miliardi) per trasporti smart e sostenibili



# Francia: decentralizzazione coordinata

La Francia è caratterizzata da una più spiccata componente di progettazione e pianificazione centralizzata, con costi accessori più contenuti grazie a iter più snelli

La rete dei trasporti, in particolare ferroviari, rappresenta un ambito che presenta un forte ritardo rispetto alle necessità. Una gran parte dei progetti RRF sono indirizzati verso l'ammodernamento di questa infrastruttura



## Energia

- Rete elettrica: 1,5 mln km. Gestita da 138 DSO e 1 TSO, Età reti trasmissione: 20-50 anni, reti distribuzione 17-25 anni
- Quota di smart meters: 94%
- Circa 9 miliardi allocati in Transizione Green in RRF.
- *Futurs énergétiques 2050* di RTE individua un percorso per raggiungere la neutralità climatica incentrato su un mix di nucleare e rinnovabili ed individua un fabbisogno di €100 miliardi nel decennio 2025-35



## Acqua

- Risorse idriche: -14%. Stima Perdite idriche: -20% Età dighe: 60 anni (al 2020)
- Popolazione in aree a rischio idrico: 12%
- Quota Smart meters: circa 5 milioni di unità, pari al 20% del totale (UE: 30%) con proiezione del 40% nel 2030
- Nel 2023 lanciato «Plan Eau» per la resilienza delle infrastrutture idriche
- Acque reflue: investimento per raccolta e riuso circa €80 procapite (UE: €45)



## Trasporto

- Spesa in infrastrutture trasporti 1,7% del PIL (2023)
- Quota rete AV: 16%
- In ambito RRF, a Francia ha ottenuto una delle quote più alte in progetti di adeguamento delle infrastrutture ferroviarie (TEN-T) e di sviluppo del sistema ERTMS (European Rail Traffic Management System)
- L'ambito ferroviario rappresenta una delle infrastrutture che lamenta i maggiori ritardi in termini di sviluppo



# Germania: l'interesse pubblico come acceleratore

Il nuovo governo tedesco ha presentato un progetto ambizioso per modernizzare le infrastrutture del Paese, aumentando la spesa pubblica, mobilitando capitali privati.

È prevista una revisione partecipazione stato in settori chiave e l'identificazione di progetti di interesse pubblico prevalente per accelerare i tempi

Forte attenzione ad energia e trasporto ferroviario



## Energia

- Rete elettrica: 2,2 mln km. Gestita da 866 DSO e 4 TSO, Età reti trasmissione: 13 anni
- Espansione della rete elettrica in ritardo di 7 anni e 6 000 km (ECA)
- Quota smart metering: 1%
- Quota budget tedesco transizione green in RRF aumentato per effetto di REPowerEU (ora è intorno al 50%)
- Obiettivo net-zero entro il 2035 (-15 anni vs 2050)
- Battery Energy Storage System: progetto di interesse pubblico prevalente



## Acqua

- Stima perdite idriche: 5-6% Età media dighe: 70 anni (al 2020)
- Popolazione in aree a rischio idrico: 4,5%
- Quota Smart meters: 1,5 mln circa 2,8% del totale
- Strategia nazionale acqua (2023, la prima in assoluto)
- Investimenti: circa 10 miliardi/anno, ma nessun progetto presentato in RRF
- Acque reflue: investimento per raccolta e riuso circa €50 procapite (UE:€45)
- Si stima un fabbisogno di 40 miliardi di euro/anno (smaltimento e riuso)



## Trasporto

- Spesa in infrastrutture trasporti 2,1% del PIL (2023)
- Quota rete AV: 8%
- Il 20% circa del piano RRF tedesco è destinato alle infrastrutture di mobilità, la seconda più alta e la terza in valore assoluto (circa €8 miliardi)
- Eisenbahn infrastrukturfond fondo nazionale per il potenziamento della rete ferroviaria (€100 Mld fino al 2029)
- Espansione reti ricarica elettrica ed idrogeno (veicoli commerciali)



## Progetti di Interesse Pubblico Prevalente

# Regno Unito: governance di progetto come asset chiave



## STRATEGIA

- UK Infrastructure: A 10 Year Strategy, avviata quest'anno con l'obiettivo di Trasformare infrastrutture economiche e sociali per crescita, resilienza e sostenibilità
- Piano pluriennale >£725 miliardi in infrastrutture pubbliche e private (trasporti, acqua, energia, digitale + scuole e sanità)

## OBIETTIVI

- Diventare clean energy superpower e raggiungere net zero
- Potenziamento delle reti ferroviarie e stradali per migliorare la connettività tra regioni.
- Investimenti in digital infrastructure (fibra ottica e 5G) per colmare il divario digitale
- Sostegno a settori emergenti (tecnologie verdi, AI, biotech) per stimolare crescita e occupazione

## GOVERNANCE

- Semplificazione del processo: individuati oltre 780 progetti pubblici e privati monitorati dalla Infrastructure and Projects Authority (IPA), che assicura il monitoraggio puntuale dei progressi, la gestione dei costi e la riduzione degli ostacoli burocratici.



# Italia: tra eccellenza e inefficienza

L'Italia è stato il Paese che ha beneficiato maggiormente dei fondi RFF per il rilancio delle economie europee post-Covid.

**Investimenti importanti in Energia e Trasporti. Meno risorse indirizzate alle infrastrutture idriche**

**Tempi di realizzazioni lunghi e rallentamenti burocratici. Sono stati attuati commissariamenti per snellire i processi**



## Energia

- Rete elettrica: 1,4 mln km. Gestita da 123 DSO e 1 TSO
- Quota di smart meters: 100%, la più alta in Europa
- Circa 28 miliardi allocati in Transizione Green in RRF
- Piano di Sviluppo della rete elettrica 2025-2034 (Terna) per oltre €23 miliardi in coerenza con obiettivi del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC).
- Necessità di collegare Sud (energia rinnovabile)-Nord (maggiore domanda)
- Rallentamento evoluzione rinnovabili a causa dello stato infrastrutturale



## Acqua

- Perdite idriche: 40% (50% in alcune aree Sud). Età media dighe: 67 anni. Il 60% della rete ha oltre 30 anni, il 33% 30-50 anni
- Età media contatori: 25 anni
- Popolazione in aree a rischio idrico : 31%
- Quota di Smart meters: 3,5 milioni circa 17% del totale (EU: 30%).
- L'Italia il con la Spagna principale beneficiario dei fondi RFF per acqua
- Acque reflue: investimento per raccolta e riuso circa €20 procapite (UE: €45)
- Tempi realizzazioni reti idriche: 6 anni



## Trasporto

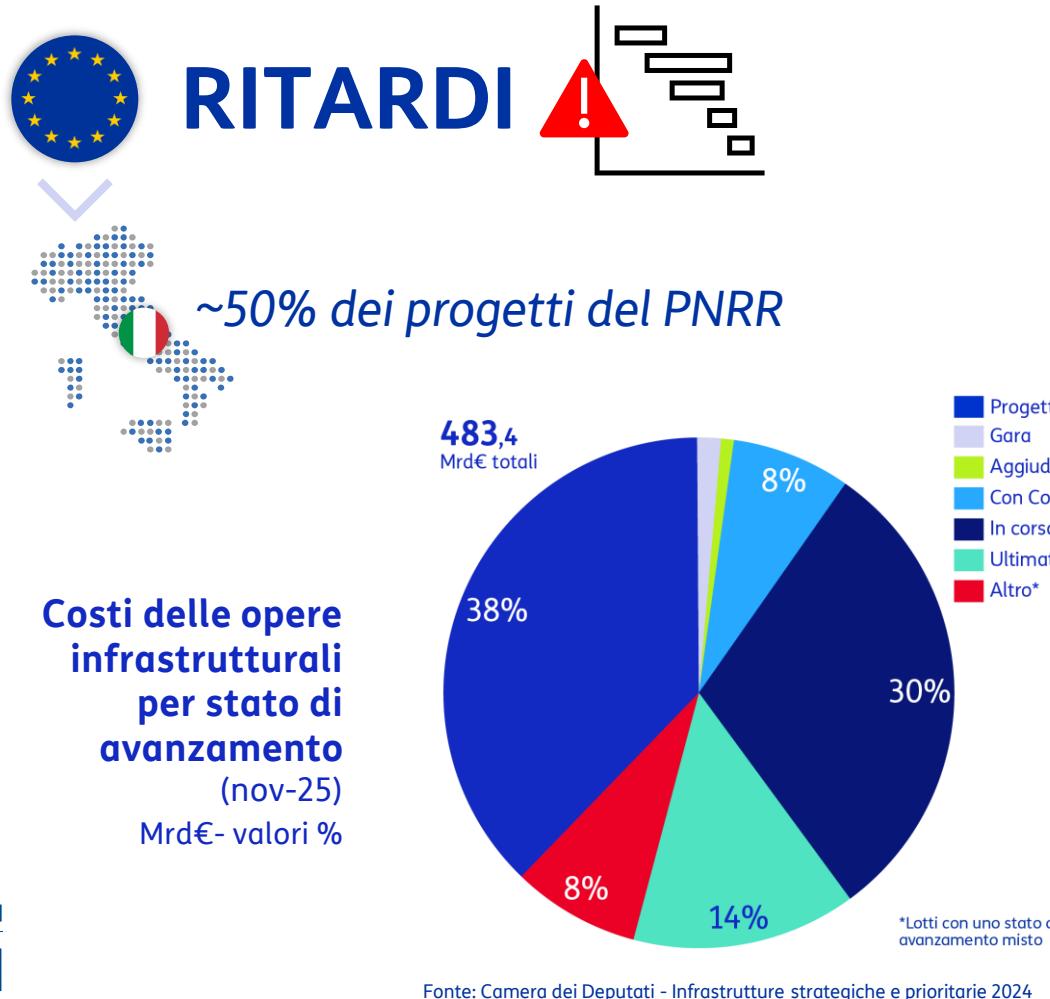
- Spesa in infrastrutture trasporti 1,5% del PIL (2023)
- Quota rete AV: 4,4%
- In valore assoluto l'Italia ha ottenuto la quota più alta del RRF per i trasporti (€34 miliardi)
- Stato avanzamento Piano Infrastrutture prioritarie a giugno 2025, disponibilità finanziarie €65 mld., Investimenti in ferrovie >€43 mld
- Tempi di realizzazione progetti: ferrovie: 13 anni, strade autostrade: 6 anni. Porti: 5 anni



## Commissari straordinari

# Linee guida e ostacoli comuni

## Recovery and Resilience Facility (RRF)



## Le cause

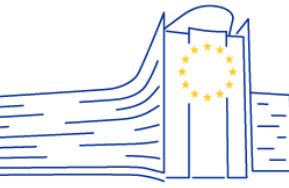
- Governance
- Burocrazia

## Le soluzioni

- Piattaforme digitali
- Semplificazione amministrativa
- Processi flessibili

# Da resistenza a resilienza: adattarsi, assorbire gli urti, trasformarsi

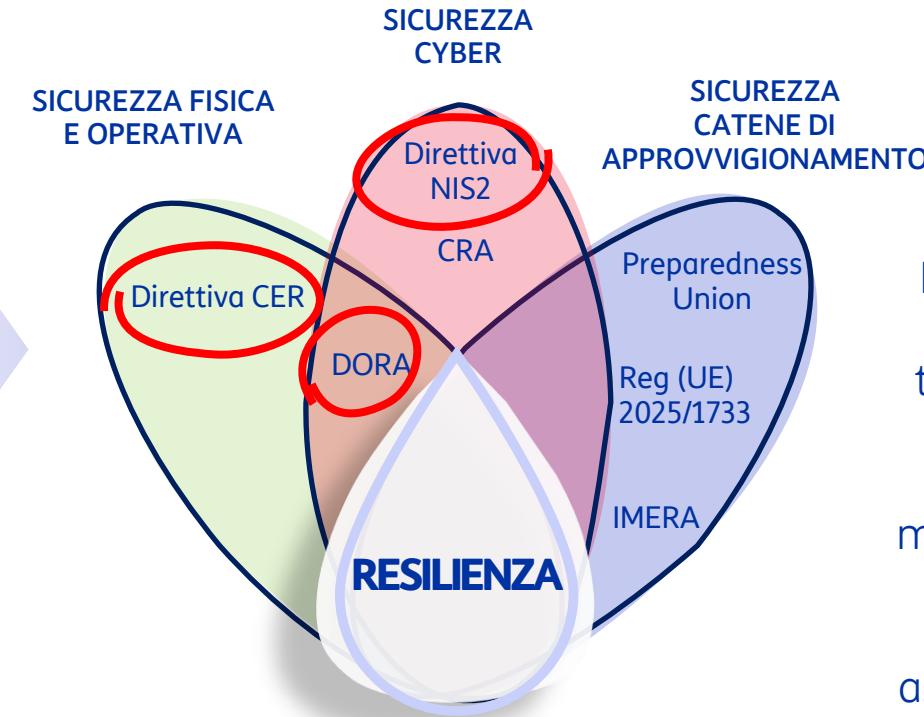
Danni per eventi climatici estremi: **738 €mld** (1980-2023)



Strategic Foresight Report (Set 2025)  
**RESILIENZA 2.0**

anticipare le crisi  
tramite

1. Preparazione e sicurezza  
*sistemi data-driven*
2. Tecnologia con regole  
*diritti, privacy, cybersecurity*
3. Autonomia strategica



L'Unione Europea ha costruito nel tempo un sistema di Direttive e Regolamenti per mettere in sicurezza le infrastrutture strategiche e assicurare resilienza

# Agenda



## Lo scenario europeo

Ruolo delle infrastrutture nella visione europea

*La situazione nei principali Paesi UE*

## Le infrastrutture in Italia

*Lo stato dell'arte del sistema infrastrutturale italiano*

## L'evoluzione del mercato

*Il mercato del monitoraggio intelligente*

## Stima degli impatti

*Impatti economici*

*Impatti ambientali*



Infrastrutture  
**CIVILI**



Infrastrutture  
**ENERGETICHE**



Infrastrutture  
**IDRICHE**

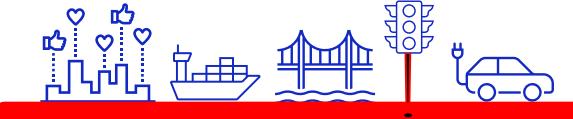
↗ <https://www.gruppotim.it/it/centro-studi-TIM.html>

# Smart Infrastructure Infrastrutture civili

**Francesca Severi** – Senior Analyst Centro Studi TIM



# La situazione delle infrastrutture civili



Rete stradale **840.000 km**

**4%** Strade statali e autostrade

Enti locali gestiscono **96%**  
con **8.027** gestori

**> 60.000** Ponti

Gallerie **> 2.200**

**50%**

Il **50% della rete autostradale** italiana è composta da infrastrutture che hanno più di **40 anni** e richiedono lavori di manutenzione strutturale

Sono i ponti che presentano «**altissimo rischio strutturale**»

**1.900**

**54%**

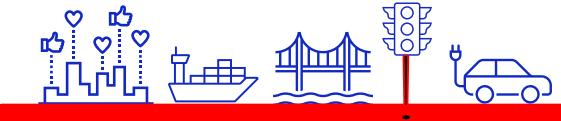
Il **54% del tempo** per realizzare un'opera è assorbito dalla **burocrazia**, tuttavia il digitale può migliorare **sicurezza, sostenibilità e gestione amministrativa**

Il MIT ha destinato **40,3 miliardi di euro** del PNRR a interventi e misure per il miglioramento delle **infrastrutture italiane**, da impiegare **entro il 2026**

**40,3  
mrd €**

Nel 2020 il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha emanato le Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza e il monitoraggio dei ponti esistenti che riguardano la gestione della sicurezza dei ponti e dei viadotti esistenti, nel 2022 le linee guida per le gallerie. Entrambi citano espressamente il SHM (Structural Health Monitoring)

# L'evoluzione tecnologica del monitoraggio intelligente



Negli ultimi anni, l'evoluzione dello SHM è stata guidata da tre fattori principali:

## Lo sviluppo della sensoristica avanzata

Dai tradizionali estensimetri e accelerometri si è passati a sensori in fibra ottica, capaci di misurare deformazioni e temperatura lungo intere strutture.

## Le diffusione delle reti di comunicazione wireless

che hanno eliminato la complessità dei cablaggi, consentendo la creazione di sistemi auto-organizzanti, scalabili e resilienti.

Ha permesso di integrare sensori per variabili ambientali e operative.

## L'aumento della potenza di calcolo e tecnologie di Intelligenza Artificiale.

La difficoltà di sviluppare modelli analitici predittivi completi ha portato all'adozione di approcci data-driven, basati su algoritmi statistici e di machine learning.

Categoria	Sottotipo	Descrizione	Caratteristiche	Esempi
ORIZZONTE TEMPORALE In base alla tempistica del monitoraggio	BREVE TERMINE	Controllo temporaneo con sensori che restano in funzione per periodi brevi. Serve per ottenere informazioni puntuale o seguire interventi specifici.	Interventi mirati, durata breve, quantità di dati raccolti limitata	Demolizioni, lavori di risanamento
ESTENSIONE Definisce se il monitoraggio riguarda l'intera struttura o singoli elementi.	LUNGO TERMINE	Sistemi permanenti per analisi prolungate. Indicato per degrado lento o studio del comportamento complessivo.	Grande quantità di dati raccolti, utilizzo di strumenti sofisticati di rilevazione.	Formazione di fessure, assestamento fondazioni
MODALITÀ Si riferisce alla frequenza e al tipo di fenomeni osservati.	GLOBALE	Analisi dell'intera struttura.	Comportamento complessivo.	Vibrazioni
	LOCALE	Osservazione di danni su singoli elementi.	Dettaglio su elementi critici.	Propagazione di fessure, deformazione di campate
	STATICO	Parametri che cambiano lentamente (temperatura, umidità, spostamenti).	Misurazioni lente e regolari.	Rilevazioni ogni ora
	DINAMICO	Fenomeni rapidi (vibrazioni). Si possono utilizzare due strategie: misurazioni a intervalli regolari (12-24 ore) con frequenze elevate (circa 200 Hz) per definire un modello di comportamento oppure misurazioni attivate ad un superamento di soglia (trigger).	Analisi evoluzione dinamica, rilevamento anomalie.	Vibrazioni da traffico, passaggio veicoli pesanti
TECNOLOGIE DI MONITORAGGIO STRUTTURALE In funzione delle soluzioni tecnologiche	WIRED	Comunicazione via cavo (fili, coassiali, fibre ottiche). Vantaggi: alta banda, maggiore affidabilità. Svantaggi: costi elevati, complessità.	Metodi sofisticati (vibrazioni, fusione dati).	Williamsburg Bridge, Manhattan Bridge
	WIRELESS	Comunicazione senza fili. Vantaggi: installazione semplice, costi ridotti. Svantaggi: banda limitata, perdita segnale.	Facilità di manutenzione, integrazione IoT e 5G.	Accelerometri, inclinometri

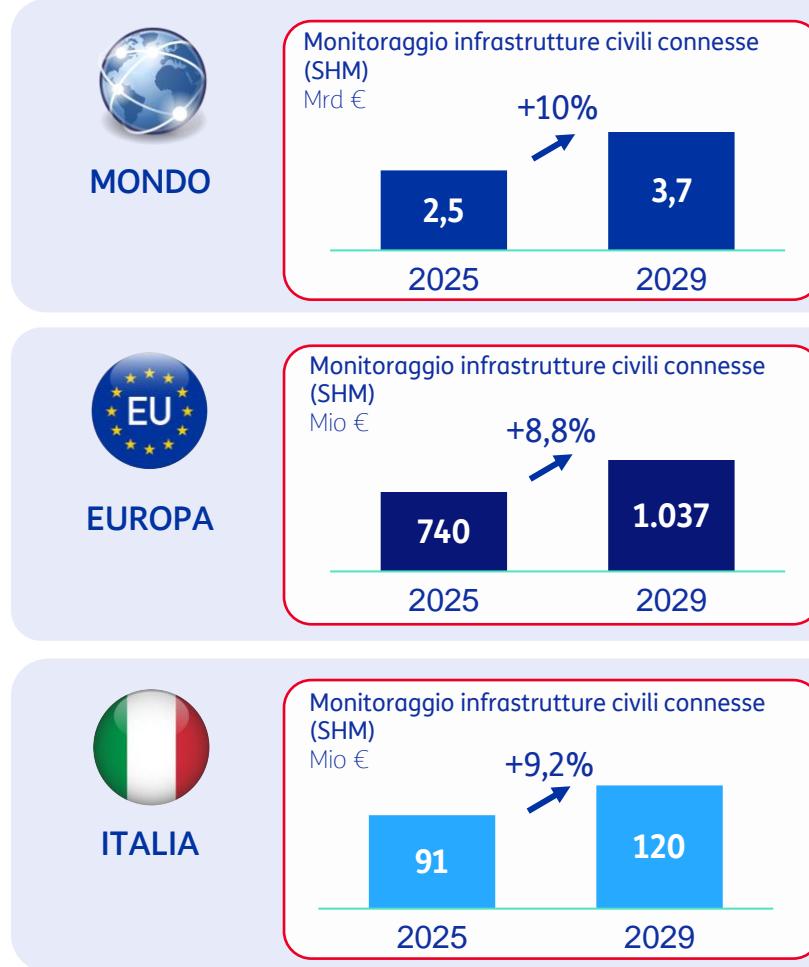
# Driver dell'adozione del monitoraggio per infrastrutture civili sicure, efficienti e sostenibili

**Sicurezza e riduzione del rischio**  
rilevazioni data driven per rilevare difetti in fase di costruzione e degradi progressivi, reattività a eventi imprevisti

**Manutenzione predittiva**  
da una strategia “time-scheduled” a una “condition-based”, ottimizzando costi e tempi

**Rapporto costo beneficio**  
il costo di implementazione è irrisorio rispetto alle perdite economiche causate da chiusure o inagibilità

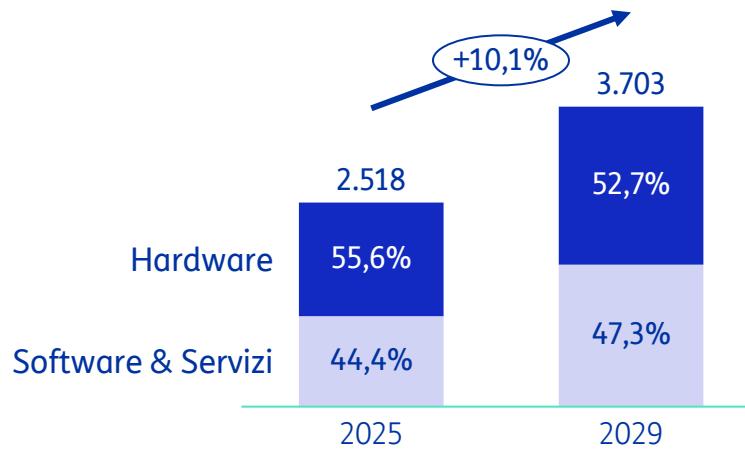
**Sostenibilità e impatto sociale**  
riduce sprechi di risorse, supporta strategie di asset management, aumenta la sicurezza di dipendenti e cittadini



Fonte: MarketsandMarkets 2024

# Focus sul mercato dei sistemi SHM

Il mercato globale di Monitoraggio Infrastrutture Connesse per offerta (Mio €)



CAGR '25-'29



Fonte: "Structural Health Monitoring Market" - MarketsandMarkets 2024

CENTRO STUDI



1.037

25,0%

740

25,5%

25,9%

14,0%

12,2%

8,1%

14,3%

27,0%

13,0%

12,4%

7,5%

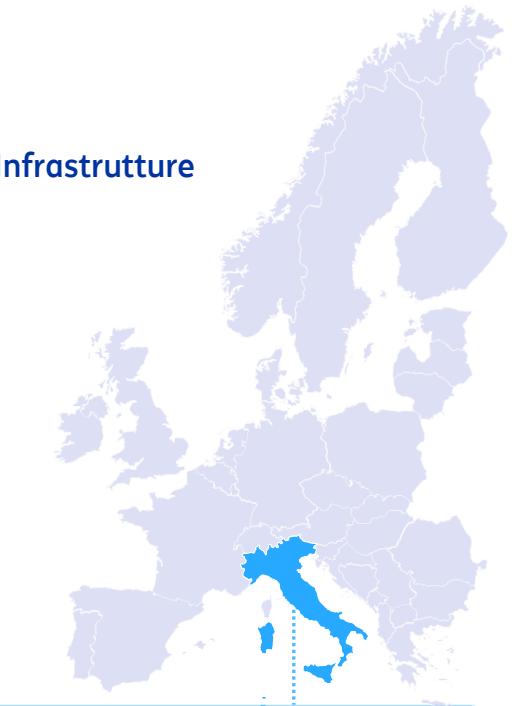
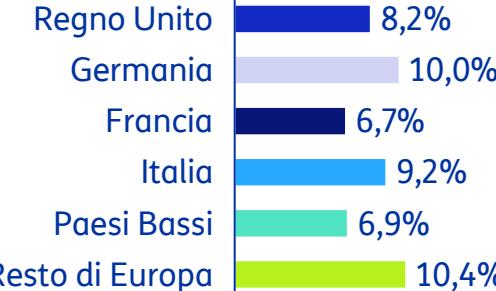
15,1%

2025

2029

Il mercato europeo di Monitoraggio Infrastrutture Connesse per paese (Mio €)

CAGR '25-'29



Mercato italiano del monitoraggio infrastrutture connesse (Mio€)

Il mercato italiano del monitoraggio infrastrutturale crescerà da 91 a 129 milioni di euro entro il 2029. Il segmento Wired manterrà una quota del 68% ma il wireless, spinto da IoT e cloud, crescerà più rapidamente (CAGR 11,7%). La tendenza privilegia efficienza, scalabilità e sostenibilità per infrastrutture smart e resilienti.



# I benefici economici e ambientali dell'adozione del monitoraggio delle infrastrutture civili



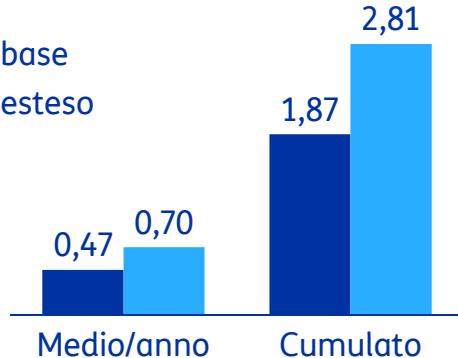
Taglio costi di manutenzione strade<sup>1</sup>

20-30%

## Simulazione risparmi su manutenzione strade<sup>2</sup>

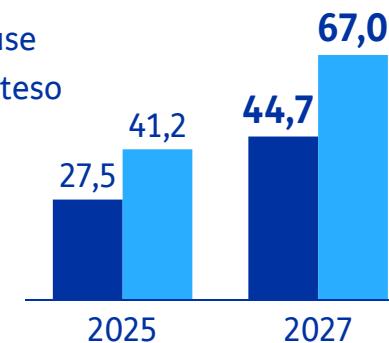
Mrd€

Scenario base  
Scenario esteso



## Risparmi di emissioni di gas serra da riduzione ispezioni ktCO2eq

Scenario base  
Scenario esteso



Risparmi sugli investimenti in grandi infrastrutture critiche

-31%

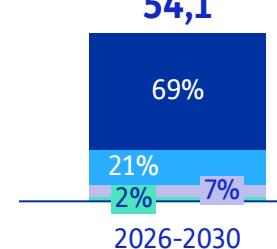
## Cost-Benefits Analysis in SHM Projects

- Costo soluzioni di monitoraggio ca. 3% del totale
- L'analisi data driven consente di agire solo sulle strutture che necessitano sostituzione
- Il monitoraggio aumenta del 36% la conformità strutturale e può prevenire fino al 27% dei crolli e oltre l'80% degli incidenti strutturali legati a usura e invecchiamento.

## Risparmi cumulati su investimenti in infrastrutture<sup>3</sup>

Mrd€

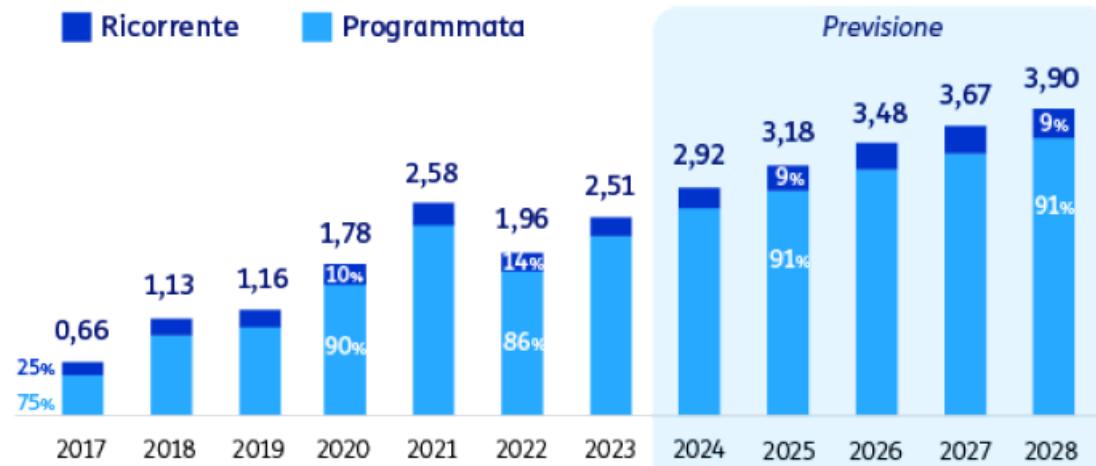
Strade e Autostrade  
Metropolitane e Tranvie  
Porti, Aeroporti, Ciclovie  
Idrico, Mo.S.E., Edilizia Pubblica



# Costi strade ANAS: 20–30% di risparmio medio annuo con monitoraggio e AI



## Costi di manutenzione delle strade ANAS (Mrd €)



Fonte: bilanci ANAS 2018-2024. Elaborazioni Centro Studi TIM

- un risparmio medio/anno compreso tra 470 e 700 milioni di euro
- Pari ad un risparmio cumulato nel periodo '25-'28 compreso tra 1,87 e 2,81 miliardi di euro

CENTRO STUDI

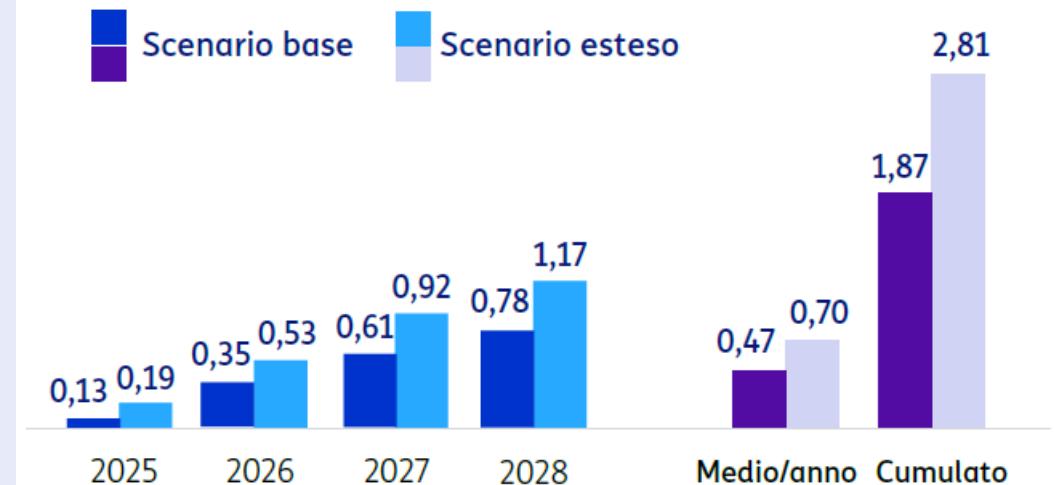
**TIM**

[1 https://ance.it/2025/02/ance-impatto-ia-nelle-costruzioni-fino-a-150-miliardi-di-dollari/](https://ance.it/2025/02/ance-impatto-ia-nelle-costruzioni-fino-a-150-miliardi-di-dollari/)

Secondo una indagine di ANCE l'impiego del monitoraggio strutturale e dell'intelligenza artificiale nelle attività di costruzione può generare una riduzione dal 20% al 30% dei costi di manutenzione<sup>1</sup>.

Assumendo di poter raggiungere in 4 anni il tasso di risparmio a regime e applicando questo risultato ad una previsione sui costi ANAS di manutenzione ordinaria (sia ricorrente sia programmata) nei prossimi 4 anni (2025-2028), che l'applicazione di queste tecnologie alla manutenzione ordinaria delle strade italiane potrebbe portare:

## Risparmi sui costi di manutenzione strade ANAS indotti dal monitoraggio strutturale e l'AI (Mrd €)



Fonte: Elaborazioni Centro Studi TIM su dati da bilanci ANAS 2018-2024.

# Prevenzione crolli: monitoraggio strutturale può evitare oltre l'80% dei cedimenti progressivi



Il monitoraggio strutturale può impedire il 27%<sup>1</sup> degli eventi di crollo infrastrutturale di tipo severo (1-2 eventi l'anno)<sup>2</sup>.

Attraverso il monitoraggio strutturale è possibile **prevenire tutti i crolli causati da:**

1. **Degrado progressivo** e non visibile (corrosione dell'acciaio, cavi precompressione, fatica metallica).
2. **Eventi improvvisi e imprevedibili** (terremoti, alluvioni, urti di mezzi navali).
3. **Errori di progettazione o costruzione** che si manifestano nel tempo.

Un sistema di monitoraggio avanzato, se applicato su vasta scala, potrebbe potenzialmente prevenire la maggior parte dei crolli, eccetto quelli causati da eventi catastrofici di entità superiore alla resistenza della struttura (es. un terremoto di magnitudo estrema).

## Eventi catastrofici, come il Crollo del Ponte Morandi

**(Genova, 2018):** Un sistema di monitoraggio avrebbe potuto rilevare la corrosione dei cavi di sospensione e gli anomali assestamenti del pilone anni prima del cedimento.

**Cedimenti Graduali:** La stragrande maggioranza dei crolli non avviene all'improvviso ma è il culmine di un degrado progressivo. Il monitoraggio è estremamente efficace in questi scenari, potenzialmente prevenendo oltre l'80% degli incidenti strutturali legati a usura e invecchiamento.

**Eventi Estremi:** Durante un terremoto o un'alluvione, il monitoraggio in tempo reale può segnalare se la struttura ha superato le sue soglie di sicurezza e ha subito danni interni (non visibili), permettendo di chiuderla al traffico prevenendo un crollo successivo sotto il carico ordinario.

<sup>1</sup> In base a «Numa J. Bertola & Eugen - Framework to evaluate the value of monitoring technique information for structural performance monitoring» <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15732479.2023.2280727> il monitoraggio strutturale aumenta del 36% il livello di conformità (Capacità/Carico). Assumendo una distribuzione uniforme tra 0 ed 1 dei livelli di conformità nei casi di crollo (ipotesi prudente poiché è altamente probabile che nella maggior parte dei casi la conformità sia poco sotto 1), si ottiene Conformità limite  $\times 1,36 = 1 \rightarrow$  Conformità limite =  $1/(1,36) = 0,73$  pertanto riduzione crolli = 1-Conformità limite = 0,27.

<sup>2</sup> Il dato sui crolli annuali viene desunto dall'articolo "Considerations over the Italian road bridge infrastructure safety after the Polcevera viaduct collapse" di Bazzicchi et. al, che documenta cinque crolli di ponti stradali avvenuti in Italia nei quattro anni precedenti: Petrulla viadotto (2014), Annone (2016), Ancona (2017), Fossano (2017), e Polcevera (2018).

# Impatto del monitoraggio strutturale: fino al -40% di costi, fino al +30% di durata

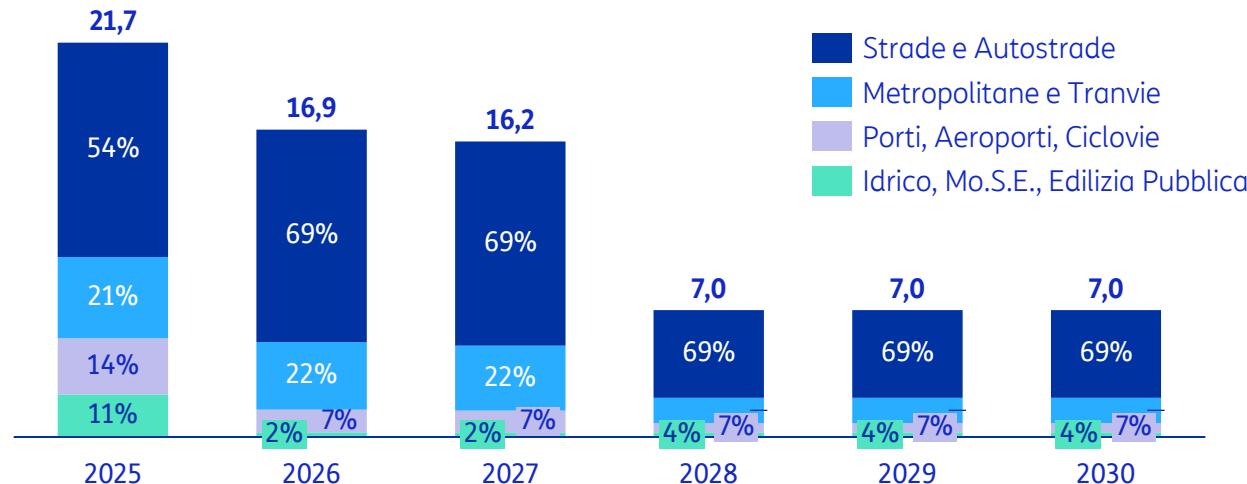


Supponiamo che i sistemi SHM vengano installati sistematicamente sulle infrastrutture candidate alla sostituzione, in base alle condizioni strutturali stimate<sup>1</sup>. Il sistema SHM e l'analisi dei dati ingegneristici costeranno in genere il 3%<sup>2</sup> del costo di ricostruzione e valuteranno se l'infrastruttura necessita effettivamente di essere sostituita, se può essere riparata o se può continuare a funzionare senza riparazioni. Se estendiamo questa ipotesi anche alle nuove costruzioni, possiamo utilizzare come base di calcolo i dati previsti per le infrastrutture critiche nei prossimi anni.

Supponendo che i costi per la sostituzione di ciascun ponte, senza una valutazione preventiva/approccio SHM, siano pari al 100%, calcoliamo il costo della strategia proposta<sup>5</sup>:

- Costo della strumentazione: 3%
- Sostituzione dei ponti non salvabili: costo del 100% per il 60% dei ponti = 60%
- Riparazione dei ponti riabilitabili: costo del 30% per il 20% dei ponti = 6%
- Costo per i ponti che non necessitano di alcun intervento: costo dello 0% per il 20% dei ponti = 0%
- **Costo totale: 69% (a fronte del 100% del costo per infrastrutture tradizionali)**

## Risparmi stimati derivanti dall'introduzione di sistemi di monitoraggio intelligente (Mrd €)



1. **Aumento della Vita Utile:** Un monitoraggio efficace può estendere la vita di una struttura del 20-30%,<sup>5</sup> ritardando costosissime ricostruzioni.
2. **Riduzione dei Costi di Manutenzione:** Intervenire su un problema piccolo costa 10-100 volte meno che riparare un danno grande o ricostruire. Si stima un risparmio del 25-40%<sup>6</sup> sui costi del ciclo di vita dell'infrastruttura.
3. **Minore Impatto Sociale ed Economico:** Evitare la chiusura improvvisa di un viadotto cruciale (come un'autostrada) previene perdite economiche enormi per il sistema paese (blocco della logistica, deviazioni, ritardi).

<sup>1</sup> Vanderzee P. (2008), A better way to fix our national bridge problem, White paper by LifespanTechnologies, October 2008.

<sup>2</sup> Cost-Benefits Analysis in SHM Projects, D.Inaudi, SMARTEC SA, Switzerland, 5th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-5) 2011, Cancún, México

<sup>3</sup> Fonti: <https://blog.fenealui.it/2025/02/19/le-infrastrutture-strategiche-in-italia-investimenti-progressi-e-criticità/>, <https://www.mit.gov.it/nfsmitgov/files/media/notizia/2025-0/Allegato%20Infrastrutture%20al%20DFP%202025.pdf>, [https://www.camera.it/application/xmanager/projects/leg19/file/Rapporto\\_Infrastrutture\\_Intermedio\\_29.07\\_2025\\_WEB.pdf](https://www.camera.it/application/xmanager/projects/leg19/file/Rapporto_Infrastrutture_Intermedio_29.07_2025_WEB.pdf)

<sup>4</sup> Il triennio 2028-2030 è stato suddiviso in tre parti uguali, in quanto l'investimento è dichiarato cumulato nel triennio.

<sup>5</sup> Cost-Benefits Analysis in SHM Projects D. Inaudi SMARTEC SA, Switzerland, 5th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-5) 2011, Cancún, México

<sup>6</sup> <https://oxmait.com/blog/post/public-infrastructure-maintenance-2025>

# Monitoraggio intelligente e sensori wireless: riducono ispezioni, emissioni e migliorano la sicurezza



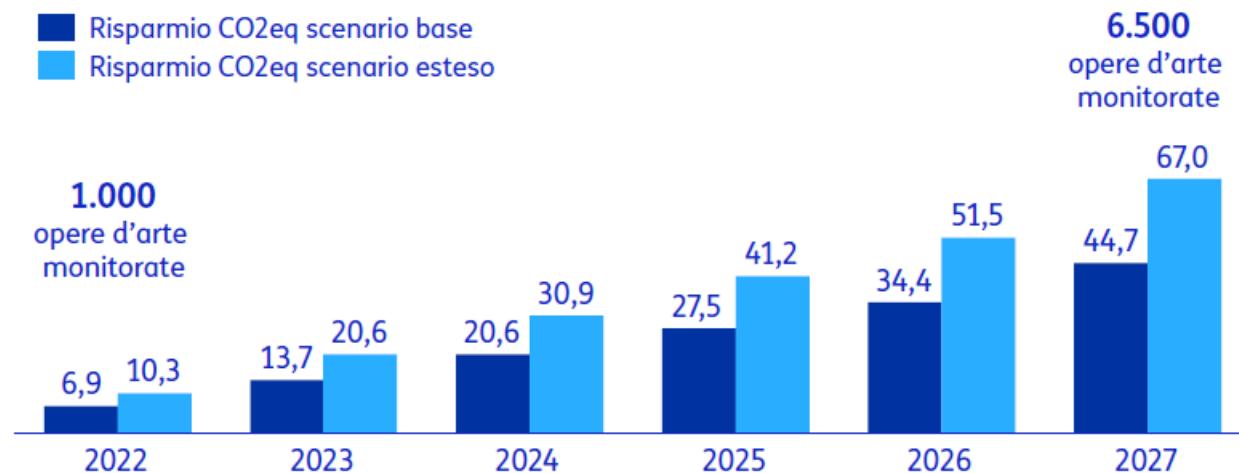
L'integrazione di sensori wireless nelle infrastrutture critiche non solo ottimizza la gestione delle risorse, ma contribuisce direttamente alla decarbonizzazione.

La supervisione tradizionale con 30.708 ispezioni visive ha richiesto agli ispettori ANAS nel 2023 la percorrenza di 1.944.750 Km (considerando una percorrenza di 50-100 km a ispezione, inclusi spostamenti tra opere e accessi). La crescente attenzione verso un patrimonio sempre più anziano ha portato a prevedere 47.956 ispezioni nel 2024 (dato l'aumento della frequenza ispettiva delle opere in CdA Alta e Medio/Alta da 1 anno a 6 mesi), con un aumento circa del 55%<sup>1</sup>.

Nel 2022 ANAS ha avviato il modello di monitoraggio SHM (Structural Health Monitoring) grazie a 275 milioni di euro del Fondo Complementare PNRR, per il monitoraggio dinamico e controllo da remoto di 1.000 ponti e viadotti entro il 2026<sup>2</sup>. Con i nuovi investimenti del PNRR pari a 100 Mil/anno per il 2023, 2024, 2025 e 75 Mil per il 2026, è prevista l'estensione del sistema a oltre 12.000 opere, di cui ulteriori 5.500 opere critiche, con sensori di monitoraggio a distanza.<sup>3</sup>

Applicando la riduzione di ispezione visive dovuti a sistemi di monitoraggio fra il 20% e il 30%, ciò consentirebbe solo per le prime 1.000 opere di diminuire i km percorsi ogni anno e quindi di emettere fra 7 e le 10 tCO2eq in meno/anno<sup>4</sup>. A regime dal 2027 (6.500 opere), saranno fra 45 e 67 tCO2eq in meno/anno.

## Risparmi stimati di emissioni di gas serra da riduzione percorrenza per ispezioni rete ANAS (ktCO2eq)



Smart Infrastructure

Infrastrutture elettriche





# L'evoluzione della rete elettrica

Le reti elettriche intelligenti e adattive sono sistemi distribuiti in cui ogni nodo può essere sia produttore sia consumatore di energia, diventando un prosumer, a differenza delle reti tradizionali, progettate per un flusso unidirezionale dall'impianto al consumatore.

250  
mrd €

Servono ca. **250 miliardi di euro** per ammodernare le **reti elettriche** in Europa nei prossimi 5 anni.

23  
mrd €

In Italia, Terna ha pianificato **23 miliardi di euro** di investimenti nel decennio 2025-2034

1.200  
mrd €

Per la Commissione Europea sono necessari oltre **1.200 miliardi di euro** di investimenti **entro il 2040**, di cui 730 mrd per la distribuzione e 472 mrd per la trasmissione.

Queste reti sono intelligenti perché monitorano in tempo reale la domanda, ottimizzano la distribuzione, riducono le perdite e garantiscono maggiore affidabilità anche in caso di eventi critici.

# L'evoluzione tecnologica del monitoraggio intelligente



Smart Grid e EMS: un ruolo complementare. Insieme rendono possibile una gestione intelligente dell'energia

**Energy Management System (EMS):** un software che monitora, ottimizza e registra i consumi energetici di un'azienda o di un impianto.

**Advanced Metering Infrastructure (AMI):** contatori intelligenti che misurano i consumi in tempo reale, supportano tariffe dinamiche e rilevano anomalie. Consentono la comunicazione bidirezionale tra utenti e utility.

**IoT e Sensoristica Distribuita:** sensori installati su trasformatori, linee e impianti monitorano parametri elettrici e ambientali. Questi dispositivi abilitano automazione, manutenzione predittiva e gestione decentralizzata.

**SCADA Evoluti:** sistemi di supervisione aggiornati con tecnologie ICT per gestire grandi volumi di dati, identificare guasti e coordinare il ripristino automatico.

**Intelligenza Artificiale e Machine Learning:** algoritmi che analizzano big data per prevedere guasti, ottimizzare i flussi energetici e migliorare la risposta della rete. Consentono decisioni autonome e predittive.

**Energy Storage Systems (ESS):** sistemi di accumulo integrati con sensori e algoritmi per gestire la carica/scarica in base a previsioni di domanda e produzione rinnovabile. e di machine learning.

## SENSORI DI CORRENTE

Monitorano il flusso di energia elettrica nelle linee.

Nelle smart grid, questi dispositivi consentono di rilevare sovraccarichi, squilibri e guasti, fornendo dati in tempo reale ai sistemi di controllo. Grazie alla loro precisione, permettono di ottimizzare la distribuzione dei carichi e prevenire interruzioni del servizio.

## SENSORI DI TENSIONE

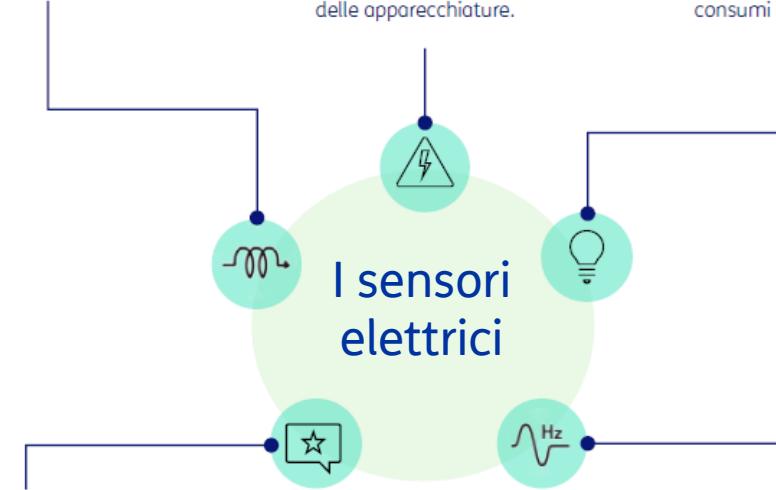
Misurano il livello di tensione in diversi punti della rete.

Nelle smart grid, il loro ruolo è cruciale per garantire la qualità dell'energia e la stabilità del sistema, soprattutto in presenza di fonti rinnovabili che possono causare variazioni di tensione. Questi sensori supportano la regolazione automatica e la protezione delle apparecchiature.

## SENSORI DI POTENZA/ENERGIA

Misurano la potenza attiva, reattiva e apparente, oltre all'energia consumata.

Nelle smart grid, questi sensori sono indispensabili per il bilanciamento dei flussi energetici, la fatturazione dinamica e la gestione della domanda. Consentono alle utility di ottimizzare la produzione e ridurre le perdite, mentre i consumatori possono monitorare i propri consumi in tempo reale.



## SENSORI DI QUALITÀ DELL'ENERGIA

Controllano la qualità dell'energia, rilevando disturbi, armoniche e variazioni di tensione.

Nelle smart grid, questi sensori garantiscono che l'energia distribuita sia stabile e sicura, proteggendo apparecchiature sensibili e migliorando l'efficienza complessiva del sistema.

## SENSORI DI FREQUENZA

Rilevano la frequenza della corrente alternata, parametro essenziale per la stabilità del sistema.

Nelle smart grid, il monitoraggio della frequenza permette di bilanciare produzione e consumo, prevenire blackout e gestire l'integrazione delle rinnovabili, che possono causare oscillazioni significative.

# Driver dell'adozione del monitoraggio per le reti elettriche: smart grid per ridurre guasti e interruzioni

## Riduzione dei blackout

Le smart grid rilevano guasti e ripristinano l'alimentazione in pochi secondi, migliorando la continuità del servizio.

## Integrazione fonti rinnovabili

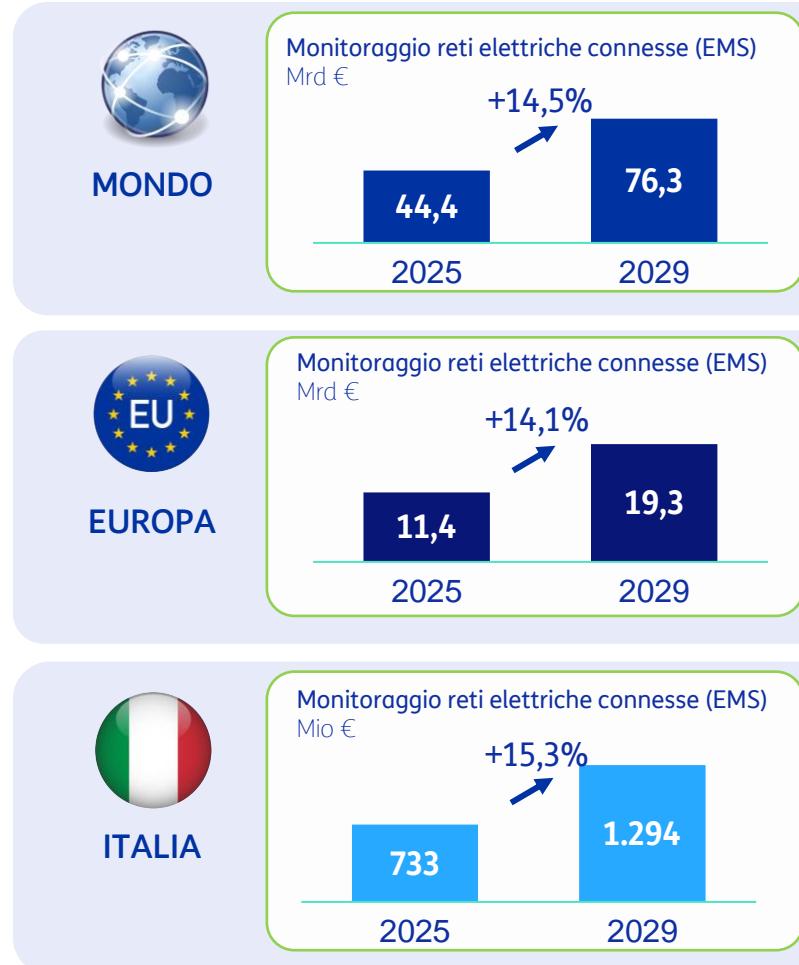
Le smart grid gestiscono la variabilità di sole ed vento, assicurando stabilità e sostenibilità alla rete elettrica.

## Efficienza e riduzione costi

L'ottimizzazione della distribuzione e la gestione dei picchi riducono i costi operativi delle reti elettriche.

## Sicurezza e resilienza

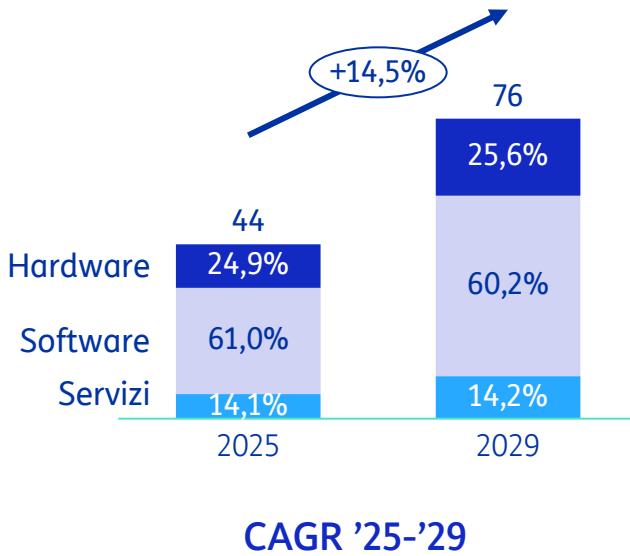
Sistemi di cybersicurezza e autoriparazione proteggono la rete da minacce informatiche e eventi climatici estremi.



Fonte: MarketsandMarkets 2024

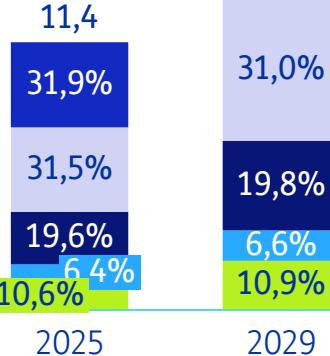
# Focus sul mercato dei sistemi SHM

Il mercato globale di Energy Management per offerta (Mio €)



19,3

31,7%



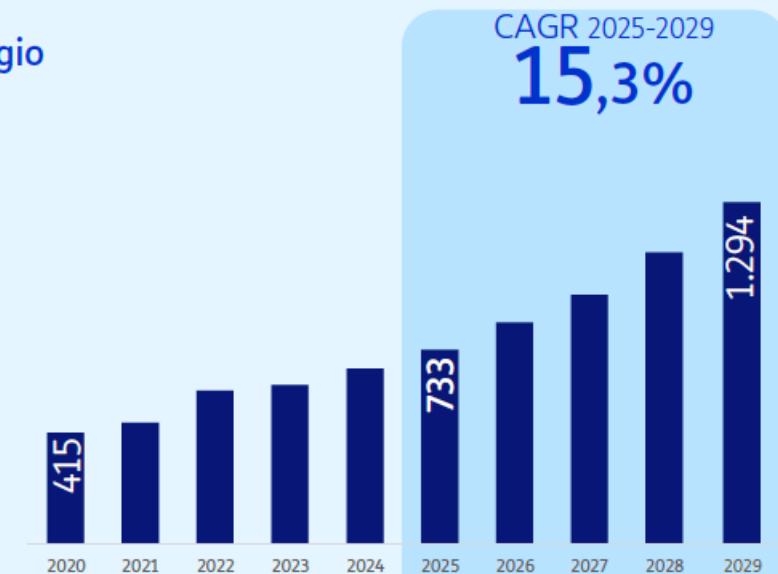
Il mercato europeo di Energy Management per paese (Mrd €)

CAGR '25-'29



Mercato italiano del monitoraggio reti elettriche (Mio€)

Il mercato italiano del monitoraggio delle reti elettriche cresce rapidamente. Power & Energy domina (35-37%), seguito da Telecom & IT e Manufacturing (~15%). Digitalizzazione, IoT, cybersecurity e analisi predittiva guidano la transizione energetica verso la sostenibilità e la riduzione di CO<sub>2</sub>, coinvolgendo anche settori minori.



# I benefici dell'adozione del monitoraggio delle infrastrutture elettriche



## Peak Load Transfer

Con **5%** di riduzione del picco di carico da programma aggressivo di Demand Response risparmio di **2,9 GWh/anno**

pari a **136 Mio€/anno** per energia non generata e a **53 Mio€/anno** per risparmi rispetto al costo di produzione di picco. Totale risparmio **188 Milioni di euro/anno**

Tra i benefici concreti delle smart grid, la riduzione delle perdite di rete stimata tra **1% e 3%** l'anno

## Perdite di rete

Con **1%** di riduzione aggiuntiva da un'introduzione massiva di smart grid.

Riduzione di **3,13 TWh/anno** con risparmio di ca. **339 Milioni di euro l'anno** valorizzando con il PUN medio 2024 della borsa italiana all'ingrosso di 108,5€ per MWh

Efficienza indotta dai soli contatori intelligenti **0,5-1,5%** del consumo per famiglia

## Risparmio energetico per le famiglie

- I contatori intelligenti permettono di monitorare i consumi in tempo reale per comportamenti più virtuosi.
- Riduzione dei consumi negli orari di picco grazie alle tariffe dinamiche

Con risparmio di **1%** sui consumi domestici

Riduzione di **6,59 TWh/anno**, risparmio di **143 Mio€/anno**  
Valorizzando con prezzo medio retail 2024 di 217 €/MWh

## Risparmi stimati di emissioni di gas serra da azioni sulla rete elettrica ktCO<sub>2</sub>eq/anno



# Italia 2024: risparmi 339 M€/anno su perdite energia e più di 188 M€/anno da gestione picchi domanda



**Benefici in Termini di Perdite Tecniche Ridotte:** le perdite tecniche sono l'energia dissipata nelle linee elettriche e nei trasformatori a causa della resistenza. Le smart grid le riducono attraverso monitoraggio in tempo reale, riconfigurazione dinamica della rete, miglior controllo della tensione.

In Italia nel 2024 il consumo di energia interno lordo è stato pari a 312,6 TWh; applichiamo il 6,3% di perdite registrate nell'anno 2024 (5-6% medio di perdite secondo Terna), per ottenere un impatto di 19,6 TWh persi<sup>1</sup>. Secondo il documento Smart Grid UE<sup>2</sup>, i miglioramenti sono nell'ordine di 1-3% annuo. Considerando l'1% di riduzione aggiuntiva, le perdite passerebbero dal 6,5% al 5,5%, con una diminuzione di 3,13 TWh/anno. Utilizzando il prezzo unico nazionale (PUN) medio per il 2024 della borsa italiana all'ingrosso di 108,5€ per MWh, ciò implica un risparmio di ca. 339 Milioni di euro l'anno.

**Benefici in Termini di Peak Load Transfer:** è forse il beneficio più significativo. Le smart grid, abilitando programmi di Demand Response e tariffe dinamiche, incentivano i consumatori a spostare i propri consumi energetici dalle ore di picco a quelle di minor carico. Questo riduce la pressione sulla rete e i costi di generazione.

Il picco di carico nazionale nel 2024 è stato 57,5 GW (il valore cambia ogni anno)<sup>3</sup>. Secondo studi e progetti pilota di RSE e Terna, un programma aggressivo di Demand Response potrebbe ridurre il picco di carico del 5-10%<sup>4</sup>. Usando la stima conservativa del 5% e un valore di picco medio di picco di 57,8 GW (media degli ultimi 10 anni, tolto il 2020<sup>3</sup>), il beneficio di energia non generata è 2,9 GW. Il valore non è solo nell'energia risparmiata, ma nella capacità resa disponibile. Il valore del Mercato di capacità oscilla fra 33 e 78 €/kW/anno<sup>5</sup>, secondo le aste. Utilizzando il valore degli ultimi anni, e in particolare per le consegne 2027, pari a 47 €/kW/anno, abbiamo un beneficio di 136 Mil€/anno. Inoltre, si risparmia sull'energia non prodotta da impianti di picco che hanno un costo superiore a 200 €/MWh. Utilizzando un valore di picco di 200 ore/anno<sup>3</sup>, e valorizzando l'energia risparmiata alla differenza fra il costo di picco e il PUN all'ingrosso, otteniamo un beneficio di circa 53 Mil€/anno come risparmio sul differenziale del costo di produzione.

1 [https://www.arera.it/fileadmin/allegati/relaz\\_ann/25/Sintesi\\_Relazione\\_Annuale\\_2025\\_16giu.pdf](https://www.arera.it/fileadmin/allegati/relaz_ann/25/Sintesi_Relazione_Annuale_2025_16giu.pdf)

2 Smart Grid Projects Outlook 2023, [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/smart-grids\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/smart-grids_en)

3 Elaborazione Centro Studi TIM su dati TERNA

4 Progetti pilota RSE e Terna, [https://www.ferc.gov/sites/default/files/2024-11/Annual%20Assessment%20of%20Demand%20Response\\_1119\\_1400.pdf](https://www.ferc.gov/sites/default/files/2024-11/Annual%20Assessment%20of%20Demand%20Response_1119_1400.pdf)

5 <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/mercato-capacita>

# Smart grid e contatori intelligenti: 143 M€/anno risparmi diretti e benefici su rinnovabili, qualità e sicurezza



**Benefici di risparmio energetico:** sono i risparmi diretti per il consumatore finale. Derivano da:

- Maggiore efficienza energetica, abilitata dalle informazioni del contatore intelligente.
- Riduzione dei consumi negli orari di picco, grazie alle tariffe dinamiche (il consumatore paga meno ma il sistema nel suo insieme beneficia del minore carico).

Le stime sull'efficienza indotta dai soli contatori intelligenti sono ridotte, intorno allo 0.5-1.5% del consumo totale per famiglia<sup>1</sup>. Considerando che i consumi domestici sono circa il 22,5% del totale (circa 66 TWh/anno nel 2024)<sup>2</sup>, il risparmio diventa (nell'hyp 1% di riduzione consumi) pari a 6,59 MWh/anno per l'Italia. Utilizzando prezzo medio retail per una famiglia, pari a 217 €/MWh<sup>3</sup>, abbiamo un risparmio di circa 143Mil€/anno nel complesso del paese.

**Altri Benefici Non Quantificati (ma cruciali):**

**Integrazione delle Rinnovabili:** permettono di gestire l'aleatorietà di solare e eolico, essenziale per raggiungere gli obiettivi PNIEC.

**Affidabilità e Qualità del Servizio (SAIDI/SAIFI):** l'automazione della rete riduce drasticamente la durata e l'estensione dei guasti (auto-riconfigurazione). Si potrebbero evitare diverse decine di milioni di euro di danni per interruzioni prolungate.

**Sicurezza:** maggiore resilienza ad attacchi cyber e eventi atmosferici estremi.

**Nuovi Servizi e Mercati:** vengono abilitati il mercato dei prosumer, le comunità energetiche, la ricarica intelligente dei VE.

1 [https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters\\_en#:~:text=Smart%20grids%20open%2DUp%20the,communities%20and%20energy%20sharing%20schemes](https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters_en#:~:text=Smart%20grids%20open%2DUp%20the,communities%20and%20energy%20sharing%20schemes).

2 Bilancio Elettrico Nazionale, [Pubblicazioni Statistiche - Terna spa](#)

3 <https://www.arera.it/comunicati-stampa/dettaglio/elettricità-bolletta-in-tutela-108-nel-primo-trimestre-2024#:~:text=Le%20componenti%20della%20bolletta%20nel,consumo%20associato%20ad%20ogni%20trimestre>.

# Impatto climatico del monitoraggio elettrico: -1,444 Mton CO<sub>2</sub> l'anno



È necessario considerare il fattore di emissione del mix elettrico italiano, ovvero quanta CO<sub>2</sub>eq viene emessa per produrre un kWh di energia elettrica.

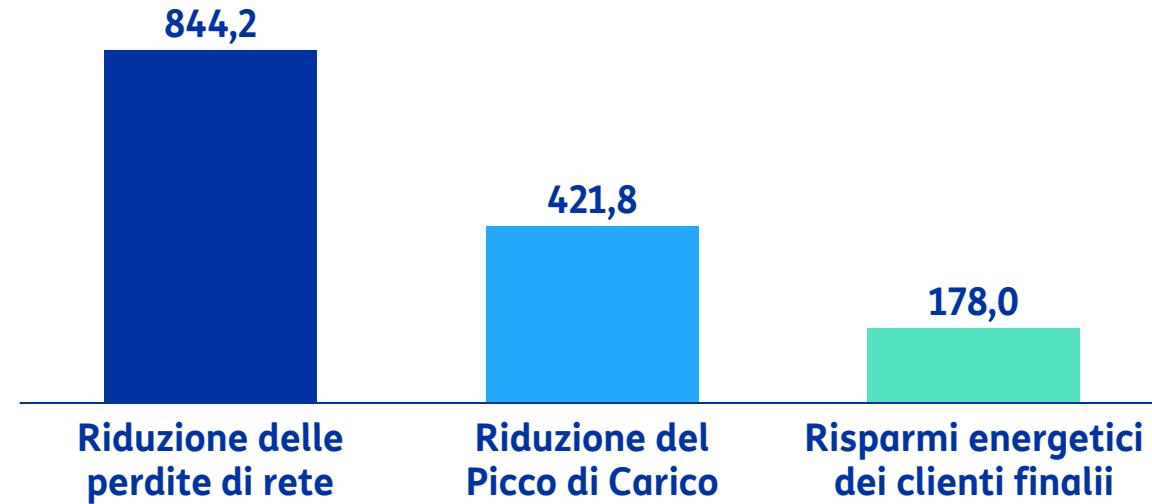
Questo valore varia di anno in anno e di ora in ora, a seconda di quali fonti energetiche (rinnovabili, gas, carbone) stanno producendo in quel momento.

Secondo Terna e ISPRA, l'intensità carbonica media del mix elettrico italiano si è ridotta progressivamente dal 2015 (con l'eccezione del 2022) dai 406 gCO<sub>2</sub>/kWh del 2015 ai 270g CO<sub>2</sub>eq/kWh del 2024<sup>1</sup>, in netto calo grazie alla crescita delle rinnovabili. Usiamo quindi il valore migliore di 270 g CO<sub>2</sub>eq/kWh.

Riprendiamo i risparmi energetici stimati e applichiamo il fattore di emissione:

1. Riduzione delle perdite di rete: 3,13 TWh/anno, pari a 844,1K t di CO<sub>2</sub>eq/anno;
2. Risparmi Energetici degli Utenti Finali: 0,66 TWh/anno, pari a 178K t di CO<sub>2</sub>eq/anno
3. Riduzione del Picco di Carico: Il picco viene tipicamente coperto da impianti a olio combustibile o carbone, che hanno un'intensità carbonica molto più alta del mix medio. Secondo l'EPA le turbine a gas olio combustibile usate emettono ca. 730 g CO<sub>2</sub>eq/kWh. Quindi, i 577.778 MWh di energia di picco evitata equivalebbero a ca. 422K t di CO<sub>2</sub>eq/anno.

## Risparmi stimati di emissioni di gas serra da azioni sulla rete elettrica (ktCO<sub>2</sub>eq/anno)



# Smart Infrastructure

## Infrastrutture idriche





# La scarsità idrica e le criticità della rete

**40%**

Secondo l'ONU la carenza globale idrica raggiungerà **il 40% entro il 2030** a meno di adozione di gestione efficiente e monitoraggio.

**~42%**

In Italia circa il **42%** dell'acqua immessa nelle reti di distribuzione viene dispersa, con punte **superiori al 50%** nel Mezzogiorno (media UE 25%).

La rete idrica italiana è stata posata per il **60% oltre 30 anni fa** e il **25% circa supera i 70 anni**.

**+55%**

**+30 anni**

Investimento

**70€/ab  
nel 2023**

**1.300**

Comuni con gestione in economia, di cui  
nel Mezzogiorno

**95%**

Prelievi idrici per uso potabile

**424 l/ab/g**

**4,5 mrd€**

dal PNNR

Le principali criticità del sistema idrico nazionale riguardano la carenza e/o l'inefficienza delle infrastrutture, la siccità, che negli ultimi anni si manifesta con crescente rilevanza e ricorrenza, la carenza di investimenti e la frammentazione delle gestioni, i prelievi di acqua per usi civili, al primo posto in Europa.



# Tecnologie per il sistema idrico

Per ridurre sprechi e perdite, le utility stanno implementando soluzioni di Smart Water Management (SWM) basate su tecnologie digitali come cloud, IoT, 5G, smart metering e Advanced Metering Infrastructure (AMI).

**Smart Meter:** Si distinguono due principali tipologie, AMR (Automatic Meter Reading) e AMI (Advanced Metering Infrastructure).

**IoT e sistemi di Smart Water Metering:** consente la raccolta di dati tramite i sensori installati sulla rete idrica. Integrato con algoritmi di Machine Learning, l'IoT fornisce dati e insight utili per analisi e reportistica. Trasparenza dei processi lungo la catena di distribuzione dell'acqua, monitoraggio, rilevazione delle perdite e pianificazione delle risorse.

**Edge Computing e Digital Twin:** consente ai sistemi di gestione idrica di reagire rapidamente alle variazioni delle condizioni operative, i digital twin sono modelli virtuali che replicano sistemi fisici, consentendo il monitoraggio e l'analisi in tempo reale.

**Big Data Analytics:** permette di analizzare dati provenienti da diverse fonti, come registri di manutenzione, sensori visivi e acustici, tablet di campo e sistemi GPS.

**Intelligenza Artificiale:** può combinare proiezioni di crescita con analisi delle condizioni delle infrastrutture per ottimizzare gli investimenti. Migliora la gestione e il servizio clienti.

I sensori utili alla raccolta dei dati, combinati con tecnologie IoT

Tipologia di sensore	Funzione principale	Applicazioni
Sensori di pressione	Misurano la pressione dell'acqua nelle tubazioni e serbatoi	Rilevamento perdite, controllo pompe, sicurezza rete
Sensori di livello	Monitorano il livello dell'acqua in serbatoi e vasche	Gestione riserve idriche, automazione riempimento
Sensori di portata	Misurano il volume di acqua che attraversa una tubazione	Fatturazione, monitoraggio consumi, rilevamento perdite
Sensori di qualità dell'acqua	Analizzano parametri chimici e fisici (pH, torbidità, cloro)	Controllo potabilità, trattamento acque, allarmi
Sensori di temperatura	Rilevano la temperatura dell'acqua e dell'ambiente	Prevenzione proliferazioni batteriche, processi industriali

# Driver dell'adozione del monitoraggio per le reti idriche: rilevazione perdite idriche e interventi rapidi

## Pressioni strategiche e normative

La scarsità idrica e le normative spingono l'adozione di sistemi SWM per migliorare efficienza e ridurre perdite nelle reti idriche.

## Tecnologie abilitanti

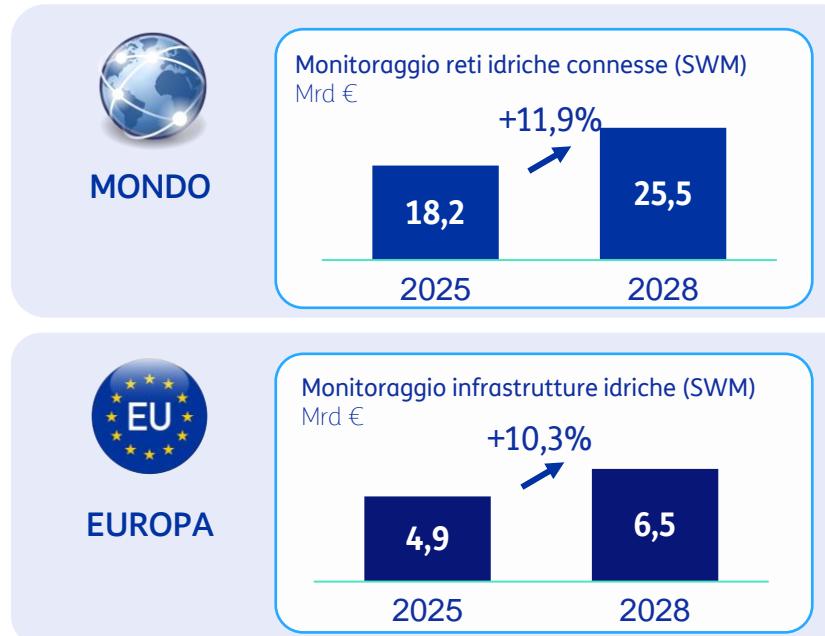
Sensori IoT con protocolli LoRaWAN, NB-IoT e 5G e piattaforme edge-cloud permettono monitoraggi continui e a basso costo.

## Benefici operativi e ambientali

Riduzione delle perdite, qualità dell'acqua garantita e ottimizzazione energetica con monitoraggi predittivi e rilevamento anomalie.

## Rilevazione perdite avanzata

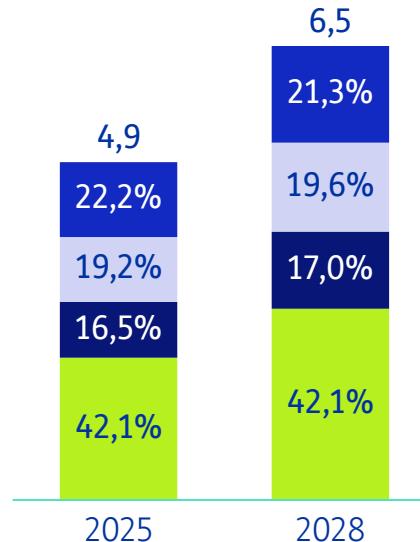
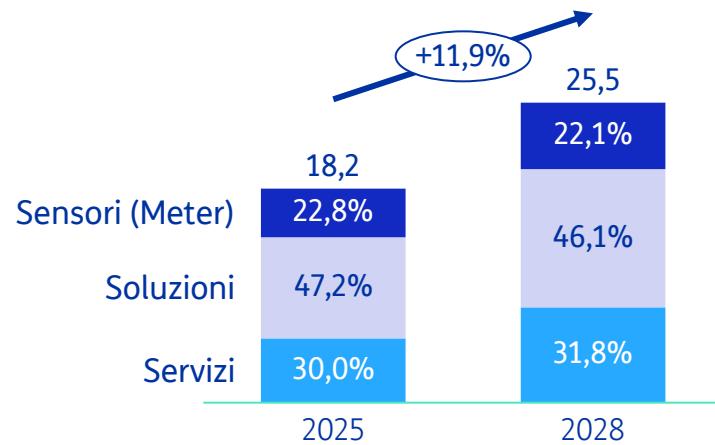
Le soluzioni di leak detection identificano perdite con una precisione del 75%, riducendo i tempi di intervento da settimane a ore e migliorano la soddisfazione dei clienti.



Fonte: MarketsandMarkets 2024

# Focus sul mercato dei sistemi SWM

## Il mercato globale di Smart Water Management per offerta (Mrd €)



## Il mercato europeo di Smart Water Management per paese (Mrd €)

### CAGR '25-'28



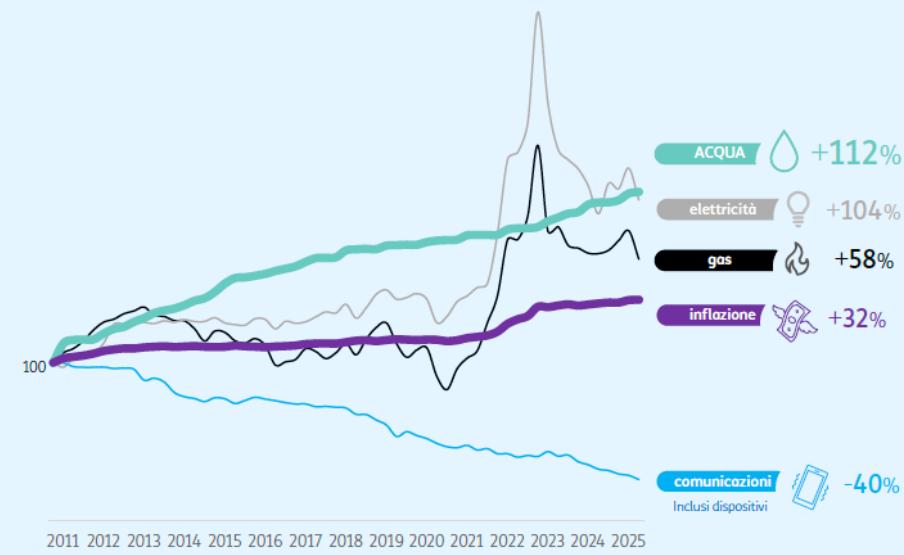
\* Resto di Europa include Italia, Spagna, Repubblica Ceca, Polonia e Svizzera

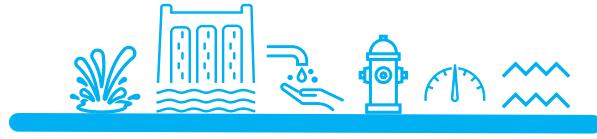


## Andamento dei prezzi Numero

indice 2010 = 100  
Grafico in scala logaritmica

Il prezzo dell'acqua è più che raddoppiato rispetto al 2010 evidenziando l'aumento dei costi di gestione e la progressiva scarsità della risorsa acqua

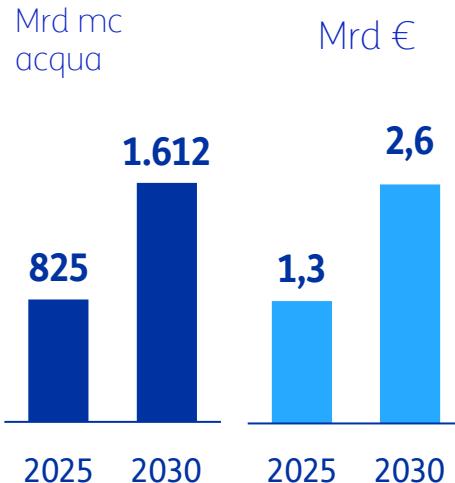




# I benefici dell'adozione del monitoraggio delle infrastrutture idriche

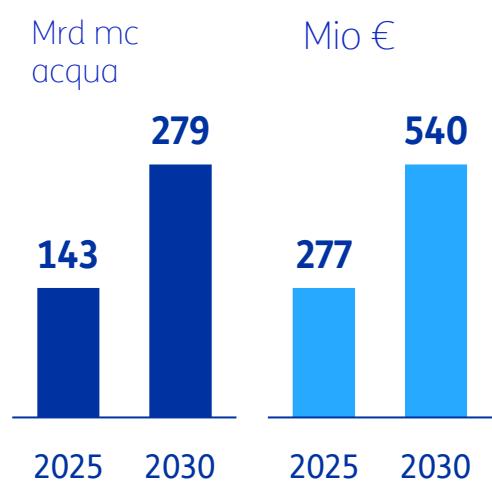
## Risparmio da riduzione perdite

**10,4 Mrd€**  
cumulati 2026-30



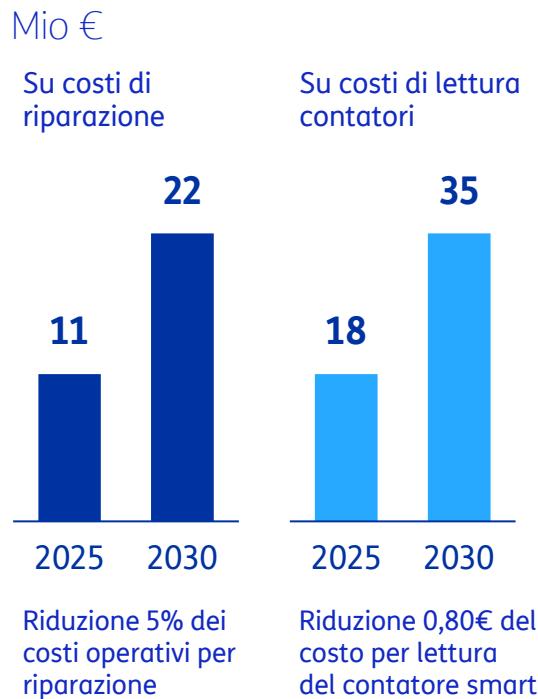
## Risparmio da riduzione consumi

**2,1 Mrd€**  
cumulati 2026-30



## Risparmio da riduzione costi operativi

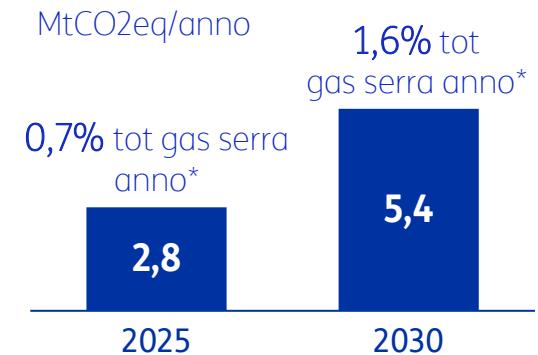
**232 Mio€**  
cumulati 2026-30



## Riduzioni emissioni di gas serra per riduzione PET

**Fino a -1,6%**  
2030

Il **27,9%** degli Italiani che bevono acqua in bottiglia **non si fidano della qualità dell'acqua di rubinetto**



# Riduzione perdite idriche: fino a 2,6 Mrd € di risparmi l'anno al 2030 in Italia



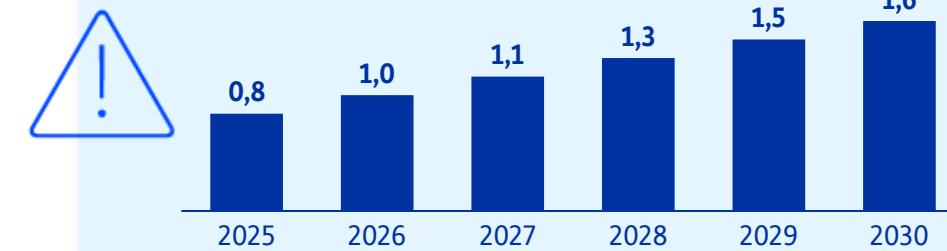
## Riduzione Perdite:

secondo diversi studi le perdite si riducono del 4% complessivamente<sup>1</sup>, a patto che le installazioni siano fatte in modo da distrettualizzare delle aree di fornitura per potere intervenire tempestivamente sulle perdite. Secondo analisi sul campo, l'uso da parte dei clienti di contatori smart porta alla riduzione delle perdite del 90% per contatore installato<sup>2</sup>. Infatti alcuni casi di studio hanno evidenziato che il tempo di scoperta della perdita passa dai 90 gg medi nel caso di rete tradizionale a circa 7 gg<sup>1</sup> nel caso di rete dotata di contatori smart e sensori. L'ipotesi fatta qui vede solo l'installazione di circa 1 milione di contatori smart l'anno per i prossimi anni<sup>3</sup>, non considerando i sensori di rete.

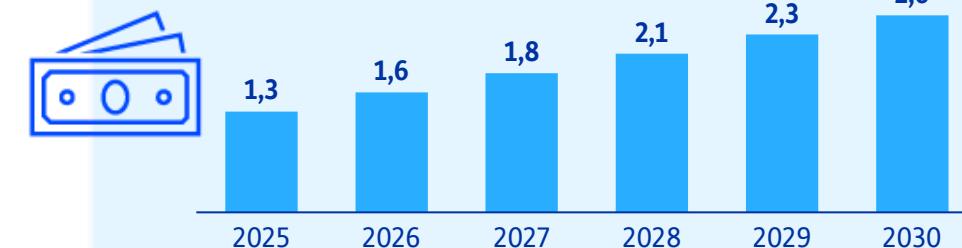
Ciò consentirebbe di passare dall'attuale 41,8%<sup>4</sup> di perdite sulla rete un valore del 25% al 2030, più in linea con la media europea<sup>5</sup> e con gli obiettivi UE. Considerando una tariffa media per mc di acqua pari a 1,16€<sup>2</sup> per la sola materia acqua, questo consentirebbe risparmi di circa 2,6 Mrd€ nel 2030.

## Risparmio da riduzione perdite

Mln mc



Mln €



<sup>1</sup> Smart metering and Internet of Things for efficient water management, R. Vadruccio, G. Salvadori, A. Tumino, 2023

<sup>2</sup> Britton, T.C. Stewart, R.A., O'Halloran, K.R. (2013) Smart metering: enabler for rapid and effective post meter leakage identification and water loss management, Journal of Cleaner Production, Volume 54, Pages 166-176, ISSN 0959-6526, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.018>.

<sup>3</sup> Elaborazioni Centro Studi TIM basata sulle previsioni di spesa PNRR e su gare effettivamente svolte nel periodo 2022-2023 - 20231120\_CS\_SIT\_-Dati-mercato-e-lancio-contatore-acqua-Smartio.docx

<sup>4</sup> LE STATISTICHE DELL'ISTAT SULL'ACQUA | ANNI 2021-2024

<sup>5</sup> The European House — Ambrosetti, Libro-Bianco-Valore-Acqua-per-Italia-2024

# Consapevolezza dei consumi: risparmi fino 2,7 Mrd€ entro il 2030



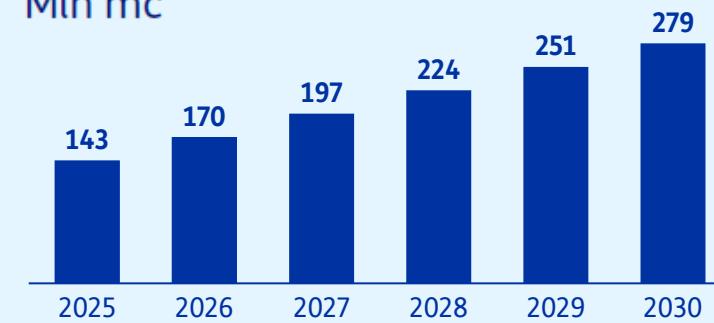
## Aumento consapevolezza dei consumi:

si è riscontrato in più casi sul campo che l'aumento della consapevolezza dei consumi genera dei risparmi da parte degli utenti di circa il 10%-18%<sup>1</sup>.

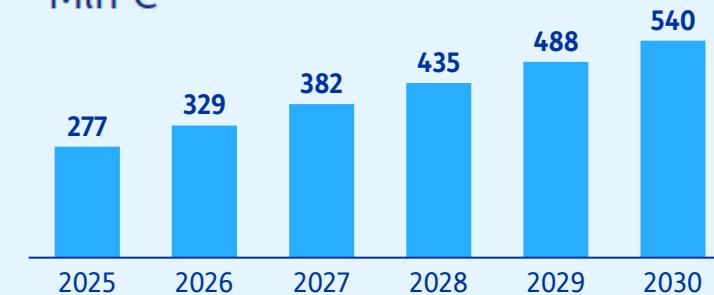
Utilizzando come parametro il 11,8% determinato da un caso d'uso estensivo nel regno Unito, e mantenendo la stessa progressione di sostituzione dei contatori utilizzata in precedenza<sup>2</sup>, la riduzione dei consumi combinata con il maggior numero di smart meter e il costo dell'acqua (completo, pari a 1,94 €/mc medio<sup>3</sup>), risulta un risparmio cumulato al 2030 di quasi 1,4 mrd di mc di acqua per un valore di circa 2,7 Mrd€.



### Risparmio da riduzione consumi Mln mc



Mln €



1 <https://www.arqiva.com/Arqiva+Waterwise+Net+Zero+Report+FINAL.pdf>

2 Smart metering and Internet of Things for efficient water management, R. Vadruccio, G. Salvadori, A. Tumino, 2023

3 Elaborazioni Centro Studi TIM basata sulle previsioni di spesa PNNR e su gare effettivamente svolte nel periodo 2022-2023 - 20231120\_CS\_SIT\_-Dati-mercato-e-lancio-contatore-acqua-Smartio.docx

# Smart meter idrici: risparmi di 175 M€ su letture e 110 M€ su riparazioni perdite entro il 2030 in Italia

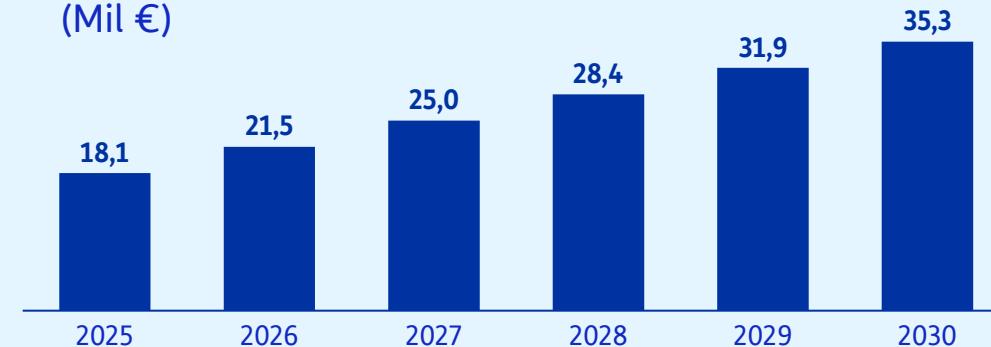


**Riduzione dei costi di lettura:** i costi di lettura dei contatori si riducono, in quanto un singolo operatore in una giornata di lavoro di 8 ore può leggere 300 contatori meccanici o 20k smart meter<sup>1</sup>.

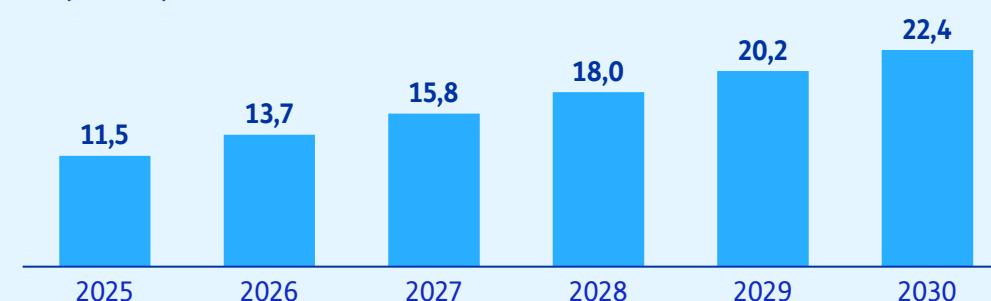
In particolare, da progetti Sensus con vari operatori statunitensi, è stato calcolato che il costo di ciascuna lettura si riduce di 0,80 €<sup>2</sup>. Considerando una media di 4 letture l'anno per i contatori con consumo medio inferiore o pari a 3k mc/anno<sup>3</sup> (circa il 95% del totale, mentre per le utenze con consumi maggiori sono previste 6 letture), otteniamo un risparmio di costo pari a ca. 175 Mil € cumulati al 2030.

**Riduzione dei costi di riparazione delle perdite:** l'intervento tempestivo per la riparazione delle perdite consente anche di evitare l'aggravamento del danno e ridurre perciò tempi e costi di intervento. I costi operativi ammontano a circa 95€ per abitante l'anno, di cui il 16% dovuti a riparazione delle perdite<sup>4</sup>. Secondo studi di settore<sup>5</sup>, grazie ai contatori smart il 5% di questo costo può essere risparmiato. Considerando gli abitanti coinvolti dalla progressiva sostituzione dei contatori con versioni smart, i risparmi ammontano a oltre 110 Mil€ cumulati al 2030.

**Risparmio da facilità di lettura degli smart meter  
(Mil €)**



**Risparmio da riduzione costi di riparazione perdite  
(Mil €)**



<sup>1</sup> D. Uggeri, E. Simeon, Smart water metering: analytical model computation for an estimated costs and benefits analysis, Thesis 2019-2020, Politecnico di Milano, Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, Master of Science Management Engineer

<sup>2</sup> Elaborazione Centro Studi TIM su dati Sensus, Water2020 Report  
<sup>3</sup> <https://www.arera.it/atlante-per-il-consumatore/acqua/la-bolletta/invio-e-pagamento/ogni-quanto-tempo-deve-essere-inviate-la-bolletta>

<sup>4</sup> i risparmi ammonterebbero a oltre 110 Mil€ cumulati al 2030

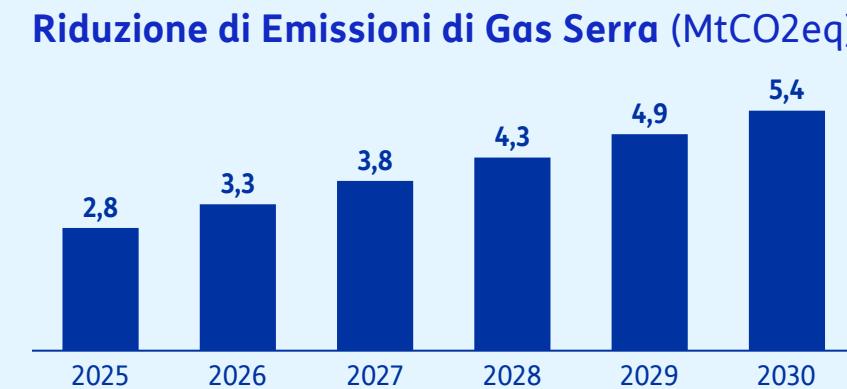
<sup>5</sup> Sensus, Water2020 Report

# Smart meter idrici in Italia: -1,2 Mton CO2/anno



Nel Regno Unito, diversi use case mostrano che gli smart meter installati presso gli utenti finali riducono le emissioni di CO2eq dello 0,5%. È stato stimato che ogni abitazione genera 2,67 kgCO2eq al giorno, per un consumo medio di 138 litri di acqua<sup>1</sup>. Scalando questa stima alla realtà italiana, dove il consumo pro-capite giornaliero di acqua fatturata si attesta a 215 litri di acqua al giorno (fonte: ISTAT)<sup>2</sup>, stimiamo quindi che ciascuna abitazione produca 4,16 kgCO2eq al giorno.

L'installazione di 1 milione di smart meter all'anno per il monitoraggio dell'acqua potrebbe quindi generare un impatto significativo: i risparmi di consumo calcolati portano a una riduzione di 2,23 MtCO2eq nel 2024, fino a 5,39 MtCO2eq nel 2030.



Secondo le previsioni ISPRA ciò corrisponde allo 0,6% delle emissioni totali di gas serra in Italia del 2024<sup>3</sup> (escluso LULUCF)<sup>4</sup>, con un peso crescente negli anni successivi che arriva al 1,58% nel 2030, nonostante la prevista decrescita delle emissioni.

**Altri benefici da vantaggi operativi e ambientali:**

**Riduzione delle perdite idriche**, con minore consumo di energia per pompaggio e trattamento.

**Ottimizzazione della pressione**, che riduce sprechi energetici e aumenta l'efficienza del sistema.

**Rilevamento precoce di contaminanti**, evitando processi di depurazione emergenziali ad alta intensità energetica.

A questi si aggiungono ulteriori risparmi energetici legati all'efficientamento di impianti strategici:

- **Dissalatori**, con una riduzione stimata di circa 1 GWh al giorno.

- **Impianti di trattamento** dei fanghi di fognatura e depurazione, con potenziali riduzioni dei consumi fino al 30%<sup>5</sup>.



# Aumento della fiducia e riduzione del consumo di acqua in bottiglia: 850KTonn CO2 da abbattere

Un effetto secondario del monitoraggio intelligente dell'acqua è il controllo costante della qualità dell'acqua erogata. Grazie a tale controllo, l'adozione del monitoraggio intelligente può migliorare la fiducia nell'acqua di rubinetto, oggi bassa.

Secondo il sondaggio effettuato da Ambrosetti, solo 1 italiano su 3 ha fiducia nell'acqua erogata dagli acquedotti, che porta l'Italia ad essere il paese europeo con il maggior consumo di acqua in bottiglia, pari a 249l/ab/anno<sup>1</sup>, di cui il 72% del consumo domestico è costituito da acqua naturale<sup>2</sup>. Anche senza considerare le emissioni di gas serra dovuti al trasporto, ben 10 Mrd di litri d'acqua ogni anno sono contenuti in PET.

Considerando che:

- 7 mrd di bottiglie monouso in PET non vengono riciclate;
  - Lo scarto di riciclo del PET è pari al 32% del prodotto iniziale, e solo il 5% è destinato alla produzione di nuove bottiglie,
- ogni anno vengono impiegate 850k tonn CO2eq per fare 278k tonn di PET che non viene riciclato.

Con l'adozione degli smart meter, il ricorso all'acqua in bottiglia potrebbe ridursi grazie all'informazione migliorata sulla qualità dell'acqua erogata dagli acquedotti, che preoccupano il 27,9% degli Italiani che bevono acqua minerale<sup>3</sup> e il 28,8% delle famiglie italiane, che non si fida a bere acqua del rubinetto<sup>4</sup>.

L'ARERA calcola un indicatore utile per valutare l'efficienza del SII (Sistema Idrico Integrato) e, in particolare, della rete idrica: il **numero di ore di interruzione del servizio di acquedotto**.

Tale indicatore (denominato M2) presenta valori contenuti (inferiori alle 20 ore) in quasi tutte le regioni e una media nazionale che si attesta, nel 2023, sul valore di 59 ore.

Poiché i valori dell'indicatore M2 presentano una variabilità molto elevata, per avere un'indicazione sull'efficienza del servizio di acquedotto, utilizziamo la percentuale di famiglie che lamentano irregolarità nell'erogazione di acqua.

Anche in questo caso, le percentuali maggiori (ISTAT 2024) si registrano nel Mezzogiorno dove la percentuale è pari al 14,7% nelle regioni del Sud e cresce fino al 26,3% nelle Isole, contro un valore medio nazionale dell'8,7%.

Interessante notare come la percentuale di famiglie che non si fidano a bere l'acqua dal rubinetto presenti un **indice di correlazione elevato (70%)** con la percentuale di famiglie che lamentano irregolarità nell'erogazione dell'acqua.

1 The European House — Ambrosetti, Libro-Bianco-Acqua-per-Italia-2024

2 <https://www.beverfood.com/report-beverfoodcom-mercato-acque-minerali-italia-2023-consimi-147-mrd-litri-wd/>

3 Il Valore Sociale Rivelato del Consumo di Acque Minerali, CENSIS 2018

4 [https://www.istat.it/wp-content/uploads/2025/03/Report-Statistiche-sullacqua\\_Anni-2020-2024.pdf](https://www.istat.it/wp-content/uploads/2025/03/Report-Statistiche-sullacqua_Anni-2020-2024.pdf)

# Grazie per l'attenzione



<https://www.gruppotim.it/it/centro-studi-TIM.html>