



Comune di Trieste



PAESC

Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima



AMBIENTE



CLIMA



TRASPORTI



ENERGIA



SOCIETA'



GOVERNO DEL TERRITORIO

2021



Patto dei Sindaci
per il Clima e l'Energia
EUROPA

Interreg



ITALIA-SLOVENIJA



SECAP

Progetto strategico co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Strateški projekt sofinanciran Evropski sklad za regionalni razvoj

Assessorato alle Politiche del Territorio

Redazione a cura del Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Servizio Ambiente ed Energia

- Strategic project manager: Enrico Cortese – Francesca Dambrosi
- Technical Project manager settore mitigazione: Francesco Demarch
- Technical Project manager adattamento ai cambiamenti climatici: Gian Piero Saccucci Di Napoli

Dipartimenti e Servizi coinvolti

- Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità
- Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Servizio Ambiente ed Energia
- Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Servizio Pianificazione Territoriale e Valorizzazione Porto Vecchio
- Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Edilizia Privata e Residenziale Pubblica, Paesaggio
- Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Servizio Strade e Verde Pubblico
- Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto, Partenariati
- Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto, Partenariati - Servizio Edilizia Pubblica
- Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto, Partenariati - Servizio Edilizia Scolastica e Sportiva/Programmi Complessi
- Dipartimento Scuola, Educazione, Promozione Turistica, Cultura e Sport - Servizio Scuola ed Educazione
- Dipartimento Innovazione e Servizi Generali
- Dipartimento Servizi Finanziari, Tributi e Partecipazioni Societarie – Servizio Gestione Finanziaria, Fiscale ed Economale
- Dipartimento Polizia Locale, Sicurezza e Protezione Civile – Servizio Protezione Civile e Servizio Amministrativo

Contributi:

Giulio Bernetti, Enrico Conte, Fabio Lorenzut, Vincenzo Di Maggio, Lorenzo Bandelli, Walter Milocchi, Enrico Cortese, Lea Randazzo, Lucia Iammarino, Luigi Fantini, Silvia Fonzari, Edoardo Collini, Giorgio Tagliapietra, Roberto Prodan, Francesco Demarch, Gian Piero Saccucci Di Napoli, Raffaella Scarparo, Luigi Stocchi, Franco Cossutta, Roberta Bello, Andrea Prodan, Luca Berti, Antonella Del Bianco, Carlotta Cesco, Francesco Panepinto, Barbara Borsi, Christian Tosolin, Alessandro Mosetti, Ingrid Umek, Elisa Cacciaguerra, Marco Marocco, Emilio Canciani, Francesca Tion, Energy Manager del Comune di Trieste Pier Francesco Scandura.

In collaborazione con



Realizzato con il supporto tecnico e scientifico di



Stefano Alessandrini

Nikola Holodkov

Enrico Longato

Massimiliano Spadaro

Leyla Vesnic

Silvia Zampese

Con il contributo del progetto



Il progetto SECAP - Supporto alle politiche energetiche e di adattamento climatico, mira ad offrire un supporto concreto agli enti locali dell'area di programma per l'implementazione di politiche energetiche sostenibili e di adattamento climatico, che faciliteranno la transizione dai PAES (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile) ai PAESC (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima).

Le attività sono orientate a sensibilizzare gli organi politici e gli operatori del territorio tramite iniziative pilota di progettazione di nuovi PAESC, accompagnate da azioni di informazione, formazione ed assistenza all'uso di metodologie e strumenti allo scopo sviluppati. Si concretizzerà così l'obiettivo di collegare e condividere le misure energetiche e di mitigazione nell'area transfrontaliera.

In particolare, si ringrazia l'Università degli Studi di Trieste per aver sviluppato le metodologie per la valutazione dell'intensità e della frequenza attuale e futura dei fenomeni climatici estremi, in particolare:

Dipartimento di Ingegneria e Architettura	Prof. Marco Manzan Dott. Amedeo Pezzi
Dipartimento di Matematica e Geoscienze	Prof. Giorgio Fontolan Dott.ssa Giulia Casagrande
Dipartimento di Scienze della Vita	Prof. Giovanni Bacaro Dott. Francesco Petruzzellis Prof. Andrea Nardini Dott. Enrico Tordoni

La visione sul futuro di Trieste

Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) rappresenta l'opportunità per tradurre l'impegno politico di questa giunta in misure e progetti pratici attraverso la pianificazione delle azioni da intraprendere.

Questo impegno politico è l'inizio di un processo a lungo termine in cui auspichiamo ci sia l'adesione, il supporto e il confronto delle diverse aggregazioni del territorio per mettere in atto tutte le azioni inerenti a progetti di efficientamento energetico, ma anche un rafforzamento della resilienza locale agli impatti dei cambiamenti climatici nonché sull'accesso dei cittadini ad energia sicura, sostenibile ed economica.

Il difficile e complesso momento storico in cui stiamo avviando questo importante piano di azione deve essere ulteriore stimolo per abbinare l'individuazione e l'attuazione di azioni di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici con un nuovo sviluppo socioeconomico del territorio con l'obiettivo di ripartire delle idee per favorire nuovi modelli di progettazione e rigenerazione urbane nel quadro dell'agenda 2030 relativi agli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Il PAESC si compone di azioni che vanno ad agire su diversi ambiti tematici:

- una città **più verde**: azioni volte al mantenimento ed all'ampliamento del patrimonio arboreo che permetta di migliorare le condizioni complessive del territorio comunale, urbano e periurbano, dal punto di vista ecologico e dei servizi ecosistemici forniti dalla componente vegetale associati ad una pianificazione del verde pubblico in modo da aumentare la biodiversità del territorio. L'Amministrazione comunale intende inoltre promuovere azioni di informazione, sensibilizzazione e coinvolgimento attivo di tutti i portatori di interesse nella co-gestione partecipata e inclusiva del verde;
- una città con **nuove energie**: azioni incentrate sullo sviluppo delle energie rinnovabili in ambito di produzione e di consumo;
- una città **più efficiente**: azioni focalizzate sull'efficienza energetica degli edifici pubblici e privati, attraverso misure di regolamentazione, investimenti diretti, strutture di supporto;
- una città con **reti e servizi intelligenti**: azioni che spaziano dalla riduzione dei consumi dell'energia elettrica dell'illuminazione pubblica e semaforica all'incremento della raccolta differenziata;
- una città **che si muove meglio**: azioni per potenziare i sistemi di mobilità sostenibile e a minor impatto ambientale attraverso interventi infrastrutturali, gestionali e di regolamentazione;
- una città **con un'economia a basse emissioni**: azioni finalizzate a promuovere l'acquisto di prodotti sostenibili, incentivare pratiche di economia circolare, promuovere forme di lavoro agile;
- una città **più resiliente**: azioni per incrementare la copertura arborea, gestire i rischi climatici, ridurre il consumo di suoli e gli sprechi idrici;
- una città **più comunicativa**: azioni specifiche di comunicazione, divulgazione e sensibilizzazione dei contenuti e degli obiettivi del Piano nei confronti dei cittadini associate a campagne mediatiche;
- una città **più attenta all'educazione sui temi ambientali**: azioni specifiche di formazione per instaurare nelle nuove generazioni i concetti di povertà energetica, sostenibilità ambientale e crisi climatica; tale percorso è probabilmente l'unico modo per assicurare l'effettivo successo delle iniziative nazionali ed internazionali in corso per la transizione ecologica. L'Amministrazione comunale intende, di concerto con gli enti partner, le associazioni culturali, gli stakeholder territoriali, avviare dei percorsi di formazione dedicati ai giovanissimi, ai giovani e ai meno giovani che si snoderanno nell'ambito dei calendari scolastici, degli eventi culturali, di eventi formativi e informativi pubblici.

L'Assessore alle Politiche del Territorio

SANDRA SAVINO

Il Sindaco

ROBERTO DIPIAZZA

SINTESI DEI CONTENUTI

In un contesto europeo caratterizzato dalla pandemia da Covid-19, a marzo 2020 la Commissione Europea ha presentato la proposta di una legge europea sul clima sancendo così l'impegno politico dell'UE di conseguire la neutralità climatica entro il 2050. Con tale legge, approvata ad ottobre 2020, si propone l'obiettivo giuridicamente vincolante di azzerare le emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2050 e si vuole tracciare la rotta da seguire per tutte le politiche dell'UE in merito.

Il presente Piano, redatto in ottemperanza agli impegni presi dal Sindaco con la firma del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, raccoglie lo stimolo europeo e punta a portare la città verso gli obiettivi di decarbonizzazione e aumento di resilienza territoriale alla base delle politiche europee. Con tale azione il Comune di Trieste rilancia gli obiettivi del vigente PAES e si impegna a redigere un PAESC entro due anni dall'adesione al Patto, a ridurre le proprie emissioni di anidride carbonica di almeno il 40% rispetto al 2001 (anno scelto come riferimento) e ad aumentare la capacità di adattarsi al cambiamento climatico. Per raggiungere tali obiettivi è necessario predisporre delle azioni concrete, oggetto di progettazione di dettaglio futura, che rispondano alle esigenze emerse dall'analisi delle emissioni di anidride carbonica territoriali e dall'analisi di rischio e vulnerabilità climatica.

Con il supporto di Area Science Park e del progetto SECAP, il PAESC del Comune di Trieste è stato sviluppato seguendo le linee guida predisposte dal Joint Research Centre, costola tecnica della Commissione Europea, affrontando con particolare attenzione e spirito innovativo la parte relativa alla valutazione di rischio e vulnerabilità, di fondamentale importanza per prendere coscienza dei pericoli climatici e dei relativi impatti che insistono ed insisteranno sulla città di Trieste.

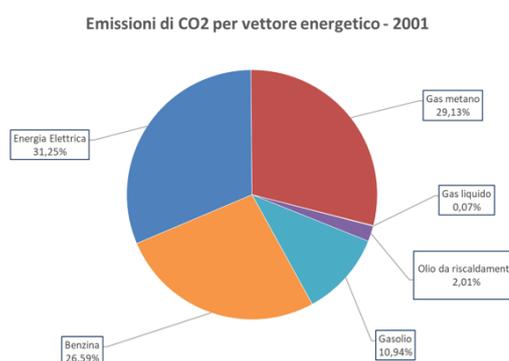
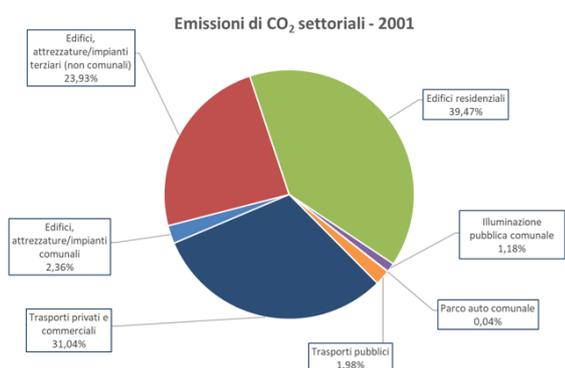
Nella prima parte del documento l'analisi del contesto cittadino ha confermato la natura della città sotto vari punti di vista, facendo emergere diversi aspetti tra cui ad esempio: il costante calo demografico, la maggior presenza di società di servizi e di attività commerciali rispetto agli insediamenti industriali, la densità abitativa tra le più alte d'Italia, la grande numerosità dei mezzi per il trasporto privato con motore a combustione interna, la scarsità di infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici, l'assenza di iniziative massicce di car sharing a car pooling, la scarsa numerosità di impianti a fonti rinnovabili, le difficoltà realizzative negli interventi di efficienza energetica legate alla presenza di vincoli storico-paesaggistici, il ricorso ai combustibili fossili per il riscaldamento delle abitazioni residenziale e per gli edifici del terziario, la progressiva dismissione degli impianti a olio combustibile, la necessità di formazione, comunicazione e informazione per stimolare il progressivo rinnovo del comparto edilizio pubblico e privato.

Le emissioni di anidride carbonica dal 2001 ad oggi si sono ridotte circa del 20%, in linea con gli obiettivi previsti da vigente PAES; tuttavia, emerge una buona parte di azioni di mitigazione che non ha trovato attuazione per mancanza di finanziamenti o per ridefinizione delle linee politiche strategiche. Con il nuovo documento si vuole evitare che tali fenomeni possano avvenire in futuro, raccogliendo gli stimoli europei, focalizzando l'attenzione sul reperimento dei necessari finanziamenti e sul potenziamento della struttura di governance del piano in grado di mettere tali fondi a terra.

Il clima di Trieste sta cambiando, negli ultimi anni è stato osservato l'aumento della temperatura media estiva ed invernale, diurna e notturna, l'innalzamento medio del livello del mare, l'aumento dei giorni caratterizzati da vento di bora forte e di quelli piovosi, aumentati non solo in frequenza ma soprattutto in intensità. Tali osservazioni, relazionate anche ai risultati scientifici dell' Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - Gruppo intergovernativo di esperti del cambiamento climatico e alle proiezioni climatiche al 2100, hanno spinto la presente amministrazione alla predisposizione di azioni concrete per aumentare la capacità di adattamento territoriale, a tutela del territorio e della salute dei cittadini.

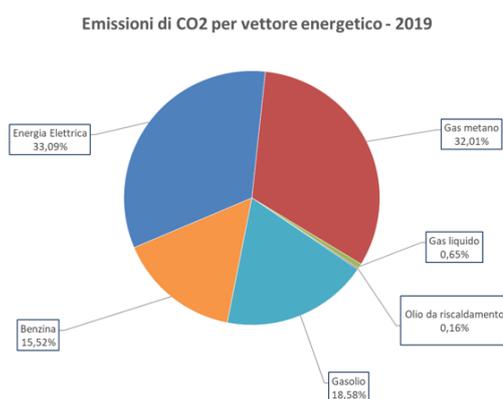
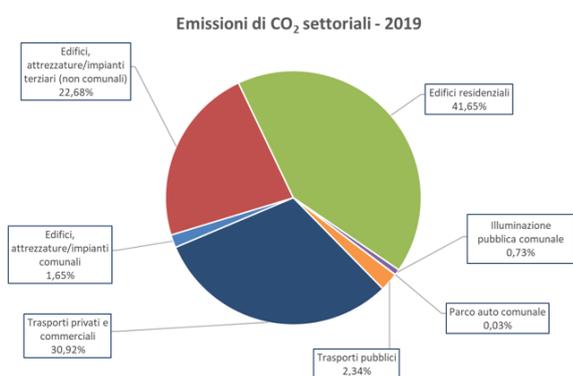
È stato svolto un processo di ascolto degli stakeholder ed esperti settoriali che ha portato alla valutazione degli impatti presenti e futuri dei fenomeni climatici estremi: dall'analisi è emersa una situazione piuttosto critica in relazione agli effetti delle ondate di calore, degli allagamenti e dell'innalzamento del livello del mare, delle precipitazioni estreme, dei fenomeni siccitosi e del vento estremo.

Nell'anno di riferimento, il 2001, il quadro emissivo appariva come riportato nei diagrammi sottostanti:



Le emissioni sono maggiori nei settori dei trasporti privati e commerciali, degli edifici privati e residenziali, con una divisione simile osservandole dal punto di vista dei vettori energetici, dominati dal gas metano, dalla benzina, dal diesel, dall'energia elettrica, quest'ultima prodotta solo in piccola parte da fonti rinnovabili.

Nel 2019, anno dell'ultimo rapporto di monitoraggio, la situazione si è evoluta assumendo la forma riportata nei seguenti grafici a torta:



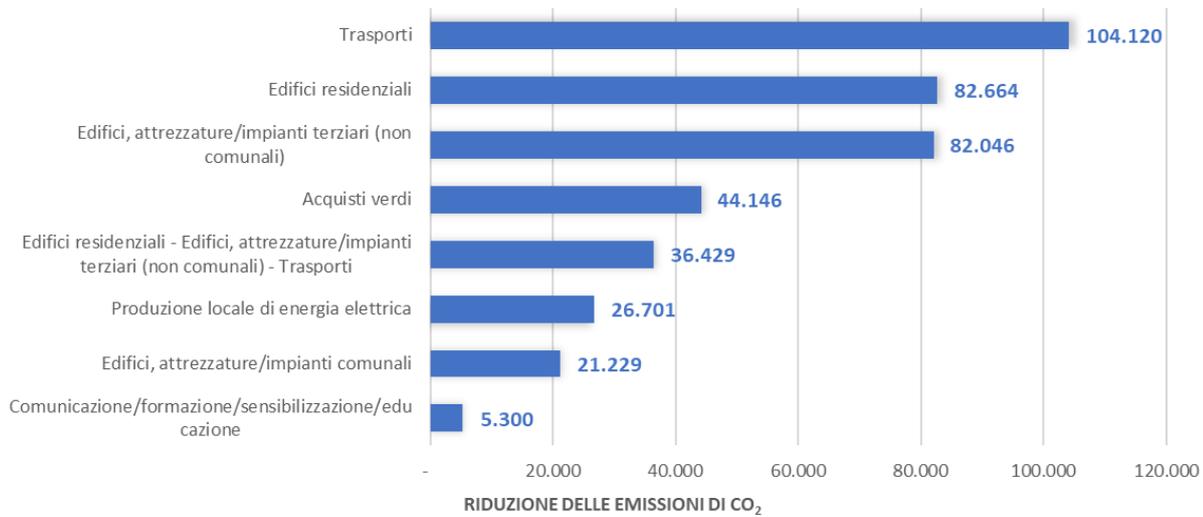
Osservando i grafici riferiti all'anno 2019, la maggiore evidenza, destinata a mutare rapidamente in virtù delle recenti normative europee, è la riduzione del consumo di benzina in favore dell'impiego del diesel.

In termini assoluti le emissioni si sono ridotte passando da 918.193 tCO₂ del 2001, a 732.802 tCO₂ nel 2019. Stanti gli obiettivi di riduzione delle emissioni di almeno il 40%, il Comune si impegna a ridurre le emissioni di CO₂ di ulteriori 181.886 tonnellate. In realtà, le azioni contenute nel presente piano consentiranno una riduzione delle emissioni pari al 44%.

L'apporto che le azioni di mitigazione danno a ciascun settore in termini di riduzione delle emissioni di anidride carbonica è visibile in termini assoluti nel seguente grafico a barre. Le azioni nei settori dei trasporti, degli edifici attrezzature e impianti residenziali e terziari non comunali danno il maggiore contributo all'attuazione del piano. Meno rilevanti numericamente ma assolutamente fondamentali in termini di qualità della vita dei cittadini utenti dei servizi pubblici nonché stimolo ideologico alla base della transizione ecologica sono le azioni dedicate al risparmio energetico di edifici, impianti e veicoli pubblici e quelle per la formazione, comunicazione, educazione e sensibilizzazione.

Altrettanto importante per stimolare il mercato green è il contributo dato dalle azioni dedicate alla produzione di energia da fonti rinnovabili e agli acquisti verdi.

RIDUZIONE DELLE EMISSIONI IN CIASCUN SETTORE (tCO₂)



Osservando le azioni di adattamento dal punto di vista dei settori di intervento, focalizzando l'attenzione solo sui settori con le maggiori criticità emerse dall'analisi di rischio e vulnerabilità, è possibile dire che 2 azioni riguardano il settore energetico, 4 quello della salute, 6 quello dei trasporti e 7 ambiente e biodiversità.

Il piano va attuato entro il 31 dicembre 2030 ed il suo stato di avanzamento sarà monitorato ogni due anni. Esso comporterà una spesa stimata di 5.017.828.650,83 euro (si veda il capitolo 6), a carico della finanza pubblica e privata, locale, regionale, nazionale ed europea.

In fondo al documento, rispettivamente ai capitoli 6 e 7, sono riportati i prospetti riassuntivi delle azioni di mitigazione ed adattamento che l'Amministrazione intende portare a compimento.

SOMMARIO

1. ANALISI DI CONTESTO	1
1.1. Il Contesto di riferimento ed il quadro normativo	1
1.1.1. Il contesto internazionale	1
1.1.2. Il contesto europeo	3
1.1.3. Il contesto nazionale	4
1.1.4. Il contesto regionale del Friuli-Venezia Giulia	5
1.1.5. Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)	8
1.1.6. Il contributo della Regione Friuli Venezia Giulia al Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza	9
1.1.7. Il Patto dei Sindaci. Definizione di PAESC, campo d'applicazione, obiettivi e monitoraggio.	11
1.2. Strutture del Comune coinvolte nel PAESC	17
1.3. Inquadramento demografico	18
1.4. Inquadramento geografico	22
1.5. Inquadramento infrastrutturale	23
1.5.1. Infrastruttura di distribuzione dell'energia elettrica	23
1.5.2. Infrastruttura di distribuzione del gas naturale	24
1.5.3. Rete idrica	25
1.5.4. Il sistema fognario di Trieste	27
1.5.5. Infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici	28
1.5.6. Infrastrutture viarie	30
1.5.7. Gli impianti di illuminazione pubblica	32
1.6. Il sistema economico	33
1.7. Inquadramento urbanistico ed edilizio	37
1.8. Veicoli circolanti nel territorio comunale	41
1.9. Consumi energetici della città	44
1.9.1. Consumo di energia elettrica	44
1.9.2. Consumo di gas metano	46
1.9.3. Consumo di prodotti petroliferi	47
1.9.4. Analisi del consumo di energia primaria	48
1.9.5. Produzione di energia elettrica nel territorio comunale	49
1.10. Bilancio energetico del Comune di Trieste	52
1.10.1. Consumi di energia elettrica	52
1.10.2. Combustibili per riscaldamento	54
1.10.3. Carburanti per veicoli	55
1.10.4. Produzione di energia da fonti rinnovabili – impianti comunali	56
1.11. Inquadramento climatico	58
1.11.1. I cambiamenti climatici nel mondo ed in Italia	58
1.11.2. I cambiamenti climatici in Friuli-Venezia Giulia	60
1.11.3. Il clima e gli eventi climatici estremi a Trieste	69
1.12. Piani di emergenza territoriali	77
1.12.1. Rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico	78
1.12.2. Rischio di incendi boschivi	79
1.12.3. Rischio ondate di calore	80

2.	INVENTARIO DELLE EMISSIONI ED OBIETTIVI DI PIANO	81
2.1.	Consumo energetico nel territorio del Comune di Trieste	82
2.1.1.	IBE (2001).....	82
2.1.2.	IME (2019).....	84
2.2.	Metodologia per il calcolo delle emissioni di CO₂.....	86
2.3.	Emissioni di CO₂ nel territorio del comune di Trieste	88
2.3.1.	IBE (2001).....	88
2.3.2.	IME (2019).....	90
2.4.	Andamento storico dei consumi energetici ed emissioni di CO₂.....	92
3.	ANALISI DI RISCHI E VULNERABILITA'	95
3.1.	Framework concettuale e operativo	96
3.2.	Individuazione degli impatti.....	98
3.2.1.	Introduzione.....	98
3.2.2.	Metodologia e fonte dei dati	98
3.2.3.	Riepilogo degli impatti individuati e valutazione della loro pericolosità	102
3.3.	Studio delle sorgenti di pericolo.....	105
3.3.1.	Metodologia generale e riepilogo dello studio delle sorgenti di pericolo	105
3.3.2.	Caldo e freddo estremo	107
3.3.3.	Precipitazione estrema	116
3.3.4.	Siccità	121
3.3.5.	Inondazione	127
3.3.6.	Acque alte	131
3.3.7.	Vento estremo	134
3.3.8.	Frane.....	136
3.3.9.	Incendi boschivi	144
3.4.	Analisi di esposizione e vulnerabilità.....	150
3.4.1.	Introduzione.....	150
3.4.2.	Mappe ed indicatori di esposizione	150
3.4.3.	Indicatori di vulnerabilità.....	154
3.5.	Riepilogo rischi d'impatto per settore e sorgente di pericolo	161
3.5.1.	Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie	162
3.5.2.	Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche ..	163
3.5.3.	Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico.....	165
3.5.4.	Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali	166
3.5.5.	Aumento di danni alle infrastrutture stradali	169
3.5.6.	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato	170
3.5.7.	Aumento di disagi per la navigazione marittima e di accesso alle infrastrutture portuali	174
3.5.8.	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali	175
3.5.9.	Aumento di danni a edifici	177
3.5.10.	Aumento di danni alla rete fognaria	178
3.5.11.	Aumento di danni alla rete idrica.....	179
3.5.12.	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi	180
3.5.13.	Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie-vettori ..	181
3.5.14.	Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche	182
3.5.15.	Disagi per operatori che lavorano all'esterno.....	184

3.5.16.	Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola	186
3.5.17.	Variatione della produttività agricola	187
3.5.18.	Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico.....	189
3.5.19.	Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione	190
3.5.20.	Perdita/erosione del suolo agricolo.....	192
3.5.21.	Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi.....	194
3.5.22.	Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali.....	196
3.5.23.	Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste	197
3.5.24.	Alterazione delle reti trofiche marine.....	199
3.5.25.	Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini	201
3.5.26.	Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine.....	203
3.5.27.	Modifica della fisiologia degli organismi marini	204
3.5.28.	Tropicalizzazione e/o meridionalizzazione dei mari	205
3.5.29.	Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri	206
3.5.30.	Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie	208
3.5.31.	Riepilogo degli indici di rischio d’impatto per settore e sorgente di pericolo	210
4.	IL PIANO D’AZIONE	212
4.1.	Partenariato Strategico	212
4.2.	Dall’analisi di contesto all’azione: il processo partecipativo.....	212
4.3.	Gli obiettivi di piano.....	218
4.4.	Le azioni del PAESC	219
4.4.1.	Azioni di mitigazione	220
4.4.2.	Azioni di adattamento	301
5.	ANALISI E GESTIONE DEI RISCHI LEGATI ALL’IMPLEMENTAZIONE DEL PAESC.....	347
6.	PROSPETTO RIASSUNTIVO AZIONI DI MITIGAZIONE	350
7.	PROSPETTO RIASSUNTIVO AZIONI DI ADATTAMENTO.....	355

INTRODUZIONE

Il presente documento illustra il “Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile e il Clima” (PAESC), nell’ambito degli impegni presi dal Comune di Trieste con l’adesione al nuovo Patto dei Sindaci.

Il primo capitolo affronta i dati di contesto funzionali alla formulazione e al monitoraggio delle azioni del Piano.

Il secondo e il terzo capitolo presentano rispettivamente l’Inventario di Base delle Emissioni e i risultati dell’analisi di rischio e vulnerabilità secondo i template predisposti dall’Ufficio del Patto dei Sindaci.

Il quarto capitolo presenta le azioni di mitigazione e adattamento predisposte di concerto con i partner ed in considerazione delle risultanze del questionario pubblico.

Il quinto capitolo riguarda l’analisi del rischio legato all’implementazione del PAESC, prevedendo le opportune contromisure per garantire il raggiungimento degli obiettivi.

Il sesto capitolo riassume graficamente e in forma tabellare gli obiettivi di ciascuna azione del Piano, le relative tempistiche e i costi stimati per l’implementazione.

Ai fini della corretta lettura delle informazioni si ricorda che, in attuazione del piano di riordino del sistema delle autonomie locali della regione Friuli Venezia Giulia, avviato con Legge regionale 9 dicembre 2016, n.20, le province di Trieste, Gorizia e Pordenone sono state soppresse il 30 settembre 2017. La provincia di Udine ha avviato il procedimento di soppressione il 22 aprile 2018, giorno successivo alla scadenza del mandato degli organi ordinari. Nel documento vengono riportate ai soli fini statistici e di organizzazione delle informazioni.

Premessa sul contesto legata alla pandemia da COVID-19

L'emergenza epidemiologica COVID-19 e le conseguenti misure di lockdown hanno provocato in maniera improvvisa e inaspettata una crisi globale che non trova precedenti negli ultimi decenni: crollo della domanda di beni e servizi, interruzione di approvvigionamenti, chiusura di aziende.

Per prendere decisioni strategiche in questo contesto è necessaria una base informativa ampia, multisettoriale, aggiornata. I tempi di aggiornamento sono uno fattore critico: una serie storica di dati dell’ultimo decennio, con ultimo aggiornamento al 2019, non dice molto sul presente. Scegliendo e combinando alcune fonti di dati con aggiornamenti più frequenti si può avere una visione migliore – parziale, ma utile a formare un quadro conoscitivo.

L’emergenza COVID-19 ha prodotto un significativo impatto sociale ed economico che può essere in parte misurato attraverso i dati disponibili al 31 luglio 2020. Le misure di distanziamento sociale, di chiusura delle frontiere e delle attività produttive avranno effetti rilevabili anche sul lungo periodo: in alcuni casi hanno compromesso irrimediabilmente la stabilità economica delle imprese e modificato le esigenze dei clienti. Inoltre, le iniziative pubbliche di sostegno alla ripresa di livello regionale, nazionale ed europeo impatteranno sui bilanci pubblici creando maggiori spese a fronte di minori entrate.

Un dato capace di sintetizzare l’insieme di questi cambiamenti è la potenza elettrica complessiva erogata a livello nazionale, in quanto la maggior parte delle attività utilizza l’energia elettrica (abitazioni, illuminazione pubblica, uffici, produzioni industriali, trasporti ferroviari, ecc.). La richiesta di potenza elettrica nazionale è un indicatore che riassume tutti i consumi, in tutti i settori ed ha un andamento caratteristico che si presenta in maniera simile ogni anno. Il valore medio del 2019 è stato 36,5 GW.

A partire da febbraio 2020 e in maniera più marcata durante il lockdown, la chiusura delle attività e dei trasporti ha causato un evidente calo della potenza elettrica richiesta che ha registrato i valori minimi storici, con una media pari a 28 GW. A partire da giugno 2020 i consumi sono cresciuti costantemente e nell’ultima settimana di luglio 2020 si rileva il caratteristico picco estivo in linea con gli anni precedenti.

Lo stesso comportamento si è osservato per il consumo di prodotti petroliferi legati ai trasporti. Le conseguenze dei lock down e della limitazione agli spostamenti hanno portato ad una riduzione delle emissioni di anidride carbonica inaspettata e non rappresentativa della situazione reale ordinaria, pertanto,

l'anno 2020 non potrà essere utilizzato come anno su cui misurare il raggiungimento degli obiettivi rispetto all'anno di riferimento. Nei prossimi anni, in cui ci si auspica di poter vivere nella cosiddetta "nuova normalità", sarà importante riuscire a monitorare correttamente i risultati raggiunti dal presente Piano, normalizzandoli rispetto agli effetti del COVID, in modo da assicurare il reale raggiungimento degli obiettivi previsti per il 2030.

1. ANALISI DI CONTESTO

1.1. Il Contesto di riferimento ed il quadro normativo

1.1.1. Il contesto internazionale

È solo a partire dagli anni '90 che le istituzioni hanno iniziato ad occuparsi seriamente dei temi legati al riscaldamento globale, con negoziati e accordi internazionali periodici che hanno avuto come obiettivo la definizione dei limiti alle emissioni di gas Serra da parte dei Paesi firmatari. In questo breve excursus si ripercorrono i più significativi passi fatti a livello internazionale sul clima, nonché i relativi accordi.

- **RIO 1992** - La Conferenza mondiale delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992, ha portato per la prima volta all'approvazione di una serie di convenzioni su alcuni specifici problemi ambientali quali clima, biodiversità e tutela delle foreste. L'esistenza dei cambiamenti climatici di origine antropica viene di fatto riconosciuta e si dà il via ad un programma di contenimento delle emissioni per contrastare un ulteriore riscaldamento. Durante questo Summit venne siglata la *Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici*, quale primo e principale trattato internazionale finalizzato alla riduzione delle emissioni di gas Serra. Questo accordo non aveva però un carattere vincolante dal punto di vista legale, nel senso che non imponeva limiti obbligatori alle emissioni di gas Serra alle singole nazioni firmatarie. In questa occasione viene inoltre sottoscritto il documento di indirizzo strategico denominato *Agenda 21*, quale piano di azione dell'ONU per lo sviluppo sostenibile del XXI secolo.
- **KYOTO 1997** - Dopo cinque anni dalla Conferenza di Rio de Janeiro, la Comunità Internazionale è tornata a discutere dei problemi ambientali ed in particolare di quello del riscaldamento globale, in occasione della Conferenza di Kyoto tenutasi in Giappone nel dicembre 1997. In tale occasione viene firmato il primo documento internazionale che ha imposto l'obbligo di riduzione delle emissioni ai Paesi più sviluppati: il *Protocollo di Kyoto*. Con tale accordo i paesi firmatari si sono impegnati a ridurre complessivamente, entro il quinquennio 2008-2012 (periodo di adempimento), del 5% le proprie emissioni di Greenhouse Gases (GHG) rispetto ai valori del 1990 (anno di riferimento). La quota di riduzione dei gas serra fissata per l'Unione Europea è dell'8%, tradotta poi dal Consiglio dei Ministri dell'Ambiente in obiettivi differenziati per i singoli Stati membri. In particolare, per l'Italia è stato stabilito l'obiettivo di riduzione del 6,5% rispetto ai livelli del 1990. Al fine di raggiungere tali obiettivi il trattato definisce dei meccanismi flessibili di "contabilizzazione" delle emissioni e di possibilità di scambio delle stesse utilizzabili dai paesi per ridurre le proprie emissioni (Clean Development Mechanism, Joint Implementation ed Emission Trading). Durante il secondo periodo di adempimento del Protocollo di Kyoto (2013-2020) i paesi firmatari si sono poi impegnati a ridurre le emissioni almeno del -18% rispetto ai livelli del 1990. Anche in questo caso l'UE si è impegnata a diminuire ulteriormente le emissioni, con una percentuale del -20% rispetto al 1990. Gli Stati Uniti non hanno mai aderito a tale protocollo.
- **JOHANNESBURG 2002 (RIO+10)** - L'urgenza di definire strategie globali sui temi più critici per il futuro del pianeta quali acqua, energia, salute, sviluppo agricolo, biodiversità e gestione dell'ambiente, ha motivato l'organizzazione del Vertice Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile tenutosi a Johannesburg dal 26 agosto al 4 settembre 2002. In tale occasione la comunità mondiale ha adottato la *Dichiarazione di Johannesburg* e il piano di attuazione del Vertice mondiale per uno sviluppo sostenibile.
- **DURBAN 2011** - Alla conferenza mondiale sul clima organizzata dalle Nazioni Unite a Durban, nel dicembre del 2011, è stato presentato dai rappresentanti dei governi locali un documento sottoscritto da oltre 500 città di tutto il mondo in cui viene riconosciuto che tali città sono centri di innovazione economica, politica e culturale, e che i governi locali giocano un ruolo strategico nell'affrontare i cambiamenti climatici per la loro responsabilità in piani e regolamenti che possono

influenzare adattamento e mitigazione e la loro capacità di dimostrare leadership e adottare soluzioni innovative su questi temi. È matura, infatti, la consapevolezza dell'importanza del ruolo giocato dalle città nell'ambito dei cambiamenti climatici, nelle politiche di mitigazione ed adattamento, sia a livello europeo che extra-europeo. Il ruolo delle città risulta fondamentale per raggiungere gli obiettivi globali dettati dal Protocollo di Kyoto e per rispettare l'impegno a lungo termine di mantenere un aumento della temperatura globale al di sotto dei 2°C, parametro assunto con gli accordi della Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici di Cancùn 2010.

- **PARIGI 2015** – Durante il Summit di Parigi del 2015 viene ratificato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici: l'*Accordo di Parigi*. Entrato in vigore nel 2016, l'Accordo persegue l'obiettivo di limitare al di sotto dei 2 gradi Celsius il riscaldamento medio globale rispetto al periodo preindustriale, puntando a un aumento massimo della temperatura pari a 1,5 gradi Celsius. Altro obiettivo che si pongono i firmatari dell'Accordo è quello di accrescere la capacità di adattamento agli impatti avversi dei cambiamenti climatici. Si sottolinea dunque la volontà comune di agire sia sul fronte della mitigazione (riduzione delle emissioni climalteranti) sia su quello dell'adattamento. L'Accordo prevede inoltre che i paesi più ricchi sostengano finanziariamente i paesi in via di sviluppo impegnati nello sforzo di riduzione delle emissioni e adattamento ai cambiamenti climatici. Entro il 2023 sarà redatto un primo "bilancio globale" circa i progressi fatti a scala planetaria per raggiungere gli obiettivi dell'accordo.
- **NEW YORK 2015** – In occasione del Summit sullo Sviluppo Sostenibile viene stilato dai Capi di stato il documento dal titolo "*Trasformare il nostro mondo. L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile*", che determina gli impegni sullo sviluppo sostenibile che dovranno essere realizzati entro il 2030, individuando 17 obiettivi globali e 169 target.



Figura 1.1. Obiettivi per lo sviluppo sostenibile.

- **COP26** – La conferenza tenutasi a Glasgow dal 31 ottobre al 12 novembre 2021, è stata fortemente influenzata dalla decisiva pressione di milioni di giovani mobilitati nelle strade di mezzo mondo. Ricordiamo che la Commissaria UE, Ursula von Der Leyen, ha esplicitamente sottolineato di essersi decisa ad alzare il target europeo di riduzione delle emissioni al 2030 dal 40 al 55% rispetto al 1990 proprio dalla sollecitazione venuta dalle marce di giovani che hanno invaso le città.



Durante la conferenza sono stati affrontati i seguenti argomenti:

- come assicurare lo zero netto globale entro la metà del secolo e mantenere gli 1,5 gradi a portata di mano.
- come adattarsi per proteggere le comunità e gli habitat naturali.
- mobilitare i finanziamenti.
- lavorare insieme per consegnare un futuro

1.1.2. Il contesto europeo

L'Unione Europea è impegnata a svolgere un ruolo guida nella lotta mondiale ai cambiamenti climatici. L'attuale Presidente della Commissione Europea, Ursula Gertrud von der Leyen, ha dichiarato a tal proposito di voler far diventare l'Europa il primo continente climaticamente neutro entro il 2050. A testimonianza di tale impegno, l'Europa ha fissato misure e traguardi ambiziosi per ridurre le sue emissioni di gas a effetto serra e ha definito a tal fine obiettivi in materia di emissioni per i principali settori della sua economia.

La politica europea in termini di lotta al cambiamento climatico segue le tappe stabilite a livello internazionale e può essere così sintetizzata:

- Nel **1994 con la Carta di Ålborg** è stato fatto il primo passo verso l'attuazione dell'Agenda 21 locale, firmata da oltre 300 autorità locali durante la I Conferenza europea sulle "città sostenibili". Sono stati definiti in questa occasione, i principi base per uno sviluppo sostenibile delle città e gli indirizzi per i piani d'azione locali.
- Con la **ratifica del Protocollo di Kyoto (2002)** l'Unione Europea si è impegnata a ridurre le proprie emissioni di gas serra, nel periodo 2008-2012, dell'8% rispetto ai livelli del 1990.
- Il **Libro Verde del marzo 2006** intitolato "*Una strategia europea per un'energia sostenibile, competitiva e sicura*", propone una strategia energetica per l'Europa per ricercare l'equilibrio fra sviluppo sostenibile, competitività e sicurezza dell'approvvigionamento ed individua sei settori chiave in cui è necessario intervenire per affrontare le sfide che si profilano. Il documento propone inoltre di fissare come obiettivo per l'Europa il risparmio del 20% dei consumi energetici.
- Nel **2008 il Consiglio europeo adotta il Pacchetto Clima-Energia 2020** con il quale per la prima volta è previsto un approccio integrato tra politiche energetiche e la lotta ai cambiamenti climatici. Con questo pacchetto la UE si impegna entro il 2020 a ridurre i gas-serra del 20%, a migliorare l'efficienza energetica del 20% e a portare la percentuale di rinnovabili al 20% (rispetto ai livelli del 1990).
- Nel **2013** la Commissione ha presentato la **Strategia europea per l'adattamento ai cambiamenti climatici** al fine di incoraggiare tutti gli Stati membri ad adottare strategie globali di adattamento. La Comunicazione è accompagnata da documenti che affrontano il tema dell'adattamento in specifici settori e aree politiche e da linee guida per la preparazione delle strategie nazionali di adattamento.
- Il **Consiglio europeo del 2014** ha presentato il *Quadro 2030 per il clima e l'energia* che propone nuovi obiettivi e misure per rendere l'economia e il sistema energetico dell'UE più competitivi, sicuri e sostenibili. I nuovi obiettivi legati a clima ed energia da raggiungere entro il 2030 si traducono in: una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% (rispetto ai livelli del 1990); un obiettivo (vincolante) di consumo di energie rinnovabili di almeno il 27%; un obiettivo di miglioramento dell'efficienza energetica di almeno il 27%.
- Nel **2016 la Commissione ha presentato il Pacchetto energia pulita**, che comprende una serie di misure volte ad assicurare progressi in materia di decarbonizzazione e transizione energetica al 2030, mantenendo al contempo un alto grado di competitività della UE.
- Con il **Green Deal europeo del 2019**, la Commissione propone una sorta di tabella di marcia per rendere sostenibile l'economia europea, tramite azioni volte a: promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare, ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento.

- A marzo **2020 la Commissione presenta la proposta di una legge europea sul clima** sancendo così l'impegno politico dell'UE di conseguire la neutralità climatica entro il 2050. Con tale legge, approvata ad ottobre 2020, si propone l'obiettivo giuridicamente vincolante di azzerare le emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2050 e si vuole tracciare la rotta da seguire per tutte le politiche dell'UE in merito. A tal fine viene posto un nuovo obiettivo di riduzione delle emissioni comunitarie al 2030: non più il 40%, ma il 60%.

1.1.3. Il contesto nazionale

Il meccanismo di governance dell'Unione per l'energia e il clima funzionale al raggiungimento dei nuovi obiettivi europei al 2030 prevede che ciascuno Stato membro sia tenuto a contribuire al raggiungimento degli obiettivi comuni attraverso la fissazione di propri target al 2030. Il documento all'interno del quale gli Stati membri sono chiamati a descrivere le politiche e le misure nazionali finalizzate al raggiungimento degli obiettivi europei è il **PNIEC - Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima**.

Questo Piano, che copre periodi di dieci anni a partire dal decennio 2021-2030, è uno degli strumenti chiave richiesti dal *Pacchetto energia pulita*, introdotto dalla Commissione europea nel 2016 allo scopo di completare il progetto politico dell'Unione dell'energia, varato sempre dalla Commissione nel 2015.

Per la formulazione dei PNIEC, gli Stati membri possono basarsi su strategie o piani nazionali già esistenti in merito, quali a titolo non esaustivo, per l'Italia:

- la *Strategia Energetica Nazionale (SEN)* – approvata con Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico e del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, il 10 novembre 2017.
- la *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile*, approvata dal Comitato interministeriale per la programmazione economica (CIPE) il 22 dicembre 2017.
- la *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)* – approvata con Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 giugno 2015.

Il 21 gennaio 2020, il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha dato notizia dell'invio alla Commissione europea del testo definitivo del Piano nazionale integrato per l'energia e il clima per gli anni 2021-2030. Gli obiettivi generali perseguiti dall'Italia ed inclusi nel Piano sono i seguenti¹:

- a) accelerare il percorso di decarbonizzazione;
- b) mettere il cittadino e le imprese (in particolare piccole e medie) al centro, in modo che siano protagonisti e beneficiari della trasformazione energetica; ciò significa promozione dell'autoconsumo e delle comunità dell'energia rinnovabile, ma anche massima regolazione e trasparenza del segmento della vendita, in modo che il consumatore possa trarre benefici da un mercato concorrenziale;
- c) favorire l'evoluzione del sistema energetico, in particolare nel settore elettrico, da un assetto centralizzato a uno distribuito basato prevalentemente sulle fonti rinnovabili;
- d) adottare misure che migliorino la capacità delle stesse rinnovabili di contribuire alla sicurezza e favorire assetti, infrastrutture e regole di mercato che, a loro volta contribuiscano all'integrazione delle rinnovabili;
- e) continuare a garantire adeguati approvvigionamenti delle fonti convenzionali, con la consapevolezza del progressivo calo di fabbisogno di tali fonti convenzionali, sia per la crescita delle rinnovabili che per l'efficienza energetica;
- f) promuovere l'efficienza energetica in tutti i settori, il miglioramento della sicurezza energetica e la riduzione della spesa energetica per famiglie e imprese;

¹ PNIEC, 2020 - https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf

- g) promuovere l'elettrificazione dei consumi, in particolare nel settore civile e nei trasporti, per migliorare anche la qualità dell'aria e dell'ambiente;
- h) accompagnare l'evoluzione del sistema energetico con attività di ricerca e innovazione che sviluppino soluzioni idonee a promuovere la sostenibilità, la sicurezza, la continuità e l'economicità di forniture basate in modo crescente su energia rinnovabile in tutti i settori d'uso e favoriscano il riorientamento del sistema produttivo verso processi e prodotti a basso impatto di emissioni di carbonio che trovino opportunità anche nella domanda indotta da altre misure di sostegno;
- i) adottare misure e accorgimenti che riducano i potenziali impatti negativi della trasformazione energetica su altri obiettivi parimenti rilevanti, quali la qualità dell'aria e dei corpi idrici, il contenimento del consumo di suolo e la tutela del paesaggio;
- j) continuare il processo di integrazione del sistema energetico nazionale in quello dell'Unione.

In Tabella 1.1 sono illustrati i principali obiettivi del piano al 2030 su rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra.

Tabella 1.1. Principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 – Fonte: PNIEC 2020.

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
Efficienza energetica				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
Emissioni gas serra				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	
Interconnettività elettrica				
Livello di interconnettività elettrica	10%	8%	15%	10%
Capacità di interconnessione elettrica (MW)		9.285		14.375

1.1.4. Il contesto regionale del Friuli-Venezia Giulia

L'energia, in quanto motore di sviluppo economico e sociale, rappresenta un tema strategico per l'azione di governo del Friuli-Venezia Giulia. Considerata la sua interdisciplinarietà, complessità e rapida evoluzione, la Regione si è dotata di uno strumento di governo flessibile anche se necessariamente fondato su obiettivi essenziali di riferimento: il Piano Energetico Regionale (PER).

D'altro canto, coerentemente con le politiche europee e nazionali, la Regione ha intrapreso il proprio percorso verso una Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, affidando ad ARPA FVG (con DGR n. 1890 del 2016) lo studio delle evidenze dei cambiamenti climatici sul territorio della regione e l'analisi dei loro impatti.

Nel 2015 i paesi dell'ONU, tra cui l'Italia, hanno sottoscritto l'Agenda 2030, impegnandosi ad agire concretamente per raggiungere i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile elencati nel documento, superando il fatto che la sostenibilità sia unicamente ambientale e passando a un approccio integrato, che comprende le tre dimensioni: ambiente, economia e società. A dicembre del 2017, l'Italia ha adottato la Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile.

Il Friuli Venezia Giulia ha avviato il proprio percorso di redazione della Strategia regionale per lo sviluppo sostenibile. È stata costituita la Governance della Strategia, con la Cabina di regia istituzionale, istituita con DGR n. 903/2019, a cui è stato affiancato un Gruppo di lavoro interdirezionale. Il 15 gennaio 2020 è stata avviata la consultazione pubblica, con un questionario on-line, accessibile tramite un sito internet dedicato, a cui si è affiancata la consultazione di enti locali e imprese. È stato quindi elaborato un Rapporto di posizionamento del Friuli Venezia Giulia rispetto agli obiettivi della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e ai 17 Goal dell'Agenda 2030 che è accompagnato da una appendice «Covid-19».

Nel suo percorso di redazione della Strategia l'amministrazione regionale si confronta e si coordina costantemente sia con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, che con le altre regioni italiane, in particolare nella cornice del progetto CREIAMO PA, finanziato dal PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020, all'interno della linea di progetto dedicata: L2 Strategia nazionali – WP1 Attuazione dell'Agenda 2030.

Inoltre, con atto formale della Giunta Regionale il Friuli-Venezia Giulia ha deciso di candidarsi a diventare Regione pilota per la sperimentazione della strategia europea che mira a raggiungere un'economia con emissioni zero di gas a effetto serra entro il 2050, obiettivo al centro del Green Deal europeo. Se la candidatura andrà a buon fine, la Regione dovrà impegnarsi a raggiungere gli obiettivi prefissati entro un arco temporale più stringente rispetto agli altri paesi europei. Ossia entro il 2045. Questo vuol dire adoperarsi per giungere ad una diminuzione media annua delle emissioni pari almeno al 4% rispetto a quelle che oggi si registrano in Regione.

Su questa scia e per favorire il raggiungimento degli obiettivi di cui sopra, con la Legge di stabilità del 2020 (LR 24/2019), l'Amministrazione regionale ha deciso di concedere ai Comuni che aderiscono all'iniziativa comunitaria denominata "Patto dei Sindaci per il clima e l'energia", contributi fino al 100 per cento della spesa ritenuta ammissibile, per la predisposizione del Piano di azione per l'energia sostenibile e il clima (PAESC) riferito al proprio territorio.

1.1.4.1. Il Piano Energetico Regionale (PER)

La liberalizzazione e privatizzazione dei mercati dell'elettricità e del gas (cd. decreti "Bersani" del 1999 e "Letta" del 2000), e la progressiva devoluzione di competenze dallo Stato alle Regioni hanno inciso in modo determinante sulla competenza delle Regioni. Con la riforma costituzionale del Titolo Quinto è stato infatti affidata alle Regioni la potestà legislativa concorrente su produzione, trasporto e distribuzione nazionale di ogni forma di energia, lasciando allo Stato il potere di legiferare sui principi generali (sicurezza nazionale, concorrenza, interconnessione delle reti, gestione unificata dei problemi ambientali).

Con la Legge regionale 11 ottobre 2012, n. 19: *Norme in materia di energia e distribuzione dei carburanti*, la Regione FVG ha disciplinato le funzioni e l'organizzazione delle attività a essa attribuite in materia di energia, il riordino del conferimento di funzioni e compiti amministrativi in materia di energia agli enti locali, la programmazione del sistema energetico regionale nelle sue diverse articolazioni settoriali. Il consiglio regionale ha decretato che la Regione promuove azioni e iniziative volte a conseguire con equilibrio:

- a) l'uso efficiente e razionale dell'energia, il suo risparmio, la riduzione degli sprechi energetici, la valorizzazione e l'incentivazione dell'uso delle fonti rinnovabili ai fini del miglioramento dell'ambiente, della riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, e dell'incremento dell'autonomia energetica regionale;

- b) la garanzia della sicurezza dell'approvvigionamento di energia per tutti gli utenti della regione anche con lo sviluppo e la razionalizzazione delle infrastrutture energetiche;
- c) il contenimento e la riduzione dei costi dell'energia, anche con misure per favorire il suo acquisto organizzato, l'importazione dall'estero e l'aggregazione di società di servizi energetici;
- d) l'incremento della qualità del sistema energetico regionale con lo sviluppo della ricerca, dell'innovazione tecnologica nel settore energetico e dell'uso di combustibili con ridotto impatto sull'ambiente;
- e) l'incremento della competitività del sistema energetico regionale, favorendo la liberalizzazione del mercato e lo sviluppo di dinamiche concorrenziali;
- f) la diffusione della conoscenza dell'uso razionale dell'energia per il contenimento dei fabbisogni e dei costi relativi;
- g) l'incremento della generazione diffusa di energia, con impianti di piccola taglia e microgenerazione, anche con l'utilizzo di fonti rinnovabili e sistemi di cogenerazione e trigenerazione di energia;
- h) la conoscenza e la condivisione dei temi energetici di interesse collettivo attraverso la formazione, l'informazione e la diffusione delle informazioni;
- i) la semplificazione, lo snellimento, il riordino e la razionalizzazione dei procedimenti amministrativi in materia di energia e delle procedure per il rilascio dei provvedimenti autorizzativi.

Con tale legge la Regione FVG ha previsto, nell'ambito della programmazione energetica, la redazione dei Piani Energetici Regionali.

Il Piano Energetico Regionale (PER) è lo strumento di pianificazione primaria e di indirizzo fondamentale per le politiche energetiche regionali, il cui fine è la riduzione dei costi energetici e la riduzione delle emissioni di gas climalteranti. Il documento fornisce un quadro completo della disponibilità energetica regionale potenziale (fonti convenzionali, infrastrutture energetiche, fonti rinnovabili) e costituisce il quadro di riferimento per chiunque assuma, sul territorio regionale, iniziative riguardanti l'energia. Per ogni singolo obiettivo strategico vengono individuati i relativi obiettivi operativi e per ognuno di essi vengono individuate le azioni per realizzarli.

Il PER del Friuli Venezia-Giulia è stato approvato con delibera della Giunta regionale n. 2564 del 22 dicembre 2015. Il documento esamina il sistema energetico regionale attuale, dove per scenario attuale si intende la rappresentazione dei dati energetici reali regionali riferiti al bilancio energetico disponibile più recente che, nella fattispecie, è quello riferito all'anno 2008 predisposto da ENEA.

Le misure inserite all'interno del PER si possono sintetizzare come segue:

- a) trasformazione degli impianti tradizionali di produzione di energia in impianti più sostenibili;
- b) l'aumento dell'efficienza energetica nei diversi settori (abitazioni, strutture produttive, agricoltura, turismo e trasporti);
- c) l'incentivazione della conoscenza nel campo dell'energia sostenibile;
- d) la predisposizione di Linee guida per incentivi per le fonti energetiche rinnovabili nonché per l'individuazione delle aree non idonee alle stesse;
- e) lo sviluppo della mobilità sostenibile, soprattutto di tipo elettrico ma anche la metanizzazione per autotrazione;
- f) l'uso responsabile delle risorse regionali;
- g) la riduzione delle emissioni di gas climalteranti in tutti i settori e la ricerca di meccanismi sostenibili per la realizzazione di infrastrutture energetiche transfrontaliere.

In allegato al Piano si trovano le Norme Tecniche di Attuazione, dove si specifica l'attuazione del "*Burden Sharing*".

Il Burden Sharing è la ripartizione degli impegni tra le regioni per raggiungere l'obiettivo nazionale di riduzione delle emissioni inquinanti (per l'Italia una riduzione del 17% al 2020), che si ottiene in particolar modo aumentando la percentuale di consumo energetico garantita da fonti rinnovabili.

Per l'abbattimento delle emissioni di anidride carbonica il Friuli-Venezia Giulia si è posto i seguenti obiettivi da raggiungere in termini di percentuale di energia primaria da rinnovabile (considerando solo l'elettrico ed il termico ed escludendo il trasporto) sul consumo finale lordo.

Tabella 1.2. Traiettorie obiettivi percentuali di produzione di energia da rinnovabili della Regione Friuli-Venezia Giulia.

Anno	2016	2018	2020
Previsioni Burden sharing (%)	9,6	10,9	12,7

Tale obiettivo in FVG è già stato raggiunto e superato nel 2012.

1.1.5. Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

L'Unione Europea ha risposto alla crisi pandemica con il Next Generation EU (NGEU). È un programma di portata e ambizione inedite, che prevede investimenti e riforme per accelerare la transizione ecologica e digitale; migliorare la formazione delle lavoratrici e dei lavoratori; e conseguire una maggiore equità di genere, territoriale e generazionale. Per l'Italia il NGEU rappresenta un'opportunità imperdibile di sviluppo, investimenti e riforme.

L'Italia deve modernizzare la sua pubblica amministrazione, rafforzare il suo sistema produttivo e intensificare gli sforzi nel contrasto alla povertà, all'esclusione sociale e alle disuguaglianze. Il NGEU può essere l'occasione per riprendere un percorso di crescita economica sostenibile e duraturo rimuovendo gli ostacoli che hanno bloccato la crescita italiana negli ultimi decenni.

L'Italia è la prima beneficiaria, in valore assoluto, dei due principali strumenti del NGEU: il Dispositivo per la Ripresa e Resilienza (RRF) e il Pacchetto di Assistenza alla Ripresa per la Coesione e i Territori d'Europa (REACT-EU). Il solo RRF garantisce risorse per 191,5 miliardi di euro, da impiegare nel periodo 2021-2026, delle quali 68,9 miliardi sono sovvenzioni a fondo perduto. L'Italia intende inoltre utilizzare appieno la propria capacità di finanziamento tramite i prestiti della RRF, che per il nostro Paese è stimata in 122,6 miliardi.

Il dispositivo RRF richiede agli Stati membri di presentare un pacchetto di investimenti e riforme: il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza² (PNRR). Questo Piano, che si articola in sei Missioni e 16 Componenti, beneficia della stretta interlocuzione avvenuta in questi mesi con il Parlamento e con la Commissione Europea, sulla base del Regolamento RRF.

Le sei Missioni del Piano sono: digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo; rivoluzione verde e transizione ecologica; infrastrutture per una mobilità sostenibile; istruzione e ricerca; inclusione e coesione; salute. Il Piano è in piena coerenza con i sei pilastri del NGEU e soddisfa largamente i parametri fissati dai regolamenti europei sulle quote di progetti "verdi" e digitali. Il Piano è fortemente orientato all'inclusione di genere e al sostegno all'istruzione, alla formazione e all'occupazione dei giovani. Inoltre, contribuisce a tutti i sette progetti di punta della Strategia annuale sulla crescita sostenibile dell'UE (European flagship). Gli impatti ambientali indiretti sono stati valutati e la loro entità minimizzata in linea col principio del "non arrecare danni significativi" all'ambiente ("do no significant harm" – DNSH) che ispira il NGEU.

Il Piano comprende un ambizioso progetto di riforme. Il governo intende attuare quattro importanti riforme di contesto – pubblica amministrazione, giustizia, semplificazione della legislazione e promozione della concorrenza. La riforma della pubblica amministrazione migliora la capacità amministrativa a livello centrale e locale; rafforza i processi di selezione, formazione e promozione dei dipendenti pubblici; incentiva la semplificazione e la digitalizzazione delle procedure amministrative. Si basa su una forte espansione dei servizi digitali, negli ambiti dell'identità, dell'autenticazione, della sanità e della giustizia. L'obiettivo è una marcata sburocratizzazione per ridurre i costi e i tempi che attualmente gravano su imprese e cittadini. La

² <https://italiadomani.gov.it/content/dam/sogei-ng/documenti/PNRR%20Aggiornato.pdf>

riforma della giustizia ha l'obiettivo di affrontare i nodi strutturali del processo civile e penale e rivedere l'organizzazione degli uffici giudiziari. Nel campo della giustizia civile si semplifica il rito processuale, in primo grado e in appello, e si implementa definitivamente il processo telematico. Il Piano predispone inoltre interventi volti a ridurre il contenzioso tributario e i tempi della sua definizione. In materia penale, il Governo intende riformare la fase delle indagini e dell'udienza preliminare; ampliare il ricorso a riti alternativi; rendere più selettivo l'esercizio dell'azione penale e l'accesso al dibattimento; definire termini di durata dei processi.

La riforma finalizzata alla razionalizzazione e semplificazione della legislazione abroga o modifica leggi e regolamenti che ostacolano eccessivamente la vita quotidiana dei cittadini, le imprese e la pubblica amministrazione. La riforma interviene sulle leggi in materia di pubbliche amministrazioni e di contratti pubblici, sulle norme che sono di ostacolo alla concorrenza, e sulle regole che hanno facilitato frodi o episodi corruttivi. Un fattore essenziale per la crescita economica e l'equità è la promozione e la tutela della concorrenza. La concorrenza non risponde solo alla logica del mercato, ma può anche contribuire ad una maggiore giustizia sociale. La Commissione europea e l'Autorità garante della concorrenza e del mercato, nella loro indipendenza istituzionale, svolgono un ruolo efficace nell'accertare e nel sanzionare cartelli tra imprese, abusi di posizione dominante e fusioni o acquisizioni di controllo che ostacolano sensibilmente il gioco competitivo. Il Governo s'impegna a presentare in Parlamento il disegno di legge annuale per il mercato e la concorrenza e ad approvare norme che possano agevolare l'attività d'impresa in settori strategici, come le reti digitali, l'energia e i porti. Il Governo si impegna inoltre a mitigare gli effetti negativi prodotti da queste misure e a rafforzare i meccanismi di regolamentazione. Quanto più si incoraggia la concorrenza, tanto più occorre rafforzare la protezione sociale.

Il Governo ha predisposto uno schema di governance del Piano che prevede una struttura di coordinamento centrale presso il Ministero dell'economia. Questa struttura supervisiona l'attuazione del Piano ed è responsabile dell'invio delle richieste di pagamento alla Commissione europea, invio che è subordinato al raggiungimento degli obiettivi previsti. Accanto a questa struttura di coordinamento, agiscono strutture di valutazione e di controllo. Le amministrazioni sono invece responsabili dei singoli investimenti e delle singole riforme e inviano i loro rendiconti alla struttura di coordinamento centrale. Il Governo costituirà anche delle task force locali che possano aiutare le amministrazioni territoriali a migliorare la loro capacità di investimento e a semplificare le procedure.

1.1.6. Il contributo della Regione Friuli Venezia Giulia al Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza

La Regione Friuli Venezia Giulia con la Delibera 1849 del 11 dicembre 2020³ ha approvato n. 5 schede strategiche ai fini dei possibili finanziamenti che deriveranno dalle risorse messe a disposizione dell'Italia a valere sull'Iniziativa Next Generation EU - Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza; di seguito una sintesi delle schede:

Scheda 1		
Ambito tematico del PNRR	Titolo progetto	Fabbisogno finanziario (milioni di €)
Digitalizzazione innovazione e competitività del sistema produttivo	Da Smart Cities a Smart Communities – Nodo della rete italiana delle comunità digitali della conoscenza.	€ 1.740,29

³ http://mtom.regione.fvg.it/storage//2020_1849/Testo%20integrale%20della%20Delibera%20n%201849-2020.pdf
http://mtom.regione.fvg.it/storage//2020_1849/Allegato%201%20alla%20Delibera%201849-2020.pdf

Scheda 2		
Ambito tematico del PNRR	Titolo progetto	Fabbisogno finanziario (milioni di €)
<p><i>Smart districts</i> e intermodalità logistica integrata Rete ferroviaria: completamento dei corridoi TEN-T</p> <p>Sviluppo della rete stradale e autostradale, ponti, viadotti e portualità</p>	<p>La REGIONE FVG quale PIATTAFORMA LOGISTICA intermodale, digitalmente connessa, per lo sviluppo economico del territorio</p>	<p>€ 3.405,24</p>
Scheda 3		
Ambito tematico del PNRR	Titolo progetto	Fabbisogno finanziario (milioni di €)
<p>Protezione ambiente e mitigazione rischi idrogeologici e sismici, rimboschimenti e ricostruzioni boschive</p> <p>Gestione integrata del ciclo delle acque anche ai fini irrigui e monitoraggio della qualità delle acque interne e marine ai fini degli interventi di contrasto all'inquinamento</p> <p>Investimenti finalizzati a conseguire obiettivi European Green Deal (inclusa la strategia "from farm to fork")</p> <p>Valorizzazione sostenibile del patrimonio culturale, paesaggistico e naturale</p> <p>Investimenti per l'economia circolare</p>	<p>La resilienza del territorio: interventi per il Green Deal e sistemi produttivi</p>	<p>€ 2.446,12</p>
Scheda 4		
Ambito tematico del PNRR	Titolo progetto	Fabbisogno finanziario (milioni di €)
<p>Mobilità pubblica e privata ad impatto ambientale sostenibile</p> <p>Infrastrutture per la graduale decarbonizzazione dei trasporti e mobilità di nuova generazione</p> <p>Miglioramento efficienza energetica e antisismica degli edifici pubblici, privati e stabilimenti produttivi</p> <p>Riconversione, produzione e trasporto energia in chiave sostenibile</p>	<p>Green Deal FVG: Un sistema carbon-free verso la neutralità climatica</p>	<p>€ 2.233,78</p>

Scheda 5		
Ambito tematico del PNRR	Titolo progetto	Fabbisogno finanziario (milioni di €)
Rafforzamento della resilienza e tempestività di risposta del sistema ospedaliero Digitalizzazione dell'assistenza medica e dei servizi di prevenzione Integrazione tra politiche sanitarie sociali ed ambientali	SALUTE FVG: Un sistema più resiliente, più integrato e più efficiente per la salute dei cittadini	€ 733,15

1.1.7. Il Patto dei Sindaci. Definizione di PAESC, campo d'applicazione, obiettivi e monitoraggio.

L'Unione europea, come abbiamo visto, guida la lotta contro il cambiamento climatico e la ha adottata quale sua priorità massima. Partendo dalla convinzione che le autorità locali hanno un ruolo di primo piano nel raggiungimento di questo obiettivo, nel 2008, dopo l'adozione del Pacchetto europeo su clima ed energia EU 2020, la Commissione europea ha lanciato il **Patto dei Sindaci** per avallare e sostenere gli sforzi compiuti dagli enti locali nell'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile.

Le comunità locali sono state chiamate ad impegnarsi per raggiungere gli obiettivi prefissati a livello europeo attraverso l'attuazione di un **Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES)** che individuasse e programmasse nel dettaglio le azioni specifiche volte alla riduzione dei consumi e delle emissioni climalteranti. Il PAES era dunque un piano in cui l'autorità locale definiva il suo obiettivo in termini di riduzione di CO₂ (>=20%), le modalità con cui intendeva raggiungere l'obiettivo e le risorse a disposizione.

Con il Consiglio Europeo del 2014, è stato stabilito il nuovo accordo politico riguardante gli obiettivi climatici ed energetici da raggiungere entro il 2030, in particolare:

- riduzione delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 40% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990;
- almeno il 27% dell'energia prodotta da fonti rinnovabili (aumentata al 32% nel 2018);
- miglioramento dell'efficienza energetica di almeno il 27% nel 2030 (aumentata al 32,5% nel 2018);
- aumento delle interconnessioni della rete elettrica del 10% entro il 2020, target 15% al 2030;

QUADRO 2030 CLIMA ED ENERGIA — OBIETTIVI CONCORDATI

	EMISSIONI DI GAS SERRA	ENERGIE RINNOVABILI	EFFICIENZA ENERGETICA	INTER-CONNESSIONE	CLIMA NEI PROGRAMMI FINANZIATI DALL'UE	CO2 DA:
2020	-20%	20%	20%	10%	2014-2020 20%	
2030	≤ -40%	≤ 32%	≤ 32,5%	15%	2021-2027 25%	AUTO -37,5% Furgoni -31% Camion -30%

Figura 1.2. Quadro 2030 Clima ed Energia⁴.

A seguito dei nuovi obiettivi della politica europea verso una società low-carbon e resiliente agli impatti dovuti al cambiamento climatico, anche il Patto dei Sindaci si è rinnovato ed il nuovo **Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia** è divenuto operativo a partire da novembre 2015. Le città firmatarie si impegnano a sostenere attivamente l'attuazione dell'obiettivo comunitario di ridurre del 40% le emissioni di gas serra entro il 2030, e concordano di adottare un approccio integrato per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico e per garantire l'accesso a un'energia sicura, sostenibile ed accessibile a tutti.

Questo nuovo Patto dei Sindaci, che rimane un'iniziativa di tipo volontario, si incardina dunque su tre pilastri:

- 1) mitigazione del cambiamento → attraverso la decarbonizzazione dei propri territori, impegnandosi a ridurre le emissioni di CO₂ del 40% entro il 2030;
- 2) adattamento al cambiamento climatico → attraverso la valutazione dei rischi e della vulnerabilità del territorio e la proposta di azioni di adattamento climatico;
- 3) energia sicura, sostenibile e alla portata di tutti → attraverso la produzione di energia in loco da fonti rinnovabili.

Per tradurre il proprio impegno politico in misure e progetti pratici, i comuni firmatari del nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia si impegnano ad elaborare entro due anni dalla data di adesione del Consiglio Comunale un **Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC)**.

Il PAESC è un documento politico strategico approvato dal Consiglio Comunale con il quale l'ente locale si impegna a superare gli obiettivi della politica energetica comunitaria in termini di riduzione delle emissioni di CO₂. Come il PAES, il PAESC prevede i seguenti elementi chiave:

- una valutazione del contesto geografico, demografico ed energetico locale;
- un inventario di base delle emissioni di CO₂ (IBE) riferito ad uno specifico anno base;
- una chiara individuazione dell'obiettivo di riduzione delle emissioni;
- le azioni previste per raggiungere tale obiettivo;
- l'individuazione delle tempistiche e le responsabilità di attuazione;
- una stima degli impatti e dei costi.

Il PAESC mantiene quindi la stessa struttura del PAES per quanto attiene al processo di definizione del piano, ma differisce da questo nei seguenti elementi:

- Obiettivo: il PAESC mira a definire azioni di mitigazione che permettano di ridurre le emissioni di CO₂ di almeno il 40%;
- Orizzonte temporale: l'obiettivo di riduzione del 40% deve essere raggiunto entro il 2030;
- Tempo di preparazione: il PAESC deve essere inviato entro due anni dalla firma del Patto.

Oltre alle differenze sopra elencate, il PAESC richiede anche lo sviluppo di una valutazione dei rischi e della

⁴ Fonte: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0175&from=EN>

vulnerabilità indotti dal cambiamento climatico, in modo da evidenziare i punti di forza e debolezza del territorio.

Quali sono i **vantaggi che le autorità locali possono ottenere sostenendo l'attuazione del PAESC**? La Commissione europea sostiene gli enti locali e subnazionali che si impegnano nel Patto dei Sindaci, ed in particolare i vantaggi che ne derivano sono i seguenti:

- informazioni derivanti da contatti con altri firmatari del Patto dei Sindaci;
- acquisizione di strumenti per un migliore utilizzo delle risorse finanziarie disponibili (locali, sovvenzioni dell'UE e piani di finanziamento);
- accesso a fondi nazionali/europei;
- maggior visibilità politica;

Inoltre, attuando nella pratica i contenuti delle azioni previste dai Piani, si possono ottenere:

- risparmi sui consumi energetici;
- una maggiore indipendenza energetica;
- la creazione di nuovi posti di lavoro;
- la partecipazione della comunità ad un obiettivo comune;
- un miglioramento generale della qualità della vita (dato dalla riduzione del traffico, riduzione dell'inquinamento, etc.)

Quali sono i **passaggi per la redazione e presentazione del PAESC**?

La FASE 1, che va dall'adesione alla presentazione del Piano, è caratterizzata dai seguenti passaggi:

- Impegno politico e firma del Patto; adattamento delle strutture amministrative e coinvolgimento degli stakeholder;
- Preparazione dell'inventario base delle emissioni e della valutazione dei rischi del cambiamento climatico e della vulnerabilità del territorio di riferimento;
- Elaborazione del Piano e sua approvazione in Consiglio Comunale (entro due anni);

La FASE 2 comprende:

- l'implementazione vera e propria del Piano ed in particolare delle azioni in esso previste allo scopo di conseguire gli obiettivi prefissati in materia di mitigazione e adattamento climatico;
- il monitoraggio e la comunicazione dei progressi ogni due anni.

La FASE 3 infine si caratterizza per la valutazione e il feedback ed in particolare:

- si riesaminano i progressi fatti e si rimodulano le priorità.

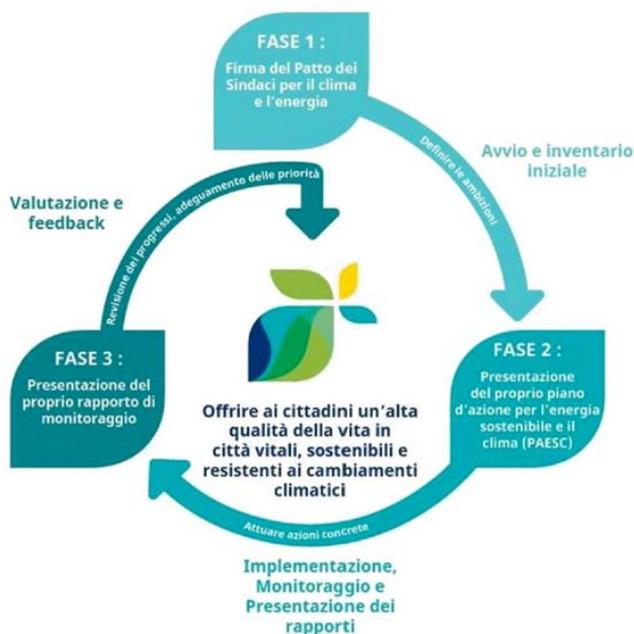


Figura 1.3. Il PAESC passo dopo passo.

L'orizzonte temporale del Patto dei Sindaci è il 2030: il PAESC deve indicare le azioni strategiche che l'autorità locale intende intraprendere per raggiungere gli obiettivi previsti per il 2030.

Come si struttura il PAESC?

Il documento si articola in sezioni:

- **Inventario delle Emissioni di Base** (BEI, Baseline Emission Inventory): ossia la raccolta ordinata dei dati che descrive lo stato emissivo (CO₂) del Comune rispetto ad un anno di riferimento.
- **Valutazione dei rischi del cambiamento climatico e della vulnerabilità:** dove viene affrontata l'analisi dei rischi e della vulnerabilità del territorio comunale dal punto di vista climatico, socioeconomico, fisico-ambientale.
- **Azioni intraprese:** vengono definite le politiche di efficienza energetica da intraprendere, tramite l'individuazione di iniziative e progetti di ottimizzazione dei consumi e sostenibilità ambientale.

1.1.7.1. Il Comune di Trieste nel Patto dei Sindaci

Nel 2012 il Comune di Trieste ha aderito al Patto dei Sindaci impegnandosi in tal modo nella redazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), documento che è stato approvato e presentato con Delibera del Consiglio Comunale n.4 del 10 febbraio 2014.

Nell'ambito del PAES, il Comune di Trieste in collaborazione con gli Enti partecipanti al PAES medesimo, ha predisposto e presentato tre rapporti di attuazione comprendenti lo stato di avanzamento delle azioni del PAES volte alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) ed aggiornamento dell'Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (IME). Da tali rapporti si evince che dal 2001 al 2018 le emissioni di CO₂ nel

territorio del Comune di Trieste si sono ridotte del 17% circa, passando da 918.193 tonnellate di CO₂ del 2001 a 765.294 tonnellate di CO₂ del 2018⁵.

L'adesione al nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia da parte del Comune di Trieste è invece avvenuta con delibera del Consiglio Comunale n.57 del 23 settembre 2019. Insieme al Comune di Duino-Aurisina, la presente Amministrazione è stata selezionata per usufruire del supporto operativo da parte del Progetto Interreg SECAP, finanziato dal bando Interreg Italia – Slovenia, per la redazione del PAESC. Questo nuovo Piano è dunque il risultato di un lavoro coordinato con il Comune di Duino-Aurisina e vuole andare ad incidere su alcuni elementi caratteristici funzionali delle due aree, chiamati invariati territoriali, che assumono un certo rilievo in merito alle politiche energetiche e di adattamento climatico, quali:

- la frazione territoriale di Santa Croce;
- il golfo di Trieste e il carso;
- la biosfera marina, su cui esiste un progetto in corso al quale hanno aderito entrambi i Comuni;
- le infrastrutture e i servizi rientranti nei due territori comunali: le infrastrutture viarie e ferroviarie, il servizio di trasporto pubblico locale, la sentieristica e le vie ciclabili, il Delfino Verde.

Il percorso di costruzione del PAESC del Comune di Trieste in coordinamento con il Comune di Duino-Aurisina è passato e si svilupperà attraverso le seguenti fasi:



Figura 1.4. Il percorso del PAESC per il Comune di Trieste.

⁵ Fonte: Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile del Comune di Trieste - III Rapporto di Attuazione, febbraio 2020.

Ogni due anni dalla data di approvazione del PAESC l'Amministrazione si impegna a svolgere il monitoraggio dello stato di avanzamento del piano e ad aggiornare l'inventario delle emissioni e l'analisi di rischio e vulnerabilità, trasmettendo i risultati al Covenant of Mayors secondo le procedure previste.

È intenzione dell'Amministrazione aggiornare l'inventario delle emissioni con frequenza almeno annuale, per meglio comprendere l'evoluzione dei consumi territoriali ed intervenire con logica **anticipante**.

1.2. Strutture del Comune coinvolte nel PAESC

Al fine di implementare il PAESC mettendo a sistema competenze e responsabilità in un contesto collaborativo e partecipato, l'Amministrazione Comunale ha istituito al proprio interno una struttura organizzativa così costituita.

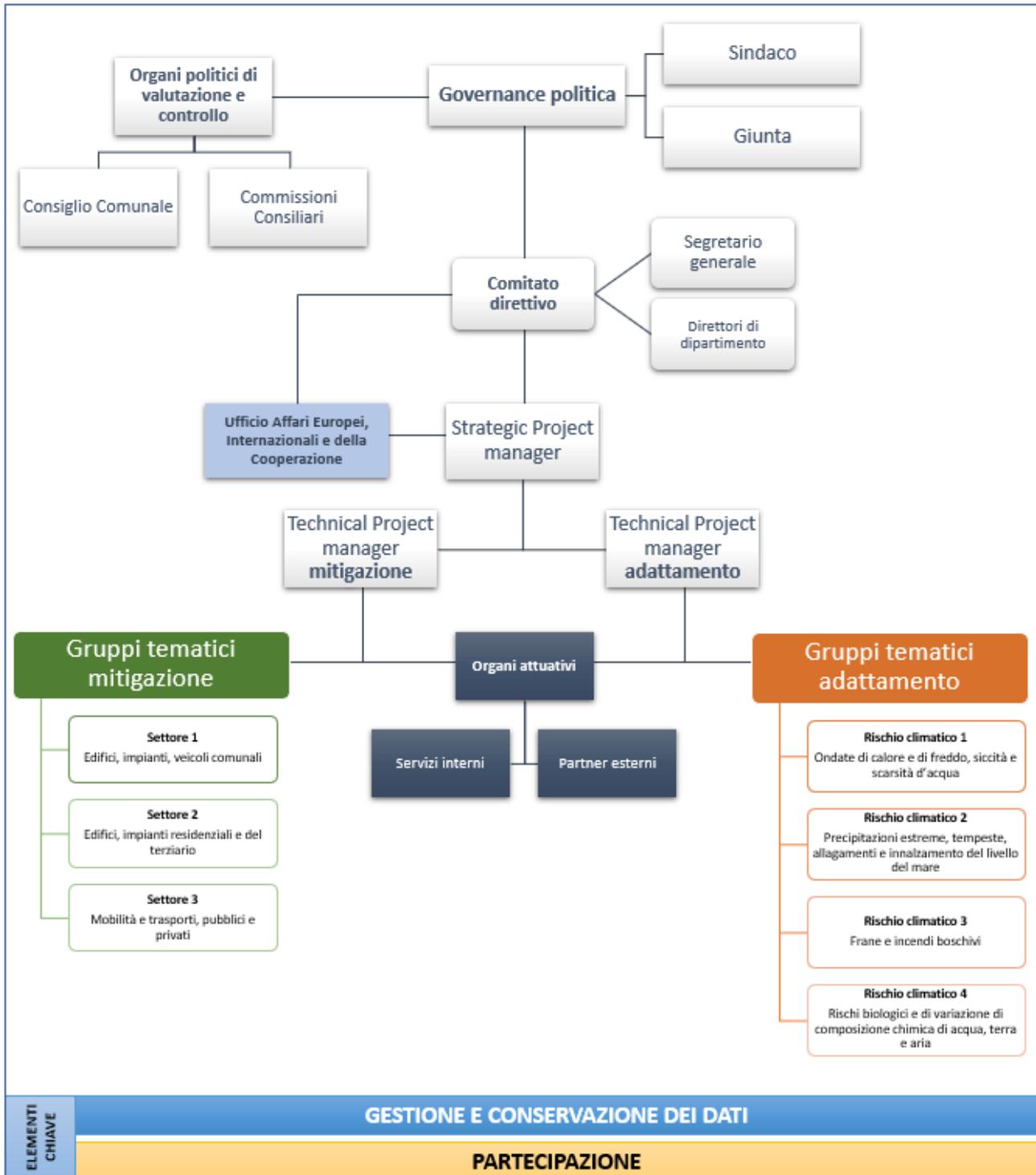


Figura 1.5. Struttura organizzativa del Comune di Trieste per l'attuazione e il monitoraggio del PAESC.

1.3. Inquadramento demografico

L'analisi della situazione e degli scenari demografici è uno degli elementi fondamentali con cui si deve confrontare l'attuazione del PAESC nell'ampio processo di definizione delle politiche pubbliche locali che hanno la capacità di influenzare le abitudini e i comportamenti dei cittadini e delle aziende nei settori di interesse del PAESC, portandoli a ridurre i consumi energetici di edifici, impianti e mezzi di trasporto, traghettando il sistema verso la cosiddetta Società 5.0⁶.

La popolazione del Comune di Trieste ha manifestato un calo negli anni dal 2001 al 2019 attestandosi a 203.234 residenti a dicembre 2019. Nel periodo antecedente all'arco temporale che va dal 2006 al 2011 (anno del censimento), l'andamento demografico è stato caratterizzato da un netto calo (dal 1978 al 2005 la città ha registrato un calo di quasi 56.000 persone) e con una popolazione in progressivo invecchiamento. Tra il 2005 ed il 2008 la popolazione residente si è stabilizzata, registrando nel 2009 e 2010 un leggero incremento, un successivo calo negli anni 2011 e 2012. Dopo una sostanziale stabilizzazione dal 2015 al 2018 nel 2019 si è riscontrato un ulteriore calo. Sulla base dei dati ISTAT, in Figura 1.6 è riportato l'andamento della popolazione residente nel Comune di Trieste dall'anno 2001 al 2019.

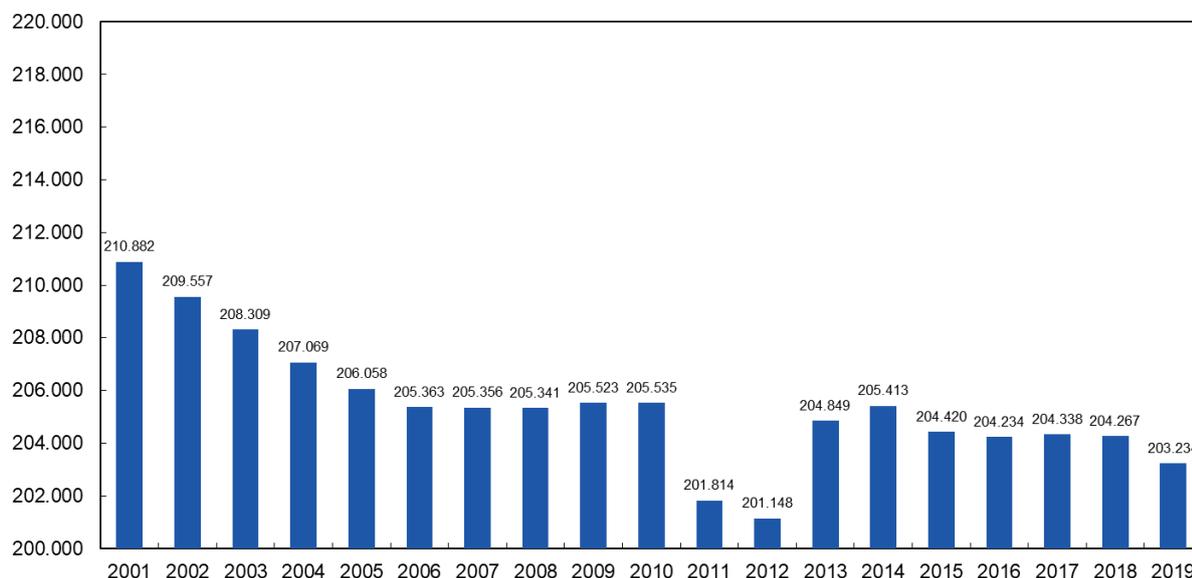


Figura 1.6. Popolazione residente a Trieste anni 2001-2019. Fonte dati Istat.

La popolazione del Comune di Trieste rappresenta storicamente circa l'87% del totale presente in Provincia.

Nel grafico in Figura 1.7, detto Piramide delle Età, è riportata la distribuzione della popolazione residente nel Comune di Trieste per età e sesso al 1° gennaio 2020. La popolazione è riportata per classi quinquennali di età sull'asse Y, mentre sull'asse X sono riportati due grafici a barre a specchio con la popolazione maschile a sinistra (blu) e quella femminile a destra (rosso). La densità di popolazione nel Comune di Trieste è pari a 2.388 ab./km² ed è molto elevata rispetto alla media delle città italiane con popolazione compresa tra i 150.000 e i 250.000 abitanti pari a 1.229 ab./km².

⁶ <https://www.toolsforsmartminds.com/it/insight/blog/164-society-5-0-come-sara-la-societa-che-troveranno-i-nostri-figli>

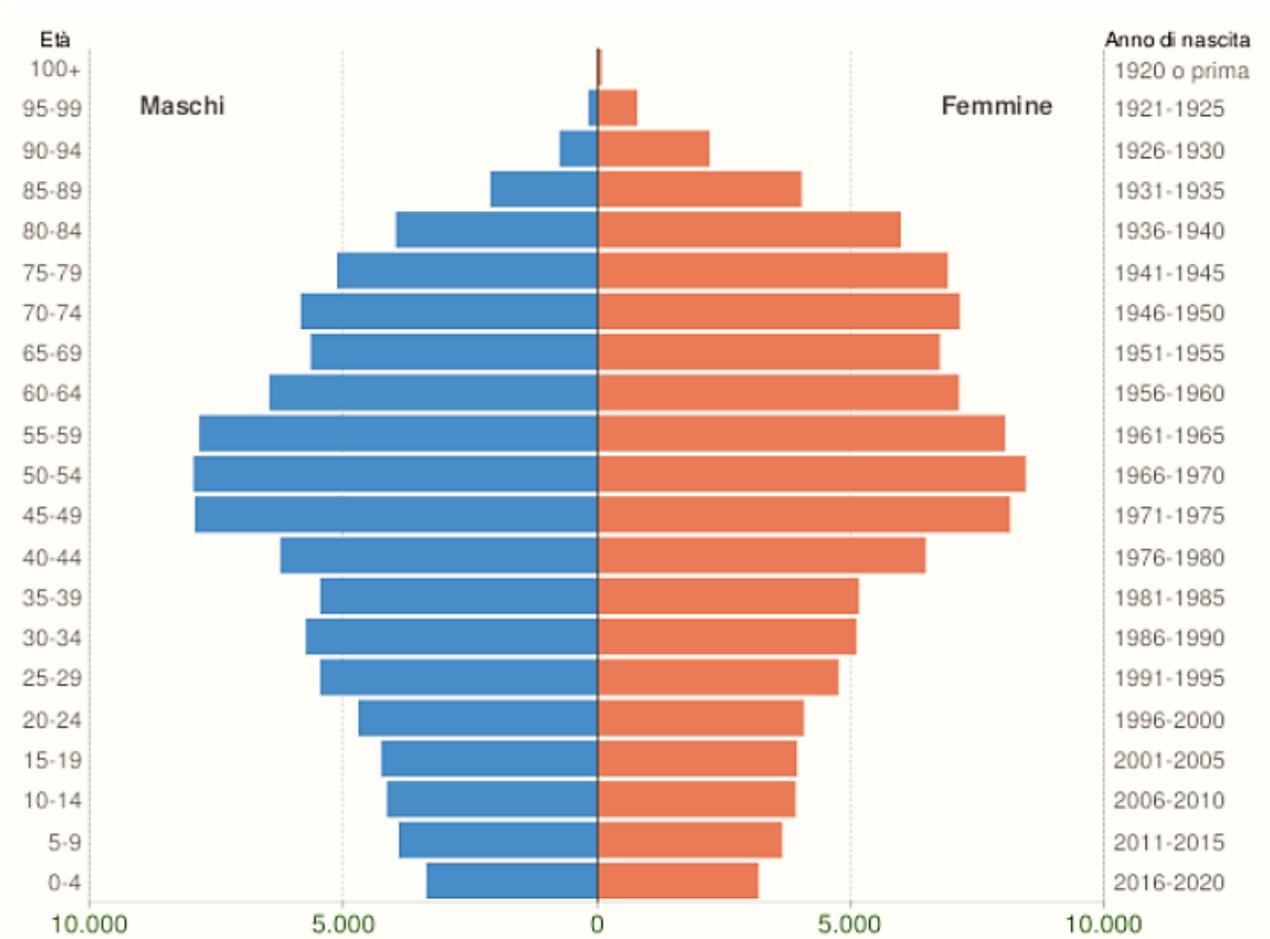


Figura 1.7. Popolazione per età e sesso del 2019. Fonte dati ISTAT, rilevazione 1° gennaio 2020, elaborazione TUTTITALIA⁷.

Atri indicatori presi in considerazione sono i seguenti.

- Indice di vecchiaia**
 Rappresenta il grado di invecchiamento di una popolazione. È il rapporto percentuale tra il numero degli ultrasessantacinquenni ed il numero dei giovani fino ai 14 anni. Ad esempio, al 1° gennaio 2020 l'indice di vecchiaia per il comune di Trieste dice che ci sono stati 259,6 anziani ogni 100 giovani, una quota maggiore rispetto alla media nazionale pari a 178,4.
- Indice di dipendenza strutturale**
 Rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). Ad esempio, teoricamente, a Trieste al 1° gennaio 2020 ci sono stati 64,7 individui a carico, ogni 100 che lavorano, una quota maggiore rispetto alla media nazionale pari a 56,6.
- Indice di ricambio della popolazione attiva**
 Rappresenta il rapporto percentuale tra la fascia di popolazione che sta per andare in pensione (60-64 anni) e quella che sta per entrare nel mondo del lavoro (15-19 anni). La popolazione attiva è tanto più giovane quanto più l'indicatore è minore di 100. Ad esempio, a Trieste al 1° gennaio 2020 l'indice di ricambio è stato 165,8 e significa che la popolazione in età lavorativa è molto anziana, quota maggiore rispetto alla media nazionale pari a 135,4.

⁷ <https://www.tuttitalia.it/friuli-venezia-giulia/14-trieste/statistiche/popolazione-eta-sesso-stato-civile-2019/>

- **Indice di struttura della popolazione attiva**

Rappresenta il grado di invecchiamento della popolazione in età lavorativa. È il rapporto percentuale tra la parte di popolazione in età lavorativa più anziana (40-64 anni) e quella più giovane (15-39 anni). Al 1° gennaio 2020 pari a 153,4, quota maggiore rispetto alla media nazionale pari a 140,3.

- **Carico di figli per donna feconda**

È il rapporto percentuale tra il numero dei bambini fino a 4 anni ed il numero di donne in età feconda (15-49 anni). Stima il carico dei figli in età prescolare per le mamme lavoratrici. Al 1° gennaio 2020 pari a 17,4, quota inferiore rispetto alla media nazionale pari a 18,5.

A fine 2012 l'Ufficio Comunale di Statistica di Trieste ha realizzato uno studio sull'andamento demografico della popolazione cittadina nei precedenti 15 anni per sviluppare delle ipotesi di evoluzione futura della popolazione residente.

Il lavoro svolto dall'Ufficio di Statistica ha prodotto uno strumento per ricavare delle previsioni sull'andamento della popolazione cittadina nei 15 anni dal 2012 al 2026, sulla base di tre scenari demografici ipotetici ai quali era stato assegnato un determinato grado di probabilità di verificarsi. Terminata al 30 giugno 2014 la revisione post-censuaria dell'anagrafe comunale, al fine di allineare le precedenti previsioni demografiche all'ultimo dato disponibile ovvero al 31 dicembre 2015, si è provveduto ad aggiornare solo tale dato ed estendere la previsione al 2027, mantenendo le stesse ipotesi (intermedia, bassa, alta).

Ipotesi A - bassa o pessimistica

Fecondità: stazionaria per tutto il periodo sino al 2026.

Mortalità: innalzamento progressivo della speranza di vita al 2027 a 82,61 anni per gli uomini e 86,98 per le donne.

Migratorietà: saldo migratorio positivo in progressiva riduzione sino a circa 500 unità nel 2026.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Maschi	96.940	96.690	96.419	96.139	95.847	95.544	95.233	94.918	94.599	94.270	93.939	93.601
Femmine	107.013	106.663	106.294	105.920	105.545	105.165	104.782	104.406	104.031	103.704	103.279	102.905
Totale	203.953	203.353	202.713	202.059	201.392	200.709	200.015	199.324	198.630	197.974	197.218	196.506

Ipotesi B - intermedia o centrale

Fecondità: incremento progressivo nel periodo dei quozienti specifici di fecondità compresi fra 15 e 49 anni in misura pari, a fine periodo al 7,5% rispetto al valore raggiunto negli ultimi anni, raggiungendo nel 2026 un numero medio di figli per donna (o Tasso di Fecondità Totale - TFT) di 1,42 (nel 2011 il TFT è pari a 1,31).

Mortalità: innalzamento progressivo della speranza di vita al 2027 a 83,11 anni per gli uomini e 87,48 per le donne.

Migratorietà: saldo migratorio positivo in progressiva riduzione sino a circa 800 unità nel 2026.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Maschi	96.940	96.773	96.598	96.430	96.262	96.096	95.949	95.809	95.679	95.561	95.457	95.361
Femmine	107.013	106.748	106.488	106.232	105.994	105.767	105.554	105.360	105.189	105.066	104.906	104.792
Totale	203.953	203.521	203.086	202.662	202.256	201.863	201.503	201.169	200.868	200.627	200.363	200.153

Ipotesi C - alta o ottimistica

Fecondità: incremento progressivo nel periodo dei quozienti specifici di fecondità compresi fra 15 e 49 anni in misura pari, a fine periodo al 15% rispetto al valore raggiunto negli ultimi anni, raggiungendo nel 2026 un numero medio di figli per donna (TFT) di 1,51 (nel 2011 il TFT è pari a 1,31).

Mortalità: innalzamento progressivo della speranza di vita al 2027 a 83,61 anni per gli uomini e 87,98 per le donne.

Migratorietà: saldo migratorio positivo in progressiva crescita da oltre 1.000 unità nel 2012 a circa 1.500 unità nel 2026.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Maschi	96.940	96.912	96.908	96.937	97.000	97.100	97.235	97.414	97.640	97.909	98.228	98.592
Femmine	107.013	106.911	106.844	106.818	106.834	106.899	107.015	107.182	107.404	107.685	108.020	108.410
Totale	203.953	203.823	203.752	203.755	203.834	203.999	204.250	204.596	205.044	205.594	206.248	207.002

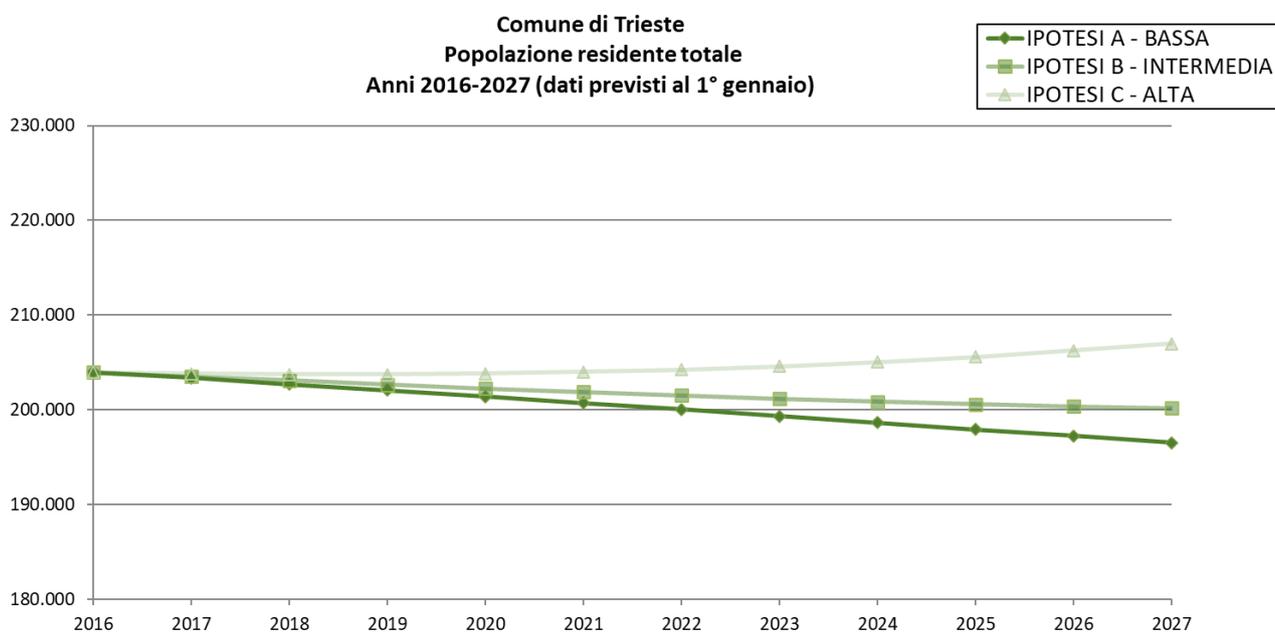


Figura 1.8. Previsioni sull'andamento della popolazione cittadina. Fonte dati: Portale Statistica del Comune di Trieste, studio a cura dell'Ufficio Statistica di Trieste.

1.4. Inquadramento geografico

Il Comune di Trieste si trova all'estremità nord-orientale della penisola italiana, affacciato sulla parte più settentrionale dell'Alto Adriatico, incastonato tra la penisola italiana e quella istriana. Con i suoi 203.234 abitanti ed una superficie di 85,11 km² è il capoluogo della Regione Friuli-Venezia Giulia (dati al 31/12/2019).

Come definito dal Piano Paesaggistico della Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia (PPR-2018), il Comune di Trieste ricade al 100% entro il seguente ambito paesaggistico:

- **AP 11:** Carso e costiera orientale, comprendente tutta la zona carsica che si estende da Savogna d'Isonzo fino a Muggia, lungo il confine con il Carso sloveno.

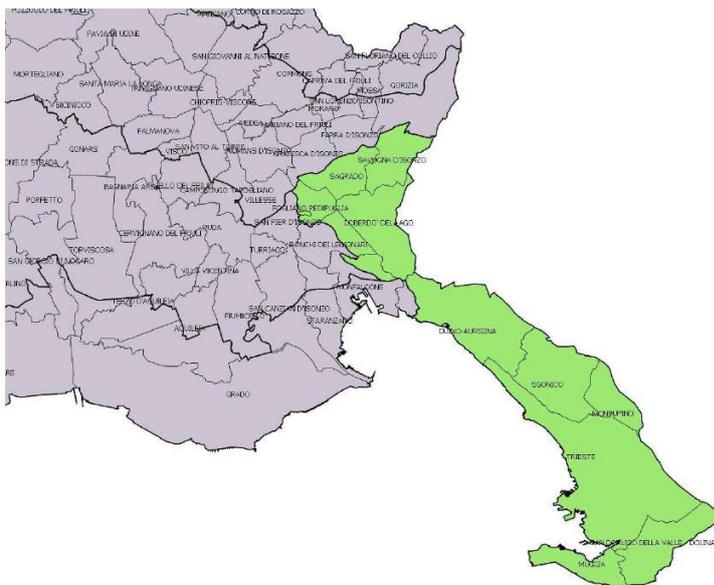


Figura 1.9. Ambito Paesaggistico 11: Carso e costiera orientale⁸.

Dal punto di vista geomorfologico l'ambito si raffigura come uno stretto lembo di terra compreso tra il mare e il confine italo-sloveno, caratterizzato dalla presenza di tre macro-ambiti territoriali specifici⁹:

- la fascia carsica, o Carso Triestino, la cui altitudine oscilla tra i 100 e i 672 metri sul livello del mare, è attualmente contrassegnata dalla presenza di numerosi borghi. La zona è caratterizzata da assenza di idrografia superficiale, che invece si sviluppa in profondità dando così origine a gallerie, grotte, pozzi ed abissi tipici di questo territorio. Altri elementi caratteristici di questo paesaggio sono le doline, le aree boscate, le radure e la fitta rete di percorsi segnati dai muri a secco.
- La fascia comprendente il Ciglione carsico e le aree a *flysch* che collega l'Altipiano alla costiera ed alla città. Questa è una zona intensamente antropizzata, con insediamenti diffusi che hanno portato all'abbandono quasi totale delle colture che si sviluppavano sui pastini e terrazzamenti, in particolare vigneti, uliveti e orti famigliari. Di questo paesaggio fanno parte i borghi di Santa Croce, Prosecco e Contovello.
- La fascia costiera vera e propria. La costiera triestina tra Duino e Barcola rappresenta un paesaggio di pregio con significative valenze naturali. Le aree antropizzate dell'ambito sono concentrate tra Barcola e la città di Trieste e continuano poi sui versanti urbanizzati di Muggia e Dolina, in cui si rilevano anche espansioni produttive. Lo sviluppo urbanistico fronte mare è praticamente continuo mentre a monte è delimitato dal Ciglione carsico in arenaria. Dal punto di vista idrografico, la zona è

⁸ Fonte: Piano Paesaggistico Regionale del Friuli-Venezia Giulia, All.116 - Rapporto ambientale di VAS.

⁹ Fonti: Scheda ambito di paesaggio: Carso e costiera orientale, PPR FVG 2018; Relazione Generale, Piano regolatore generale Comunale, Comune di Trieste 2015

rappresentata da una serie di rii corti che in ambito urbano sono parzialmente o totalmente canalizzati. Degni di nota sono ancora il Torrente Rosandra nella parte più orientale del territorio provinciale e il Rio Ospio.

Per quanto riguarda la vegetazione invece, nella fascia costiera è prevalente la macchia illirico-mediterranea dominata dalla presenza del leccio e poi alloro, ginestra, timo e salvia. L'entroterra del Carso è invece caratterizzato da carpino nero (reintrodotta a metà dell'800), pino nero, roverella e orniello. Qui un tempo era molto estesa la landa carsica, con una vegetazione bassa, diffusa tra le rocce e molto forte e resistente. Nel corso del tempo però l'abbandono del pascolo ne ha ridotto le sue dimensioni.

I rischi e le vulnerabilità ambientali connessi al territorio comunale sono in prevalenza costituiti da¹⁰:

- Elevata pericolosità di *incendio* nella boscaglia carsica, che pone una serie di riflessioni sulla gestione di quelle aree verdi abbandonate e caratterizzate da scarsa manutenzione;
- *Dissesto geostatico*, che si materializza in frane di scivolamento e superficiali nel territorio collinare in flysch. Il problema potrebbe essere arginato attraverso il recupero dei terrazzamenti originari caratteristici del Cigljone carsico;
- *Dissesto idraulico* che nella zona costiera si manifesta soprattutto in termini di mareggiata che porta ad allagamenti dei centri urbani (in particolare Trieste e Muggia).

1.5. Inquadramento infrastrutturale

1.5.1. Infrastruttura di distribuzione dell'energia elettrica

AcegasApsAmga S.p.A. opera nel settore della distribuzione elettrica, nel comune di Trieste, attraverso una concessione rilasciata dal "Ministero dello sviluppo economico" con scadenza nell'anno 2030, fornendo i servizi agli utenti allacciati alla rete elettrica. L'energia viene distribuita sia in bassa tensione (230/400 Volt) sia in media tensione (2.000; 10.000; 20.000; 27.500 V), a utenze di tipo domestico, non domestico e industriale.

L'azienda si occupa di garantire la sicurezza e la continuità dell'erogazione, provvedendo alla gestione e alla manutenzione di tutta la rete elettrica e degli impianti ad essa collegati.

1.5.1.1. Priorità alla riduzione dell'impatto ambientale delle reti elettriche

Già da diversi anni AcegasApsAmga realizza tutte le nuove linee in media tensione, esclusivamente con il **cavo interrato**, in quanto l'uso di apposite guaine metalliche annulla i campi elettrici e la posa a trifoglio **riduce sensibilmente i campi magnetici**, contemporaneamente **si riduce l'impatto ambientale** e scompare quasi del tutto il **deturpamento del paesaggio**.

Ad oggi la rete di distribuzione AcegasApsAmga S.p.A. è costituita da:

- 3,84 km di cavo sotterraneo in alta tensione;
- 640 km circa di linee in media tensione a 27,5 kV, 20 kV, 10 kV, 2 kV, delle quali solo il 2% aeree;
- 1.141 km circa di linee in bassa tensione, di cui oltre la metà in cavo sotterraneo e la restante quantità in linea aerea (di cui solo l'1% delle linee aeree è realizzato con conduttori nudi mentre il rimanente con cavo isolato).

L'orientamento verso un graduale interrimento delle proprie linee aeree per AcegasApsAmga si è rivelato vincente, offrendo **vantaggi di tipo tecnico ed evitando le implicazioni negative degli elettrodotti aerei**. Per quanto concerne gli impianti di ricevimento dell'energia elettrica va segnalata l'attenzione posta nella

¹⁰ Fonti: *Scheda ambito di paesaggio: Carso e costiera orientale*, PPR FVG 2018; Relazione Generale, Piano regolatore generale Comunale, Comune di Trieste 2015

riduzione dell'impatto ambientale; attualmente l'unico impianto con tecnologia che prevede la soluzione non in quadri blindati è quella di Rozzol a Trieste.

Negli impianti collocati in zone ad alta densità abitativa e per quello realizzato sull'altipiano carsico, AcegasApsAmga ha preferito un'esecuzione con **tecnologia blindata** che prevede l'uso di conduttori isolati e apparecchiature a **elevata tecnologia** (GIS-Gas Insulated Switchgear). Questi impianti, a fronte di un **maggior costo**, offrono notevoli vantaggi rispetto a quelli che utilizzano le soluzioni tradizionali isolate in aria. In particolare, essendo più compatti, possono essere collocati in appositi edifici risultando **meno evidenti** delle analoghe strutture in tipologia aperta. Inoltre, generano **livelli di rumore ridotti** (raffreddamento, interruttori, ecc.) e consentono **l'annullamento della presenza di campi elettromagnetici esterni**. Anche questo è un modo per offrire energia sempre più "pulita".

1.5.2. Infrastruttura di distribuzione del gas naturale

Cenni storici

Nella città di Trieste la distribuzione del gas è iniziata già nel XIX secolo. Si trattava di gas manifatturato (gas di città) usato per l'illuminazione e per la cottura cibi, il suo potere calorifico era basso e la tossicità alta. Nel 1864 il Comune di Trieste istituì l'Azienda del Gas. Il gas manifatturato era prodotto nella centrale a carbone a Broletto, di cui oggi resta visibile il gasometro, poi integrato con il gas prodotto nella ferriera di Servola dalla lavorazione del coke utilizzato nella produzione della ghisa.

Con la costruzione nel 1970, in località San Giuseppe della Chiusa, di una stazione per la ricezione del gas naturale dalla rete di trasporto SNAM e relativo collegamento alla preesistente rete di distribuzione, nel 1971 ha fine la distribuzione del gas manifatturato a favore del metano. Questo cambio dà il via, a partire dalla metà degli anni '70 ad un uso massiccio del gas per uso industriale e per il riscaldamento, di conseguenza la rete di distribuzione viene notevolmente ampliata e potenziata.

Nel suo assetto attuale la rete Gas di Trieste serve anche il territorio di altri Comuni della stessa Provincia ed è collegata alla rete slovena presso l'abitato di Sesana.

1.5.2.1. Principio di funzionamento e principali apparecchiature

La rete di distribuzione del gas naturale, dal punto di vista funzionale, si può suddividere nelle seguenti parti.

Stazioni di ricezione del gas naturale (REMI – regolazione e misura): sono presenti tre di queste cabine, due a servizio dell'impianto di Trieste ed una per quello di Duino Aurisina, tutte le apparecchiature sono state posizionate all'interno di fabbricati in muratura. Si trovano nei pressi della rete di trasporto SNAM e svolgono le seguenti funzioni:

- prelievo del gas naturale dalla rete di trasporto SNAM;
- decompressione del gas ad un valore compatibile con la distribuzione in ambito comunale o cittadino;
- misura del gas prelevato e correzione del volume al valore standard di pressione 1,01325 bar assoluti e temperatura 15°C;
- odorizzazione per motivi di sicurezza (il metano puro è incolore e inodore) con THT.

Rete di distribuzione in media pressione (feeder): raggiunge le varie località e i quartieri della città di Trieste o alimenta grosse utenze ubicate in genere nelle zone industriali. Si tratta di 128,5 km di tubazioni prevalentemente in acciaio.

Gruppi di riduzione finale (GRF): tali apparecchiature, poste ad interconnettere la rete di media a quella di bassa pressione, decomprimono il gas naturale ad una pressione compatibile per un utilizzo di tipo civile. Si tratta di 74 apparecchiature poste in genere in armadio inox, più raramente in manufatti in muratura.

Rete di distribuzione in bassa pressione: effettua la distribuzione capillare del gas naturale nelle vie cittadine. Si tratta di 570 km di tubazioni prevalentemente in acciaio o polietilene.

Impianti di derivazione d'utenza e gruppi di misura: si tratta dei tratti di tubo in stacco dalle reti di distribuzione per la fornitura ai singoli edifici, all'ingresso dei quali, in posizione centralizzata, vengono posti i gruppi di misura, intesi come contatore ed eventuale parte elettronica di correzione. Sono in corso di eliminazione le vecchie installazioni che prevedevano l'utilizzo di colonne montanti e la posa dei contatori all'interno degli appartamenti, in quanto tale soluzione impiantistica è diventata ormai inadeguata e si presenta a volte precaria.

A corredo di queste installazioni, per una loro efficace gestione sono presenti anche:

Telecontrollo: permette di tenere monitorati i parametri fisici nelle parti principali dell'impianto, soprattutto ai fini della sicurezza e continuità del servizio, ma anche ai fini di gestione della rete. Tali apparecchiature sono applicate in genere alle parti di impianto più importanti o significative.

Telelettura: si tratta del sistema di lettura da remoto dei dati di misura. È utilizzato soprattutto per la lettura in cabina REMI dei dati di prelievo dalla rete di trasporto o per l'acquisizione della lettura delle grosse utenze industriali. Di recente si sta implementando il sistema anche alle singole utenze domestiche.

Protezione catodica: soprattutto in una città come Trieste, vista la vicinanza al mare e la presenza di tratte ferroviarie, riveste particolare importanza la protezione attiva delle condotte in acciaio al fine di prevenirne la corrosione ove il rivestimento protettivo risulti ammalorato. Per questo motivo i sistemi di protezione catodica sono monitorati in continuo con telecontrollo.

Regolatori di pressione di rete: la città di Trieste ha uno sviluppo plani-altimetrico complesso e all'interno della rete di bassa pressione sono presenti alcune apparecchiature di stabilizzazione della pressione.

1.5.3. Rete idrica

La rete di distribuzione dell'acqua potabile gestita da AcegasApsAmga si presenta in maniera capillare su tutto il territorio della provincia di Trieste ad eccezione fatta per i comuni Sgonico, Monrupino e parte di Duino Aurisina dove il servizio è gestito dall'Acquedotto del Carso, che comunque si approvvigiona tramite misuratori di portata alla rete principale AcegasApsAmga.

La rete idrica è composta da:

- due linee di adduzione: una del diametro di 900 mm costruita nel 1929 che raggiunge la città lungo la strada Costiera e una del diametro di 1.300 mm sottomarina che corre parallela alla costa dal Villaggio del Pescatore al Porto Vecchio;
- 16 stazioni di sollevamento;
- oltre 30 serbatoi di stoccaggio per un volume di 129.000 l;
- una rete globale di condotte, per uno sviluppo di circa 1.100 Km.

1.5.3.1. Il percorso idrico

Il sistema d'acquedotto nella sua globalità, si articola in quattro componenti principali:

- **trasporto primario:** prelievo d'acqua allo stato naturale (greggia) dalle diverse fonti di captazione superficiali e sotterranee mediante gruppi elettropompa e successivo convogliamento della stessa, attraverso condotte, fino all'impianto di trattamento;
- **trattamento:** processo di filtrazione disinfezione dell'acqua greggia mediante filtri a sabbia e impianti ad iniezione di disinfettante (ipoclorito di sodio) al fine di conferire all'acqua i parametri di legge per la potabilità;
- **trasporto secondario:** convogliamento e sollevamento nei serbatoi di stoccaggio o direttamente nella rete di distribuzione dell'acqua potabilizzata., mediante gruppi elettropompa e attraverso condutture di adduzione;

- **distribuzione:** erogazione dell'acqua potabile all'utenza mediante la rete ramificata di condotte derivate dal "trasporto secondario"; l'alimentazione della rete di distribuzione avviene prevalentemente per caduta mediante condotte in uscita dai serbatoi idrici di stoccaggio e in minima parte direttamente dalle condotte di trasporto.

1.5.3.2. Fonti di approvvigionamento e convogliamento acqua greggia

Le fonti di approvvigionamento idrico attualmente utilizzabili hanno caratteristiche tra loro differenti per il tipo e l'origine dell'acqua che forniscono. Esse sono: le acque sotterranee dei Pozzi dell'Isonzo e le risorgive del Sardos e del Timavo.

Pozzi dell'Isonzo - costituiscono la fonte di approvvigionamento idrico più recente, scaturita dagli studi effettuati nel corso degli anni Sessanta, con il fine di captare delle acque di falda sotterranea di caratteristiche di purezza e affidabilità superiori a quelle dei corsi superficiali.

Sardos - è una risorgiva che deriva in parte dalle acque carsiche di percolamento, in parte dagli spandimenti dell'Isonzo e dal Vipacco, durante le piene. La risorgiva emerge dal sottosuolo nei pressi di San Giovanni di Duino, all'interno del comprensorio dell'Acquedotto "Giovanni Randaccio" dove si trova l'opera di presa, per poi sfociare in mare dopo un paio di chilometri.

Timavo - è un fiume la cui sorgente è situata sul Monte Nevoso, da qui il fiume scorre in superficie fino alle grotte di San Canziano nei pressi di Divaccia, dove si inabissa per poi riemergere a San Giovanni di Duino con tre rami distinti per poi sfociare in mare, dopo un breve percorso in superficie.

Risolto da tempo il problema degli inquinamenti industriali lungo il corso in superficie in territorio sloveno, per l'attitudine ad intorbidirsi in seguito a precipitazioni atmosferiche, questa fonte di approvvigionamento viene usata soltanto come riserva, essendo le altre fonti di migliore qualità e sufficienti in quantità.

1.5.3.3. La rete di condotte

La rete di distribuzione acqua si sviluppa per più di 1.100 km tra condotte e derivazioni. Nel corso dei rinnovamenti a seguito di campagne per la sostituzione di condotte con materiali tecnologicamente avanzati e/o per rotture improvvise la rete presenta il 40% delle tubature in acciaio, il 23% in ghisa grigia e il restante in ghisa sferoidale e polietilene.

Organi di intercettazione quali valvole e valvole di riduzione di pressione e organi vari (flange, sfiati, riduzioni di diametro, idranti e misuratori di portata) si presentano in numero ampiamente sufficiente per:

- isolare tratti di condotte di estensione tale da limitare il disagio alle utenze in caso di guasto;
- contabilizzare il consumo degli utenti;
- consentire punti di approvvigionamento per i Vigili del Fuoco.

1.5.3.4. Stazioni di sollevamento e risollevarimento

Gli impianti di sollevamento/risollevarimento servono a rilanciare l'acqua, attraverso gruppi di pompaggio e speciali condotte chiamate "prementi", nei serbatoi di distribuzione ubicati a quote altimetriche superiori. Genericamente, un impianto di sollevamento/risollevarimento è costituito da:

- gruppi elettropompa;
- organi di manovra e accessori;
- impianto di alimentazione elettrica;
- sistemi di misura e automazione.

Alcune stazioni sono alimentate da sollevamenti o da serbatoi idrici ad esse adiacenti e direttamente collegati, e vengono pertanto chiamate di "risollevarimento". In ogni stazione possono essere installati uno o più impianti di sollevamento/risollevarimento con caratteristiche di portate idriche e pressioni di mandata variabili da cui dipende quindi la potenzialità dell'impianto e quindi la tipologia di alimentazione elettrica in

termini di tensione (bassa o media tensione) e la potenza installata (da 6 a 1.250 kW). Le stazioni di risollevarimento nel territorio del Comune di Trieste sono 13.

1.5.3.5. Serbatoi idrici di distribuzione

Rappresentano il punto di partenza delle reti di distribuzione, poiché da essi si dipartono le condotte di rete per l'erogazione idrica all'utenza e sono alimentati o direttamente dal sollevamento principale di Randaccio oppure dai relativi impianti di sollevamento/risollevarimento. I serbatoi sono dislocati a quote diverse in funzione delle esigenze orografiche del territorio e degli insediamenti dell'utenza.

Genericamente sono costituiti da:

- una o più vasche intercomunicanti della capacità totale dai 100 ai 15.000 mc circa;
- una camera di manovra di dimensioni variabili per l'accoglimento degli organi di manovra e degli eventuali sistemi di misura e telecontrollo;
- un'area di rispetto recintata.

1.5.3.6. Interruttori di pressione

Sono posti lungo le reti di distribuzione e sono costituiti da vasche interrate a pelo libero, di modesta capacità; vengono impiegati dove, per il limitato numero di utenze da servire a pressione inferiore, non risulta conveniente realizzare un serbatoio indipendente a quota più bassa, con relativo impianto di risollevarimento.

Nel comune di Trieste sono presenti 20 serbatoi idrici e 10 interruttori di pressione.

1.5.4. Il sistema fognario di Trieste

Il sistema fognario del Comune di Trieste, di tipo misto, raccoglie le acque meteoriche e quelle reflue mediante una rete di canalizzazioni e di tratti di torrenti intubati intercettati nella parte inferiore del corso d'acqua mediante opere idrauliche che conferiscono le acque di magra in due collettori principali:

- collettore di massima della zona bassa lungo la linea di costa;
- collettore di massima della zona alta a una quota intermedia.

Il sistema fognario triestino comprende circa 370 km di condotte e 60 km di canali e torrenti tombati. Le tubazioni di piccolo diametro sono per la maggiore parte in grès, quelle più recenti in PVC e quelle con diametro maggiore principalmente in calcestruzzo vibro-compresso, con saltuari tratti in acciaio (condotte in pressione). La rete fognaria comprende, inoltre, 27 stazioni di sollevamento e 5 opere di captazione dei principali torrenti coperti.

Questo sistema convoglia i reflui verso l'**impianto di depurazione di Servola** dove le acque sono sottoposte a un trattamento biologico di biofiltrazione e disinfezione, mentre la linea fanghi prevede la digestione anaerobica riscaldata con il recupero del biogas prodotto. Le acque sono poi immesse nel corpo idrico recettore, il mare, mediante una condotta sottomarina di oltre 7 km di lunghezza che diffonde le acque depurate in modo omogeneo grazie a un sistema di torrini posizionati nell'ultimo tratto della condotta stessa.

Lo storico impianto di Servola è stato profondamente rivisto attraverso la realizzazione di una nuova sezione di trattamento biologico entrata in servizio nel 2018. Nella sua configurazione attuale l'impianto di Servola è caratterizzato dalle seguenti linee di processo:

- **linea acque:** ha inizio dallo sbocco dei due collettori fognari separati che giungono all'ingresso dell'impianto sino allo smaltimento a mare in prossimità dei diffusori della condotta sottomarina posta al largo del Golfo di Trieste;
- **linea fanghi:** provenienti dalla sedimentazione dei liquami con il relativo processo di trattamento e successivo pompaggio al depuratore di Zaule per le fasi di disidratazione meccanica;
- **linea biogas:** raccoglie il gas biologico prodotto dalla digestione anaerobica riscaldata dei fanghi;

- **linea trattamento aria:** al fine di contenere la produzione di odori molesti e assicurare un adeguato trattamento dell'aria esausta;
- **linea sabbie, materiali grigliati e oli:** provenienti rispettivamente dai dissabbiatori, dalle griglie e rotostacci e dal disoleatore in esercizio nell'impianto, da smaltire;
- **condotta sottomarina:** di oltre 7 km di lunghezza composta da due rami, che raggiunge la profondità di 20 m e diffonde le acque mediante un sistema di 600 torrini, posizionati sulle parti terminali di entrambi i rami per un'estensione complessiva di 1.500 m, che permette un'ampia e immediata diluizione del refluo depurato; l'integrità della condotta è verificata costantemente con visite ispettive subacquee.

I liquami fognari provenienti dalla zona industriale di Trieste, dal Comune di Muggia, da alcune aree del Comune di San Dorligo della Valle, nonché dalla zona sud dell'abitato di Trieste, unitamente alle portate di magra dei torrenti Pozar, Zaule e Sant'Antonio, sono convogliati **al depuratore di Zaule** mediante un sistema di collettori che fanno capo al collettore costiero di Muggia, al collettore EZIT e al collettore del canale industriale di Zaule.

L'impianto di Zaule è situato a Sud Est della città e si affaccia sul Canale Navigabile; è di tipo biologico a fanghi attivi con annesso trattamento terziario dei liquami (denitrificazione) per la rimozione dell'azoto; la linea fanghi comprende la digestione anaerobica riscaldata con il recupero del biogas prodotto. L'effluente depurato è pompato mediante il sollevamento finale dell'impianto composto da quattro pompe della portata di 220 l/s ciascuna nella vasca di carico della condotta sottomarina ubicata nell'area dell'impianto di Servola e quindi scaricato in mare aperto, unitamente alle acque depurate dall'impianto di Servola.

L'impianto è costituito dalle seguenti linee:

- **linea acque:** ha inizio dallo sbocco del collettore fognario stradale sito in Riva Giovanni da Verrazzano, vicino al cancello di ingresso dell'impianto, e ha termine allo smaltimento a mare. Il recapito / rilascio finale dell'effluente avviene in mare nel Golfo di Trieste, 7 km circa al largo dalla costa, nella condotta sottomarina di Servola, che riceve le acque depurate dagli impianti di Servola e di Zaule;
- **linea fanghi:** provenienti dalle sedimentazioni primarie e dalle sedimentazioni secondarie dei liquami con il relativo processo di trattamento di ispessimento, digestione anaerobica e disidratazione; nel depuratore di Zaule sono trattati mediante disidratazione anche i fanghi prodotti dal depuratore di Servola, provenienti direttamente dal digestore del depuratore di Servola mediante un fangodotto;
- **linea biogas:** per il convogliamento, stoccaggio, e utilizzo del gas prodotto dalla digestione anaerobica dei fanghi.

L'impianto comprende anche le seguenti unità:

- **impianto di pretrattamento rifiuti provenienti da autobotti:** (art. 110 D. Lgs. n. 152/2006): un trituratore associato ad uno sgrigliatore per i rifiuti CER 19.08.05 e CER 20.03.04; un macchinario separatore del vaglio grossolano dalle sabbie.

Completa il sistema di depurazione della città di Trieste l'impianto di Basovizza, ubicato sull'altopiano carsico a Est di Trieste. L'impianto è di tipo biologico a fanghi attivi, ed è costituito dalle seguenti unità:

- **linea acque:** grigliatura fine, vasca di equalizzazione e denitrificazione, ossidazione biologica a fanghi attivi, impianto automatico di dosaggio del cloruro ferrico, sedimentazione finale, eventuale disinfezione, scarico delle acque reflue nel sottosuolo;
- **linea fanghi:** ricircolo fanghi attivi, pompaggio fanghi di supero alla digestione aerobica, smaltimento fanghi con il trasferimento degli stessi all'impianto di Zaule mediante autobotte.

1.5.5. Infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici

In Tabella 1.3 si riporta l'elenco delle infrastrutture pubbliche di ricarica per veicoli elettrici e ibridi plug-in presenti nel territorio del comune di Trieste.

Tabella 1.3. Elenco colonnine di ricarica pubbliche per veicoli elettrici a Trieste¹¹.

Indirizzo	n. di colonnine	n. di prese per colonnina	n. di prese totale	Tipo di presa		
				presa 1	presa 2	presa 3
Via Scipio Slataper	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Via delle Ginestre	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Rotonda del Boschetto	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Via del Carpineto	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Largo dei Granatieri	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Piazzale Agostino Straulino	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Piazzale 11 Settembre 2001	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Area Science Park Padriciano	2	2	4	Type2 (Socket only)	Type2 (Socket only)	
Area Science Park Padriciano	1	3	3	Type 2 (CCS)	CHAdEMO	Type 2 (Tethered Connector)
Area Science Park Basovizza	2	2	4	Type2 (Socket only)	Type2 (Socket only)	
Via Igo Gruden, Basovizza	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Via San Nazario, 5	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	
Via Nazionale, 4 Opicina	1	2	2	SCAME Type 3a (Low Power)	Type2 (Socket only)	

Si ritiene utile riportare nel seguito alcune informazioni estratte dal Piano Regionale della Mobilità Elettrica del Friuli Venezia Giulia, che al suo interno individua alcuni scenari di previsione sulla quantità dei veicoli elettrici circolanti al 2030 e sulla numerosità di infrastrutture di ricarica necessaria ad accompagnare lo sviluppo della mobilità elettrica. I risultati dello studio in termini di numerosità delle infrastrutture di ricarica di cui il territorio dovrà dotarsi sono riportati in Tabella 1.4¹².

Tabella 1.4. Stima delle prese e stazioni di ricarica accelerate e veloce necessarie per provincia – Anno 2030. Presa di ricarica: cavo e presa per una automobile elettrica; stazione di ricarica: colonnina con 2 prese; ricarica accelerata: circa 2 ore (potenza necessaria fino a 22 kW); ricarica veloce: circa 30 minuti (potenza necessaria fino a 50 kW).

Provincia	Prese di ricarica accelerata	Prese di ricarica veloce	Stazioni di ricarica accelerata	Stazioni di ricarica veloce
GO	125	27	62	14
PN	196	38	98	19
TS	250	58	125	29
UD	451	94	225	47
Totale	1022	217	510	109

È importante osservare che tali stime sono basate su modello di calcolo che ha lo scopo di dare delle indicazioni di massima per operare, tenendo presente l'estrema variabilità del mercato e della normativa energetica e ambientale europea, nazionale e regionale di questi anni e degli anni futuri.

¹¹ L'elenco potrebbe non essere esaustivo.

¹² Fonte dei dati: Piano Regionale per la Mobilità Elettrica - PREME FVG.

Dallo stesso piano emerge che il Comune di Trieste avrà un'alta intensità di domanda di energia elettrica per la ricarica dei veicoli al 2030.

1.5.6. Infrastrutture viarie

La città di Trieste e i restanti comuni della Provincia di Trieste sono connessi al resto d'Italia attraverso due viabilità: l'Autostrada A4 (Torino - Sestiana (TS) che prosegue verso Trieste con la classificazione RA 13) e la Strada Statale 14. La connessione stradale con la Slovenia avviene attraverso la SP 6 verso Goriano, la SP 9 verso Duttogliano, la E61-E70, la SP10 verso Lipizza, la SS 14 verso Cosina, il Raccordo Rabuiese-Lacotisce e la SP 14 verso Ancarano.

All'interno del territorio provinciale da nord-ovest si sviluppano tre infrastrutture affiancate:

- la strada costiera SR 14;
- il Raccordo Autostradale RA 13 che collega la A4 alla Grande Viabilità Triestina (GVT);
- la strada provinciale del Carso SP 1 (destinata a traffico locale).

Lo svincolo di Ferneti consente il collegamento tra il RA 13 e la Grande Viabilità Triestina (GVT) e la E61-E70 di connessione alla città di Trieste attraverso Opicina (Strada Nuova per Opicina) e al territorio sloveno a nord e nord-est. Lo svincolo di Padriciano consente la distribuzione dei flussi verso Basovizza e Pesek (in prossimità del confine di stato ad est) mediante la SS 202 e SS14. A sud la GVT e il Raccordo Rabuiese-Lacotisce consentono il collegamento con Muggia e l'Istria.

I collegamenti interni tra Trieste e i restanti comuni della Provincia sono così strutturati:

- Duino Aurisina è collegato attraverso la Strada Costiera SR 14 e la SP 1;
- Sgonico è collegato attraverso la S9 35;
- Monrupino è collegato attraverso la SP 29B e la SP 9;
- San Dorligo della Valle è collegato attraverso la SP 12A e la SP 11;
- Muggia è collegato attraverso al SP 14 e la SS 202.

Le principali criticità del sistema di accesso a Trieste sono:

- a nord: la Strada Costiera SR 14 presenta evidenti limiti di capacità e problematiche strutturali che impongono l'adozione di limitazioni al transito dei mezzi pesanti. Per questi motivi la Costiera non può essere considerata un vero e proprio accesso alla città e, in tal senso, ne andrebbe rivalutata la vocazione futura, probabilmente più orientata a una funzione prettamente turistica;
- a sud: il tracciato della GVT non consente un anello completo intorno alla città. I flussi per raggiungere la Strada Costiera si riversano sulla viabilità urbana principale.

La classificazione viaria dell'area urbana di Trieste è riportata nel Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU) del Comune di Trieste, approvato in Consiglio Comunale l'8 luglio 2013. Tale classificazione è articolata in:

- autostrade;
- strade extraurbane secondarie;
- strade locali interzonali – I livello;
- strade locali interzonali – II livello;
- strade locali.

Il Piano Paesaggistico Regionale del Friuli Venezia Giulia riporta all' allegato 80, la rete regionale della mobilità lenta di cui si porta un estratto nella figura.

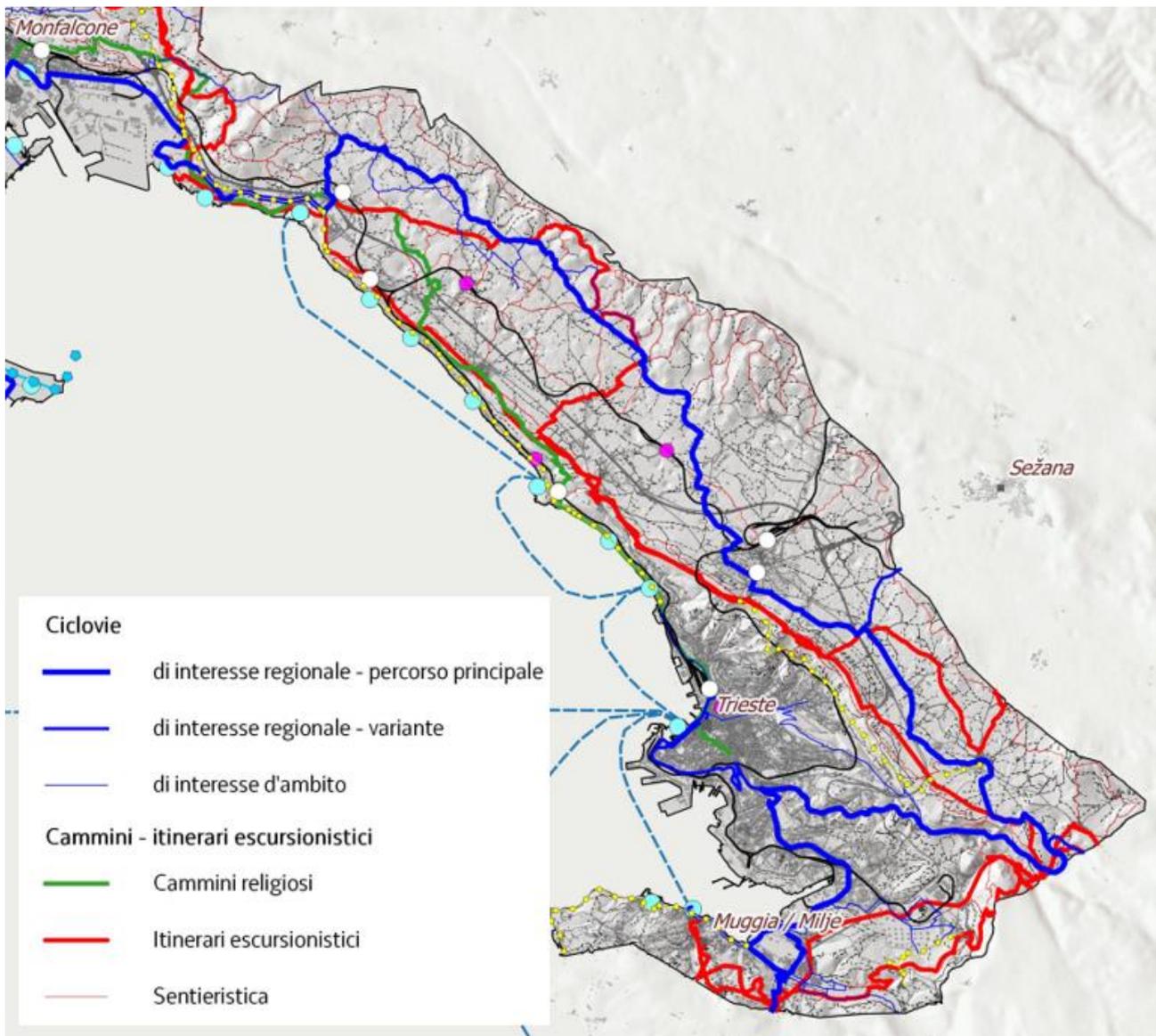


Figura 1.10. Estratto dalla carta dello stato di fatto della rete di mobilità lenta regionale¹³.

Per ulteriori riferimenti e considerazioni è possibile riferirsi al PGU e al PUMS del Comune di Trieste.

¹³ Allegato ML1-80 al Piano Paesaggistico Regionale FVG ([link](#)).

1.5.7. Gli impianti di illuminazione pubblica

La rete dell'illuminazione pubblica del comune di Trieste è capillarmente diffusa e dotata di circa 24.000 punti luce. Di questi, il 98% è costituito da impianti ad alta efficienza, il 2% da impianti a media e bassa efficienza. Di seguito si riporta la situazione aggiornata al 23 novembre 2020.

Tipologia di lampada	N. di lampade	% su N. totale	Potenza [W]	% su potenza totale
SODIO	19.141	79,79%	2.691.470	89,47%
LED	3.161	13,18%	185.335	6,16%
NEON	1.075	4,48%	44.501	1,48%
IODURI METALLICI	307	1,28%	53.510	1,78%
MERCURIO	300	1,25%	32.350	1,08%
INCANDESCENZA	4	0,02%	1.200	0,04%
Totale complessivo	23.988	100%	3.008.366	100%

1.6. Il sistema economico

Trieste si colloca nel contesto economico regionale del Friuli Venezia Giulia con alcune peculiarità. In regione, a luglio 2021, si registrano all'incirca 93 mila imprese attive, di cui la maggior parte è dislocata nel territorio della provincia di Udine (48%), seguono Pordenone (26%), Trieste (16%) e Gorizia (10%). Nello specifico, nel territorio comunale di Trieste, si registrano all'incirca 13 mila imprese attive, le quali rappresentano l'86% delle imprese nella medesima provincia.

Andando a rapportare il numero di imprese sulla popolazione residente si rileva che in regione ci siano all'incirca 750 imprese ogni 10.000 abitanti: le provincie di Udine e Pordenone si collocano al di sopra di questa soglia, mentre le provincie di Trieste e Gorizia al di sotto.¹⁴

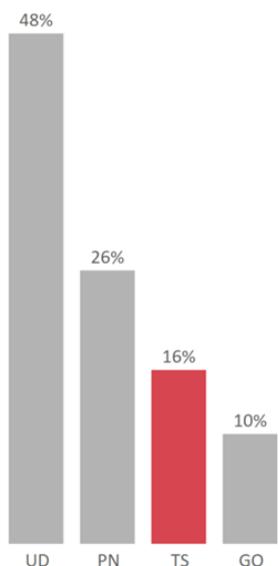


Figura 1.11. Distribuzione provinciale delle imprese in Friuli Venezia Giulia.

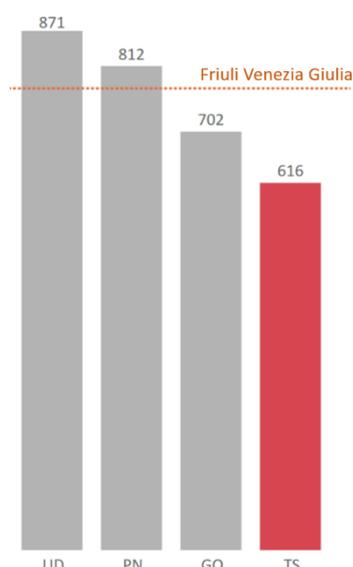


Figura 1.12. Numero di imprese per 10.000 abitanti.

Il tessuto imprenditoriale di Trieste è caratterizzato da una presenza di società di capitali sopra la media regionale. Confrontando il capoluogo giuliano con il contesto regionale si può notare come, in entrambi i casi, le imprese individuali rappresentino le forme societarie più rappresentative in termini numerici.

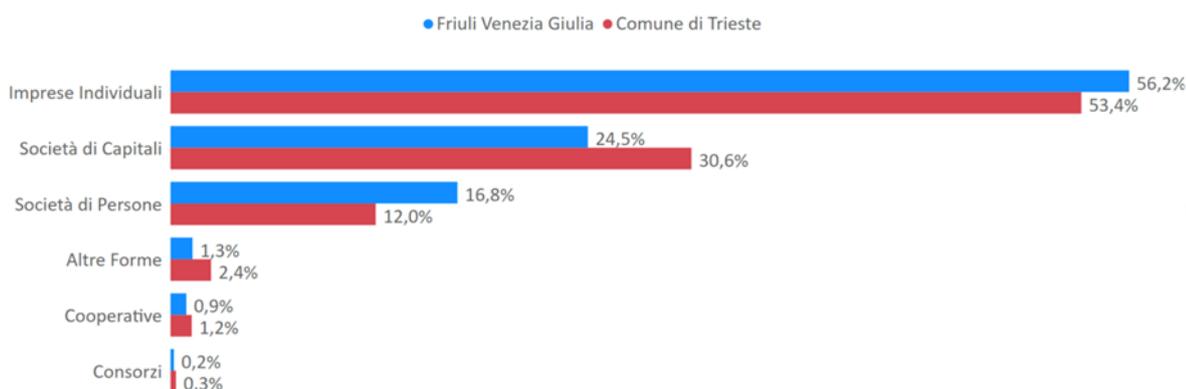


Figura 1.13. Percentuale di imprese per tipologia d'impresa in FVG e nel Comune di Trieste.

¹⁴ Elaborazione di Area Science Park su dati Innovation Intelligence FVG, Infocamere, e Istat.

La distribuzione delle imprese attive in Friuli Venezia Giulia, e in particolare a Trieste, evidenzia una netta prevalenza delle microimprese (oltre il 70% in entrambi i casi). È altresì importante il maggiore peso delle grandi e medie imprese nel comune di Trieste rispetto al loro peso rivestito nel territorio regionale.



Figura 1.14. Distribuzione dimensionale delle società di capitali del FVG e del comune di Trieste per classe di addetti.

La filiera Commercio e turismo è la più popolata sia se consideriamo la regione nel suo complesso sia se ci limitiamo al comune di Trieste, il quale ospita una percentuale sensibilmente maggiore di imprese operanti in questa filiera rispetto alla media regionale. Come si evince dal Documento Unico di Programmazione 2021-2023 del Comune di Trieste (DUP), infatti, il comparto turistico, assieme a quello del commercio e di altri servizi, è fra i settori economici trainanti l'economia della città.

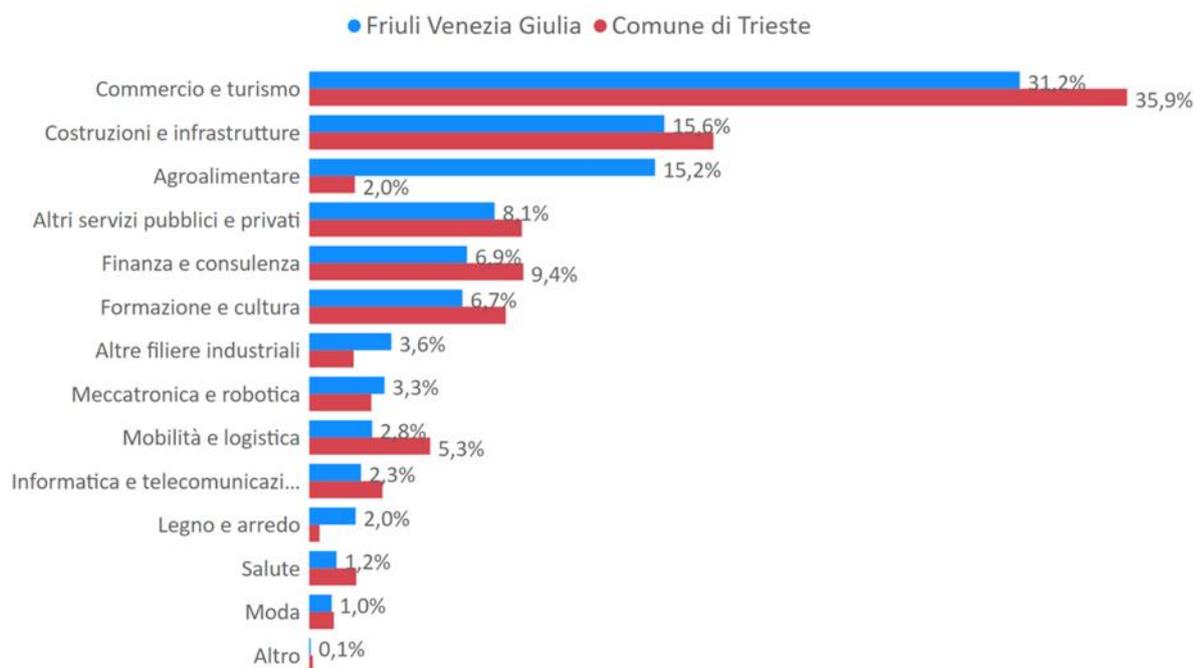


Figura 1.15. Percentuale di imprese per filiera in FVG e nel comune di Trieste.

La seconda filiera più rappresentativa è quella dalle costruzioni e infrastrutture che, già robusta negli anni precedenti al 2020, ha riscontrato una variazione positiva dal 2019 al 2020, registrando un aumento delle unità locali attive a Trieste pari al 3,3% (Figura 6). Tale aumento può essere ricondotto all'introduzione di incentivi governativi per le opere di riqualificazione energetica e sismica previsti nel DL 34/2020 (decreto "rilancio"), come ad esempio la misura del Bonus Fiscale 110%.

La filiera agroalimentare, che nel contesto regionale rappresenta la terza in termini numerici, a Trieste rappresenta solamente il 2% delle imprese, dove riveste uno scarso peso nella produzione della ricchezza comunale. L'attività agricola appare infatti dimensionata al consumo locale, con qualche eccellenza legata all'olio e al vino in quanto prodotti di qualità certificata¹⁵.

Particolarmente attive sono, invece, le filiere legate alla finanza ed altri servizi pubblici e privati con un aumento dello 0,7% delle unità locali nell'ultimo anno.

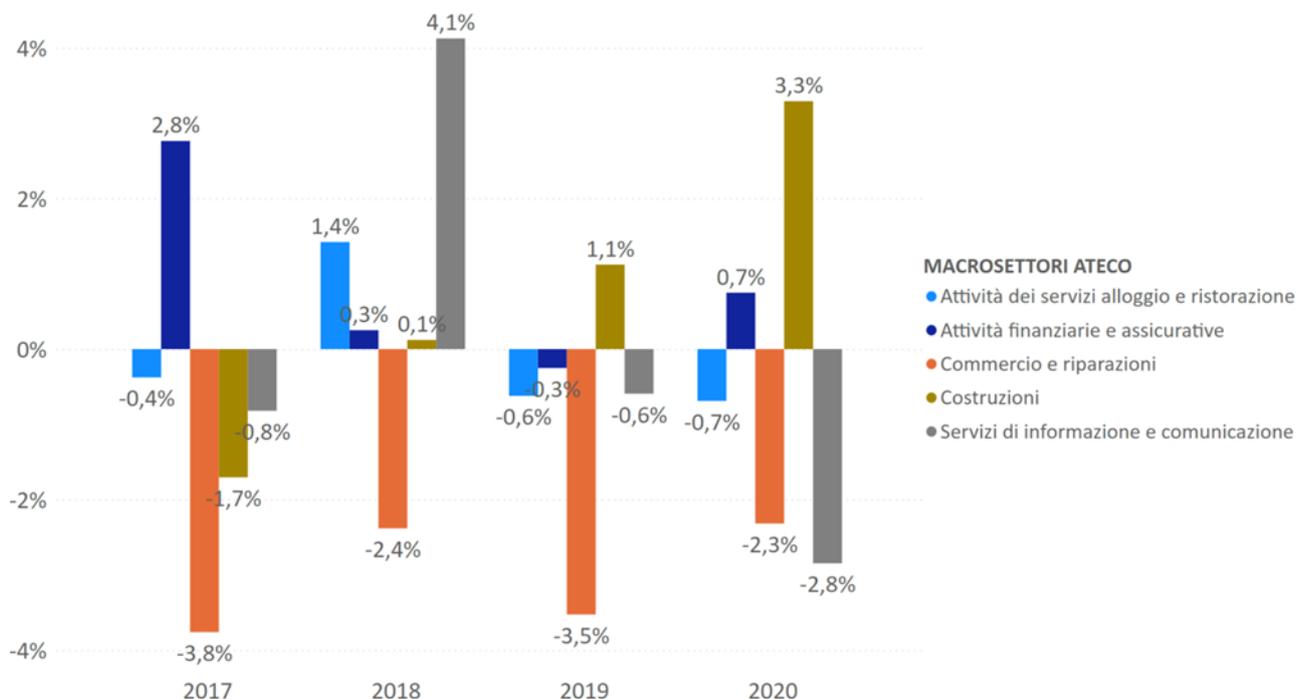


Figura 1.16. Variazione percentuale annuale delle unità locali nella provincia di Trieste per i macrosettori ateco F, G, H, K, J¹⁶.

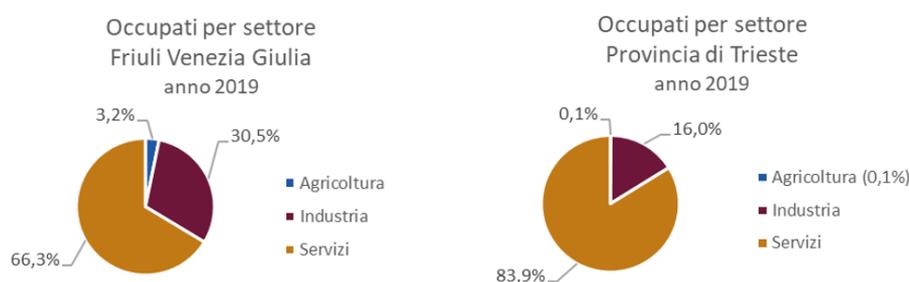


Figura 1.17. Occupati per settore in valori percentuali, anno 2019.

La prevalenza del settore dei servizi nella provincia di Trieste è confermata dalla distribuzione degli occupati rispetto alla distribuzione regionale. Nei grafici a fianco, infatti, si evidenzia come il settore dei servizi impieghi quasi l'84% degli occupati totali della provincia rispetto, invece, al

66,3% della regione. A seguire troviamo il settore dell'Industria, il quale copre il 16% degli occupati –

¹⁵ Piano regolatore generale comunale. Relazione generale, Comune di Trieste, dicembre 2015.

¹⁶ Elaborazioni Centro Studi e Statistica CCAA Venezia Giulia su [dati Infocamere](#), consultato il 25/08/2021

percentuale sensibilmente inferiore all'occupazione industriale regionale che si attesta al 30,5% – e infine una percentuale prossima allo zero degli occupati impiegati nel settore agricolo¹⁷.

Per quanto riguarda il Porto di Trieste, lo scalo ha mantenuto nel 2019 il primato nazionale per movimentazione complessiva delle merci (62 milioni di tonnellate). Il traffico container ha sfiorato i 790 mila TEU¹⁸ con un incremento dell'8,9% sul 2018. In aumento anche le rinfuse solide (+3,1%) e quelle liquide (+0,3%). I treni movimentati sono stati 9.771, in aumento dello 0,4% rispetto all'anno precedente. Il traffico ferroviario, già particolarmente dinamico negli ultimi anni, consolida i risultati raggiunti nel 2018, arrivando al traguardo di 10 mila treni e 210 mila camion tolti dalla strada¹⁹. I dati 2020²⁰, sebbene descrivano una contrazione della movimentazione complessiva del Porto, in calo del 12,66% rispetto al 2019, si inseriscono in un quadro economico internazionale fortemente condizionato dall'emergenza sanitaria da Covid19.

Nel settore nell'innovazione e la ricerca, il territorio del Friuli-Venezia Giulia è caratterizzato dalla presenza di centri di ricerca internazionali e di parchi scientifici e tecnologici che attraggono l'insediamento sul territorio di start up innovative e la presenza di risorse umane particolarmente qualificate, contribuendo a stimolare l'innovazione regionale. Questo contesto è dunque particolarmente favorevole alla nascita di questo tipo di imprese: secondo il rapporto del Ministero dello Sviluppo Economico nel secondo trimestre del 2021 in Friuli-Venezia Giulia sono attive 251 start up innovative. Se si rapporta questo numero rispetto al totale delle nuove società di capitali²¹, l'incidenza supera il 5%, ed è tra le più elevate in Italia. La provincia di Trieste si posiziona, inoltre, fra le prime dieci province italiane per il rapporto tra startup innovative sul totale delle società di capitali della provincia.

Tabella 1.5. Classifica delle province italiane per nuove startup²².

Classifica	Provincia	N. startup innovative 2° trim 2021	% rapporto startup innovative sul totale nuove società di capitali della provincia
1	TRENTO	207	8,51
2	MILANO	2545	6,42
3	PORDENONE	69	5,77
4	ASCOLI PICENO	95	5,70
5	CUNEO	119	5,61
6	BOLOGNA	361	5,53
7	UDINE	116	5,52
8	PADOVA	328	5,25
9	PISA	137	5,13
10	TRIESTE	49	4,94

¹⁷ Regione in cifre 2020, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, ottobre 2020.

¹⁸ L'unità equivalente a venti piedi o TEU, è la misura standard di volume nel trasporto dei container ISO, e corrisponde a circa 38 metri cubi d'ingombro totale. Le dimensioni esterne del contenitore ISO sono: 20 ft di lunghezza x 8 ft di larghezza x 8,5 ft di altezza.

¹⁹ Tendenze macroeconomiche, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, giugno 2020.

²⁰ Tendenze macroeconomiche, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, giugno 2021.

²¹ Sono considerate "nuove società di capitali" quelle costituite da non più di cinque anni, con ultimo fatturato dichiarato inferiore a 5 milioni di euro e in stato attivo.

²² Fonte: Cruscotto di Indicatori Statistici – Dati nazionali, Report con dati strutturali, Startup innovative, 2° trimestre 2021, UNIONCAMERE, Ministero dello Sviluppo Economico e InfoCamere, luglio 2021.

1.7. Inquadramento urbanistico ed edilizio

I volumi degli interventi di demolizione e ricostruzione, di ampliamento e di nuova costruzione eseguiti in ambito comunale nel periodo 2002 – 2019 sono riportati in Tabella 1.6.

In particolare, nel quadriennio dal 2016 al 2019 i volumi degli interventi edilizi di demolizione e ricostruzione sono stati pari a 83.078 m³ (33 + 65.671 + 12.469+ 4.905), quelli degli ampliamenti pari a 130.951 m³ (17.316 + 34.598 + 37.504+ 41.533) ed infine quelli di nuova costruzione pari a 102.496 m³ (11.663 + 62.960 + 14.672+ 13.201) per un volume complessivo derivante da interventi edilizi di demolizione e ricostruzione e ampliamento pari a 214.029 m³.

Tabella 1.6. Volume degli interventi di demolizione e ricostruzione, ampliamento, nuova costruzione (2002-2019). Fonte dei dati: Comune di Trieste – Servizio Pianificazione Territoriale e Valorizzazione Porto Vecchio.

Anno	Interventi totali		Demolizioni e ricostruzioni		Ampliamenti		Nuove costruzioni	
	VOLUME	N. INT.	VOLUME	N. INT.	VOLUME	N. INT.	VOLUME	N. INT.
2002	53.245	60	13.761	5	278	1	39.206	54
2003	495.074	75	383.085	4	63.114	6	48.875	65
2004	228.228	94	48.481	9	8.826	9	170.921	76
2005	122.779	113	15.288	12	3.954	3	103.537	98
2006	444.932	122	283.584	6	21.337	9	140.011	107
2007	185.056	136	10.482	7	42.836	8	131.738	121
2008	158.945	149	22.554	7	4.828	6	131.563	136
2009	94.888	96	697	2	2.869	5	91.322	89
2010	174.245	143	40.414	10	10.068	12	123.763	121
2011	176.392	101	97.296	11	5.875	4	73.221	86
2012	86.997	102	20.252	6	12.138	21	54.607	75
2013	30.053	31	11.155	2	6.446	14	12.452	15
2014	113.859	35	92.489	4	2.780	3	18.590	28
2015	66.803	83	2.014	7	27.662	52	37.127	25
2016	29.012	78	33	1	17.316	44	11.663	33
2017	163.229	104	65.671	66	34.598	55	62.960	43
2018	65.914	120	12.469	8	37.504	57	14.672	56
2019	59.639	81	4.905	8	41.533	35	13.201	38
Totali	2.749.290	1.723	1.124.630	175	343.962	344	1.279.429	1.266

I dati presentati nel seguito sono stati reperiti dal Catasto Energetico degli edifici della Regione Friuli Venezia Giulia (Sirape²³). Questo è uno strumento che consente di conoscere statisticamente la prestazione energetica del parco edilizio regionale.

Il catasto energetico regionale è implementato utilizzando i dati degli Attestati di Certificazione/Prestazione Energetica (ACE/APE) degli edifici e degli Attestati di Certificazione VEA emessi nell'ambito del territorio regionale.

Il catasto energetico regionale degli edifici rappresenta un importante strumento conoscitivo per monitorare le caratteristiche energetiche del patrimonio edilizio della regione e per individuare le misure da promuovere per migliorare l'efficienza energetica degli edifici sia a livello regionale che locale. Infatti, anche le Amministrazioni Comunali possono aver accesso ai dati in esso contenuti per conoscere le prestazioni degli immobili presenti sul territorio e pianificare le scelte in campo energetico.

Come si legge dal sito, attualmente il catasto energetico regionale del Friuli Venezia Giulia raccoglie i dati degli attestati depositati attraverso il portale telematico e verrà progressivamente implementato con l'inserimento degli attestati consegnati in forma cartacea.

Considerando nello specifico il Comune di Trieste, il numero maggiore di APE, dal 2015 al 2020, è stato redatto per edifici in classe G(9.829; 32,49%), F(9.351; 30,91%).

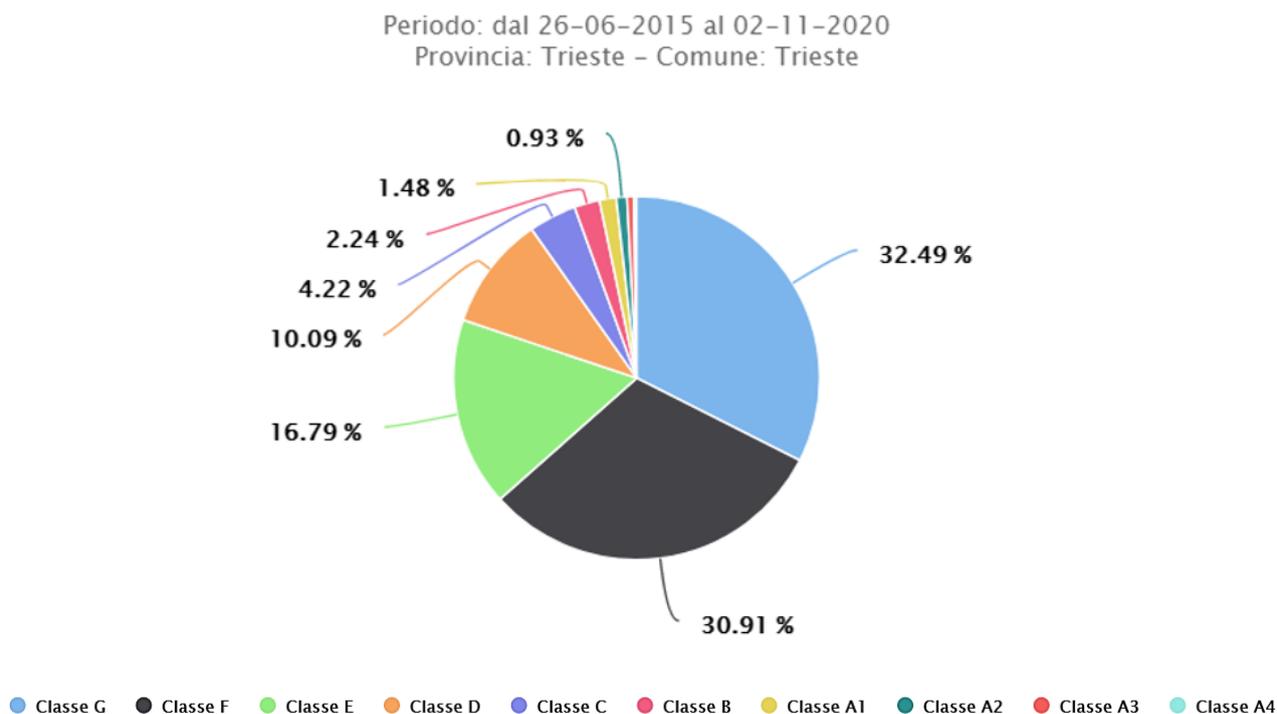


Figura 1.18. Numero di APE in percentuale per classe energetica.

²³ <https://sirape.regione.fvg.it/>

Se si considerano le tipologie edilizie, quelle maggiormente rappresentate sono l'edificio isolato (plurifamiliare) con 16.912 unità e l'edificio in linea, 5.599 unità. Anche in queste due tipologie si nota la prevalenza delle classi energetiche G e F: 5.597 e 5.696 per edificio isolato, 1.697 e 1.659 per edificio in linea.

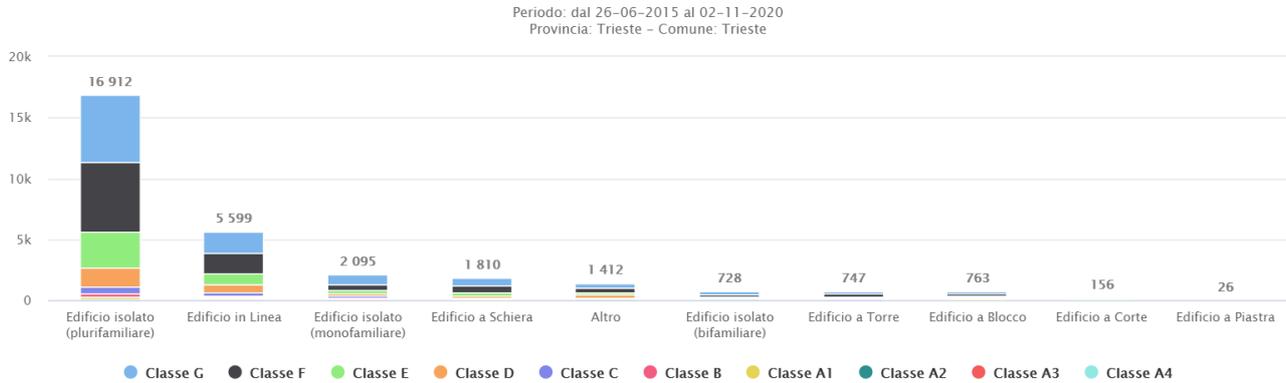


Figura 1.19. Distribuzione delle classi energetiche per tipologia edilizia.

Le tipologie costruttive maggiormente utilizzate sono quelle in muratura portante (13.902, di cui 5.160 in classe G e 4.040 in classe F) e calcestruzzo armato con chiusure in laterizi (12.095, di cui 3.387 in classe G e 4.132 in classe F).

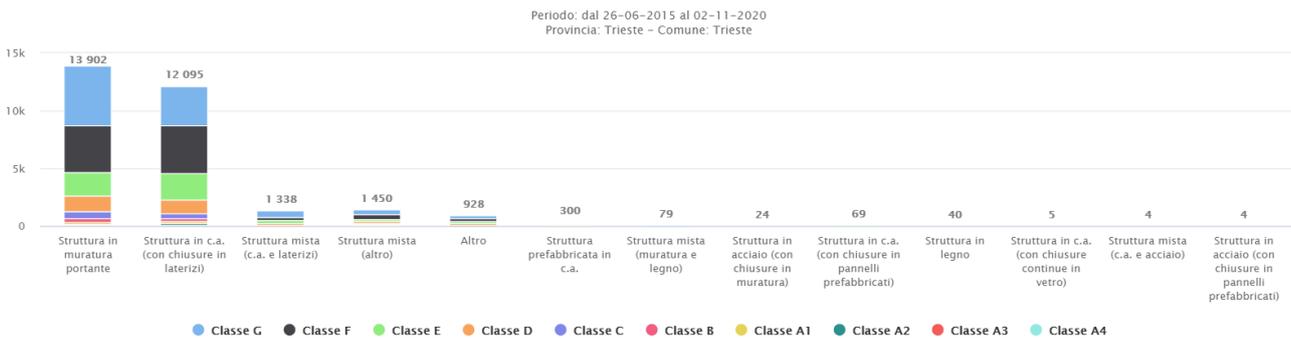


Figura 1.20. Distribuzione delle classi energetiche per tipologia costruttiva.

Appare evidente che la destinazione d'uso più frequente nel Comune di Trieste è quella di abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo (27.089, di cui 9.126 in classe G e 8.812 in classe F).

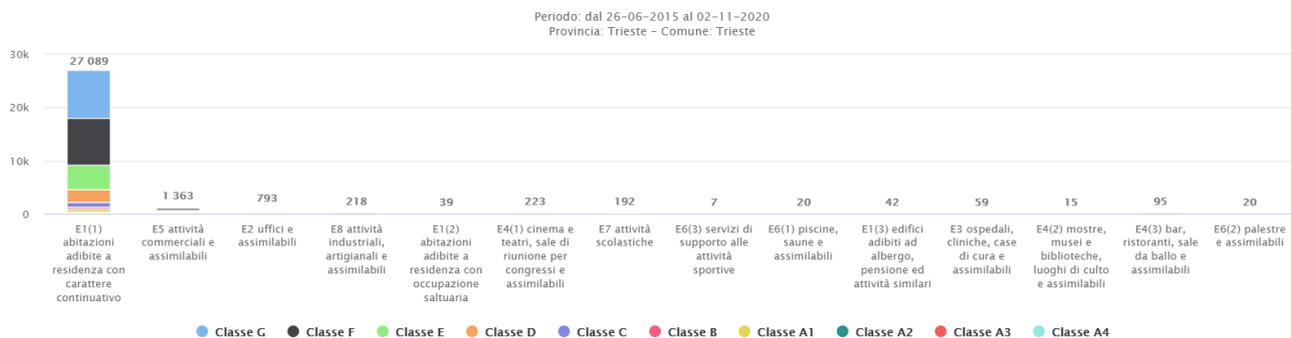


Figura 1.21. Distribuzione delle classi energetiche per destinazione d'uso.

Gli edifici appartengono maggiormente al settore privato, per lo più abitazioni private, 29.843 unità, di cui 9.772 in classe G e 9.268 in classe F.

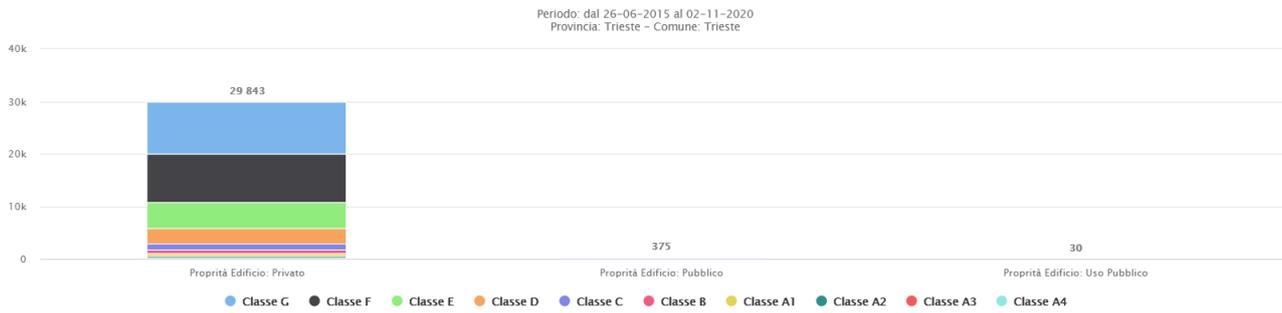


Figura 1.22. Distribuzione delle classi energetiche per settore (pubblico/privato).

Il periodo di costruzione in cui si ha il maggior numero di edifici costruiti va dal 1960-1975, ed è pari a 9.719, di cui 3.103 in classe G e 3.493 in classe F.

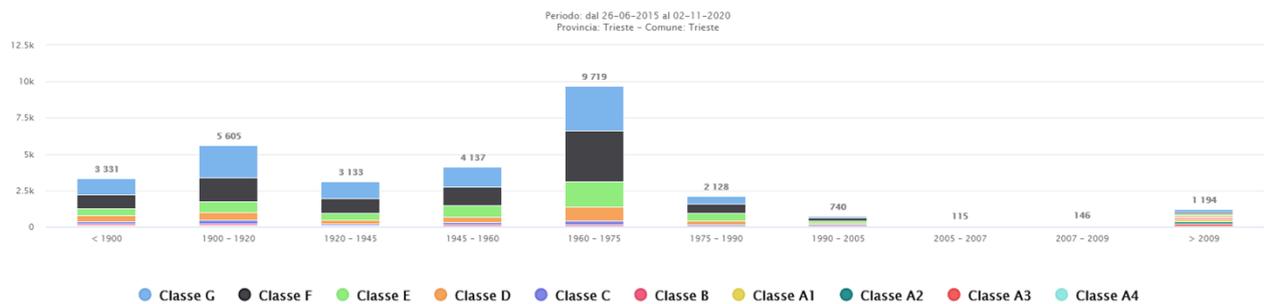


Figura 1.23. Distribuzione delle classi energetiche per epoca costruttiva.

La motivazione di richiesta dell'attestato di prestazione energetica è la Nuova Costruzione, 19.920 di cui 6.610 in classe G e 6.431 in classe F. In questo caso il dato non sembra rispecchiare la realtà ed opportuni approfondimenti andranno fatti.

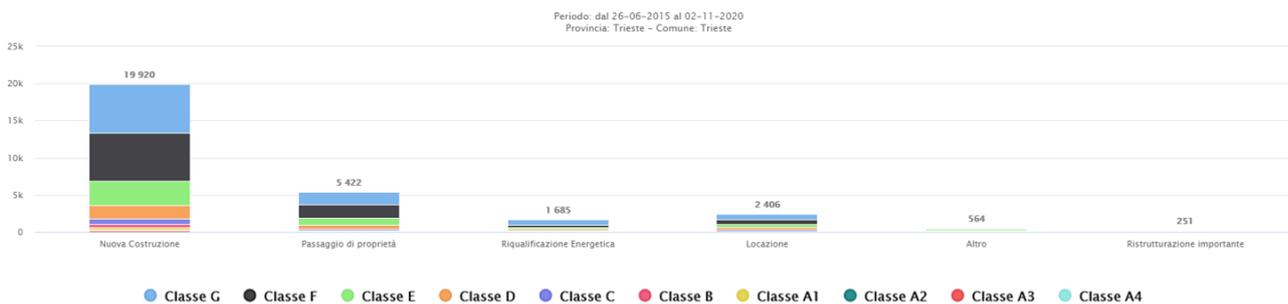


Figura 1.24. Distribuzione delle classi energetiche per motivo certificazione.

Un ulteriore approfondimento è stato fatto osservando i dati del catasto degli impianti termici presenti nel territorio comunale. In particolare, si osserva la presenza di 139 impianti centralizzati attivi ed alimentati a gasolio, di potenza compresa tra i 23 e i 1.915 kW. Contrariamente a quanto si potrebbe immaginare, tali impianti sono installati prevalentemente in zone metanizzate e solo 19 di essi hanno potenza nominale minore o uguale a 100 kW.

Tabella 1.7. Numero di impianti termici censiti nel comune di Trieste suddivisi per tipologia di alimentazione e per tipologia di generazione²⁴.

Alimentazione	Autonomo	Centralizzato	Non Noto	Totale
METANO	41.119	1.656	1.672	44.447
GASOLIO	304	139	35	478
GPL	247	6	12	265
LEGNA	239	2	2	243
POMPA DI CALORE	78	17	45	140
ALTRO	65	2	6	73
PELLET	59		14	73
N.D.	6	2	50	58
CONDIZIONATORE	40	8	5	53
NON NOTO	16	1	3	20
NAFTA	8			8
KEROSENE	6			6
TELERISCALDAMENTO		2	3	5
ARIA PROPANATA	1			1
COMBUSTIBILE SOLIDO	1			1
Totale	42.189	1.835	1.847	45.871

1.8. Veicoli circolanti nel territorio comunale

Il parco veicoli circolante nel territorio comunale è stato analizzato sulla base dei dati contenuti nella sezione open data della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, a partire dall'anno 2015, e direttamente dal sito dell'ACI per gli anni 2018 e 2019. È possibile osservare un aumento nel numero dei veicoli circolanti.

Nelle tabelle successive sono quindi riportati i dati sul parco veicoli circolante nel Comune di Trieste negli anni 2015 - 2019, (per classi, alimentazione e tipologia dei veicoli circolanti).

Tabella 1.8. Numero di veicoli circolanti nel Comune di Trieste suddivisi per tipologia (anni 2015-2019)²⁵.

Numero di veicoli circolanti per tipologia					
	2015	2016	2017	2018	2019
AUTOBUS	278	295	294	293	279
AUTOCARRI TRASPORTO MERCI	7.446	7.460	7.540	7.659	7.746
AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI	3.257	3.163	3.116	3.042	3.047
AUTOVETTURE	105.693	106.159	107.265	107.901	108.381
MOTOCARRI E QUADRICICLI TRASPORTO MERCI	498	486	451	445	433
MOTOCICLI	41.188	41.356	41.606	41.818	42.351
MOTOVEICOLI E QUADRICICLI SPECIALI / SPECIFICI	100	101	101	105	102
TRATTORI STRADALI O MOTRICI	876	851	901	936	940
TOTALE	159.336	159.871	161.274	162.199	163.279

²⁴ Fonte del dato: catasto impianti termici U.C.I.T. s.r.l.

²⁵ Fonte dei dati: Open Data Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e sito ACI. Elaborazione a cura di Area Science Park.

Tabella 1.9. Autovetture circolanti suddivise per classe EURO (anni 2015-2019)²⁶.

	2015	2016	2017	2018	2019
EURO 0	9.138	8.903	8.676	8.479	8.323
EURO 1	3.669	3.332	3.024	2.777	2.577
EURO 2	14.458	12.949	11.614	10.395	9.286
EURO 3	16.639	15.555	14.448	13.338	12.341
EURO 4	37.223	35.941	34.663	33.049	31.518
EURO 5	21.897	20.782	20.641	20.334	20.055
EURO 6	2.596	8.623	14.124	19.448	24.179
NC	4	5	6	12	34
ND	69	69	69	69	68
TOTALE	105.693	106.159	107.265	107.901	108.381

Legenda: NC= Non Contemplato; ND= Non Disponibile

Tabella 1.10. Motocicli circolanti suddivisi per classe EURO (anni 2015-2019)²⁷.

	2015	2016	2017	2018	2019
EURO 0	8.771	8.661	8.521	8.031	7.950
EURO 1	7.521	7.054	6.683	6.310	6.078
EURO 2	7.026	6.635	6.271	5.818	5.485
EURO 3	18.432	19.168	18.887	18.440	17.989
EURO 4	0	383	1.749	3.178	4.779
NC	12	18	23	20	49
ND	24	24	24	21	21
TOTALE	41.786	41.943	42.158	41.818	42.351

Legenda: NC= Non Contemplato; ND= Non Disponibile

Di seguito di riportano i dati relativi al numero di veicoli immatricolati in provincia di Trieste nell'anno 2019, suddivisi per tipologia e per alimentazione. Si ritiene che il dato possa essere statisticamente rappresentativo e scalabile alla realtà del parco circolante nel comune di Trieste.

²⁶ Fonte dei dati: Open Data Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e sito ACI. Elaborazione a cura di Area Science Park.

²⁷ Fonte dei dati: Open Data Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e sito ACI. Elaborazione a cura di Area Science Park.

Tabella 1.11. Veicoli immatricolati in provincia di Trieste al 31/12/2019 suddivisi per tipologia e alimentazione²⁸.

VEICOLI CIRCOLANTI SUDDIVISI PER TIPOLOGIA - ANNO 2019 - PROVINCIA DI TRIESTE

AUTOVETTURA PER TRASPORTO DI PERSONE	128.749
MOTOCICLO PER TRASPORTO PERSONE	49.452
AUTOCARRO PER TRASPORTO DI COSE	9.914
AUTOCARAVAN	2.719
AUTOVEIC.TRASP.PROMISCUO PERSONE/COSE	2.563
TRATTORE PER SEMIRIMORCHIO	940
AUTOVEICOLO PER TRASPORTO SPECIFICO	539
AUTOVEICOLO PER USO SPECIALE	504
TRICICLO PER TRASPORTO COSE	500
AUTOBUS PER TRASPORTO DI PERSONE	317
QUADRICICLO PER TRASP.DI COSE	166
QUADRICICLO PER TRASP. DI PERSONE	135
AUTOVEICOLO USO ESCLUSIVO DI POLIZIA	90
TRICICLO PER TRASPORTO DI PERSONE	53
MOTOVEICOLO USO ESCLUSIVO DI POLIZIA	44
N.D	35
TRAS.SPECIFICO PERSONE PART.CONDIZIONI	15
TRICICLO PER USO SPECIALE	3
TRICICLO PER TRASPORTO SPECIFICO	1
VEICOLO SPECIALE USO AUTOSCUOLA	1
Totale	196.740

VEICOLI CIRCOLANTI SUDDIVISI PER ALIMENTAZIONE - ANNO 2019 - PROVINCIA DI TRIESTE

BENZ	132.310
GASOL	53.422
MISCELA	3.648
B/OLIO	3.516
B/GPL	1.867
IBRIDO BENZINA/ELETTRICO	1.500
B/MET	179
ELETTR	105
METANO	67
N.D.	62
IBRIDO GASOLIO/ELETTRICO	48
B/ETA	6
B/WANK	6
GPL	4
Totale	196.740

Dall'osservazione incrociata delle due tabelle precedenti, riportata in Tabella 1.12, emerge che la maggior parte dei veicoli immatricolati in provincia di Trieste appartiene alla categoria delle autovetture a benzina per il trasporto di persone, seguita dalla categoria dei motocicli per trasporto persone a benzina e dalle autovetture per trasporto persone a gasolio. È interessante notare che nei veicoli ad alimentazione esclusivamente elettrica, spiccano per numero i motocicli per trasporto di persone, con 50 unità rispetto alle 39 unità rappresentate dalle vetture per trasporto di persone.

Tabella 1.12. Matrice tipologia/alimentazione dei veicoli immatricolati in provincia di Trieste al 31/12/2019²⁹.

VEICOLI CIRCOLANTI SUDDIVISI PER TIPOLOGIA E ALIMENTAZIONE - ANNO 2019 - PROVINCIA DI TRIESTE

	B/ETA	B/GPL	B/MET	B/OLIO	B/WANK	BENZ	ELETTR	GASOL	GPL	IBRIDO BENZINA/ELETTRICO	IBRIDO GASOLIO/ELETTRICO	METANO	MISCELA	N.D	Totale
AUTOVETTURA PER TRASPORTO DI PERSONE	6	1.666	148	1	6	85.452	39	39.849	4	1.485	43	20	3	27	128.749
MOTOCICLO PER TRASPORTO PERSONE			2	3.212		42.632	50			2			3.554		49.452
AUTOCARRO PER TRASPORTO DI COSE		118	28			1.807	4	7.944		12		1			9.914
AUTOCARAVAN		41				86		2.592							2.719
AUTOVEIC.TRASP.PROMISCUO PERSONE/COSE		36	1			1.900	1	624					1		2.563
TRATTORE PER SEMIRIMORCHIO								900				40			940
AUTOVEICOLO PER TRASPORTO SPECIFICO		4				22	1	501			5	6			539
AUTOVEICOLO PER USO SPECIALE		2				35		467							504
TRICICLO PER TRASPORTO COSE				299		42		83					76		500
AUTOBUS PER TRASPORTO DI PERSONE								317							317
QUADRICICLO PER TRASP.DI COSE						97		69							166
QUADRICICLO PER TRASP. DI PERSONE						124	8	2					1		135
AUTOVEICOLO USO ESCLUSIVO DI POLIZIA						30		60							90
TRICICLO PER TRASPORTO DI PERSONE				3		36	2			1			11		53
MOTOVEICOLO USO ESCLUSIVO DI POLIZIA						44									44
N.D														35	35
TRAS.SPECIFICO PERSONE PART.CONDIZIONI						3		12							15
TRICICLO PER USO SPECIALE				1				1					1		3
TRICICLO PER TRASPORTO SPECIFICO													1		1
VEICOLO SPECIALE USO AUTOSCUOLA								1							1
Totale	6	1.867	179	3.516	6	132.310	105	53.422	4	1.500	48	67	3.648	62	196.740

²⁸ Fonte dei dati: Open Data del Ministero dei Trasporti. Elaborazione a cura di Area Science Park.

²⁹ Fonte dei dati: Open Data del Ministero dei Trasporti. Elaborazione a cura di Area Science Park.

1.9. Consumi energetici della città

I consumi finali di energia nel territorio comunale possono essere documentati attraverso i dati di consumo dei diversi vettori energetici (energia elettrica, gas metano, olio combustibile, gas di petrolio liquefatto - GPL, gasolio, benzina).

1.9.1. Consumo di energia elettrica

L'energia elettrica, insieme al gas metano, è uno dei due principali vettori energetici in termini di emissioni di CO₂ nel territorio comunale. L'andamento della serie storica dei consumi evidenzia una leggera flessione nel settore residenziale ed un andamento variabile, legato ai cicli economici, nel settore del terziario. Il consumo di energia elettrica complessivo nel 2019 per le categorie residenziale e terziario è stato di 596.205 MWh, inferiore rispetto a quello dell'anno di riferimento (2001) pari a 609.054 MWh (sono compresi i consumi del settore agricolo e i consumi per trazione elettrica nel trasporto pubblico).

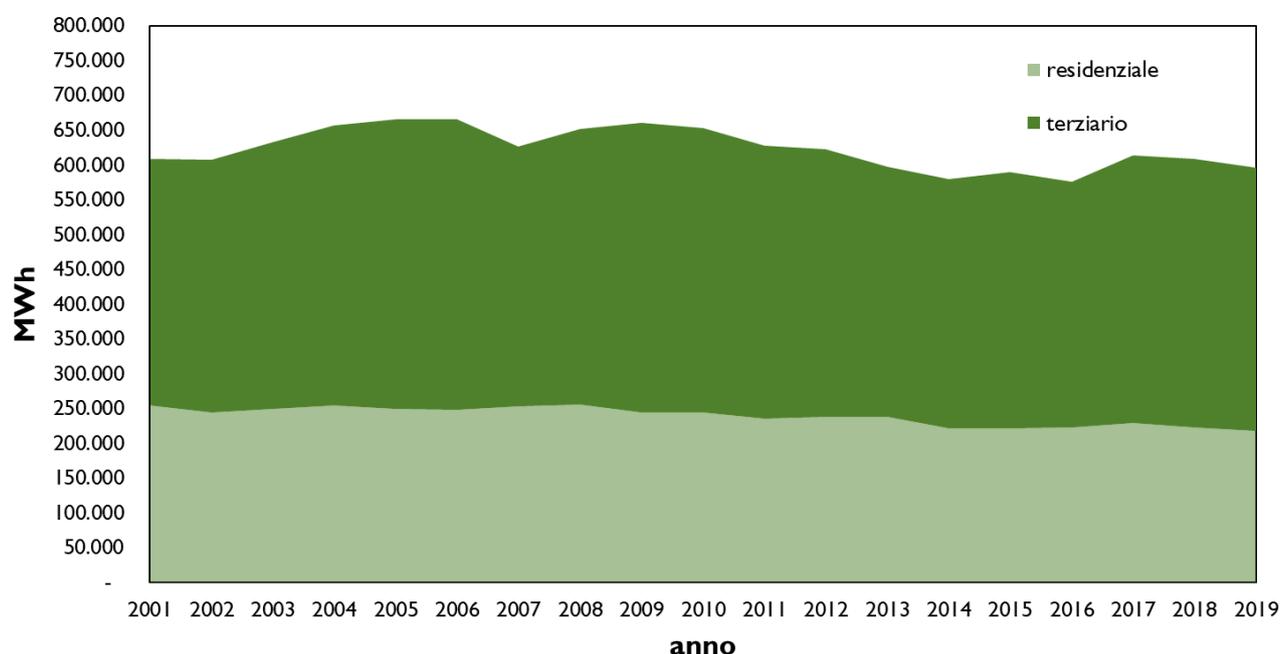


Figura 1.25. Domanda di energia elettrica nel territorio comunale, anni 2001-2019³⁰.

³⁰ Fonte dei dati: AcegasApsAmga S.p.A. - Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

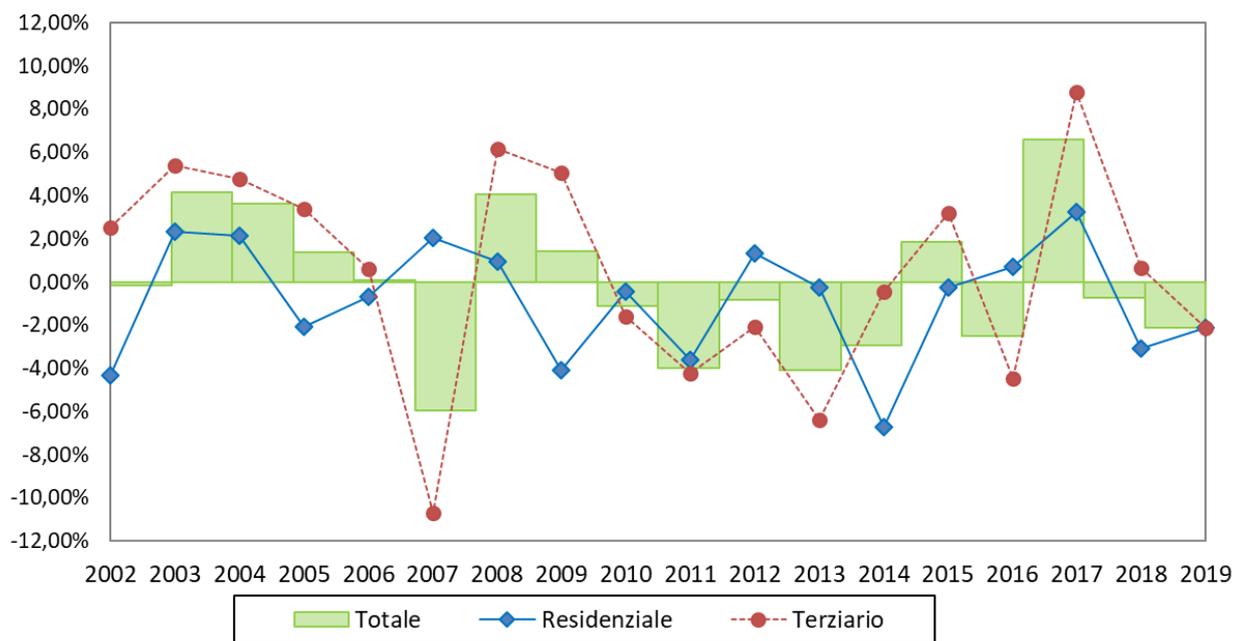


Figura 1.26. Variazione annuale dei consumi elettrici dal 2002 al 2019³¹.

³¹ Fonte dei dati: AcegasApsAmga S.p.A. - Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

1.9.2. Consumo di gas metano

Seppur di poco rispetto all'energia elettrica, il gas metano è il vettore energetico più rilevante in città in termini di emissioni di CO₂. Le variazioni del consumo di gas metano presentano fluttuazioni annuali legate alle condizioni climatiche invernali. Dopo il calo dei consumi di gas negli anni dal 2010 al 2014, si osserva un lieve aumento nel 2015 rispetto all'anno precedente, una sostanziale stabilità tra il 2015 e il 2016, un lieve aumento nel 2017, una nuova diminuzione nel 2018 per tutte le categorie di utilizzo tranne una leggera crescita per il riscaldamento centralizzato (da 51.558.261 m³ dell'anno 2017 a 52.710.067 m³ dell'anno 2018), mentre per il 2019 un calo generalizzato.

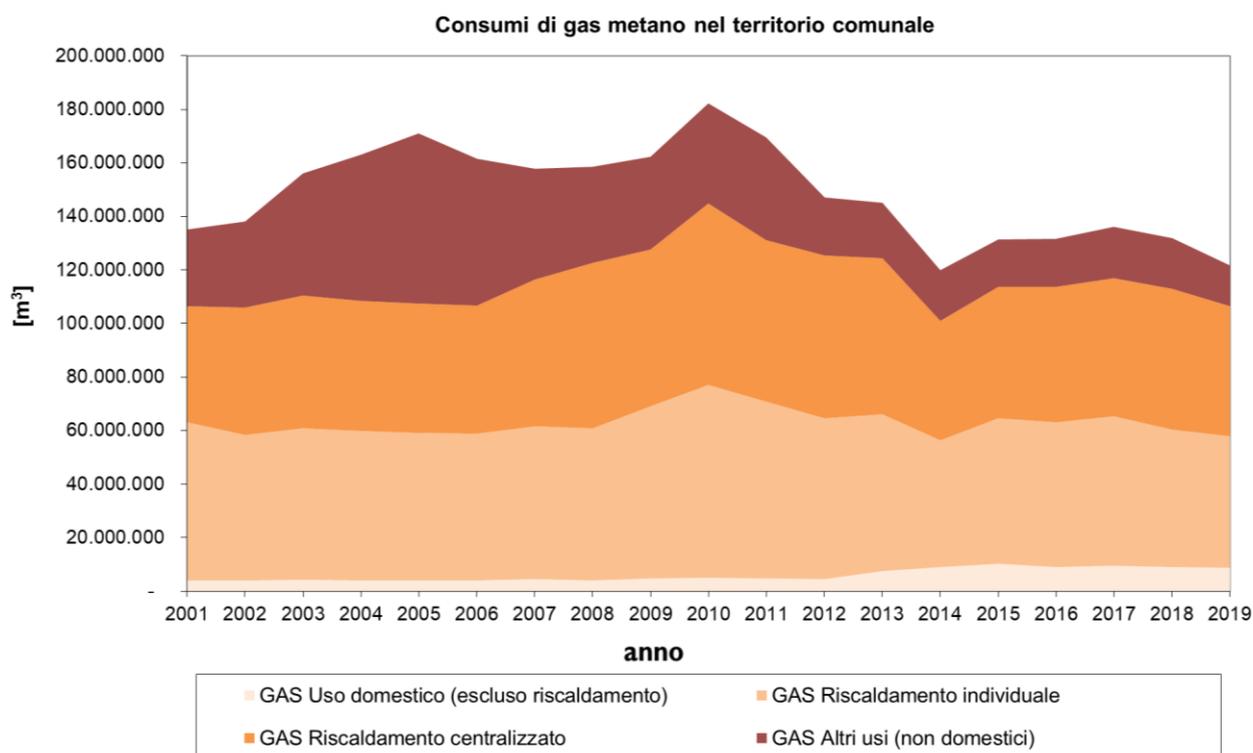


Figura 1.27. Gas Metano distribuito nel territorio comunale (anni 2001-2019)³².

³² Fonte dei dati: AcegasApsAmga S.p.A. Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

1.9.3. Consumo di prodotti petroliferi

I combustibili petroliferi considerati nell'Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (IME) sono il gasolio (per riscaldamento e per veicoli), la benzina, il GPL e l'olio combustibile. I dati sono tratti da pubblicazioni del Ministero dello Sviluppo Economico, in particolare dalle vendite provinciali di prodotti petroliferi. La Figura 1.28 riporta i dati complessivi, espressi in tep (tonnellate equivalenti di petrolio) riferiti al territorio comunale.

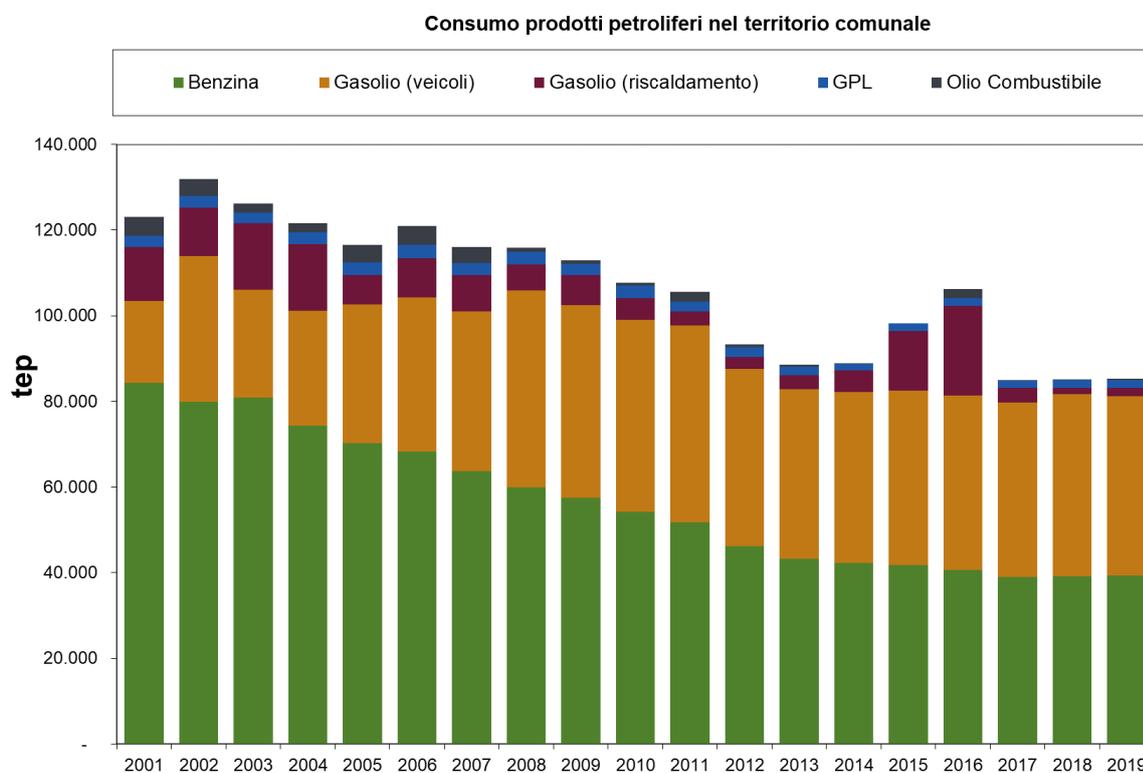


Figura 1.28. Consumo di prodotti petroliferi nel territorio comunale (anni 2001-2019)³³.

Nel periodo febbraio-maggio 2013 il Centro Regionale di Modellistica Ambientale (CRMA) di ARPA - FVG (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli-Venezia Giulia) ha condotto un'indagine finalizzata a determinare la distribuzione dei vettori energetici in Friuli Venezia Giulia e a individuare gli utilizzatori abituali di biomasse per riscaldamento domestico e per la cottura di cibi. Dall'indagine è emerso che nel territorio del Comune di Trieste siano consumati, oltre ai combustibili petroliferi, anche altri combustibili per riscaldamento, principalmente legna e pellet, per i quali non sono disponibili serie di dati statistici. L'indagine ha consentito di stimare un consumo di legna e pellet nel 2013 pari a circa 3.000 tep per l'ambito del Comune di Trieste. Date le esigue quantità, si è ritenuto di non considerare tale vettore ai fini della redazione degli inventari di base e di monitoraggio delle emissioni.

³³ Fonte dei dati: bollettini petroliferi provinciali e nazionali. Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

1.9.4. Analisi del consumo di energia primaria

Come anticipato in Figura 1.28, l'analisi complessiva del consumo di energia nel territorio comunale si può realizzare convertendo i diversi vettori disponibili in energia primaria, misurata in "tonnellate equivalenti di petrolio" (tep) secondo i fattori di conversione (Fonte dei dati: Ministero dello Sviluppo Economico, Circolare 219/F del 1992) seguenti³⁴:

- Gasolio 1 t = 1,08 tep
- Olio combustibile 1 t = 0,98 tep
- Gas di petrolio liquefatto (GPL) 1 t = 1,10 tep
- Benzina 1 t = 1,20 tep
- Gas naturale 1.000 Nm³ = 0,82 tep
- Energia elettrica in media o alta tensione 0,23 tep/MWh
- Energia elettrica in bassa tensione 0,25 tep/MWh

Il grafico seguente illustra la ripartizione del consumo energetico complessivo nel territorio comunale nel 2019 per i seguenti gruppi di vettori energetici: energia elettrica, gas metano, prodotti petroliferi (benzina, gasolio, olio combustibile, GPL).

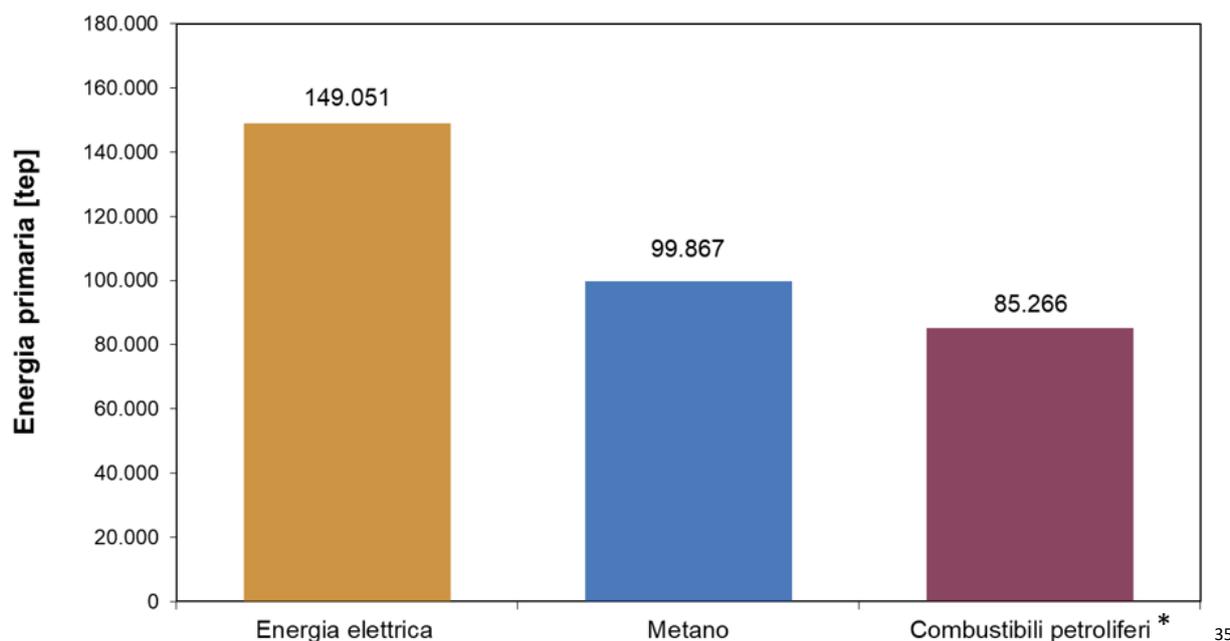


Figura 1.29. Consumi finali di energia: analisi consumi di energia primaria (tep) per vettore energetico, dati 2019³⁵.

Il fabbisogno totale di energia primaria nel 2019 è stato pari a 334.184 tep rispetto a quello del 2013 pari a 356.749 tep, mentre la ripartizione di consumi di energia primaria indica che il principale vettore energetico utilizzato nel territorio comunale è l'energia elettrica, con un aumento della differenza tra utilizzo di energia elettrica e i restanti vettori. Se confrontiamo i dati del 2019 con l'anno di riferimento si nota che il fabbisogno

³⁴ Tali coefficienti sono stati mantenuti in continuità con quanto fatto nel PAES.

³⁵ Dato dei combustibili petroliferi aggiornato a dicembre 2019. Quando verranno pubblicati sul sito del Mise i dati petroliferi definitivi relativi all'anno 2019, il valore della colonna "Combustibili petroliferi" potrebbe variare leggermente.

³⁶ Fonte dei dati: Istat, AcegasApsAmga S.p.A., Ministero dello Sviluppo Economico - Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

totale di energia primaria nel 2001 era pari a 400.988 tep, quindi c'è stata una diminuzione di 66.804 tep (-16,66%).

Al fine di stimare il più correttamente possibile il consumo di carburante dei mezzi di trasporto circolanti nel territorio del Comune di Trieste, è stato necessario eseguire un calcolo approssimato che tenesse conto dell'incidenza, sul dato di consumo reale, dell'acquisto del combustibile per autotrazione in Slovenia. Si è ritenuto opportuno seguire la tendenza nazionale, più lineare nel tempo, anziché quella dei bollettini petroliferi provinciali che sottostimano pesantemente la quantità di combustibile venduto per l'alimentazione dei veicoli privati di Trieste.

Sulla base della precedente premessa operativa, il consumo di carburante negli anni dal 2007 al 2019 è stato calcolato facendo riferimento alla tendenza di riduzione dei consumi di carburante nazionale e considerando la percentuale di popolazione residente a Trieste rispetto a quella residente nella provincia di Trieste.

1.9.5. Produzione di energia elettrica nel territorio comunale

Nel seguito si analizza l'andamento della produzione di energia elettrica di impianti presenti nel territorio comunale, ove è nota o stimata l'energia prodotta. Gli impianti considerati sono:

- Termovalorizzatore;
- Cogeneratore biogas da impianto di depurazione acque reflue;
- Turboespansore³⁷ su rete gas metano;
- Impianti fotovoltaici.

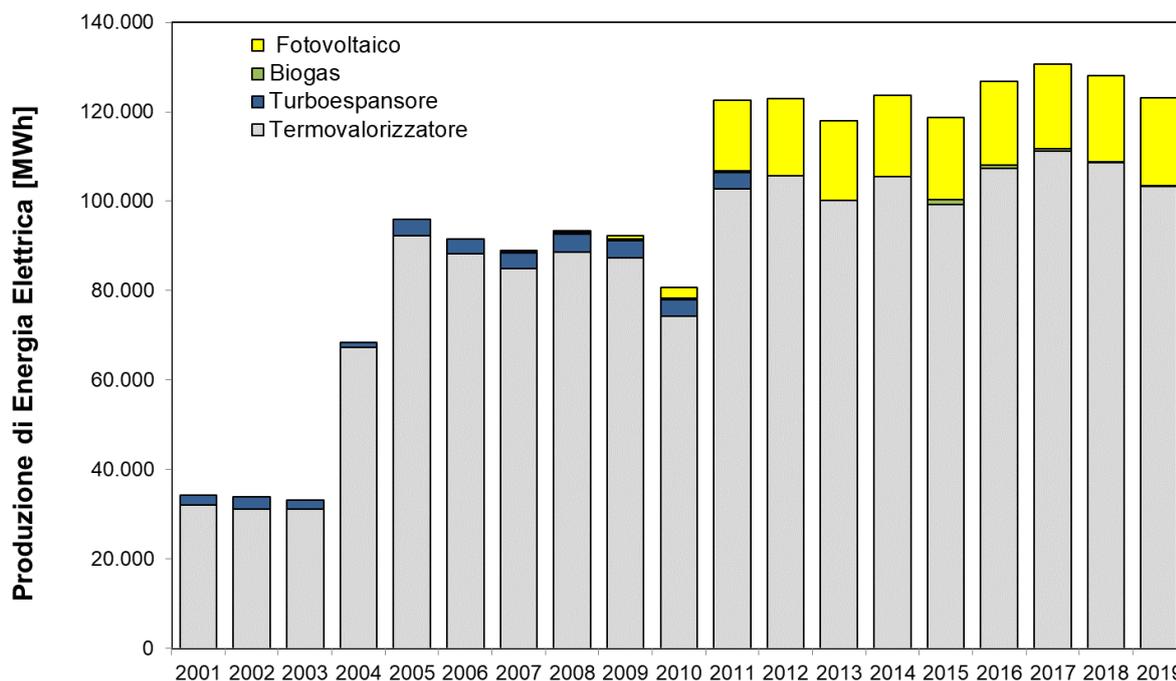


Figura 1.30. Andamento della produzione di energia elettrica nel territorio comunale suddiviso per tipologia di impianti di produzione³⁸.

³⁷ Fuori servizio a partire dall'anno 2012.

³⁸ Fonte dei dati AcegasApsAmga S.p.A e GSE.

Nel 2001, anno di riferimento, sul territorio comunale non erano presenti impianti fotovoltaici; la diffusione di tale tecnologia è iniziata nel corso del 2007 con l'introduzione degli incentivi "Conto Energia".

In base ai dati forniti dal GSE, Gestore dei Servizi Elettrici, attraverso il database open Atlasole (<http://atlasole.gse.it/atlasole/>), il database open Atlaimpianti (<https://atla.gse.it/atlaimpianti>), il dataset trasmesso al Comune di Trieste a seguito di specifica richiesta, al 31.12.2016, sul territorio del Comune di Trieste erano presenti 901 impianti fotovoltaici, per una potenza complessiva di 15.834 kW. Per gli anni 2017 e 2018, non avendo ricevuto i dati dal Gestore dei Servizi Elettrici, si è proceduto con una stima basata sull'andamento della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici, in MWh, degli ultimi 3 anni. La relativa produzione di energia elettrica complessiva stimata è pari a 19.260 MWh (19,3 GWh), che corrispondono circa al 3,2% dei consumi complessivi di energia elettrica della città di Trieste.

Ai fini della stesura del presente piano e pro futuro si è optato per reperire i dati direttamente dal sito Atlaimpianti (https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html).

In Tabella 1.13 si riporta l'andamento della potenza fotovoltaica installata e della relativa produzione stimata di energia elettrica, tenendo conto sia degli impianti che hanno usufruito dei "Conti Energia", sia di quelli aderenti al meccanismo di "Scambio Sul Posto" (SSP) che di quelli aderenti al sistema del "Ritiro Dedicato" (RID).

La produzione stimata di energia elettrica degli impianti fotovoltaici installati nel territorio comunale dall'anno 2007 all'anno 2020 (dati aggiornati a settembre 2020) è indicata in Figura 1.31 (dati del GSE 2007-2016, stimati per 2017,2018 e 2019, estratti direttamente da Atlaimpianti per il 2020), in Tabella 1.13 si riporta il dettaglio riferito agli ultimi 5 anni.

Tabella 1.13. Numero di impianti fotovoltaici installati e loro produzione (2011-2020)³⁹.

	2016 (31.12.2016)	2017 (31.12.2017)	2018 (31.12.2018)	2019 (31.12.2019)	2020 (30.09.2020)
numero di impianti presenti a Trieste	901				1.080
potenza installata complessiva [kW]	15.834	16.076	16.322	16.571	16.648
produzione energia [kWh]	18.684	18.970	19.260	19.554	19.645
produzione energia elettrica da impianti fotovoltaici [MWh]	18.684	18.970	19.260	19.554	19.645

³⁹ Fonte dei dati: GSE (Gestore dei Servizi Elettrici) Atlaimpianti - Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

Produzione energia elettrica da impianti fotovoltaici [MWh]

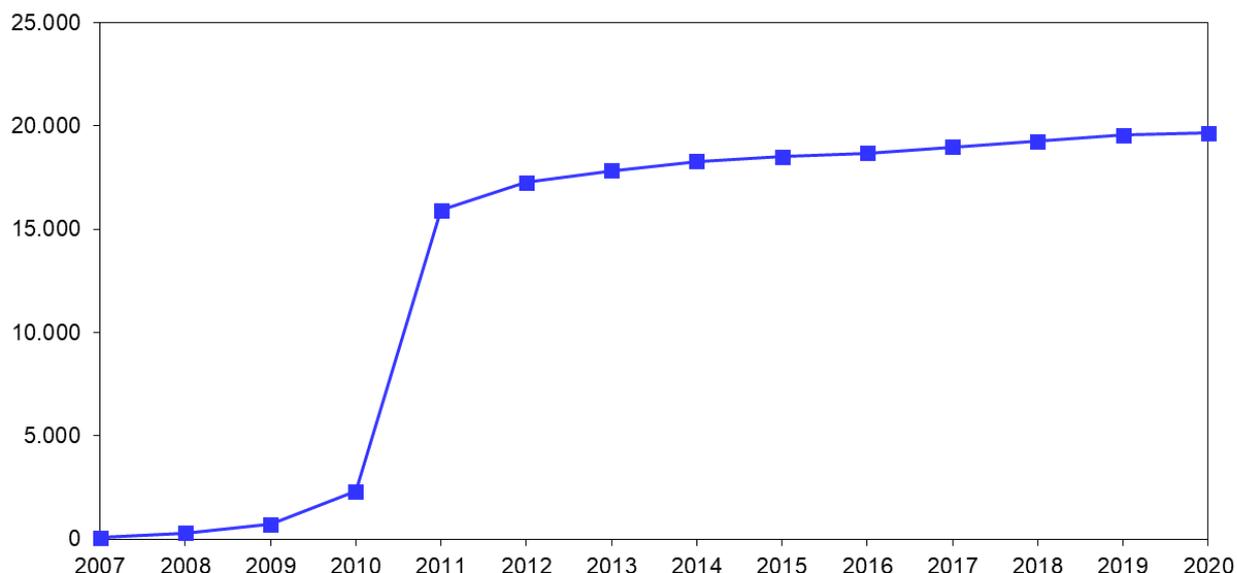


Figura 1.31. Produzione stimata di energia elettrica degli impianti fotovoltaici installati nel territorio comunale (2007-2020)⁴⁰.

Le installazioni di impianti fotovoltaici a Trieste non hanno raggiunto un livello ottimale né tantomeno la saturazione, tale situazione è dovuta ad una serie di fattori strutturali, quali:

- la presenza di numerosi vincoli paesaggistici su gran parte del territorio comunale, che ha rallentato o impedito iniziative di installazione private;
- la presenza della bora che richiede una valutazione dei carichi strutturali sulle installazioni fotovoltaiche più esposte (come, ad esempio, gli impianti a terra o su copertura piana);
- il patrimonio edilizio costituito soprattutto da condomini, per i quali l'installazione è stata rallentata da incertezze normative e dalla difficoltà di concordare con tutti i condomini sull'opportunità di investire o concedere il tetto in comodato, ai fini dell'installazione.

Tali fattori, uniti alla riduzione degli incentivi e all'ammontare della nuova potenza installata negli anni 2012 e 2013, indicano che l'espansione del fotovoltaico a Trieste rimarrà inferiore rispetto ad altre città che hanno situazioni più favorevoli dal punto di vista urbanistico e che hanno saputo sfruttare le opportunità economiche più favorevoli degli scorsi anni.

Si ritiene che le future opportunità di riduzione delle emissioni di CO₂ potranno arrivare in parte da una crescita della produzione di energia da impianti fotovoltaici, ma dovranno altresì essere ricercate soprattutto in altre forme di risparmio energetico, come ad esempio nella riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione degli edifici pubblici e privati e nella riduzione dei consumi per i trasporti, usufruendo degli strumenti di incentivazione pubblici, come ad esempio il superbonus 110, le detrazioni fiscali ed il conto termico e ricorrendo a sistemi di mobilità sostenibili.

⁴⁰ Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia basata su dati forniti dal Gestore dei Servizi Elettrici (GSE) e Atlaimpianti.

1.10. Bilancio energetico del Comune di Trieste

L'analisi della domanda energetica di edifici, impianti e veicoli di proprietà del Comune di Trieste è suddivisa per vettore energetico, considerando i settori coinvolti: energia elettrica (edifici dell'Amministrazione, illuminazione pubblica, impianti semaforici), gas metano, gasolio (per riscaldamento ed autotrazione), benzina (per autotrazione). La distribuzione della domanda di energia viene presentata nelle pagine seguenti, con riferimento alle serie storiche di dati disponibili, aggiornate all'anno 2018.

È importante segnalare l'aumento dell'attenzione alla gestione energetica del Comune che ha provveduto a una modifica della propria macrostruttura e delle funzioni dell'Ente trasferendo dall'Area Servizi Finanziari, Tributi e Partecipazioni Societarie all'Area Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati, in seguito alla riorganizzazione, denominata Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati, la gestione dei contratti di approvvigionamento di energia elettrica, gas altri usi (non domestici). La necessità organizzativa di dare adeguato ed efficace supporto gestionale, tecnico, amministrativo, giuridico, contabile e finanziario ai già menzionati contratti di gestione energetica ha determinato la scelta dell'Area Lavori Pubblici di costituire al suo interno l'Ufficio Gestione Contratti Energetici (Determinazione dirigenziale n. 70/2017 del 8.11.2017).

1.10.1. Consumi di energia elettrica

I consumi di energia elettrica del Comune di Trieste ammontano a circa 27.648 MWh (media 2015-2019, calcolato sulla base dei dati forniti dall'Ufficio Gestione Contratti Energetici del Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati). In particolare, per il 2019, sono stati utilizzati i dati inseriti nel catasto energetico. Il Comune di Trieste, infatti, a partire dal 1.9.2018, ha stipulato un accordo con l'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia (APE FVG) e si è dotata del catasto energetico, sviluppato su piattaforma informatica WebGIS che permette di gestire tutte le utenze energetiche dell'Amministrazione Comunale inserendole in un data base georeferenziato.

L'incidenza dei consumi di energia elettrica del Comune di Trieste, rispetto ai consumi totali della città (596.205 MWh) è pari al 4,6% e quindi in diminuzione rispetto al 5,2% riferito al periodo 2010-2012.

L'incidenza dei vari settori è riportata nella Tabella 1.14. Dall'analisi dati emerge la rilevanza dei consumi di energia elettrica degli impianti di illuminazione pubblica (47,5%) e dei servizi presenti nelle scuole e ricreatori (15,4%), negli edifici pubblici destinati ad uffici (10%), negli edifici culturali (8,1%), negli edifici socio sanitari (7,8%) e negli edifici/impianti sportivi (7,1%).

Tabella 1.14. Consumi di energia elettrica di edifici e impianti gestiti dal Comune di Trieste, anno 2019. Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati. Elaborazione a cura del Servizio Ambiente ed Energia.

Settore	Consumo energetico annuale kWh	Incidenza %
Illuminazione Pubblica	13.136.345	47,5%
Scuole-Ricreatori	4.253.355	15,4%
Edifici Uffici - Magazzini	2.768.680	10,0%
Edifici Culturali	2.235.692	8,1%
Edifici Socio Sanitari	2.161.108	7,8%
Edifici e Impianti Sportivi	1.972.182	7,1%
Mercati	495.735	1,8%
Semafori	204.466	0,7%
Verde Pubblico	148.103	0,5%
Altro	102.295	0,4%
Abitazioni	100.324	0,4%
Fontane	69.337	0,3%
Totale	27.647.624	

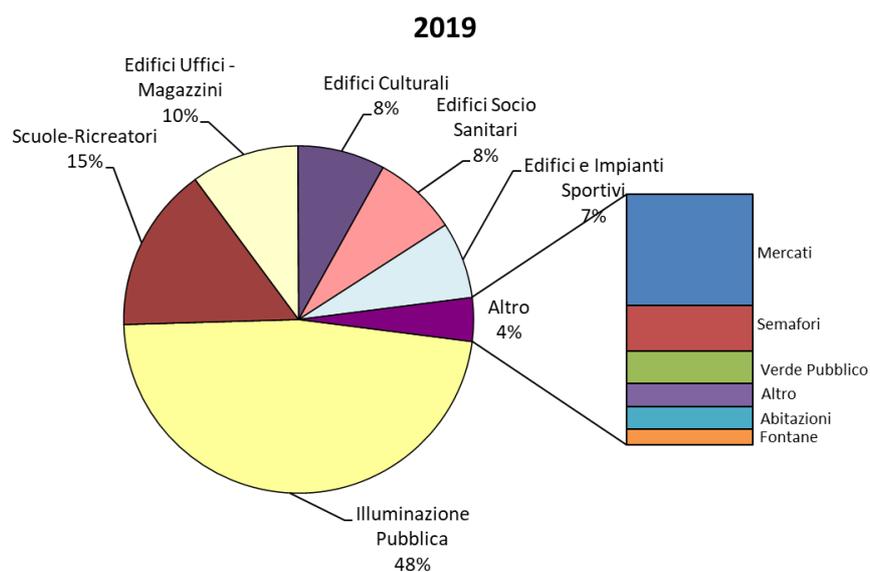


Figura 1.32. Consumi di energia elettrica di edifici e impianti gestiti dal Comune di Trieste, media quinquennio 2014-2018⁴¹.

Altresì il Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati, con determinazione dirigenziale n. 3141/2021 del 23/11/2021, ha conferito un incarico di collaborazione a tempo determinato di 12 mesi ad un tecnico Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia (Energy Manager ai sensi della legge 9 gennaio 1991 n. 10 art.19) per gestire e migliorare il consumo energetico negli immobili comunali e per consolidare le responsabilità per la gestione dell'energia.

⁴¹ Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati. Elaborazione a cura del Servizio Ambiente ed Energia.

1.10.2. Combustibili per riscaldamento

I consumi di combustibile per il riscaldamento degli edifici del Comune di Trieste nell'anno 2019 sono stati pari a 3.187.694 m³ di gas metano (3,3% del consumo nel territorio di Trieste, pari a 121.788.895 m³), 34.622 kg di gasolio, determinando il relativo consumo energetico totale annuo pari a 30.829 MWh. L'andamento dei consumi è influenzato sia dalle condizioni climatiche, rappresentate dai gradi-giorno ⁴²ed illustrate nel grafico seguente, sia dai comportamenti degli utenti, sia dai parametri di funzionamento degli impianti imposti dai sistemi di regolazione.

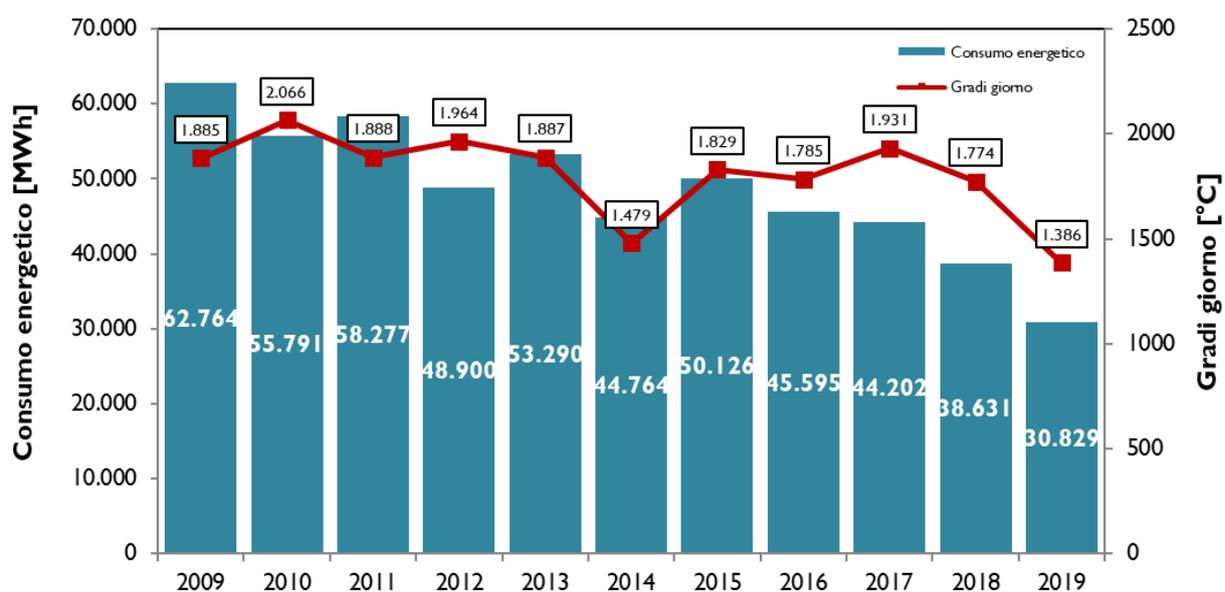


Figura 1.33. Consumi di combustibile per il riscaldamento di edifici del Comune di Trieste e gradi giorno annuali dati dalla somma dei gradi giorno dei periodi dal 1° gennaio al 15 aprile e dal 16 ottobre al 31 dicembre (2009 - 2019). Fonte dei dati di consumo di combustibile: Siram S.p.A. - Sinergie S.p.A., ENGIE S.p.A. - Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

⁴² <https://www.osmer.fvg.it/clima.php?ln=>

1.10.3. Carburanti per veicoli

I consumi di carburante per i veicoli del Comune di Trieste ammontano a 61.190 litri di benzina e 31.179 litri di gasolio (dati dicembre 2018), con l'andamento storico indicato nella Tabella 1.15 e nella Figura 1.34, e sono stati ricavati dai dati forniti dal Dipartimento Polizia Locale, Sicurezza e Protezione Civile.

L'andamento complessivo mostra un calo costante del consumo di benzina nel periodo 2001 – 2017 e un leggero aumento nel 2018, e nuovamente un calo nel 2019. La quota di consumo del gasolio è in leggero aumento nel 2019 rispetto al calo dell'ultimo triennio.

Tabella 1.15. Consumi di carburante dei veicoli del Comune di Trieste 2001 – 2019. Fonte dei dati: Comune di Trieste Dipartimento Polizia Locale, Sicurezza e Protezione Civile.

Anno	Benzina	Gasolio	GPL
2001	127.864	33.400	-
2002	133.568	35.780	-
2003	125.126	34.748	-
2004	125.423	31.112	-
2005	129.217	33.874	-
2006	119.232	28.665	-
2007	120.393	24.073	-
2008	125.333	22.844	-
2009	118.161	21.586	-
2010	109.631	31.101	-
2011	95.171	44.102	-
2012	90.021	46.528	-
2013	76.165	41.900	-
2014	68.789	44.566	78
2015	62.926	45.228	170
2016	64.308	35.453	-
2017	55.119	34.860	-
2018	61.190	31.179	-
2019	46.052	32.789	-

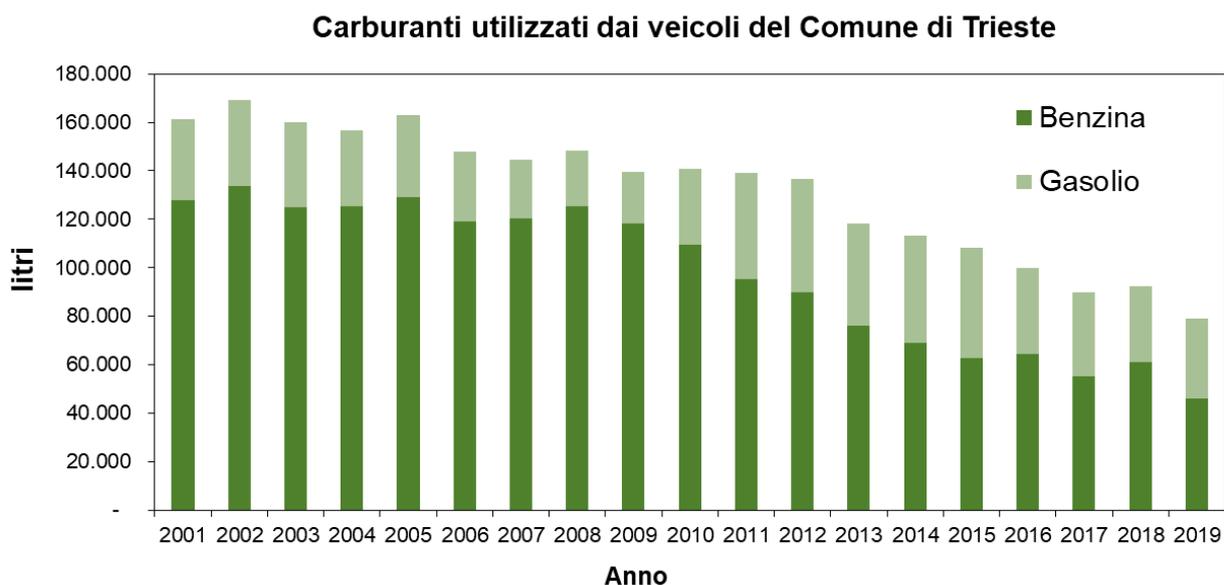


Figura 1.34. Consumi di benzina e gasolio dei veicoli del Comune di Trieste 2001-2019. Fonte dei dati: Comune di Trieste Dipartimento Polizia Locale, Sicurezza e Protezione Civile.

1.10.4. Produzione di energia da fonti rinnovabili – impianti comunali

Nel seguente paragrafo sono indicati gli impianti solari fotovoltaici e termici installati presso edifici di proprietà del Comune di Trieste, i più significativi dei quali sono installati presso scuole, uffici, alloggi sociali, impianti sportivi, case di riposo.

1.10.4.1. Impianti fotovoltaici

Il patrimonio fotovoltaico del Comune di Trieste attualmente consiste in n. 11 impianti aventi una potenza nominale installata complessiva di 182,85 kW. Tali impianti sono capaci di produrre mediamente circa 215.679 kWh all'anno che, considerando cautelativamente un valore di autoconsumo medio pari al 50% dell'energia prodotta ed un prezzo dell'energia elettrica di 0,2 euro/kWh, corrispondono ad un risparmio economico per l'Amministrazione comunale di circa 21.567,90 euro. Il costo degli impianti, stimando un prezzo medio di mercato di 2.500 euro/kW, è pari a circa 457.000,00 euro. Gli impianti fotovoltaici del Comune rappresentano l'1,12% della potenza fotovoltaica installata complessivamente nel territorio comunale pari a 16.322 kW (dati 2018 - Fonte GSE –Tabella 1.13).

Tabella 1.16. Impianti fotovoltaici installati su edifici del Comune di Trieste. Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati.

Edificio		Potenza nominale impianto kW	Produzione energia elettrica kWh/anno
1	Sc. El. Mauro - via dei Cunicoli, 10	18,00	21.240
2	Pala Chiarbola - via Visinada, 3	18,00	21.240
3	CRC - Strada di Fiume, 201	18,90	22.302
4	Asilo Nido Millebimbi - via dei Mille, 16	9,45	11.151
5	Casa di Riposo Bartoli - via de Marchesetti, 8	16,20	19.116
6	Palazzo Anagrafe - Passo Costanzi, 2	20,00	23.600
7	Alloggio sociale - via dell'Istria, 89	2,76	3.257
8	Alloggio sociale - via dei Soncini, 102	9,20	10.856
9	Sc. Mat. Nuvola Olga - via Alle Cave, 4	15,55	18.349
10	Edificio Archivio - via Revoltella, 34	45,13	53.253
11	Bocciofila – Strada di Fiume, 56/1	9,66	11.399
Totale		182,85	215.763

1.10.4.2. Impianti solari termici

Su alcuni dei propri edifici, il Comune di Trieste ha installato degli impianti solari termici, di piccole dimensioni ma comunque sufficienti a fornire a detti edifici l'80% dell'energia termica per la produzione di acqua calda per usi sanitari. Di seguito si riporta l'elenco degli impianti solari termici presenti negli edifici del Comune.

Tabella 1.17. Impianti solari termici installati su edifici del Comune di Trieste. Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati.

	Indirizzo	Descrizione	Numero pannelli	Superficie totale [m²]
1	VIA COMMERCIALE, 164	SCUOLA INFANZIA "FULVIO TOMIZZA"	4	10,00
2	VIA DEI CUNICOLI, 8	PALESTRA "VASCOTTO"	2	5,10
3	VIA LUIGI FRAUSIN, 12	ISTITUTO COMPRENSIVO "SAN GIACOMO"	2	4,00
4	VIA CARLO DE MARCHESETTI 8/1	CASA DI RIPOSO "SERENA/BARTOLI"	8	22,10
5	VIALE RAFFAELLO SANZIO, 40	CAMPO SPORTIVO "F.LLI VISINTINI"	12	27,80
6	VIA SAN MARCO,5	RICREATORIO PITTERI	1	2,00
7	VIA TIGOR, 24	ASILO NIDO "LUNALLEGRA" E "MONGOLFIERA"	3	7,11
8	VICOLO DELL'EDERA, 1	ASILO NIDO "ZUCCHERO FILATO"	5	14,00
9	VIA PENDICE SCOGLIETTO, 20	SCUOLA MATERNA COMUNALE "FERRANTE APORTI"	3	6,00
10	VIA REVOLTELLA, 37	EX CASERMA BELENO - SEDE VIGILI URBANI	4	10,28
11	LOCALITA' SANTA CROCE, 441	SERVIZIO SICUREZZA E PROTEZIONE CIVILE	2	5,64
12	VIA DELL'ISTRIA, 89	CONDOMINIO	3	6,93
13	VIA SONCINI, 102	CONDOMINIO	10	23,10
14	VIA ALLE CAVE, 4	SCUOLA INFANZIA "NUVOLA OLGA"	5	11,85
Totale			64	155,91

Assumendo un valore di irraggiamento medio annuo pari a 1.600 kWh/m² ed un'efficienza media annua degli impianti solari pari al 30%, si stima un apporto complessivo di energia termica da fonte rinnovabile pari a circa 75.000 kWh/anno.

1.11. Inquadramento climatico

1.11.1. I cambiamenti climatici nel mondo ed in Italia

I cambiamenti climatici che si sono verificati dal 1950 sono senza precedenti negli ultimi millenni ⁴³. La temperatura globale della superficie terrestre è aumentata in media di 1 °C dall'inizio dell'era industriale (1850-1900), con un notevole picco negli ultimi tre decenni (Figura 1.35)⁴⁴. Questa anomalia sta avendo forti ripercussioni sui sistemi naturali della Terra: gli oceani si stanno riscaldando, le calotte polari stanno perdendo massa e il permafrost sta scomparendo. Il livello globale del mare è aumentato di 19 cm. L'evaporazione e le precipitazioni si sono intensificate in alcune aree, portando ad eventi estremi come inondazioni e cicloni, mentre in altre aree sono state osservate ondate di calore, siccità ed incendi. Molte specie terrestri, d'acqua dolce e marine, hanno modificato i loro areali geografici, le attività stagionali, i pattern migratori, la loro abbondanza e l'interazione con altre specie. Molte specie si sono estinte e quasi tutti gli ecosistemi mostrano un alto grado di vulnerabilità ed esposizione e sono considerati minacciati.

A partire dagli anni 80, anche in Italia si è verificato un continuo e progressivo aumento delle temperature medie nazionali (Figura 1.35). A partire dal 1981 si stima ci sia stato un incremento medio delle temperature del $+0,38 \text{ °C} \pm 0,05 \text{ °C}$ per decade. La temperatura media del trentennio 1981-2010 è stata di 14,3 °C, ovvero di 1,1 °C superiore alla media del periodo 1961-1990 (13,2°C), e questi valori hanno continuato a crescere anche dopo il 2010 (Figura 1.36)⁴⁵. A partire dal 2011 sono stati registrati otto dei dieci anni più caldi dell'intera serie storica, con anomalie comprese tra +1,26 °C e +1,71 °C rispetto al trentennio 1961-1990. Nel 2019 si sono registrate temperature medie maggiori di 1,56 °C rispetto alla media del trentennio 1961-1990, il terzo anno più caldo (dopo il 2018 e il 2015) dell'intera serie storica. Anche gli indici di caldo estremo confermano un continuo e progressivo aumento: il 2019 è infatti stato il ventitreesimo anno consecutivo con indici di caldo estremo superiori al periodo di riferimento. Queste anomalie climatiche sono state maggiormente avvertite nel contesto urbano. Un'accurata analisi delle stazioni termo-pluviometriche per capoluogo di regione ha rilevato che solamente nel periodo 2002-2016 la temperatura media nelle città italiane sia aumentata di 1,0 °C rispetto al trentennio 1971-2000, raggiungendo in certi casi valori di +1,5 °C, e viene confermato anche un notevole picco di giorni caldi e di ondate di calore. Le città, infatti, anche se molto diverse tra di loro per caratteristiche morfologiche e di tessuto urbano, hanno in comune la presenza di superfici grigie impermeabili (principalmente asfalto e cemento) che assorbono notevolmente la radiazione solare creando isole di calore. Inoltre, le città con alte densità di edifici e strade, creano un effetto canyon e ostruiscono il vento e l'evaporazione alimentando ulteriormente l'effetto delle isole di calore. Da non dimenticare, infine, il calore prodotto dai mezzi di trasporto, principalmente automobili e autobus. Alcune aree della città possono risultare anche di 4-5 °C più calde rispetto al territorio circostante andando ad incidere in particolare sui consumi di energia elettrica⁴⁶.

⁴³ IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁴⁴ Gli indicatori del CLIMA in Italia nel 2019, ISPRA, 2020.

⁴⁵ Valori climatici normali di temperatura e precipitazione in Italia, ISPRA, 2014.

⁴⁶ Il Clima è già cambiato, Ora è il tempo di nuove politiche urbane, Rapporto 2019 dell'Osservatorio di Legambiente Città Clima.

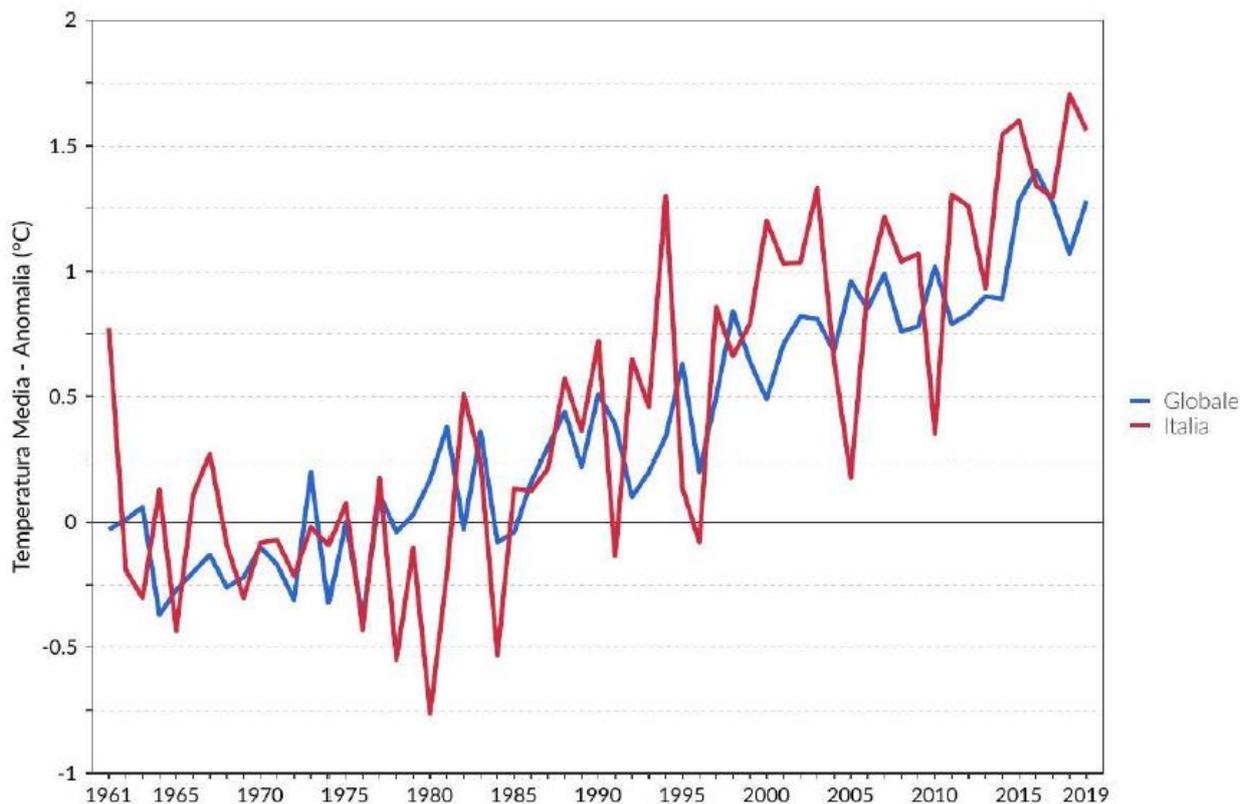


Figura 1.35. Anomalia della temperatura media in Italia e nel mondo dal 1961 al 2019.

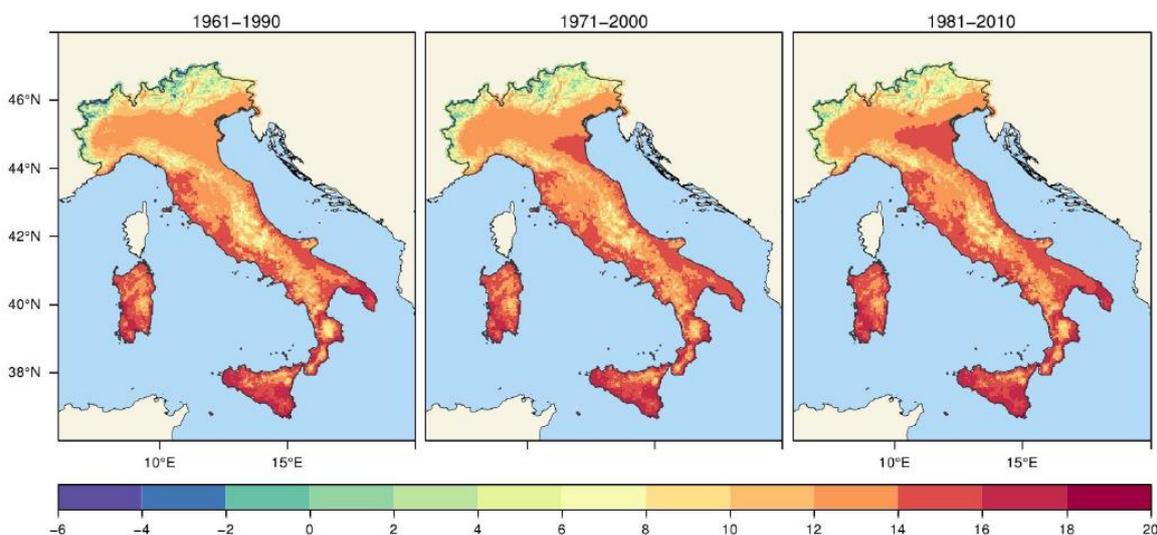


Figura 1.36. Temperature medie annuali in Italia per trentennio dal 1961 al 2010.

Per quanto riguarda le precipitazioni, nel periodo 1961-2019 non si sono riscontrate tendenze statisticamente significative. Bisogna considerare, però, che le precipitazioni sono generalmente molto variabili di anno in anno, alternando annate molto secche con annate molto umide. Per dare un'idea, il 2017 ha registrato una diminuzione (-22%) di precipitazioni cumulate, mentre il 2018 e il 2019 hanno registrato un aumento (+18% e +12%) rispetto alla media 1961-1990. In base ai dati disponibili, si è verificato un probabile aumento nelle città italiane dei nubifragi dovuti a piogge torrenziali intense e concentrate in poche ore. La tendenza in aumento delle cosiddette "bombe d'acqua" molto probabilmente è causata da periodi di caldo

torrido che portano a maggiori quantità d'acqua immagazzinata in atmosfera seguite da un brusco rilascio durante l'evento di precipitazione estrema.

Come effetto diretto o indiretto di queste anomalie climatiche sono aumentati la frequenza e l'intensità di eventi estremi come alluvioni, inondazioni ed esondazioni, frane, e incendi boschivi che hanno causato impatti importanti sulla popolazione e le sue diverse attività, sulle infrastrutture e gli ecosistemi. Dal 2010 ad 2019, sono stati oltre 563 i fenomeni meteorologici con impatto in almeno 350 comuni diversi in Italia, causando 207 vittime, l'evacuazione di migliaia di persone e la perdita di un inestimabile patrimonio economico e culturale⁴⁷.

Le proiezioni all'anno 2100 prevedono un aumento delle temperature medie compreso tra 1,8 e 3,1 °C secondo lo scenario RCP 4.5 (+0,2 °C/decennio), e tra 3,5 e 5,4 °C, secondo lo scenario RCP 8.5 (+0,4 °C/decennio)⁴⁸. Queste variazioni di temperatura saranno probabilmente diverse da stagione a stagione. Così, d'estate potremmo assistere ad un aumento tra 4,2 e 7,0 °C secondo lo scenario RCP 8.5. Conseguentemente, anche il numero di giorni e notti di caldo estremo e delle ondate di calore tenderà ad aumentare in modo notevole, mentre il numero di giorni freddi diminuirà in modo significativo. Per quanto riguarda le precipitazioni si prevede complessivamente un leggero calo, che sarà più accentuato in estate. In contrasto, si attende invece un significativo aumento dei fenomeni di precipitazione intensa. Sempre sulla base dello scenario RCP 8.5 ci si aspetta, inoltre, un aumento significativo del livello del mare. Queste condizioni meteorologiche porteranno all'aumento di intensità e frequenza di fenomeni di natura estrema su tutto il territorio italiano.

1.11.2. I cambiamenti climatici in Friuli-Venezia Giulia

La posizione geografica e l'orografia del Friuli-Venezia Giulia determinano la meteorologia ed il clima del territorio. La regione, infatti, si trova alle medie latitudini dove sono frequenti perturbazioni atmosferiche dovute al contrasto di masse di aria polare dal nord e tropicale dal sud. La regione, inoltre, gode della presenza della catena alpina che influenza la formazione e l'evoluzione di tali perturbazioni, agendo sia sulle temperature che sulle precipitazioni. Le Alpi, infatti, impediscono il flusso di masse di aria fredda provenienti dal nord svolgendo un'azione mitigatrice sulle temperature. Allo stesso tempo, costituiscono una barriera per i flussi umidi provenienti da sud-ovest e sud-est, portando ad un aumento della frequenza e dell'intensità delle precipitazioni. Il clima viene altresì modulato dalla presenza del Mare Adriatico, che smorza gli estremi delle temperature sia d'inverno che d'estate, anche se in modo moderato a causa della ridotta profondità del bacino. Più importante invece il contributo all'incremento delle precipitazioni, attraverso il rilascio di umidità alle masse d'aria che transitano dal Mare Adriatico verso l'entroterra⁴⁹.

Le temperature medie annue nel Friuli-Venezia Giulia si aggirano intorno ai 15 °C nella fascia costiera, tra i 13 e 14 °C in pianura, mentre in zona montana sono solitamente sotto i 10 °C, anche se con un andamento molto variabile da zona a zona. I mesi più caldi sono luglio ed agosto, mentre dicembre, gennaio e febbraio rappresentano quelli più freddi. Per quanto riguarda le precipitazioni, la fascia costiera raggiunge mediamente tra 1.000 e 1.100 mm all'anno, la zona di pianure e collinare tra i 1.200 e 1.800 mm, quella prealpina 2.500 a 3.000 mm (primato europeo), mentre quella alpina 1.400 a 1.600 mm. In media, l'autunno è la stagione più piovosa, mentre febbraio è il mese più secco⁵⁰.

Le tendenze climatiche in Friuli-Venezia Giulia mostrano che a partire dagli anni 1970 è iniziato un continuo e progressivo aumento delle temperature medie, che ha subito un'accelerazione negli ultimi decenni. Il grafico riportato nella Figura 1.37⁵¹ indica l'andamento delle temperature medie regionali dal 1961 al 2016.

⁴⁷ Il Clima è già cambiato, Ora è il tempo di nuove politiche urbane, Rapporto 2019 dell'Osservatorio di Legambiente Città Clima.

⁴⁸ Il Clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali, ISPRA, 2015.

⁴⁹ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018.

⁴⁸ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018.

⁵¹ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018.

Si può notare che nel 2014 la temperatura media in Friuli-Venezia Giulia abbia raggiunto un picco di 14,6 °C rispetto ai 12,6 °C del periodo 1961-1990, un aumento di 2,0 °C, ben superiore alla media globale.

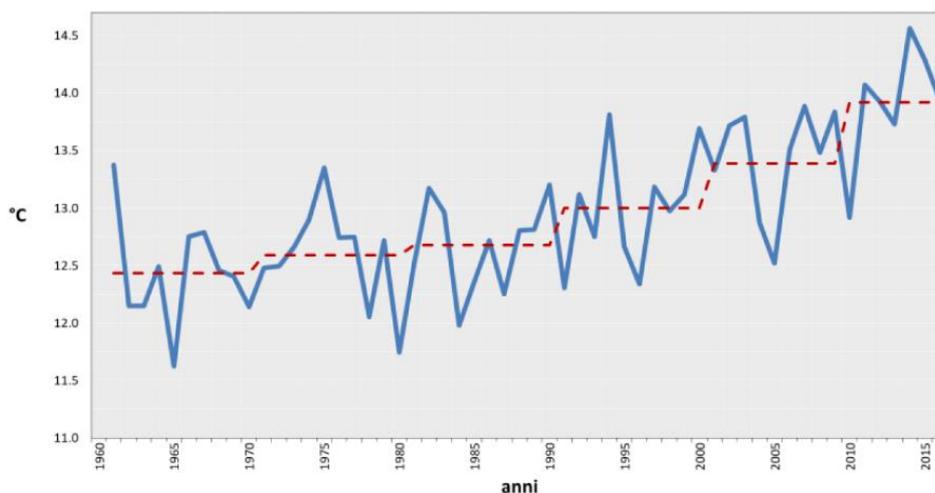


Figura 1.37. Temperatura media in Friuli-Venezia Giulia dal 1960 al 2016.

Di conseguenza, sono aumentati sia la frequenza che l'intensità di giorni di caldo estremo (giorni dove le massime superano i 30 °C), passando da una media annuale di 30 degli anni '90, a quasi 50 nel periodo più recente. Allo stesso modo anche il numero di notti calde (con minime sopra i 20 °C) è aumentato da una media di 5 negli anni '90, fino ad arrivare a 15 negli ultimi anni. In contrasto, diminuiscono i giorni di gelo (con minime sotto i 0 °C).

Per quanto riguarda le precipitazioni, data la grande variabilità inter-annuale di questo fenomeno meteorologico, la tendenza è meno chiara. Analizzando il periodo 1961-2016, le tendenze di precipitazione cumulata mostrano un aumento non significativo nella zona occidentale della regione, ed una diminuzione significativa nelle zone orientali, soprattutto in primavera ed estate.

Rilevante, invece, è la riduzione di criosfera che si denota in Friuli-Venezia Giulia negli ultimi 30 anni. Un indicatore molto utile per monitorare lo stato della criosfera è la linea di equilibrio dei ghiacciai (Equilibrium Line Altitude - ELA), ovvero la quota al di sopra della quale sono mantenute durante tutto l'anno le condizioni naturali per una costante presenza di ghiacciai e di masse ghiacciate permanenti. La ELA, infatti, nel Friuli-Venezia Giulia ha visto un costante e progressivo aumento dagli inizi degli anni '80, quando la quota era più o meno stabile a 2.300 m, fino ad arrivare all'altezza di 2.750 m dei giorni nostri, fenomeno che ha portato ad una importante riduzione di ghiacciai e masse ghiacciate permanenti. Alcuni studi suggeriscono una riduzione complessiva del 82% di ghiacciai permanenti e del 96% delle masse ghiacciate permanenti. Questa riduzione è correlabile con un aumento medio di 1,7 °C (dal 1851) a quota 2.200 m sulle Alpi Giulie, ad una variazione nella distribuzione delle piogge invernali, e alla differenza di durata tra le stagioni di accumulo e quelle di ablazione.

Infine, bisogna considerare l'effetto del cambiamento climatico sui mari del Friuli-Venezia Giulia. Infatti, siccome il bacino dell'area costiera è poco profondo, esso è fortemente influenzato dalle condizioni atmosferiche e dall'apporto di acque fluviali dall'entroterra. Si ritiene, pertanto, che analogamente con il riscaldamento della superficie terrestre ci sia stato un lieve aumento delle temperature e della salinità del mare. Inoltre, a causa dell'aumento di volume dovuto al riscaldamento della massa d'acqua e dello scioglimento di ghiacciai a livello globale, si è registrato un costante e progressivo aumento del livello del mare che ha raggiunto +20 cm rispetto ai valori di inizio secolo scorso. Questo aumento è di particolare rilevanza d'autunno quando sono prevalenti valori di pressione atmosferica più bassi ed è frequente la presenza di vento meridionale di Scirocco. La prevalenza di queste condizioni meteorologiche, combinate all'aumento del livello medio del mare, hanno portato all'aumentare della frequenza e dell'intensità di fenomeni di infiltrazione costiera del mare (definiti come *storm surge*) che hanno causato danni ingenti negli scorsi anni sulle coste del Friuli-Venezia Giulia.

Parlando di proiezione climatiche, grazie ai programmi EURO-CORDEX e MED-CORDEX, in Friuli-Venezia Giulia sono stati prodotti una serie di modelli climatici regionali (RCM). Questi modelli hanno permesso di creare proiezioni climatiche ad alta risoluzione che coprono il periodo storico 1970-2005 e quello considerato futuro 2006-2100⁵².

La temperatura rappresenta sicuramente il parametro climatico più importante da analizzare. Secondo le proiezioni climatiche descritte prima, in Friuli-Venezia Giulia assisteremo ad un aumento delle temperature medie, molto variabile secondo lo scenario RCP osservato. In linea di massima, rispetto alla media del periodo di riferimento 1976-2005, entro il 2100 assisteremo ad un aumento delle temperature medie che oscilla tra 1,3 °C (RCP2.6) e 6,0 °C (RCP8.5) (Figura 1.38)⁵³. È importante sottolineare che questi valori rappresentano una media dei valori ottenuto dai singoli modelli, alcuni dei quali hanno mostrato valori fino a +8,0 °C entro il 2100. Inoltre, dalla Figura 1.39⁵⁴ si può notare che, in modo particolare per lo scenario RCP8.5, l'aumento delle temperature potrebbe non essere uniforme sul territorio regionale: si nota, infatti, che la zona alpina potrebbe subire un incremento maggiore delle temperature con conseguenze anche importanti sul ciclo idrogeologico del territorio e sul turismo alpino.

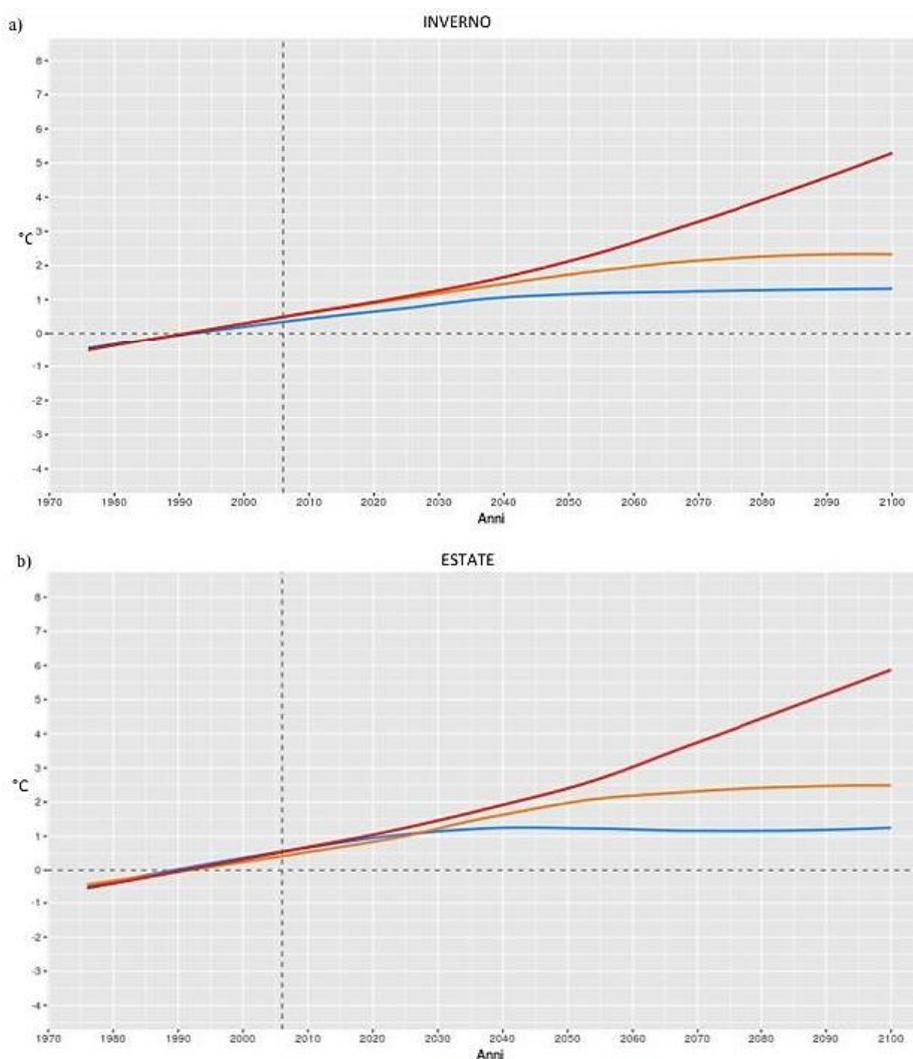


Figura 1.38. Proiezioni di aumento delle temperature medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 (linea blu), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa) entro il 2100.

⁵² Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018.

⁵³ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

⁵⁴ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

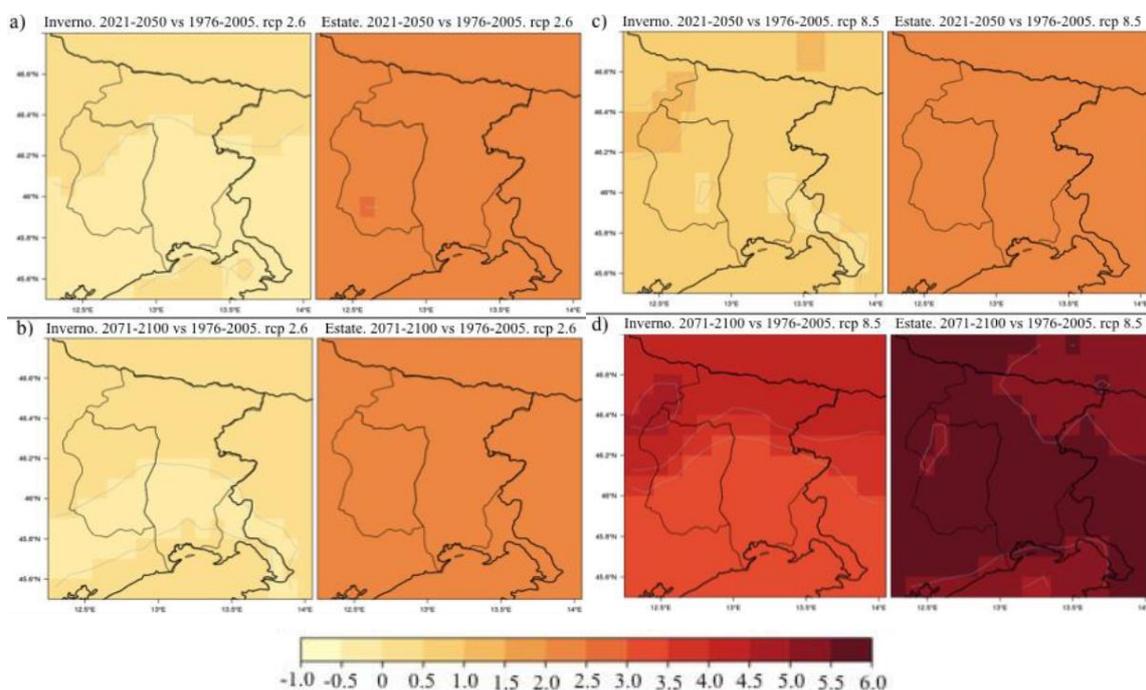


Figura 1.39. Distribuzione dell'aumento delle temperature medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 e 8.5 entro il 2100.

Seguono le precipitazioni che, come precedentemente accennato, rappresentano un fenomeno molto variabile e difficile da prevedere. La Figura 1.40⁵⁵ mostra la variazione dei valori di precipitazione cumulata entro il 2100 rispetto al periodo storico di riferimento 1976-2005 secondo i tre scenari RCP. Da questi valori, si può dedurre che tutti e tre gli scenari indicano un aumento delle precipitazioni cumulate in inverno, mentre ci si aspetta una diminuzione d'estate, anche se in questo caso i modelli non sono totalmente conformi. Analizzando il grafico e prendendo a riferimento lo scenario RCP8.5 si nota come entro il 2100 ci potrebbe essere un aumento del 30% delle precipitazioni invernali, e una riduzione del 30% delle precipitazioni estive. Molto interessante anche osservare la distribuzione geografica delle piogge che è mostrata nella Figura 1.41⁵⁶ dalla quale si può osservare che, almeno per lo scenario RCP8.5, la zona alpina e costiera saranno interessate da piogge intense d'inverno, mentre la zona collinare e di pianura vedrà una notevole riduzione delle piogge d'estate. Una brevissima riflessione basata su questa distribuzione delle piogge potrebbe suggerire un aumento di alluvioni, un maggior numero di eventi franosi e di straripamenti fluviali. D'estate, invece, un aumento di incendi boschivi e una riduzione della produzione agricola collinare.

⁵⁵ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

⁵⁶ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

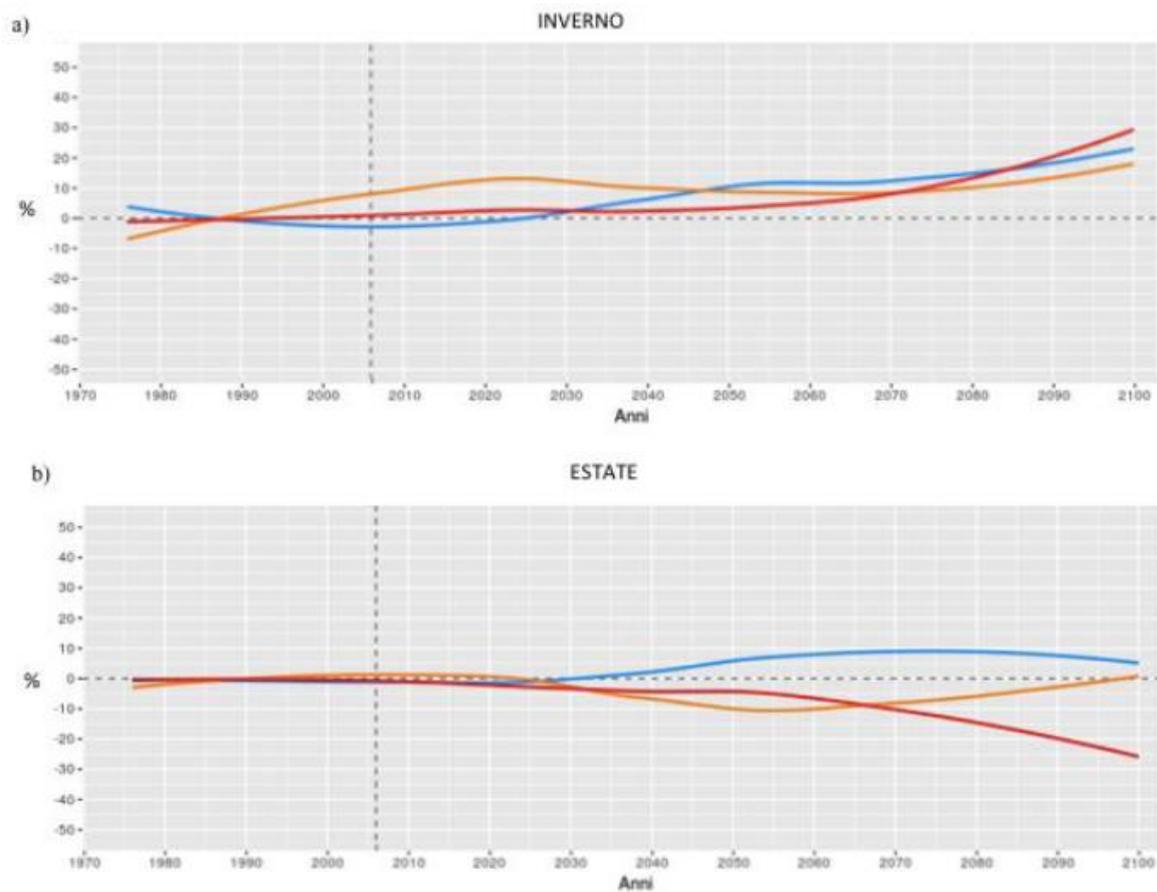


Figura 1.40. Proiezioni del % di cambiamento delle precipitazioni medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 (linea blu), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa) al 2100.

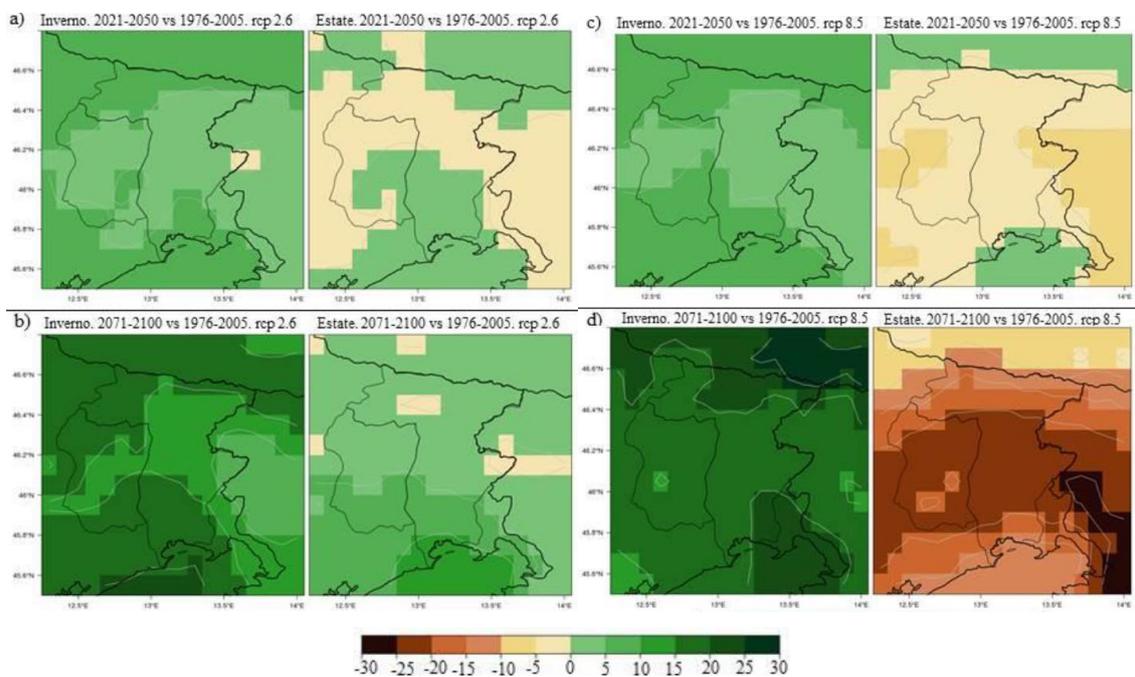


Figura 1.41. Distribuzione del % di cambiamento delle precipitazioni medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 e 8.5 al 2100.

In base alle proiezioni di temperatura e precipitazione descritte sopra, in Friuli-Venezia Giulia si prospetta un aumento di eventi climatici estremi. Sempre prendendo il periodo di riferimento 1976-2005, nella Figura 1.42⁵⁷ e nella Figura 1.43⁵⁸, sono mostrate le proiezioni entro il 2100 per ondate di calore e precipitazioni estreme su tutto il territorio regionale. Si può infatti notare come le ondate di calore, in questo caso indicate come 5 giorni consecutivi con 5°C sopra la media, secondo lo scenario più ottimistico (RCP2.6) aumenteranno del doppio, quindi da meno di 1 ondata di calore nel periodo di riferimento (meno di 5 giorni durante l'estate con temperature medie sopra i 5°C) a 1 o 2 ondate di calore (10-15 giorni durante l'estate con temperature medie sopra i 5°C). Molto più serio invece l'aumento atteso secondo lo scenario RCP8.5, che prospetta fino a 8 ondate di calore l'anno (ovvero 40 giorni con medie sopra i 5°C). Allo stesso modo si nota un aumento su tutto il territorio regionale del numero di giorni caldi (giorni con temperature massime sopra i 30°C e minime sopra i 20°C) e una diminuzione del numero di giorni freddi (giorni con temperature minime sotto i 0°C) secondo tutti e tre gli scenari RCP (Figure non mostrate)⁵⁹.

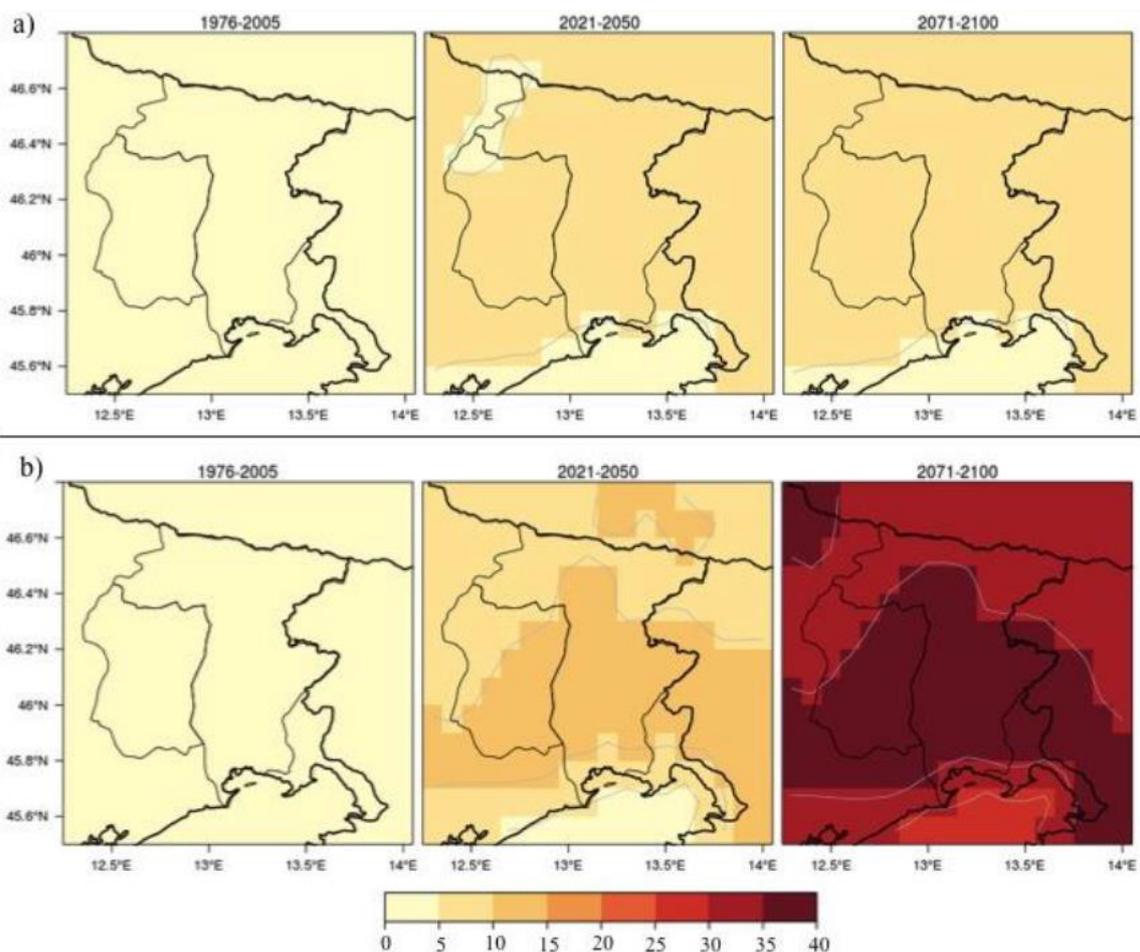


Figura 1.42. Proiezione del numero di giorni di caldo estremo in Friuli -Venezia Giulia secondo lo scenario RCP2.6 (a) e 8.5 (b) al 2100.

Per quanto riguarda le precipitazioni medie, estreme, ed i giorni di precipitazione estrema, la Figura 1.43 indica la variazione percentuale dell'indicatore di 95° percentile (ovvero la soglia del 5% degli eventi più piovosi) e del numero di giorni con precipitazione oltre il 95° percentile (ovvero giorni di precipitazione estrema). Le figure indicano una transizione da precipitazioni medie a quelle di carattere estremo, soprattutto d'inverno e per il periodo 2071-2100 per entrambi gli scenari RCP2.6 e RCP8.5, con aumenti di

⁵⁷ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

⁵⁸ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

⁵⁹ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018.

fenomeni di carattere estremo fino al 30% in alcune zone della regione. La situazione è opposta, invece, per la stagione estiva che vede una diminuzione di questi fenomeni fino al 30% in certe zone.

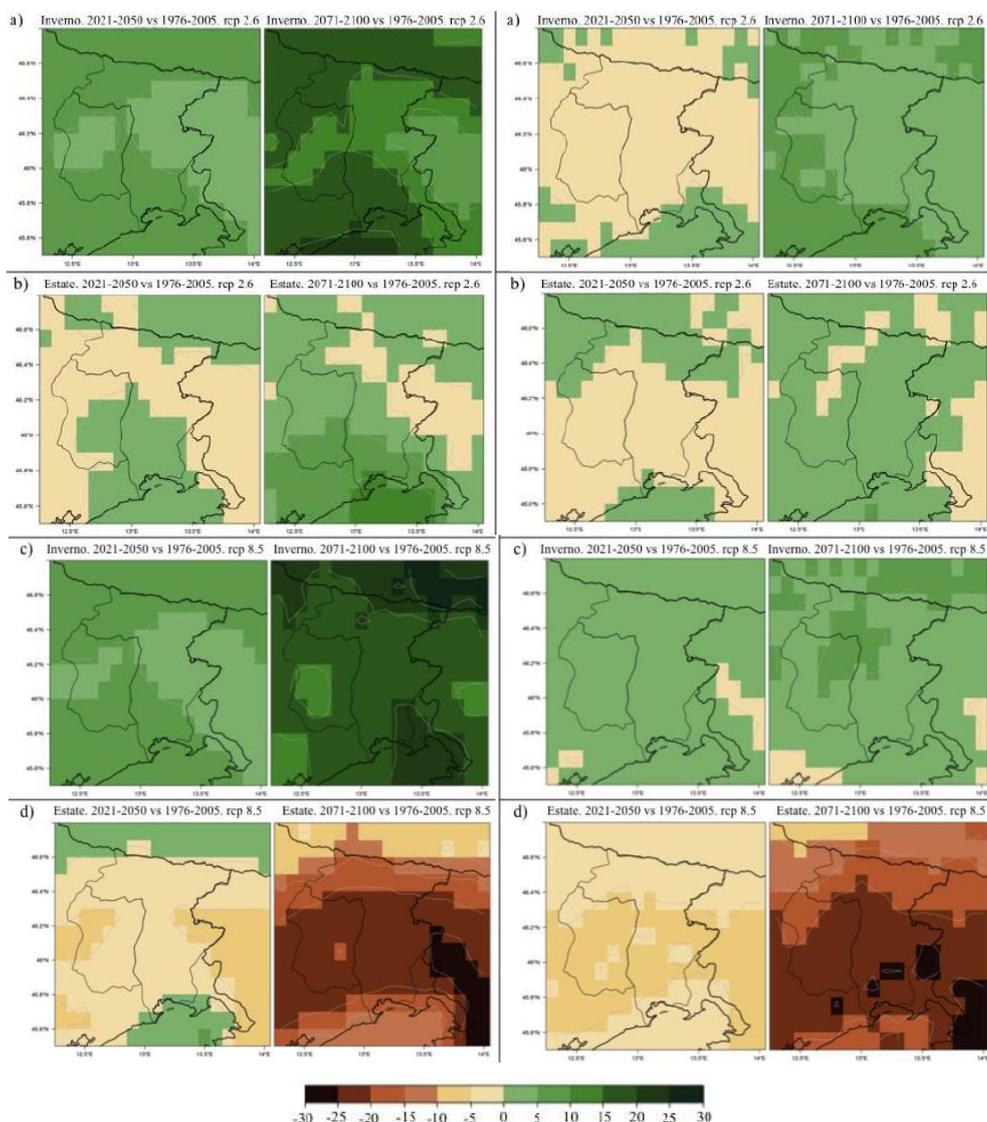


Figura 1.43. Distribuzione del % di cambiamento delle cumulate di precipitazioni di carattere estremo (sinistra) e del numero di giorni con precipitazioni di carattere estremo (destra) in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP2.6 e 8.5 al 2100.

Sebbene si tratti di mere proiezioni climatiche, che portano con se diversi livelli di incertezza e in alcuni casi non uniformità, e che dipendono da variabili difficilmente quantificabili come le previsioni di stato di avanzamento socio-economico globale e le derivanti emissioni di gas ad effetto serra nel futuro, i dati mostrati suggeriscono che nel Friuli-Venezia Giulia assisteremo, sempre più con il passare degli anni, ad inverni particolarmente miti e umidi ed estati molto calde e secche, e ad un aumento significativo di quasi tutti gli eventi di carattere estremo come ondate di calore e precipitazioni estreme, e di tutti gli eventi estremi ad essi correlati come frane, siccità, e incendi boschivi.

Infine, sempre considerando le proiezioni di temperatura e precipitazioni mostrate prima, è interessante fare un parallelo con le proiezioni per lo stato della criosfera e del mare entro il 2100. Come già accennato, come conseguenza dell'aumento di temperature, ad una variazione nella distribuzione delle piogge invernali, e alla differenza di durata tra le stagioni di accumulo e quelle di ablazione, l'ELA in Friuli-Venezia Giulia si è alzata

radicalmente nel corso degli ultimi 30 anni. Nella Figura 1.44⁶⁰, sono mostrate le proiezioni per la ELA in Friuli-Venezia Giulia entro il 2100 secondo i tre scenari RCP. Tutti e tre gli scenari sono conformi nel dire che l'ELA è destinata a salire, probabilmente a 3.000 m già nel 2030, e potrebbe arrivare a 3.800 nel 2100 (RCP8.5), il che suggerisce una totale scomparsa di ghiacciai e masse ghiacciate permanenti in Friuli-Venezia Giulia.

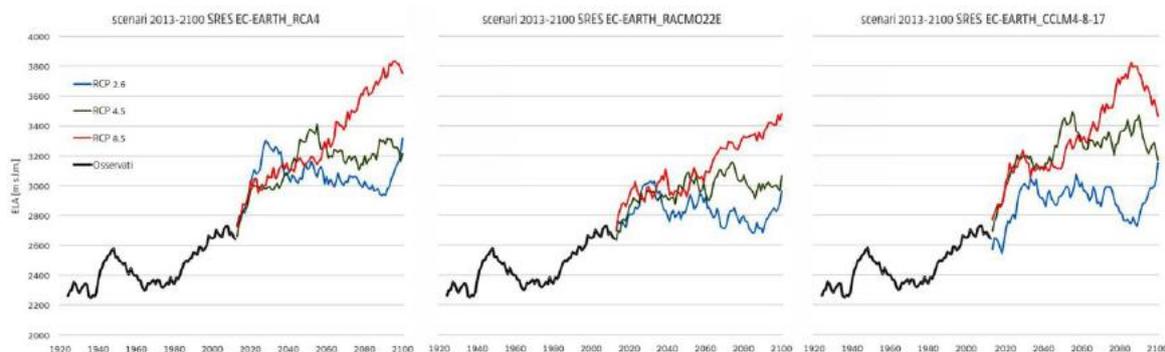


Figura 1.44. Quantificazione dell'innalzamento della ELA secondo i tre modelli indicati per gli scenari RCP2.6, 4.5 e 8.5 al 2100.

Per quanto riguarda il mare, le sue condizioni in Friuli-Venezia Giulia sono influenzate, oltre che dalle condizioni meteorologiche locali, anche dalla circolazione dell'Adriatico, del Mar Mediterraneo e dell'Oceano Atlantico. Queste condizioni sono ancora più sentite nell'Adriatico Settentrionale che a causa della poca profondità del bacino subisce maggiormente il fenomeno di riscaldamento e l'aumento della salinità. Secondo le proiezioni in Figura 1.45⁶¹, entro la fine del secolo in Friuli Venezia-Giulia possiamo aspettarci un incremento da 3,5 a 3,7 °C su tutta la colonna d'acqua e un aumento di salinità. Si prevede anche una diminuzione del pH di 0,2 o 0,3 unità. Viene misurata anche la concentrazione di macronutrienti in acqua, che è un parametro che dipende in misura dalle proiezioni climatiche, ma soprattutto dalle entità di scarichi fluviali e terricoli, ovvero dalle condizioni socioeconomiche e politiche nel futuro. In questo caso, però, non ci si aspettano grossi cambiamenti.

⁶⁰ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

⁶¹ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

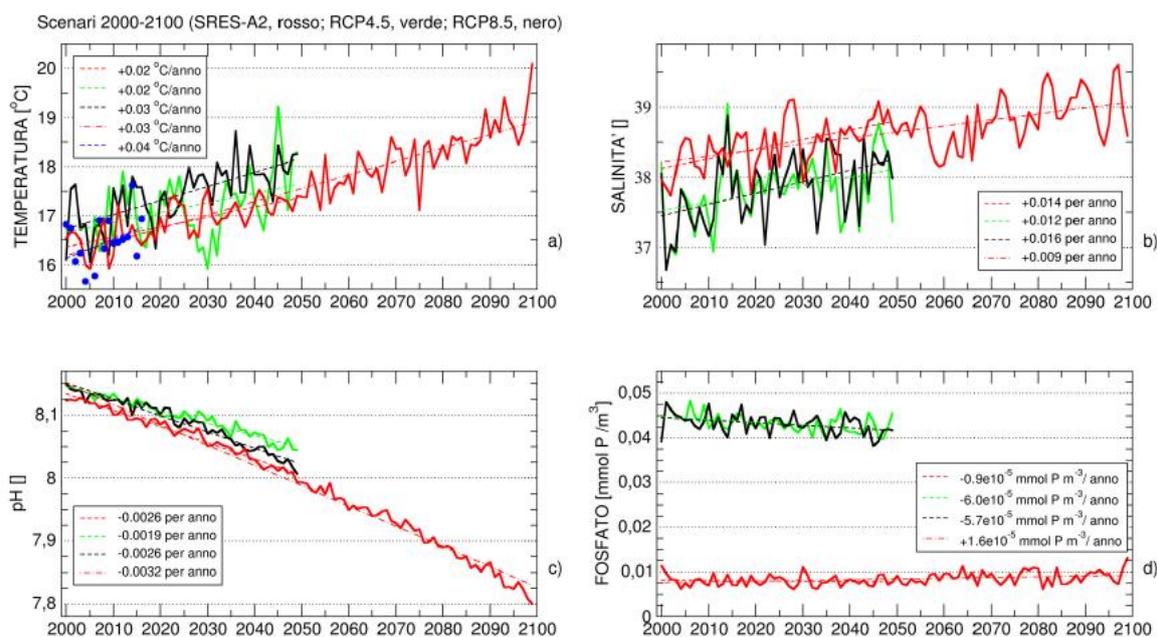


Figura 1.45. Proiezioni di cambiamento della temperatura, salinità, pH e fosfato del mare in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario SRES-A2, RCP4.5 e 8.5 al 2100.

Degno di nota è invece l'innalzamento del livello medio del mare, che in Friuli-Venezia Giulia è aumentato di 20 cm dall'inizio dello scorso secolo. Questo incremento, determinato dall'espansione della massa d'acqua dovuta al suo riscaldamento e dall'importo di masse d'acqua causato dallo scioglimento dei ghiacciai, è destinato ad aumentare anche in futuro. A seconda dello scenario, si prospetta un aumento fino a 30 cm entro il 2065 (RCP8.5) e fino a 63 cm entro il 2100 (RCP8.5), con incertezze di $\pm 7-8$ cm. A causa di questo fenomeno, gli eventi di *storm surge*⁶² potrebbero essere particolarmente rilevanti in alcune zone della regione, mentre altre zone si troverebbero permanentemente allagate.

⁶² La *storm surge* è un'onda di tempesta che si manifesta come un anomalo innalzamento delle acque marine. Le cause che portano alla formazione di questa onda di tempesta sono molteplici ma semplificando la spiegazione i fattori che maggiormente concorrono sono l'azione dei forti venti e i livelli di pressione molto bassi. Tale fenomeno, di origine tipicamente tropicale inizia a verificarsi anche sulle coste Italiane.

1.11.3. Il clima e gli eventi climatici estremi a Trieste

1.11.3.1. Temperatura e radiazione

Nel capitolo che segue sono descritte le tendenze climatiche più importanti sul territorio di Trieste. I dati riportati nei grafici che seguono derivano dalle registrazioni della stazione meteorologica di Molo Fratelli Bandiera. La stazione meteorologica è a cura di CNR/ISMAR e raccoglie dati orari e giornalieri di temperatura, precipitazione, vento, radiazione solare, umidità e pressione atmosferica, in modo continuo dal 1995.

Il primo parametro climatico che viene trattato sono le temperature. In Figura 1.46, si può notare che a Trieste si è verificato un costante crescendo delle temperature minime, medie e massime dal 1995 al 2019. In tutti e tre i casi si è verificato un aumento di circa 1 °C, ben superiore alla media globale considerando che questo aumento si è verificato soltanto negli ultimi 25 anni. Nel 2019, la media delle temperature minime è stata di 14 °C, quella delle temperature medie è stata di 16,5 °C, mentre le massime hanno registrato valori di 19 °C. Per quanto riguarda la ripartizione delle temperature per mese, sempre in Figura 1.46 vengono mostrate le medie delle temperature minime, medie e massime dal 1995 al 2019. Si può notare che in questi ultimi 25 anni, gennaio e febbraio sono stati i mesi più freddi con minime di 5 °C e massime sotto i 10 °C. Vediamo anche un parametro climatico meno diffuso, ovvero la radiazione solare. La Figura 1.47 mostra l'andamento delle medie di radiazione solare espresse in KWh/m². Possiamo notare come sussista una grande variabilità inter-annuale che rende l'interpretazione dell'andamento di questo fenomeno meno chiaro. Sempre in Figura 1.47 si vede invece la media di radiazione solare ripartita per mese. Chiaramente, i mesi più caldi riportano radiazioni più intense, quelli più freddi riportano radiazioni meno intense.

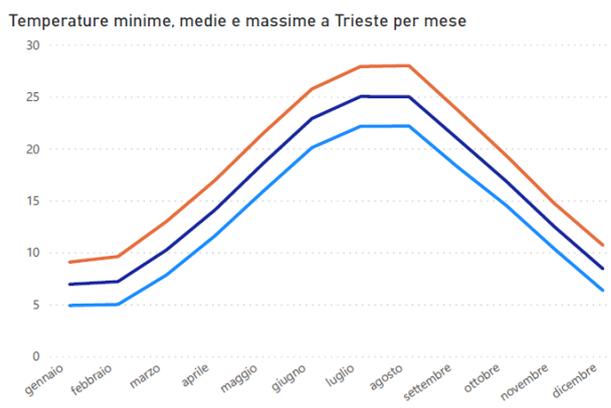
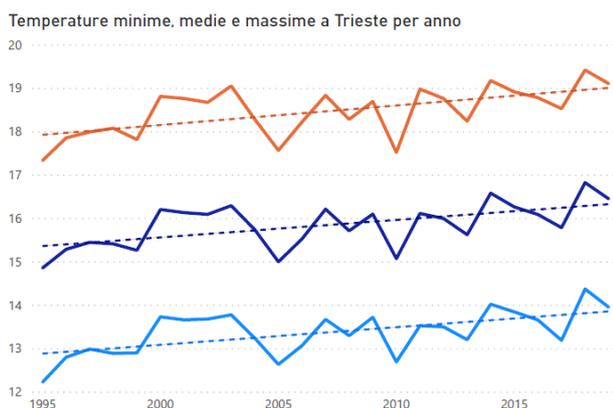


Figura 1.46. Temperature minime (linea azzurra), medie (linea blu) e massime (linea arancione) annuali (sinistra) e mensili (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

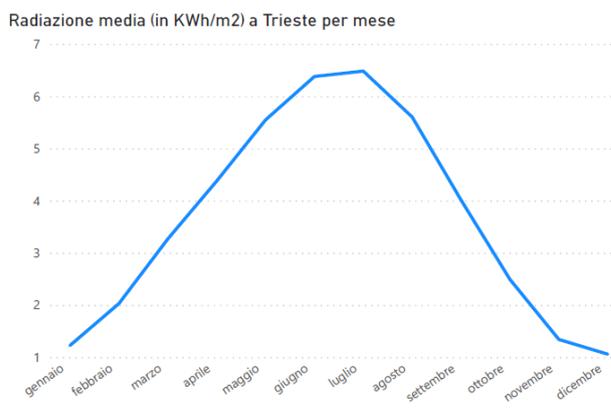
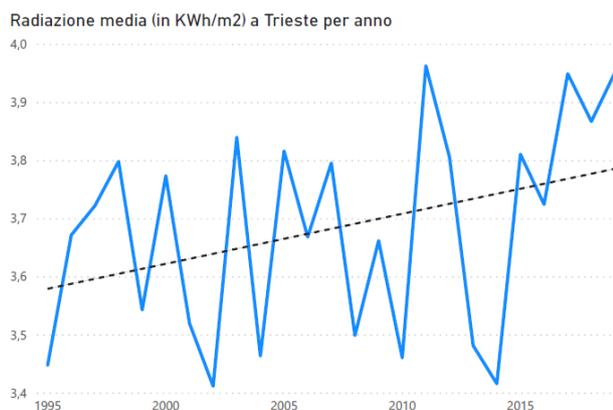


Figura 1.47. Radiazione solare annuale (sinistra) e mensile (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

Di seguito un'analisi degli eventi estremi a Trieste dal 1995 al 2019. Iniziamo con i giorni di caldo estremo, ovvero i giorni dove le minime sono superiori ai 22 °C e le massime sono superiori ai 30 °C. La Figura 1.48 mostra che, dal 1995 al 2019, si è verificato un continuo aumento delle giornate di caldo estremo, da una media di 10 fino ad arrivare ad oltre 20 eventi l'anno. Le giornate di caldo estremo sono concentrate principalmente nei mesi di giugno, luglio e agosto, con qualche eccezione nel mese di settembre. Detiene il record l'estate dell'anno 2003 quando si sono toccate 45 giornate di caldo estremo. Nell'ultimo decennio sono il 2012, 2015, 2016, 2018 e 2019 le annate che hanno registrato più di 20 eventi.

Anche la situazione che riguarda la radiazione solare estrema è degna di nota. Qui è stata presa come soglia pericolosa la radiazione solare superiore a 8,0 KWh/m². La Figura 1.49 mostra come sono più che raddoppiate le giornate che hanno superato questa soglia. Negli ultimi 5 anni in particolare è stato registrato un decisivo aumento di eventi di questo genere, mentre il 2019 detiene il record dell'intera serie storica con 24 eventi. La maggior frequenza di questi fenomeni occorre durante i mesi di maggio, giugno e luglio.

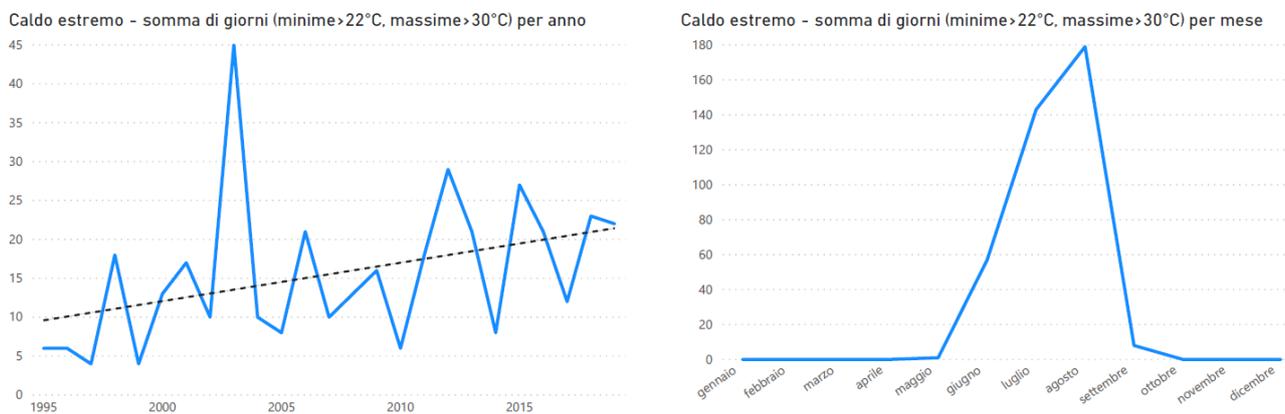


Figura 1.48. Somma di giorni di caldo estremo per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

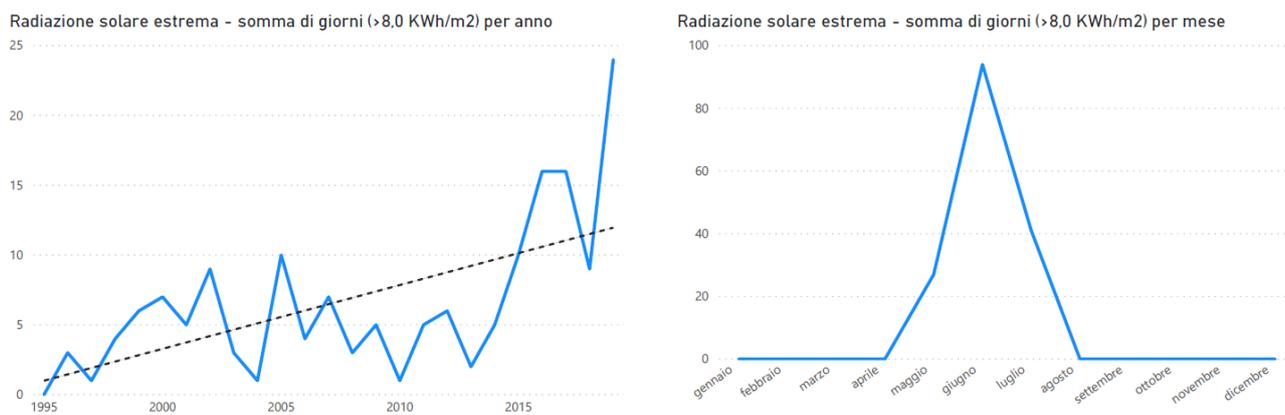


Figura 1.49. Somma di giorni con radiazione solare estrema per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

1.11.3.2. Precipitazioni e siccità

Come visto in precedenza, il fenomeno delle precipitazioni è caratterizzato da un'elevata variabilità inter-annuale. La Figura 1.50 mostra il totale di mm di precipitazioni cadute su Trieste dal 1995 al 2019. Anche in questo caso, si alternano annate molto secche con annate molto umide. Infatti, nel 2011, 2015 e 2018 ha piovuto meno (al di sotto degli 800 mm) rispetto al 2014, 2017 e 2019, annate molto più piovose (più di 1000 mm). A causa di questa inter-variabilità, sembrerebbe non ci sia stato un significativo cambiamento di

precipitazioni cumulate a Trieste negli ultimi 25 anni. Meno variabile sembra essere anche la ripartizione delle precipitazioni per mesi dell'anno. La Figura 1.50 mostra inoltre le precipitazioni cumulate per mese dal 1995 al 2019. L'autunno detiene il primato per le precipitazioni, soprattutto novembre, mese più piovoso della serie storica. Anche a settembre e ottobre piove generalmente di più rispetto agli altri mesi dell'anno. Gennaio, marzo e luglio, invece, i mesi meno piovosi.

In Figura 1.51 sono riportati i valori di umidità relativa, espressa in %, a Trieste dal 1995 al 2019. Si vede che l'umidità, simile al fenomeno delle precipitazioni, mostra molta variabilità inter-annuale. Da notare, però, come l'ultimo decennio sia caratterizzato da variabilità inferiore e generalmente da annate più umide rispetto alla serie storica, che lascia supporre una leggera tendenza in aumento. La ripartizione dell'umidità per mesi, in accordo con il fenomeno delle precipitazioni, mostra che l'autunno e l'inverno sono le stagioni più umide, l'estate quella più secca.

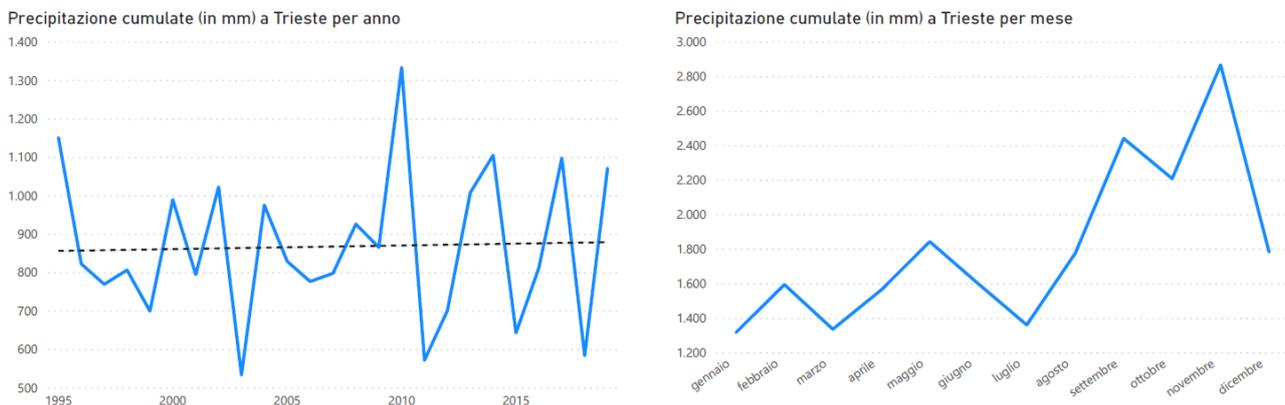


Figura 1.50. Precipitazioni cumulate annuali (sinistra) e mensili (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

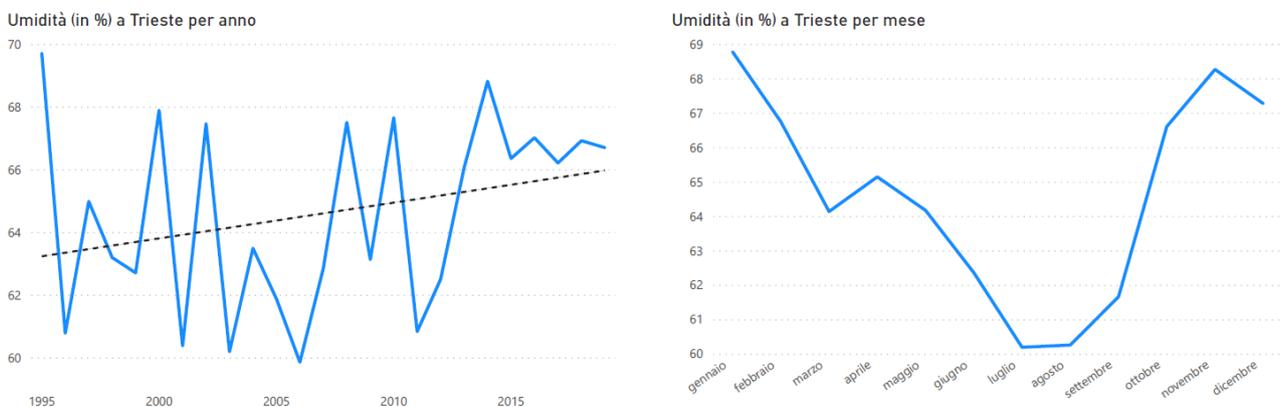


Figura 1.51. Media di umidità in % per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

Per analizzare gli eventi di precipitazione estrema si prendono a riferimento gli indici relativi alle cumulate di pioggia giornaliera superiori a 20 e 30 mm. Come si evince dalla Figura 1.52 si può dire che questi eventi hanno mantenuto un andamento piuttosto costante negli anni. Gli eventi con almeno 20 mm di pioggia erano stabili tra i 8 e 12 giorni all'anno fino al 2010. Nell'ultimo decennio si è assistito a picchi di 16, 18 e 20 eventi all'anno nel 2010, 2017 e 2019 rispettivamente. Gli anni 2016 e 2018 decisamente sotto la media invece. Dai qui si deduce una piccola tendenza in aumento, che potrebbe però essere mascherata da un aumento di variabilità di questo fenomeno negli ultimi anni. Situazione abbastanza simile anche se considerato l'indice di almeno 30 mm di pioggia giornaliera. Per quanto riguarda la ripartizione degli eventi per mesi dell'anno, è chiaro che l'autunno, in particolare il mese di novembre, hanno il primato assoluto per numero di eventi. Nelle altre stagioni, l'andamento è piuttosto costante.

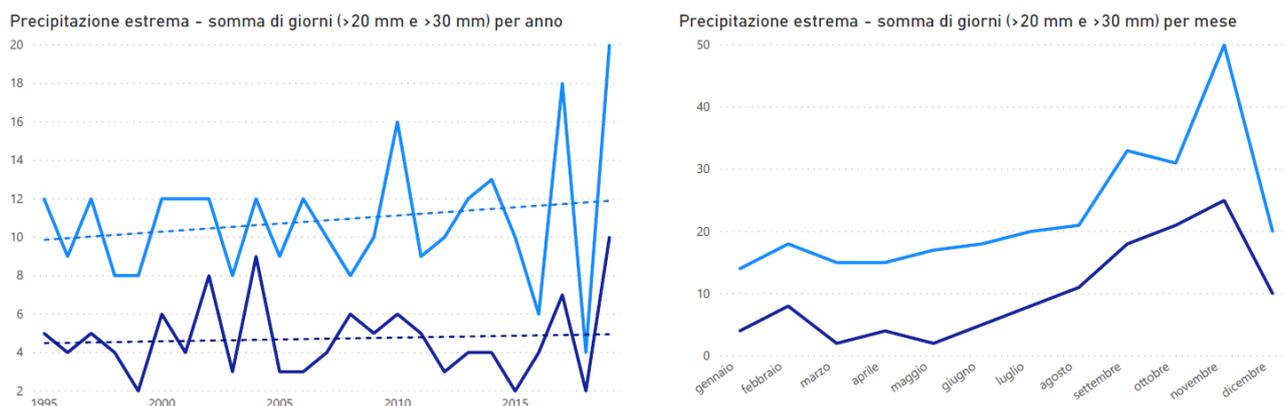


Figura 1.52. Somma di giorni con precipitazione estrema superiore a 20 mm (linea azzurra) e 30 mm (linea blu) per anno (sinistra) e per mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

Tra gli eventi estremi si devono prendere in considerazione anche i giorni secchi, ovvero le giornate con meno di 1 mm di precipitazione. La Figura 1.53 mostra che le giornate secche a Trieste sono molte nel corso dell'anno, con un valore minimo di 240, che corrisponderebbe ad almeno due giornate secche su tre. Anche qui vediamo un andamento altalenante, con annate come il 2011, 2012 e 2015 che hanno toccato o superato i 300 giorni secchi all'anno. Per quanto riguarda la distribuzione della siccità nel corso dell'anno, possiamo notare che marzo e luglio rappresentano i mesi più secchi, mentre febbraio, aprile e in particolar modo novembre, i mesi meno secchi.

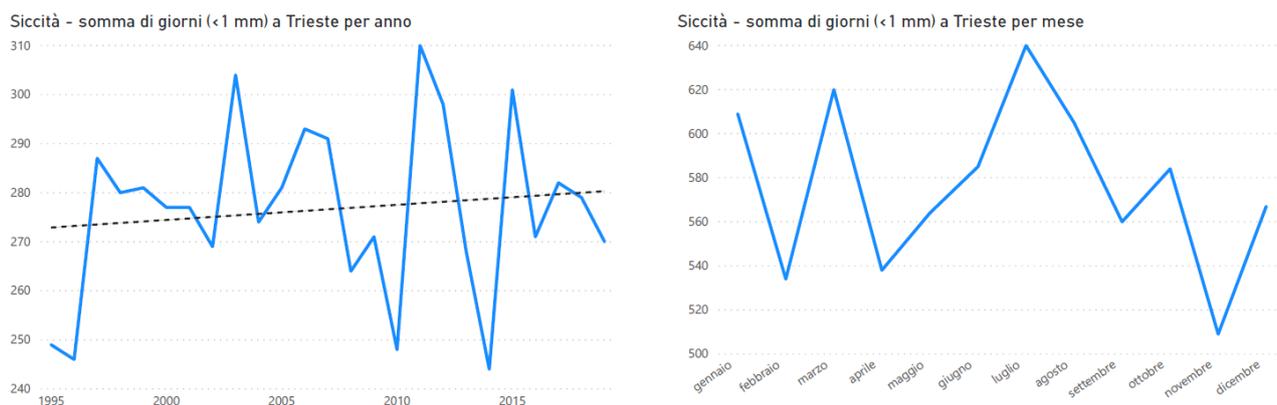


Figura 1.53. Somma di giorni con precipitazioni minori a 1 mm per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

1.11.3.3. Vento

I venti sono un fenomeno climatico di notevole rilevanza per il territorio triestino. La Figura 1.54 mostra l'andamento delle medie e delle massime di vento dal 1995 al 2019. Mentre le medie non mostrano una particolare tendenza di cambiamento e si mantengono sotto i 15 km/h, le massime mostrano una tendenza significativa in aumento di circa 10 km/h. Per quanto riguarda la distribuzione del vento, generalmente l'autunno e l'inverno sono le stagioni più areate, la primavera e l'estate quelle più ferme.

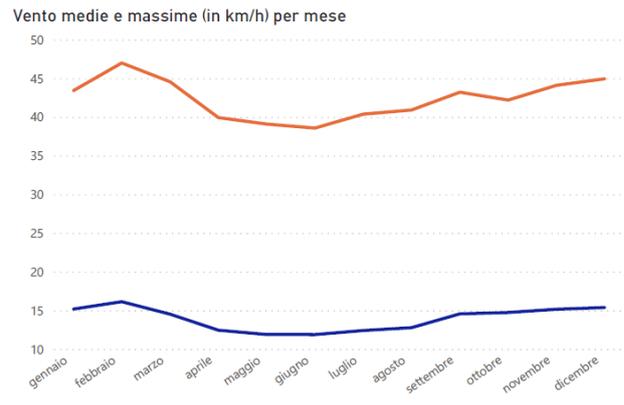
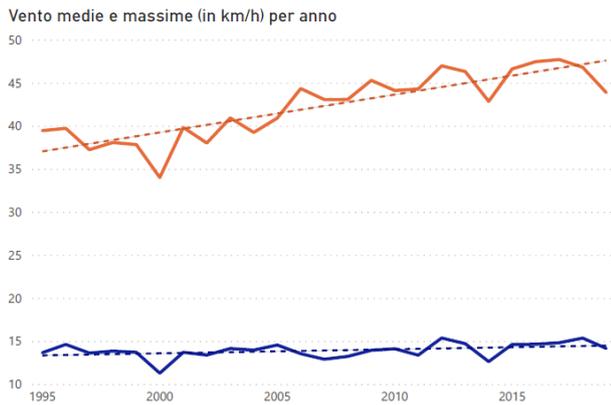


Figura 1.54. Medie (linea blu) e massime (linea arancione) di vento annuali (sinistra) e mensili (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

Un dato interessante da analizzare è il numero di giorni di vento forte, ovvero giorni con i valori di vento massimo superiore a 80 e 100 km/h. La Figura 1.55 mostra che le tendenze di entrambi i fenomeni sono in aumento. In particolar modo le giornate con venti superiori a 80 km/h sono triplicate, da una media di circa 15 eventi all'anno fino ad arrivare a quota 50. Anche le giornate con venti superiori a 100 km/h sono aumentate, da 2-3 eventi all'anno fino a 15 nei tempi più recenti. L'autunno e l'inverno le stagioni più propense a questo fenomeno, la primavera e l'estate quelle meno propense.

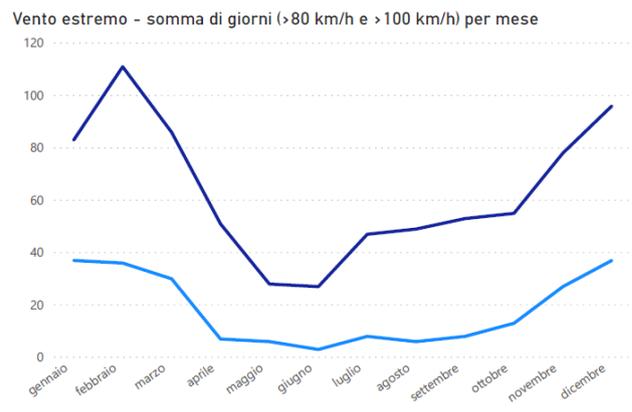
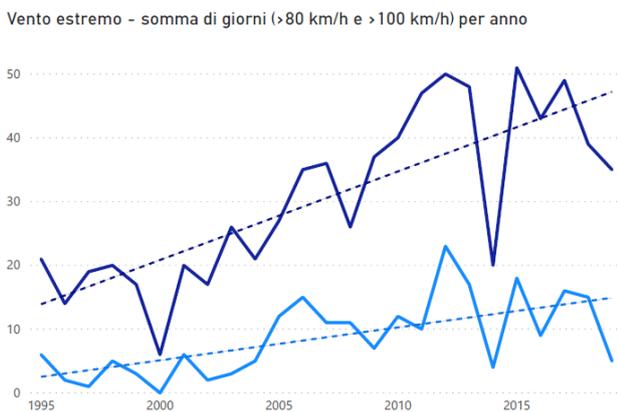


Figura 1.55. Somma di giorni con vento superiore a 80 km/h (linea azzurra) e 100 km/h (linea blu) all'anno (sinistra) e al mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.

1.11.3.4. Mare

Per analizzare l'evoluzione del livello del mare e degli eventi di acqua alta a Trieste si sono presi a riferimento i dati della stazione mareografica di Molo Sartorio gestita dalla sede di Trieste dell'Istituto di Scienze Marine del CNR e situata nella cabina sul lato nord-est del Molo. Il livello del mare misurato da questa stazione è un valore che cambia in continuazione ed è influenzato da molti fattori come la marea astronomica, la pressione e le perturbazioni atmosferiche, la direzione e l'intensità del vento, la temperatura e la salinità dell'acqua. Il livello medio viene poi riportato, come fatto in Figura 1.56, rispetto allo Zero dell'Istituto Geografico Militare (Zero IGM) – riferimento della rete altimetrica nazionale.

Si può osservare dalla Figura 1.56 come dal 1940 al 2018 il livello medio a Trieste del mare sia salito di 12 cm. Questo aumento è causato, oltre che dalla fusione dei ghiacci continentali, anche dall'aumento di temperatura del mare – ovvero dalla espansione termica del volume d'acqua. Sempre nella Figura 1.56, si può notare che, mediamente dal 1940 al 2018, i livelli del mare più alti si sono verificati a novembre, periodo caratterizzato dall'incursione di venti di scirocco, di abbondanti precipitazioni, e basse pressioni

atmosferiche, condizioni che favoriscono livelli del mare a Trieste più alti rispetto alla media annuale. Il mese con i livelli del mare più bassi invece è marzo.

Un altro elemento da considerare è infine il fenomeno dell'acqua alta a Trieste. Per fare quest'analisi si è stimata l'altezza del livello del mare necessaria all'allagamento del territorio triestino. Questa approssimazione è data dall'osservazione di eventi di acqua alta nel passato. Sono stati calcolati il numero di eventi per anno dove i valori hanno superato i 100 cm - allagamento piano Molo Sartorio, 115 cm - allagamento zona territoriale confinante al mare, e 130 cm - allagamento strade in prossimità del mare (Figura 1.57). In base a queste considerazioni, possiamo concludere che gli eventi di acqua alta di 115 e 130 cm sono sporadici, mentre si è verificato un leggero aumento, da 2 a 3 eventi all'anno, di fenomeni di acqua alta superiore a 100 cm – considerati innocui. L'occorrenza di questi eventi è per lo più limitata al periodo autunnale (in particolar modo a novembre), con qualche eccezione d'inverno. Per dare un'idea del territorio affetto da questi fenomeni, abbiamo utilizzato gli strati informativi DTM (Digital Terrain Model) di passo 1 m scaricabili dal sito della Regione FVG per fare una simulazione del territorio allagato con maree superiori a 100 cm. Con particolare riferimento al centro storico di Trieste, la Figura 1.58 mostra le zone potenzialmente allagabili da tali condizioni meteomarine.

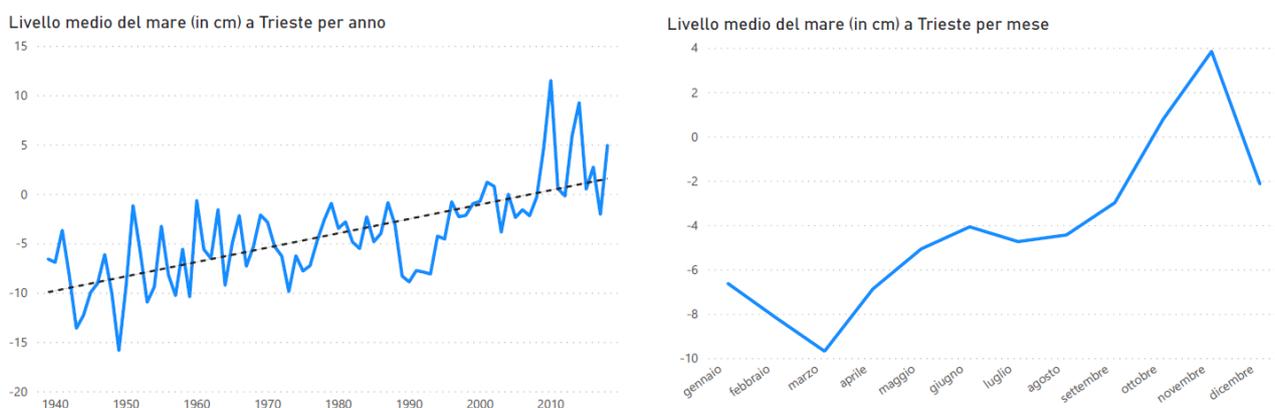


Figura 1.56. Livello medio del mare per anno (sinistra) e media mensile (destra) rispetto allo Zero IGM a Trieste dal 1940 al 2018.

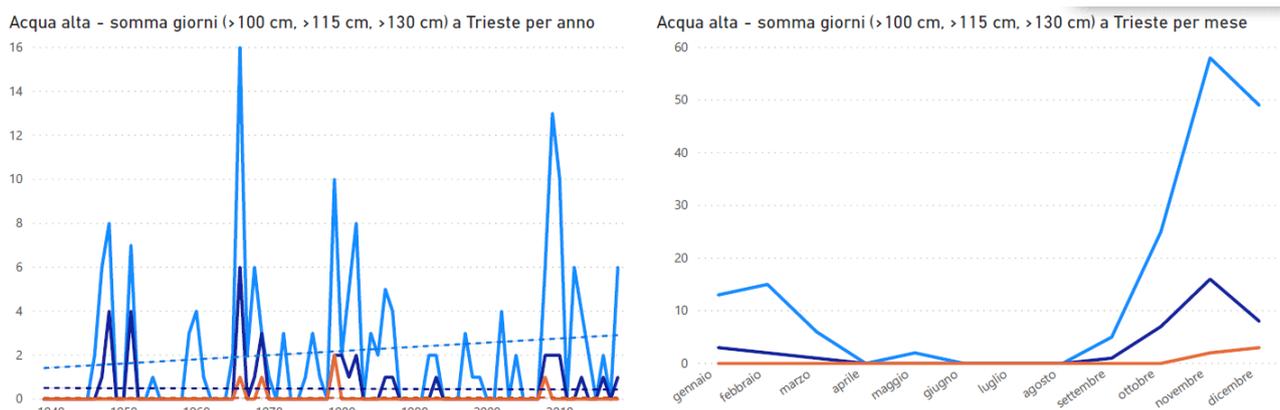


Figura 1.57. Somma di numero di eventi con maree superiori a 100 cm (linea azzurra), 115 cm (linea blu) e 130 cm (linea arancione) a Trieste per anno (sinistra) e mese (destra) dal 1940 al 2018.

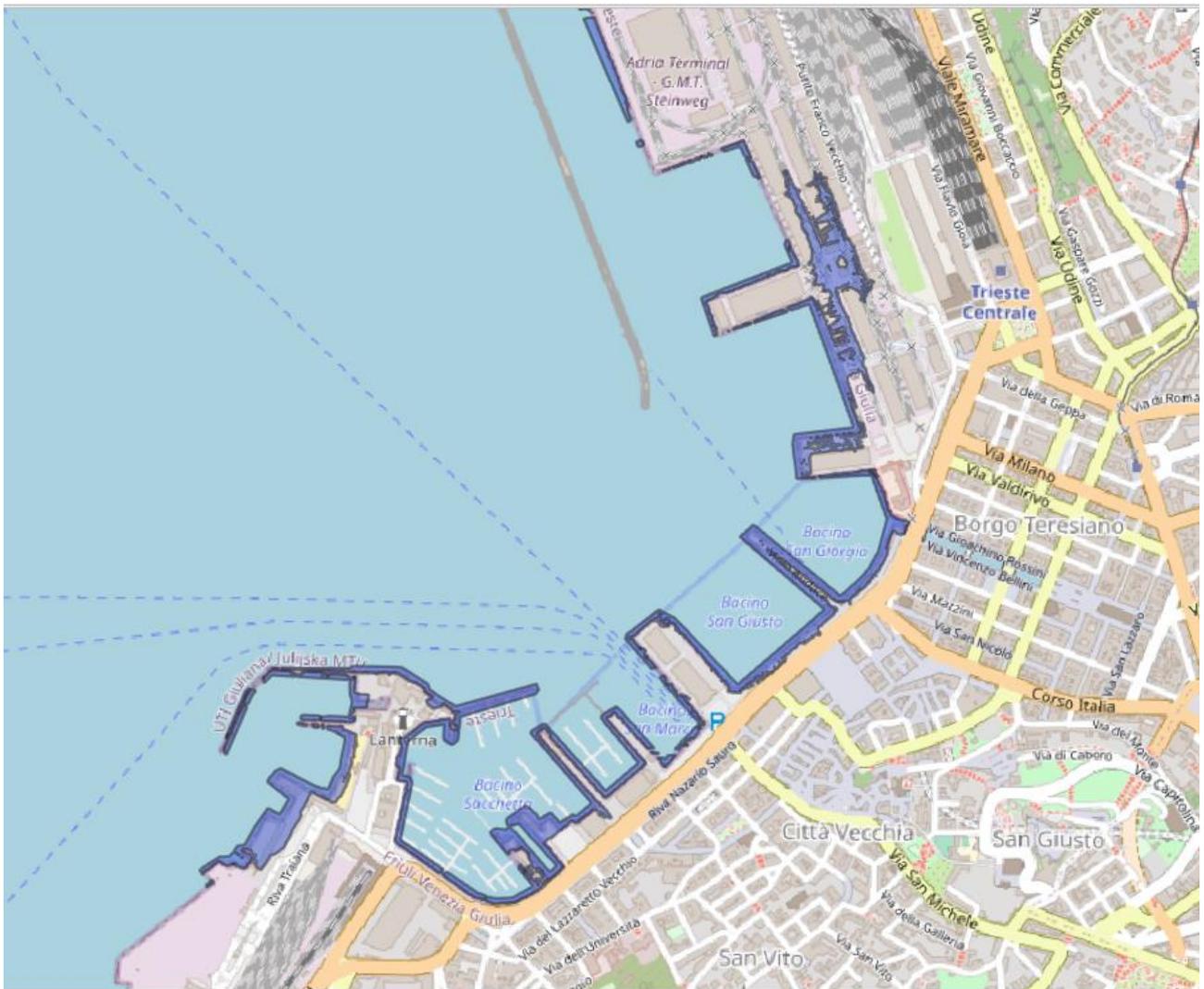


Figura 1.58. Territori del centro storico di Trieste potenzialmente allagabili con maree superiori a 100 cm a Trieste.

1.11.3.5. Incendi boschivi e frane

In questa sezione infine viene analizzata la propensione del territorio comunale di Trieste a fenomeni di incendio boschivo ed eventi franosi. Per queste analisi si è consultata la banca dati regionale elaborata tramite la piattaforma Eagle FVG che contiene numerosi strati informativi regionali, georeferenziati e scaricabili, tra i quali ci sono anche le date e i perimetri di incendio boschivo e il perimetro di eventi franosi in Friuli-Venezia Giulia dal 1990. È stata così creata una mappa che include solamente gli incendi boschivi verificatisi sul territorio comunale di Trieste (Figura 1.59). Complessivamente dal 1990 al 2020, sono stati registrati 583 incendi a Trieste. Un'analisi degli incendi divisi per anno mostra comunque che sia il numero che l'area affetta da questo fenomeno sono in netta diminuzione (Figura 1.60), tendenza difficilmente correlabile con l'aumento delle temperature e delle ondate di calore e spiegabile solo attraverso pratiche più solide di prevenzione ed intervento. Infine, utilizzando la stessa banca dati e metodologia, è stato isolato il perimetro e numero delle frane sul territorio comunale di Trieste dal 1990 al 2020. Complessivamente si contano 53 eventi franosi a Trieste, quasi del tutto localizzati in zona Aurisina, Santa Croce e Borgo San Nazario (Figura 1.61). Purtroppo, non è stato possibile fare un'analisi delle tendenze di questo fenomeno a causa della mancata presenza di date di inizio e fine degli eventi franosi all'interno delle banche dati regionali.

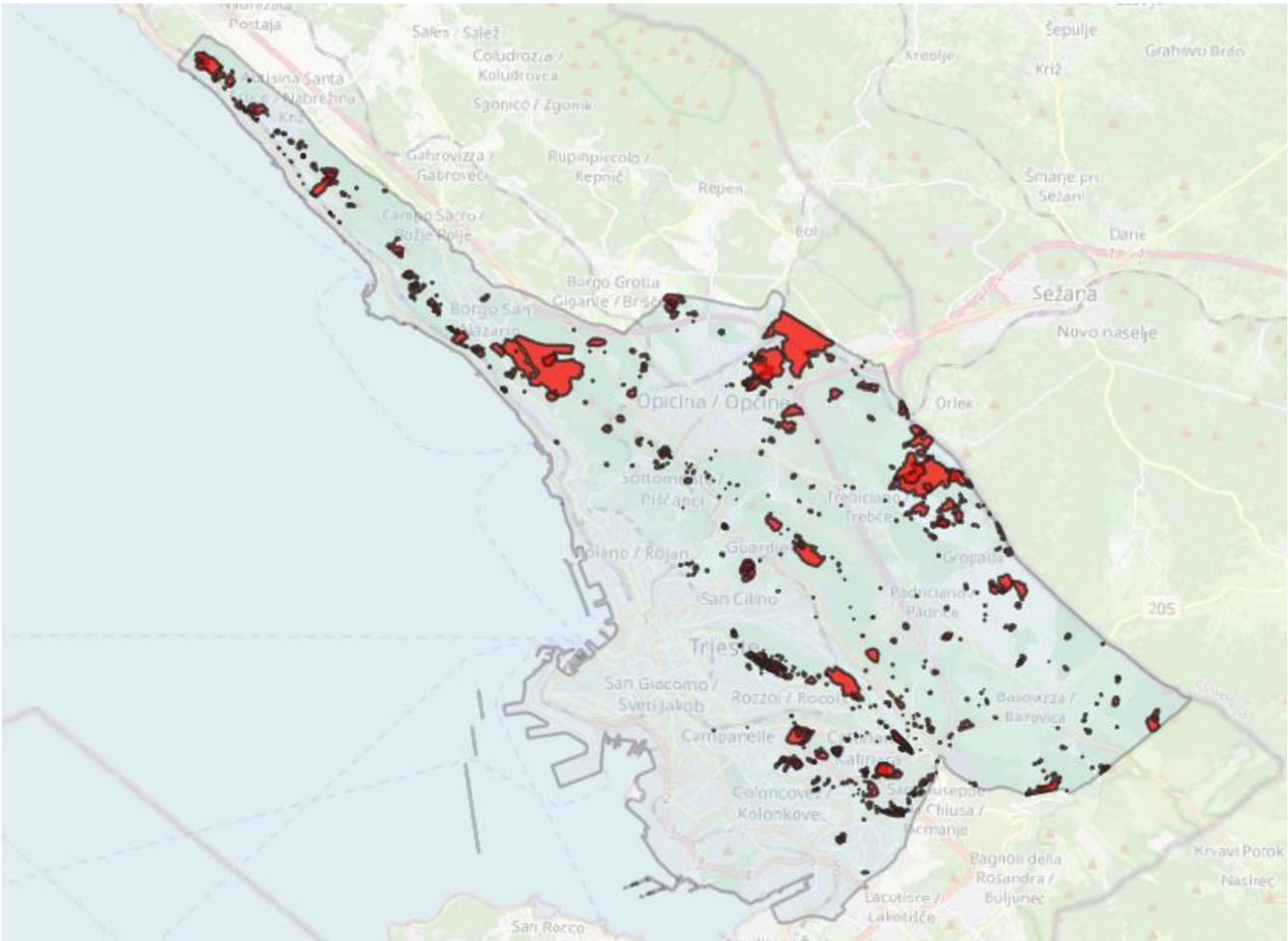


Figura 1.59. Perimetro di incendio (rosso) sul territorio comunale di Trieste (azzurro) dal 1990 al 2020.

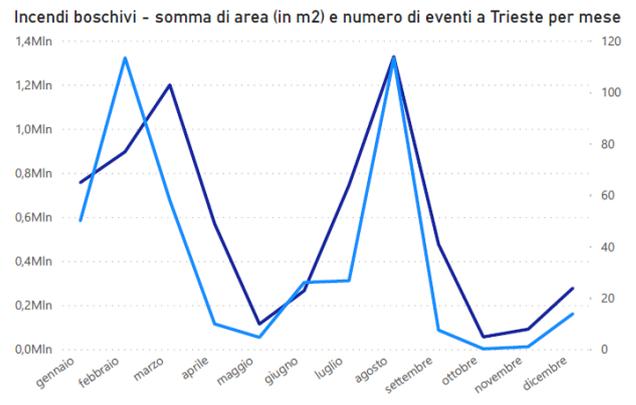
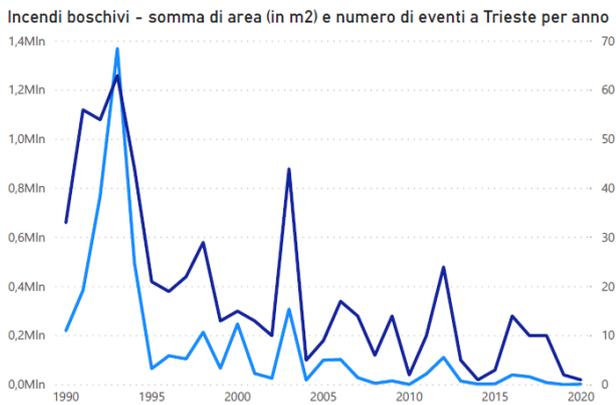


Figura 1.60. Somma dell'area (azzurro) e numero di eventi (blu) per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1990 al 2020.

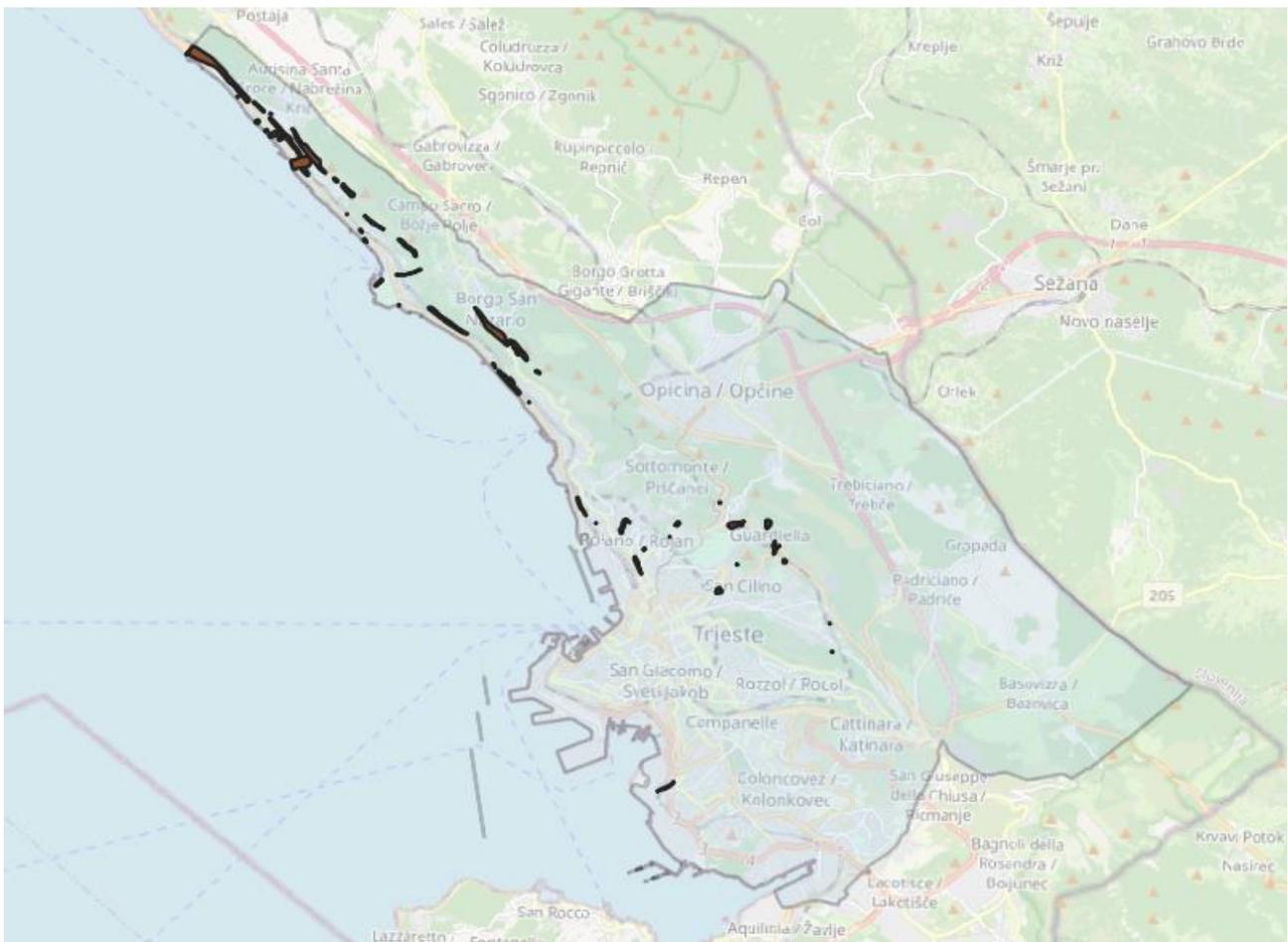


Figura 1.61. Perimetro di frane (marrone) sul territorio comunale di Trieste (azzurro) dal 1990 al 2020.

1.12. Piani di emergenza territoriali

Il piano delle emergenze per il Comune di Trieste è il Piano Comunale delle Emergenze della Protezione Civile⁶³ che definisce le attività di prevenzione e soccorso attuate dalla struttura comunale della Protezione Civile e coordinate dal Sistema Regionale Integrato della Protezione Civile. Il Sindaco provvede ad attivare sul proprio territorio la struttura comunale e ad organizzare gli interventi necessari in collaborazione con la Protezione Civile Regionale e al Prefetto che lo supporteranno nelle forme e nei modi previsti dalla legge.

Nel piano, per ogni scenario di evento⁶⁴ sono definite tre fasi operative: di “attenzione”, “preallarme” e “allarme” per le quali sono riportate le principali azioni da svolgere da parte di soggetti coinvolti nell’attuazione del piano e da parte dei cittadini.

⁶³ Piano Comunale delle Emergenze della Protezione Civile.

⁶⁴ In questo documento sono esaminati solo gli eventi inerenti al clima e ai cambiamenti climatici.

1.12.1. Rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico

Il Friuli-Venezia Giulia ha adottato il Sistema di allertamento regionale previsto dalla Dir.P.C.M 27/02/2004, come da “Direttiva regionale sul sistema di allertamento per rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico” approvata con DGR 1934/14 alla quale hanno fatto seguito successivi aggiornamenti. Secondo questo sistema, l’allerta regionale è diramata dalla Protezione Civile Regionale tramite la Sala Operativa Regionale (SOR) ai comuni e ad altri enti interessati (via PEC e via e-mail). Il livello d’allerta è indicato con codice colore per le quattro zone di allerta in cui è suddiviso il territorio regionale (il Comune di Trieste appartiene alla zona D). L’allerta regionale è predisposta sulla base dell’avviso meteo regionale e/o dell’avviso di criticità regionale per rischio idrogeologico ed idraulico, elaborati dai competenti settori del Centro Funzionale Decentrato (CFD) del Friuli-Venezia Giulia, rispettivamente Settore Meteo e Settore IdroGeo, entrambi emessi quotidianamente e consultabili sul sito <http://cfd.protezionecivile.fvg.it>. L’allerta regionale è invece pubblicata sul sito <http://www.protezionecivile.fvg.it>. Con analoghe modalità, l’allerta regionale è diramata verso le diverse componenti del Sistema Regionale Integrato della Protezione Civile e verso gli organi di informazione regionali, inclusi i canali social della Protezione Civile Regionale. L’allerta descrive la situazione meteorologica, le aree interessate, l’arco temporale di evoluzione dei fenomeni, la descrizione dell’evento incluso il livello di criticità (giallo, arancione o rosso).

A seguito dell’allerta regionale, la Protezione Civile Regionale adotta la fase operativa idonea e il CFD Settore IdroGeo rafforza la sorveglianza ed il monitoraggio strumentale del territorio, analizzando l’evoluzione della situazione. A livello locale, le informazioni riportate nell’allerta regionale verranno riportate senza indugio al Sindaco e/o funzionari responsabili Comunali della Protezione Civile per l’adozione delle fasi operative, la diffusione di esse all’interno dei gruppi Comunali della Protezione Civile e la comunicazione ai cittadini.

Secondo il Piano comunale delle emergenze della Protezione Civile, gli eventi pericolosi di natura meteorologica, idrogeologica e idraulica susseguitisi sul territorio di Trieste sono categorizzati in piogge forti, rovesci e temporali di forte intensità, nevicate abbondanti e ghiaccio al suolo, e vento forte.

Le piogge forti, soprattutto quelle che interessano ampie porzioni di territorio in poco tempo, possono portare a situazioni di crisi del reticolo idraulico con il possibile straripamento di fiumi e torrenti, movimentazione di trasporto solido negli alvei, possibile innesco di colate rapide nei bacini soggetti a tale rischio, instabilità dei versanti e frane. Lungo la linea di costa questi eventi possono essere accompagnati da condizioni meteomarine avverse come mareggiate e fenomeni di acqua alta, specie nelle aree depresse della bassa pianura o lungo i litorali esposti. I temporali e rovesci sono invece fenomeni atmosferici violenti, frequentemente accompagnati da piogge intense e fulmini, forti raffiche di vento e grandine, molto spesso localizzati e di difficile previsione in termini di localizzazione, tempistica ed intensità. Questi fenomeni portano con sé il rischio di rottura rami e la caduta di alberi con conseguente interruzione della viabilità e della fornitura elettrica, il sollevamento parziale o totale della copertura di strutture temporanee o degli edifici, incendi, danni a coltivazioni, animali, e persone, allagamenti di sottopassaggi e degli impianti fognari o di drenaggio urbano, intasamento e tracimazione di fossi, canali e minori corsi d’acqua, allagamento di guadi e della viabilità ordinaria. Particolarmente a rischio e pericolose sono le strutture provvisorie quali impalcature, tendoni, carichi sospesi e gli alberi che si trovano in prossimità di eventi, manifestazioni, campeggi. Gli scenari di criticità idrogeologica ed idraulica sono descritti nell’allegato alla direttiva regionale citata in precedenza.

Le previsioni di nevicate a bassa quota e ghiaccio sono suddivise in zone di allerta come per il rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico ma sono segnalati con l’apposito “Avviso meteo regionale per nevicate abbondanti e ghiaccio al suolo” per il quale viene attivato un livello di allerta gialla. Generalmente l’allerta si attiva quando sono in previsione nevicate abbondanti e persistenza di temperature al di sotto dello zero che potrebbero causare episodi di gelicidio. Durante questo fenomeno si potrebbero verificare problemi di circolazione stradale, interruzioni di erogazione dell’energia elettrica e delle linee telefoniche. In questo caso, ove presenti, si fa riferimento ai Piani neve. Si sottolinea che l’avviso nevicate e ghiaccio sono relativi esclusivamente al fenomeno meteorologico, quindi non da mettere in relazione con il rischio valanghe.

Infine, il vento forte viene appositamente segnalato con “Avviso meteo regionale per vento forte”, con un livello di allerta gialla, qualora non associato con fenomeni di rovesci e temporali, in qual caso si farebbe riferimento agli avvisi citati in precedenza. In caso di questi eventi ci si possono aspettare danni a persone o cose, soprattutto strutture provvisorie, tetti, e disagi per la viabilità (soprattutto per furgoni, telonati, caravan e autocarri), al crollo di padiglioni, allo sradicamento e rottura di rami ed alberi, problemi nella gestione dei voli e altri disagi generici.

1.12.2. Rischio di incendi boschivi

Prima di tutto, per delineare al meglio il quadro normativo, bisogna fare riferimento alla definizione di bosco stabilita dall'art. 6 della L.R. 9/2007 - Norme in materia di risorse forestali. In seguito, le normative vigenti di riferimento in materia di antincendio boschivo sono la Legge 353/2000 (contiene tra l'altro all'art. 2 la definizione di incendio boschivo ed all'art. 11 istituisce il reato specifico di incendio boschivo), la Legge Regionale 8/1977 come successivamente modificata, ed il Piano Regionale di Difesa del Patrimonio Forestale 1997-1999 (DPG n. 0136 del 17/04/1998) - in corso di aggiornamento. Quest'ultimo suddivide il territorio regionale in zone di rischio: bianca quando il rischio è nullo, e gialla, arancione e rossa, quando il rischio è rispettivamente basso, medio e alto.

Il ruolo operativo di monitoraggio e spegnimento degli incendi boschivi, per legge, è demandato agli organi tecnici che partecipano al Sistema Integrato di Contrasto agli Incendi (Corpo Forestale Regionale, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Carabinieri Forestali). Il passaggio successivo riguarda il coinvolgimento della Struttura Comunale di Protezione Civile Antincendio che opererà coordinata dalla SOR e secondo le istruzioni impartite sul posto dal Direttore delle Operazioni di Spegnimento (DOS). I gruppi Comunali di Protezione Civile comprendono un'aliquota di volontari addestrati ed equipaggiati per l'attività di spegnimento.

Chiunque avvisti un incendio ha l'obbligo di informare immediatamente le autorità competenti utilizzando il numero unico di emergenza 112. Nel caso in cui la segnalazione riguardi un presunto incendio in zona urbana o di interfaccia, l'informazione viene passata dalla SOR al Centro Nazionale Vigili del Fuoco e precisamente al comando avente giurisdizione per la località dell'evento. Nel caso di incendio in zona boschiva, la segnalazione viene girata alla pattuglia forestale in servizio antincendio o alla stazione forestale più vicina. Una volta confermata l'esistenza di un incendio boschivo, la pattuglia del Corpo Forestale Regionale richiede alla SOR l'attivazione dei volontari della Squadra Antincendio Comunale della Protezione Civile. I volontari, giunti sul luogo dell'incendio e per mezzo di autobotti, manichette, moduli antincendio e altre attrezzature, provvedono allo spegnimento secondo le disposizioni del personale forestale che coordina le operazioni sul campo in veste di DOS e/o secondo le disposizioni dei Vigili del Fuoco in veste di Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS). Il DOS valuterà l'esigenza di intervento da parte di mezzi aerei attraverso richiesta di attivazione tramite la SOR. Se necessario, la SOR potrà richiedere l'assistenza di mezzi aerei dal Dipartimento Nazionale di Protezione Civile (COAU). Il DOS viene altresì informato dei “punti acqua” previsti dal Piano comunale delle emergenze. Sull'andamento delle operazioni di spegnimento vengono informati dalla SOR il Dipartimento di Protezione Civile, il Sindaco del comune e la Prefettura. Al termine dell'operazione, vengono registrate e georeferenziate le aree percorse dall'incendio nell'apposito Archivio Regionale Dati Incendi boschivi (ARDI) scaricabili dal sito IRDAT della regione.

Bisogna sottolineare, in conclusione, che il 90% degli incendi è causato per mano dell'uomo, sia per imperizia e incuria, sia per dolo. Durante i periodi di alta pericolosità (dal 1° novembre al 30 aprile o in altri periodi individuati secondo le condizioni climatiche) il Corpo Forestale e/o in alcuni casi le Squadre Comunali Antincendio della Protezione Civile effettuano un servizio di pattugliamento e pronto intervento.

1.12.3. Rischio ondate di calore

A livello normativo, nel 2005 è stato avviato dal Ministero della salute il Piano nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute. L'obiettivo di questo piano è favorire il coordinamento interistituzionale e fornire linee operative per la creazione di un sistema centralizzato di previsione e prevenzione degli effetti del caldo sulla salute. Le principali componenti del Piano sono:

- Un sistema di allarme *Heat Health Watch Warning System* (HHWWS), ovvero un sistema specifico per città che in base alle previsioni meteorologiche riesce a prevedere, fino a 72 ore in anticipo, il verificarsi di situazioni di caldo estremo rischiose per la salute della popolazione. I risultati vengono riportati in forma di bollettino con tre livelli di pericolo (livello 1, 2, 3) per permettere un intervento idoneo alla situazione. Durante il periodo estivo, quotidianamente, vengono prodotti bollettini delle ondate di calore per 27 città italiane (tra le quali anche Trieste). Questi bollettini sono pubblicati sul Portale del Ministero della salute e inviati per ogni città ad un centro di riferimento locale (Comune, Asl, centro locale per la Protezione Civile) responsabile della divulgazione sul territorio.
- Un sistema di sorveglianza della mortalità giornaliera (SiSMG) che è inteso per monitorare il numero di decessi giornalieri nella popolazione anziana. In alcuni casi, è attivo anche un sistema di sorveglianza degli accessi al pronto soccorso per esiti non fatali.
- Un Piano di prevenzione e delle linee guida per la prevenzione che comprende una sintesi delle evidenze disponibili, sui fattori di rischio e sugli interventi di prevenzione, modelli e strumenti per l'implementazione di piani locali di prevenzione, l'identificazione e raccomandazioni specifiche per diverse categorie di popolazione a rischio.

A livello regionale, la Regione Friuli-Venezia Giulia attiva ogni anno, in estate, il servizio di telecontrollo. In collaborazione con ARPA FVG – OSMER sono stati individuati gli indici per zona utilizzati per l'attivazione del sistema di allerta caldo sul territorio regionale. Nel caso di superamento dell'indice, ovvero di fronte alla previsione di un'imminente giornata molto calda o un'ondata di calore, viene avviata un'attività di monitoraggio con chiamate telefoniche a tutte le persone considerate a rischio che verranno informate dell'imminente pericolo, sarà verificato il loro stato di salute e saranno indicate le norme da seguire. Inoltre, la lista di queste persone viene inoltrata ai Distretti sanitari in collaborazione con i medici di medicina generale e ai servizi sociali comunali che continueranno con il servizio di monitoraggio. Per essere inseriti nella lista di monitoraggio o segnalare un parente o una persona a rischio, bisogna telefonare al call center salute sociale 0434 22 35 22. Allo stesso numero è possibile ottenere ulteriori informazioni ed indicazioni.

2. INVENTARIO DELLE EMISSIONI ED OBIETTIVI DI PIANO

In questo paragrafo vengono presentati i dati riguardanti l'Inventario Base delle Emissioni (IBE) considerando come anno di riferimento il 2001, e l'Inventario di Monitoraggio delle emissioni (IME) per il 2019. Viene inoltre visualizzato graficamente l'andamento storico dei consumi e relative emissioni nel tempo.

L'Inventario di Monitoraggio delle Emissioni (IME) infatti quantifica la CO₂ emessa sul territorio del Comune di Trieste, con i dati disponibili all'anno 2019 e permette di confrontare il dato dell'anno 2001 di riferimento, con quello del 2019, identificando le principali fonti antropiche di emissioni di CO₂ e la loro evoluzione nel tempo, suggerendo l'opportuna priorità di attuazione delle relative misure di riduzione.

L'IBE e IME si basano sul consumo finale di energia, includendo:

- emissioni dirette dovute alla combustione di carburante nel territorio, negli edifici e nel settore dei trasporti;
- emissioni legate alla produzione di energia elettrica.

Le convenzioni adottate per la redazione dell'IME del Comune di Trieste, sono in accordo con la metodologia prevista dalle linee guida del Covenant of Mayors Office (CoMO) "Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)' - PART 2 – Baseline Emission Inventory (BEI) and Risk and Vulnerability Assessment (RVA)":

- indicatore adottato: emissioni di anidride carbonica, espresse in tCO₂;

- anno di riferimento per l'IME: 2019;

- territorio di riferimento: confini geografici del Comune di Trieste, con l'esclusione di tutte le attività del settore industriale.

2.1. Consumo energetico nel territorio del Comune di Trieste

2.1.1. IBE (2001)

I dati di consumo energetico de Comune di Trieste, espressi in MWh per l'anno 2001, già presenti nel PAES del Comune di Trieste sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 2.1. Consumo energetico nel territorio comunale - anno 2001.

MWh - 2001	Combustibili fossili						Totale
	Energia Elettrica	Gas metano	Gas liquido	Olio da riscaldamento	Gasolio	Benzina	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE							
Edifici, attrezzature/impianti comunali	11.917	46.863	-	15.881	8.153	-	82.815
Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)	319.124	233.003	-	50.396	30.811	-	633.334
Edifici residenziali	255.067	1.044.204	2.758	-	114.957	-	1.416.985
Illuminazione pubblica comunale	22.945	-	-	-	-	-	22.945
Totale parziale edifici, attrezzature/impianti	609.053	1.324.070	2.758	66.278	153.921	-	2.156.079
TRASPORTI							
Parco auto comunale	-	-	-	-	339	1.269	1.608
Trasporti pubblici	-	-	-	-	67.997	-	67.997
Trasporti privati e commerciali	-	-	-	-	154.083	979.215	1.133.298
Totale parziale trasporti	-	-	-	-	222.418	980.484	1.202.903
Totale	609.053	1.324.070	2.758	66.278	376.339	980.484	3.358.982

IBE 2001 – CONSUMI ENERGETICI

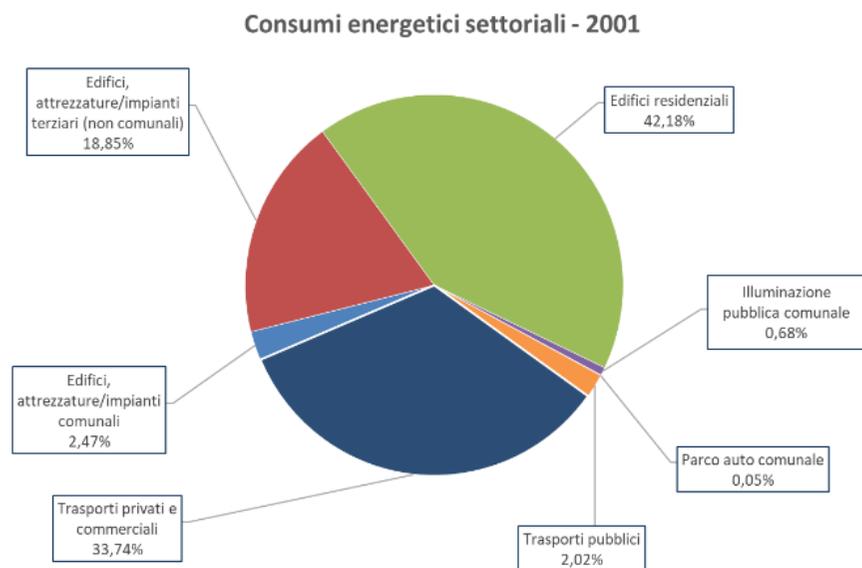


Figura 2.1. Consumi energetici settoriali – anno 2001.

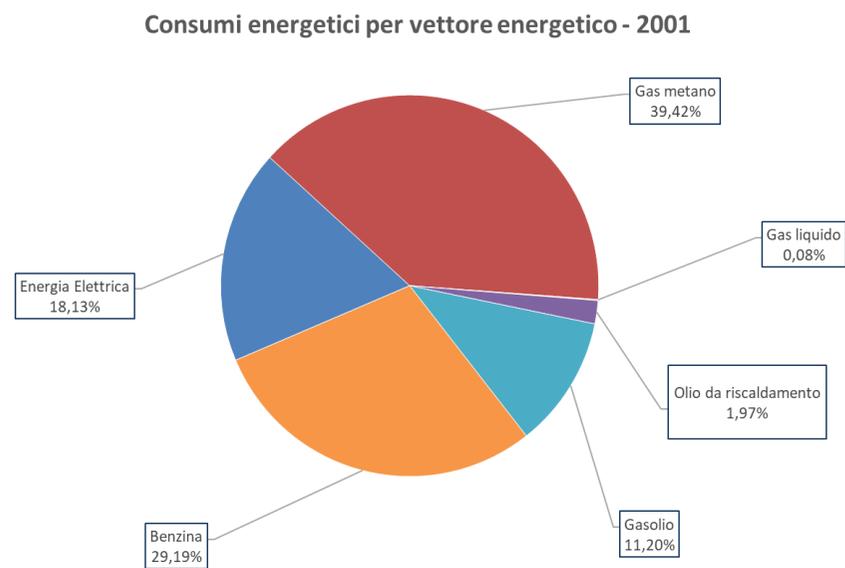


Figura 2.2. Consumi energetici per vettore energetico – anno 2001.

2.1.2. IME (2019)

I dati di consumo energetico nel territorio del Comune di Trieste, aggiornati all'anno 2019, espressi in MWh e suddivisi secondo le categorie previste dalle linee guida del Covenant of Mayors Office (CoMO) "Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)' - PART 2 – Baseline Emission Inventory (BEI) and Risk and Vulnerability Assessment (RVA)", sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 2.2. Consumo energetico nel territorio del Comune di Trieste (anno 2019) desunto dai dati utilizzati per la stesura del presente Piano. Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

MWh - 2019	Combustibili fossili						Totale
	Energia Elettrica	Gas metano	Gas liquido	Olio da riscaldamento	Gasolio	Benzina	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE							
Edifici, attrezzature/impianti comunali	14.511	30.395	-	-	309	-	45.215
Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)	350.303	114.698	-	-	2.198	-	467.198
Edifici residenziali	218.163	1.016.160	20.571	4.100	20.053	-	1.279.047
Illuminazione pubblica comunale	13.136	-	-	-	-	-	13.136
Totale parziale edifici, attrezzature/impianti	596.113	1.161.252	20.571	4.100	22.560	-	1.804.597
TRASPORTI							
Parco auto comunale	-	-	-	-	332	457	789
Trasporti pubblici	92	-	-	-	64.010	11	64.112
Trasporti privati e commerciali	-	-	-	-	422.995	456.322	879.317
Totale parziale trasporti	92	-	-	-	487.337	456.790	944.219
Totale	596.205	1.161.252	20.571	4.100	509.897	456.790	2.748.816

IME 2019 – CONSUMI ENERGETICI

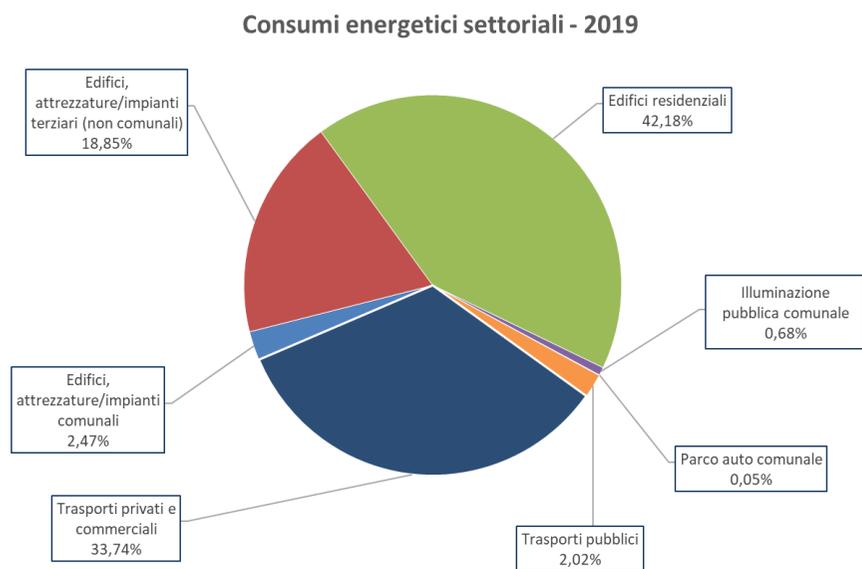


Figura 2.3. Consumi energetici settoriali – anno 2019.

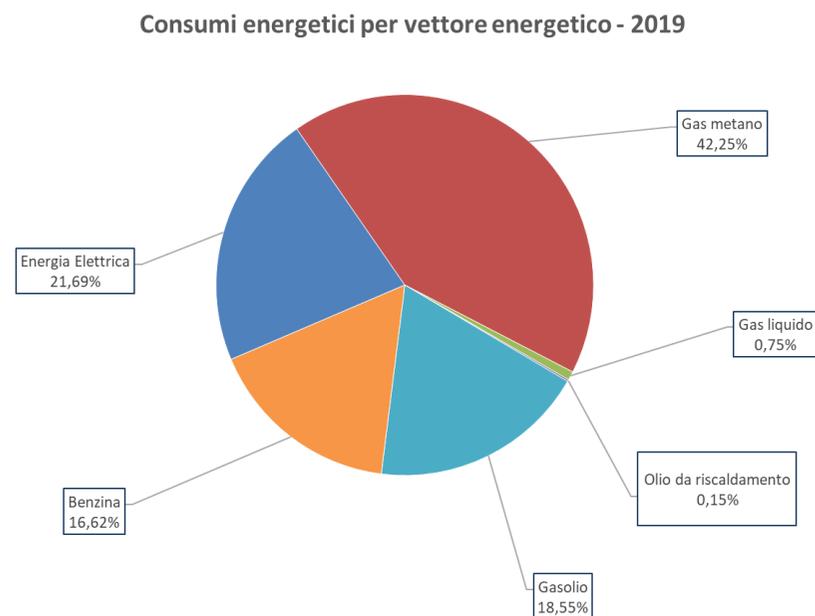


Figura 2.4. Consumi energetici per vettore energetico – anno 2019.

2.2. Metodologia per il calcolo delle emissioni di CO₂

Il calcolo delle emissioni di CO₂ oggetto del presente documento, ai fini della compilazione degli inventari di base (IBE) e di monitoraggio (IME) e la stima degli effetti delle azioni in corso e/o concluse volte alla riduzione di dette emissioni, è effettuato secondo il metodo predisposto dalla Commissione Tecnica del Covenant of Mayors Office e di quanto stabilito dalla nota metodologica redatta contestualmente al PAESC.

La nota metodologica contiene gli strumenti necessari alla valutazione dello stato di avanzamento delle azioni del PAESC in termini di riduzione delle emissioni di CO₂.

Le emissioni totali di CO₂ sono state ricalcolate moltiplicando gli indicatori di consumo energetico per opportuni fattori di emissione valutati in funzione del contenuto di carbonio proprio di ciascun combustibile e, per l'energia elettrica, in base al mix energetico utilizzato per la produzione della stessa.

$$\text{Emissione di CO}_2 = (\text{indicatore di consumo}) \times (\text{fattore di emissione})$$

Le Linee Guida raccomandano di calcolare un fattore di emissione locale FEE, riferito alle emissioni di CO₂ dovute al consumo di energia elettrica, con la seguente formula,

$$\text{FEE} = \frac{(\text{CTE} - \text{PLE} - \text{AEV}) \times \text{FENEE} + \text{CO2PLE} + \text{CO2AEV}}{\text{CTE}}$$

in cui:

FEE = fattore di emissione locale per l'elettricità in t/MWh_e;

CTE = Consumo totale di elettricità nel territorio dell'autorità locale in MWh_e;

PLE = Produzione locale di elettricità in MWh_e;

AEV = Acquisti di elettricità verde da parte dell'autorità locale in MWh_e;

FENEE = Fattore di emissione nazionale o europeo per l'elettricità in t/MWh_e;

CO2PLE = emissioni di CO₂ dovute alla produzione locale di elettricità in t;

CO2AEV = emissioni di CO₂ dovute alla produzione di elettricità verde certificata acquistata dall'autorità locale in t;

Il valore FENEE da utilizzare nella formula è stato tratto dai dati pubblicati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), che mette a disposizione la serie storica dei fattori di emissione nazionali per la produzione ed il consumo di elettricità. Secondo tale fonte il Fattore di Emissione Nazionale per l'Energia Elettrica (FENEE) consumata, per l'anno di riferimento (2001), è pari a 0,481 tCO₂/MWh_e. Gli altri valori richiesti dalla formula sono stati tratti dai dati di consumo e produzione locale di energia elettrica, contenuti nel presente documento.

Esempio di calcolo del FEE per il 2019.

CTE: Consumo totale di elettricità nel territorio dell'autorità locale (dati AcegasApsAmga)

Residenziale + Terziario + Agricoltura = 218.163+377.292+751=596.205 MWh

PLE: Produzione locale di elettricità (dati AcegasApsAmga + Atlaimpianti)

Termovalorizzatore + Cogen. Biogas + Fotovoltaico = 103.317+208+19.554=123.079 MWh

AEV: Acquisti di elettricità verde da parte dell'autorità locale (dati AcegasApsAmga + Ente comunale)

Acquisti Acegas + Acquisti Comune di Trieste = 26.026+13.929 = 39.955 MWh

FENEE: Fattore di emissione nazionale o europeo per l'elettricità (dato ISPRA 2001) pari a 0,481 t/MWh

CO₂PLE: emissioni di CO₂ dovute alla produzione locale di elettricità
 $103.317 * 0,330 \text{ tCO}_2/\text{MWh} = 234.095 \text{ t/MWh}$

CO₂AEV: emissioni di CO₂ dovute alla produzione di elettricità verde certificata acquistata dall'autorità locale pari a 0 t/MWh

(I fattori di emissione per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili sono fissati a zero tCO₂/MWh_e in accordo con quanto stabilito dalle Linee Guida del CoMO. In base a tali Linee Guida, di seguito si riportano i fattori di emissione aggiornati utilizzati nel presente documento).

In base a tali dati il fattore locale di emissione FEE per l'anno 2019 è pari a:

$$FEE = \frac{(CTE - PLE - AEV) \times FENEE + CO_2PLE + CO_2AEV}{CTE} =$$

$$= \frac{(596.205 - 123.079 - 39.955) \times 0,481 + 234.095 + 0}{596.205} = 0,407 \frac{\text{tCO}_2}{\text{MWh}_e}$$

Tabella 2.3. Fattori di emissione utilizzati.

Vettore energetico	Fattore di emissione	
Energia elettrica (FEE)	0,407	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica da fonti rinnovabili (fotovoltaico)	0	tCO ₂ /MWh
Energia elettrica da rifiuti (termovalorizzatore)	0,330	tCO ₂ /MWh
Gas metano	0,202	tCO ₂ /MWh
Gasolio	0,267	tCO ₂ /MWh
Benzina	0,249	tCO ₂ /MWh
GPL	0,231	tCO ₂ /MWh
Olio combustibile	0,279	tCO ₂ /MWh

2.3. Emissioni di CO₂ nel territorio del comune di Trieste

2.3.1. IBE (2001)

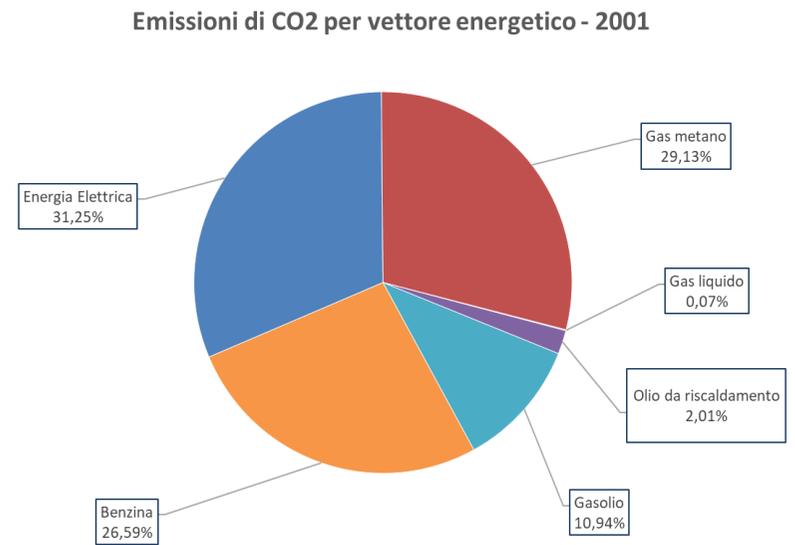
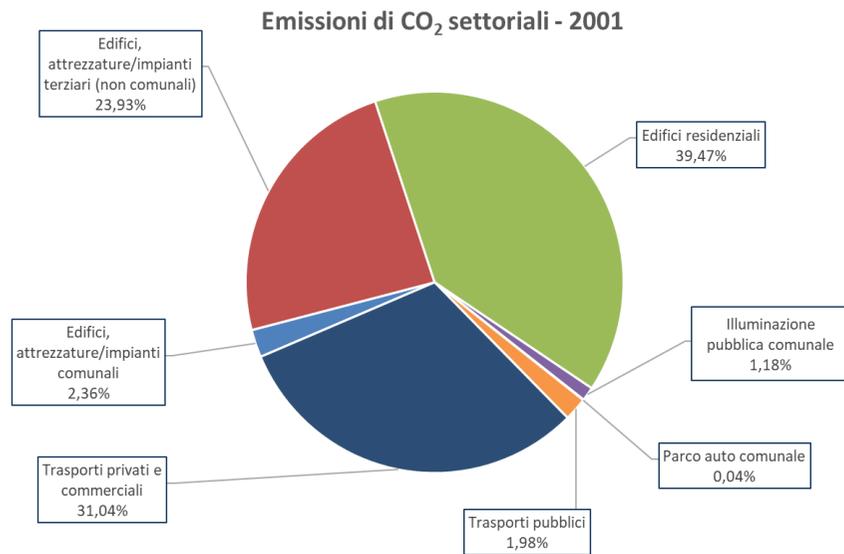
I dati di emissioni di anidride carbonica (CO₂) nel territorio del Comune di Trieste, per l'anno 2001 espressi in tCO₂ e suddivisi secondo le categorie previste dalle linee guida del CoMO sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 2.4. Emissioni di CO₂ nel territorio comunale – anno 2001.

tCO ₂ - 2001	Combustibili fossili						Totale
	Energia Elettrica	Gas metano	Gas liquido	Olio da riscaldamento	Gasolio	Benzina	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE							
Edifici, attrezzature/impianti comunali	5.615	9.466	-	4.431	2.177	-	21.689
Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)	150.368	47.067	-	14.061	8.226	-	219.721
Edifici residenziali	120.185	210.929	637	-	30.694	-	362.444
Illuminazione pubblica comunale	10.811	-	-	-	-	-	10.811
Totale parziale edifici, attrezzature/impianti	286.979	267.462	637	18.491	41.097	-	614.667
TRASPORTI							
Parco auto comunale	-	-	-	-	90	316	406
Trasporti pubblici	-	-	-	-	18.155	-	18.155
Trasporti privati e commerciali	-	-	-	-	41.140	243.825	284.965
Totale parziale trasporti	-	-	-	-	59.386	244.141	303.526
Totale	286.979	267.462	637	18.491	100.483	244.141	918.193

Le emissioni totali nel 2001, anno di riferimento, sono 918.193 tCO₂. Su tale valore di emissioni è necessario basare la pianificazione per raggiungere una riduzione pari ad almeno il 40% entro il 2030, come deliberato dal Consiglio Comunale in fase di adesione al nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia. Dal calcolo risulta che le emissioni di anidride carbonica complessive nel comune di Trieste dovranno essere, in termini assoluti, uguali o minori a 550.916 tonnellate.

IBE 2001 – EMISSIONI DI CO₂



2.3.2. IME (2019)

I dati di emissioni di anidride carbonica (CO₂) nel territorio del Comune di Trieste, aggiornati all'anno 2019, espressi in tCO₂ e suddivisi secondo le categorie previste dalle linee guida del CoMO sono riportati nella tabella seguente.

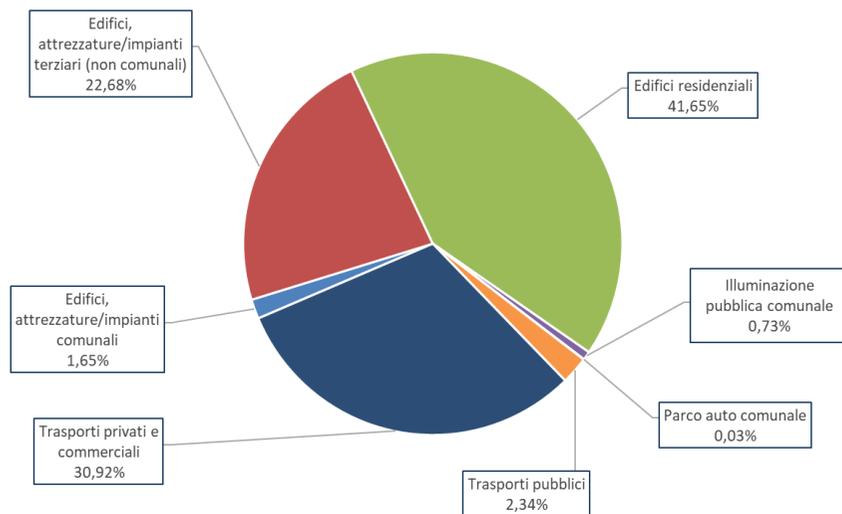
Tabella 2.5. Emissioni di CO₂ nel territorio del Comune di Trieste (anno 2019) desunte dai dati utilizzati per la stesura del presente Piano. Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.

tCO ₂ - 2019	Combustibili fossili						Totale
	Energia Elettrica	Gas metano	Gas liquido	Olio da riscaldamento	Gasolio	Benzina	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE							
Edifici, attrezzature/impianti comunali	5.901	6.140	-	-	83	-	12.123
Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)	142.453	23.169	-	-	587	-	166.208
Edifici residenziali	88.717	205.264	4.752	1.144	5.354	-	305.231
Illuminazione pubblica comunale	5.342	-	-	-	-	-	5.342
Totale parziale edifici, attrezzature/impianti	242.413	234.573	4.752	1.144	6.024	-	488.905
TRASPORTI							
Parco auto comunale	-	-	-	-	89	114	203
Trasporti pubblici	37	-	-	-	17.091	3	17.131
Trasporti privati e commerciali	-	-	-	-	112.940	113.624	226.564
Totale parziale trasporti	37	-	-	-	130.119	113.741	243.897
Totale	242.450	234.573	4.752	1.144	136.142	113.741	732.802

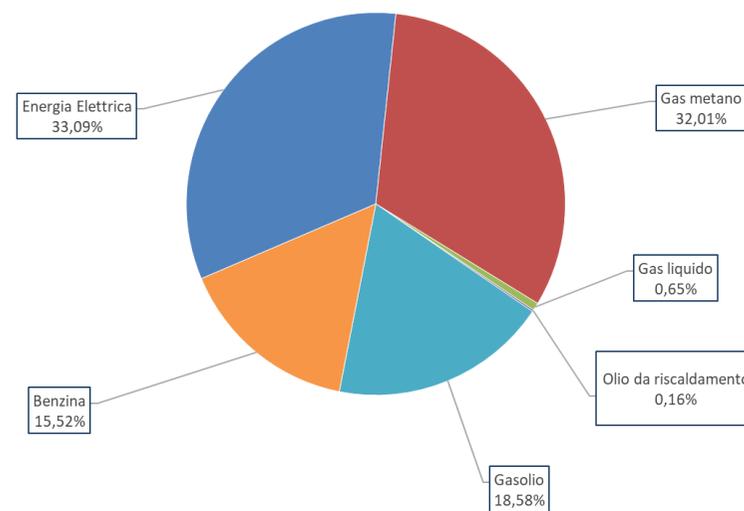
Le emissioni totali di CO₂ nell'anno 2019 sono state pari a 732.802 tCO₂. Dal confronto tra questo dato e quello riportato a conclusione del paragrafo 2.3.1 emerge la necessità di ridurre ulteriormente le emissioni di CO₂ entro il 2030 di una quantità pari ad almeno 181.986 tonnellate.

IME 2019 – EMISSIONI DI CO₂

Emissioni di CO₂ settoriali - 2019



Emissioni di CO₂ per vettore energetico - 2019



2.4. Andamento storico dei consumi energetici ed emissioni di CO₂

Nel seguito viene riportato l'andamento dei consumi energetici e delle relative emissioni di CO₂, sia considerando il valore totale sia con un approfondimento ai macrosettori edifici, attrezzature/impianti e trasporti, a partire dai dati riferiti al 2001 e per i successivi monitoraggi.

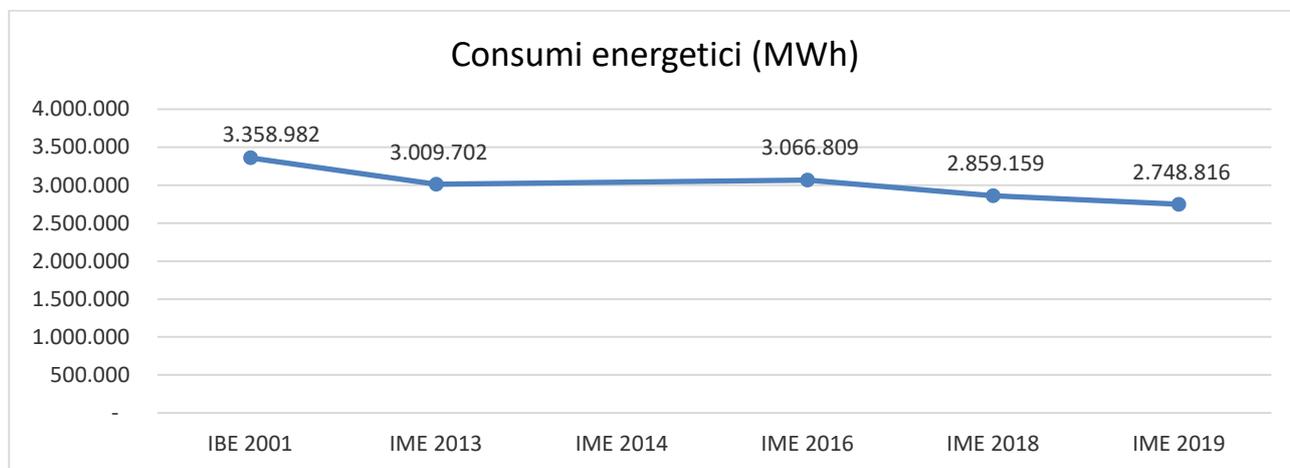


Figura 2.5. Andamento storico dei consumi energetici totali nel territorio del Comune di Trieste.

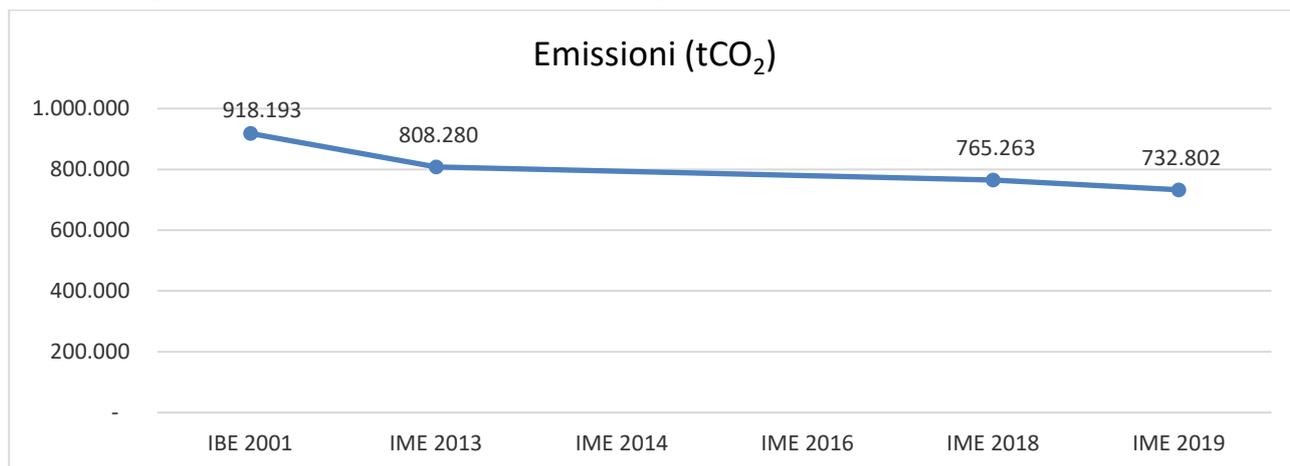


Figura 2.6. Andamento storico delle emissioni di anidride carbonica totali nel territorio del Comune di Trieste.

Osservando la tendenza dei grafici riportati sopra appare si deduce che, per il raggiungimento degli obiettivi di piano al 2030 e della neutralità carbonica al 2050, è necessario un effettivo cambio di marcia. Di seguito alcuni grafici di dettaglio degli andamenti storici per settori.

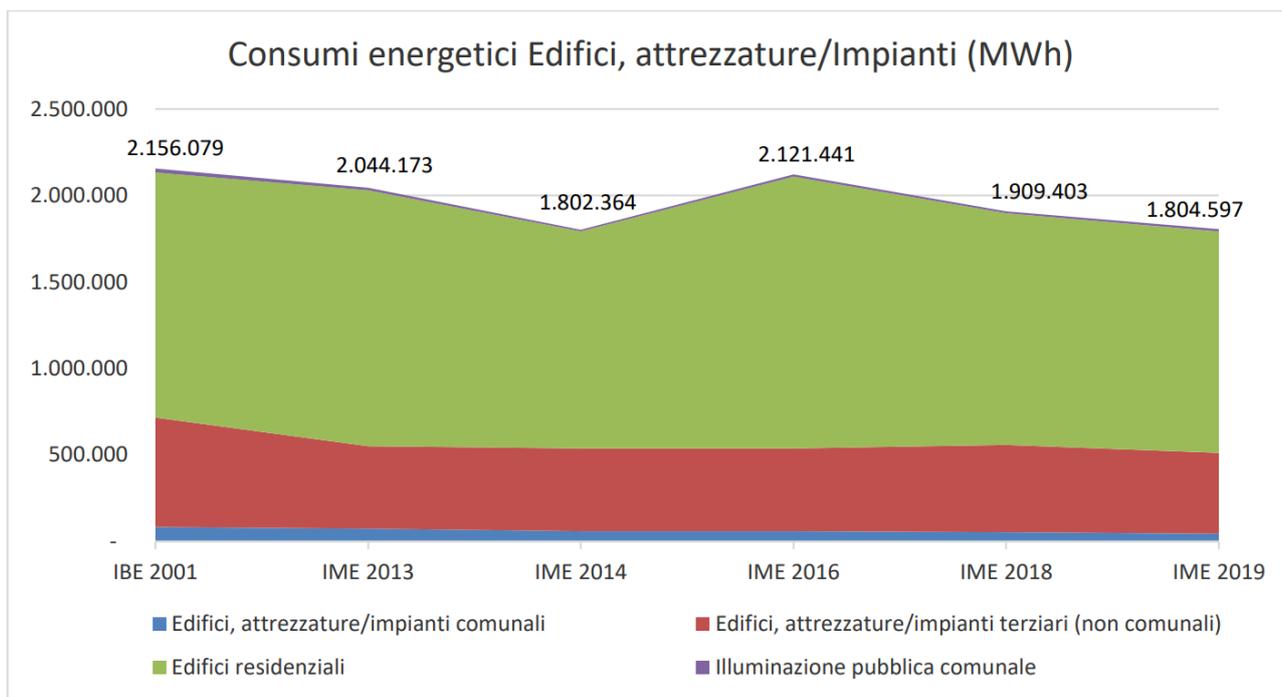


Figura 2.7. Andamento storico dei consumi energetici di Edifici, attrezzature/impianti nel territorio del Comune di Trieste.

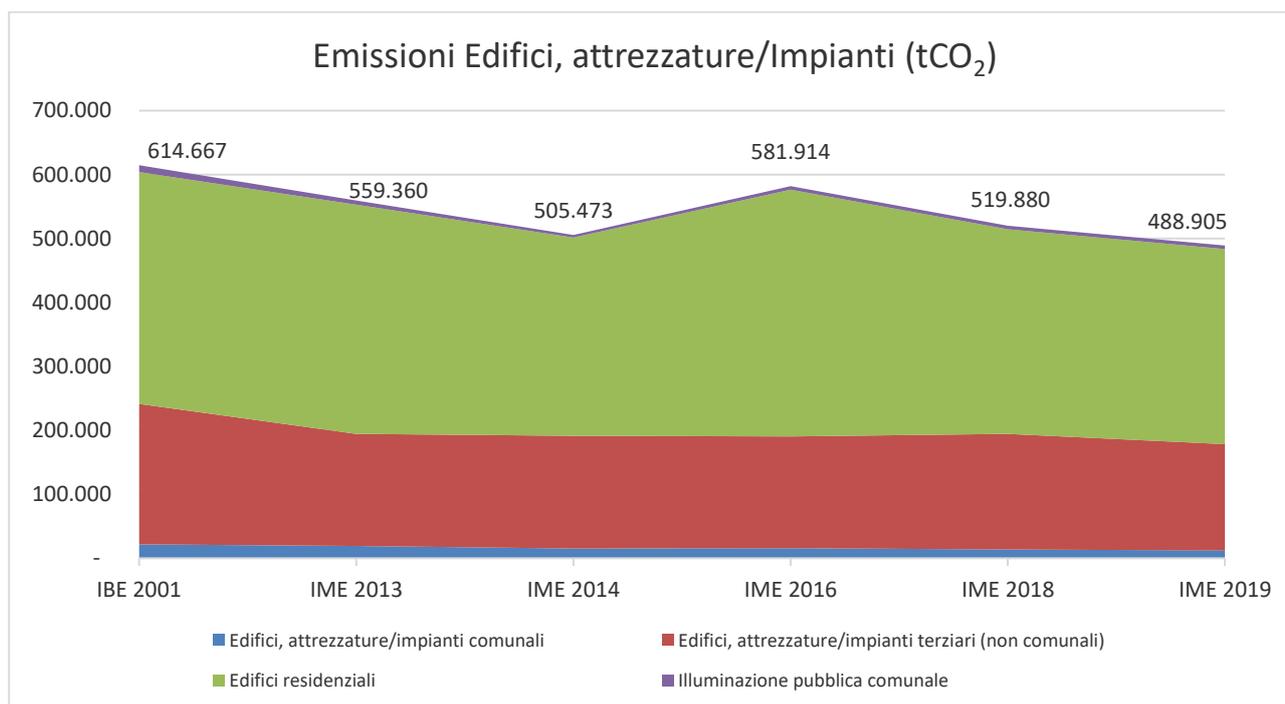


Figura 2.8. Andamento storico delle emissioni di anidride carbonica di Edifici, attrezzature/impianti nel territorio del Comune di Trieste.

Consumi energetici del settore Trasporti(MWh)

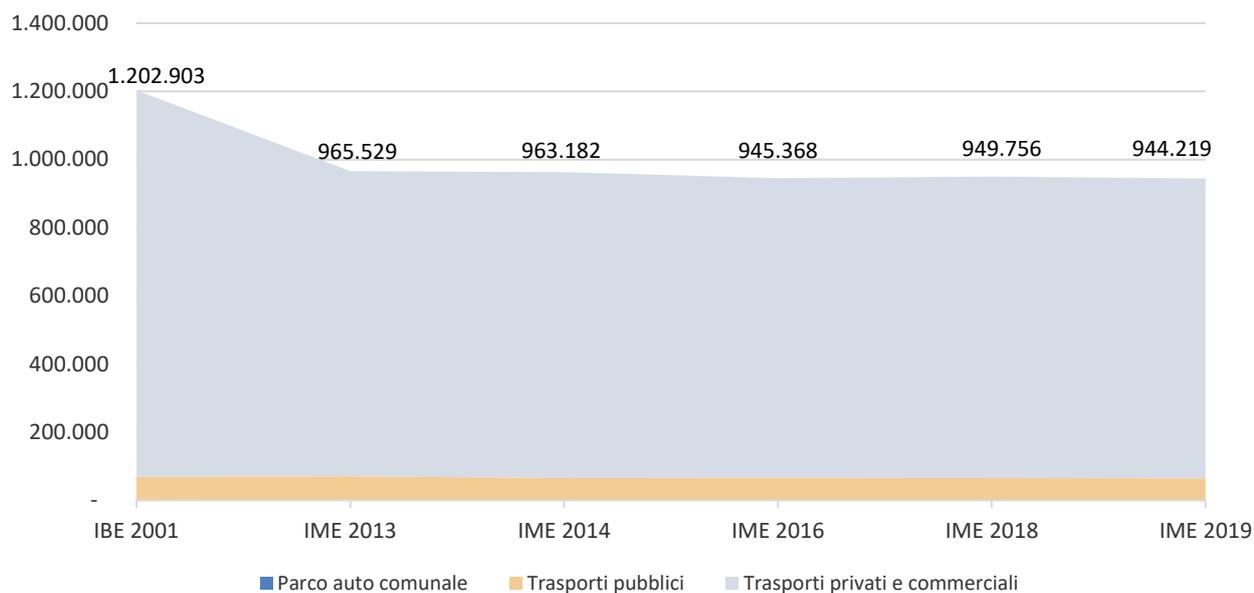


Figura 2.9. Andamento storico dei consumi energetici dei Trasporti nel territorio del Comune di Trieste.

Emissioni del settore Trasporti (tCO₂)

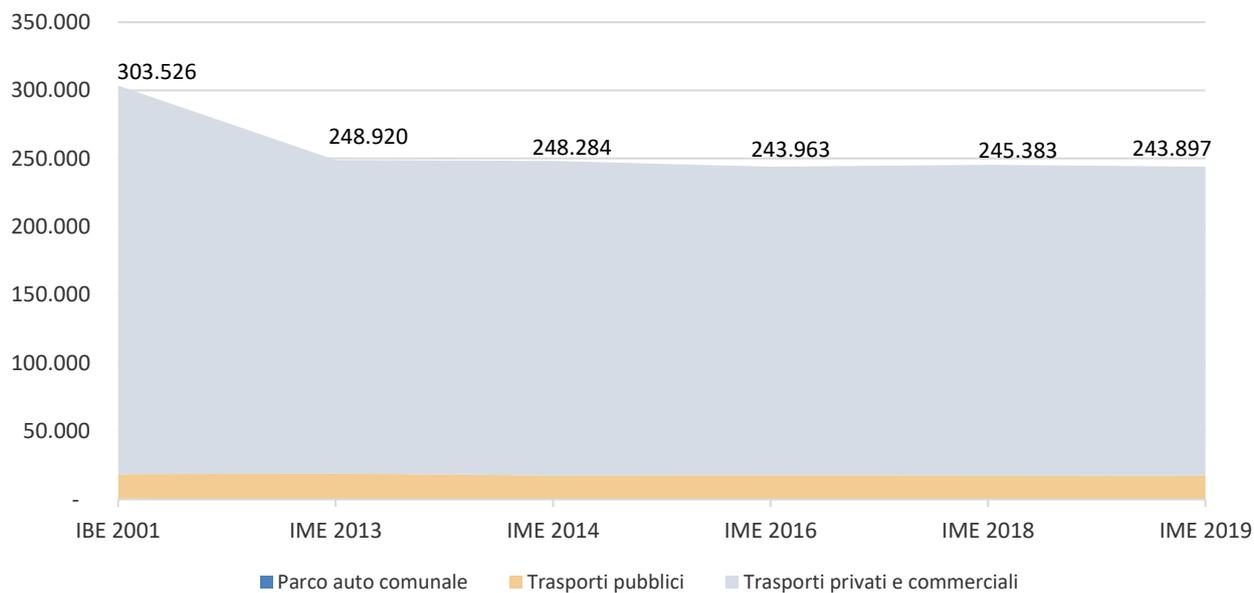


Figura 2.10. Andamento storico delle emissioni di anidride carbonica dei Trasporti nel territorio del Comune di Trieste.

3. ANALISI DI RISCHI E VULNERABILITA'

L'imprevedibile e rapida evoluzione dei cambiamenti climatici e l'aumento in frequenza ed intensità di eventi estremi ad essi correlati, rappresenteranno una delle sfide più rilevanti nei prossimi decenni sia per l'ambiente che per la nostra società. L'ultimo rapporto del IPCC evidenzia che l'Europa meridionale e l'area mediterranea fronteggeranno gli impatti più significativi e, allo stesso tempo, queste regioni sono ritenute anche tra le più vulnerabili⁶⁵.

Per far fronte a questa sfida, l'Unione Europea ha adottato la Strategia di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2013) che definisce i principi, le linee-guida e gli obiettivi per la gestione dei problemi che derivano dai cambiamenti climatici. Uno dei principali obiettivi della strategia comunitaria prevede la redazione e l'adozione di strategie e di piani di adattamento nazionali e regionali. Conforme alle direttive, l'Italia ha formalmente adottato la Strategia (SNAC, 2015) e successivamente il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2017). Questi documenti sono stati il risultato di un processo di dialogo, coinvolgimento e dell'interazione multisettoriale fra numerosi enti, territori, decisori politici, esperti e ricercatori. Gli obiettivi principali del PNACC sono stati l'individuazione dei principali impatti dei cambiamenti climatici su una serie di settori socioeconomici e naturali, la riduzione della vulnerabilità e l'aumento della capacità di adattamento attraverso la raccolta di azioni di adattamento settoriali mirate e coordinate su diversi livelli⁶⁶.

Ricollegandosi agli obiettivi del PNACC, lo studio di ARPA FVG (2018) rappresenta il primo passo verso la Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici del Friuli-Venezia Giulia. Lo studio fornisce un dettagliato inquadramento regionale di tipo climatico e ambientale prodotto avvalendosi di dati registrati dalle numerose stazioni meteorologiche e mareografiche diffuse sul territorio, come dell'insieme di studi scientifici prodotti dallo stesso ente e/o da enti di ricerca presenti sul territorio. Lo studio sforza un ulteriore approfondimento, presentando a livello regionale le proiezioni al 2100 dei principali parametri climatici come temperatura e precipitazione e di alcuni eventi estremi ad essi correlati, *in primis* di ondate di calore e precipitazioni estreme. Le proiezioni sono il risultato di uno *downscaling* dinamico di modelli climatici regionali (RCM) specifico per il Friuli-Venezia Giulia, che fornisce un livello di risoluzione molto alto (11x11 km) e che permette una stima molto più accurata dei fenomeni a scala regionale e locale utili per l'analisi degli impatti. Infine, partendo dalla lista di impatti individuata dal PNACC, lo studio di ARPA FVG circoscrive una lista di potenziali impatti divisi per settore per il Friuli-Venezia Giulia⁶⁷.

In contemporanea con la Strategia Europea di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (2013), la Commissione Europea lancia l'iniziativa Mayors Adapt (2014), un'iniziativa dedicata alla ricognizione e all'adattamento ai cambiamenti climatici su scala puramente locale/comunale. Il Mayors Adapt nasce dall'esempio del Patto dei Sindaci, l'iniziativa lanciata sempre dalla Commissione Europea qualche anno prima per fronteggiare il tema mitigazione, ovvero della riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra, sempre attraverso un approccio a livello locale/comunale. A seguito dell'enorme successo riscontrato con i Piani di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), strumenti chiave del Patto dei Sindaci, viene lanciata l'iniziativa Mayors Adapt, che successivamente nel 2015 viene assorbita dal Patto dei Sindaci e integrata all'interno dei PAES che diventeranno poi Piani di Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima (PAESC). La parte climatica all'interno del PAESC prevede un'Analisi di Rischi e Vulnerabilità (RVA) climatiche e settoriali sul territorio del Comune aderente all'iniziativa, necessaria per la stesura di azioni di adattamento mirate e priorizzate per settore in base alla sorgente di pericolo climatico, all'esposizione e alla vulnerabilità territoriale/settoriale.

⁶⁵ Fifth Assessment Report - International Panel for Climate Change (IPCC), 2014

⁶⁶ Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) – Ministero per l'Ambiente e per la Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), 2017

⁶⁷ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

Bisogna infine considerare le numerose iniziative/progetti che hanno prodotto principi, linee guida, e procedure standardizzate per l'analisi climatica e la valutazione della vulnerabilità a livello regionale e locale.

3.1. Framework concettuale e operativo

L'analisi di rischi e vulnerabilità (RVA) determina la natura e l'estensione del rischio climatico. Secondo l'ultimo rapporto dell'IPCC, il concetto di rischio climatico è funzione di: pericolo climatico e potenziale impatto ad esso associato e dell'esposizione e della vulnerabilità del sistema. Il concetto di vulnerabilità include la sensibilità del sistema, ovvero la propensione del sistema ad essere negativamente affetto, e la capacità di adattamento, ovvero la capacità del sistema a resistere o fronteggiare il pericolo (Figura 3.1).

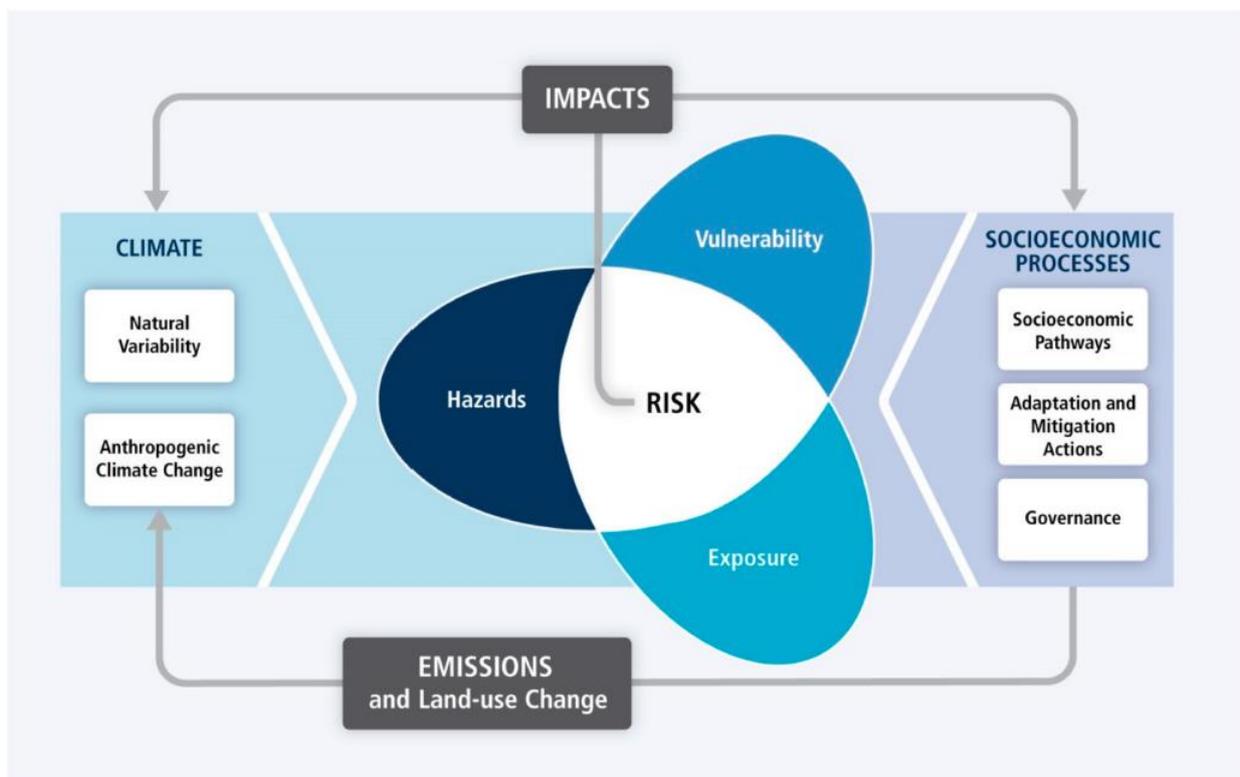


Figura 3.1 Framework concettuale dell'IPCC.

La letteratura offre numerosi approcci metodologici per affrontare la RVA, approcci che si differenziano in base al livello di dettaglio, dati richiesti, strumenti e competenze. Il Patto dei Sindaci propone due approcci diversi: il primo (più articolato) è basato sulla mappatura dei pericoli e/o impatti, dell'esposizione e della vulnerabilità territoriale, e permette l'identificazione di zone a rischio; il secondo (meno articolato) è basato sull'utilizzo di indicatori di pericolo e/o impatto, esposizione e vulnerabilità e non necessita la mappatura delle zone a rischio. Nel caso dell'RVA del PAESC di Trieste è stato adottato, ove possibile, il primo approccio, mentre ove non era possibile il reperimento dei dati o per mancanza di strumenti e/o competenze tecniche, è stato utilizzato il secondo approccio.

Partendo dal framework concettuale del Patto dei Sindaci, in questo capitolo viene definito l'approccio metodologico utilizzato per il calcolo dell'indice del rischio di impatto della RVA del PAESC di Trieste. Per ottenere l'indice di rischio di impatto, sono state apportate alcune modifiche dal framework concettuale proposto dal Patto dei Sindaci. Molte delle modifiche apportate trovano supporto in letteratura mentre alcune sono state disegnate *ad hoc* per soddisfare le richieste del Patto dei Sindaci.

In sintesi, il framework operativo della RVA del PAESC di Trieste definisce l'indice di rischio di impatto come funzione di **impatto/potenziale impatto, sorgente di pericolo, esposizione al pericolo, e livello di**

vulnerabilità (funzione a sua volta della **sensitività** e della **capacità di adattamento**). Questo indice viene calcolato individualmente per ogni singolo impatto individuato, ovvero ritenuto rilevante per il territorio.

Il diagramma di flusso e l'equazione utilizzata per ottenere l'indice di rischio di impatto sono riportati in Figura 3.2 ed in equazione in (1). Le singole componenti dell'equazione sono state calcolate utilizzando diversi approcci metodologici riportati nei seguenti capitoli. Si ritiene importante sottolineare che, indifferentemente dall'approccio utilizzato, sia esso stato quantitativo o qualitativo, i valori di tutte le singole componenti dell'equazione sono state normalizzate in modo da renderle equiparabili tra sé stesse. L'indice di rischio d'impatto rappresenta la media delle quattro componenti facenti parte del diagramma di flusso; quindi, esso è un valore tra 0 e 1, e indica la pericolosità attuale e futura del singolo impatto che il territorio fronteggia e/o fronteggerà nel futuro. I passaggi fondamentali (che verranno approfonditi in seguito) che hanno permesso il calcolo delle singole componenti dell'equazione sono stati i seguenti:

1. Inquadramento territoriale (riferimento al capitolo "Analisi di Contesto");
2. Identificazione di indicatori di impatto e degli impatti più rilevanti per settore attraverso la consultazione con esperti;
3. Definizione delle principali sorgenti di pericolo e/o eventi estremi relazionate agli impatti rilevati attraverso la consultazione con esperti;
4. Studio della frequenza attuale e della frequenza ed intensità futura delle sorgenti di pericolo a livello locale attraverso l'analisi di dati meteorologici e/o proiezioni climatiche derivanti da una serie di modelli e scenari o, in caso di alcune specifiche sorgenti di pericolo, attraverso lo studio di specifiche raccolte dati o studi scientifici;
5. Raccolta e/o produzione di mappe di esposizione al pericolo climatico;
6. Determinazione di indicatori di esposizione e dei principali asset esposti al pericolo climatico;
7. Determinazione di indicatori di vulnerabilità e definizione delle vulnerabilità (sensibilità e capacità d'adattamento) settoriali in consultazione con esperti;
8. Calcolo dell'indice di rischio d'impatto per sorgente di pericolo;
9. Selezione di misure di adattamento appropriate.

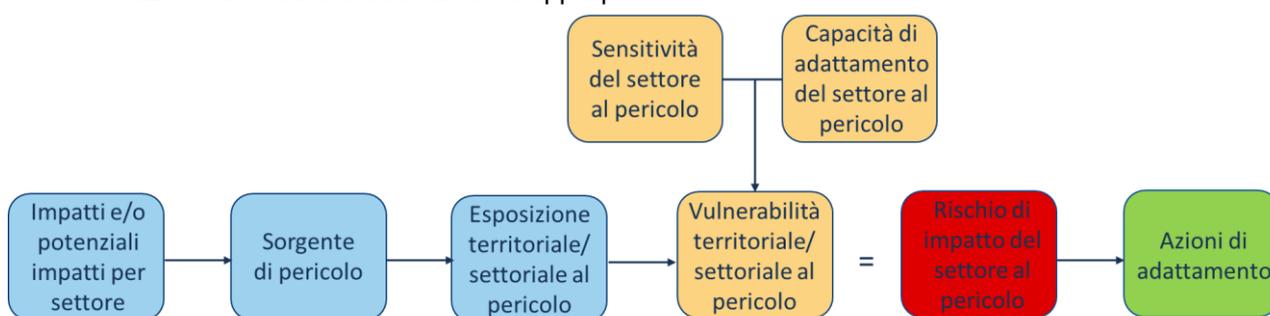


Figura 3.2. Framework operativo rielaborato in base al framework concettuale del patto dei Sindaci.

$$(1) \quad \text{Indice di rischio d'impatto (IRI)} = \frac{\text{impatto} + \text{sorg. pericolo} + \text{esposizione} + \text{vulnerabilità}}{4}$$

3.2. Individuazione degli impatti

3.2.1. Introduzione

Gli impatti dovuti ai cambiamenti climatici e agli eventi estremi ad essi correlati vengono definiti dall'IPCC come "gli effetti osservati o previsti sui sistemi naturali ed umani". Questi effetti possono essere causati in modo diretto dal comportamento anomalo di un fenomeno climatico e/o da un evento estremo che interferiscono con il benessere della popolazione, le sue attività socioeconomiche, i servizi, gli asset, l'infrastruttura e/o i sistemi complessi, e/o possono avere ricadute sugli ecosistemi naturali. Questi effetti possono manifestarsi anche in caso di un evento climatico moderato che però avviene in un contesto alterato da modificazioni graduali o alla concatenazione con altri effetti sinergici o, ancora, alla nascita di nuove vulnerabilità (fisiche, sociali o economiche), che creano effetti climatici secondari, ovvero producono impatti indiretti⁶⁸.

3.2.2. Metodologia e fonte dei dati

Per l'individuazione dei principali impatti che interessano il Comune di Trieste, cercando di assumere un approccio il più trasversale possibile e con l'intento di definire tutti i settori socioeconomici e ambientali potenzialmente affetti e investigare tutti i possibili impatti e/o potenziali impatti per il territorio preso in esame, questo documento si affida – come punto di partenza – alla lista completa di impatti ritrovata nel PNACC. La lista che viene messa a disposizione dal PNACC rappresenta una sintesi molto esaustiva di tutti i possibili impatti ritenuti rilevanti per il territorio nazionale italiano ed è stata frutto di uno studio molto approfondito e basato sull'analisi della letteratura aggiornata e disponibile, sui risultati di proiezioni climatiche (sia quelle terrestri che quelle marine) e, in alcuni casi, sul calcolo di indicatori aggiuntivi e simulazioni modellistiche di maggior dettaglio. Questa lista che presenta un centinaio di impatti viene classificata nei seguenti 17 distinti settori socioeconomici ed ambientali: i) risorse idriche; ii) ecosistemi marini; iii) ecosistemi di acque di transizione; iv) zone costiere; v) dissesto geologico, idrologico e idraulico; vi) desertificazione, degrado del territorio e siccità; vii) ecosistemi terrestri; viii) foreste; ix) agricoltura e produzione alimentare; x) pesca marittima; xi) acquacoltura; xii) turismo; xiii) insediamenti urbani; infrastruttura critica (trasporti); xiv) infrastruttura critica (industrie e infrastrutture pericolose); xv) infrastruttura critica (patrimonio culturale); xvi) energia; xvii) salute⁶⁹.

Inoltre, siccome in certi casi gli impatti presentati dal PNACC sono stati ritenuti di natura ambigua, questo documento presenta un ulteriore livello di approfondimento in base allo studio degli impatti ritrovati in SNPA, 2018. Questo documento, infatti, cerca di dare un ulteriore livello di specificità agli impatti presentati dal PNACC e offre una serie di indicatori di impatto. Ricordiamo, infatti, che l'evoluzione nel tempo delle grandezze climatiche e degli effetti del loro cambiamento può essere rappresentata efficacemente attraverso l'uso di indicatori. Un indicatore rappresenta infatti lo stato e/o il trend di certe condizioni (i.e. ambientali, sociali, economiche) su una determinata area ed in uno specifico periodo di tempo. Si è quindi ritenuto importante dare più specificità agli impatti per permettere un criterio di selezione il meno ambiguo possibile nelle future fasi di analisi. Infine, sempre da SNPA, 2018 sono stati rinvenuti i criteri chiave per la valutazione della pericolosità degli impatti. Questi criteri sono stati utilizzati nelle fasi successive di analisi per la definizione del grado di pericolosità di ogni singolo impatto.

Di fronte alla necessità di individuare gli impatti più rilevanti per il territorio comunale di Trieste e partendo dalle fonti ed informazioni citate sopra, si è pensato di procedere attraverso la creazione di una serie di

⁶⁸ Introduzione agli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici, SNPA, 2018

⁶⁹ Questa classificazione verrà successivamente ripresa e modificata per soddisfare la classificazione secondo il Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima

questionari divisi per settore contenenti la lista specifica di impatti e, associati dove possibile, ad indicatori di impatto e a criteri di valutazione della loro pericolosità. Questa serie di questionari, prodotti con il software EU Survey, è stata sottoposta a consultazione ad esperti settoriali, professori universitari, ricercatori o responsabili con minimo dieci anni di esperienza nell'ambito. È stato loro chiesto di selezionare, per il territorio comunale di Trieste, gli impatti più rilevanti, la sorgente di pericolo che li causa ed il loro livello di pericolosità. In Figura 3.3, viene fornito un esempio di questionario per il settore della salute. Per ogni impatto selezionato dall'esperto, seguivano una serie di tabelle contenenti i criteri per la definizione del grado di pericolosità dell'impatto e le sorgenti di pericolo che lo causano (Figura 3.3). Inoltre, si dava all'esperto la possibilità di fornire un esempio specifico dell'impatto, proporre degli indicatori di monitoraggio e/o suggerire eventuali misure di adattamento.

Il questionario serve a raccogliere l'opinione di esperti del settore della salute in merito a potenziali impatti e alle vulnerabilità che derivano da cambiamenti climatici e da eventi estremi ad essi correlati che potrebbero verificarsi sul territorio comunale di Trieste. Il questionario è strutturato in due parti: la prima parte serve a valutare il numero e l'entità degli impatti. La seconda parte mira a definire gli indicatori di sensitività, ovvero della propensione a subire effetti negativi in caso di evento, e della capacità di adattamento, ovvero della capacità di reagire in caso di evento.

* Quale è il suo ruolo/esperienza all'interno del settore sanitario?

* Dalla lista che segue, indichi gli impatti sul settore della salute che sono, secondo lei, i più rilevanti per il territorio comunale di Trieste. Se necessario, aggiunga in "Altro" gli impatti più rilevanti che non sono riportati nella lista. Successivamente e solamente per gli impatti selezionati, si apriranno delle tabelle che permetteranno di determinare la pericolosità dell'evento climatico ad esso associato (si prega di non compilare gli impatti non rilevanti per il territorio triestino e gli eventi climatici che non hanno ovvia associazione all'evento).

- Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi
- Aumento dei costi dei ricoveri attribuibili a eventi climatici estremi
- Aumento della mortalità per esposizione a eventi climatici estremi
- Aumento della mortalità per cause specifiche ma in relazione con eventi climatici estremi
- Variazione della quantità e della distribuzione temporale dei pollini allergenici
- Aumento dell'incidenza di allergopatie polliniche (incidenza di nuovi casi/diagnosi per anno)
- Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche (ricoveri/accessi a strutture sanitarie per riacutizzazione sintomatologia asmatico-allergica)
- Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore (numero di segnalazioni di malattie trasmesse da vettori animali)
- Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'aumento di numero di specie-vettori (numero di segnalazioni di malattie trasmesse da vettori animali)
- Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie-vettori (numero di segnalazioni di malattie trasmesse da vettori animali)
- Altro (1)
- Altro (2)
- Altro (3)

Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi

Relazione causa-effetto

	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Non definita (Non ci sono elementi sufficienti per stabilire il grado di correlazione tra causa ed effetto)	<input type="checkbox"/>								
Bassa (Pur essendo innescato o accelerato da forzanti climatiche, si ritiene che il fenomeno possa risultare da una combinazione complessa di più fattori ambientali, sociali, economici, culturali, ecc. in assenza di una dimostrata relazione certa tra causa ed effetto)	<input type="checkbox"/>								
Alta (Si ritiene che la relazione cambiamento climatico-impatto sia scientificamente accertata, inconfutabile e talmente forte che specifici cambiamenti climatici vengono riflessi nel relativo impatto)	<input type="checkbox"/>								

Intensità di impatto

	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Non definita (Non ci sono elementi sufficienti per valutare/prevedere l'intensità dell'impatto)	<input type="checkbox"/>								
Bassa (Si ritiene che l'impatto non produca/non produrrà rilevanti conseguenze, ma danni limitati)	<input type="checkbox"/>								
Alta (Si ritiene che l'impatto possa/potrà essere molto intenso con conseguenze rilevanti in termini di danno economico o di numero di persone decedute/ferite o di specie estinte o di risorse perse)	<input type="checkbox"/>								

Orizzonte temporale

	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Non definita (Non ci sono elementi sufficienti per valutare l'orizzonte temporale dell'impatto)	<input type="checkbox"/>								
Lungo termine (Secondo le fonti più autorevoli nazionali l'impatto si verificherà sul lungo termine, da qui a fine secolo)	<input type="checkbox"/>								
Breve termine (Secondo le fonti più autorevoli nazionali l'impatto è già in corso o è previsto nel breve termine)	<input type="checkbox"/>								

Velocità di accadimento

	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Non definita (Non ci sono elementi sufficienti per valutare il tasso di accadimento dell'impatto)	<input type="checkbox"/>								
Graduale (Si ritiene che l'impatto avvenga/possa avvenire gradualmente)	<input type="checkbox"/>								
Improvvisa (Si ritiene che l'impatto avvenga/possa avvenire in maniera improvvisa, limitando la capacità di adattamento sia dei sistemi umani che di quelli naturali)	<input type="checkbox"/>								

Tasso di reversibilità

	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Non definita (Non ci sono elementi sufficienti per valutare il tasso di reversibilità dell'impatto)	<input type="checkbox"/>								
Alto (Si ritiene che l'impatto sia/possa essere transitorio e reversibile, possa regredire nel tempo sia spontaneamente che a seguito di apposite misure di adattamento)	<input type="checkbox"/>								
Basso (Si ritiene che l'impatto sia/possa essere persistente e soprattutto irreversibile, richiedendo massima priorità)	<input type="checkbox"/>								

Probabilità di accadimento

	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Non definita (Non ci sono elementi sufficienti per affermare con quale probabilità l'impatto potrà accadere)	<input type="checkbox"/>								
Bassa (Secondo le fonti più autorevoli nazionali la probabilità che l'impatto accada è medio-bassa)	<input type="checkbox"/>								
Alta (Secondo le fonti più autorevoli nazionali l'impatto si verificherà con elevata probabilità)	<input type="checkbox"/>								

Potrebbe fare degli esempi o approfondire l'impatto? Desidera fare ulteriori considerazioni?

Potrebbe suggerire uno o più indicatori di monitoraggio dell'impatto?

Potrebbe suggerire delle misure di contenimento o di aumento della resilienza all'impatto? Potrebbero derivare anche delle opportunità?

Figura 3.3. Questionario utilizzato per l'individuazione degli impatti e per la valutazione della loro pericolosità (settore energia).

3.2.3. Riepilogo degli impatti individuati e valutazione della loro pericolosità

Per il calcolo del grado di pericolosità dell’impatto rilevato è stato assegnato un valore numerico alle componenti delle tabelle in Figura 3.3 in base ai vari criteri di pericolosità posizionati nelle tabelle in ordine crescente di pericolosità (Tabella 3.1). In seguito, secondo l’equazione in (2), si è proceduto a calcolare il grado di pericolosità finale dell’impatto in base alla sorgente di pericolo (per esperto). La media dei valori di grado di pericolosità finale di più esperti rappresenterà il grado di pericolosità complessivo di uno specifico impatto secondo l’equazione in (3). Questo ultimo valore sarà rappresentativo della componente “Impatti e/o potenziali impatti per settore”, ovvero della prima componente del diagramma di flusso del RVA del PAESC di Trieste, presentata all’inizio di questo capitolo (Figura 3.2). Grazie a questa analisi è stato possibile determinare gli impatti più rilevanti, le loro sorgenti di pericolo e la loro pericolosità, che interessano/interesseranno il Comune di Trieste (Tabella 3.2).

Viene successivamente eseguita una somma normalizzata di tutti gli impatti e dei rispettivi valori ottenuti in base alla sorgente di pericolo in base all’equazione in (4). Questa equazione ha permesso di misurare l’impatto complessivo per ognuna delle otto possibili sorgenti di pericolo indicate nel questionario. Al termine di questa analisi, si è proceduto a convertire il valore numerico ottenuto in termini di “Non conosciuto”, “Basso”, “Medio”, “Alto” secondo i criteri ritrovati in Tabella 3.4. Questa ultima operazione ha permesso il completamento della colonna “Impatti” della Tabella “Sorgenti di pericolo” (Tabella 3.3) che viene ritrovata nel foglio di lavoro “Rischi e Vulnerabilità” messa a disposizione dal Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima ai Comuni aderenti. I risultati della Tabella 3.3 sono riportati in Tabella 3.5.

Tabella 3.1. Conversione del grado di pericolosità in valore numerico.

Grado di pericolosità	Valore
Non definito	ND
Basso	0,33
Alto	1,0

$$(2) \quad \text{Grado di pericolosità finale per impatto (per esp)} = \frac{(RCE + II + OT + VA + TR + PA)}{6}$$

$$(3) \quad \text{Grado di pericolosità complessivo per impatto} = \frac{esp I + esp II + \dots + esp n}{n}$$

Tabella 3.2. Riepilogo degli impatti e valutazione del grado di pericolosità complessivo per sorgente di pericolo e settore.

Lista impatti per settore/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acque di transizione								
Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione		0,90				0,90	0,90	
Agricoltura								
Variazione della produttività agricola		1,00		0,81				1,00
Desertificazione, degrado del territorio e siccità								
Perdita/erosione del suolo agricolo			0,90			0,90	0,90	1,00
Ecosistemi marini								
Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini	0,89	0,89				0,89		
Alterazione delle reti trofiche marine		0,89		0,78		0,89	0,81	
Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine		0,95				0,81		
Modifica della fisiologia degli organismi marini		0,89						
Tropicalizzazione e/o meridionalizzazione dei mari		0,78						
Ecosistemi terrestri								
Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,90		0,62	0,71		0,90	
Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie		0,90			0,67		0,90	
Energia								
Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie		0,81		0,62				
Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,71	0,43	0,52				0,43
Foreste								
Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali		0,81					0,81	
Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,81			0,81		0,81	0,81
Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste		0,81			0,55		0,81	
Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)								
Aumento di danni a edifici	0,71					0,90		0,90
Aumento di danni alla rete fognaria	0,71					0,71		
Aumento di danni alla rete idrica	0,52		0,43				0,52	
Infrastruttura e sistemi (trasporti)								
Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali	0,62			0,71				0,81
Aumento di danni alle infrastrutture stradali	0,62		0,81			0,71		
Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato	0,62	0,81	0,71	0,71		0,81		0,81
Aumento di disagi per la navigazione marittima e di accesso alle infrastrutture portuali								0,81
Patrimonio culturale								
Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico		0,62					0,62	
Decosione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali	0,71	0,71		0,71		0,71		0,71
Risorse idriche								
Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico		0,81				1,00	0,90	
Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola		1,00					1,00	
Salute								
Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie vettori		0,81						
Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi		0,89		0,78				
Disagi per operatori che lavorano all'esterno		0,71		0,62		0,71		
Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche		1,00					1,00	1,00

$$(4) \quad \text{Impatto complessivo per sdp} = \frac{[\sum(\text{impatti sdp } x) - \sum(\text{impatti sdp } \text{min})]}{[\sum(\text{impatti sdp } \text{max}) - \sum(\text{impatti sdp } \text{min})]}$$

Tabella 3.3. Esempio della Tabella “Sorgenti di pericolo” ritrovata nel foglio “Rischi e vulnerabilità” messa a disposizione dal Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima ai Comuni aderenti l’iniziativa.

Table 1) Climate hazards					
Climate hazards	<< Current risk of hazard occurring >>		<< Future hazards >>		
	Probability of hazard	Impact of hazard	Expected change in hazard intensity	Expected change in hazard frequency	Timeframe(s)
(Q) Step 1) Check the boxes for the climate hazards that are applicable to your local authority >>> Step 2) Fill in all green fields for the selected hazards by choosing (i.e. copying and pasting) option(s) in row# 14 >>> Step 3) Optionally, fill in information for the relevant sub-hazards (do not fill anything for sub-hazards that are not relevant).					
	Single choice:	Single choice:	Single choice:	Single choice:	Multiple choice:
	Low Moderate High Not known	Low Moderate High Not known	Increase Decrease No change Not known	Increase Decrease No change Not known	Short-term Mid-term Long-term Not known
Extreme heat	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Extreme cold	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Heavy precipitation	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]

Tabella 3.4. Criterio per la conversione dei valori ottenuti in “Basso”, “Medio”, “Alto”, e “Non conosciuto”.

Grado di pericolosità	Valore impatto	
	min	max
Non conosciuto	ND	
Basso	0	0,33
Medio	0,34	0,66
Alto	0,67	1

Tabella 3.5. Risultati della colonna degli Impatti ritrovata nel foglio “Rischi e vulnerabilità” messa a disposizione dal Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima ai Comuni aderenti l’iniziativa.

Climate hazards	<< Current risk of hazard occurring >>		<< Future hazards >>		
	Probability of hazard	Impact of hazard	Expected change in hazard intensity	Expected change in hazard frequency	Timeframe(s)
Extreme heat	[Please choose]	High	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Extreme cold	[Please choose]	Moderate	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Heavy precipitation	[Please choose]	Moderate	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Floods & sea level rise	[Please choose]	Low	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Droughts & water scarcity	[Please choose]	Moderate	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Storms (extreme winds)	[Please choose]	Moderate	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Mass movement	[Please choose]	Low	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]
Wild fires	[Please choose]	Low	[Please choose]	[Please choose]	[Please choose]

3.3. Studio delle sorgenti di pericolo

3.3.1. Metodologia generale e riepilogo dello studio delle sorgenti di pericolo

Le sorgenti di pericolo individuate nella sezione precedente sono state studiate attraverso lo sviluppo di metodologie riepilogate di seguito. Brevemente, per le sorgenti di pericolo delle quali si disponeva di lunghe serie temporali oppure di proiezioni da modelli e scenari multipli, la procedura è stata di tipo statistico, ovvero attraverso l'analisi di indici climatici ritrovati in letteratura. Per le sorgenti di pericolo per le quali non erano a disposizione set di dati soddisfacenti sono state eseguite delle analisi a seconda degli studi, evidenze o strumenti di supporto ritrovati in letteratura. In entrambi i casi, le analisi hanno permesso di misurare la frequenza attuale della sorgente di pericolo in termini di "Basso", "Medio", "Alto", "Non conosciuto", il cambiamento atteso della sorgente di pericolo nel futuro di frequenza ed intensità in termini di "Diminuzione", "Senza cambiamento", "Aumento", "Non conosciuto" e l'arco temporale del cambiamento atteso in termini di "Lungo termine", "Medio termine", "Breve termine", proprio come richiesto dalla Tabella "Sorgenti di pericolo" del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima (Tabella 3.3). Per la compilazione della tabella e per le future analisi, come scenario di riferimento è stato adottato lo scenario RCP8.5. I risultati sono riportati nella Tabella 3.7.

Infine, per calcolare la seconda componente del diagramma di flusso "Sorgente di Pericolo" (Figura 3.2) si è proceduto alla conversione dei risultati secondo il criterio riportato in Tabella 3.6 ed alla loro aggregazione secondo l'equazione riportata in (5). I risultati sono riepilogati in Tabella 3.8.

$$(5) \quad \text{Sorgente di pericolo (sdp)} = \frac{\text{freq attuale} + \text{freq futura} + \text{int futura} + \text{arco temporale}}{4}$$

Tabella 3.6. Criteri per la conversione della "Frequenza attuale, frequenza ed intensità futura, e arco temporale" del fenomeno climatico in valori numerici.

Frequenza attuale, frequenza ed intensità futura, e arco temporale	Valore
Non conosciuto	ND
Basso/Diminuzione/Lungo termine	0,33
Medio/Senza cambiamento/Medio termine	0,66
Alto/Aumento/Breve termine	1,0

Tabella 3.7. Risultati delle colonne "Probabilità di evento, Cambiamento atteso di intensità e frequenza, e Arco temporale" ritrovate nella tabella "Sorgenti di pericolo" del foglio "Rischi e vulnerabilità" messe a disposizione dal Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima ai Comuni aderenti l'iniziativa.

Table 1) Climate hazards					
Climate hazards	<< Current risk of hazard occurring >>		<< Future hazards >>		
	Probability of hazard	Impact of hazard	Expected change in hazard intensity	Expected change in hazard frequency	Timeframe(s)
Extreme heat	High	High	Increase	Increase	Short-term
Extreme cold	Low	Moderate	Not known	No change	Long-term
Heavy precipitation	Moderate	Moderate	Increase	No change	Long-term
Floods & sea level rise	Low	Low	Increase	Increase	Mid-term
Droughts & water scarcity	High	Moderate	Increase	No change	Long-term
Storms (extreme winds)	High	Moderate	Not known	Not known	Not known
Mass movement	Moderate	Low	Increase	Increase	Mid-term
Wild fires	Moderate	Low	Increase	Increase	Mid-term

Tabella 3.8. Riepilogo dei valori ottenuti della competente “Sorgente di Pericolo” per il diagramma di flusso della RVA.

Pericolo climatico	Rischio attuale	Rischio futuro			Totale
	Frequenza attuale	Cambiamento in intensità	Cambiamento in frequenza	Arco temporale	
Caldo estremo	1	1	1	1	1,00
Freddo estremo	0,33	ND	0,66	0,33	0,44
Precipitazioni estreme	0,66	1	0,66	0,33	0,66
Siccità	1	1	0,66	0,33	0,75
Allagamenti e acque alte	0,33	1	1	0,66	0,75
Vento estremo	1	ND	ND	ND	1,00
Frane	0,66	1	1	0,66	0,83
Incendi boschivi	0,66	1	1	0,66	0,83
Radiazione solare estrema	ND	ND	ND	ND	ND

3.3.2. Caldo e freddo estremo

3.3.2.1. Selezione ed elaborazione dei dati

Il presente metodo descrive le procedure per la determinazione dei livelli di rischio legati alla possibile modifica delle temperature nelle località di interesse. Il metodo si basa sui seguenti dati climatici disponibili:

1. Misure da stazioni metereologiche;
2. Modelli ARPA per coordinate prossime alle stazioni meteorologiche;
3. Modifica con *quantile correction* dei dati ottenuti da modelli ARPA per le stazioni metereologiche.

Per Trieste sono stati utilizzati i dati dalla stazione del molo Fratelli Bandiera e dalla stazione di Sgonico forniti da ARPA. I dati utilizzati coprono il periodo dal 1995 al 2019 e sono stati separati in due periodi denominati storici dal 1995 al 2005 e di controllo dal 2006 al 2019. I dati, ottenuti su base oraria, riguardano temperatura, umidità relativa, radiazione globale, pressione atmosferica, precipitazione. Per l'analisi attuale i dati sono quelli di temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica.

I confronti con i dati dei modelli sono a base giornaliera, pertanto partendo dai dati orari sono stati ricavati i valori di temperatura massima, minima, e media, mentre per gli altri sono stati ricavati solo i valori medi.

I dati ottenuti da ARPA FVG e scaricabili in formato *Netcdf* forniscono, su base giornaliera, i dati di:

- Temperatura massima '*tasmax*';
- Temperatura minima '*tasmin*';
- Temperatura media '*tas*';
- Umidità specifica media '*huss*';
- Pressione media '*ps*'.

I dati sono disponibili su un grigliato predeterminato, nel caso della stazione metereologica del molo Bandiera la posizione più vicina ha coordinate 45,65 N 13,7 W. I dati sono stati resi disponibili per diversi modelli, in particolare:

1. HadGEM2-ES_RACMO22E;
2. MPI-ESM-LR_REMO2009;
3. EC-EARTH_CCLM4-8-17;
4. EC-EARTH_RACMO22E;
5. EC-EARTH_RCA4.

Per ciascun modello sono presenti tre scenari di previsione: RCP 8.5, RCP 4.5, RCP 2.6 e uno scenario storico: *historical*. Lo scenario *historical* comprende dati dal 1971 al 2005, mentre quelli di previsione vanno dal 2006 al 2100.

Per il trattamento dei dati, quelli appartenenti allo scenario *historical* sono stati separati in due parti: il primo dal 1994 al 2005 viene utilizzato come raffronto con i dati misurati, quello previsionale dal 2006 al 2019 è utilizzato per la verifica e la correzione dei dati stessi.

Il confronto con i dati misurati per il periodo in comune ha rivelato delle notevoli discrepanze, in particolar modo per quanto riguarda la temperatura minima e media. Il confronto è stato effettuato comparando i valori medi mensili per ciascun mese separatamente e considerando un mese medio ottenuto mediando i dati dei singoli mesi per tutti gli anni compresi nella serie di dati.

In particolare, sono stati definiti un errore mensile ed un errore E_{RMS} per tutte le serie di dati. L'errore mensile rappresenta la differenza tra la media mensile di una variabile generica ricavata dalle misure $var_{mis,m,a}$ di una stazione ed il valore ottenuto utilizzando i modelli di calcolo $var_{mod,m,a}$ si è così individuato un errore medio mensile per tutti i mesi della serie di dati secondo l'equazione in (6). L'errore medio mensile può essere rappresentato con un diagramma box-plot come rappresentato in Figura 3.4.

$$(6) \quad E_{m,a} = var_{mis,m,a} - var_{mod,m,a}$$

Dai dati forniti è stato possibile calcolare anche l'errore quadratico medio mensile $E_{RMS,m}$ definito in (7):

$$(7) \quad E_{RMS,var,m} = \sqrt{\sum_{a=1}^{n_a} \frac{(var_{mis,m,a} - var_{mod,m,a})^2}{n_a}}$$

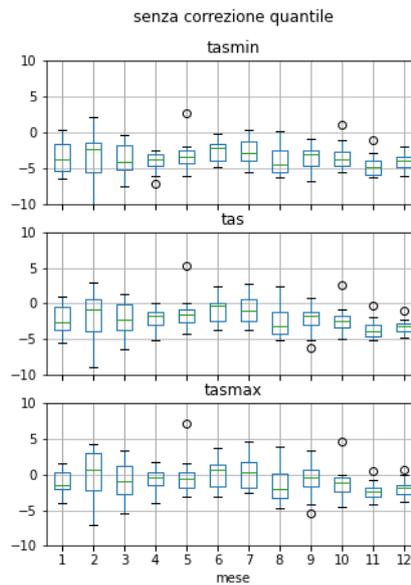


Figura 3.4. Distribuzione dell'errore medio mensile utilizzando modelli ARPA.

Oltre all'errore quadratico medio per ciascun mese della serie di dati è possibile calcolare anche un errore quadratico medio E_{RMS} relativo a tutti i dati disponibili come riportato in (8):

$$(8) \quad E_{RMS} = \sqrt{\sum_{m=1}^{n_m} \sum_{a=1}^{n_a} \frac{(var_{mis,m,a} - var_{mod,m,a})^2}{n_m \cdot n_a}}$$

La differenza tra modelli e misure è ricavabile anche dal confronto dei valori medi mensili calcolati utilizzando tutti gli anni compresi nei dati sia per le misure che per il modello. Il valore medio mensile è calcolato come (9):

$$(9) \quad var_m = \frac{1}{n_a} \sum_{a=1}^{n_a} var_{m,a}$$

È pertanto rappresentabile la differenza tra modelli e misure tra i valori medi per ciascun mese e le misure effettuate. In Figura 3.5 è rappresentato l'andamento della media mensile delle temperature nel periodo di controllo, dove si può notare il notevole scostamento delle variabili 'tasmin' e 'tas', buona appare invece la previsione per la variabile 'tasmax'.

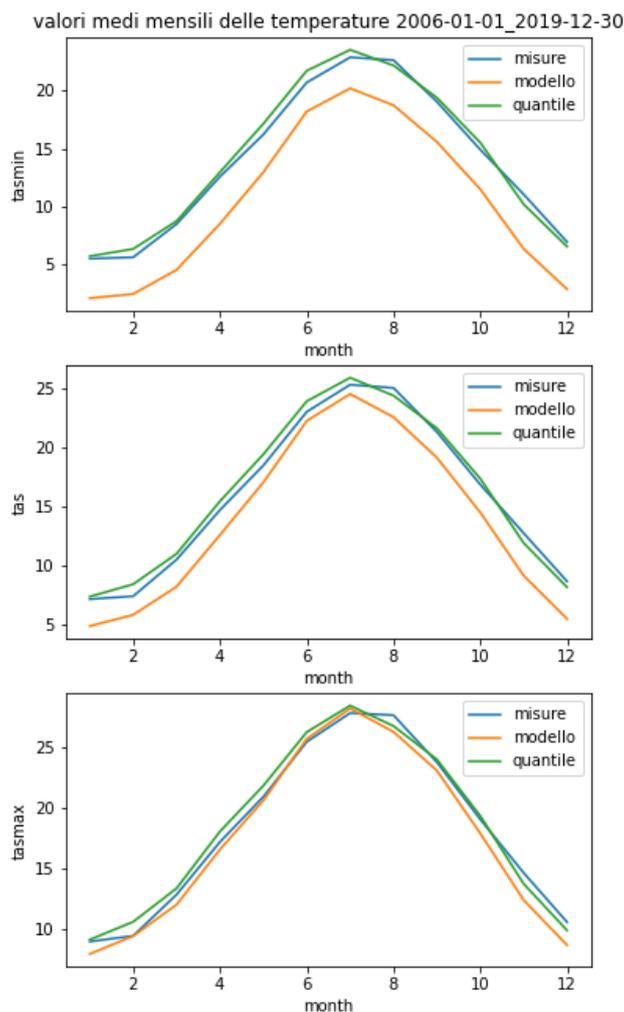


Figura 3.5. Andamento della media mensile della temperatura.

Un metodo utilizzato in letteratura per ridurre gli errori tra quantità simulata e misurata, utilizzato anche per correggere le previsioni dovute ad una diversa posizione tra griglia e centralina di raccolta dati, è il metodo del *quantile correction*⁷⁰, per il quale si vanno a correggere i risultati ottenuti dai modelli in modo tale che corrispondano ai quantili ottenuti dalle misure. Il processo consente di ottenere una più aderente previsione dei modelli ai dati locali delle stazioni metereologiche. La Figura 3.5 ad esempio consente di verificare il miglioramento dei risultati ottenibili utilizzando il suddetto metodo. Il metodo consta in due parti, una prima parte di “addestramento” dei dati ed una parte di “aggiustamento”. La parte di addestramento dei modelli viene effettuata utilizzando i dati del periodo storico e quindi nel periodo 1994-2005, mentre la verifica dei risultati viene effettuata nel periodo di controllo compreso negli anni 2006-2019. In realtà la fase di correzione dovrebbe essere effettuata su un periodo più lungo, ma è legata alla disponibilità dei dati raccolti dalle stazioni metereologiche.

Il metodo cerca di riproporre la stessa distribuzione statistica dei dati ottenuti dai modelli con quelli ottenuti dalle misure, assegnando ai dati lo stesso valore del quantile. L’effetto del modello può essere apprezzato utilizzando il così detto diagramma quantile-quantile, ove un punto dell’asse rappresenta la temperatura misurata, asse ascisse, e quella ottenuta dai modelli, asse ordinate, aventi lo stesso quantile.

⁷⁰ H. Hoffmann et al., 2012, B. Thrasher et al., 2012, P. Grenier et al., 2018

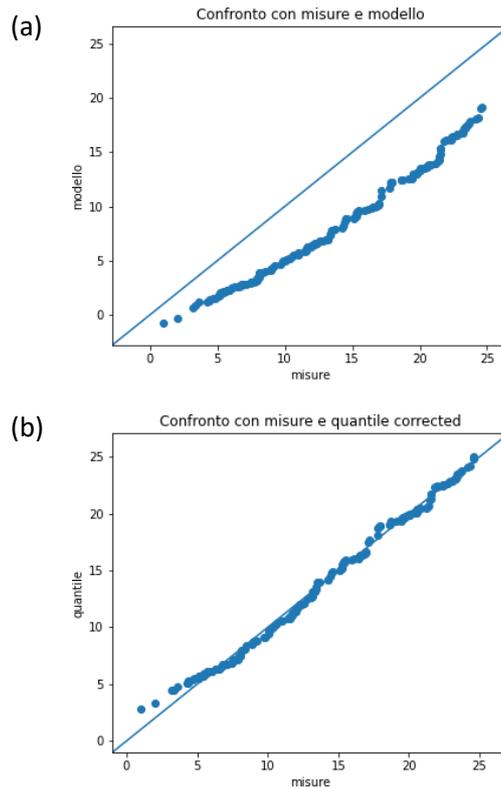


Figura 3.6. Quantile-quantile plot della 'tasmin', modello originale (a) e modello corretto (b).

L'analisi della Figura 3.6 consente di vedere come i dati del modello forniscano temperature minori rispetto a quelle delle misure. Con la correzione invece, rappresentata in Figura 3.6, si può notare come si abbia un andamento delle temperature più prossimo a quello delle misure. L'effetto si può apprezzare dall'analisi della Figura 3.5 ove il modello corretto, indicato come *quantile*, risulta molto più aderente all'andamento delle misure. L'effetto della correzione è apprezzabile anche utilizzando l'equazione in (7) e confrontando l'errore quadratico medio mensile come riportato in Figura 3.7, dove si può notare come diminuisca sensibilmente l'errore, soprattutto per le temperature minima e media.

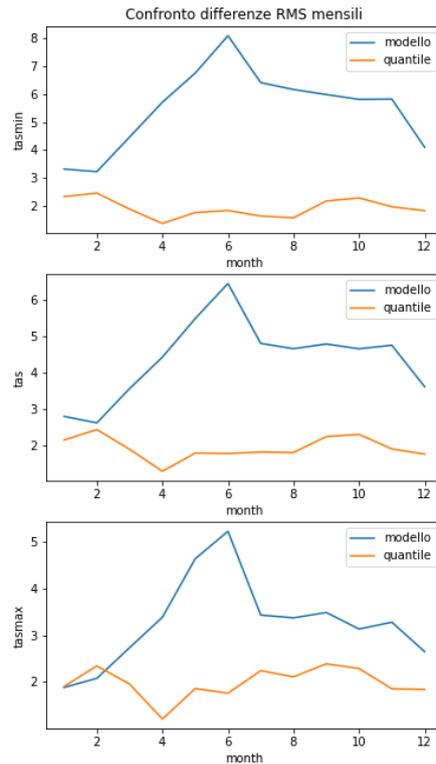


Figura 3.7. Errore quadratico medio mensile della temperatura.

3.3.2.2. Definizioni e analisi

Definizione di ondata di calore - Non esiste una definizione univoca delle ondate di calore in letteratura, diversi sono i lavori presenti con definizioni differenti. In questo lavoro si fa riferimento alle definizioni date da ⁷¹.

Frequenza delle ondate di calore - Numero di ondate di calore in un dato periodo; l'ondata di calore è definita come un evento dove la minima e la massima temperatura giornaliera superano una data soglia per un numero consecutivo di giorni. Il parametro è indicato come *hw_freq* in Figura 3.8.

Indice delle ondate di calore - Numero di giorni che sono parte di un'ondata di calore, definita come situazione in cui per un numero consecutivo di giorni le temperature massime risultano superiori ad un valore limite. Il parametro è indicato come *hw_index* in Figura 3.8.

Massima lunghezza di un'ondata di calore - Massima lunghezza di un'ondata di calore in un certo periodo, l'ondata di calore è definita come un evento dove la minima e la massima temperatura giornaliera superano una data soglia per un numero consecutivo di giorni. Il parametro è indicato come *hw_max_len* in Figura 3.8.

Lunghezza totale delle ondate di calore - È il numero totale di giorni compresi in un'ondata di calore, definita come un evento dove la minima e la massima temperatura giornaliera superano una data soglia per un numero consecutivo di giorni. Il parametro è indicato come *hw_total_len* in Figura 3.8.

Nel presente lavoro sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- Temperatura minima: 22 °C
- Temperatura massima: 30 °C

⁷¹ Casati et al., 2013, Robinson et al., 2001

- Numero di giorni consecutivi: 3

Chiaramente dati diversi possono essere ottenuti utilizzando diversi valori delle soglie e/o lunghezza del fenomeno. La Figura 3.8 riporta l'andamento delle ondate di calore, come definite precedentemente utilizzando i dati climatici raccolti dalla stazione di Trieste Bandiera. È apprezzabile immediatamente l'evento di caldo intenso del 2003 ed uno di entità leggermente minore del 2015.

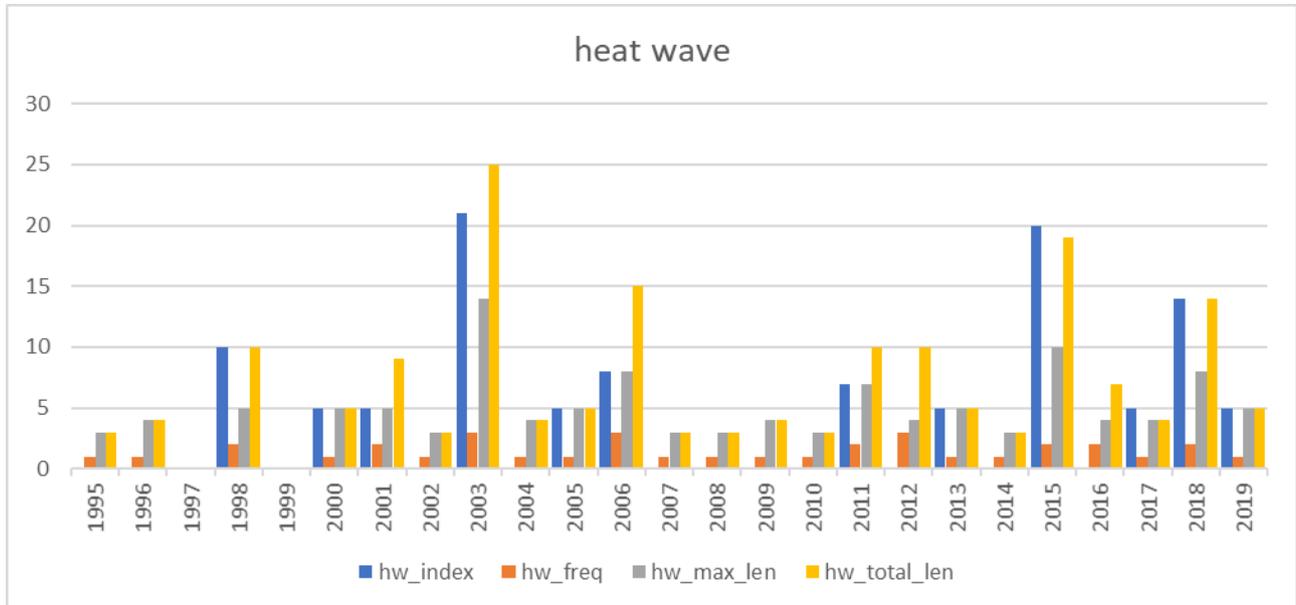


Figura 3.8. Distribuzione delle ondate di calore a Trieste.

Freddo intenso - Accanto all'analisi delle alte temperature è stata condotta anche un'analisi per quanto riguarda le basse temperature, probabilmente di poco interesse per le località al livello del mare, ma che potrebbero divenire importanti per le località poste sull'altipiano carsico. I parametri introdotti in questo caso sono di seguito riportati:

Cold spell - Il numero di giorni che fanno parte di una ondata di freddo intenso (Cold Spell), intesa come una sequenza di giorni consecutivi aventi la temperatura media inferiore ad una soglia predefinita. Il parametro è indicato come *cold_spell* in Figura 3.8.

Frost days - Numero di giorni con temperature minima inferiore a 0°C. Il parametro è indicato come *frost_days* in Figura 3.8.

Massima lunghezza di un'ondata di freddo - massima lunghezza di un'ondata di freddo intenso in un certo periodo. Il parametro è indicato come *max_consecutive_frost_days* in Figura 3.8.

I parametri sono stati calcolati per tutti i dati storici e per tutti i modelli disponibili e sono disponibili sotto forma di fogli di calcolo. La Figura 3.9 riporta l'andamento delle ondate di freddo intenso, come definite precedentemente, utilizzando i dati climatici raccolti dalla stazione di Sgonico. Si può notare come fenomeni di Cold Spells vere e proprie siano stati rilevati solo nel 1996, 2012 e 2018. Più importante è invece la presenza di Frost Days in tutti gli anni analizzati, con valori intorno ai 40 giorni all'anno nella gran parte dei casi. La discordanza tra questi due parametri indica quindi forti escursioni termiche durante la giornata, portando a temperature minime frequentemente sotto i 0 °C ma a temperature medie giornaliere non particolarmente rigide.

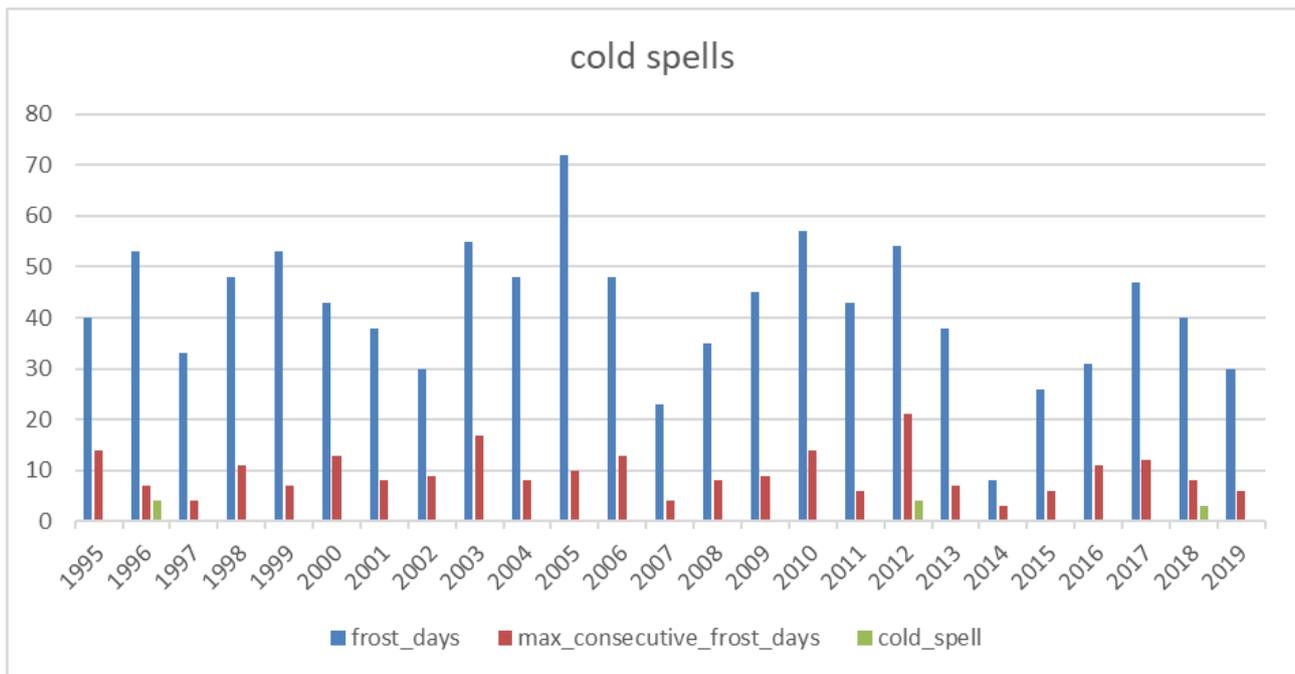


Figura 3.9. Distribuzione delle ondate di freddo intenso a Sgonico.

3.3.2.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità future e dell'arco temporale di variazione

Per la determinazione del livello di frequenza attuale dell'evento sono state seguite le indicazioni proposte nelle linee guida del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima, le quali definiscono i livelli di probabilità come segue:

- **Alto:** estremamente probabile che l'evento accada (possibilità di verificarsi maggiore del 5%);
- **Moderato:** probabile che l'evento accada (possibilità di verificarsi tra lo 0.5% e il 5%);
- **Basso:** improbabile che l'evento accada (possibilità di verificarsi tra lo 0.05% e lo 0.5%);
- **Non conosciuto:** la città non ha sperimentato o osservato rischi climatici in passato o non ha modo di riportare accuratamente queste informazioni sulla base di prove o dati.

Al fine di ottenere un valore da comparare con i limiti definiti nelle linee guida sono stati rapportati i giorni inclusi nelle ondate di calore rispetto ai giorni totali inclusi nei mesi estivi (92 giorni nei mesi di giugno, luglio, agosto). Riferendosi ai dati rilevati a Trieste dal 1995 al 2019 (25 anni) sono stati rilevati 173 giorni inclusi nelle ondate di calore su $92 \cdot 25 = 2300$ giorni estivi totali. Si è quindi ottenuta una percentuale di occorrenza del 7.52%, superiore quindi al limite di probabilità del 5%; quindi il grado di probabilità dell'evento attuale è **Alto**.

Allo stesso modo è stata definita la percentuale di occorrenza delle ondate di freddo; non essendo stati rilevati giorni facenti parte di ondate di freddo nel periodo 1995-2019, la probabilità di occorrenza è 0%. Di conseguenza il grado di probabilità dell'evento attuale è **Basso**.

Per la valutazione del rischio futuro di occorrenza del pericolo di ondate di calore e di freddo vengono utilizzati tre parametri:

- Cambiamento atteso in frequenza;
- Cambiamento atteso in intensità;
- Arco temporale.

Per quanto riguarda i primi due parametri le linee guida del Covenant of Mayors prevedono la scelta tra le opzioni: **Aumento**, **Diminuzione**, **Senza Cambiamento** e **Non conosciuto**. Tuttavia, non sono riportate indicazioni su come operare la scelta tra le opzioni proposte. Per quanto riguarda il periodo temporale in cui i cambiamenti sono previsti, le linee guida definiscono tre periodi:

- **Breve termine**: entro 20-30 anni da oggi;
- **Medio termine**: oltre il 2050;
- **Lungo termine**: entro il 2100.

Al fine di determinare l'evoluzione futura delle ondate di calore e di freddo è stato utilizzato il Modified Mann-Kendall Trend Test (MMKT) nella versione proposta da Hamed et al. derivante dalla modifica del Mann-Kendall Test originale. Il Modified Mann-Kendall è un test non parametrico utilizzato per analizzare dati rilevati nel tempo e che presentano trend costantemente monotoni della variabile analizzata.

Tale test è stato quindi prima di tutto condotto sulla frequenza degli eventi estremi, definita in precedenza come il totale dei giorni inclusi negli eventi estremi di caldo (freddo) rapportati ai giorni totali dei mesi estivi (invernali). L'evoluzione della frequenza è stata studiata in relazione ai 5 modelli definiti precedentemente per ogni scenario RCP (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) per i periodi 2020-2045, 2046-2070 e 2071-2100, rappresentativi del Breve, Medio e Lungo termine rispettivamente. Oltre all'identificazione del trend è stato calcolato anche l'indice di Theil-Sen (T.S.), rappresentativo della variazione di magnitudine dell'evento analizzato. Sono stati considerati significativi i risultati del test aventi valore di significatività statistica p minore di 0.05.

Per quanto riguarda le ondate di calore il test ha rilevato variazioni statisticamente significative già nel periodo 2020-2045 per tutti i casi tranne che per il modello EC-EARTH_RACMO22E nello scenario RCP4.5 (avente $p = 0.095$). Come riportato in Tabella 3.9 tutti i casi tranne quest'ultimo mostrano un incremento della frequenza degli eventi come deducibile anche dai valori dell'indicatore di Theil-Sen. Di conseguenza per le ondate di calore la scelta per la variazione attesa di frequenza ed intensità è l'opzione **Aumento**, mentre per l'arco temporale la scelta ricade su **Breve termine**. Per quanto riguarda invece le ondate di freddo il test non ha rilevato alcuna variazione statisticamente significativa per la frequenza dei fenomeni in nessuno dei periodi analizzati. Ciò è dovuto agli eventi estremamente rari rilevati per questo fenomeno: addirittura nessuno nella situazione attuale e nessuno o estremamente rari per tutte le possibili proiezioni future. A titolo di esempio, tra tutti i casi futuri il massimo numero rilevato di giorni facenti parte di ondate di freddo dal 2020 al 2100 è pari a 26 nel caso dato dal modello EC-EARTH_RACMO22E nello scenario RCP2.6. Risulta evidente come un numero così ridotto non possa essere considerato una variazione significativa rispetto alla situazione attuale; poiché tutti gli altri casi presentano numeri inferiori a questo risulta evidente come in nessuna situazione si abbiano variazioni significative. Di conseguenza per le ondate di freddo la scelta per la variazione di frequenza è l'opzione **Senza cambiamento**, mentre per l'arco temporale la scelta ricade su **Lungo termine**. In Tabella 3.10 sono riportati i risultati del MMKT per la frequenza delle ondate di freddo.

Successivamente il MMKT è stato applicato anche all'andamento dell'intensità degli eventi, definita come la massima durata del singolo evento estremo rilevata in ogni stagione. Questo passaggio è stato applicato solo alle ondate di calore poiché le ondate di freddo non presentano alcuna variazione significativa in termini di frequenza rispetto alla situazione attuale caratterizzata da fenomeni nulli; di conseguenza le opzioni scelte per la variazione di frequenza possono essere applicate anche alla variazione di intensità. I risultati del MMKT per le ondate di calore denotano un incremento dell'intensità dei fenomeni già nel periodo 2020-2045 per quasi tutti gli scenari climatici e i modelli analizzati, come riportato in Tabella 3.11. Come conseguenza di tali analisi la scelta per la variazione di intensità delle ondate di calore è l'opzione **Aumento**, mentre per l'arco temporale la scelta ricade su **Breve termine**.

Tabella 3.9. Risultati del MMKT per la frequenza delle ondate di calore nel periodo 2020-2045.

Modello/Scenario	RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
	Trend	T.S.	Trend	T.S.	Trend	T.S.
HadGEM2-ES_RACMO22E	Increase	0.18	Increase	0.18	Increase	0.18
MPI-ESM-LR_REMO2009	Increase	0.32	Increase	0.57	Increase	0.58
EC-EARTH_CCLM4-8-17	Increase	0.18	Increase	0.19	Increase	0.17
EC-EARTH_RACMO22E	Increase	0.17	No Change	0.06	Increase	0.28
EC-EARTH_RCA4	Increase	0.35	Increase	0.26	Increase	0.37

Tabella 3.10. Risultati del MMKT per la frequenza delle ondate di freddo per tutti i periodi analizzati.

Modello/Scenario	RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
	Trend	T.S.	Trend	T.S.	Trend	T.S.
HadGEM2-ES_RACMO22E	No Change	0.00	No Change	0.00	No Change	0.00
MPI-ESM-LR_REMO2009	No Change	0.00	No Change	0.00	No Change	0.00
EC-EARTH_CCLM4-8-17	No Change	0.00	No Change	0.00	No Change	0.00
EC-EARTH_RACMO22E	No Change	0.00	No Change	0.00	No Change	0.00
EC-EARTH_RCA4	No Change	0.00	No Change	0.00	No Change	0.00

Tabella 3.11. Risultati del MMKT per l'intensità delle ondate di calore nel periodo 2020-2045.

Modello/Scenario	RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
	Trend	T.S.	Trend	T.S.	Trend	T.S.
HadGEM2-ES_RACMO22E	Increase	0.09	Increase	0.11	Increase	0.08
MPI-ESM-LR_REMO2009	Increase	0.10	Increase	0.21	Increase	0.20
EC-EARTH_CCLM4-8-17	Increase	0.07	Increase	0.07	Increase	0.05
EC-EARTH_RACMO22E	Increase	0.08	No Change	0.00	Increase	0.12
EC-EARTH_RCA4	Increase	0.16	Increase	0.11	No Change	0.19

3.3.3. Precipitazione estrema

3.3.3.1. Introduzione

Il clima comprende l'insieme delle condizioni meteorologiche presenti in una determinata area geografica in un certo intervallo di tempo (tipicamente definito come un periodo di 30 anni), definite come la "media delle condizioni meteorologiche", così come gli eventi meteorologici anomali, rari ed estremi. Secondo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) un evento climatico è estremo quando "il valore di una variabile climatica è superiore (o inferiore) rispetto al valore soglia vicino al limite superiore (o inferiore) dell'intervallo dei valori osservati di quella data variabile". Alcuni esempi di eventi estremi comprendono ondate di calore, ondate di freddo, inondazioni, precipitazioni intense, siccità, formazione di tornado e cicloni tropicali. Anche se gli eventi estremi si verificano con andamento sporadico e casuale, possono essere dannosi per la salute umana e possono influenzare l'economia o causare grandi devastazioni alle infrastrutture e all'ambiente (IPCC 2012). In quest'ottica, la Commissione per la Climatologia (CCI) dell'OMM ha istituito un gruppo di lavoro che dal 2010 si è occupato di definire gli eventi meteorologici e climatici estremi (TT-DEWCE).

Negli ultimi anni, molti studi hanno riportato che il ciclo idrologico sarà significativamente influenzato dal cambiamento climatico in corso. È stato dimostrato che ci sarà un aumento delle precipitazioni medie ai tropici e alle alte latitudini e una diminuzione nelle regioni subtropicali ⁷². Inoltre, l'intensità delle precipitazioni con ogni probabilità aumenterà anche nelle regioni dove le precipitazioni medie sono in calo. A scala Europea, gli eventi di precipitazione intensa si sono intensificati negli ultimi anni ⁷³, provocando un aumento dei danni dovuti dalle inondazioni, agli allagamenti e alle frane. A causa del potenziale pericolo rappresentato da eventi di precipitazione estrema, è fondamentale valutare con quale frequenza avverranno in futuro, per prevedere il pericolo associato a questo rischio climatico e per pianificare azioni adeguate a prevenire eventi catastrofici.

3.3.3.2. Metodologia e fonte dei dati

A causa della grande variabilità dei modelli globali delle precipitazioni, non è possibile identificare un'unica definizione di precipitazioni intense adatta a tutte le regioni. Nel Vocabolario Meteorologico Internazionale (WMO-182), le precipitazioni intense sono definite come "piogge con un tasso di accumulo superiore a un valore specifico". Per segnalare eventi di precipitazioni abbondanti a livello regionale è buona norma considerare un intervallo di 24 ore. Nonostante le differenze regionali, l'OMM ha fornito una serie di indici (indici ETCCDI, http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml) per diversi rischi climatici (WMO, 2009). Nell'ambito del progetto SECAP, i seguenti indici sono stati selezionati per quantificare la frequenza e l'intensità degli eventi eccezionali legati alle precipitazioni, poiché sono stati ampiamente inclusi in studi che trattano eventi di precipitazione estreme ⁷⁴:

- **R20mm**, giorni con precipitazioni molto intense: conteggio dei giorni in cui le precipitazioni cumulate (RR) sono ≥ 20 mm. Sia RR_{ij} la quantità di pioggia giornaliera nel giorno i nel periodo j , **R20mm** corrisponde al numero di giorni in cui $RR_{ij} \geq 20$ mm.

- **RX5day (mm)**, precipitazione massima in un intervallo di cinque giorni. Sia RR_{kj} la quantità di pioggia caduta in un intervallo di cinque giorni k nel periodo j . Il valore massimo di precipitazioni cumulate in un intervallo k di cinque giorni per il periodo j è $RX5_{dayj} = \text{massimo}(RR_{kj})$.

⁷² Alexander et al., 2006; Frich et al., 2002

⁷³ Schmidli & Frei, 2005

⁷⁴ Rahimzadeh et al., 2009; Zhang et al., 2011; Santos et al., 2012; Yazid & Humphries, 2015; Hu et al., 2016; Su et al., 2019; Sharma et al., 2020

Questi indici sono stati calcolati dai dati delle precipitazioni giornaliere ottenuti da tre modelli di circolazione globale (GCM) forniti dal Centro Internazionale di Fisica Teorica (ICTP), ovvero EC-EARTH_CCLM4, HadGEM2-ES, EC-EARTH_RACMO. In questi modelli, i dati climatici per la regione FVG sono stati calcolati su una griglia con una risoluzione di 11x11 km considerando il periodo temporale 1971-2006 e le proiezioni future (dal 2006 al 2100) basate sui 3 scenari Representative Concentration Pathways (RCP) forniti dal rapporto ICPP (2015). In base a quanto detto sopra, sono stati considerati quattro diversi scenari: storico (dal 1971 al 2006), RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5. I dati di precipitazione giornaliera per il comune di Trieste sono stati estratti dai dataset delle precipitazioni giornaliere ottenuti da tre GCM forniti dall' ICTP, selezionando la cella 11x11 km che copre più del 90% dell'area occupata dal comune di Trieste, tramite il pacchetto "ncdf4" (Pierce, 2019) per il software R (R Core Team, 2020). Quindi, i due indici di precipitazioni intense sono stati calcolati per ogni anno, modello e scenario a disposizione. Nello specifico, l'indice R20mm è stato calcolato contando il numero di giorni con precipitazione > 20 mm utilizzando una funzione sviluppata nel software R (il codice è disponibile su richiesta), mentre l'indice R5day è stato calcolato utilizzando la funzione "climdex.rx5day", inclusa nel pacchetto R "climdex.pcic"⁷⁵.

La probabilità attesa che si verificano nel periodo corrente eventi di precipitazioni intense è stata calcolata per ogni scenario come:

$$p = \text{Somma di R20 mm di tutti gli anni nella serie storica} / (\text{numero di giorni dell'anno} * \text{numero di anni nella serie storica}).$$

Per definire se tale frequenza fosse bassa, moderata o alta, sono stati seguiti i seguenti criteri, come riportato nelle "Linee guida per la segnalazione" fornite in (covenantofmayors.eu/support/library.html) e riportate in Tabella 3.12:

Tabella 3.12. Criteri per determinare la probabilità corrente del verificarsi di precipitazioni abbondanti.

Probabilità (p)	Definizione	Risultato
> 0.05	Estremamente probabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. più di 1 probabilità su 20)	Alto
0.05 < x < 0.005	Moderatamente probabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. tra 1 probabilità su 20 e 1 su 200)	Moderato
0.005 < x < 0.0005	Improbabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. tra 1 probabilità su 200 e 1 su 2000)	Basso

Per valutare quantitativamente la presenza di una tendenza nelle serie temporali, è stato calcolato il Mann-Kendall Trend Test, utilizzando l'approccio di correzione della varianza di Hamed e Rao et al., (1998) per ogni modello e per ciascuno scenario, mediante la funzione "mmkh", contenuta nel pacchetto R "modifiedmk"⁷⁶. Il Mann-Kendall Trend Test è un test non parametrico utilizzato per rilevare trend monotoni lungo le serie temporali. Per ogni test risultato significativo, è stata calcolata la pendenza (cioè il tasso di variazione lineare) e i livelli di confidenza al 95% di probabilità seguendo il metodo di Sen⁷⁷ tramite la funzione "sen.slope" disponibile nel pacchetto R "trends"⁷⁸.

⁷⁵ Bronaugh et al., 2020

⁷⁶ Patakamuri, SK & O'Brien, 2020

⁷⁷ Sen, 1968

⁷⁸ Pohlert, 2020

Per valutare se la variazione futura di ciascun indice avverrà a breve, medio o lungo termine, è stata applicata la stessa procedura sopra descritta, dividendo gli scenari futuri in tre diversi intervalli di tempo, ovvero 2006-2033 (breve termine), 2006-2066 (medio termine) e 2006-2100 (lungo termine).

3.3.3.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità future e dell'arco temporale di variazione

Per il comune di Trieste, l'attuale probabilità, ovvero la frequenza attuale che si verifichino fenomeni di precipitazione intensa (R20mm) è **Moderato**, dal momento che il valore p è di circa 0.05 in tutti e tre i GCM considerati (

Tabella 3.13).

Tabella 3.13. Probabilità corrente che si verifichino precipitazioni intense (R20mm) considerando lo scenario storico calcolato dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per il comune di Trieste.

R20mm	Probabilità (p)	Risultato
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	0.05	Moderato
<i>HadGEM2-ES</i>	0.05	Moderato
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	0.04	Moderato

Per quanto riguarda le proiezioni future, la frequenza delle precipitazioni intense probabilmente non subirà variazioni sensibili (**Senza cambiamento**), sulla base dei dati analizzati da cui non è stata rilevata alcuna tendenza in R20mm in nessun GCM (Figura 3.10 e Tabella 3.14). Al contrario, l'intensità delle precipitazioni estreme (R5xday) è soggetto ad un **Aumento** nello scenario RCP8.5, poiché è stato rilevato un trend positivo in tutti i GCM (Figura 3.10 e Tabella 3.14). Inoltre, questo aumento si verificherà con una probabilità statisticamente significativa ($p < 0.05$) a **Lungo termine** (2006-2100) (Tabella 3.15).

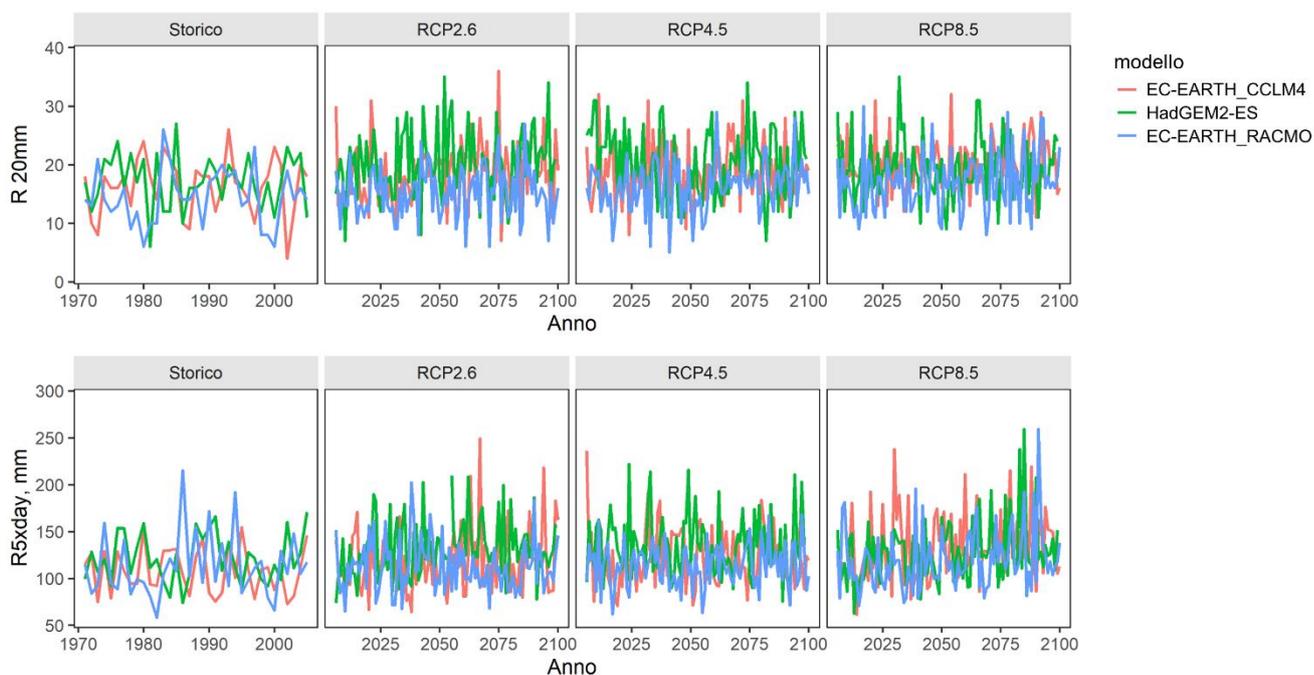


Figura 3.10. Variazione temporale del numero di giorni con precipitazioni > 20mm (R 20mm) e delle precipitazioni massime di cinque giorni (R5xday) considerando gli scenari Storico e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO).

Tabella 3.14. Riepilogo dei Mann-Kendall Trend Test e della pendenza e degli intervalli di confidenza associati (I.C.) del numero di giorni con precipitazioni > 20 mm (R 20 mm) e delle precipitazioni massime di cinque giorni (R5xday), considerando gli scenari storici e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5), calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per la città di Trieste. Valori in grassetto = Mann-Kendall Trend Test e pendenza statisticamente significativi ($\alpha = 0.05$).

Indice	Storico		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
	Pendenza	I.C.	Pendenza	I.C.	Pendenza	I.C.	Pendenza	I.C.
R20mm								
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	0.00	-0.17; 0.15	0.03	0.00; 0.08	0.00	-0.03; 0.04	0.00	-0.02; 0.05
<i>HadGEM2-ES</i>	0.00	-0.18; 0.17	0.02	0.00; 0.06	-0.02	-0.07; 0.01	0.00	-0.01; 0.04
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	0.00	-0.14; 0.19	0.00	-0.02; 0.04	0.02	0.00; 0.06	0.03	0.00; 0.07
R5xday								
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	-0.20	-1.02; 0.68	0.13	-0.08; 0.34	0.08	-0.13; 0.31	0.29	0.10 ; 0.57
<i>HadGEM2-ES</i>	0.20	-0.83; 1.12	0.24	0.01 ; 0.44	-0.06	-0.31; 0.18	0.25	0.01 ; 0.45
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	0.43	-0.64; 1.19	-0.06	-0.24; 0.14	0.04	-0.14; 0.21	0.21	-0.01 ; 0.43

Tabella 3.15. Intervallo di tempo in cui è prevista una variazione dell'intensità delle precipitazioni intense (R5xday) per ogni modello e per lo scenario RCP8.5. I valori in grassetto sono le pendenze delle serie temporali con un Mann-Kendall Trend Test statisticamente significativo ($P < 0.05$). Breve termine = 2006-2033; Medio termine = 2006-2066; Lungo termine = 2006-2100. n.s. = Non significativo.

R5xday (RCP8.5)	Breve termine	Medio termine	Lungo termine
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	0.29
<i>HadGEM2-ES</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	0.25
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	0.21

3.3.4. Siccità

3.3.4.1. Introduzione

Gli eventi di siccità costituiscono un pericolo naturale insidioso e sono caratterizzati da precipitazioni inferiori al normale che, se protratte per una stagione o per un periodo di tempo più lungo, non sono sufficienti a soddisfare le esigenze delle attività umane e dell'ambiente ⁷⁹. La siccità è quindi una deviazione delle precipitazioni cumulate in un dato periodo di tempo dai valori normali o previsti. Questo deficit di precipitazioni può accumularsi rapidamente nel tempo, o potrebbero essere necessari mesi prima che gli effetti della carenza d'acqua inizi a manifestarsi.

Gli eventi di siccità possono essere di tipo meteorologico, agricolo, idrologico e socioeconomico. La siccità meteorologica è solitamente definita da una soglia di carenza di precipitazioni su un periodo di tempo predeterminato. La siccità agricola è definita dalla disponibilità di acqua nel suolo per sostenere la crescita delle colture e del foraggio e non necessariamente da una deviazione delle precipitazioni rispetto alla media in un dato periodo di tempo. La siccità idrologica è normalmente definita dallo scostamento delle risorse idriche superficiali e sotterranee rispetto a condizioni normali in diversi momenti nel tempo. Infine, la siccità socioeconomica riflette la relazione tra l'offerta e la domanda di alcuni beni, come l'acqua, il foraggio del bestiame o l'energia idroelettrica, la cui disponibilità dipende dal regime delle precipitazioni.

La relazione tra i quattro tipi di siccità è sintetizzata nella Figura 3.11. La siccità agricola, idrologica e socioeconomica si verificano meno frequentemente della siccità meteorologica perché gli impatti in questi settori sono legati anche alla disponibilità di risorse idriche superficiali e sotterranee. Quando le condizioni di siccità meteorologica persistono per un certo periodo di tempo, è più probabile che si verifichino anche la siccità agricola, idrologica e socioeconomica.

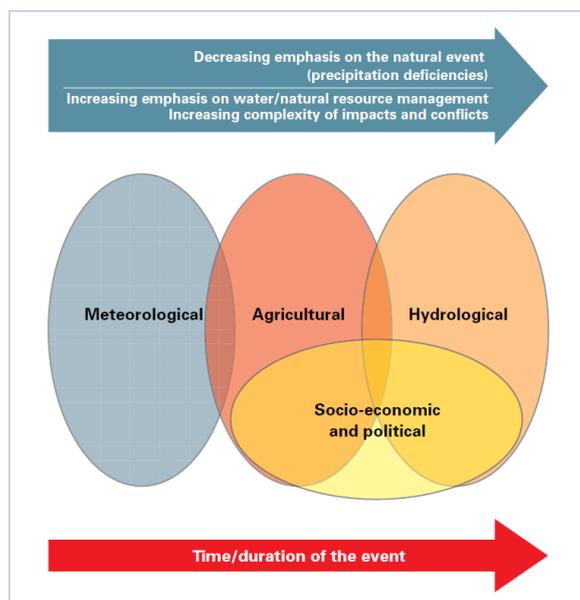


Figura 3.11. Relazione tra i diversi tipi di siccità (fonte: WMO, 2006).

Quantificare la frequenza e l'intensità degli eventi di siccità è un processo soggetto a grande incertezza ⁸⁰, a causa delle difficili stime delle variabili climatiche necessarie per il loro calcolo. Pertanto, i cambiamenti

⁷⁹ WMO, 2006

⁸⁰ Burke & Brown, 2008; Sheffield & Wood, 2008; Zhao & Dai, 2017

recenti e futuri degli eventi di siccità, soprattutto per quanto riguarda l'effetto delle modificazioni delle precipitazioni, dipendono in gran parte dagli indici e dai modelli di circolazione globale (GCM) presi in considerazione per stimare la siccità. Nonostante questa incertezza, recenti analisi hanno suggerito che la siccità potrebbe aumentare nelle proiezioni future. In ⁸¹ hanno riportato che il Palmer Drought Severity Index (PDSI, vedi sotto), uno degli indici di siccità più utilizzati, tenderà ad assumere valori più negativi (che corrispondono a condizioni di maggiore siccità) nel periodo 2051-2100 nelle aree tropicali e subtropicali del Nord e Sud America, Nord Africa, Europa meridionale, Sud-est asiatico e continente australiano nello scenario RCP 8.5. Risultati simili sono stati trovati nell'analisi di ⁸², dove è stato dimostrato che il trend futuro del PDSI nella regione mediterranea diminuirà significativamente in tutte le stagioni, con la diminuzione più significativa che si verificherà durante la stagione estiva. Inoltre, Sheffield & Wood (2008) hanno riportato che la regione mediterranea sarà caratterizzata dal maggiore aumento della siccità in futuro, con le penisole iberica e balcanica e l'Anatolia che subiranno gli aumenti più significativi.

3.3.4.2. Metodologia e fonte dei dati

Gli eventi di siccità hanno tre caratteristiche distintive: intensità, durata ed estensione spaziale. L'intensità si riferisce al grado di carenza di precipitazioni e/o alla gravità degli impatti associati a questa carenza. Uno degli indici di siccità più utilizzati è l'indice Palmer Drought Severity Index (PDSI), calcolato sulla base dei dati di temperatura dell'aria e delle precipitazioni. È un indice standardizzato che generalmente può avere valori da -10 (secco) a +10 (umido) (la suddivisione in classi è disponibile nella Tabella 3.16) e descrive l'effetto del riscaldamento globale sulla siccità attraverso le variazioni dell'evapotraspirazione potenziale, poiché utilizza dati di temperatura e un modello fisico di bilancio idrico. Il PDSI è stato utilizzato per più di 30 anni per quantificare le condizioni di siccità a lungo termine per una determinata area geografica e in una certa unità di tempo. Tuttavia, una critica comune al PDSI è che il comportamento dell'indice in diverse aree non è consistente, rendendo difficili, se non privi di significato, i confronti dei valori PDSI tra aree geografiche diverse. Per superare questo problema, in ⁸³ hanno proposto il **self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI)**, il cui calcolo prevede la sostituzione di alcune costanti con valori calcolati dinamicamente.

Tra gli indici ETCCDI, il **CDD (Consecutive Dry Days)** è un indice di intensità degli eventi di siccità ampiamente utilizzato in letteratura. È definito come la durata massima del periodo di siccità, cioè il numero massimo di giorni consecutivi con precipitazioni (RR) <1mm in un determinato periodo di tempo. Sia RR_{ij} la quantità di precipitazioni giornaliere nel giorno i nel periodo j , CDD corrisponde al numero più alto di giorni consecutivi in cui: $RR_{ij} < 1$ mm. In questo report, **scPDSI** e **CDD** sono stati calcolati su base annuale e sono stati usati rispettivamente come indici di frequenza e intensità degli eventi di siccità.

Tabella 3.16. Classi di siccità e umidità basati sul valore dell'indice scPDSI.

scPDSI	Classe
≥ 4.00	Umidità estrema
3.00 ~ 3.99	Umidità forte
2.00 ~ 2.99	Umidità moderata
1.00 ~ 1.99	Umidità lieve
-0.99 ~ 0.99	Normale

⁸¹ Tian-Jun & Tao et al., 2013

⁸² Dubrovský et al., 2014

⁸³ Wells et al., 2004

-1.99 ~ -1.00	Siccità lieve
-2.99 ~ -2.00	Siccità moderata
-3.99 ~ -3.00	Siccità severa
≤ -4.00	Siccità estrema

L'indice scPDSI è stato calcolato dai dati delle precipitazioni, temperatura e umidità specifica giornaliera inclusi in tre modelli di circolazione globale (GCM) forniti dal Centro Internazionale di Fisica Teorica (ICTP), ovvero EC-EARTH_CCLM4, HadGEM2-ES, EC-EARTH_RACMO. In questi modelli, i dati climatici per la regione FVG sono stati calcolati su una griglia con una risoluzione di 11x11 km considerando il periodo temporale dal 1971 al 2006 e le proiezioni future (dal 2006 al 2100) basate su 3 scenari RCP. In totale, sono stati considerati quattro diversi scenari: storico (dal 1971 al 2006), RCP2.6, RCP4.5 e RCP8.5. I dati di precipitazione giornaliera per il comune di Trieste ottenuti sono stati estratti dai dataset delle precipitazioni, temperatura e umidità specifica giornaliera ottenuti da tre GCM forniti dall' ICTP, selezionando la cella 11x11 km che copre la percentuale più alta dell'area occupata dal comune di Trieste, tramite il pacchetto "ncdf4"⁸⁴ per il software R⁸⁵. Inizialmente, è stata calcolata l'evapotraspirazione potenziale mensile (PET, mm), utilizzando la versione modificata dell'equazione di Hargreaves⁸⁶ descritta in⁸⁷, per cui il calcolo della PET è corretto utilizzando le precipitazioni giornaliere come indicatore dell'irradianza. Nel dettaglio, la PET è stata calcolata attraverso la funzione "hargreaves" nel pacchetto "SPEI"⁸⁸ per il software R, a partire dai valori medi mensili delle temperature minime e massime e delle precipitazioni cumulate mensili ottenuti dai 3 GCM sopra descritti. Infine, l'indice scPDSI è stato calcolato usando la funzione "pdsi" disponibile nel pacchetto R "scPDSI"⁸⁹. L'indice CDD è stato calcolato dai dati delle precipitazioni giornaliera come descritto per l'indice scPDSI, attraverso la funzione "exceedance" contenuta nel pacchetto R "RmarineHeatWaves"⁹⁰.

La probabilità attesa che si verifichino nel periodo corrente eventi di siccità è stata calcolata per ogni scenario come: $p = \text{Somma degli anni con scPDSI} < -1.9 \text{ nello scenario storico} / \text{n}^\circ \text{ anni dello scenario storico}$.

Per definire se tale probabilità fosse bassa, moderata o alta, sono stati seguiti i seguenti criteri, come riportato nelle "Linee guida per la segnalazione" fornite in⁹¹ e riportati in Tabella 3.17:

Tabella 3.17. Criteri per determinare la probabilità corrente del verificarsi di precipitazioni abbondanti.

Probabilità (p)	Definizione	Risultato
> 0.05	Estremamente probabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. più di 1 probabilità su 20)	Alto
0.05 < x < 0.005	Moderatamente probabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. tra 1 probabilità su 20 e 1 su 200)	Moderato
0.005 < x < 0.0005	Improbabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. tra 1 probabilità su 200 e 1 su 2000)	Basso

⁸⁴ Pierce et al., 2019

⁸⁵ R Core Team, 2020

⁸⁶ Hargreaves, 1994

⁸⁷ Droogers & Allen et al., 2002

⁸⁸ Beguería & Vicente-Serrano et al., 2017

⁸⁹ Zhong et al., 2018

⁹⁰ Smith et al., 2018

⁹¹ covenantofmayors.eu/support/library.html

Per valutare quantitativamente se esiste una tendenza nelle serie temporali, è stato calcolato il Mann-Kendall Trend Test, utilizzando l'approccio di correzione della varianza di Hamed e Rao (1998) per ogni modello e per ciascun scenario, mediante la funzione "mmkh", contenuta nel pacchetto R "modifiedmk"⁹². Il Mann-Kendall Trend Test è un test non parametrico utilizzato per rilevare trend monotoni lungo le serie temporali. Per ogni test risultato significativo, è stata calcolata la pendenza (cioè il tasso di variazione lineare) e i livelli di confidenza al 95% di probabilità seguendo il metodo di Sen (Sen, 1968) tramite la funzione "sen.slope" nel pacchetto R "trends".

Per valutare se la variazione futura di ciascun indice avverrà a breve, medio o lungo termine, è stata applicata la stessa procedura sopra descritta, dividendo gli scenari futuri in tre diversi intervalli di tempo, ovvero 2006-2033 (breve termine), 2006-2066 (medio termine) e 2006-2100 (lungo termine).

3.3.4.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità future e dell'arco temporale di variazione

Per il comune di Trieste, la probabilità attesa che si verifichino nel periodo corrente, ovvero la frequenza attuale di eventi di siccità moderata e severa è **Alto**, dal momento che il valore p è maggiore di 0.05 in tutti e tre i GCM considerati (Tabella 7). Inoltre, secondo i primi due GCM anche la probabilità che si verifichino eventi di siccità estrema è **Alta**, mentre secondo il terzo GCM (*EC-EARTH_RACMO*) la probabilità è bassa **Bassa** (Tabella 3.18).

Tabella 3.18. Probabilità corrente che si verifichino eventi di siccità moderata, severa ed estrema (scPDSI) considerando lo scenario storico secondo i 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per il comune di Trieste.

scPDSI	Siccità moderata	Siccità severa	Siccità estrema
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	0.23	0.23	0.20
<i>HadGEM2-ES</i>	0.17	0.11	0.09
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	0.20	0.09	< 0.005

Per quanto riguarda le proiezioni future, la frequenza degli eventi di siccità mostra una probabile diminuzione nello scenario RCP2.6, poiché due GCM su tre hanno rilevato un aumento significativo di scPDSI, con conseguente riduzione delle condizioni di siccità (Figura 3.12 e Tabella 3.19). Al contrario, nello scenario RCP8.5, la frequenza della siccità probabilmente aumenterà (**Aumento**), poiché due GCM su tre hanno rilevato una significativa diminuzione di scPDSI, con conseguenti condizioni di siccità più elevate (Figura 3.12 e Tabella 3.19).

Per quanto riguarda l'intervallo di tempo in cui si potrebbero verificare cambiamenti nella frequenza della siccità, sia l'aumento di scPDSI nello scenario RCP2.6 che la diminuzione rilevata nello scenario RCP 8.5, indicano che si potrebbero verificare con una probabilità statisticamente significativa nel **Lungo termine** (Tabella 3.20).

L'intensità degli eventi di siccità (CDD) potrebbe non subire variazioni sensibili nelle proiezioni future (**Senza cambiamento**), poiché per gli scenari considerati non è stato rilevato un trend significativo in almeno due GCM su tre (Figura 3.12 e Tabella 3.19), anche se per i modelli EC-EARTH_CCLM4 e HadGEM2-ES è stato rilevato un andamento positivo rispettivamente nello scenario RCP 8.5 e in quello storico.

⁹² Patakamuri, SK & O'Brien, 2020

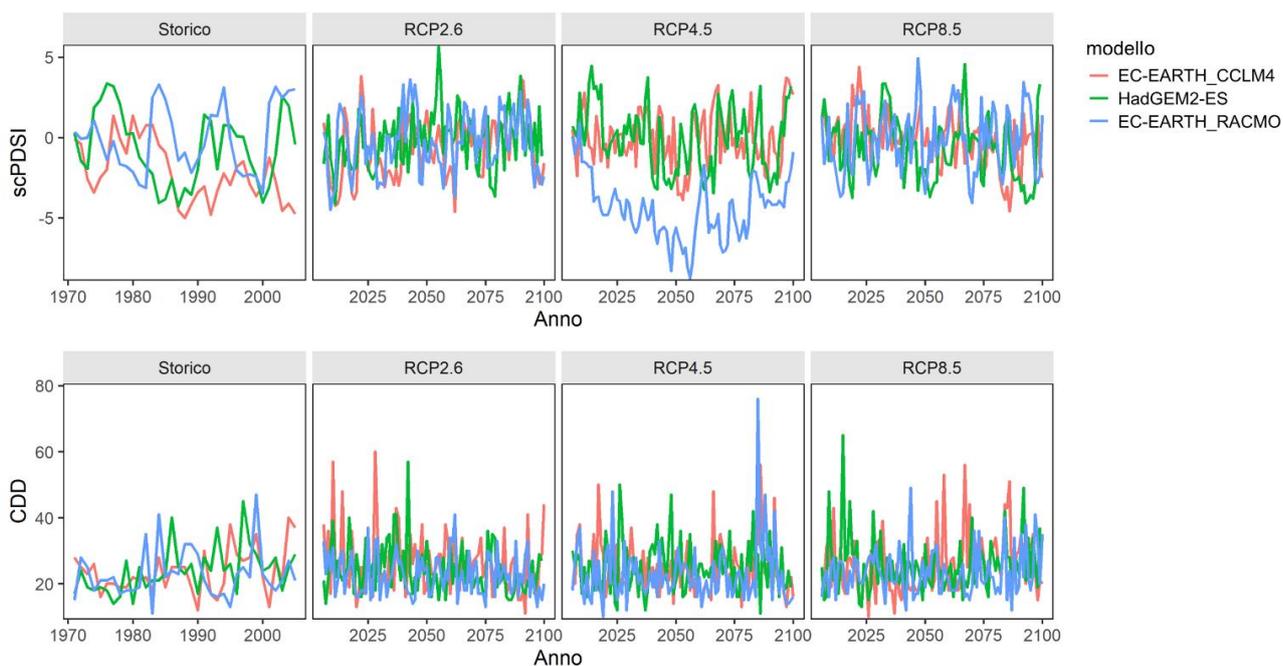


Figura 3.12. Variazione temporale del self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI) e del massimo numero di giorni consecutivi con precipitazioni < 1 mm (CDD) considerando gli scenari storici e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO).

Tabella 3.19. Riepilogo dei Mann-Kendall Trend Test e della pendenza e degli intervalli di confidenza associati (I.C.) self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI) e del massimo numero di giorni consecutivi con precipitazioni < 1 mm (CDD) considerando gli scenari storico e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5), calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per la città di Trieste. Numeri in grassetto = Mann-Kendall Trend Test e pendenza statisticamente significativi ($\alpha = 0.05$).

Indice	Storico		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
	Pendenza	I.C.	Pendenza	I.C.	Pendenza	I.C.	Pendenza	I.C.
scPDSI								
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	-0.10	-0.16; -0.04	0.02	0.01; 0.04	0.01	-0.01; 0.01	-0.02	-0.03; -0.01
<i>HadGEM2-ES</i>	-0.04	-0.13; 0.05	0.02	0.01; 0.03	-0.01	-0.03; 0.01	-0.02	-0.03; -0.01
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	0.03	-0.07; 0.10	0.01	-0.01; 0.02	-0.01	-0.03; 0.01	0.01	-0.01; 0.02
CDD								
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	0.19	-0.07; 0.45	-0.02	-0.08; 0.03	-0.03	-0.08; 0.02	0.06	0.00; 0.13
<i>HadGEM2-ES</i>	0.30	0.12; 0.44	-0.05	-0.09; 0	0.00	-0.06; 0.05	0.03	-0.02; 0.09
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	0.04	-0.15; 0.25	-0.02	-0.07; 0.01	-0.02	-0.06; 0.03	0.00	-0.04; 0.06

Tabella 3.20. Intervallo di tempo in cui è prevista una variazione del self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI) per ogni modello e per gli scenari RCP2.6 e RCP 8.5. I valori in grassetto rappresentano le pendenze delle serie temporali con un Mann-Kendall Trend Test statisticamente significativo ($P < 0.05$). Breve termine = 2006-2033; Medio termine = 2006-2066; Lungo termine = 2006-2100. n.s. = Non significativo.

scPDSI (RCP2.6)	Breve termine	Medio termine	Lungo termine
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	0.02
<i>HadGEM2-ES</i>	<i>n.s.</i>	0.06	0.01
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
scPDSI (RCP8.5)			
<i>EC-EARTH_CCLM4</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-0.02
<i>HadGEM2-ES</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	-0.02
<i>EC-EARTH_RACMO</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

3.3.5. Inondazione

3.3.5.1. Introduzione

Come riporta lo “Studio corredato da cartografia e relazione di sintesi geologica e geotematica sullo stato di fatto concernente la conoscenza d'insieme del territorio fisico regionale per la valutazione degli impatti dovuti ai cambiamenti climatici” (studio effettuato dal Dipartimento di Matematica e Geoscienze nel 2015 per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Centrale Ambiente ed Energia), la Regione Friuli Venezia Giulia è caratterizzata da un'estesa e complessa rete idrografica superficiale. Tale rete deriva da una serie di peculiarità geomorfologiche quali la presenza della catena delle Alpi Orientali, articolata in diverse valli e bacini, e della pianura alluvionale friulana, suddivisa anch'essa in fasce di differente pendenza e permeabilità dei terreni superficiali.

Nel corso dei secoli, l'azione antropica ha modificato parte dei corsi d'acqua mediante la realizzazione di canali, opere idrauliche e di bonifica creando da una parte una stabilizzazione degli stessi e dall'altra delle criticità idrogeologiche con l'instaurarsi dei cambiamenti climatici.

Le competenze in termini di pianificazione, relativamente al rischio idraulico ed idrogeologico, sono state attribuite alle Autorità di Bacino. La legge n. 183/1989 (Riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo) ha infatti assegnato ad ogni Autorità di bacino i rispettivi bacini idrografici. Questi ultimi sono definiti come “la porzione di territorio, delimitata da una sezione di chiusura, sulla quale le acque meteoriche o provenienti dalla fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo sia in superficie che nel sottosuolo, si raccolgono in un determinato corso d'acqua”. La legge inoltre ha permesso di individuare l'ambito territoriale di riferimento della difesa del suolo, suddividendo il territorio italiano in bacini idrografici nazionali, interregionali e regionali. I bacini idrografici presenti sul territorio del Friuli-Venezia Giulia, individuati secondo i criteri delle Autorità di Bacino, sono quello del Livenza, del Lemene, del Tagliamento, dello Slizza, dei tributari della Laguna di Grado e Marano, dell'Isonzo e quello di Levante.

Il rischio idraulico è, senza dubbio, uno dei più importanti fattori di rischio presente nel fondovalle della zona montana e pedemontana, e nella media e bassa pianura friulana, vista la complessa e articolata rete idrica presente. Esso è determinato sia dalle possibili alluvioni causate dalle piene che interessano la rete idrografica, sia dalle possibili difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche locali da parte delle reti dedicate nelle aree urbane, e dagli scoli in quelle agricole.

3.3.5.2. Metodologia e fonte dei dati

Il World Meteorological Organization (WMO) definisce il “River flood” come *“un'inondazione che si verifica su un'ampia gamma di fiumi e bacini idrografici, su pianure alluvionali o terreni alluvionali a seguito di un flusso che supera la capacità degli alvei dei torrenti e che straripa le rive naturali o gli argini artificiali”*.

Nella definizione stessa di River flood è già presente quanto previsto all'interno dei PAI (Piani di Assetto Idrogeologico), redatti dalle Autorità di Bacino. Il PAI è il Piano a scala di bacino idrografico che contiene una valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica e idrogeologica del territorio, la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia e la determinazione delle misure stesse. Il PAI costituisce un sistema di riferimento organico di conoscenze e di regole attraverso le quali persegue gli obiettivi generali di prevenzione assicurando l'incolumità della popolazione e garantendo livelli di sicurezza e di sviluppo adeguati e compatibili rispetto ai fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziali.

Il PAI prevede diversi livelli di pericolosità idraulica in base a:

- Eventi con tempo di ritorno (TR) pari a 100 anni
- Eventi storici di esondazione
- Modello di piena

- Condizione e mantenimento degli argini

I livelli di pericolosità previsti dai Piani sono quattro (Figura 3.13):

CLASSE	DEFINIZIONE
F AREE FLUVIALI	aree fluviali delimitate dalla presenza di opere idrauliche (arginature) o elementi naturali geomorfologicamente evidenti
P1 PERICOLOSITÀ IDRAULICA MODERATA	aree allagabili caratterizzate da altezza della lama d'acqua inferiore ad un metro e aree storicamente allagate residuali rispetto alle aree P2
P2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA MEDIA	aree allagabili con altezza della lama d'acqua superiore ad un metro ed aree storicamente allagate
P3 PERICOLOSITÀ IDRAULICA ELEVATA	aree allagabili con altezza della lama d'acqua superiore ad un metro che si trovino entro 150 metri da un argine in cattive condizioni di manutenzione oppure in corrispondenza di rotte storiche
P4 PERICOLOSITÀ IDRAULICA MOLTO ELEVATA	aree particolarmente critiche lungo i corsi d'acqua a carattere torrentizio, soggette a importanti fenomeni di erosione

Figura 3.13. Classi di pericolosità previste dal PAI.

Sotto il profilo operativo, ai fini della rappresentazione della pericolosità legata all'inondazione fluviale, ogni comune può presentare più livelli di pericolosità nel suo territorio, che sono mappati in base ai parametri elencati precedentemente. In ambiente GIS le informazioni spaziali legate alle pericolosità previste dai PAI possono essere aggregate ai fini dell'attribuzione di un unico valore di pericolosità per il comune in termini di "Basso – Moderato - Alto", secondo quanto previsto dal template del Progetto.

Per ottenere un solo valore di riferimento, ogni area a definita pericolosità secondo il PAI è rapportata alla superficie comunale, che a sua volta è ponderata mediante un coefficiente proporzionale alla gravità della pericolosità, secondo una progressione lineare. Così, l'indicatore relativo alla pericolosità da "inondazione da fiume" (H_{RF}) per un dato Comune, risulta (10):

(10)

$$H_{RF} = \left(\frac{\text{area } P0}{\text{area Comune}} x1 \right) + \left(\frac{\text{area } P1}{\text{area Comune}} x2 \right) + \left(\frac{\text{area } P2}{\text{area Comune}} x3 \right) + \left(\frac{\text{area } P3}{\text{area Comune}} x4 \right) + \left(\frac{\text{area } P4}{\text{area Comune}} x5 \right)$$

dove area P0 è l'area non interessata dal PAI, area P1 l'area con pericolosità 1 e così via. Il risultato di questa espressione è un valore che varia tra 1 e 5.

3.3.5.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità future e dell'arco temporale di variazione

Per misurare la frequenza attuale, secondo una scelta ponderata, si propone che se il risultato dell'equazione per il calcolo della pericolosità è:

- inferiore a 1.50, allora la pericolosità del comune venga indicata come **Basso**,
- compresa tra 1.5 e 2.5, allora la pericolosità del comune venga indicata come **Moderato**,

- maggiore di 2.5, allora la pericolosità del comune venga indicata come **Alto**.

Per quanto riguarda la variazione di questa variabile climatica nel futuro essa è senz'altro strettamente legata a quella della piovosità. In ⁹³ è stato analizzato l'andamento della piovosità secondo dei modelli previsionali, e in particolar modo è stato approfondito l'aspetto degli eventi estremi idro-climatici, identificati come quelli che potrebbero portare a fenomeni alluvionali e/o di forte erosione.

Senza dover effettuare un'ulteriore mappatura per i Comuni aderenti al Progetto SECAP, si è ritenuto sufficiente l'analisi delle mappe (Figura 3.14) già elaborate da ARPA FVG in quanto presentano variazioni molto omogenee della variabile e quindi facilmente interpretabili ai fini previsionali.

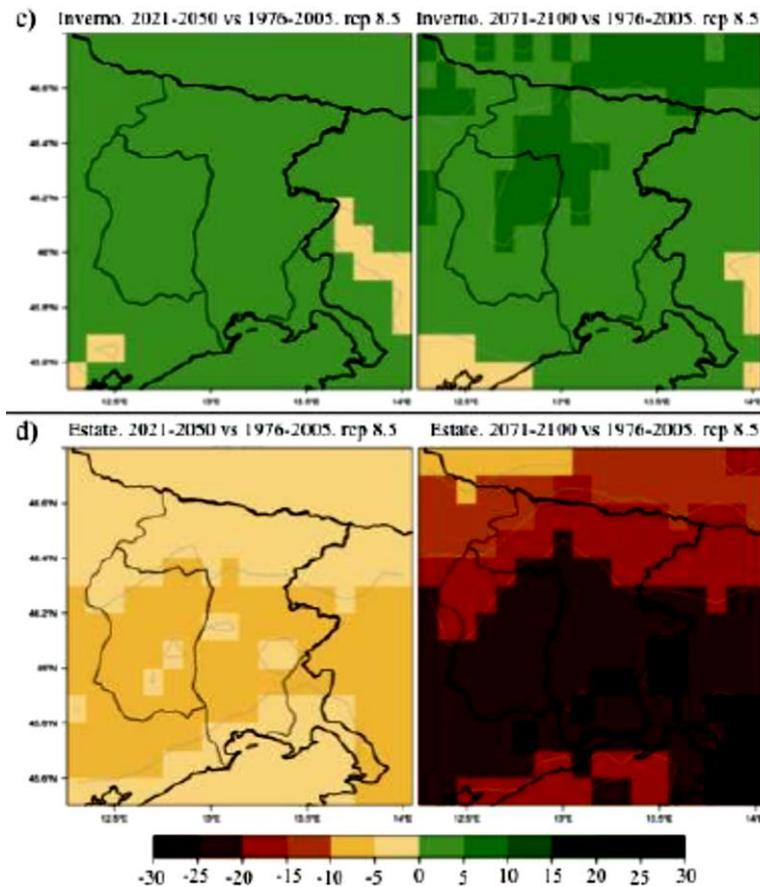


Figura 3.14. Variazioni dell'anomalia di giorni con precipitazioni oltre il 95esimo percentile per i trentenni 2021-2050 (colonna sinistra) e 2071-2100 (colonna destra) rispetto al periodo di riferimento 1976-2005 per lo scenario 8.5. Fonte: ICTP, Earth System Physics.

In Figura 3.14 sono rappresentate le variazioni del numero di giorni con precipitazioni oltre il 95-esimo percentile della distribuzione delle precipitazioni giornaliere (che identifica la soglia di intensità di precipitazione al di sopra della quale si trova il 5% degli eventi più intensi e quindi più dannosi) per i trentenni 2021-2050 e 2071-2100 rispetto al periodo di riferimento 1976-2005 per lo scenario RCP 8.5. Come si può notare dalle mappe, gli incrementi del numero di giorni in cui si potranno verificare gli eventi più intensi si osservano prettamente nel periodo invernale e in alcune zone montane, specialmente se si considera la proiezione a lungo termine dei trentenni 2071-2100. In quest'ultimo arco temporale, per alcune aree, si parla infatti di un aumento fino a dieci unità del numero di giorni con precipitazioni intense.

⁹³ Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici e di alcuni loro impatti in Friuli-Venezia Giulia, ARPA FVG, 2018

Sebbene non sia direttamente invocabile un principio di causa-effetto per quanto attiene ai fenomeni di piovosità e di tracimazione dei corsi d'acqua, è altamente probabile che i fenomeni estremi aumentino di numero, anche in brevi periodi, incrementando inevitabilmente sia l'intensità che la frequenza del pericolo.

Nel template quindi si propone di indicare quanto segue:

- Cambiamento future di intensità: **Aumento**. Infatti, come conseguenza dell'incremento degli eventi estremi appena visti, cambieranno i tempi di ritorno degli eventi stessi, e di conseguenza cambieranno in modo peggiorativo le mappe di pericolosità e rischio da alluvione.
- Cambiamento future di frequenza: **Aumento**. Infatti, come già detto, aumentando in percentuale il numero degli eventi piovosi, aumenta la frequenza degli eventi stessi.
- Arco temporale: **Lungo termine**. Dall'indicatore rappresentato in Figura 3.14 si evince che si avranno cambiamenti significativamente importanti soltanto nel lungo periodo.

3.3.6. Acque alte

3.3.6.1. Introduzione

Il livello marino è la sovrapposizione di più componenti, le più importanti delle quali sono:

- la marea astronomica, la cui semi-ampiezza, nel nord Adriatico, raggiunge i 60-70 cm e i cui periodi principali sono di 12 e 24 ore;
- il livello residuo o marea meteorologica, che è l'effetto dell'azione della pressione atmosferica e del vento;
- le sesse, cioè oscillazioni libere, che rappresentano il ritorno all'equilibrio della superficie dopo aver subito una perturbazione, e che sono caratterizzate da periodi che vanno da alcuni minuti, come le sesse del Golfo di Trieste⁹⁴ fino a 22 ore per la sessa fondamentale dell'Adriatico⁹⁵;
- il ciclo stagionale, che è in parte legato ai tipici regimi di pressione atmosferica, quali bassa pressione in primavera e autunno e alta in inverno, e in parte alle variazioni di temperatura e salinità, quindi di densità, dipendenti dalla circolazione marina dell'Adriatico.

A queste vanno aggiunte le variazioni di livello inter-annuali, decadali e a più lunga scala temporale legate alle fluttuazioni del clima a scala continentale nonché ai cambiamenti globali, che si esprimono, fra l'altro, in variazioni di volume e di massa dell'acqua.

Alle variazioni del livello marino alla scala legata alle forzanti mareali e meteorologiche, va presa in considerazione la proiezione dei cambiamenti climatici che possono determinare un innalzamento progressivo del livello marino alla scala decadale. Con riferimento a quest'ultimo fenomeno, è prassi parlare di un movimento relativo, poiché è il risultato combinato di diversi fenomeni legati ai movimenti delle masse continentali e di quelle oceaniche, ovvero la subsidenza, la tettonica, l'isostasia e l'eustatismo. Fa parte di quest'ultimo fenomeno il glacio-eustatismo, ovvero l'innalzamento del livello del mare causato dallo scioglimento delle calotte polari dovuto al riscaldamento globale. Nelle regioni alto adriatiche il movimento relativo del livello del mare assume notevole rilevanza, perché le componenti terrestri e marine si sommano, amplificando l'innalzamento del mare rispetto al territorio, che può subire inondazione, in virtù delle basse quote della pianura alluvionale costiera.

Studi recenti hanno evidenziato come l'innalzamento del livello medio mare e le variazioni climatiche hanno portato a un aumento degli eventi di esondazione marina nel tardo ventesimo secolo⁹⁶, generando estesi impatti in gran parte delle aree costiere europee con danni alle proprietà e alle infrastrutture⁹⁷ e minacce alla salute della popolazione che vive lungo i litorali⁹⁸.

3.3.6.2. Metodologia e fonte dei dati

Il WMO, come riportato anche dal template, definisce il "Coastal flood" come *"livelli d'acqua più alti del normale lungo la costa causati da modificazioni della marea o da temporali che provocano inondazioni, e che possono durare da giorni a settimane"*.

Dalla definizione del WMO si evince che è previsto un allagamento del territorio dato da una serie di componenti convergenti, come esplicitato nel paragrafo precedente. Di conseguenza, la valutazione della pericolosità per questa variabile non può essere scissa dalla morfologia del territorio che viene inondato.

⁹⁴ Caloi et al., 1938

⁹⁵ Raicich et al., 1999

⁹⁶ IPCC, 2007a, 2007b, 2012, 2013

⁹⁷ Devoy et al., 2008

⁹⁸ Hallegatte et al., 2013; Ciscar et al., 2011; Hinkel et al., 2010

Per questo motivo viene proposto l'utilizzo dei DTM (Digital Terrain Model), prodotti da LiDAR (eseguiti da Protezione Civile nel 2018 e resi disponibili da Regione FVG), sul quale effettuare una simulazione in ambiente GIS di allagamento delle aree costiere d'interesse sulla base delle serie storiche delle variazioni del livello del mare e delle previsioni di innalzamento future.

Per l'elaborazione degli scenari futuri d'innalzamento del livello medio mare si sono utilizzate le proiezioni contenute nel Report IPCC, scegliendo lo scenario RCP 8.5. Nel 2100 le previsioni indicano che il livello del mare eustatico ha come valori minimi e massimi 53 e 97 cm. Si è inoltre utilizzato un ulteriore modello previsionale, proposto da ⁹⁹ secondo il quale il livello eustatico al 2100 sarà di circa 1,4 metri più alto rispetto all'attuale.

I tre valori di livello eustatico appena citati rappresentano appunto l'innalzamento del livello del mare dovuto ad effetti termostatici ed eustatici senza considerare l'isostasia e la tettonica regionale in atto lungo le coste in esame.

Per quanto riguarda i valori di isostasia si è preso in considerazione il modello pubblicato per l'Italia da ¹⁰⁰ che vede come valore di riferimento 0,125 mm / anno, mentre i movimenti verticali sono stati desunti da dati bibliografici riferiti a livelli stratigrafici long-term e short-term (rispettivamente: MIS 5.5 = 125.000 anni, tardo Olocene = 5000 anni) che per il Nord Adriatico si attestano su un valore medio di 0,4 mm/anno ¹⁰¹.

Con riferimento alla combinazione degli scenari di RSLR rispetto agli estremi episodici di innalzamento del livello marino si può fare riferimento a ¹⁰². Secondo questi ultimi autori, gli eventi episodici possono essere distinti sulla base di tre tipi di tempo di ritorno, pari a 30, 100 e 300 anni, secondo lo schema riportato in Figura 3.15.

	Tr 30	Tr 100	Tr 300
Livello medio mare + Marea astronomica + meteorologica (tide + surge)	+145 cm	+155 cm	+170 cm
Wave set up	+40 cm per ogni scenario		

Figura 3.15. Scenari di riferimento per Ruol & Pinato (2016).

I valori estremi si riferiscono alla marea meteorologica e astronomica combinate con un livello marino innalzato a seguito di un ingorgo da vento (*surge*). A questi valori va aggiunto il *set up* d'onda, assunto pari a 40 cm. Si è inoltre osservato come tra il 1966 e il 2019 ¹⁰³ eventi di marea intorno ai 185 cm nel comune di Venezia abbiano un tempo di ritorno pari circa a 30 anni. Sebbene il livello marino della città di Venezia sia riferito a un mareografo che misura circa 30 cm in più rispetto al riferimento nazionale (185 cm a Venezia = 155 cm l.m.m.), questi valori sono senz'altro significativi della componente marea+surge. Pertanto, in base a queste osservazioni e a quanto riportato in Figura 3.15, gli eventi con tempo di ritorno di 30 anni (TR=30 anni) devono essere considerati come "l'evento soglia minimo" per ipotizzare quello scenario di allagamento costiero che crea disagio e danno alla popolazione e alle attività economico-socioculturali.

⁹⁹ Rahmstorf et al., 2007

¹⁰⁰ Lambeck et al. 2011

¹⁰¹ Ferranti et al., 2006, 2010; Antonioli et al., 2009

¹⁰² Ruol & Pinato et al., 2016

¹⁰³ comune.venezia.it/it/content/durata-media-delle-maree

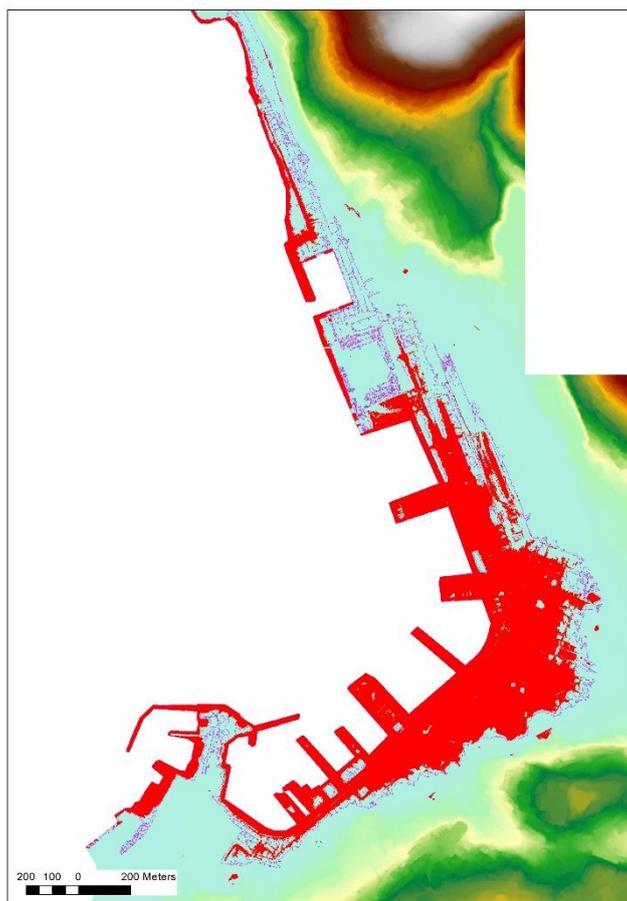


Figura 3.16. Simulazione di evento di acqua alta a Trieste.

Adottando quindi il valore di 185 cm come parametro soglia di allagamento episodico con TR=30 anni, si propone di effettuare una simulazione statica che permetta di individuare l'area interessata all'ingresso marina entro il territorio comunale. Il metodo di simulazione riportato in Figura 3.16 deve prevedere contiguità degli elementi territoriali in termini di quota e quindi si basa su una metodologia GIS che dialoghi tra celle attigue, a partire dalla linea di costa, ovvero dai settori costieri che si trovano a quote inferiori alla soglia definita.

3.3.6.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità future e dell'arco temporale di variazione

Per la valutazione della frequenza attuale del fenomeno, secondo una scelta ponderata, si propone per il calcolo della pericolosità di considerare la soglia minima di 185 cm come riferimento. Si presuppone che questa sia una soglia che causa un ragionevole disagio e danno alla popolazione e alle attività economico-socioculturali, però con tempi di ritorno di 30 anni, non si può che considerare che la frequenza attuale del fenomeno sia **Bassa**. La sovrapposizione degli eventi episodici descritti e degli scenari di innalzamento del livello del mare portano inevitabilmente alle seguenti proiezioni. Il cambiamento di frequenza ed intensità nel future è da ritenersi in **Aumento**. Infatti, come conseguenza dell'incremento del livello marino, il valore soglia di 185 cm sarà superato sia in termini di intensità che di frequenza, cambiando sia i tempi di ritorno che l'estensione delle aree allagate mentre l'arco temporale di cambiamento è il **Medio termine**, siccome si ritiene altamente probabile che il corrente scenario di innalzamento del livello medio del mare possa produrre già gli effetti di amplificazione del fenomeno di inondazione marina a partire dal 2050.

3.3.7. Vento estremo

3.3.7.1. Introduzione

Il vento estremo è uno dei pericoli con il maggior potenziale di distruzione. In Europa, infatti, il vento estremo rappresenta uno degli eventi climatici più pericolosi. Il vento estremo, in modo particolare la bora, il vento catabatico che soffia con direzione est-nord-est, è molto conosciuto nel triestino. Questo è un tipo di vento discontinuo, soffia quindi a raffiche che possono assumere velocità molto imponenti. Le cariche di bora, che oltrepassano anche i 150 km/h, causano impatti di diverso tipo, per esempio sull'ambiente, sulle infrastrutture, e sui sistemi di trasporto, creando disagio e situazioni di pericolo. Nonostante a livello globale non si sono osservate tendenze significative di aumento o diminuzione di eventi di vento estremo, la Stazione Meteorologica di Molo Fratelli Bandiera di Trieste ha indicato un aumento significativo di questi eventi negli ultimi 25 anni (Figura 1.55).

3.3.7.2. Analisi della frequenza attuale e della frequenza ed intensità futura del vento estremo

Ci sono diverse scale per misurare la forza del vento. La scala di Beaufort, una delle più utilizzate, classifica il vento in 12 categorie in base alla sua velocità. In questo studio, come indice di vento estremo, sono state selezionate le massime di vento superiore a 80 km/h, che rientra nella 9na categoria della scala di Beaufort. In base a questo indice, sono stati analizzati i dati della stazione meteorologica del Molo Fratelli Bandiera che calcola le medie e massime giornaliere di vento dal 1995. In base a questa selezione, sono stati rinvenuti 799 eventi di punte massime di vento su 9055 totali, che rappresenta una probabilità di occorrenza >0,05, perciò da considerarsi come evento a frequenza attuale **Alta**, secondo il criterio riportato in Tabella 3.21.

Tabella 3.21. Criteri per determinare la probabilità corrente del verificarsi di fenomeni di vento estremo

Probabilità (p)	Definizione	Risultato
> 0.05	Estremamente probabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. più di 1 probabilità su 20)	Alto
0.05 < x < 0.005	Moderatamente probabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. tra 1 probabilità su 20 e 1 su 200)	Moderato
0.005 < x < 0.0005	Improbabile che il rischio climatico si verifichi (ad es. tra 1 probabilità su 200 e 1 su 2000)	Basso

Per quanto riguarda le proiezioni di vento future, questo studio si avvale dello studio¹⁰⁴. In questo rapporto viene utilizzato come indice di vento estremo le massime giornaliere di vento superiori al 98,5 percentile e vengono analizzati i livelli e tempi di ritorno di questi fenomeni per stabilire l'esistenza di una tendenza in aumento o diminuzione nel futuro rispetto allo storico. In questo caso, i livelli di ritorno rappresenterebbero il cambiamento atteso in intensità, mentre i tempi di ritorno rappresenterebbero il cambiamento atteso in frequenza. Il risultato dell'analisi diventa rappresentativo quando almeno 2/3 dei modelli analizzati mostrano la stessa tendenza. I risultati di questa analisi sono riportati in Figura 3.17. Da questa figura si conclude che, molto probabilmente, non si verificheranno grossi cambiamenti in frequenza o intensità di eventi di vento estremo, sia nel breve che nel lungo termine.

¹⁰⁴ Global warming and windstorm impacts in the EU, JRC, 2020

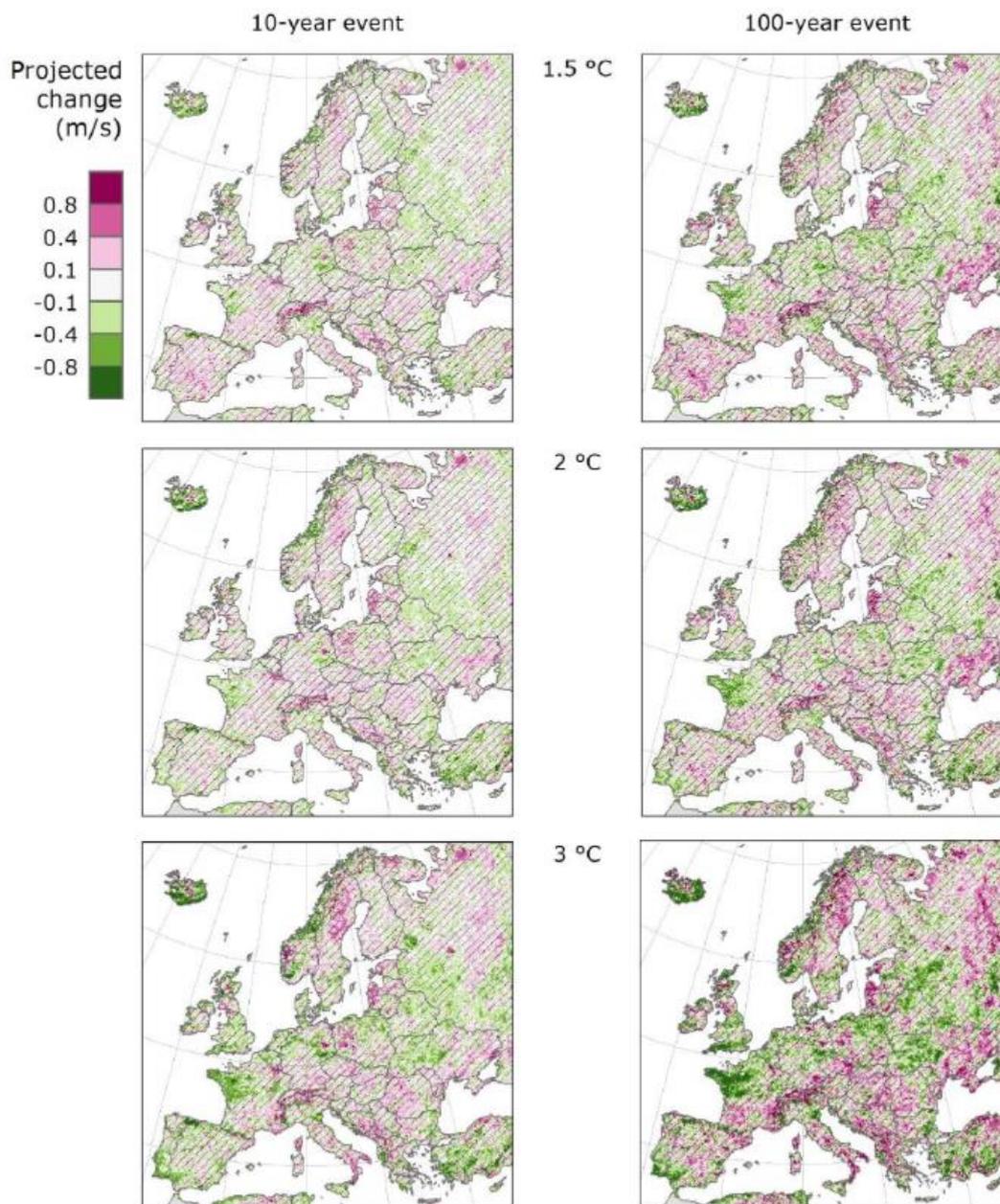


Figura 3.17. Proiezioni di cambiamento delle velocità di vento estremo in Europa nel breve e lungo termine

A questo punto, e come indicato nel rapporto del JRC citato in precedenza, diventa importante sottolineare che, in generale, i modelli climatici utilizzati per lo studio di fenomeni di vento estremo sono ancora poco affidabili per una serie di motivi: innanzitutto, i modelli in utilizzo (in generale) non possiedono ancora una risoluzione spatio-temporale da permettere l'osservazione di tendenza a scala locale. Inoltre, esistono ancora troppe differenze osservate tra le tendenze prodotte di modelli diversi, rendendo lo studio dei fenomeni di vento estremo particolarmente incerto. Per questo motivo, e per motivi di precauzione, all'interno del presente documento, la valutazione della frequenza ed intensità futura, come l'arco temporale, del vento estremo vengono definiti come **Non conosciuti**.

3.3.8. Frane

3.3.8.1. Introduzione

I fenomeni franosi costituiscono indubbiamente una delle cause principali di rischio per l'incolumità di beni e persone. Come viene indicato dal WMO e riportato anche sul template, si definisce "Landslides" come "Una massa di materiale che si è distaccato da un versante per gravità, spesso coadiuvato dall'acqua quando il materiale è saturo".

Varnes (1978) afferma che i movimenti franosi possono essere superficiali o profondi, lenti o rapidi, e che si verificano secondo un'ampia gamma di meccanismi, cause e modalità d'innesco. Seguendo tale affermazione, in¹⁰⁵ hanno strutturato una classificazione dei fenomeni franosi in funzione della tipologia del movimento e del tipo di materiale interessato dal fenomeno (Tabella 3.22).

Tabella 3.22. Classificazione delle frane secondo¹⁰⁶.

Tipo di movimento	Tipo di materiale		
	roccia	detrito	terra
Crollo <i>Fall</i>	Crollo di roccia <i>Rock fall</i>	Crollo di detrito <i>Debris fall</i>	Crollo di terra <i>Earth fall</i>
Ribaltamento <i>Topple</i>	Ribaltamento di roccia <i>Rock topple</i>	Ribaltamento di detrito <i>Debris topple</i>	Ribaltamento di terra <i>Earth topple</i>
Scivolamento traslativo <i>Traslational slide</i>	Scivolamento traslativo in roccia <i>Rock slide</i>	Scivolamento di detrito <i>Debris slide</i>	Scivolamento di terra <i>Earth slide, mud slide</i>
Scivolamento rotazionale <i>Rotational slide</i>	Scivolamento rotazionale in roccia <i>Rock slump</i>	Scivolamento rotazionale in detrito <i>Debris slump</i>	Scivolamento rotazionale in terra <i>Earth slump</i>
Espansione laterale <i>Lateral spread</i>	Espansione laterale in roccia <i>Rock spreading</i>	Espansione laterale di detrito <i>Debris spreading</i>	Spandimento laterale di suolo <i>Soil spreading</i>
Colamento <i>Flow</i>	Deformazione profonda da creep in roccia <i>Rock flow (sackung)</i>	Colata di detrito <i>Debris flow</i>	Colata di terra <i>Earth/Mud flow</i>

In generale, una frana si verifica quando le forze destabilizzanti che favoriscono il movimento diventano maggiori rispetto a quelle che si oppongono al movimento stesso. I fattori che favoriscono, condizionano e determinano i fenomeni di dissesto si possono distinguere in fattori strutturali o predisponenti (che agiscono in prevalenza in modo costante nel tempo, come ad esempio quelli litologici e climatici) e in fattori innescanti o scatenanti (che producono un impulso esterno, anche in tempi brevi, determinando l'alterazione degli equilibri naturali, quali eventi meteorici intensi). Le condizioni meteorologiche rappresentano, quindi, uno dei principali fattori predisponenti e/o innescanti dei fenomeni gravitativi. In particolare, il susseguirsi di lunghi periodi siccitosi e di eventi meteorici particolarmente intensi e concentrati, favoriscono l'innesco dei fenomeni.

3.3.8.2. Metodologia e fonte dei dati

Per cercare di definire la variabile in esame e quantificarla per rispondere a quanto prevede il template, si è deciso di analizzare il Catasto regionale dei fenomeni franosi. Il Catasto è il frutto di una collaborazione sinergica tra le diverse strutture regionali competenti quali il Servizio Geologico, nonché con l'Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione e con l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tale catasto è infatti legato ad attività a scala nazionale, quali i

¹⁰⁵ Cruden & Varnes et al., 1996

¹⁰⁶ Cruden & Varnes et al., 1996

Progetti di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e all'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), attualmente confluito nel più aggiornato SIDS (Sistema Informativo regionale per la Difesa del Suolo).

Caratterizzare un territorio in funzione della pericolosità franosa può non essere così immediato, specialmente se si considerano la natura dei diversi fenomeni e le morfologie dei comuni stessi. Si può ad esempio cominciare con l'individuare un indicatore che evidenzia nell'intero territorio regionale i comuni interessati da eventi franosi e da quante frane o aree soggette a fenomeni franosi sono censiti al loro interno (Tabella 3.23).

Tabella 3.23. Elenco dei comuni interessati da fenomeni franosi in FVG. Sottolineati, i comuni interessati dal progetto INTERREG ITA-SLO SECAP.

Numero di fenomeni censiti	Comuni
1 – 10	Medea, Pagnacco, Reana del Rojale, Ronchi dei Legionari, Mossa, Osoppo, Doberdò del Lago, Fagagna, Manzano, San Daniele del Friuli, Travesio, Artegna, Cassacco, Fanna, Preone, Buttrio, Sequals, Tricesimo, Attimis, Majano, Polcenigo, Stregna, Treppo Grande, San Giovanni al Natisone, Magnano in Riviera, Nimis
10 – 50	Duino-Aurisina, Torreano, Villa Santina, Capriva del Friuli, Cividale del Friuli, Premariacco, Corno di Rosazzo, Drenchia, San Leonardo, Buja, Faedis, Grimacco, Meduno, Prepetto, Savogna, Cavasso Nuovo, Budoia, Maniago, Enemonzo, Montereale Valcellina, Cercivento, Montenars, San Dorligo della Valle, Zuglio, Forgaria nel Friuli, Ragogna, Raveo, Sutrio, Muggia, Pinzano al Tagliamento, Povoletto, Verzegnis, Lauco, Aviano, San Pietro al Natisone, Ravascletto, Castelnovo del Friuli, Cormons, Caneva, Amaro, Clauzetto, Resiutta, Pulfero, Cavazzo Carnico, Comeglians, Bordano, Sappada
50 – 100	Rigolato, Taipana, San Floriano del Collio, Socchieve, Tarcento, Gorizia, Trieste, Tolmezzo, Sauris, Arta Terme, Vito d'Asio, Dolegna del Collio, Trasaghis, Treppo Carnico, Ligosullo, Andreis, Venzone, Tramonti di Sotto, Gemona del Friuli, Frisanco, Ampezzo
> 100	Ovaro, Barcis, Forni di Sotto, Tramonti di Sopra, Erto e Casso, Paluzza, Prato Carnico, Resia, Paularo, Forni Avoltri, Cimolais, Forni di Sopra, Lusevera, Chiusaforte, Dogna, Claut, Tarvisio, Moggio Udinese, Malborghetto Valbruna, Pontebba

Questo indice permette di evidenziare quei comuni che presentano un certo numero di criticità, tuttavia, non tiene conto della superficie comunale di riferimento. È quindi necessario definire un secondo indice che normalizzi il numero di fenomeni franosi rapportandoli alla superficie amministrativa (Tabella 3.24).

Tabella 3.24. Elenco dei comuni interessati da fenomeni franosi in FVG, estensione comunale e rapporto fra numero fenomeni catalogati rispetto alla superficie amministrativa. Evidenziati in azzurro, i comuni interessati dal progetto INTERREG ITA-SLO SECAP.

Comune	Superficie totale Comune (km ²)	n frane per Comune	n frane/superficie totale Comune
Duino-Aurisina	45.31	7	0.15
Trieste	85.11	53	0.62
Brugnera	29.12	-	-
Budoia	37.36	19	0.51
Caneva	41.79	37	0.89
Polcenigo	49.69	7	0.14
Porcia	29.53	-	-
Sacile	32.74	-	-

Martignacco	26.68	1	0.04
Reana del Roiale	20.33	1	0.05
Moruzzo	17.78	1	0.06
San Daniele del Friuli	34.78	2	0.06
Ronchi dei Legionari	17.11	1	0.06
Pagnacco	14.93	1	0.07
Travesio	28.38	2	0.07
Fagagna	37.19	3	0.08
Manzano	31.04	3	0.10
Doberdò del Lago	27.05	3	0.11
Medea	7.36	1	0.14
Sequals	27.70	5	0.18
Attimis	33.24	6	0.18
Majano	28.28	6	0.21
Preone	22.47	5	0.22
Osoppo	22.40	5	0.22
Maniago	69.46	17	0.24
Sappada	62.06	16	0.26
Aviano	113.35	31	0.27
Cividale del Friuli	50.65	14	0.28
Buttrio	17.78	5	0.28
Tricesimo	17.68	5	0.28
Montereale Valcellina	67.88	20	0.29
Stregna	19.69	6	0.30
Mossa	6.21	2	0.32
Faedis	46.78	16	0.34
Cassacco	11.68	4	0.34
Treppo Grande	11.32	4	0.35
San Giovanni al Natisone	24.06	9	0.37
Villa Santina	12.99	5	0.38
Premariacco	39.89	16	0.40
Nimis	33.90	15	0.44
Artegna	11.22	5	0.45
Fanna	10.26	5	0.49
Torreano	34.99	18	0.51
Meduno	31.59	19	0.60
San Leonardo	26.91	17	0.63
Verzegnis	39.33	26	0.66
Prepotto	33.24	22	0.66

Buia	25.51	17	0.67
Socchieve	66.12	47	0.71
Savogna	22.17	17	0.77
Forgaria nel Friuli	28.94	23	0.79
Povoletto	38.41	31	0.81
Taipana	65.44	54	0.83
Cimolais	100.86	84	0.83
Tolmezzo	64.62	54	0.84
Tramonti di Sopra	125.15	106	0.85
Lauco	34.76	31	0.89
Claut	165.91	149	0.90
Pulfero	48.68	44	0.90
Chiusaforte	100.20	94	0.94
Forni di Sotto	93.60	89	0.95
Resia	119.31	114	0.96
Barcis	103.41	99	0.96
Magnano in Riviera	8.34	8	0.96
Amaro	33.26	32	0.96
Cavazzo Carnico	39.44	38	0.96
Trasaghis	77.85	76	0.98
Tramonti di Sotto	85.55	87	1.02
Ragogna	22.03	23	1.04
Venzone	54.55	58	1.06
San Dorligo della Valle	24.22	26	1.07
Sutrio	20.75	23	1.11
Ampezzo	73.63	83	1.13
Tarvisio	208.36	235	1.13
Enemonzo	23.76	27	1.14
Gemona del Friuli	56.06	65	1.16
Cormons	35.09	42	1.20
Montenars	20.59	25	1.21
Vito d'Asio	53.72	66	1.23
Clauzetto	28.31	35	1.24
Drenchia	12.01	15	1.25
Corno di Rosazzo	12.62	16	1.27
Paluzza	69.75	89	1.28
Resiutta	20.36	26	1.28
Ravaschetto	26.48	34	1.28
Ovaro	57.90	75	1.30

Forni di Sopra	81.66	106	1.30
Arta Terme	42.77	57	1.33
Forni Avoltri	80.75	109	1.35
Grimacco	16.11	22	1.37
San Pietro al Natisone	23.97	33	1.38
Rigolato	30.77	44	1.43
Paularo	84.24	121	1.44
Prato Carnico	81.72	119	1.46
Frisanco	60.99	90	1.48
Zuglio	18.21	27	1.48
Cavasso Nuovo	10.60	16	1.51
Erto e Casso	52.43	80	1.53
Gorizia	41.26	65	1.58
Cercivento	15.78	25	1.58
Raveo	12.60	20	1.59
Dogna	70.37	112	1.59
Sauris	41.49	67	1.61
Muggia	13.85	25	1.80
Moggio Udinese	142.44	258	1.81
Lusevera	53.05	97	1.83
Pinzano Tagliamento	21.95	48	2.19
Comeglians	19.41	47	2.42
Andreis	26.95	66	2.45
Ligosullo	16.85	42	2.49
Bordano	14.90	40	2.68
Capriva del Friuli	6.32	17	2.69
Tarcento	35.42	108	3.05
Castelnovo del Friuli	22.48	71	3.16
Treppo Carnico	18.74	61	3.26
Malborghetto Valbruna	124.21	432	3.48
Pontebba	99.66	447	4.49
San Floriano del Collio	10.63	55	5.17
Dolegna del Collio	12.88	76	5.90

Come si può notare, i valori vanno da un minimo di 0.04 frane/km² di Martignacco a 5.9 frane/km² di Dolegna del Collio. Se analizziamo entrambi i parametri con una statistica di base, si nota come la frequenza percentuale degli indicatori abbia un andamento non lineare. In particolare, nella Figura 3.18 si può notare che le classi che presentano una percentuale in frequenza maggiore di 10 sono le prime 3, ovvero quelle che nel loro insieme comprendono quei comuni con più di 30 frane nel loro territorio. Nella Figura 3.19 invece,

la distribuzione della frequenza delle prime classi è più consistente (si ha oltre il 10% in frequenza anche della classe 1.25-1.50 frane/km²). Guardando assieme questi due grafici si capisce come entrambi gli indicatori abbiano un ruolo importante nel descrivere il fenomeno, il primo per avere una quantificazione numerica degli eventi in loco e il secondo per definire la distribuzione della criticità.

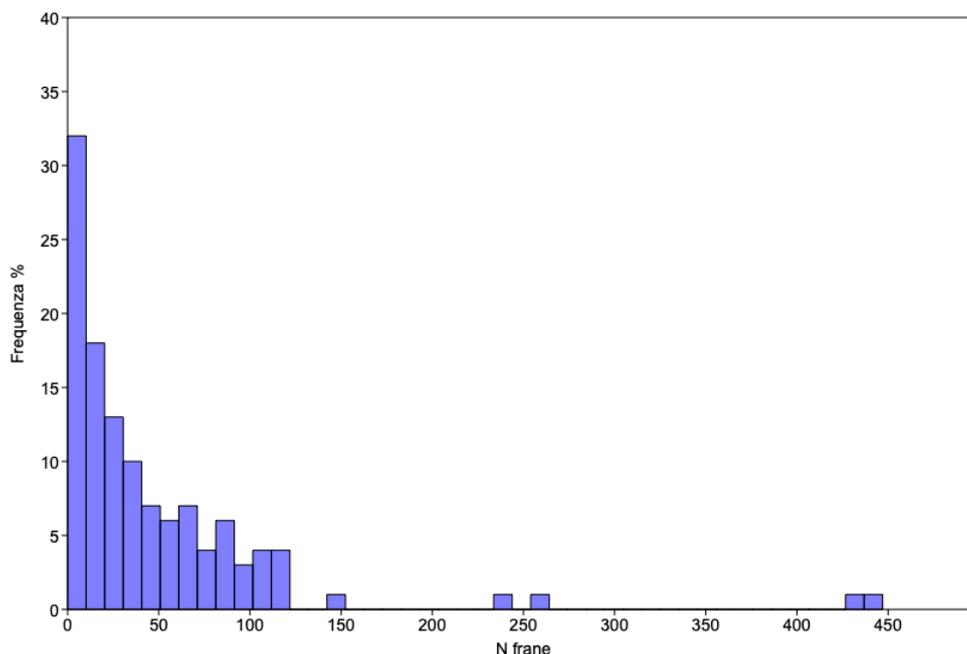


Figura 3.18. Istogramma della frequenza percentuale riferita al numero di frane censite per ogni comune del FVG.

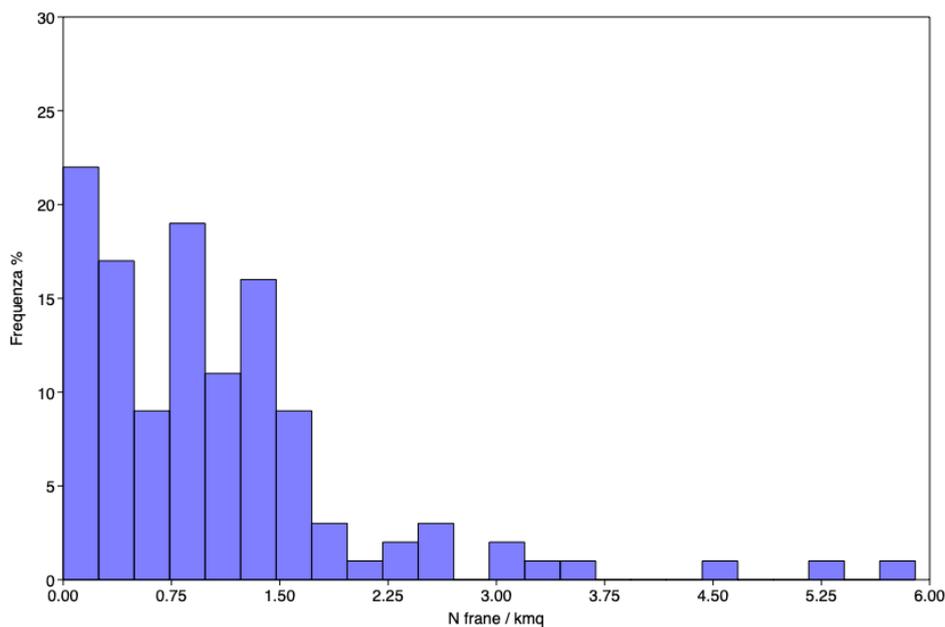


Figura 3.19. Istogramma della frequenza percentuale riferita al rapporto tra frane censite e l'area totale del comune, per ogni comune interessato dai fenomeni franosi.

Si ritiene che analizzare anche la serie storica della frequenza di accadimento di eventi significativi di attivazione/riattivazione delle frane possa essere utile per avere un quadro conoscitivo più completo. Tuttavia, per motivi di difficoltà di reperimento delle serie storiche e considerata l'analisi preliminare che si sta svolgendo, si è rinunciato a dar corso a questo approfondimento, rimandandolo a una seconda possibile

fase del lavoro. Per la definizione della pericolosità si è deciso di unificare i due indici descritti, mediante l'analisi dei campi di esistenza definiti dalla loro correlazione. Nella Figura 3.20 è riportata la relazione tra il numero di frane e il rapporto fra il numero delle frane e l'estensione del comune. La relazione è riportata in un diagramma logaritmico per permettere una migliore visualizzazione dei valori entro una casistica molto ampia.

Si può notare come tra i due parametri vi sia una proporzionalità diretta. Tuttavia, la forbice di variabilità è molto elevata (se si prende ad esempio come riferimento sull'asse N frane il valore "20", sulle ordinate ci sono valori del rapporto che vanno da 0.29 a 1.59).

Osservando il grafico, sono almeno due le considerazioni che si possono fare per definire una suddivisione in "Basso – Moderato - Alto" previsti dalle tabelle del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima. La prima è che se si prova ad immaginare cosa vuol dire avere una frana per chilometro quadrato, si conviene che l'entità della criticità sia notevole; quindi consideriamo come 1 (N frane/km²) il valore critico oltre il quale la pericolosità è elevata. La seconda invece è prendere un "outlier" nella parte più bassa del grafico che tenga conto della scala logaritmica, in modo da individuare l'area in cui la pericolosità non è elevata. Il punto che è stato considerato plausibile è quello con coordinate 31; 0.27. Data la scala logaritmica degli assi e le considerazioni appena fatte, sono state tracciate due semirette per individuare le fasce di classificazione della pericolosità, considerando come discriminante sia il valore "N frane" che il valore "N frane/km²".

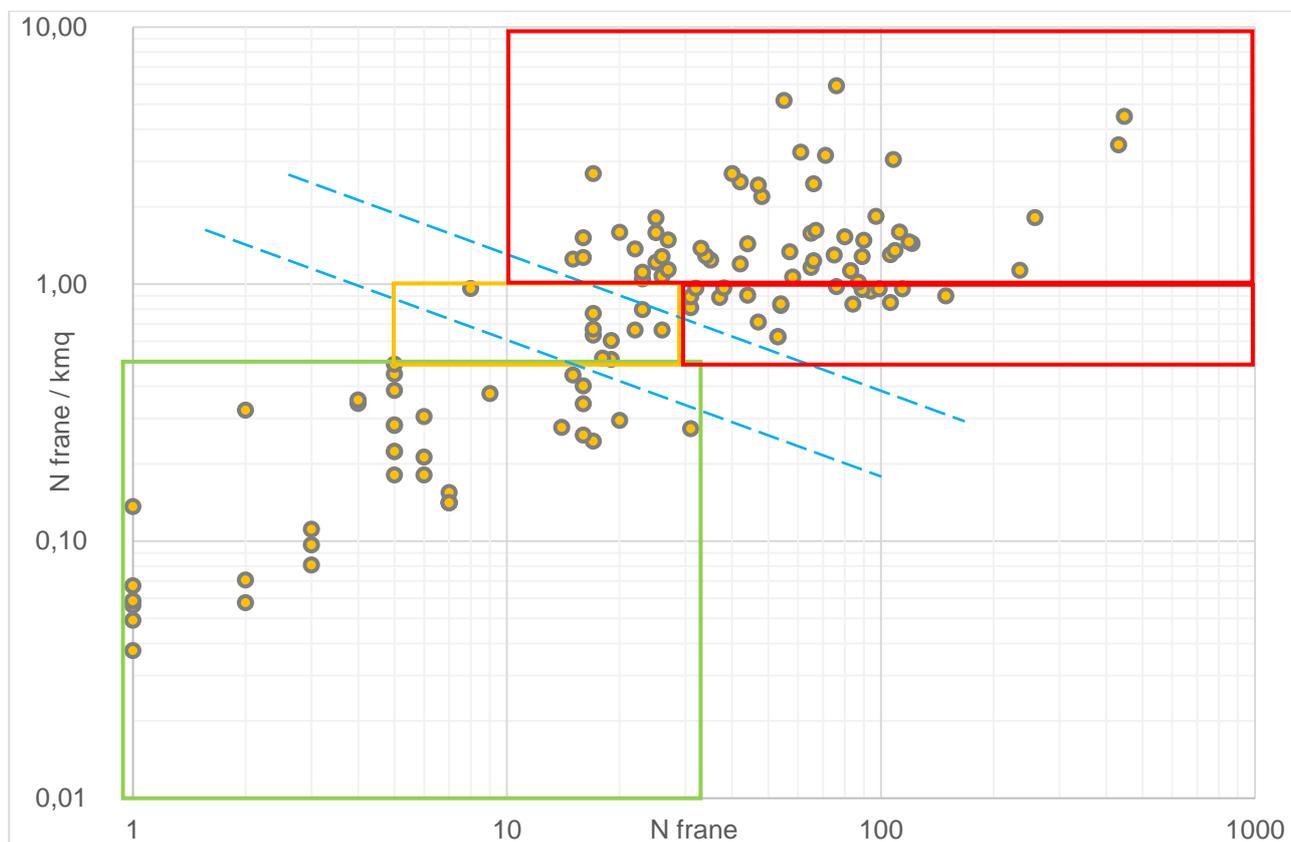


Figura 3.20. Grafico in doppia scala logaritmica per il calcolo della pericolosità.

3.3.8.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità futura e dell'arco temporale di variazione

Per valutare la frequenza attuale del fenomeno, in base alla Figura 3.20 e a quanto riportato in precedenza, si propone una classificazione della pericolosità come segue, da cui la frequenza attuale del fenomeno a Trieste risulta **Moderata**:

- Per valori di $N \text{ frane/km}^2 \leq 0.5$, la frequenza attuale è da considerarsi come **Basso**
- Per valori di $0.5 < N \text{ frane/km}^2 < 1$, la frequenza attuale è da considerarsi come **Moderato**
- Per valori di $N \text{ frane/km}^2 \geq 1$, la frequenza attuale è da considerarsi **Alto**

Per quanto riguarda l'analisi della frequenza e della intensità futura, la valutazione viene fatta attraverso quanto riportato ed evidenze in letteratura. I cambiamenti climatici hanno il potenziale di modificare i processi di versante e quindi la stabilità dei pendii stessi. In generale, gli effetti che derivano da questi cambiamenti sono generati da numerose variabili meteo-climatica, ma quelle preponderanti sono la temperatura e la pioggia. È logico aspettarsi una maggior instabilità dovuta all'aumento di eventi di precipitazione brevi ma intense e/o dovuta all'aumento della precipitazione cumulata, dell'infiltrazione e del ruscellamento¹⁰⁷, ma sono altrettanto importanti anche le precipitazioni stagionali antecedenti agli eventi di precipitazione "estremi". In¹⁰⁸ riportano come non sempre, infatti, gli eventi brevi ed intensi sono in grado di innescare colate detritiche se nei mesi precedenti non sono stati registrati quantitativi sufficienti di pioggia a portare a saturazione il sottosuolo e/o di favorire la produzione di detrito.

Per quanto riguarda la variabile meteo-climatica "temperatura", la sua variazione può portare a due principali conseguenze (Studio corredato da cartografia e relazione di sintesi geologica e geotematica sullo stato di fatto concernente la conoscenza d'insieme del territorio fisico regionale per la valutazione degli impatti dovuti ai cambiamenti climatici" (studio effettuato dal Dipartimento di Matematica e Geoscienze nel 2015 per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione Centrale Ambiente ed Energia):

- l'incremento della temperatura massima giornaliera influenza lo scioglimento delle nevi e la fusione del permafrost, che a loro volta causano il rilascio tensionale degli ammassi rocciosi e la loro esposizione agli agenti atmosferici;
- i cambiamenti di temperatura possono influenzare l'instabilità dei versanti in termini di evapotraspirazione e infiltrazione al suolo, e conseguentemente sull'umidità e sulla saturazione del suolo.

Date queste considerazioni, è da sottolineare che il cambiamento climatico può ovviamente condurre alla modificazione della frequenza e dell'intensità dei fenomeni franosi, ma non necessariamente potrà cambiare la distribuzione areale dei fenomeni stessi, in quanto i fattori intrinseci del territorio che portano all'instabilità del versante (come la litologia, la tettonica e la morfologia) sono da considerare relativamente costanti.

Concludendo, conseguentemente a quanto riportato in questo paragrafo e in base a quanto discusso in merito all'aumento futuro di piovosità durante i periodi invernali e di siccità in quelli estivi (Figura 3.14), si può assumere che nel template si possano indicare i seguenti attributi qualitativi:

- Cambiamento in intensità del fenomeno in futuro: **Aumento**
- Cambiamento in frequenza del fenomeno in futuro: **Aumento**
- Arco temporale del cambiamento: **Medio termine**

¹⁰⁷ Borgatti & Soldati et al., 2013

¹⁰⁸ Wiczorek & Glade et al., 2005

3.3.9. Incendi boschivi

3.3.9.1. Introduzione

Il riscaldamento globale aumenterà la frequenza e l'intensità delle siccità e delle ondate di calore nei prossimi decenni, con conseguenze dirette sull'aumento del pericolo di incendi, specialmente nelle regioni dell'Europa meridionale e nel bacino del Mediterraneo ¹⁰⁹. Gli incendi boschivi rappresentano un pericolo naturale ed hanno un ruolo critico nella regione euro-mediterranea (EU-MED) ¹¹⁰. In generale, le condizioni calde e secche aumentano il rischio di incendi ¹¹¹ e studi recenti hanno suggerito un aumento sostanziale di condizioni meteorologiche favorevoli allo sviluppo degli incendi (ovvero un incremento sia nel numero di incendi che nella durata della stagione degli incendi), collegando questo aspetto agli impatti del cambiamento climatico antropogenico ¹¹². Soprattutto nell'Europa meridionale e all'interno della regione EU-MED, è stato rilevato un notevole aumento dell'area bruciata negli ultimi anni rispetto ai valori medi del decennio precedente ¹¹³ e le proiezioni future sembrano concordare verso un aumento sia del pericolo di incendio che di superficie bruciata ¹¹⁴. Pertanto, una solida valutazione a scala regionale del futuro pericolo di incendio e della sua incertezza è urgente al fine di rendere efficace la pianificazione a lungo termine del territorio, specialmente nell'area euro-mediterranea.

3.3.9.2. Metodologia e fonte dei dati

Il Fire Weather Index (FWI) ¹¹⁵ è un indice adimensionale basato su dati meteorologici usato globalmente per stimare il pericolo d'incendio considerando la tipologia di combustibile costante. Il FWI è stato sviluppato dal Canadian Forest Fire Danger Rating System ed è un indicatore numerico della potenziale intensità di incendio, valutandone anche la difficoltà nel suo controllo. L'FWI è stato originariamente sviluppato per le foreste boreali canadesi, ma si è dimostrato efficace in diverse regioni, tra cui l'EU-MED ¹¹⁶, anche se è necessaria cautela soprattutto quando si utilizza per effettuare proiezioni future. Attualmente, il FWI è applicato da diversi enti pubblici europei nazionali e regionali (es. Francia o ARPA Piemonte, rispettivamente) ed è diventato l'indice ufficiale per le previsioni operative di pericolo incendio a medio raggio emesse dall'European Forest Fire Information System (EFFIS) ¹¹⁷. Il FWI può integrare gli effetti della disponibilità di combustibile attraverso un indice di accumulo che combina tre diverse classi di umidità del combustibile con il potenziale tasso di propagazione del fuoco ¹¹⁸. Nello specifico, l'indice è composto da tre sottoindici che: a) valutano il contenuto di umidità della lettiera e di altri combustibili fini nel suolo (FFMC), b) stimano il contenuto medio di umidità di strati organici del suolo poco compattati di moderata profondità (DMC) e c) calcolano il contenuto medio di umidità degli strati organici (DC) profondi e compatti. Vengono quindi calcolati due sottoindici intermedi (Initial Spread Index - ISI, Buildup Index - BUI) che descrivono il comportamento del fuoco quantificandone la velocità di propagazione e la quantità totale di combustibile disponibile per la combustione. Infine, si ottiene il FWI combinando ISI e BUI (Figura 3.21). Per il calcolo dell'indice, le variabili climatiche necessarie sono precipitazioni giornaliere, temperatura, umidità e velocità del vento alle 12:00 ora locale.

¹⁰⁹ Parente et al., 2018; Fargeon et al., 2020

¹¹⁰ San-Miguel-Ayanz et al., 2013

¹¹¹ Ruffault et al., 2018

¹¹² Turco et al., 2018; Abatzoglou et al., 2019

¹¹³ San-Miguel-Ayanz et al., 2018

¹¹⁴ Moriondo et al., 2006; Dupuy et al., 2019

¹¹⁵ Van Wagner et al., 1987

¹¹⁶ Bedia et al., 2018

¹¹⁷ effis.jrc.ec.europa.eu/

¹¹⁸ Abatzoglou et al., 2019

Variabili climatiche

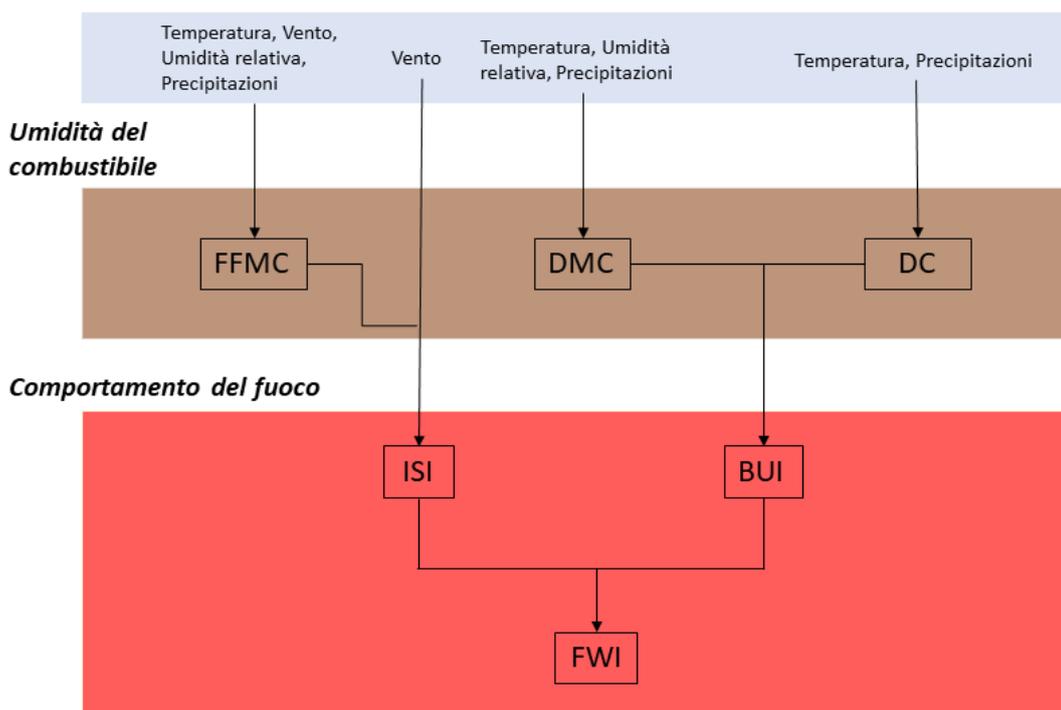


Figura 3.21. Struttura del Fire Weather Index (FWI). FFMC= Fine Fuel Moisture Code, DMC= Duff Moisture Code, DC = Drought Code, ISI = Initial Spread Index, BUI = Buildup Index.

Il FWI è stato implementato dall'ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) utilizzando il modello Global ECMWF Fire Forecasting (GEFF). EFFIS fornisce diverse versioni dell'indice come, ad esempio, quella a 8 km di risoluzione con previsioni da 1 a 9 giorni. Altri modelli, come ad esempio quello usato da MeteoFrance (risoluzione 10 km), forniscono previsioni fino a 3 giorni. Inoltre, EFFIS fornisce anche il modello probabilistico ECMWF che include l'indice FWI Extreme Forecast (FWI EFI), tra gli altri. FWI EFI viene calcolato dalla differenza tra il modello climatico degli ultimi 20 anni per un dato giorno e le previsioni di un insieme di 11 modelli per quel giorno, utilizzando 5 date di inizio in anni diversi che forniscono anche informazioni riguardo gli eventi estremi. Recentemente, l'Unione Europea ha rilasciato una versione delle proiezioni future del pericolo di incendio basate su un grigliato di 0.11° di risoluzione, sotto l'egida del programma Copernicus¹¹⁹. Il set di dati è stato sviluppato utilizzando l'output climatico derivato ogni 3 ore da coppie di Global Circulation Models - GCMs / Regional Circulation Models - RCMs (CNRM-CM5, EC-EARTH, IPSL-CM5A-MR, HadGEM2-ES, MPI-ESM-LR, NorESM1-M) sviluppato nell'ambito dell'iniziativa EURO-CORDEX¹²⁰. I dati rappresentano valori FWI giornalieri calcolati su un periodo storico (1970-2004) insieme a proiezioni future (2005-2097) basate sui 3 scenari di Representative Concentration Pathways (RCP), ossia RCP 2.6, 4.5 e 8.5. Le variabili climatiche essenziali (ECV) calcolate sono: FWI giornaliero, FWI stagionale (sFWI) che rappresenta i valori medi di FWI per il periodo giugno-settembre (considerato come "stagione degli incendi" nell'emisfero settentrionale), nonché tre indici (N15, N30, N45) che descrivono rispettivamente il numero di giorni con condizioni di pericolo di incendio moderato, elevato e molto alto secondo la scala EFFIS (vedi sotto)¹²¹. I dati vengono distribuiti come formato di file NetCDF-4 e per manipolare ed estrarre le

¹¹⁹ cds.climate.copernicus.eu/

¹²⁰ Jacob et al. 2014

¹²¹ Karali & Giannakopoulos et al, 2019

informazioni dal set di dati è necessario un software o un linguaggio di programmazione appropriato (ad esempio R o Python).

Scaling e analisi delle tendenze

Per essere efficace e maggiormente interpretabile, il FWI può essere diviso in classi seguendo la metodologia proposta in ¹²² e modificata in base a quanto proposto dall'EFFIS. Nello specifico, le classi rappresentano le condizioni di pericolo d'incendio descritte come segue:

- Molto bassa (FWI < 5.2)
- Bassa (5.2 < FWI < 11.2)
- Moderata (11.2 < FWI < 21.3)
- Alta (21.3 < FWI < 38)
- Molto alta (38 < FWI < 50)
- Estrema (FWI ≥ 50)

In questo report, *sFWI* è stato considerato come indice di intensità mentre *N15*, *N30*, *N45* sono stati utilizzati per valutare la frequenza con cui si registrano incendi boschivi nel periodo di riferimento. Per lo scenario storico, è stata calcolata la media mobile semplice (SMA) per valutare i valori medi su più periodi utilizzando diverse finestre temporali ($k = 4$ anni, $k = 8$ anni, $k = 13$ anni) così da poter valutare la probabilità di occorrenza dell'evento. L'utilizzo della SMA è considerato un metodo di lisciamento ("smoothing") che calcola la media a partire da valori ottenuti di intervalli temporali consecutivi, generando così una serie di medie basate su diversi smoothers al fine di ridurre il rumore presente nei dati ed evidenziarne eventuali pattern. Per valutare quantitativamente la presenza di una tendenza nelle serie temporali, è stato calcolato il Mann-Kendall Trend Test, utilizzando però l'approccio di correzione della varianza proposto da ¹²³ al fine di escludere la potenziale autocorrelazione temporale presente nella serie storica usando la funzione "mmkh" nel pacchetto R 'modifiedmk' ¹²⁴. Il Mann-Kendall Trend Test è un test non parametrico utilizzato per rilevare trend monotoni lungo le serie temporali. Per ogni test risultato significativo, è stata calcolata la pendenza (cioè il tasso di variazione lineare) e i livelli di confidenza al 95% di probabilità seguendo il metodo di Sen tramite la funzione "sen.slope" disponibile nel pacchetto R "trends". In questo rapporto, è stato considerato solo il **FWI stagionale (sFWI)**, *N15*, *N30*, *N45* e tutti i dati sono stati analizzati utilizzando il software R 4.0.2.

Per valutare se la variazione futura di ciascun indice è prevedibile nel breve, medio o lungo periodo, è stata applicata la stessa procedura sopra descritta, dividendo gli scenari futuri in tre diversi intervalli temporali, ovvero 2005-2033 (breve termine), 2005-2066 (medio termine) e 2005-2097 (lungo termine).

3.3.9.3. Valutazione della frequenza attuale, frequenza ed intensità futura e dell'arco temporale di variazione

All'interno dei confini amministrativi della città di Trieste, la mediana del *sFWI* è ≈ 12 per lo scenario storico per tutte le finestre temporali considerate, suggerendo un pericolo **Moderato** in base alla classificazione EFFIS. Le mediane dei valori di $N15 = 41$, $N30 = 14$ e $N45 = 4$ (Figura 3.22 e Figura 3.23) rappresentano il numero mediano di giorni lungo la serie temporale con pericolo d'incendio moderato, alto e molto alto. Si è notato un **Aumento** significativo nell'intensità e un **Aumento** significativo nella frequenza con cui si

¹²² Van Wagner et al., 1987

¹²³ Hamed & Rao et al., 1998

¹²⁴ Patakamuri, SK & O'Brien et al., 2020

registrano incendi boschivi negli scenari RCP4.5 e RCP8.5 (Tabella 3.25), mentre lo scenario RCP2.6 non mostra alcun trend significativo tranne che per N45 dove, probabilmente, il trend negativo osservato è attribuibile all'elevato livello di stocasticità delle proiezioni.

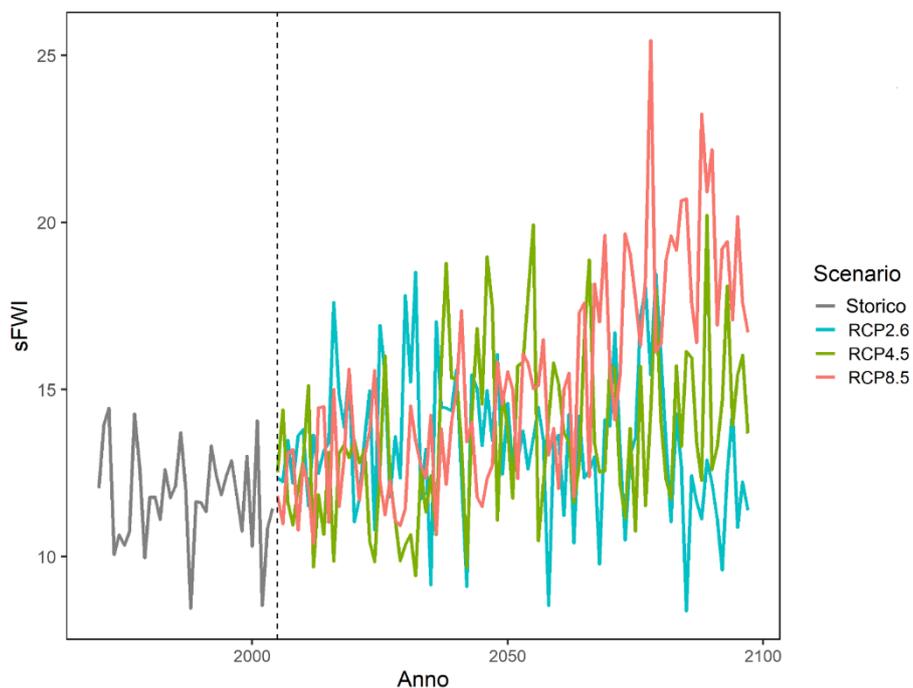


Figura 3.22. Trend del Fire Weather Index stagionale (sFWI) per la città di Trieste. La linea grigia rappresenta lo scenario storico (1970-2004), mentre quelle colorate rappresentano l'ensemble medio di proiezioni derivate da diversi modelli (2005-2097) basate sui tre scenari RCP. La linea tratteggiata rappresenta l'anno di inizio delle proiezioni.

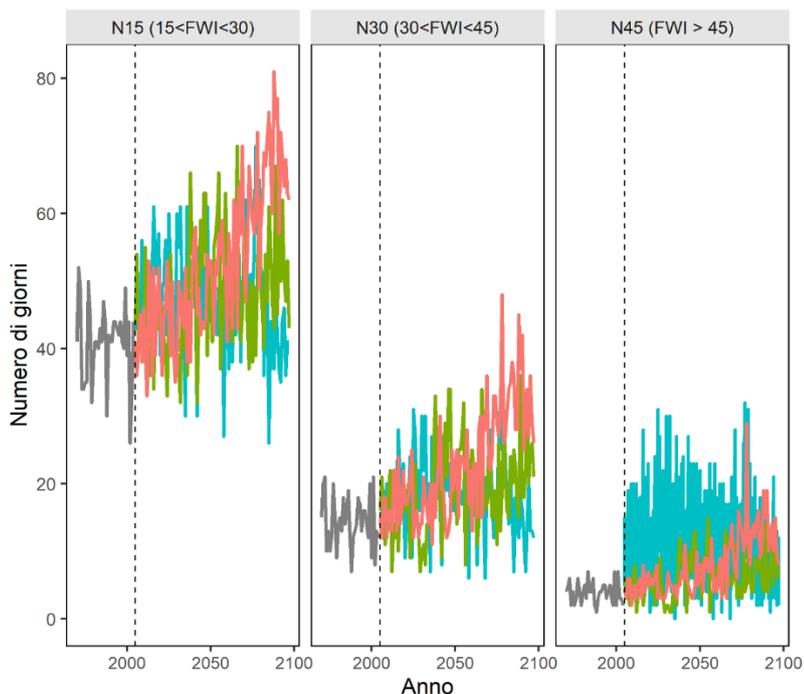


Figura 3.23. Trend del numero di giorni con FWI moderato (N15), alto (N30) e molto alto (N45) in base alla classificazione redatta dall'EFFIS. La linea grigia rappresenta lo scenario storico (1970-2004), mentre quelle colorate rappresentano

l'ensemble medio di proiezioni derivate da diversi modelli (2005-2097) basate sui tre scenari RCP. La linea tratteggiata rappresenta l'anno di inizio delle proiezioni.

La Tabella 3.26 riporta la finestra temporale indicativa in cui è atteso un cambiamento significativo in intensità e/o frequenza degli incendi boschivi. Da notare come tutte le variabili convergono nello stimare un cambiamento significativo a partire da un arco temporale di **Medio termine** (2005-2066), ad eccezione di N45, la cui interpretazione è questionabile in base a quanto già descritto sopra.

Tabella 3.25. Pendenza e relativi intervalli di confidenza (I.C.) al 95% di probabilità per ogni indice e scenario. I valori in grassetto evidenziano i modelli in cui il Mann-Kendall Trend Test è risultato significativo ($P < 0.05$).

Variabile	Scenario	Pendenza	95% I.C.
sFWI	<i>Storico</i>	-0.01	-0.06; 0.05
	<i>RCP2.6</i>	-0.01	-0.03; 0.00
	RCP4.5	0.03	0.01; 0.05
	RCP8.5	0.09	0.07; 0.10
N15	<i>Storico</i>	0.00	-0.22; 0.22
	<i>RCP2.6</i>	-0.05	-0.12; 0.00
	RCP4.5	0.11	0.04; 0.17
	RCP8.5	0.32	0.26; 0.38
N30	<i>Storico</i>	-0.04	-0.17; 0.10
	<i>RCP2.6</i>	-0.04	-0.08; 0.00
	RCP4.5	0.08	0.04; 0.13
	RCP8.5	0.21	0.17; 0.26
N45	<i>Storico</i>	0.00	-0.07; 0.03
	RCP2.6	-0.11	-0.13; -0.10
	RCP4.5	0.03	0.00; 0.06
	RCP8.5	0.10	0.08; 0.13

Tabella 3.26. Arco temporale indicativo in cui è atteso un cambiamento significativo in intensità e/o frequenza del pericolo d'incendio per ogni indice e scenario. I valori in grassetto nella tabella rappresentano le pendenze dove il modello è risultato significativo al Mann-Kendall Trend Test ($P < 0.05$) calcolato per ogni finestra temporale. Breve termine = 2005-2033; Medio termine = 2005-2066; Lungo termine = 2005-2097. *n.s.* = Non Significativo.

Variabile	Scenario	Breve- termine	Medio- termine	Lungo- termine
sFWI	RCP2.6	<i>n.s.</i>	-0.05	<i>n.s.</i>
	RCP4.5	<i>n.s.</i>	0.06	0.03
	RCP8.5	<i>n.s.</i>	0.05	0.09
N15	RCP2.6	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	RCP4.5	<i>n.s.</i>	0.20	0.11
	RCP8.5	<i>n.s.</i>	0.20	0.32
N30	RCP2.6	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
	RCP4.5	<i>n.s.</i>	0.14	0.08

	RCP8.5	<i>n.s.</i>	0.10	0.21
N45	RCP2.6	-0.28	-0.16	-0.11
	RCP4.5	<i>n.s.</i>	0.06	0.03
	RCP8.5	<i>n.s.</i>	0.03	0.10

3.4. Analisi di esposizione e vulnerabilità

3.4.1. Introduzione

La severità di un impatto dipende in grande misura dal livello di esposizione e di vulnerabilità dell'elemento esposto al pericolo climatico. Infatti, molto spesso, per fronteggiare il rischio di impatto si agisce proprio sul livello di esposizione e/o vulnerabilità ad un certo pericolo climatico. L'esposizione e la vulnerabilità sono variabili dinamiche, sia a livello temporale che a livello spaziale e dipendono da molti fattori come quelli sociali, economici, geografici, demografici, culturali, istituzionali e ambientali ¹²⁵.

L'esposizione viene definita come l'inventario degli elementi (es: persone, mezzi di sussistenza, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi e risorse, infrastrutture, beni economici, sociali o culturali) situati in luoghi che potrebbero essere esposti al pericolo ¹²⁶. L'analisi di esposizione, secondo l'approccio dell'IPCC AR5, risulta un passo indipendente. Infatti, l'esposizione è una componente necessaria ma non sufficiente per determinare il rischio di impatto perché è possibile essere esposti ma non per forza si è vulnerabili. Al contrario, per essere vulnerabili, bisogna essere esposti ¹²⁷.

La vulnerabilità definisce la propensione agli elementi esposti a reagire negativamente in caso di evento. Può essere generale (es: povertà, educazione, ecc.) o specifica al pericolo climatico. Essa rappresenta un concetto dinamico spesso non lineare che dipende dall'evoluzione della sorgente di pericolo nel futuro, come dall'interazione di più variabili socioeconomiche ed ambientali che portano variabilità al livello di vulnerabilità dell'elemento esposto. La vulnerabilità è, a sua volta, funzione di sensitività e capacità di adattamento, ovvero della predisposizione, suscettibilità, fragilità, debolezza, deficienza, o assenza di capacità che favoriscono un effetto negativo o una reazione positiva in caso di evento climatico.

Diventa importante stabilire un criterio per misurare l'esposizione e la vulnerabilità ad un certo pericolo. Gli approcci presenti in letteratura sono vari e offrono un livello di risoluzione molto diverso. La scelta dell'approccio dipende da molti fattori quali il contesto, i dati a disposizione e/o le competenze. Si dividono in approcci quantitativi, che fanno affidamento al popolamento di set di indicatori e indici, o qualitativi, ovvero si relazionano all'esperienza di esperti che permettono di capire la complessità ed i vari aspetti tangibili ed intangibili nelle diverse dimensioni.

3.4.2. Mappe ed indicatori di esposizione

Come premesso, questo documento analizza l'esposizione al pericolo, ovvero gli elementi esposti, e in sede separata la loro vulnerabilità. L'approccio è stato di tipo quantitativo per la valutazione dell'esposizione, basata sulla mappatura del territorio con rischio di evento climatico più alto e alla localizzazione degli elementi ritenuti rappresentativi (indicatori di esposizione) in tale area.

Per la mappatura del territorio a rischio, sono state prodotte (o prese in utilizzo) 10 mappe di esposizione ai pericoli climatici individuati ed analizzati nei capitoli precedenti. Per la produzione delle mappe si è fatto affidamento ai dati registrati dalle stazioni meteorologiche presenti sul territorio, quelle di Molo Fratelli Bandiera a Trieste e Sgonico. Queste due stazioni, situate ad elevazioni diverse, in linea di massima rappresentano il clima della zona costiera e dell'altopiano triestino. A tal punto, sono stati analizzati gli indici climatici descritti nella sezione precedente per entrambe le stazioni meteorologiche per individuare differenze sostanziali nell'occorrenza di eventi climatici estremi nelle due distinte aree territoriali. Questo lavoro è stato svolto per il caldo estremo, il freddo estremo, la precipitazione estrema, la siccità ed il vento

¹²⁵ Fifth Assessment Report - International Panel for Climate Change (IPCC), 2014

¹²⁶ Linee Guida Master Adapt, 2017

¹²⁷ Fifth Assessment Report - International Panel for Climate Change (IPCC), 2014

estremo con l'obiettivo di individuare una differenza maggiore del 30% tra le due aree. In caso di differenza sostanziale e in base all'elevazione media del territorio, il territorio che comprende il Confine Amministrativo del Comune di Trieste veniva diviso in due distinte aree, quella costiera e quella dell'altopiano. In caso contrario, il territorio non veniva suddiviso.

Attraverso questo esperimento, si è potuto notare che il caldo estremo, il freddo estremo, e il vento estremo sono fenomeni climatici con maggior probabilità di avvenimento in una determinata area territoriale, mentre gli eventi di precipitazione estrema e siccità sono distribuiti egualmente sul territorio (Figura 3.24).

Per quanto riguarda l'esposizione al caldo estremo e alla precipitazione estrema in area urbana si è proceduto con un ulteriore livello di dettaglio. Questo perché il cosiddetto effetto "isola di calore urbana o *urban heat island (UHI)*" è un fenomeno fisico generato dalla compresenza di più fattori critici che concorrono alla concentrazione e all'aumento della temperatura nelle agglomerazioni urbane. Tra i fattori più evidenti a cui è possibile fare riferimento troviamo la morfologia urbana, la densificazione del suolo, la zona climatico-geografica esposta, le attività umane ed il metabolismo energetico. Lo studio delle ondate di calore si avvale dell'uso di immagini satellitari, considerando l'incidenza di parametri vegetazionali e termici capaci di descrivere la struttura delle relazioni morfologiche del territorio, e i diversi gradi di vulnerabilità degli elementi antropici e naturali.

In modo analogo, un ulteriore livello di dettaglio è stato dedicato anche al fenomeno della precipitazione estrema urbana, in particolare al modello di "deflusso delle acque urbane o *urban run off (URO)*" a seguito di fenomeni precipitosi intensi. Questo perché gli effetti indotti dai processi di artificializzazione del territorio e dagli impatti della variabilità climatica sul regime dei deflussi idrici superficiali pongono in evidenza l'esistenza di criticità idrauliche sempre più severe e ricorrenti in ambito urbano. L'incremento del volume del deflusso idrico superficiale per effetto dell'impermeabilizzazione dei suoli e dei cambiamenti climatici (per esempio, crescente intensità delle precipitazioni piovose) sottopone i bacini urbani e montani ad uno sconvolgimento del ciclo idrologico naturale e ad un aumento del rischio di allagamenti. L'aumento degli eventi meteorici estremi per intensità ed estensione territoriale tende a sovraccaricare il sistema di drenaggio, causando una incontrollata crescita del deflusso superficiale (*flooding*). Ciò turba l'ecosistema urbano con inondazioni sempre più persistenti. In un percorso di contenimento del fenomeno del *flooding* occorre intervenire in modo efficace sulla sua modellazione e simulazione. Risulta quindi necessaria l'adozione di tecnologie di analisi innovative che, integrate a soluzioni di sviluppo urbano sostenibili, consentano di stimare la vulnerabilità idraulica offrendo numerosi vantaggi alla gestione operativa dello spazio pubblico e del sistema di drenaggio urbano.

Le mappe di isole di calore urbana e deflusso delle acque urbane sono state prodotte dal partner progettuale IUAV all'interno del progetto SECAP e sono descritte in dettaglio nei documenti progettuali ritrovati in ¹²⁸. Anche nel caso di queste mappe, è stata ritagliata l'area territoriale che comprende il Confine Amministrativo del Comune di Trieste e, in questa zona, si è mappata solo l'area esposta ad un "Alto" indice di UHI e URO (Figura 3.24).

Per valutare l'area potenzialmente esposta ad allagamenti, si è utilizzata la soglia descritta nel capitolo precedente, ovvero si è proceduto a mappare l'area sommersa in caso di evento di acqua alta equivalente a 185 cm. Questa mappa (Figura 3.24) è stata prodotta tramite l'utilizzo del Digital Terrain Model (DTM) con passo 1 metro come descritto nel capitolo precedente.

Infine, per mappare le zone ad alto rischio di frana e di incendio boschivo, sono state scaricate dal sito Eagle FVG ¹²⁹ le mappe indicanti le zone soggette a questi due rischi e ritagliate in base al territorio compreso nel Confine Amministrativo del Comune di Trieste (Figura 3.24).

¹²⁸ ita-slo.eu/it/secap

¹²⁹ eaglefvg.regione.fvg.it/eagle/

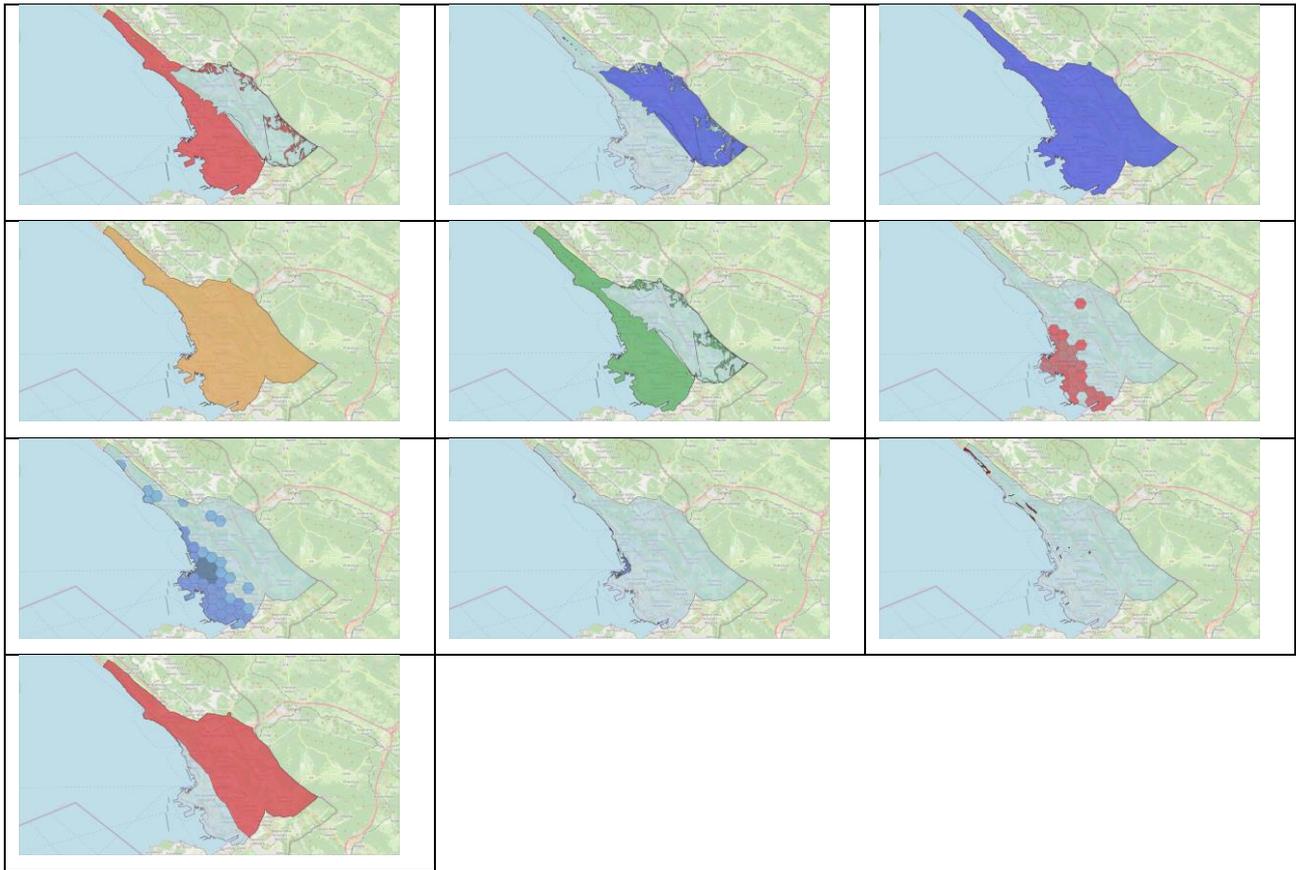


Figura 3.24. Mappe di esposizione al pericolo (dall'alto verso il basso: Caldo estremo, Freddo estremo, Precipitazione estrema, Siccità, Vento estremo, Isola di calore urbana, Deflusso delle acque urbane, Allagamenti, Frane, Incendi boschivi).

Una volta mappati i pericoli climatici, per ogni impatto individuato nella sezione precedente, si è proceduto a selezionare gli indicatori di esposizione, ovvero elementi che relazionati all'evento climatico fossero rappresentativi dell'impatto. La maggior parte degli indicatori scelti provengono dalla letteratura scientifica, mentre altri sono stati costruiti *ad hoc* per rappresentare l'impatto. La loro mappatura è nella maggior parte dei casi stata presa dal sito Eagle Fvg¹³⁰ oppure richiesta ai maggiori portatori di interesse. Gli elementi valutati sono riepilogati in Figura 3.25. Nella maggior parte dei casi è stato possibile sovrapporre l'elemento al pericolo climatico, mentre per pochi rimanenti questo lavoro non è stato possibile. In questi casi si è fatto un ragionamento per individuare gli indicatori di esposizione più opportuni a descrivere l'elemento territoriale più esposto all'impatto oppure si è considerato l'elemento come interamente esposto.

Si è quindi proceduto a calcolare il rapporto dell'elemento esposto al pericolo sul totale dell'elemento presente sul territorio come mostrato nell'equazione in (11). Il riepilogo degli indicatori utilizzati e i valori di esposizione ottenuti sono riepilogati in Tabella 3.28. Il rapporto di esposizione sarà il valore rientrante nella componente "Esposizione territoriale/settoriale al pericolo" del diagramma di flusso della RVA del PAESC del Comune di Trieste descritta precedentemente.

$$(11) \quad \text{esposizione} = \frac{\text{elemento esposto al pericolo}}{\text{totale elemento}}$$

¹³⁰ eaglefvg.regione.fvg.it/eagle/

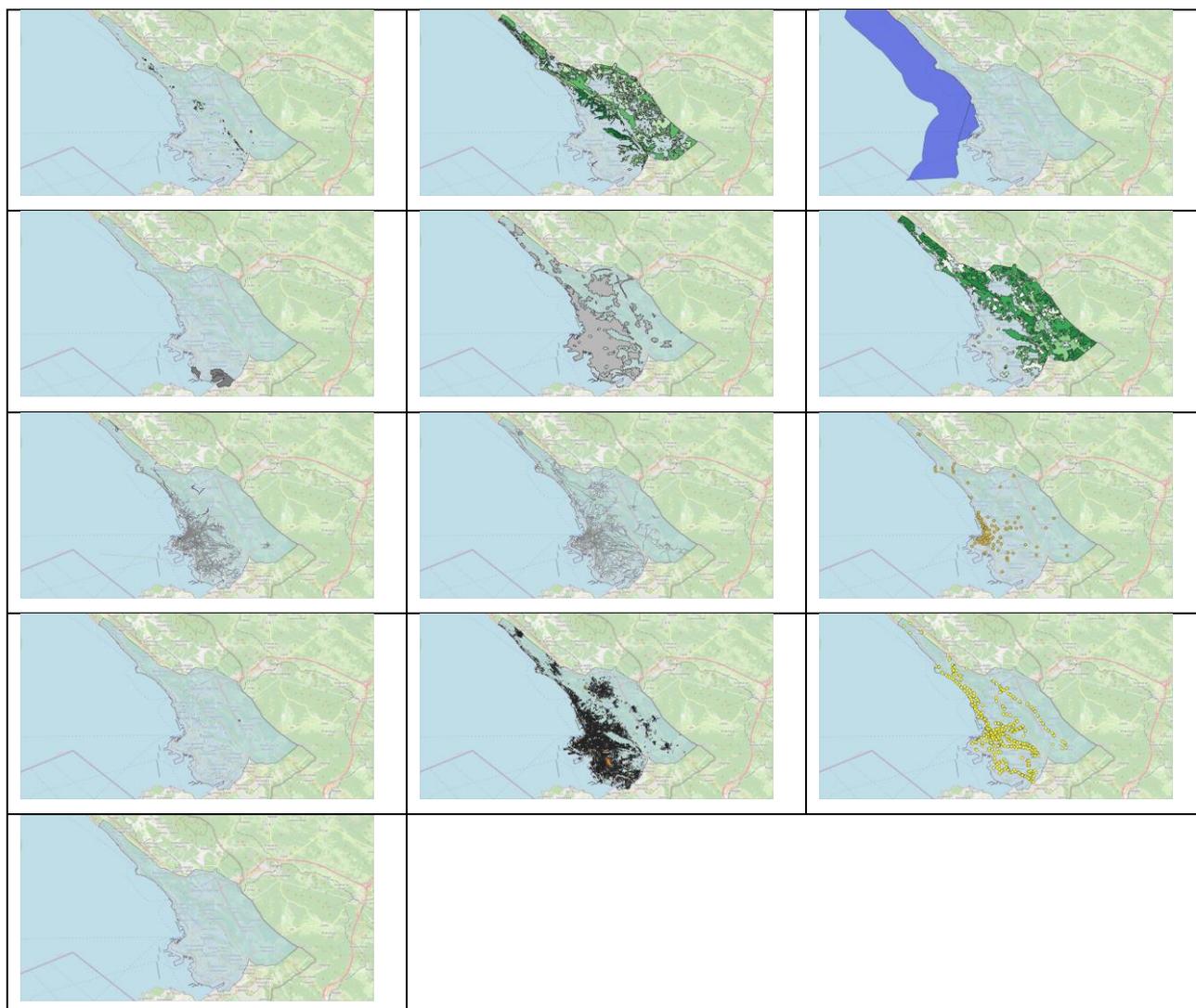


Figura 3.25. Indicatori di esposizione (dall'alto verso il basso: Area agricola, Area forestale, Area marina, Area portuale/industriale, Area urbana, Area verde, Rete fognaria mista, Rete stradale, Beni culturali, Cabine elettriche di trasformazione, Edifici, Fermate autobus, Zone umide).

Le abbreviazioni delle sorgenti di pericolo usate nelle tabelle che seguono, sono riportate nella Tabella 3.27.

Tabella 3.27. Abbreviazioni delle sorgenti di pericolo usati nelle tabelle che seguono.

Caldo estremo	CE
Freddo estremo	FE
Precipitazione estrema	PE
Siccità	Ss
Vento estremo	VE
Allagamenti e acque alte	AA
Frane	Fr
Incendi boschivi	IB

Tabella 3.28. Riepilogo indicatori di esposizione e dell'elemento esposto per settore e sorgente di pericolo.

Indicatori di esposizione per settore/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acque di transizione								
Zone umide esposte		0,00				0,00	0,00	
Agricoltura								
Area agricola esposta		0,88		0,12				0,89
Desertificazione, degrado del territorio e siccità								
Area agricola esposta			0,00			1,00	1,00	0,88
Ecosistemi marini								
Area marina esposta	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	
Ecosistemi terrestri								
Area verde esposta		0,38		0,62	0,99		1,00	
Energia								
Numero di cabine elettriche esposte		0,43		0,25				
Numero di edifici esposti		0,38		0,17				
Rete elettrica esposta								
Foreste								
Area forestale esposta		0,38			1,00		1,00	0,38
Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)								
Numero di edifici esposti	0,01					0,61		0,84
Rete fognaria esposta	0,04					0,84		
Rete idrica esposta								
Infrastruttura e sistemi (trasporti)								
Accessi portuali esposti								1,00
Area portuale esposta	0,01			0,00				1,00
Numero fermate autobus esposte	0,03	0,47	0,01	0,13		0,67		0,87
Rete stradale esposta	0,03	0,44	0,01	0,17		0,66		0,83
Patrimonio culturale								
Numero di beni culturali esposti	0,13	0,75		0,08		0,81	1,00	0,92
Risorse idriche								
Area agricola esposta		0,88					1,00	
Salute								
Area urbana esposta		0,45		0,19		0,81		
Area verde esposta		0,60					0,60	0,60
Numero di persone (stima) esposte		0,45		0,19				
Zone umide esposte		0,00						

3.4.3. Indicatori di vulnerabilità

La selezione e la valutazione degli indicatori di vulnerabilità è stata eseguita tramite questionario e attraverso la consultazione con esperti settoriali, in modo simile come nel caso dell'individuazione degli impatti. Brevemente, sono state create delle tabelle contenenti una lista di indicatori di sensitività e una lista di indicatori di capacità di adattamento, entrambe divise per settore. Si è data la possibilità all'esperto di individuare gli indicatori più opportuni rappresentativi del settore, fare una valutazione della sensitività/capacità di adattamento dell'indicatore rispetto una media nazionale e selezionare la sorgente di pericolo che li rappresenta (Figura 3.26 e Figura 3.27). Per ogni indicatore selezionato e valutato è stato attribuito un valore come riportato in Tabella 3.29.

Per ognuno degli impatti precedentemente individuati (Tabella 3.2) sono stati attribuiti degli opportuni indicatori di sensitività e capacità di adattamento. Il riepilogo dell'attribuzione degli indicatori di sensitività e capacità di adattamento per impatto è illustrata nella sezione che segue - "Riepilogo rischi d'impatto per settore e sorgente di pericolo". Il calcolo della sensitività, capacità di adattamento, ed infine della vulnerabilità di ogni impatto è stato fatto secondo l'equazione in (12). Questo ultimo valore sarà rappresentativo della componente "Vulnerabilità territoriale/settoriale" del diagramma di flusso RVA. Per quanto riguarda il calcolo della vulnerabilità di ciascun settore e per la sua sorgente di pericolo, si sono aggregati i valori degli indicatori scelti per ogni specifico settore e la sua sorgente di pericolo, come

dimostrato l'equazione in (13). Le tabelle sottostanti (Tabella 3.30, Tabella 3.31, Tabella 3.32) riassumono i risultati di sensitività, capacità d'adattamento, e vulnerabilità per settore e sorgente di pericolo.

A questo punto, per soddisfare le richieste delle tabelle del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima, tutti gli impatti, ed i relativi indicatori di esposizione e vulnerabilità, sono stati nuovamente categorizzati in base ai settori proposti nelle tabelle del Patto dei Sindaci (Tabella 3.35)¹³¹. La determinazione del livello di vulnerabilità "Basso", "Medio", "Alto", o "Sconosciuto" come richiesto dalla Tabella "Vulnerabilità settoriali" del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima (Tabella 3.35) è stata fatta secondo il criterio riportato in Tabella 3.34. I risultati sono riepilogati in Tabella 3.33 e successivamente in Tabella 3.36.

Per gli indicatori secondo lei più rilevanti, indichi sia il livello di sensitività territoriale rispetto alla media nazionale, dove per sensitività si intende la propensione del settore a subire gli effetti negativi di eventi climatici estremi di una o più tipologie, sia per quale tipologia di evento climatico estremo tale indicatore può essere rilevante. E' possibile inoltre selezionare uno o più indicatori alternativi, la cui definizione va specificata nel box sottostante le opzioni di risposta predefinite alla presente domanda.

	Sensitività bassa rispetto alla media nazionale	Sensitività media rispetto alla media nazionale	Sensitività alta rispetto alla media nazionale	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiazione solare estrema
Densità edilizia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energia erogata	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prezzo energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Propensione al black-out	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 3.26. Struttura per l'individuazione degli indicatori di sensitività facente parte del questionario, diviso per settore (raffigurato settore energetico).

¹³¹ La riclassificazione dei settori secondo il Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima viene illustrata nel capitolo "Riepilogo rischi d'impatto per settore e sorgente di pericolo" che segue

Per gli indicatori secondo lei più rilevanti, indichi sia il livello di capacità di adattamento territoriale rispetto alla media nazionale, dove per capacità di adattamento si intende la propensione del settore a reagire positivamente in caso di eventi climatici estremi di una o più tipologie, sia per quale tipologia di evento climatico estremo tale indicatore può essere rilevante. E' possibile inoltre selezionare uno o più indicatori alternativi, la cui definizione va specificata nel box sottostante le opzioni di risposta predefinite alla presente domanda.

	Capacità di adattamento bassa rispetto alla media nazionale	Capacità di adattamento media rispetto alla media nazionale	Capacità di adattamento alta rispetto alla media nazionale	Caldo estremo	Freddo estremo	Precipitazioni estreme	Siccità	Allagamenti	Vento estremo	Frane	Incendi	Radiaz solare estrem
Stato di conservazione dell'edificato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stato di conservazione delle strutture energetiche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estensione di aree verdi urbane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Produzione da energie rinnovabili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diversità di provvigione dell'energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altro (5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 3.27. Struttura per l'individuazione degli indicatori di capacità di adattamento facente parte del questionario, diviso per settore (raffigurato settore energetico).

Tabella 3.29. Criteri per la conversione del livello di sensitività e capacità di adattamento in valori numerici.

Sensitività	Valore	Cap. Adattamento	Valore
Bassa	0,33	Bassa	1,0
Media	0,66	Media	0,66
Alta	1,0	Alta	0,33

$$(12) \quad \text{Vulnerabilità per impatto (imp)} = \frac{(sens_{impI} + sens_{impII} + \dots + sens_{impn})/n + (ad_{impI} + ad_{impII} + \dots + ad_{impn})/n}{2}$$

$$(13) \quad \text{Vulnerabilità per settore (sett) e sorgente di pericolo (sdp)} = \frac{(sens_{sdpI,settI} + sens_{sdpI,settII} + \dots + sens_{sdpI,settn})/n + (Ad_{sdpI,settI} + Ad_{sdpI,settII} + \dots + Ad_{sdpI,settn})/n}{2}$$

Tabella 3.30. Riepilogo degli indicatori di sensitività selezionati e valutati dagli esperti per settore PNACC e per sorgente di pericolo.

Indicatori di sensitività per settore/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acque di transizione								
Qualità dell'acqua		0,33				0,33	0,33	
Agricoltura								
Acqua erogata per agricoltura		0,33		0,33				0,33
PIL agricoltura		0,33		0,33				0,33
Qualità del prodotto agricolo		1,00		1,00				1,00
Desertificazione, degrado del territorio e siccità								
PIL agricoltura			0,33			0,33	0,33	0,33
Qualità del prodotto agricolo			1,00			1,00	1,00	1,00
Ecosistemi marini								
Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	
Qualità dell'ambiente marino	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	
Ecosistemi terrestri								
Area naturale sull'area totale del territorio		1,00		1,00	1,00		1,00	
Composizione in termini di habitat		1,00		1,00	1,00		1,00	
Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione		1,00		1,00	1,00		1,00	
Energia								
Densità edilizia		0,66	0,66	0,66				0,66
Energia erogata		0,33	0,33	0,33				0,33
Intensità industriale		0,66	0,66	0,66				0,66
Foreste								
Densità forestale		0,66			0,66		0,66	0,66
Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)								
Datazione dell'edificato/del patrimonio immobiliare pubblico	1,00					1,00		1,00
Geomorfologia del territorio rispetto alla rete idrica e fognaria (problematiche sia per fornitura che riparazione)	1,00		1,00			1,00	1,00	
Infrastruttura e sistemi (trasporti)								
Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato	0,66	0,66	0,66	0,66		0,66		0,66
Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00		1,00
Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili)	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00		1,00
Traffico portuale industriale	1,00			1,00				1,00
Traffico stradale	0,66	0,66	0,66	0,66		0,66		0,66
Patrimonio culturale								
Densità di beni culturali	0,66	0,66		0,66		0,66	0,66	0,66
Valore artistico/storico dei beni culturali	0,66	0,66		0,66		0,66	0,66	0,66
Risorse idriche								
Acqua erogata per agricoltura		0,33					0,33	
PIL agricoltura		0,33					0,33	
Qualità del prodotto agricolo		1,00					1,00	
Qualità dell'acqua		0,33				0,33	0,33	
Salute								
Numero imprese/industrie		0,33		0,33		0,33		
Numero industrie pericolose		0,33		0,33		0,33		
PIL imprese/industrie		0,66		0,66		0,66		
Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili)		1,00		1,00		1,00	1,00	1,00

Tabella 3.31. Riepilogo degli indicatori di capacità di adattamento selezionati e valutati dagli esperti per settore PNACC e per sorgente di pericolo.

Indicatori di cap. di adattamento per settore/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acque di transizione								
Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere		1,00				1,00	1,00	
Presenza di bacini di accumulo		1,00				1,00	1,00	
Agricoltura								
Percentuale terreni agricoli irrigati		1,00		1,00				1,00
Varietà nelle colture agricole		1,00		1,00				1,00
Desertificazione, degrado del territorio e siccità								
Varietà nelle colture agricole			1,00			1,00	1,00	1,00
Ecosistemi marini								
Numero di riserve marine protette	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	
Varietà di specie marine	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	
Ecosistemi terrestri								
Grado di biodiversità		0,66		0,66	0,66		0,66	
Numero di aree naturali protette		0,66		0,66	0,66		0,66	
Energia								
Diversità di provvigione dell'energia		0,66	0,66					0,66
Estensione aree verdi urbane		1,00						
Produzione da energie rinnovabili		1,00						
Stato di conservazione delle strutture energetiche		0,66		0,66				0,66
Foreste								
Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree		0,33			0,33		0,33	0,33
Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza		0,66			0,66		0,66	0,66
Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)								
Stato di conservazione della rete fognaria	0,66					0,66		
Stato di conservazione della rete idrica	0,66		0,66				0,66	
Stato di conservazione dell'edificato	1,00					1,00		1,00
Infrastruttura e sistemi (trasporti)								
Stato di manutenzione/ammodernamento delle gru e macchine operative portuali	0,66			0,66				0,66
Stato di ammodernamento del parco veicolare privato	0,66	0,66	0,66	0,66		0,66		0,66
Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico	0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33
Stato di conservazione dei moli di protezione portuale	0,66			0,66				0,66
Stato di conservazione della banchine portuali	0,66			0,66				0,66
Stato di conservazione delle strade	0,66	0,66	0,66	0,66		0,66		0,66
Patrimonio culturale								
Budget amministrazione locale	0,66	0,66		0,66		0,66	0,66	0,66
PIL pro capite	0,33	0,33		0,33		0,33	0,33	0,33
Stato di conservazione di beni culturali	0,66	0,66		0,66		0,66	0,66	0,66
Risorse idriche								
Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere		1,00				1,00	1,00	
Percentuale terreni agricoli irrigati		1,00					1,00	
Presenza di bacini di accumulo		1,00				1,00	1,00	
Varietà nelle colture agricole		1,00					1,00	
Salute								
Indice qualità strutture sanitarie		0,33		0,33			0,33	0,33
Numero addetti strutture sanitarie		1,00		1,00			1,00	1,00
Numero di strutture sanitarie		0,66		0,66			0,66	0,66
Numero letti ospedalieri per capita		0,66		0,66			0,66	0,66
Propensione all'innovazione delle imprese		0,33		0,33		0,33		
Stato di conservazione delle industrie		0,66		0,66		0,66		

Tabella 3.32. Riepilogo delle vulnerabilità settoriali secondo la classificazione di PNACC e per sorgente di pericolo.

Vulnerabilità media per settore (PNACC)/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acque di transizione		0,67				0,67	0,67	
Agricoltura		0,78		0,78				0,78
Desertificazione, degrado del territorio e siccità			0,83			0,83	0,83	0,83
Ecosistemi marini	1,00	1,00		1,00		1,00	1,00	
Ecosistemi terrestri		0,83		0,83	0,83		0,83	
Energia		0,68	0,61	0,59				0,61
Foreste		0,58			0,58		0,58	0,58
Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)	0,89		0,83			0,92	0,83	1,00
Infrastruttura e sistemi (trasporti)	0,73	0,69	0,68	0,76		0,68		0,78
Patrimonio culturale	0,61	0,61		0,61		0,61	0,61	0,61
Risorse idriche		0,72				0,67	0,72	
Salute		0,76		0,68		0,54	0,83	0,83

Tabella 3.33. Riepilogo delle vulnerabilità settoriali secondo la classificazione di CoM e per sorgente di pericolo.

Vulnerabilità per settore (CoM)/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Energia		0,68	0,61	0,59				0,61
Educazione	0,61	0,61		0,61		0,61	0,61	0,61
Trasporti	0,73	0,69	0,68	0,76		0,68		0,78
Edifici	1,00					1,00		1,00
Rifiuti	0,83					0,83		
Acqua	0,83	0,72	0,83			0,67	0,76	
Salute		0,76		0,68		0,54	0,83	0,83
Agricoltura e foreste		0,63		0,78	0,58		0,58	0,68
Ambiente e biodiversità	1,00	0,92	0,83	0,92	0,83	0,90	0,83	0,83

Tabella 3.34. Criteri di conversione dei valori numerici di vulnerabilità ottenuti in “Basso”, “Medio”, “Alto”, “Non conosciuto”.

Vulnerabilità	Valore vulnerabilità	
	Min	Max
Non conosciuto	ND	
Basso	0	0,33
Medio	0,34	0,66
Alto	0,67	1

Tabella 3.35. Tabella “Vulnerabilità settoriali” del Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima.

Table 2) Vulnerable sectors		
Climate hazards	Relevant vulnerable sector(s)	Current vulnerability level
<p>① Step 4) Mark again with a tick box the same hazards selected in Table 1 above (in the online template, these hazards will be generated automatically).</p> <p>>>> Step 5) Choose (i.e. copy-paste) the relevant sectors from the list. When more than one sector is relevant, add separate rows for each relevant sector identified.</p>		
	<p>Multiple choice:</p> <ul style="list-style-type: none"> Buildings Transport Energy Water Waste Land use planning Agriculture & forestry Environment & biodiversity Health Civil protection & emergency Tourism Education ICT (Information & communication technologies) All listed sectors Not known 	<p>Single choice:</p> <ul style="list-style-type: none"> Low Moderate High Not known
Extreme heat	[Choose from the list above]	[Please choose]
Extreme cold	[Choose from the list above]	[Please choose]
Heavy precipitation	[Choose from the list above]	[Please choose]

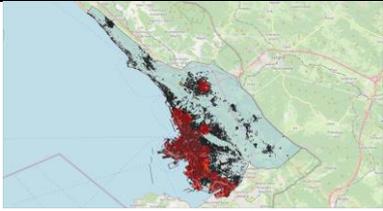
Tabella 3.36. Riepilogo risultati della Tabella “Vulnerabilità settoriali” del Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima.

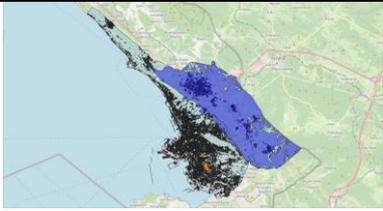
Climate hazards	Relevant vulnerable sector(s)	Current vulnerability level
ⓘ Step 4) Mark again with a tick box the same hazards selected in Table 1 above (in the online template, these hazards will be generated automatically) >>> Step 5) Choose (i.e. copy-paste) the relevant sectors from the list. When more than one sector is relevant, add separate rows for each relevant sector identified.		
	Multiple choice: Buildings Transport	Single choice: Low Moderate
Extreme heat	Agriculture & forestry	Moderate
Extreme heat	Education	Moderate
Extreme heat	Energy	High
Extreme heat	Environment & biodiversity	High
Extreme heat	Health	High
Extreme heat	Transport	High
Extreme heat	Water	High
Extreme cold	Agriculture & forestry	High
Extreme cold	Education	Moderate
Extreme cold	Energy	Moderate
Extreme cold	Environment & biodiversity	High
Extreme cold	Health	High
Extreme cold	Transport	High
Heavy precipitation	Buildings	High
Heavy precipitation	Education	Moderate
Heavy precipitation	Environment & biodiversity	High
Heavy precipitation	Health	Moderate
Heavy precipitation	Transport	High
Heavy precipitation	Waste	High
Heavy precipitation	Water	High
Floods & sea level rise	Buildings	High
Floods & sea level rise	Education	Moderate
Floods & sea level rise	Environment & biodiversity	High
Floods & sea level rise	Transport	High
Floods & sea level rise	Waste	High
Floods & sea level rise	Water	High
Droughts & water scarcity	Agriculture & forestry	Moderate
Droughts & water scarcity	Education	Moderate
Droughts & water scarcity	Environment & biodiversity	High
Droughts & water scarcity	Health	High
Droughts & water scarcity	Water	High
Storms	Agriculture & forestry	High
Storms	Buildings	High
Storms	Education	Moderate
Storms	Energy	Moderate
Storms	Environment & biodiversity	High
Storms	Health	High
Storms	Transport	High
Mass movement	Energy	Moderate
Mass movement	Environment & biodiversity	High
Mass movement	Transport	High
Mass movement	Water	High
Wild fires	Agriculture & forestry	Moderate
Wild fires	Environment & biodiversity	High

3.5. Riepilogo rischi d’impatto per settore e sorgente di pericolo

In questo capitolo viene riepilogato l’indice di rischio d’impatto per settore e sorgente di pericolo per tutti gli impatti individuati. Come brevemente indicato nel capitolo “Framework concettuale e operativo”, ad ogni impatto individuato è stata associata una (o più) sorgenti di pericoli, uno (o più) indicatori di esposizione e uno (o più) indicatori di vulnerabilità (sensitività, indicati con la lettera – S, e capacità di adattamento, indicati con la lettera – A). L’aggregazione dei valori all’interno delle singole componenti, come l’aggregazione finale delle quattro componenti del diagramma di flusso della RVA è stata eseguita come raffigurato in (1), secondo le componenti di (3), (5), (11), (12), rappresenterà l’indice di rischio d’impatto per settore e sorgente di pericolo. In totale, sono stati individuati 30 impatti con le rispettive sorgenti di pericolo e i rispettivi indici di rischio d’impatto che sono stati classificati per settore come da PNACC e come da Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima (*Covenant of Mayors – CoM*). Gli impatti sono illustrati nelle seguenti tabelle e riepilogati in Tabella 3.37 e Tabella 3.38.

3.5.1. Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie

Settore PNACC/CoM	Energia/Energia		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie		0,81
Esposizione	Numero di edifici esposti		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Densità edilizia (S) Energia erogata (S) Stato di conservazione delle strutture energetiche (A) Estensione delle aree verdi urbane (A) Produzione da energie rinnovabili (A) Diversità della provvigione dell'energia (A)		0,66
Rischio d'impatto			0,71

Settore PNACC/CoM	Energia/Energia		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie		0,62
Esposizione	Numero di edifici esposti		0,17
Vulnerabilità (S+A)	Densità edilizia (S) Energia erogata (S) Stato di conservazione delle strutture energetiche (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,45

3.5.2. Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche

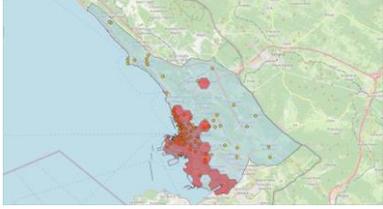
Settore PNACC/CoM	Energia/Energia		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,71
Esposizione	Numero di cabine elettriche esposte		0,43
Vulnerabilità (S+A)	Densità edilizia (S) Energia erogata (S) Intensità industriale (S) Stato di conservazione delle strutture energetiche (A) Estensione delle aree verdi urbane (A) Produzione da energie rinnovabili (A) Diversità della provvigione dell'energia (A)		0,69
Rischio d'impatto			0,71

Settore PNACC/CoM	Energia/Energia		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,52
Esposizione	Numero di cabine elettriche esposte		0,25
Vulnerabilità (S+A)	Densità edilizia (S) Energia erogata (S) Intensità industriale (S) Stato di conservazione delle strutture energetiche (A)		0,61
Rischio d'impatto			0,45

Settore PNACC/CoM	Energia/Energia		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,43
Esposizione	Rete elettrica esposta	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Densità edilizia (S) Energia erogata (S) Intensità industriale (S) Stato di conservazione delle strutture energetiche (A) Diversità di provvigione dell'energia (A)		0,61
			Rischio d'impatto 0,68

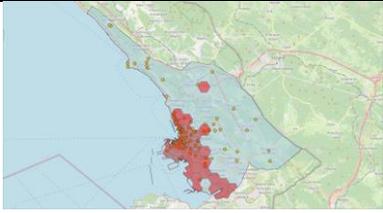
Settore PNACC/CoM	Energia/Energia		Valore
Sorgente di pericolo	Frane		0,83
Impatto	Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,43
Esposizione	Rete elettrica esposta	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Densità edilizia (S) Energia erogata (S) Stato di conservazione delle strutture energetiche (A) Estensione delle aree verdi urbane (A) Produzione da energie rinnovabili (A) Diversità della provvigione dell'energia (A)		0,61
			Rischio d'impatto 0,62

3.5.3. Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico		0,62
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		0,75
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
Rischio d'impatto			0,74

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico		0,62
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		1,0
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
Rischio d'impatto			0,74

3.5.4. Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali		0,71
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		0,75
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
Rischio d'impatto			0,77

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali		0,71
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		0,08
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
Rischio d'impatto			0,46

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali		0,71
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		0,81
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
			Rischio d'impatto 0,70

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali		0,71
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		0,13
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
			Rischio d'impatto 0,55

Settore PNACC/CoM	Patrimonio culturale/Educazione		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali		0,71
Esposizione	Numero di beni culturali esposti		0,92
Vulnerabilità (S+A)	Densità di beni culturali (S) Valore artistico/storico dei beni culturali (S) Budget amministrazione locale (A) PIL pro capite (A) Stato di conservazione di beni culturali (A)		0,61
Rischio d'impatto			0,81

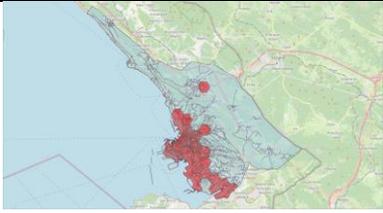
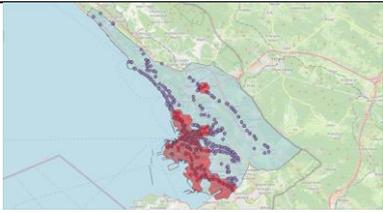
3.5.5. Aumento di danni alle infrastrutture stradali

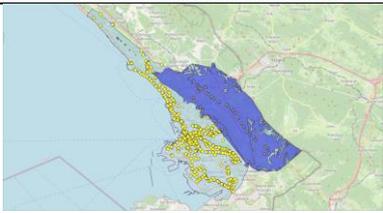
Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture stradali		0,71
Esposizione	Rete stradale esposta		0,66
Vulnerabilità (S+A)	Traffico stradale (S) Stato di conservazione delle strade (A)		0,66
			Rischio d'impatto 0,67

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture stradali		0,62
Esposizione	Rete stradale esposta		0,03
Vulnerabilità (S+A)	Traffico stradale (S) Stato di conservazione delle strade (A)		0,66
			Rischio d'impatto 0,51

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Frane		0,83
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture stradali		0,81
Esposizione	Rete stradale esposta		0,03
Vulnerabilità (S+A)	Traffico stradale (S) Stato di conservazione delle strade (A)		0,66
			Rischio d'impatto 0,58

3.5.6. Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato		0,81
Esposizione	Rete stradale		0,46
	Numero fermate autobus		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Traffico stradale (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato (S) Stato di conservazione delle strade (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare privato (A)		0,69
Rischio d'impatto			0,74

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato		0,71
Esposizione	Rete stradale		0,15
	Numero fermate autobus		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Traffico stradale (S)		0,69

	Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato (S) Stato di conservazione delle strade (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare privato (A)	
		Rischio d'impatto 0,50

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato		0,81
Esposizione	Rete stradale		0,66
	Numero fermate autobus		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Traffico stradale (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato (S) Stato di conservazione delle strade (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare privato (A)		0,69
			Rischio d'impatto 0,71

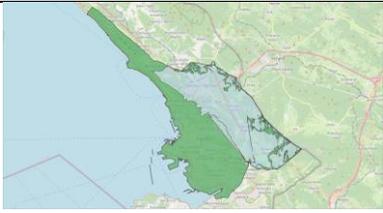
Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato		0,62
Esposizione	Rete stradale		0,03

	Numero fermate autobus		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Traffico stradale (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato (S) Stato di conservazione delle strade (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare privato (A)		0,69
Rischio d'impatto			0,52

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato		0,81
Esposizione	Rete stradale		0,85
	Numero fermate autobus		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Traffico stradale (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato (S) Stato di conservazione delle strade (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare privato (A)		0,69
Rischio d'impatto			0,84

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Frane		0,83
Impatto	Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato		0,71
Esposizione	Rete stradale		0,01
	Numero fermate autobus		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Traffico stradale (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto pubblico (S) Percentuale della popolazione che usufruisce del trasporto privato (S) Stato di conservazione delle strade (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare pubblico (A) Stato di ammodernamento del parco veicolare privato (A)		0,69
Rischio d'impatto			0,56

3.5.7. Aumento di disagi per la navigazione marittima e di accesso alle infrastrutture portuali

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Aumento di disagi per la navigazione marittima e di accesso alle infrastrutture portuali		0,81
Esposizione	Accessi portuali esposti (stima)		1,0
Vulnerabilità (S+A)	Traffico portuale industriale (S) Stato di conservazione delle banchine portuali (A) Stato di conservazione dei moli di protezione portuale (A) Stato di manutenzione/ammodernamento delle gru e macchine operative portuali (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,91

3.5.8. Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali

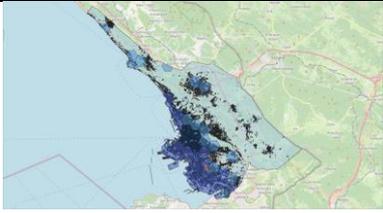
Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali		0,71
Esposizione	Area portuale esposta		0,00
Vulnerabilità (S+A)	Traffico portuale industriale (S) Stato di conservazione delle banchine portuali (A) Stato di conservazione dei moli di protezione portuale (A) Stato di manutenzione/ammodernamento delle gru e macchine operative portuali (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,50

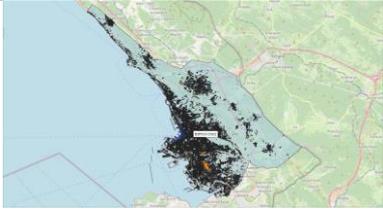
Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali		0,62
Esposizione	Area portuale esposta		0,01
Vulnerabilità (S+A)	Traffico portuale industriale (S) Stato di conservazione delle banchine portuali (A) Stato di conservazione dei moli di protezione portuale (A) Stato di manutenzione/ammodernamento delle gru e macchine operative portuali (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,55

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (trasporti)/Trasporti		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali		0,81
Esposizione	Area portuale esposta		1,0

Vulnerabilità (S+A)	Traffico portuale industriale (S)	0,83
	Stato di conservazione delle banchine portuali (A)	
	Stato di conservazione dei moli di protezione portuale (A)	
	Stato di manutenzione/ammodernamento delle gru e macchine operative portuali (A)	
	Rischio d'impatto	0,91

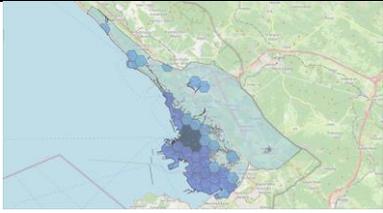
3.5.9. Aumento di danni a edifici

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Edifici		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Aumento di danni a edifici		0,90
Esposizione	Numero di edifici esposti		0,61
Vulnerabilità (S+A)	Datazione dell'edificio/del patrimonio immobiliare pubblico (S) Stato di conservazione dell'edificio (A)		1,0
			Rischio d'impatto 0,79

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Edifici		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Aumento di danni a edifici		0,71
Esposizione	Numero di edifici esposti		0,01
Vulnerabilità (S+A)	Datazione dell'edificio/del patrimonio immobiliare pubblico (S) Stato di conservazione dell'edificio (A)		1,0
			Rischio d'impatto 0,62

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Edifici		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Aumento di danni a edifici		0,90
Esposizione	Numero di edifici esposti		0,84
Vulnerabilità (S+A)	Datazione dell'edificio/del patrimonio immobiliare pubblico (S) Stato di conservazione dell'edificio (A)		1,0
			Rischio d'impatto 0,94

3.5.10. Aumento di danni alla rete fognaria

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Rifiuti		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Aumento di danni alla rete fognaria		0,71
Esposizione	Rete fognaria esposta		0,84
Vulnerabilità (S+A)	Geomorfologia del territorio rispetto alla rete idrica e fognaria (S) Stato di conservazione della rete fognaria (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,76

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Rifiuti		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Aumento di danni alla rete fognaria		0,71
Esposizione	Rete fognaria esposta		0,04
Vulnerabilità (S+A)	Geomorfologia del territorio rispetto alla rete idrica e fognaria (S) Stato di conservazione della rete fognaria (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,58

3.5.11. Aumento di danni alla rete idrica

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Acqua		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Aumento di danni alla rete idrica		0,52
Esposizione	Rete idrica esposta	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Geomorfologia del territorio rispetto alla rete idrica e fognaria (S) Stato di conservazione della rete idrica (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,70

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Acqua		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Aumento di danni alla rete idrica		0,52
Esposizione	Rete idrica esposta	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Geomorfologia del territorio rispetto alla rete idrica e fognaria (S) Stato di conservazione della rete idrica (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,70

Settore PNACC/CoM	Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)/Acqua		Valore
Sorgente di pericolo	Frane		0,83
Impatto	Aumento di danni alla rete idrica		0,43
Esposizione	Rete idrica esposta	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Geomorfologia del territorio rispetto alla rete idrica e fognaria (S) Stato di conservazione della rete idrica (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,70

3.5.12. Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi		0,89
Esposizione	Numero di persone esposte (stima)		0,45
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Indice qualità strutture sanitarie (A) Numero addetti strutture sanitarie (A) Numero letti ospedalieri per capita (A) Numero di strutture sanitarie (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,79

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi		0,78
Esposizione	Numero di persone esposte (stima)		0,19
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Indice qualità strutture sanitarie (A) Numero addetti strutture sanitarie (A) Numero letti ospedalieri per capita (A) Numero di strutture sanitarie (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,56

3.5.13. Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie-vettori

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie-vettori		0,81
Esposizione	Zone umide sul totale		0,00
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Indice qualità strutture sanitarie (A) Numero addetti strutture sanitarie (A) Numero letti ospedalieri per capita (A) Numero di strutture sanitarie (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,66

3.5.14. Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche		1,0
Esposizione	Aree verde sul totale		0,60
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Indice qualità strutture sanitarie (A) Numero addetti strutture sanitarie (A) Numero letti ospedalieri per capita (A) Numero di strutture sanitarie (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,86

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche		1,0
Esposizione	Aree verde sul totale		0,60
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Indice qualità strutture sanitarie (A) Numero addetti strutture sanitarie (A) Numero letti ospedalieri per capita (A) Numero di strutture sanitarie (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,80

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche		1,0
Esposizione	Aree verde sul totale		0,60
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Indice qualità strutture sanitarie (A) Numero addetti strutture sanitarie (A) Numero letti ospedalieri per capita (A) Numero di strutture sanitarie (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,86

3.5.15. Disagi per operatori che lavorano all'esterno

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute	Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo	1,0
Impatto	Disagi per operatori che lavorano all'esterno	0,71
Esposizione	Aree urbana esposta	0,45
		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Numero imprese/industrie (S) PIL imprese/industrie (S) Numero industrie pericolose (S) Propensione all'innovazione delle imprese (A) Stato di conservazione delle industrie (A)	0,54
Rischio d'impatto		0,67

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute	Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo	0,44
Impatto	Disagi per operatori che lavorano all'esterno	0,62
Esposizione	Aree urbana esposta	0,19
		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Numero imprese/industrie (S) PIL imprese/industrie (S) Numero industrie pericolose (S) Propensione all'innovazione delle imprese (A) Stato di conservazione delle industrie (A)	0,54
Rischio d'impatto		0,45

Settore PNACC/CoM	Salute/Salute	Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema	0,66
Impatto	Disagi per operatori che lavorano all'esterno	0,71
Esposizione	Aree urbana esposta	0,81
		
Vulnerabilità (S+A)	Popolazione con patologie (cardiovascolari, respiratorie, oncologiche, disabili) (S) Numero imprese/industrie (S) PIL imprese/industrie (S) Numero industrie pericolose (S) Propensione all'innovazione delle imprese (A) Stato di conservazione delle industrie (A)	0,54
	Rischio d'impatto	0,68

3.5.16. Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola

Settore PNACC/CoM	Agricoltura/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola		1,0
Esposizione	Aree agricola esposta		0,88
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Acqua erogata per agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A) Percentuale terreni agricoli irrigati (A)		0,78
Rischio d'impatto			0,92

Settore PNACC/CoM	Agricoltura/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola		1,0
Esposizione	Aree agricola esposta		1,0
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Acqua erogata per agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A) Percentuale terreni agricoli irrigati (A)		0,78
Rischio d'impatto			0,88

3.5.17. Variazione della produttività agricola

Settore PNACC/CoM	Agricoltura/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Variazione della produttività agricola		1,0
Esposizione	Aree agricola esposta		0,88
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Acqua erogata per agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A) Percentuale terreni agricoli irrigati (A)		0,78
Rischio d'impatto			0,92

Settore PNACC/CoM	Agricoltura/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Variazione della produttività agricola		0,81
Esposizione	Aree agricola esposta		0,12
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Acqua erogata per agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A) Percentuale terreni agricoli irrigati (A)		0,78
Rischio d'impatto			0,54

Settore PNACC/CoM	Agricoltura/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,0
Impatto	Variazione della produttività agricola		1,0
Esposizione	Aree agricola esposta		0,89
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Acqua erogata per agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A) Percentuale terreni agricoli irrigati (A)		0,78
Rischio d'impatto			0,92

3.5.18. Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico

Settore PNACC/CoM	Risorse idriche/Acqua		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico		0,81
Esposizione	Non definito	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Qualità dell'acqua (S) Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere (A) Presenza di bacini di accumulo (A)		0,67
			Rischio d'impatto 0,82

Settore PNACC/CoM	Risorse idriche/Acqua		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico		1,0
Esposizione	Non definito	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Qualità dell'acqua (S) Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere (A) Presenza di bacini di accumulo (A)		0,67
			Rischio d'impatto 0,78

Settore PNACC/CoM	Risorse idriche/Acqua		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico		0,90
Esposizione	Non definito	Non disponibile	ND
Vulnerabilità (S+A)	Qualità dell'acqua (S) Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere (A) Presenza di bacini di accumulo (A)		0,67
			Rischio d'impatto 0,77

3.5.19. Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione

Settore PNACC/CoM	Acque di transizione/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,0
Impatto	Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione		0,90
Esposizione	Zona umida sul totale		0,00
Vulnerabilità (S+A)	Qualità dell'acqua (S) Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere (A) Presenza di bacini di accumulo (A)		0,67
Rischio d'impatto			0,64

Settore PNACC/CoM	Acque di transizione/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione		0,90
Esposizione	Zona umida sul totale		0,00
Vulnerabilità (S+A)	Qualità dell'acqua (S) Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere (A) Presenza di bacini di accumulo (A)		0,67
Rischio d'impatto			0,56

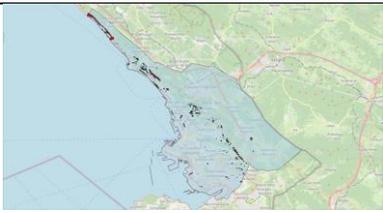
Settore PNACC/CoM	Acque di transizione/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione		0,90
Esposizione	Zona umida sul totale		0,00
Vulnerabilità (S+A)	Qualità dell'acqua (S)		0,67

	Disponibilità d'acqua nelle falde acquifere (A) Presenza di bacini di accumulo (A)	
		Rischio d'impatto 0,58

3.5.20. Perdita/erosione del suolo agricolo

Settore PNACC/CoM	Desertificazione, degrado del territorio e siccità/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Perdita/erosione del suolo agricolo		0,90
Esposizione	Area agricola esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,85

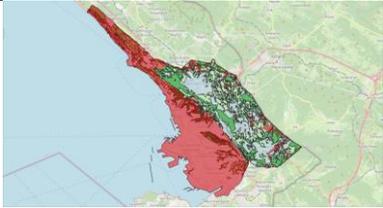
Settore PNACC/CoM	Desertificazione, degrado del territorio e siccità/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Perdita/erosione del suolo agricolo		0,90
Esposizione	Area agricola esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,87

Settore PNACC/CoM	Desertificazione, degrado del territorio e siccità/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Frane		0,83
Impatto	Perdita/erosione del suolo agricolo		0,90
Esposizione	Area agricola esposta		0,00
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S)		0,83

	Varietà nelle colture agricole (A)	
		Rischio d'impatto 0,64

Settore PNACC/CoM	Desertificazione, degrado del territorio e siccità/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,00
Impatto	Perdita/erosione del suolo agricolo		1,00
Esposizione	Area agricola esposta		0,88
Vulnerabilità (S+A)	PIL agricoltura (S) Qualità del prodotto agricolo (S) Varietà nelle colture agricole (A)		0,83
		Rischio d'impatto	0,93

3.5.21. Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,69

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,78

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Vento estremo		1,00
Impatto	Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,69

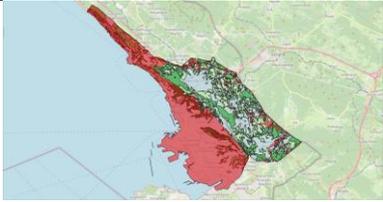
Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Incendi boschivi		0,83
Impatto	Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,80

3.5.22. Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,78

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
Rischio d'impatto			0,78

3.5.23. Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
			Rischio d'impatto 0,69

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S) Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S) Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)		0,58
			Rischio d'impatto 0,78

Settore PNACC/CoM	Foreste/Agricoltura e foreste		Valore
Sorgente di pericolo	Incendi boschivi		0,83
Impatto	Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste		0,81
Esposizione	Area forestale esposta		1,00

Vulnerabilità (S+A)	Densità forestale (S)	0,58
	Biodiversità forestale/varietà delle specie arboree (S)	
	Possibilità di accesso alle aree boschive da parte di servizi d'emergenza (A)	
	Rischio d'impatto	0,74

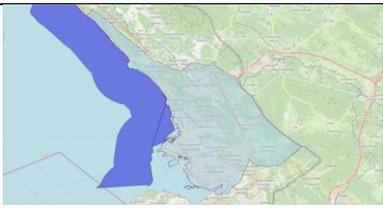
3.5.24. Alterazione delle reti trofiche marine

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Alterazione delle reti trofiche marine		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
			Rischio d'impatto 0,97

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Alterazione delle reti trofiche marine		0,78
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
			Rischio d'impatto 0,80

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Alterazione delle reti trofiche marine		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00

Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S)	1,00
	Qualità dell'ambiente marino (S)	
	Varietà di specie marine (A)	
	Numero di riserve marine protette (A)	
Rischio d'impatto		0,89

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Alterazione delle reti trofiche marine		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S)		1,00
	Qualità dell'ambiente marino (S)		
	Varietà di specie marine (A)		
	Numero di riserve marine protette (A)		
Rischio d'impatto			0,89

3.5.25. Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
			Rischio d'impatto 0,89

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
			Rischio d'impatto 0,97

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Allagamenti e acque alte		0,75
Impatto	Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00

Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S)	1,00
	Qualità dell'ambiente marino (S)	
	Varietà di specie marine (A)	
	Numero di riserve marine protette (A)	
Rischio d'impatto		0,91

3.5.26. Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine		0,95
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
Rischio d'impatto			0,99

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Precipitazione estrema		0,66
Impatto	Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine		0,81
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
Rischio d'impatto			0,87

3.5.27. Modifica della fisiologia degli organismi marini

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Modifica della fisiologia degli organismi marini		0,89
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
Rischio d'impatto			0,97

3.5.28. Tropicalizzazione e/o meridionalizzazione dei mari

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi marini/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Tropicalizzazione e/o meridionalizzazione dei mari		0,78
Esposizione	Area marina totale		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Numero di specie marini vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Qualità dell'ambiente marino (S) Varietà di specie marine (A) Numero di riserve marine protette (A)		1,00
Rischio d'impatto			0,94

3.5.29. Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri

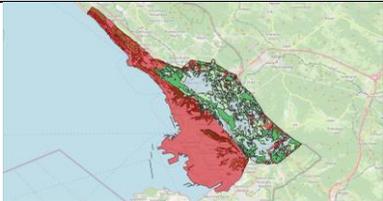
Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,90
Esposizione	Area verde esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,78

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Freddo estremo		0,44
Impatto	Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,62
Esposizione	Area verde esposta		0,62
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
			Rischio d'impatto 0,62

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,90
Esposizione	Area verde esposta		1,00
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,87

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Incendi boschivi		0,83
Impatto	Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,71
Esposizione	Area verde esposta		0,99
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,84

3.5.30. Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Caldo estremo		1,00
Impatto	Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie		0,90
Esposizione	Area verde esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,78

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Siccità		0,75
Impatto	Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie		0,90
Esposizione	Area verde esposta		0,38
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,87

Settore PNACC/CoM	Ecosistemi terrestri/Ambiente e biodiversità		Valore
Sorgente di pericolo	Incendi boschivi		0,83
Impatto	Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie		0,67
Esposizione	Area verde esposta		0,99
Vulnerabilità (S+A)	Area naturale sull'area totale del territorio (S) Numero di specie terrestri vulnerabili o a rischio di estinzione (S) Composizione in termini di habitat (S) Grado di biodiversità (A) Numero di aree naturali protette (A)		0,83
Rischio d'impatto			0,83

3.5.31. Riepilogo degli indici di rischio d'impatto per settore e sorgente di pericolo

Tabella 3.37. Riepilogo degli indici di rischio di impatto per settore (classificazione PNACC) e sorgente di pericolo.

Riepilogo degli indici di rischio di impatto per settore (PNACC)/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acque di transizione								
Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione		0,64				0,56	0,58	
Agricoltura								
Variazione della produttività agricola		0,92		0,54				0,92
Desertificazione, degrado del territorio e siccità								
Perdita/erosione del suolo agricolo			0,64			0,85	0,87	0,93
Ecosistemi marini								
Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini	0,91	0,97				0,89		
Alterazione delle reti trofiche marine		0,97		0,80		0,89	0,89	
Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine		0,99				0,87		
Modifica della fisiologia degli organismi marini		0,97						
Tropicalizzazione e/o meridionalizzazione dei mari		0,94						
Ecosistemi terrestri								
Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,78		0,63	0,84		0,87	
Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie		0,78			0,83		0,87	
Energia								
Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie		0,71		0,45				
Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,71	0,62	0,45				0,68
Foreste								
Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali		0,69					0,78	
Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,69			0,80		0,78	0,69
Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste		0,69			0,74		0,78	
Infrastruttura e sistemi (insediamenti urbani)								
Aumento di danni a edifici	0,62					0,79		0,94
Aumento di danni alla rete fognaria	0,58					0,76		
Aumento di danni alla rete idrica	0,70		0,70				0,70	
Infrastruttura e sistemi (trasporti)								
Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali	0,55			0,50				0,91
Aumento di danni alle infrastrutture stradali	0,51		0,58			0,67		
Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato	0,52	0,74	0,56	0,50		0,71		0,84
Aumento di disagi per la navigazione marittima e di accesso alle infrastrutture portuali								0,91
Patrimonio culturale								
Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico		0,74					0,74	
Decoesione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali	0,55	0,77		0,46		0,70		0,81
Risorse idriche								
Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico		0,82				0,78	0,77	
Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola		0,92					0,88	
Salute								
Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie vettori		0,66						
Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi		0,79		0,56				
Disagi per operatori che lavorano all'esterno		0,67		0,45		0,68		
Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche		0,86					0,80	0,86

Tabella 3.38. Riepilogo degli indici di rischio di impatto per settore (classificazione CoM) e sorgente di pericolo.

Riepilogo degli indici di rischio di impatto per settore (CoM)/sorgente di pericolo	AA	CE	Fr	FE	IB	PE	Ss	VE
Acqua								
Aumento di danni alla rete idrica	0,70		0,70				0,70	
Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico		0,82				0,78	0,77	
Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola		0,92					0,88	
Agricoltura e foreste								
Impatto sulla produttività netta degli ecosistemi forestali		0,69					0,78	
Incremento della pericolosità di incendi boschivi e allungamento della stagione degli incendi		0,69			0,80		0,78	0,69
Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste		0,69			0,74		0,78	
Variazione della produttività agricola		0,92		0,54				0,92
Ambiente e biodiversità								
Alterazione delle caratteristiche e dei processi chimico-fisici marini	0,91	0,97				0,89		
Alterazione delle reti trofiche marine		0,97		0,80		0,89	0,89	
Aumento delle specie aliene/invasive/problematiche marine		0,99				0,87		
Modifica della fisiologia degli organismi marini		0,97						
Modifiche in termini di biodiversità e condizioni ecologiche delle acque di transizione		0,64				0,56	0,58	
Perdita/erosione del suolo agricolo			0,64			0,85	0,87	0,93
Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri		0,78		0,63	0,84		0,87	
Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie		0,78			0,83		0,87	
Tropicalizzazione e/o meridionalizzazione dei mari		0,94						
Edifici								
Aumento di danni a edifici	0,62					0,79		0,94
Educazione								
Annerimento di beni culturali dovuto alle alte concentrazioni di particolato atmosferico		0,74					0,74	
Decoazione (termoclastismo) di materiali lapidei di beni culturali	0,55	0,77		0,46		0,70		0,81
Energia								
Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie		0,71		0,45				
Diminuzione della fornitura energetica dovuta ad interruzioni/indisponibilità per cause meteorologiche		0,71	0,62	0,45				0,68
Rifiuti								
Aumento di danni alla rete fognaria	0,58					0,76		
Salute								
Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie vettori		0,66						
Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi		0,79		0,56				
Disagi per operatori che lavorano all'esterno		0,67		0,45		0,68		
Incremento della prevalenza di allergopatie polliniche		0,86					0,80	0,86
Trasporti								
Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali	0,55			0,50				0,91
Aumento di danni alle infrastrutture stradali	0,51		0,58			0,67		
Aumento di disagi per il trasporto pubblico e privato	0,52	0,74	0,56	0,50		0,71		0,84
Aumento di disagi per la navigazione marittima e di accesso alle infrastrutture portuali								0,91

4. IL PIANO D'AZIONE

La definizione delle azioni per la riduzione delle emissioni di CO2 sono affiancate dalle misure finalizzate ad aumentare la capacità di adattamento territoriale: da un lato è necessario raggiungere l'obiettivo minimo del 40% di riduzione delle emissioni di CO2 entro il 2030, intervenendo in tutti i settori su cui il piano si focalizza, dall'altro occorre intervenire per ridurre fortemente la vulnerabilità territoriale rispetto ai pericoli climatici tenendo in considerazione l'evoluzione dell'intensità e della frequenza dei fenomeni climatici estremi in futuro, investendo ora per limitare di molto i potenziali costi futuri.

Quindi, mantenendosi in linea con le politiche europee e nazionali, il PAESC si pone come riferimento nell'azione locale per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- investire in tecnologie rispettose dell'ambiente;
- sostenere l'industria nell'innovazione;
- introdurre forme di trasporto privato e pubblico più pulite, più economiche e più sane;
- decarbonizzare il settore energetico;
- garantire una maggiore efficienza energetica degli edifici;
- collaborare con un ampio partenariato per migliorare gli standard ambientali;
- costruire una base informativa di supporto alle decisioni.

4.1. Partenariato Strategico

Non è pensabile realizzare un cambiamento di queste proporzioni senza fare massa critica, coinvolgendo quindi il maggior numero possibile di partner e stakeholder territoriali e di esperti settoriali. Nonostante nella fase di predisposizione del presente piano non tutti siano stati coinvolti, la natura dinamica del documento consentirà ad ogni ulteriore soggetto di unirsi al partenariato attuale nell'impegno per il raggiungimento degli obiettivi.

Ad oggi sono quasi venti i soggetti esterni all'Amministrazione Comunale che sono stati coinvolti nella fase di redazione del PAESC e che saranno parte attiva nella sua implementazione, fornendo un contributo prezioso e fondamentale al raggiungimento degli obiettivi individuati in comune accordo.

4.2. Dall'analisi di contesto all'azione: il processo partecipativo

La redazione del PAESC del Comune di Trieste è stata accompagnata da un processo partecipativo rivolto alla cittadinanza ed ai vari portatori di interesse, nato dalla necessità di un **coinvolgimento attivo con chi opera e vive quotidianamente il territorio**, nella consapevolezza che il loro ascolto aumenta la possibilità di riuscita delle azioni per il raggiungimento degli obiettivi prefissati dall'Amministrazione e diminuisce la distanza percepita tra chi governa il territorio e i cittadini.

In particolare, le **finalità** delle azioni partecipative proposte dal Comune di Trieste si possono così riassumere:

- soddisfare i requisiti metodologici contenuti nelle linee guida del Covenant of Mayors;
- informare ed ascoltare una fascia più ampia e differenziata di cittadini e portatori di interesse;
- proporre, promuovere ed utilizzare nuove forme di dialogo;
- costruire le basi di consenso verso piani di lungo termine quali il PAESC.

Target group di questo processo partecipativo sono stati: i cittadini, i tecnici operanti sul territorio e facenti parte delle amministrazioni locali, degli organi di controllo e di governo a livello provinciale/comunale, gli operatori idrici, energetici, sui rifiuti, le associazioni di categoria, i sindacati, le cooperative, le associazioni di volontariato a livello sociale e ambientale.

In particolare, nell'intento di rafforzare il processo di implementazione concreta delle azioni di mitigazione e adattamento il Comune ha formalmente chiesto la collaborazione di numerosi enti, imprese e associazioni del territorio, ricevendo la piena adesione al progetto da parte di numerosi soggetti tra cui: Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, AcegasApsAmga S.p.A., Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste – Area Science Park, Azienda Territoriale per l'Edilizia Residenziale di Trieste, Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale, Associazione Nazionale Amministratori Condominiali e Immobiliari sede Regionale Friuli Venezia Giulia, Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina, Confcommercio, CoSELAG, Elettra Sincrotrone Trieste S.C.p.A., Hestambiente S.r.l., Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS, Protezione Civile della Regione Friuli Venezia Giulia, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trieste Trasporti S.p.A., Unicredit Banca, Università degli Studi di Trieste, Area Marina Protetta di Miramare, Consorzio di Bonifica della Venezia Giulia.

In che modo sono stati coinvolti i vari portatori di interesse?

In una prima fase, il Comune di Trieste ha predisposto un **questionario sul clima e sul risparmio energetico**, reso compilabile online sul portale del Comune e di alcuni enti partner nel periodo gennaio-marzo 2021, che ha preso in considerazione le seguenti aree tematiche principali:

- Consapevolezza e percezione dei rischi conseguenti ai cambiamenti climatici
- Politiche e strumenti specifici adottati o in via di adozione a livello locale
- Priorità, strumenti e azioni per migliorare la capacità di adattamento del territorio e mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici

Obiettivo è stato quello di raccogliere informazioni e spunti provenienti sia dai cittadini che dai rappresentanti di enti/imprese/associazioni per individuare azioni realmente utili al territorio al fine di ridurre i consumi di energia elettrica e tutelare la qualità dell'ambiente.

Il questionario è stato diviso in quattro parti:

1. Conoscenza e consapevolezza (nove domande);
2. Accettazione e propensione al rischio (cinque domande)
3. Atteggiamento nei confronti del rischio (undici domande)
4. Propensione al cambiamento (dieci domande)

Sono pervenute un totale di 525 risposte. Di seguito si riporta una sintesi dei risultati.

Per quanto riguarda il *grado di conoscenza e consapevolezza* della crisi climatica in corso, la maggioranza dei rispondenti (418) è consapevole della serietà del problema e ritiene che nel territorio comunale siano già verificabili/misurabili gli effetti del cambiamento climatico (421) in particolare nei seguenti settori: biodiversità/conservazione degli ecosistemi (430), seguito da agricoltura/allevamento (368) e salute umana (350). Il settore del commercio invece è quello che si ritiene essere meno impattato dai cambiamenti (42).

Tra le conseguenze sul territorio del Comune di Trieste già verificabili/misurabili sono state indicate le seguenti come le più critiche:

- aumento di intensità delle precipitazioni;
- ondate di calore;
- problemi per l'agricoltura;
- modifica della qualità dell'aria;
- impatti negativi sulla salute umana.

Il 26% dei rispondenti si dichiara a conoscenza di piani/strategie di vario tipo per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici che riguardano Regione, Provincia o Comune, tra cui per esempio: PUMS, PAES, Piano Regionale per lo Sviluppo Sostenibile e Piano Energetico Regionale. Mentre solo l'8% è a conoscenza di studi sui cambiamenti climatici che riguardano il territorio della Regione. A tal proposito lo studio che risulta più menzionato è lo **“Studio conoscitivo dei cambiamenti climatici FVG”** pubblicato da ARPA FVG nel 2018 su mandato della Regione Friuli Venezia Giulia e in collaborazione con Università di Trieste, Università degli Studi di Udine, ICTP, CNR-ISMAR, OGS.



Dalla sezione riguardante il *grado di accettazione e propensione al rischio* nonché *l'atteggiamento nei confronti de rischio* invece **emerge che la maggior parte dei rispondenti che hanno compilato il questionario è:**

- d'accordo sul fatto che sia ancora possibile costruire uno sviluppo sostenibile e che i cambiamenti climatici possano essere ridotti aumentando la capacità di adattamento del territorio;
- consapevole che lo stile di vita individuale contribuisce al cambiamento climatico;
- convinta che gli eventi climatici estremi possano colpirla sia direttamente che indirettamente a livello fisico ed economico in particolare;
- **disposta a modificare il proprio stile di vita per offrire alle nuove generazioni un futuro migliore e più sostenibile.** A tal proposito le azioni ritenute più importanti da intraprendere per ridurre le emissioni di gas serra in atmosfera sono le seguenti: installare lampadine a basso consumo, acquistare prodotti sfusi anziché imballati, accompagnare i figli a scuola a piedi o in bicicletta, installare pannelli solari termici per produrre acqua calda, sostituire l'auto con la bicicletta, usare i mezzi di trasporto pubblico, rinunciare all'uso del condizionatore nell'abitazione privata.

In questa sezione il questionario ha inoltre previsto un piccolo focus sulla propensione dei cittadini a modificare il modo in cui si muovono all'interno del territorio e quali sono i principali fattori che determinano la scelta del mezzo di trasporto da utilizzare negli spostamenti. È emerso che i cittadini di Trieste sono mediamente disposti sia a condividere il loro veicolo privato durante gli spostamenti, sia a rinunciare al possesso del mezzo stesso per usufruire di servizi di mobilità integrati composti da car sharing, trasporto pubblico, bike sharing, veicoli per la micro-mobilità. Il tempo e l'autonomia nello spostamento, nonché la flessibilità oraria, lo stress percepito e l'economicità sono i principali fattori che determinano la scelta del mezzo di trasporto.

Per i rispondenti i settori in cui implementare con maggiore priorità iniziative in campo energetico nel territorio del Comune di Trieste sono in particolare industria e trasporto pubblico/privato, mentre le azioni di mitigazione che risultano più urgenti da mettere in campo sono riferibili agli interventi nel settore della mobilità, dei trasporti e della logistica, al solare fotovoltaico e termico, agli interventi sugli impianti termici e sull'involucro edilizio.

Il questionario inoltre ha voluto indagare la propensione dei cittadini a contribuire economicamente al finanziamento di interventi di efficientamento energetico e di riduzione della vulnerabilità rispetto agli impatti dei cambiamenti climatici (ad esempio tramite iniziative di raccolta fondi). La maggioranza si dichiara interessata ma in dipendenza dal progetto che verrebbe loro proposto.

Infine, per quanto riguarda le azioni formative la cittadinanza ritiene che sarebbero in particolare utili su questi temi:

- efficienza e risparmio energetico e fonti rinnovabili - aspetti sia tecnici che normativi (anche legati agli incentivi posti in essere);
- focus su tendenze climatiche e possibili impatti dei cambiamenti in corso.

Nell'ultima sezione dedicata alla *propensione al cambiamento*, la maggioranza dei rispondenti si dichiara concorde con queste affermazioni:

- per attuare le azioni che rendano sostenibile l'uso dell'energia è necessario che ognuno faccia la propria parte e che quindi enti, imprese, associazioni, cittadini e altri si uniscano con un obiettivo comune;
- affinché il mondo lasciato ai posteri possa essere migliore dell'attuale occorrono leggi, sanzioni e tasse a livello locale che regolino le emissioni di gas in atmosfera generate dalle abitazioni, dai trasporti, dalle imprese, ecc., nonché iniziare ad eliminare gli sprechi personali e modificare il proprio stile di vita ed abitudini;
- la semplificazione delle procedure burocratiche per attuare gli interventi di efficientamento energetico, l'indirizzo di una maggiore quota delle risorse economiche pubbliche e private sulle azioni per il superamento della crisi climatica in corso e la realizzazione di opere finalizzate ad aumentare la capacità di adattamento del territorio e della società, sono fattori che possono incidere sull'attuazione della trasformazione energetica.

Successivamente, nel mese di marzo 2021 si apre la fase di **partecipazione rivolta alla cittadinanza e ai portatori di interesse per fornire i propri contributi (suggerimenti, commenti ecc.) al Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC)**, tramite la Piattaforma dedicata a questo scopo: [PAESC – Piattaforma Partecipativa \(online.trieste.it\)](https://www.paesc.com)



Attraverso questo percorso partecipativo si è voluto dunque condividere passo passo lo sviluppo del Piano al fine di raccogliere preziosi commenti e contributi in merito ai contenuti individuando se possibile anche le barriere e gli ostacoli all'implementazione dello stesso.

La piattaforma è stata strutturata in diverse sezioni aventi la finalità di:

- descrivere che cos'è un PAESC, quale sia il percorso per la sua redazione e chi sono gli attori coinvolti nel processo;
- dare un quadro sintetico del contesto territoriale di riferimento dal punto di vista demografico, economico, energetico e climatico;
- offrire infine un quadro di quali azioni sono state fatte ad oggi ed i risultati ottenuti in termini di riduzione delle emissioni nel territorio comunale.

Dall'analisi dei commenti inviati al Comune attraverso la piattaforma, che sono interamente considerati ai fini della redazione del piano, sono emersi in particolare i seguenti spunti e desideri che confermano l'interesse dell'opinione pubblica nei confronti dei temi oggetto del presente Piano.

- incoraggiare la mobilità attiva, promuovendo gli spostamenti in bici o a piedi, creando una rete capillare di percorsi ciclabili sicuri in sede propria nelle strade a scorrimento veloce, con continuazione extra-urbana, installando stalli per le bici in punti chiave, favorendo anche la diffusione del bike sharing. Si dovrebbe puntare ad una forte diminuzione dei veicoli privati circolanti, riducendo gli spazi dedicati a transito e a parcheggio eseguendo interventi strutturali sulle modalità di utilizzo del suolo pubblico urbano;
- trasformare in *woonerf* delle strade urbane a scorrimento lento;
- recuperare la rete tranviaria esistente e ripristino delle tratte soppresse;
- piantumare e mantenere il verde pubblico, con particolare attenzione alle zone a rischio di dissesto idrogeologico;
- fornire spinta all'elettrificazione dei consumi e all'installazione di sistemi di accumulo e impianti a fonti rinnovabili;
- isolare le pareti e le coperture degli edifici;
- promuovere fortemente le schermature solari;
- svolgere una campagna per la riduzione degli spostamenti in auto per effettuare riunioni in presenza
- aumentare moltissimo la presenza di verde urbano;
- dare ampia disponibilità ai dati disponibili a livello urbano come quelli relativi ai consumi energetici e ai flussi di traffico, per stimolare l'interesse del mercato privato e sensibilizzare i cittadini;
- programmare la sostituzione di mezzi di trasporto pubblici con veicoli elettrici consentendo il trasporto a bordo delle biciclette in alcune linee verso l'altopiano;
- vietare nuove costruzioni e obbligare alla riqualificazione delle esistenti;
- impedire il transito primario alle automobili in porto vecchio, non prevedere strade principali o rotonde, prevedere aree verdi e una piccola strada per uffici e passaggio autobus, prevedere una nuova diga frangiflutti per contrastare le mareggiate e l'alta marea e canali serbatoio/scolo per acque in eccesso;
- incrementare le piste ciclabili anche a discapito del traffico automobilistico, restringendo le carreggiate esistenti, sottraendo spazio ai parcheggi dei veicoli privati, aumentando le zone interdette al transito delle automobili;

Inoltre:

- privilegiare la mobilità pedonale e ciclabile, anche con bici a pedalata assistita e micromobilità;

- rafforzare la rete del TPL con un asse forte (tram o filobus) che assorba diverse linee centrali e sovrapposte di bus, ponendo così le basi della necessaria riconversione della flotta diesel in un sistema di trasporto ad alimentazione elettrica;
- integrare tutte le opportunità di mobilità condivisa (bike sharing, car sharing, car pooling, ride sharing) tramite una Centrale di Mobilità, nella visione della MaaS (Mobility as a Service);
- rilanciare il ruolo dei Mobility Manager d'area e d'azienda (estendendolo agli istituti scolastici);
- fare tutto il possibile per passare dall'attuale "regime dell'automobile" a una mobilità compatibile con il cambiamento climatico in atto;
- istituire un osservatorio comunale degli interventi per il risparmio energetico, con lo scopo anche di agevolare l'incontro e la soluzione di problemi fra committenti, imprese e professionisti;
- promuovere la costituzione di Comunità Energetiche indirizzate all'autoconsumo, elettrico e termico, di energie da fonte rinnovabile;
- per incentivare la costituzione delle comunità energetiche è necessario che il Comune predisponga uno sportello informativo e di supporto dedicato;
- siglare un protocollo d'intesa con la Sovrintendenza alle belle arti per fissare in modo univoco i criteri da seguire per l'installazione delle strutture necessarie alla produzione di energie rinnovabili negli edifici cittadini;
- rielaborare il regolamento edilizio finalizzandolo all'impiego di fonti rinnovabili, sistemi di risparmio e di maggiore efficienza energetica negli edifici;
- realizzare un piano di interventi per la trasformazione a verde delle coperture piane degli edifici comunali;
- promuovere e incentivare il verde pensile e la trasformazione a verde delle coperture piane degli edifici privati;
- de-impermeabilizzare le aree dismesse e abbandonate da destinare ad aree verdi e per la messa a dimora di alberi;
- pianificare una rete ecologica urbana che integri il connettivo verde con la mobilità ciclo-pedonale;
- integrare le risorse economiche e professionali del Servizio Verde Pubblico in rapporto all'importanza degli obiettivi di miglioramento della gestione e di incremento del verde urbano in funzione dell'adattamento climatico;
- individuare le aree idonee per la messa a dimora degli alberi per ogni nuovo nato;
- predisporre un piano di formazione per amministratori, dirigenti e funzionari allo scopo di aumentare la conoscenza del PAES e delle fasi di avanzamento degli obiettivi;
- costruire una campagna informativa pubblica per far conoscere il PAES e le fasi di avanzamento degli obiettivi;
- promuovere e finanziare strumenti di partecipazione dei cittadini e delle scuole volti al monitoraggio della gestione del verde pubblico, del patrimonio arboreo, del consumo di suolo e di segnalazione dei suoli da recuperare al loro stato naturale;
- istituire un tavolo permanente di consultazione e informazione fra Comune e associazioni ambientaliste accreditate sulle strategie, i piani e i programmi che incidono sugli obiettivi del PAESC;
- costruire una piattaforma informativa pubblica geolocalizzata sul patrimonio verde pubblico e sulla gestione del suolo.

4.3. Gli obiettivi di piano

Per rispettare l'impegno alla riduzione di almeno il 40% delle emissioni di CO₂ entro il 2030 e ad aumentare la capacità di adattamento territoriale, assunti con l'adesione al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, è stato necessario definire una serie di azioni che da un lato comportino una **riduzione complessiva delle emissioni pari ad almeno 367.277 tonnellate di CO₂ entro tale data**, dall'altro programmare interventi di territoriali di adattamento specifici e basati sull'analisi di rischio e vulnerabilità climatica precedentemente esposta. Questa rappresenta un'evoluzione rispetto all'obiettivo di riduzione previsto per il PAES al 2020. Come già evidenziato nel III Rapporto di Attuazione del PAES del Comune di Trieste, è bene sottolineare che, escludendo il 2020 dai conteggi, in quanto caratterizzato, a causa della pandemia da Covid-19, da particolarità nei profili di consumo non rappresentative della "normalità", le emissioni rilevate nell'anno 2019 (ultimo anno con dati sui consumi significativi) sono state pari a 732.802 tCO₂, più basse rispetto alle emissioni obiettivo del PAES al 2020, pari a 734.554 tCO₂, che pertanto è da considerarsi raggiunto.

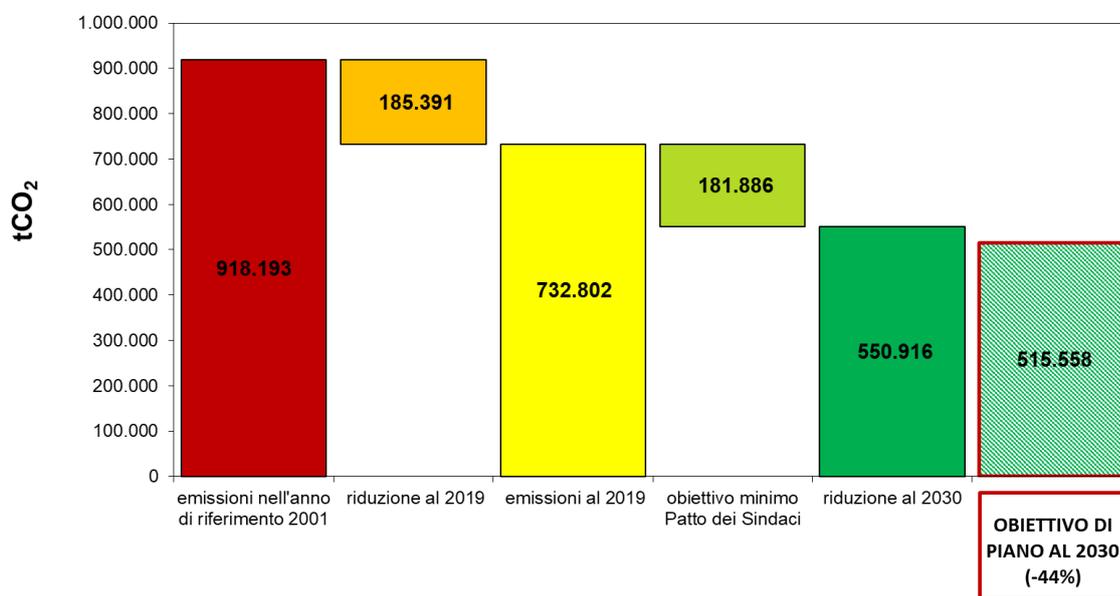


Figura 4.1. Gli obiettivi del PAESC.

4.4.1. Azioni di mitigazione

Le azioni riportate nelle pagine a seguire sono marcate mediante apposite icone che ne facilitano la classificazione a prima vista. Il prospetto identificativo è di seguito riportato.

Mitigazione:	
Adattamento:	
Interventi sugli edifici:	
Installazione di impianti a fonti rinnovabili:	
Interventi sull'illuminazione pubblica:	
Interventi sugli impianti semaforici:	
Interventi per la produzione locale di energia:	
Interventi nel settore della mobilità privata e dei veicoli elettrici:	
Interventi nel settore del trasporto pubblico:	
Interventi di sensibilizzazione, comunicazione, formazione, partecipazione, educazione:	
Interventi nell'ambito della raccolta e gestione dei rifiuti, riciclo, economia circolare:	
Acquisti verdi:	
Altri settori:	

4.4.1.1. Riqualificazione centrali termiche e impianti degli edifici comunali: fase 1



Obiettivi Riduzione dei consumi energetici degli edifici comunali attraverso la riconversione delle caldaie ed interventi di ottimizzazione gestionale

Attività L'azione ha riguardato le seguenti attività svolte nell'ambito dell'appalto "calore" grazie all'intervento di investimenti privati e contributi pubblici di origine per lo più regionale:

- conversione delle centrali termiche da gasolio a gas metano;
- riqualificazione delle centrali termiche;
- interventi sugli involucri edilizi;
- sostituzione di caldaie a tiraggio forzato con caldaie a condensazione;
- installazione di valvole termostatiche;
- aumento del rendimento globale medio degli impianti;
- ottimizzazione della gestione impiantistica;
- ottimizzazione della conduzione dell'appalto calore;
- rideterminazione delle ore confort e controllo delle temperature effettive dei locali.

Tra il 2001 e il 2017 Il Comune di Trieste ha realizzato la metanizzazione di quasi tutte le centrali termiche degli edifici di propria competenza, raggiungendo gli obiettivi di risparmio energetico previsti dall'azione. Con il nuovo appalto Consip SIE3, l'azione si sta sviluppando nell'ottica di aumentare ulteriormente il risparmio energetico e l'efficienza delle centrali termiche, prevedendo la riqualificazione di 324 centrali.

Gli interventi inoltre hanno riguardato l'inserimento nelle centrali di nuovi sistemi di termoregolazione che consentono per la climatizzazione invernale di regolare la temperatura di mandata del fluido vettore in funzione della temperatura esterna, garantendo il Risparmio Energetico e un miglior comfort termo-igrometrico per l'utenza.

Il Servizio Integrato Energia 3 in convenzione Consip è in capo al Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati. Tale contratto, stipulato nel corso del 2017 è stato affidato all'azienda vincitrice della gara nazionale che, sulla base delle analisi propedeutiche alla presa in carico degli impianti termici, ha presentato all'Amministrazione un piano di interventi di efficientamento che, al di là delle capacità termiche dell'edificio e della durata del comfort giornaliero richiesto dallo stesso, punta a ridurre i consumi energetici di ciascun sistema edificio-impianto di un ulteriore 24% rispetto alla baseline di consumo alla data di presa in carico degli impianti.

All'Amministrazione è garantito, a partire dalla seconda stagione termica di riscaldamento, un risparmio energetico del 10%, equivalente ad un risparmio economico sulla quota energia del canone del servizio energia.

Settore di intervento Edifici, attrezzature e impianti comunali

Origine Amministrazione comunale

Responsabile	Comune di Trieste Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 36.518 MWh Riduzione delle emissioni: 9.388 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero e percentuale di centrali termiche riqualificate Numero di edifici e percentuale volumetrica in cui sono state installate le valvole termostatiche
Tempi	2002-2023
Costi	€ 14.324.255,74

4.4.1.2. Riqualificazione centrali termiche e impianti degli edifici comunali: fase 2



Obiettivi	Ridurre i consumi energetici degli edifici comunali nell'ottica di raggiungere la neutralità carbonica nel 2050.
Attività	Interventi edilizi di coibentazione degli involucri edilizi, coibentazioni verticali, orizzontali e delle superfici trasparenti, caratterizzati da elevati costi ed elevati periodi di ammortamento per la sostenibilità della spesa. Riconversione impiantistica tesa alla sostituzione delle centrali endotermiche a combustione di gas metano, con tecnologie interamente elettriche come le pompe di calore (sostituzione carbonica), e rafforzamento dell'autoproduzione fotovoltaica oltre che la riqualificazione a led dell'illuminazione interna.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti comunali
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	Comune di Trieste Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 13.192 MWh Riduzione delle emissioni: 3.637 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di edifici riqualificati Numero di edifici nei quali è stato realizzato il "cappotto" Numero di impianti a combustibile fossile dismessi e sostituiti con pompe di calore
Tempi	2023-2030
Costi	stimati € 20.000.000 (calcolo proporzionale effettuato sulla base dei costi sostenuti nel periodo 2003-2016 riportati alla scheda 4.4.1.1)

CONSIDERAZIONI

Lo scenario caratterizzato da obiettivi di efficientamento energetico e decarbonizzazione di crescente impatto ed ambizione (20% al 2020, PNIEC 43% al 2030, Fit for 55% al 2030, neutralità energetica al 2050), pongono un problema di definizione di strategia di public procurement più idonea per approcciare simili ambiziosi target.

I già menzionati obiettivi, se proiettati sull'esteso patrimonio immobiliare comunale, appaiono allo stesso tempo sia temporalmente prossimi sia quantitativamente e qualitativamente impegnativi: in termini economici, tecnici, procedurali, metodologici.

Il Comune di Trieste registra un'importante spesa storica nella gestione Calore degli immobili di proprietà oltre che una discreta spesa storica nell'approvvigionamento di energia elettrica degli edifici.

Questi straordinari obiettivi di neutralità climatica al 2050 impongono l'adozione di una strategia anch'essa

straordinaria.

La riduzione verso lo zero di emissioni climalteranti riferita ai consumi energetici degli edifici (gas ed energia elettrica), implica infatti 2 principali linee di intervento:

- a) imponenti interventi edilizi di coibentazione degli involucri edilizi, coibentazioni verticali, orizzontali e delle superfici trasparenti, caratterizzati da elevati costi ed elevati periodi di ammortamento per la sostenibilità della spesa;
- b) sfidanti operazioni di riconversione impiantistica tesi alla sostituzione delle centrali endotermiche a combustione di gas metano, con tecnologie interamente elettriche come le pompe di calore (sostituzione carbonica), e rafforzamento dell'autoproduzione fotovoltaica oltre che la riqualificazione a led dell'illuminazione interna;

Il suddetto panorama di interventi assume una dimensione difficilmente approcciabile solo con gli strumenti di *Conventional Procurement*, ed implicano la definizione di una strategia di approvvigionamento alternativa, non convenzionale, straordinaria.

Convergenza energetica, sostituzione carbonica

Il contesto del mercato dell'energia manifesta ormai in maniera sempre più evidente il fenomeno della convergenza energetica. Ovvero l'integrazione delle forniture dei due principali vettori energetici, Energia Elettrica e GAS. Questo *trend* di mercato si manifesta su diversi piani:

- convergenza delle politiche energetiche ed ambientali della UE;
- convergenza dell'ITC con il settore Energy (smart grid, smart cities, IOT, AI, ecc. applicate alla gestione efficiente della produzione, distribuzione, consumo di energia);
- convergenza delle reti elettriche e distribuzione gas, tese a coordinarsi in un sistema di energia integrata, anche con sistemi di autoproduzione e accumulo (smart grid);
- convergenza tecnica-tecnologica: l'affermarsi di sistemi di riscaldamento elettrici in luogo di quelli a combustione di combustibili di origine fossile come il gas metano;
- convergenza organizzativa: imprese attive nella fornitura di vettori elettrici e gestione di impianti elettrici entrano nei mercati di approvvigionamento e di gestione di impianti termici a gas, e viceversa, ove in precedenza vigeva una certa separatezza dei due segmenti;
- convergenza contrattuale: sempre più spesso si assiste all'affermarsi di soluzioni contrattuali di gestione e approvvigionamento di tutto il fabbisogno energetico (Gas + EE), e di tutto il perimetro impiantistico (termico ed elettrico) dei clienti finali;

Tale multiforme convergenza è espressamente finalizzata alla sostituzione carbonica, ovvero alla sostituzione delle fonti di riscaldamento a gas con sistemi di riscaldamento elettrici, alla sostituzione del gas come vettore energetico con l'energia elettrica, ovviamente a patto che l'approvvigionamento elettrico sostitutivo sia di provenienza rinnovabile, e non anch'essa di origine fossile; Determinando altrimenti un semplice spostamento logistico della produzione di emissioni climalteranti da combustione fossile (dalle caldaie degli edifici alle centrali elettriche).

Il significato della convergenza energetica, specie quella tra reti GAS e reti EE, si rinviene nel tentativo di superare il latente conflitto di interesse alla sostituzione carbonica che sussiste nella separatezza dei due mercati e ambiti, e nella naturale tendenza alla sopravvivenza degli operatori del mercato legato alla commercializzazione e alla gestione degli impianti a gas, a fronte della prospettiva del loro declino/scomparsa legato al fenomeno della sostituzione elettrotermica.

Conventional procurement

Una strategia di *procurement* basata unicamente su appalti tradizionali (*conventional procurement*) e finalizzata agli obiettivi sopra delineati rischia di essere inefficace ed intempestiva per diversi motivi:

- necessità di reperimento finanziamenti interamente pubblici a copertura del 100% delle

- progettazioni e realizzazioni delle opere di efficienza energetica;
- necessità di procedure pubbliche di affidamento della progettazione delle opere efficientamento energetico e relativa tempistica, connesso rischio giudiziario;
- necessità di procedure pubbliche di validazione progettuale dei progetti e relativa tempistica, connesso rischio giudiziario;
- necessità di procedure pubbliche di gara per affidamento esecuzione delle opere di efficienza energetica, relativa tempistica e connesso rischio giudiziario;
- necessità di affidamento delle gare di servizio per la gestione/manutenzione/conduzione delle opere di efficienza energetica, relativa tempistica e connesso rischio giudiziario;
- necessità di affidamento delle gare di approvvigionamento dei vettori energetici, relativa tempistica e connesso rischio giudiziario;
- necessità di incorporare/gestire/rendicontare varie fonti di finanziamento pubblico variamente connesse con le operazioni di efficienza energetica tra cui: PNRR-Recovery Fund; Sismabonus/Ecobonus 110%; Conto termico; Titoli di Efficienza energetica; POR-FESR, ecc. ad onere e rischio della PA;

Gli schemi di approvvigionamento tradizionali (CP) sono infatti caratterizzati da crescente complessità procedurale, elevato rischio legale-giudiziario, elevata quota di rischio operativo (rischio progettazione, rischio costruzione, rischio gestione) trattenuto dalle PA, notevole rigidità. Esse, infatti, non si prestano a costituire strumenti flessibili in grado di incorporare nel tempo dell'esecuzione, in modo dinamico, ulteriori finanziamenti o innovazioni tecnologiche che possono sopravvenire in fase esecutiva;

Essi, inoltre, sono basati esclusivamente su risorse pubbliche e su gestione ad onere gestionale della PA delle relative procedure di affidamento pubblico, in contesti organizzativi delle PA spesso caratterizzati da impoverimento della capacità amministrativa dovuta al pesante blocco del turn-over attuato nel decennio 2008-2018. Tale blocco ha pesantemente depauperato e depotenziato gli organici delle PA facendone aumentare l'età media (circa 55 anni) e privandole degli apporti di innovazione (specie in termini di alfabetizzazione digitale) connaturati all'avvento delle nuove generazioni (30enni, 40enni) ampiamente esclusi dalle assunzioni nella PA dell'austerità.

Strategia alternativa di public procurement finalizzata alla neutralità climatica al 2050

Lo scenario sin qui tratteggiato suggerisce alcune riflessioni circa le caratteristiche che debbano avere gli strumenti di *procurement*, da affiancare agli strumenti tradizionali, per aggredire degli obiettivi così ambiziosi in un contesto così complesso.

Occorre infatti introdurre strumenti approvvigionamento pubblico in grado di rispondere alle già menzionate criticità:

- strumenti contrattuali onnicomprensivi, multi-obiettivo e multiservizi tecnologici, di finanziamento, progettazione, realizzazione, gestione delle opere di efficienza energetica, fornitura del vettore energetico;
- strumenti contrattuali che contemplino gestione/conduzione/manutenzione di impianti termotecnici ed elettrotermici, e che riuniscano la fornitura dei vettori GAS ed Energia Elettrica in chiave di convergenza energetica, atti a realizzare la sostituzione carbonica e superare il conflitto di interesse alla sostituzione carbonica stessa;
- strumenti contrattuali flessibili in grado di inseguire il fabbisogno rapidamente cangiante, offrendo una prospettiva graduale e flessibile di avvicinamento alla neutralità climatica, e in grado di incorporare nuovi obiettivi/finanziamenti pubblici o nuove tecnologie che potranno sorpassare nella prospettiva al 2050;
- strumenti contrattuali di durata medio-lunga atti a configurare un equilibrio economico-finanziario in grado di sostenere gli ammortamenti connessi agli elevati tempi di ritorno degli

investimenti edilizi relativi alle coibentazioni degli involucri edilizi;

- strumenti contrattuali in grado di combinare nella missione della neutralità sia investimenti pubblici sia investimenti privati a ciò finalizzati in chiave di moltiplicatore di investimenti;
- strumenti contrattuali in grado di massimizzare il trasferimento agli operatori privati (come ESCO) di oneri e rischi costruttivi e gestionali (performance), nella consapevolezza che essi operatori possono disporre di maggiori livelli di efficienza e tempestività reattiva per l'adeguamento al contesto e l'inseguimento del fabbisogno;
- strumenti contrattuali in grado di definire/monitorare/verificare con accuratezza il raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica prestabiliti e di garantire il monitoraggio e la permanenza dei livelli di performance gestionale atti a garantire nel tempo l'efficienza energetica raggiunta, ed eventualmente intervenire per ripristinarla;

Gli Energy Performance Contracts

Tra gli strumenti di *procurement* più consoni alle caratteristiche e alle performance funzionali richieste dalle esigenze e dagli obiettivi della neutralità climatica sopra richiamati, si ritrovano gli Energy Performance Contracts introdotti dal D.Lgs. 102/2014 e richiamati nella disciplina dei Partenariati Pubblico-Privati (PPP) di cui al co. 2 art. 180 D.Lgs. 50/2016.

Gli Energy Performance Contracts (EPC) sono stati introdotti nella legislazione italiana dal Decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 recante "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE". In data anteriore rispetto all'adozione del Codice dei Contratti Pubblici (CPP) D.Lgs. 50/2016, nel quale non venivano contemplati.

Recentemente l'art. 8, comma 5, lettera c-quater, della legge n. 120 del 2020, c.d. "Decreto Semplificazioni", ha modificato il co. 2 art. 180 D.Lgs. 50/2016, richiamando espressamente e per tutto ricomprendendovi anche gli EPC. Questa rilevante modifica normativa ha avuto il merito di sancire definitivamente l'appartenenza degli EPC al Codice dei Contratti Pubblici. Lacuna questa che ne aveva notevolmente limitato l'applicazione conferendo un margine di incertezza ed ambiguità agli EPC circa gli istituti che vi si potessero applicare.

In particolare, la mancata ricomprensione degli EPC nel CCP, aveva anche innescato un dibattito dottrinale circa la natura stessa dell'EPC. Tale dibattito ormai superato oscillava tra i due estremi: la tesi della assimilazione degli EPC alla natura di Appalti di Servizio, contro la tesi della loro assimilazione ai Partenariati Pubblico-Privati (PPP).

Tale dibattito, oramai superfluo e superato, è ben rappresentato nella pubblicazione ENEA del 2017 n. RT/2017/39/ENEA recante "I CONTRATTI DI PRESTAZIONE ENERGETICA (EPC) Aspetti giuridici degli EPC e ipotesi per il superamento dell'incertezza normativa sulla regolazione degli elementi essenziali del contratto" che propendeva per la tesi dell'appalto. Come si vede dal titolo, il vero tema era l'incertezza normativa della natura degli EPC.

La loro definitiva ed indubitabile ricomprensione nel novero dei Partenariati Pubblico Privati offre ora una migliore opportunità di applicazione dell'istituto, a patto di comprendere a fondo la natura dei PPP.

STRATEGIA DI PUBLIC PROCUREMENT FINALIZZATA ALLA NEUTRALITA' CLIMATICA AL 2050

Nel quadro precedentemente tratteggiato ai fini della definizione di una strategia di *public procurement* finalizzata alla neutralità climatica appare opportuno affiancare ai tradizionali strumenti di appalto — che si attuano allorché l'Amministrazione procede con interventi di ristrutturazione di singoli edifici (adeguamenti antisismici, funzionali, normativi) nell'ambito dei quali si provvede anche ad eseguire opere di efficientamento energetico — anche strumenti di Energy Performance Contracts (EPC) mediante il coinvolgimento di Energy Service Company (ESCO), come peraltro è previsto dalla lett. b), co. 16, art. 5 D.Lgs. 102/2014:

“... 16. Le Regioni e **gli enti locali** nell'ambito dei rispettivi strumenti di programmazione energetica, in maniera coordinata, concorrono al raggiungimento dell'obiettivo nazionale di cui all'articolo 3, comma 1 e alla riduzione della povertà energetica, attraverso l'approvazione:

a) di obiettivi e azioni specifici di risparmio energetico e di efficienza energetica, nell'intento di **conformarsi al ruolo esemplare degli immobili di proprietà dello Stato** di cui al presente articolo;

b) di provvedimenti volti a favorire l'introduzione di un sistema di gestione dell'energia, comprese le diagnosi energetiche, il **ricorso alle ESCO e ai contratti di rendimento energetico** per finanziare le **riqualificazioni energetiche degli immobili di proprietà pubblica e migliorare l'efficienza energetica a lungo termine..”**.

Per tanto la definizione di una strategia di *procurement* finalizzata ad aumentare la capacità di spesa del Comune per il perseguimento degli obiettivi di neutralità climatica, può ricomprendere i seguenti elementi:

- Conferma dell'utilizzo dei tradizionali strumenti di appalto allorché l'Amministrazione procede con singoli interventi di ristrutturazione di singoli edifici, nell'ambito dei quali si provvede anche ad eseguire opere di efficientamento energetico;
- Adozione, accanto agli strumenti di conventional procurement, di strumenti di Project Financing con contenuti di Energy Performance Contracts introdotti dal D.Lgs. 102/2014 e richiamati nella disciplina dei Partenariati Pubblico-Privati (PPP) di cui all' art. 180, comma 2, del D.Lgs. 50/2016;
- Rafforzamento, potenziamento e idonea incentivazione delle strutture e delle risorse umane chiamate a gestire contratti di simile complessità, in modo da rendere effettivo il ruolo che gli EPC potrebbero svolgere nella strategia di public procurement per l'efficientamento energetico degli edifici pubblici di proprietà comunale;
- Incremento della ricerca, reperimento e ricorso a fonti di finanziamento esterno (specie in conto capitale) da finalizzare all'efficienza energetica da canalizzare mediante strumenti di project financing e Energy Performance Contracts, come forma di attrazione di capitale privato in chiave di moltiplicatore di investimento atto a cumulare risorse private e pubbliche;
- Aumento degli stanziamenti di risorse proprie in conto capitale in modo da cofinanziare le operazioni di investimento in operazioni di efficienza energetica, per supportare direttamente gli investimenti in chiave di moltiplicatore di investimento atto a cumulare risorse private e pubbliche;
- Spostamento del focus dalla riduzione di spesa corrente per energia, alla riduzione di consumi energetici e connesse emissioni climalteranti, ciò anche grazie al mantenimento o aumento dei livelli di spesa storica in spesa corrente da destinare a canoni per contratti di EPC (canoni energia, canoni manutentivi, canoni di disponibilità), in modo da cofinanziare le operazioni di investimento privato in efficienza energetica, da canalizzare negli strumenti di project financing e Energy Performance Contracts, come forma di attrazione di investimenti privati ulteriori, al fine di garantirne la remunerazione nell'ambito di contratti di lunga durata;
- Sollecitazione del mercato, mediante la divulgazione dei dati sui consumi degli edifici (open data), alla presentazione da parte degli OREE interessati di spontanee proposte di finanzia di progetto con contenuti di energy performance contract, di cui all'art. 183, comma 15, del D.Lgs. 50/2016;
- Individuazione di un gruppo di edifici comunali più energivori e dalle caratteristiche termofisiche peggiori, da porre in posizione di destinazione prioritaria di finalizzazione degli investimenti (clusterizzazione per potenza e per consumi);
- Adozione di linee guida energetiche rivolte al recupero secondo i migliori standard di efficienza energetica dei volumi di Porto Vecchio destinati alla alienazione o alla concessione.

4.4.1.3. Monitoraggio dei consumi energetici del Comune di Trieste



Obiettivi L'azione si pone tre obiettivi specifici:

- creazione di un sistema informativo che contenga tutti i dati di consumo energetico dell'Amministrazione;
- acquisizione sistematica dei consumi energetici storici e correnti (attraverso dati bollette o richieste ai fornitori);
- in funzione dei dati acquisiti: possibile definizione degli interventi volti alla riduzione dei consumi.

Attività I consumi energetici del Comune di Trieste rappresentano un costo elevato, destinato ad aumentare sia per l'aumento dei prezzi, sia per la progressiva obsolescenza di edifici ed impianti, sia per l'aumento del numero di edifici-impianti a gestione diretta del Comune di Trieste dovuta alla soppressione delle Province.

I dati relativi ai consumi energetici sono disponibili in forma disaggregata presso i vari uffici dell'Amministrazione comunale.

Per controllare, contenere e ridurre i costi energetici è necessario avere un quadro organico completo dei consumi di energia elettrica, gas metano ed altri combustibili (in termini energetici e di costo) ed una visione aggiornata degli interventi prioritari volti a migliorarne l'efficienza energetica ed economica. Il Comune si è organizzato in tal senso, sia istituendo l'Ufficio Gestione Contratti Energetici sia aderendo alla Convenzione Consip SIE3, che, secondo il Capitolato Tecnico, prevede che l'azienda aggiudicataria della gara Consip nazionale, installi presso le Amministrazioni che aderiscono alla convenzione, sistemi di monitoraggio dei consumi di combustibile di ogni sistema edificio-impianto.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, seppur con le dovute cautele dovute alla possibilità di ricevere conguagli fino a cinque anni dopo la chiusura dei contratti, i consumi sono ricavabili dalla rielaborazione delle bollette inviate mensilmente all'Amministrazione comunale dal fornitore di energia elettrica aggiudicatario delle gare Consip annuali.

Il Comune di Trieste ha stipulato un accordo con l'Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia (APE FVG) e, dal 1.9.2018, si è dotata del catasto energetico, sviluppato su piattaforma informatica WebGIS che permette di gestire tutte le utenze energetiche dell'Amministrazione Comunale inserendole in un data base georeferenziato.

Il Catasto energetico, a regime, permetterà di:

- descrivere le caratteristiche delle utenze, degli impianti e degli edifici e la loro posizione geografica;
- inserire i consumi e i costi;
- analizzare e valutare l'andamento dei consumi;
- gestire la manutenzione di tutti gli impianti ed edifici inseriti;

interrogare i *data base* in modo flessibile ed ottenere il report desiderato esportabile come foglio di calcolo.

Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti comunali
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	Comune di Trieste Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 354 MWh Riduzione delle emissioni: 72 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di edifici ed impianti sottoposti a monitoraggio Percentuale dei consumi sottoposta a monitoraggio
Tempi	2019-2023
Costi	Compresi nei costi del vigente contratto per il Servizio Integrato Energia CONSIP

4.4.1.4. Installazione di impianti fotovoltaici su edifici del Comune di Trieste



Obiettivi	L'obiettivo del Comune di Trieste è di incrementare il numero degli impianti fotovoltaici da installare sui propri edifici. Detti impianti saranno finanziati attraverso specifiche disponibilità a Bilancio.
Attività	<p>L'azione ha come scopo l'installazione di impianti fotovoltaici sulle coperture degli edifici di proprietà del Comune di Trieste, che consentono, convertendo l'energia solare, di produrre energia elettrica che viene in parte consumata e in parte ceduta alla rete.</p> <p>Gli impianti fotovoltaici attualmente installati su edifici del Comune di Trieste hanno una potenza complessiva di 215,85 kW e consentono di produrre una quantità di energia elettrica pari a 254.703 kWh/anno.</p> <p>Il primo impianto installato in ordine cronologico è stato quello del Palazzo Anagrafe, precedentemente al periodo di concessione degli incentivi relativi ai Conti Energia ed erogati dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE).</p> <p>Successivamente sono stati realizzati cinque impianti sui tetti di alcuni edifici scolastici nell'ambito dell'appalto per il Servizio Energia e due impianti in occasione degli interventi di ristrutturazione degli alloggi sociali di via dell'Istria n. 89 e di via dei Soncini n. 102, in ottemperanza agli obblighi di integrazione delle energie rinnovabili previsti dal D.Lgs. 28 del 3.3.2011 (cosiddetto "<i>Decreto Rinnovabili</i>").</p> <p>In seguito, sono stati installati due ulteriori impianti rispettivamente sulla copertura della nuova scuola materna Nuvola Olga, sulla copertura dell'Edificio Archivio in via Revoltella n. 34 e sulla copertura del Club Sportivo Bocciofila Triestina di strada di Fiume n. 56/1.</p>
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti comunali
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	Comune di Trieste Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili: 1.416 MWh Riduzione delle emissioni: 333 tCO ₂ (considerando cautelativamente un autoconsumo pari al 50%).
Indicatori di monitoraggio	Numero di impianti fotovoltaici del Comune di Trieste. Potenza nominale degli impianti fotovoltaici del Comune di Trieste
Tempi	2001 - 2030
Costi	Le spese sono stimate in circa 3.000.000,00 euro, assumendo un prezzo medio di circa 2.500,00 euro per ogni kW installato.

4.4.1.5. Riqualificazione impianti di illuminazione pubblica: fase 1



Obiettivi L'azione si pone 2 obiettivi specifici:

- regolazione dei livelli di illuminamento, con riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne (riduttori di flusso, sistemi lumistep);
- adozione delle migliori tecnologie per le sorgenti ed i corpi illuminanti (lampade a vapori di sodio ad alta pressione e led).

Attività Il Comune di Trieste gestisce un patrimonio di oltre 22.000 punti di illuminazione pubblica.

Per aumentarne l'efficienza si può intervenire principalmente adottando le migliori tecniche disponibili per le sorgenti, i corpi illuminanti e i sistemi di regolazione dell'intensità luminosa e degli orari di accensione.

Nel corso degli anni gli impianti di illuminazione pubblica sono stati rinnovati scegliendo di sostituire le lampade obsolete con lampade di efficienza luminosa ai massimi livelli di disponibilità sul mercato. E' stato proposto all'Amministrazione comunale l'utilizzo delle lampade a led in sostituzione di quelle a vapori di sodio e in tal senso le attività sono state sviluppate con la revisione degli impianti di illuminazione di piazze e strade, riutilizzando i lampioni storici, riducendo la potenza delle lampade ed aumentando ove necessario il numero complessivo di impianti, contribuendo così alla riqualificazione dell'illuminazione pubblica della città di Trieste.

Su un totale di 295 quadri di controllo delle linee di illuminazione pubblica, sono stati installati 155 orologi astronomici in altrettanti quadri elettrici, i restanti sono stati equipaggiati con sistemi di accensione e spegnimento di tipo crepuscolare.

La rete di illuminazione pubblica è dotata di 23.396 punti luce per una potenza complessivamente installata pari a 3.495 kW, comprensiva della potenza teorica assorbita dagli alimentatori.

Il consumo di energia elettrica è stato pari a 22.945 MWh nel 2001 (dato PAES 2014), a 17.960 MWh quale valore medio del triennio 2009-2011 (dato PAES 2014), a 14.855 MWh quale valore medio nel triennio 2010-2012 (dato I Rapporto di Attuazione del PAES), a 12.221 MWh quale valore medio nel quinquennio 2012-2016 (dato II Rapporto di Attuazione del PAES), a 12.609 MWh quale valore medio nel quinquennio 2014 -2018 e specificatamente pari a 12.241 MWh per l'anno 2018.

Settore di intervento Edifici, attrezzature e impianti comunali

Origine Mista

Responsabile Comune di Trieste: Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità – Servizio Strade e Verde Pubblico – P.O. Gestione Contratti di Servizio (con gestore Hera Luce S.r.l.)

Stato Azione conclusa

Indicatori di impatto Risparmio energia elettrica: 10.704 MWh

Riduzione delle emissioni: 5.041 tCO₂

Indicatori di monitoraggio Numero di linee soggette a riqualificazione: nel corso degli anni dal 2001 al 2018 si è intervenuto su diverse linee di impianti di illuminazione pubblica, con variazione della lunghezza delle linee riqualificate annualmente tra un minimo di 2,6 km nel 2015 ed un massimo di 26,1 km nel 2006.

Numero di punti luce soggetti a riqualificazione: dal 2007 al 2018, ogni anno, numerosi punti luce sono stati sostituiti con lampade ad alta efficienza, passando da un minimo di 258 sostituzioni nel 2015 ad un massimo di 1.294 nel 2007.

Efficienza media dell'illuminazione pubblica: 105,40 lm/W

Tempi 2001-2018

Costi € 21.165.731,92 (imponibile) per rinnovo punti luce e manutenzione straordinaria (periodo 2007-2018).

4.4.1.6. Riqualificazione impianti di illuminazione pubblica: fase 2



Obiettivi	L'azione si pone l'obiettivo specifico di riqualificare gli impianti dell'illuminazione pubblica del Comune di Trieste.
Attività	Nell'ambito del nuovo contratto per la gestione del servizio di illuminazione pubblica, in fase di aggiudicazione, è previsto il rinnovo degli impianti di illuminazione pubblica, l'aumento dell'efficienza dei corpi illuminanti, la regolazione in attenuazione della luminosità dei corpi illuminanti in fascia notturna, per un complessivo dimezzamento dei consumi energetici.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti comunali
Origine	Mista
Responsabile	Comune di Trieste: Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità – Servizio Strade e Verde Pubblico – P.O. Gestione Contratti di Servizio
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 6.568 MWh Riduzione delle emissioni: 2.671 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di linee soggette a riqualificazione Numero di punti luce soggetti a riqualificazione Efficienza media dell'illuminazione pubblica
Tempi	2022-2025
Costi	€ 11.415.943,20

4.4.1.7. Riqualificazione degli impianti semaforici



Obiettivi	<p>L'azione si pone l'obiettivo specifico di riqualificare la rete semaforica con sorgenti a LED.</p> <p>Il risparmio energetico atteso è pari a circa l'80% rispetto ai consumi energetici registrati in precedenza.</p>
Attività	<p>Il Comune di Trieste dispone di 72 impianti semaforici per un totale di circa 1500 lanterne semaforiche. Su tali impianti è stata eseguita l'installazione della tecnologia LED, l'intervento era inserito nel progetto di rinnovo 2012-2013, approvato nell'ambito della convenzione ventennale con AcegasApsAmga S.p.A. per la manutenzione e gestione degli impianti semaforici.</p>
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti comunali
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	<p>Comune di Trieste</p> <p>Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Servizio Pianificazione Territoriale, Valorizzazione Porto Vecchio, Mobilità e Traffico</p>
Stato	Azione conclusa
Indicatori di impatto	<p>Risparmio energia elettrica ottenuto: 186 MWh</p> <p>Riduzione delle emissioni ottenuta: 87 tCO₂</p>
Indicatori di monitoraggio	<p>Numero di impianti semaforici riqualificati: 72</p> <p>Percentuale di impianti semaforici riqualificati: 100%</p>
Tempi	2012-2013
Costi	<p>Il valore dell'intervento di installazione dei LED e la conseguente implementazione tecnologica delle centraline è quantificabile in circa 442.000,00 euro. Tale importo è stato recuperato non eseguendo alcuni interventi di rinnovo impianti semaforici valutati non indispensabili.</p>

4.4.1.8. Azioni nel settore della raccolta dei rifiuti



Obiettivi	Aumento della percentuale della raccolta differenziata
Attività	Servizi ambientali. Sviluppo della raccolta differenziata in zone attualmente non completamente infrastrutturate. Interventi mirati a: - Aumento volumetria disponibile per le diverse frazioni - Razionalizzazione delle isole ecologiche - Efficientamento dei percorsi di raccolta: <ul style="list-style-type: none">• PRIMO STEP da giugno ad agosto 2021 (60 isole coinvolte).• SECONDO STEP da dicembre 2021 a maggio 2022• TERZO STEP da giugno 2022 a novembre 2022
Settore di intervento	Rifiuti
Origine	Altro
Responsabile	AcegasApsAmga SPA Comune di Trieste
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico (kWh): non determinabile Riduzione delle emissioni di CO2 (tonnellate): non determinabile
Indicatori di monitoraggio	Numero di isole sostituite Percentuale di differenziata.
Tempi	2021 – 2022
Costi	Costi in fase di quantificazione

4.4.1.9. Pianificazione di sistema finalizzata al contenimento dei consumi energetici e all'adattamento ai cambiamenti climatici



Obiettivi L'azione è tesa a favorire la pianificazione integrata a livello locale per la mitigazione e l'adattamento e la sperimentazione di misure pilota e concrete da attuare nelle aree urbane, con il coinvolgimento diretto dell'amministrazione e cittadini, per ridurre i consumi e la vulnerabilità della città.

Attività L'Amministrazione intende garantire un governo del territorio sempre più efficace, dotandosi di strumenti di supporto alle decisioni di carattere quantitativo con lo scopo di attuare le seguenti azioni:

- la revisione del piano regolatore
- l'individuazione e la conversione delle aree inutilizzate in aree verdi
- la revisione del regolamento edilizio in chiave "green city"
- l'integrazione completa tra PAESC, PUMS e PRGC

Così facendo sarà possibile pianificare con ampio anticipo le strategie per il reperimento delle risorse economiche per l'implementazione del PAESC e del PUMS e la diffusione della cultura della "sostenibilità". L'azione dovrà avere un effetto pari ad almeno il 5% sulla riduzione dei consumi nei settori degli edifici e impianti residenziali e del terziario e su quello dei trasporti privati e commerciali.

Settore di intervento Edifici residenziali
Edifici, attrezzature e impianti terziari
Trasporti

Origine Amministrazione comunale

Responsabile Comune di Trieste
Partners
Stakeholder
Cittadini

Stato Azione programmata

Indicatori di impatto Risparmio energetico: 136.392 MWh
Riduzione delle emissioni: 36.429 tCO₂

Indicatori di monitoraggio Numero di strumenti di supporto alle decisioni creati
Valore dei finanziamenti europei dedicati ad attività dell'azione

Tempi 2022 - 2030

Costi Non determinati al momento ma ricadenti nel bilancio del Comune di Trieste

4.4.1.10. Pianificazione per la mobilità sostenibile



Obiettivi Obiettivi principali: la riduzione della circolazione dei mezzi privati, l'aumento della mobilità pubblica, ciclabile, pedonale e dei soggetti diversamente abili, l'estensione della rete delle piste ciclabili, forme di mobilità sostenibile, cerniere di mobilità.

Attività La città di Trieste, dal punto di vista della mobilità, si sta muovendo su diversi fronti all'interno di un programma dettato dalle previsioni del Piano Generale del Traffico Urbano di recente approvazione. Le aree pedonali sono in crescita, così come i percorsi pedonali privilegiati dal centro alla periferia, con la finalità di creare una rete continua dedicata all'utenza debole. Si sta inoltre procedendo alla realizzazione di progetti di "zone 30" sia nel centro urbano, sia in alcuni piccoli borghi sull'altipiano. Sono in corso di progettazione alcuni itinerari ciclabili urbani atti ad agevolare lo spostamento ciclabile ai fini ricreativi e lavorativi. È in via di sviluppo una politica della sosta basata anche sulla razionalizzazione delle tariffe della sosta a pagamento, l'ampliamento dell'offerta della sosta per motocicli e l'incentivazione all'utilizzo dei parcheggi di cintura al centro storico in modo da favorire lo scambio tra la vettura privata e le altre modalità di trasporto. La redazione del PUMS di Trieste è iniziata nel 2018, con la stesura delle linee di indirizzo e la predisposizione del quadro conoscitivo. Il lavoro svolto è stato presentato in un evento di lancio tenutosi il 15 marzo 2019, che è stato anche l'occasione per avviare il percorso partecipativo con cittadini e portatori d'interesse. Il PUMS è stato adottato il 23 luglio 2020 e reso disponibile per le osservazioni, per un numero di giorni pari a 60. Il PUMS è stato approvato con Deliberazione Consiliare n.35 il 27 luglio 2021. Le azioni che possono rilevanti ai fini del PAESC sono descritte nel seguito.

Cerniere di Mobilità

priorità	nome	domanda di sosta (veic/h)	pax in diversione ora di punta
1	Ippodromo	287	379
2	Bovedo	248	327
3	Cava Faccanoni	238	314
4	Opicina SP35	218	288
5	Cattinara: ex cantiere GVT	140	184
6	Muggia (via Flavia)	116	153
7	Opicina Slovenia-GVT	61	81
8	Monte Grisa	solo turistica	

Biciplan

A regime, con la realizzazione di tutto il programma di infrastrutturazione ciclabile, si stima di portare la mobilità ciclistica dall'attuale 2% al 5%, intercettando gli spostamenti minori di 4 km nell'ora di punta del mattino. Tale quota è stata stimata in 2.307 veic/h, pari a 3045 pax/h su bici.

Cabinovia Opicina – Porto Vecchio – Trieste
Riduzione di circa 500 veicoli/ora sulla rete

Settore di intervento Trasporti

Origine Amministrazione comunale

Responsabile Comune di Trieste
Dipartimento Territorio Economia, Ambiente e Mobilità

Stato Azione in corso

Indicatori di impatto Risparmio energetico: 79.963 MWh
Riduzione delle emissioni: 20.364 tCO₂

Indicatori di monitoraggio Numero di passeggeri bus da/verso le cerniere di mobilità
Numero di spostamenti in bici da/verso le cerniere di mobilità
Passeggeri/ora ovovia

Tempi 2022-2030

Costi Azione cerniere di mobilità - circa 12.000.000 € (per tutte le 7 cerniere a regime)
Azione Biciplan - circa 2.500.000 € (a rete completa a regime)
Azione cabinovia Opicina - Trieste - circa 48.768.102,54 € (costi di investimento del progetto, richiesta finanziamento Ministeriale)

4.4.1.11. Consulenza e servizi per la mobilità sostenibile



Obiettivi	Ridurre il numero dei veicoli privati circolanti
Attività	<p>Secondo Il Sole 24 Ore (Auto, proprietà addio: i millennials vogliono solo il car sharing - Il Sole 24 ORE) Millennials e Generazione X non riterranno necessario il possesso di un mezzo di trasporto privato. L'azione intende fornire consulenza soprattutto alle giovani generazioni e ai cittadini in generale che vogliono dismettere l'uso del veicolo privato o non acquistarlo affatto, in favore di modalità di spostamento più sostenibili e benefiche per la salute. Lo sportello dedicato fornirà consulenza alla mobilità personale a chi necessiterà di muoversi per lavoro, o per altri motivi, indicando i mezzi alternativi a disposizione, nell'ottica del pieno e ottimizzato sfruttamento del servizio di trasporto pubblico e dei servizi di sharing presenti.</p> <p>Parallelamente saranno concessi dei bonus mobilità che potranno essere spesi per l'abbonamento al trasporto pubblico e ai servizi di mobilità in sharing, saranno incentivate mobilità di spostamento sostenibili e alternative calibrando l'offerta in base alle necessità delle fasce di età neopatentate.</p> <p>Il coinvolgimento di partner e stakeholder, che potranno unirsi al Comune nella campagna di comunicazione e informazione rafforzerà la capacità di raggiungimento degli obiettivi.</p>
Settore di intervento	Trasporti
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	Comune di Trieste Stakeholder
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 26.309 MWh Riduzione delle emissioni: 6.648 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di veicoli immatricolati a Trieste
Tempi	2022 - 2030
Costi	10.000 €/anno (personale dedicato per consulenza a sportello e campagne di comunicazione social) più finanziamenti esterni

4.4.1.12. Veicoli privati a basse emissioni



Obiettivi L'azione si pone l'obiettivo di ridurre progressivamente le emissioni di CO₂ a seguito dell'incremento di autovetture elettriche o ibride elettriche circolanti nel territorio comunale. Infrastrutture di ricarica.

Attività La mobilità privata nel territorio comunale è affidata a circa 108.000 autovetture e circa 42.000 motocicli, una quota molto rilevante e in crescita anche se confrontata con altre città.

Le iniziative intraprese dall'Amministrazione comunale al fine di ridurre le emissioni di CO₂ derivanti dai veicoli privati sono di seguito riportate.

A partire dal 13.3.2015 è stata avviata l'installazione delle colonnine per la ricarica elettrica dei veicoli; lo stato di disponibilità delle colonnine è visibile sulla pagina web: <https://www.eneldrive.it/>.

Alla data del presente piano sono state installate e funzionanti 15 colonnine, destinate alla ricarica elettrica lenta o veloce del veicolo e le stesse possono funzionare contemporaneamente. Entrambe le prese sono equipaggiate con sistema di blocco della presa che impedisce la disconnessione accidentale durante la ricarica.

L'accesso alle prese è consentito a seguito di identificazione del cliente mediante *RFID card* rilasciata da HERA COMM s.r.l., e da Emobitaly s.r.l. o tramite app dedicata. Ogni infrastruttura è attrezzata per la ricarica contemporanea di 2 veicoli di vecchia o nuova produzione.

Il numero totale di prese disponibili e funzionanti è 27 per una potenza complessiva di 510,6 kW, di cui 10 Tipo 3a (*Low Power*), 14 di Tipo 2 (*Socket only*), 1 di Tipo 2 (CCS), 1 di tipo CHAdeMO, 1 di Tipo 2 (*Tethered Connector*).

Area Science Park si è dotata di 4 colonnine di ricarica, di cui 2 installate a maggio del 2018 nel Comprensorio di Padriciano, e 2 installate a novembre del 2019 nel Comprensorio di Basovizza, con potenze disponibili di 7,4 e 22 kW nel singolo Comprensorio.

Nel Comprensorio di Padriciano è stata installata anche una stazione di ricarica Enel X EVA+, con 2 prese elettriche che consentono la ricarica veloce (fast) in corrente continua, con potenza di 50 kW, e 1 presa in corrente alternata, da 43 kW.

Area Science Park ha inoltre messo a disposizione per i propri dipendenti e le aziende insediate, un servizio di car sharing elettrico, sperimentale e gratuito, da ottobre 2018 ad aprile 2020, con lo scopo di ridurre le emissioni di anidride carbonica dovute agli spostamenti da e verso i Campus, indagare l'impatto dei veicoli elettrici sulla rete di distribuzione e promuovere la mobilità elettrica, ad oggi unica tecnologia disponibile per evitare il consumo di combustibili fossili per veicoli.

A partire dal 18.5.2018 al 31.10.2019 le colonnine presenti in Area Science Park hanno erogato complessivamente 5.006 kWh (nel totale è escluso il contributo della stazione di ricarica Enel X EVA+ di Padriciano, in quanto i dati

non sono disponibili e quello delle 2 colonnine del Campus di Basovizza, in quanto di recente installazione).

Dal 13.3.2015 al 31.12.2018, le colonnine gestite da HERA COMM s.r.l. hanno erogato complessivamente 39.532 kWh, in particolare sono stati erogati 9.939 kWh nel periodo marzo 2015 - dicembre 2016, 12.000 kWh nell'anno 2017, 17.592 kWh nell'anno 2018, evidenziando un trend di utilizzo in forte aumento, anche tenendo conto del fatto che nel calcolo non sono state prese in considerazione, per indisponibilità dei dati, le ricariche alla colonnina presente presso il Supermercato Conad di via Edgardo Morpurgo.

Il Comune di Trieste con Deliberazione Giunta n. 459 del 19.10.2015 ha deciso di introdurre la gratuità della prima ora di sosta su tutti gli stalli a pagamento di superficie per le autovetture elettriche e le autovetture ibride, anche per i proprietari non residenti nel Comune di Trieste, verso esposizione sul parabrezza di copia della Carta di Circolazione, dalla quale si evidenzino i dati della targa e della tipologia di alimentazione dell'autovettura.

Settore di intervento	Trasporti
Origine	Mista
Responsabile	Comune di Trieste Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità AcegasApsAmga S.p.A. Hera Comm S.r.l. Area Science Park
Stato	Azione conclusa
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 198 MWh Riduzione delle emissioni: 35,7 tCO ₂ (differenza tra le emissioni che ci sarebbero state con l'uso di veicoli tradizionali e le emissioni derivanti dalla produzione di energia elettrica con metodi tradizionali per la ricarica dei veicoli elettrici). Tale riduzione delle emissioni potrebbe essere superiore qualora l'energia elettrica erogata dalle colonnine fosse verde certificata.
Indicatori di monitoraggio	Numero di colonnine di ricarica installate Energia elettrica erogata dalle colonnine
Tempi	2014 - 2020
Costi	L'installazione delle 10 colonnine realizzata nel 2016 ha avuto un costo di 97.000,00 euro, interamente a carico di AcegasApsAmga S.p.A. del gruppo Hera S.p.A. Le spese relative all'allestimento dei punti di ricarica autovetture elettriche presso i Campus di Area Science Park sono state le seguenti: <u>Padriciano</u> Euro 7.291,00 (IVA esclusa) per la fornitura delle colonnine (gara in MEPA).

Euro 2.505,72 (IVA esclusa) per installazione impianti e materiali relativi alla connessione alla rete elettrica, con esclusione dei costi riferiti ai lavori edili.

Basovizza

Euro 7.221,00 (IVA esclusa) per la fornitura delle colonnine (gara in MEPA).

Euro 12.132,66 (IVA esclusa) per installazione impianti e materiali relativi alla connessione alla rete elettrica, opere edili comprese.

4.4.1.13. Efficientamento ed elettrificazione dei veicoli privati



Obiettivi L'azione si pone l'obiettivo di ridurre progressivamente le emissioni di CO₂ a seguito dell'incremento di autovetture elettriche o ibride elettriche circolanti nel territorio comunale. Elettrificazione dei veicoli privati.

Attività La diffusione dei veicoli a trazione elettrica è in continua crescita, sebbene nel contesto nazionale, a differenza di altri stati a livello europeo e mondiale, in termini assoluti si sconta un ritardo maggiore.

Per stimare la diffusione di questi veicoli in ambito comunale, si è preso come riferimento l'ultimo rapporto dell'Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano, lo "Smart Mobility Report" del 2020.

Le stime a livello nazionale sono state quindi rapportate al territorio comunale.

Lo scenario che si è preso in considerazione è quello dello "sviluppo accelerato", il parco circolante di auto elettriche in Italia al 2030 raggiunge i circa 7 milioni di unità (sia BEV, *Battery Electric Vehicle*, che PHEV, *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*), con un incremento di 5,1 milioni dal 2025 al 2030.

L'elettrificazione dei veicoli privati è inserita nelle numerose iniziative di mitigazione climatica, ed è quanto mai necessaria e urgente considerarla nella road map che porta alla neutralità climatica come obiettivo al 2050.

Questa transizione è accompagnata da incentivi e piani a livello nazionale (es. PNRR, Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) e divieti sempre più stringenti in termini di emissioni, iniziative di car sharing e car pooling, micro-mobilità e consegna di merci e prodotti nell'ultimo miglio con veicoli elettrici leggeri. Gli stessi produttori automotive sono sempre più rivolti all'elettrico, sempre dal rapporto del Politecnico si legge che il numero di modelli «elettrici» (BEV e PHEV) offerti è più che quadruplicato nel quinquennio 2015 – 2020, con un aumento significativo nel corso degli ultimi anni, anche con riferimento al numero di *car manufacturer* «attivi».

Anche in virtù del fatto che la Regione Friuli-Venezia Giulia, con il progetto "Nipoti", si è candidata come regione pilota del Green Deal Ue, con obiettivi di neutralità climatica al 2045, questo necessariamente si rifletterà anche sulla mobilità, sempre più elettrica e sostenibile, e si può affermare che nel contesto triestino lo scenario di diffusione sarà più che accelerato, di massima penetrazione.

Settore di intervento Trasporti

Origine Mista

Responsabile Comune di Trieste
Regione FVG
Governo nazionale
Cittadini

	Imprese settore infrastrutture di ricarica, reti elettriche, mobilità sostenibile
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 293.533 MWh Riduzione delle emissioni: 71.671 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di veicoli BEV e PHEV circolanti Percentuale dei veicoli BEV e PHEV rispetto al totale circolante Numero di infrastrutture di ricarica attive
Tempi	2014 - 2030
Costi	Stimati € 1.625.000.000

4.4.1.14. AcegasApsAmga: produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili



Obiettivi	Produzione di energia elettrica tramite impianti gestiti da AcegasApsAmga S.p.A.: <ul style="list-style-type: none"> • cogeneratore a biogas per la produzione di energia elettrica e di energia termica per l'autosostentamento del digestore fanghi attraverso l'utilizzo del biogas attualmente prodotto dal digestore stesso; • impianti fotovoltaici.
Attività	AcegasApsAmga S.p.A. ha all'attivo tre impianti fotovoltaici ed un impianto cogenerativo alimentato a biogas prodotto dalla digestione anaerobica dei fanghi di depurazione delle acque reflue cittadine.
Settore di intervento	Produzione locale di energia elettrica
Origine	Altro
Responsabile	AcegasApsAmga S.p.A.
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Produzione di energia da fonti rinnovabili: 459 MWh Riduzione delle emissioni ottenuta: 216 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Rapporto tra energia elettrica prodotta e consumo complessivo di energia elettrica nel territorio comunale Produzione energia elettrica da cogeneratore a biogas Potenza elettrica nominale degli impianti a fonti rinnovabili Energia elettrica prodotta
Tempi	2017 -2030
Costi	impianti FTV Tettoria + Pal.C + Biogas Servola già rendicontati nell'edizione precedente del PAES. 2 nuovi impianti: FTV Servola 20kW + FTV Zaule 60kW circa 100.000 kWh prodotti in un anno costi: € 160.000

4.4.1.15. Termovalorizzatore: certificazione ISO 50.001 e studio opportunità di cessione calore all'esterno



Obiettivi Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - 50.001

Implementare sul termovalorizzatore di Trieste un sistema di gestione dell'energia e certificarlo ai sensi della norma UNI CEI EN ISO 50001:2018

Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - Studio opportunità di cessione calore all'esterno

Cessione di Energia Termica per massimizzare il recupero energetico dai rifiuti

Attività Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - 50.001

Valutazione dello stato dell'arte.

Definizione della struttura organizzativa per il sistema gestione energia. Definizione delle integrazioni "hardware" e "software" da realizzare con relativi costi e tempistiche.

Valutazione complessiva del progetto nella sua integrità, definizione costi e tempistiche, avvio dello stesso.

Definizione ed emissione della documentazione del sistema gestione energia da implementare. Implementazione del sistema gestione energia, assegnazione responsabilità, definizione e costruzione base dati da gestire, formazione del personale.

Avvio e conclusione del percorso di certificazione. L'area d'intervento è il Termovalorizzatore di Trieste – Errera.

L'avvio della fase iniziale, 2020, certificazione entro il 2023.

Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - Studio opportunità di cessione calore all'esterno

Ricerca di potenziali clienti a cui cedere Energia Termica.

Valutazione dei flussi di Energia Termica da cedere in funzione delle esigenze del cliente: portate, fluido vettore e sue caratteristiche (stato, pressione, temperatura) e relativa valorizzazione economica.

Valutazione e dimensionamento di massima delle apparecchiature per la cessione di Energia Termica lato impianto. L'area di intervento è il Termovalorizzatore di Trieste – Errera. Per quanto riguarda i tempi di realizzazione dell'azione, potranno esser stimati stabilito il suo percorso di realizzazione.

Settore di intervento Produzione locale di energia termica

Origine Altro

Responsabile Hestambiente S.r.l.

Stato Azione in corso

Indicatori di impatto	Risparmio energetico: non quantificabile Riduzione delle emissioni di CO ₂ : non quantificabile e da valutare in confronto alla fonte energetica da sostituire
Indicatori di monitoraggio	Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - 50.001 Emissione documenti sistema gestione energia. Certificazione sistema gestione energia Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - Studio opportunità di cessione calore all'esterno Efficienza energetica dell'impianto
Tempi	2021 - 2030
Costi	Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - 50.001 € 70.000 Hestambiente – Termovalorizzatore di Trieste - Studio opportunità di cessione calore all'esterno € 15.000

4.4.1.16. Acquisto di energia elettrica verde certificata



Obiettivi	L'obiettivo specifico dell'azione è l'acquisto di energia elettrica verde certificata con garanzia d'origine e massimizzare l'implementazione dei criteri minimi per il green public procurement.
Attività	<p>Il Comune di Trieste intende farsi promotore dell'iniziativa verso tutti gli enti territoriali partner di progetto affinché tutti decidano di acquistare solo energia elettrica verde certificata</p> <p>L'Amministrazione comunale ha avviato l'acquisto di energia elettrica verde certificata a partire dal 1.7.2019, nell'ambito della convenzione Consip Energia Elettrica 16, Lotto 4, fornitore A2A Energia S.p.A. Sulla base del prezzo offerto dall'attuale fornitore di energia elettrica, l'opzione di acquisto dell'energia elettrica verde certificata ha un costo di circa 30.000,00 euro/anno, pari a 1,09 euro/MWh, importo quest'ultimo tratto da opzione verde Consip - base d'asta. Tale costo è destinato a diminuire grazie ai futuri interventi di efficientamento e ottimizzazione energetica che porteranno con sé la riduzione dei consumi elettrici.</p> <p>Anche AcegasApsAmga S.p.A. ha attivato l'acquisto di energia elettrica verde certificata. Infatti, nel 2018 sono stati coperti da garanzie di origine 44.970 MWh di energia elettrica nel territorio di Trieste per una spesa pari ad euro 13.491,00 (energia elettrica acquistata). Questi dati includono l'intero perimetro a servizio del territorio di Trieste e non solo i consumi puntualmente presenti nel Comune. Nel 2018, limitatamente al solo territorio del Comune di Trieste, i consumi si attestano a 25.440,00 MWh (energia elettrica consumata).</p>
Settore di intervento	Acquisti verdi
Origine	Mista
Responsabile	Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati AcegasApsAmga S.p.A.
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: non pertinente Riduzione delle emissioni: 44.000 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Percentuale di energia elettrica verde acquistata da parte di ciascun ente
Tempi	2016- 2030
Costi	stimati € 100.000,00 (indicativamente 1 euro a MWh)

4.4.1.17. Interventi di efficientamento energetico degli edifici privati



Obiettivi	Riduzione dei consumi energetici degli edifici privati
Attività	<p>Dal 2001 al 2019 a Trieste le emissioni di CO2 nel settore residenziale privato si sono ridotte del 16%, con questa azione si punta ad ottenere una riduzione ulteriore pari ad almeno il 24% (73.255 tCO₂). Si intende facilitare e promuovere gli interventi di efficientamento energetico negli edifici privati attraverso un set di strumenti di livello europeo, nazionale, regionale, locale di seguito elencati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bonus nazionali (110) - Revisione regolamento edilizio - Semplificazione pratiche edilizie e procedure autorizzative - Tavolo permanente e predisposizione di interventi standard in accordo con la Soprintendenza per alleggerire quasi del tutto le pratiche per la paesaggistica e per rivedere alcuni vincoli esistenti (esempio colorazione tegole, ecc...) - Attivazione comunità energetiche - Politiche a favore dell'introduzione di tecnologie per il <i>demand side management</i> - Campagne mediatiche di sensibilizzazione - Eventi per lo sviluppo della cultura del risparmio energetico e la riduzione degli sprechi - Tavolo permanente che coinvolga Ordini, Associazioni di imprese del terziario, Anit, Ance fvg, Soprintendenza, Gruppi d'acquisto, con l'intento di analizzare il territorio, produrre informazione, studiare meccanismi di supporto alla filiera dell'edilizia (attualmente a corto di materie prime e di personale) - Incentivi regionali a fondo perduto
Settore di intervento	Edifici residenziali
Origine	Mista
Responsabile	Cittadini Comune di Trieste Governo Regione FVG Attori filiera edilizia
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 340.978 MWh Riduzione delle emissioni: 81.000 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di edifici riqualificati Numero di pratiche per le detrazioni fiscali presentate Revisione regolamento edilizio Protocollo d'intesa con Soprintendenza

Istituzione tavolo permanente

Riduzione dei consumi del settore residenziale privato

Tempi 2021 - 2030

Costi Stimati € 2.720.000.000,00

4.4.1.18. Installazione di impianti fotovoltaici su edifici privati



Obiettivi	Diffusione degli impianti fotovoltaici sul territorio comunale
Attività	Gli impianti fotovoltaici consentono di produrre energia elettrica per autoconsumo e grazie alla convenzione in scambio sul posto e alle recenti comunità energetiche, con cessione in rete dell'energia elettrica in eccesso, contribuiscono alla riduzione complessiva delle emissioni nel territorio comunale con benefici economici per gli utenti finali ed ambientali per la collettività.
Settore di intervento	Produzione locale di energia elettrica
Origine	Mista
Responsabile	Privati
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili: 48.481 MWh Riduzione delle emissioni: 22.878 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di impianti installati nel territorio comunale Potenza di picco complessiva degli impianti installati
Tempi	2005 - 2030
Costi	Stimati € 121.800.000,00

4.4.1.19. Interventi di efficientamento degli edifici privati condominiali con impianti centralizzati



Obiettivi	Trasformazione in NZEB di edifici condominiali attualmente dotati di impianti a gasolio centralizzati
Attività	<p>Agire sui quasi 140 edifici con impianti termici a gasolio centralizzati situati in prossimità della rete di distribuzione del metano e spinta all'attivazione di interventi a carico dei privati ma con il supporto dei contributi nazionali previsti dal Bonus 110, finalizzati alla trasformazione in NZEB mediante l'elettificazione dei consumi, l'isolamento dell'involucro edilizio e l'installazione di impianti a fonti rinnovabili. L'azione sarà eseguita di concerto con gli amministratori di stabili. Gli interventi saranno eseguiti nel rispetto del Decreto interministeriale 26 giugno 2015 relativo all'applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.</p> <p>Come benchmark per la stima degli impatti è stato considerato un condominio di 20 unità immobiliari che esegue i seguenti interventi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sostituzione caldaia a gasolio con caldaia a generatore ibrido o pompa di calore • coibentazione involucro completa • sostituzione serramenti e chiusure oscuranti • installazione di solare fotovoltaico e solare termico • installazione batterie di accumulo elettrico e serbatoio accumulo termico
Settore di intervento	Edifici residenziali
Origine	Mista
Responsabile	<p>Cittadini</p> <p>Anaci regionale Friuli Venezia Giulia</p> <p>Anaci provinciale di trieste</p> <p>Comune di Trieste</p>
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	<p>Risparmio energetico: 5.170 MWh</p> <p>Riduzione delle emissioni: 1.200 tCO₂</p>
Indicatori di monitoraggio	<p>Numero di edifici riqualificati</p> <p>Potenza termica impianti dismessi e sostituiti</p>
Tempi	2021- 2025
Costi	Stimati € 45.000.000,00 potenzialmente a carico della finanza nazionale

4.4.1.20. Riqualificazione degli edifici residenziali pubblici (ATER)



Obiettivi L'obiettivo specifico dell'azione è la riqualificazione di una parte significativa del patrimonio immobiliare residenziale di proprietà dell'Ente e di proprietà del Comune di Trieste e gestito da ATER (il patrimonio di proprietà del Comune di Trieste viene in parte interessato solo nel PNRR, 113 alloggi del Comune su un totale di 385).

Adeguamento normativo degli impianti e contenimento dei consumi energetici.

Efficientamento energetico del sistema involucro e di impianti, mirate al raggiungimento degli standard più elevati di prestazione energetica ed emissiva (ristrutturazione importante di I o II livello, ai sensi del D.lgs. 192/2005 e s.m.i e della DGR n. 3868/2015) che interessano interi fabbricati esistenti o parti di essi.

Attività L'Azienda Territoriale per l'Edilizia Residenziale di Trieste - ATER ha svolto e sta svolgendo diverse attività finalizzate all'efficientamento energetico degli edifici gestiti ed alla riduzione dei consumi energetici, tra cui l'installazione di impianti solari termici e fotovoltaici (superficie dei pannelli rispettivamente pari a 815 mq e 88 mq), la contabilizzazione del calore, gli interventi di riqualificazione energetica degli involucri edilizi e degli impianti termici.

Messa in opera di impianti di termoregolazione e contabilizzazione dei consumi individuali, necessari a corrispondere al dettato normativo del D.Lgs. 102/2014. In particolare l'ATER ha introdotto un servizio a ridotto impatto ambientale di conduzione e manutenzione degli impianti termici centralizzati e solari, degli impianti e dotazioni antincendio e degli impianti di surpressione idrica a servizio degli edifici gestiti dall'ATER di Trieste, comprensivo della fornitura combustibile con meccanismo di penalizzazione dei sovraconsumi per le CCTT di cui all'allegato B al CSA e di altre attività finalizzate all'adeguamento normativo degli impianti ed al contenimento dei consumi energetici

Piano di Recupero e resilienza mediante efficientamento energetico di 35 edifici complessivamente composti da n. 385 alloggi ubicati a Trieste in Via Morgagni civv. 2,4,6 e 8, in Via Schiaparelli civv. 1 e 3, in Strada di Fiume 50,52,56, in Località Santa Croce 391, in Via Tonello 1 e 15, in Via Toscanelli 2, 4 e 6, in Scala Campi Elisi 1, 3 e 5, in Via Mascagni 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20, Località Santa Croce 391, 392 e 393a Sgonico in Loc. Baita Sales 64 ed in Loc. Gabrovizza S. Primo 57 e 57/A, a San Dorligo della Valle, Località Domio 73, 75, 76, 111, 119. L'ATER di Trieste ha selezionato una serie di stabili di proprietà dell'Ente stesso o del Comune di Trieste, particolarmente energivori e bisognosi di interventi di manutenzione dell'involucro, a cui destinare dei fondi per l'installazione di un isolamento a cappotto sulle facciate e nei sottotetti e la sostituzione dei serramenti esterni presso gli alloggi di proprietà pubblica.

Settore di intervento Edifici residenziali

Origine Altro

Responsabile	Azienda Territoriale per l'Edilizia Residenziale di Trieste	
Stato	Azione in corso	
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 2.001 MWh Riduzione delle emissioni: 464 tCO ₂	
Indicatori di monitoraggio	Numero di alloggi oggetto di interventi	
Tempi	2001-2026	
Costi	Interventi edifici pubblici	
	Sostituzione serramenti edificio di via Grego - Trieste	€ 2.863.000,00
	Adeguamento tecnologico impianti termici centralizzati	€ 1.643.000,00
	Riqualificazione energetica complesso S. Giovanni Bosco	€ 359.000,00
	Rifacimento della centrale termica di via del Veltro (sostituzione con generatori a condensazione da 185,8 kW complessivi), pulizia e messa a punto impianti di distribuzione ed emissione esistenti, redazione diagnosi energetica e certificazione energetica); incentivo GSE Conto Termico pari a euro 12.757,64	€ 64.064,93
	Interventi complesso Rozzol Melara	
	Riqualificazione energetica complesso edilizio A - Impianto di climatizzazione a basso impatto ambientale	€ 4.271.791,00
	Riqualificazione energetica complesso edilizio - sostituzione serramenti alloggi fronte Nord-Est	€ 2.553.717,00
	Messa in opera di termoregolazione e contabilizzazione dei consumi individuali: € 598.095,38	
	Interventi Piano di Recupero e Resilienza: € 8.147.796,30	

4.4.1.21. Efficientamento impiantistico e degli involucri degli edifici dell'azienda sanitaria e degli ospedali

Di seguito sono elencati gli interventi che l'ASU GI ha svolto, sta svolgendo e intende svolgere per dare un contributo concreto al perseguimento degli obiettivi del PAESC.

LAVORI IN PROGETTAZIONE ED IN CORSO

- a. Sono stati affidati i lavori riferiti al progetto della *"Ristrutturazione e ampliamento dell'Ospedale di Cattinara, Realizzazione della nuova sede dell'I.R.C.C.S. Burlo Garofolo"*, che prevedono criteri di pregio tecnico riferiti al contenimento dei consumi energetici ed alla minimizzazione dei costi di utilizzo.
- b. È stato aggiudicato l'intervento di riqualificazione energetica dell'ospedale Maggiore, emilato est piazza Ospitale e lato via Pietà, che prevede la sostituzione dei serramenti ed il rifacimento della copertura, con un finanziamento in quota parte con contributo europeo all'interno dei fondi POR FESR. Lavori in corso. Stima di fine lavori primavera 2021.
- c. È stata aggiudicata la gara relativa ai *"servizi per la gestione delle strutture e degli impianti dei presidi ospedalieri finalizzata alla sostenibilità ambientale"*, in cui sono previsti diversi interventi di efficientamento energetico, prevalentemente riferiti alle centrali tecnologiche dei due ospedali, con un finanziamento europeo all'interno dei fondi POR FESR. Il contratto è operativo dal 1.8.2019. I lavori sono stati consegnati parzialmente nel dicembre 2019 con una previsione di ultimazione degli stessi a fine 2020.
- d. È stato progettato il nuovo impianto di illuminazione esterna del comprensorio di via Farneto, con la sostituzione dei corpi illuminanti di tipo tradizionale con altri a LED.
- e. È in corso lo studio di fattibilità per la riqualificazione dell'EX IRFOP per la destinazione a Distretto, con interventi di efficientamento energetico.
- f. All'interno della convenzione CONSIP SIE3 è previsto un piano di interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio ex A.S.S. n.1, tra cui risultano attualmente in corso:
 - riqualificazione centrale termica Padiglione S del comprensorio di San Giovanni con sostituzione di caldaia, installazione contabilizzatori e sistema di telegestione;
 - riqualificazione centrale termica Padiglione A del comprensorio di San Giovanni con sostituzione circolatori delle caldaie con altri ad inverter, installazione contabilizzatori e sistema di telegestione;
 - riqualificazione centrale termica di via Weiss, nel comprensorio di San Giovanni, a servizio dei padiglioni I, G, M, E, V, Z, spazio Rosa, spazio Villas, bar e chiesa, con sostituzione di una caldaia tradizionale da 1029 kW con una a condensazione da 864 kW, installazione valvole bilanciamento tra le 4 caldaie (complessivi 3.308 kW installati) e, nelle sottocentrali dei padiglioni, sostituzione di bollitori tradizionali con altri a pompa di calore.

LAVORI COMPLETATI

- a. È stata realizzata la riqualificazione della centrale frigorifera e la sostituzione di corpi illuminanti delle parti comuni dell'Ospedale Maggiore, con una parziale copertura data da finanziamento europeo nell'ambito dei fondi POR FESR.
- b. All'interno della convenzione CONSIP SIE3 è stata riqualificata la centrale termica di via Nordio. Sono state inoltre installate le valvole termostatiche a tutti i termosifoni; il nuovo circolatore della caldaia è dotato di inverter ed è stato installato un sistema di telegestione.

ALTRE INIZIATIVE IN MATERIA DI SOSTENIBILITA' ENERGETICO-AMBIENTALE

a. Riduzione dei consumi dei veicoli

L'ente possiede un parco mezzi di trasporto vetusto, come di seguito evidenziato:

DATI AUTOPARCO 2018

MEZZI TOTALI		225			
BENZINA		134	DI CUI	115	AUTOVEICOLI A 4 RUOTE
				19	MOTOCICLI
DIESEL		89			
RIMORCHIO		1			
CARROZZA		1	VENDUTA		

BENZINA	TOT	Autoveicoli	Motocicli
EURO 1	1	1	
EURO 2	5	4	1
EURO 3	28	10	18
EURO 4	61	61	
EURO 5	6	6	
EURO 6	33	33	

DIESEL	TOT	Autoveicoli	Motocicli
EURO 1	1	1	
EURO 2	2	2	
EURO 3	13	13	
EURO 4	44	44	
EURO 5	10	10	
EURO 6	19	19	

Nel 2019 si è aderito ad un progetto Europeo con fondi Horizon, denominato NOEMIX, con la previsione di sostituire 100 autoveicoli Euro 2 ed Euro 3 con altrettanti a trazione elettrica (Euro 6).

Portando a buon fine questa operazione di sostituzione in due anni, si prevede di diminuire le emissioni per complessive 108 tCO₂, pari al 44% delle emissioni attuali. Di tali tonnellate se ne tiene conto nella scheda relativa al progetto NOEMIX.

b. Produzione di energia da fonti rinnovabili

Si continua a produrre energia da pannelli fotovoltaici dagli impianti installati sui tetti dell'asilo nido aziendale e del padiglione aule.

Nell'ambito del progetto della *“Ristrutturazione e ampliamento dell’Ospedale di Cattinara, Realizzazione della nuova sede dell’I.R.C.C.S. Burlo Garofolo”*, sono previsti nuovi impianti fotovoltaici sia nel comprensorio di Cattinara che presso l’ospedale Maggiore.

c. Realizzazione di reti di teleriscaldamento / impianti di cogenerazione

Sono ipotizzabili realizzazioni di specie, sempre nell’ambito del progetto della *“Ristrutturazione e ampliamento dell’Ospedale di Cattinara, Realizzazione della nuova sede dell’I.R.C.C.S. Burlo Garofolo”*.

d. Formazione

L’Ente sta proponendo una campagna di sensibilizzazione dei dipendenti in ambito gestione dei rifiuti, con particolare riferimento al rischio biologico, alla gestione ed al trasporto di campioni biologici, ai rifiuti sanitari, ai farmaci.

Di seguito sono schematizzati gli interventi più significativi già effettuati, tesi sia al risparmio energetico che alla riduzione delle emissioni di CO₂.



Obiettivi Riquilibrare la centrale frigorifera dell’Ospedale Maggiore
 Sostituzione di corpi illuminanti delle parti comuni dell’Ospedale Maggiore
 Riquilibrare impianto termico dell’edificio di via Nordio 15
 Riduzione ulteriore dei consumi energetici del 25% entro il 2030

Attività **Riquilibrare la centrale frigorifera dell’Ospedale Maggiore**
 Si è ritenuto opportuno cambiare in toto le macchine della centrale frigorifera al fine di garantire le giuste ridondanze in termini di ventilazione e di installare ventilatori e motori ad alta efficienza (IE4) dotandoli di inverter per modulare al meglio i carichi. La centrale frigorifera non presentava le giuste ridondanze in termini di ventilazione (ventilatori dei gruppi frigoriferi e delle torri evaporative singoli); inoltre le macchine installate (gruppi frigoriferi, torri evaporative e pompe di ricircolo), ormai vetuste, non presentavano caratteristiche di modulabilità, né curve di carico performanti.

Sostituzione di corpi illuminanti delle parti comuni dell’Ospedale Maggiore
 Si è ritenuto opportuno installare nuove lampade a LED. I corpi illuminanti delle parti comuni del complesso ospedaliero sono per lo più accesi con continuità per aspetti di sicurezza (illuminazione minima delle vie di esodo) e molti erano giunti a fine vita per l’utilizzo prolungato.

Riquilibrare impianto termico dell’edificio di via Nordio 15
 Si è reso necessario sostituire la caldaia della palazzina, dotare i termosifoni di valvole termostatiche e detentori; installare un nuovo circolatore della caldaia con inverter ed installare un sistema di telecomando. La caldaia era ormai obsoleta e funzionante con bassa efficienza ed il solo sistema di controllo sull’impianto era “ON/OFF”.

Riduzione ulteriore dei consumi energetici del 25% entro il 2030
 Nel 2019 si è ottenuto il finanziamento con fondi Interreg di un progetto denominato IHNES (Interregional Hospital Network for Energy Sustainability) per la realizzazione di una rete interfrontaliera per la sostenibilità energetica degli ospedali con partners austriaci ed altoatesini.

Dal 1.1.2020 è stata modificata la denominazione da Azienda Sanitaria Universitaria di Trieste (ASUITs) in Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina (ASUGI), assumendo dalla ex A.S.S. n. 2 anche il territorio afferente Monfalcone e Gorizia, oltre a quello di Trieste.

Per il presente documento si sono considerati i dati relativi al territorio del Comune di Trieste. Con riferimento alla riqualificazione energetica degli ospedali, tenendo conto degli interventi effettuati negli ultimi tre anni e di quelli precedentemente svolti e riportati nel I e nel II Rapporto di Attuazione del PAES, si desume una riduzione complessiva delle emissioni pari a 7.146 tCO₂.

L'azienda intende ridurre ulteriormente i consumi energetici del 25% entro il 2030 attraverso azioni di sistema volte all'elettrificazione dei consumi , alla riduzione degli stessi e al ricorso alle fonti di energia rinnovabili.

Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	ASU GI - S.C. Manutenzione e Sviluppo del Patrimonio
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 46.274 MWh Emissioni evitate: 13.793 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Calcolo analitico dei consumi pre e post-intervento Avvio dei lavori Consegna e collaudo nuovi impianti Riduzione ulteriore dei consumi energetici del 25% entro il 2030
Tempi	2001 - 2030
Costi	----

4.4.1.22. Interventi di efficientamento ed elettrificazione dei mezzi pubblici



Obiettivi L'azione si pone l'obiettivo di offrire un servizio di trasporto pubblico locale efficiente, in particolare volto a mantenere elevate caratteristiche tecniche di efficienza del parco veicoli e ad offrire un servizio capillare, capace di ridurre la mobilità privata.

Attività I passeggeri trasportati dalla Trieste Trasporti S.p.A. nel 2019 sono stati 69.959.160, con una produzione chilometrica su gomma pari a 12.834.680 km. Nello stesso anno il consumo complessivo di gasolio è stato pari a 6.098.923 litri.

L'Ente attua le seguenti strategie di riduzione dei consumi di gasolio per autotrazione:

- costante rinnovo del materiale rotabile (33 mezzi/anno) di standard EEV (*Enhanced Environmentally friendly Vehicle*) EURO 6;
- grande attenzione alla manutenzione/efficienza dei mezzi;
- impiego di software di supporto alla guida;
- spegnimento motore dopo 10 minuti di inattività;
- formazione dei conducenti a una guida ecocompatibile.

Nel 2019 gli investimenti complessivi ammontano a € 11,2 milioni. La voce principale riguarda l'acquisto di 8 autobus relativi a contratti stipulati nel 2018, in particolare: n.8 Autobus Man Lion's city G A23 17,98m, motorizzati Euro 6, (€ 3.264.000).

I contratti per l'acquisto di ulteriori 33 mezzi, sottoscritti nel 2019 del valore di euro 10.105.000 hanno previsto la consegna degli stessi nei primi mesi del 2020, nel 2019 sono stati fatturati 19 autobus per un valore di Euro 6 milioni circa. Nel 2019 sono stati ceduti ai fornitori aggiudicatari delle gare 22 autobus, realizzando una plusvalenza di € 2.501.000.

Gli investimenti in licenze software valgono complessivamente € 228.000, di cui € 58.000 per implementazione del sistema AVM, € 36.000 per aggiornamento software del Data Center, € 41.000 per il nuovo gestionale del reparto Risorse Umane ed € 26.000 per licenze software connesse al nuovo servizio di autobus a chiamata. La restante parte è costituita da investimenti minori in licenze destinate all'esercizio e all'area bigliettazione. Tra le immobilizzazioni immateriali in corso figurano due progetti: lo sviluppo del nuovo sito aziendale e l'implementazione del nuovo software per il reparto illeciti.

Ulteriori investimenti di rilievo riguardano il progetto di sostituzione delle emettitrici automatiche con macchine di nuova generazione RTVM, nel 2019 ne sono state installate 36 nuove per un valore di € 561.000. Tali apparecchi sono stati classificati come hardware, in virtù della forte componente tecnologica presente all'interno degli stessi.

A bordo della flotta è proseguita l'implementazione degli apparati hardware, con l'installazione di dispositivi contapasseggeri per € 152.000, e la dotazione di centrali di bordo AVM b-box per € 76.000. Sempre a bordo dei mezzi, è iniziata l'installazione di monitor funzionali al progetto di Infomobilità sostenuto dall'azienda. Questi progetti, essendo in corso di realizzazione, sono stati classificati tra le immobilizzazioni in corso. Gli investimenti in impianti e macchinari, del valore di € 30.000, riguardano l'acquisto di un nuovo tornio l'installazione di un nuovo sistema di lavaggio autobus, la sostituzione di barriere all'ingresso dei depositi.

Gli acquisti di attrezzature ammontano ad € 36.000, di cui € 10.000 per acquisto di estintori idrici, € 10.000 per dotazione di defibrillatori all'interno dei locali aziendali; ulteriori € 16.000 per sostituzione impianti di climatizzazione ed investimenti minori.

A beneficio della qualità dell'aria e della salute dei cittadini, i mezzi con motorizzazioni EURO 6 sono in costante aumento, con una quota pari al 60,9% (165 mezzi su 271). Si registra anche una quota di autobus con motore EEV pari al 39,1% (106 mezzi su 271).

Il nuovo servizio di trasporto pubblico regionale ha introdotto importanti innovazioni dal punto di vista delle informazioni disponibili in merito alla fruibilità dei servizi integrati di trasporto pubblico e dal punto di vista dell'acquisto dei titoli di viaggio. L'elevato tasso di rinnovo del parco veicoli ha consentito di avere in servizio una flotta di autobus equipaggiati prevalentemente con motori EEV ed EURO 6, che ha determinato un abbattimento sostanziale delle emissioni di gas di scarico inquinanti (PM, NOx, CO).

Settore di intervento	Trasporti
Origine	Altro
Responsabile	Trieste Trasporti S.p.A.
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 19.678 MWh Riduzione delle emissioni: 5.254 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Età media del parco veicoli Numero di passeggeri trasportati
Tempi	2001 - 2030
Costi	Ogni anno vengono investiti circa 10.000.000,00 di euro per la sostituzione dei mezzi obsoleti con mezzi nuovi.

4.4.1.23. Elettificazione dei veicoli delle flotte dei partner del PAESC: il progetto NOEMIX



Obiettivi	L'azione si pone l'obiettivo di ridurre progressivamente le emissioni di CO ₂ dovute alla mobilità degli enti.
Attività	<p>Il progetto NOEMIX ha come obiettivo la dismissione di una consistente quota di veicoli con motore a combustione interna di proprietà delle Pubbliche Amministrazioni site in ambito regionale e l'acquisto da parte delle medesime di un servizio di mobilità, chiavi in mano, comprensivo di noleggio a lungo termine di vetture ad alimentazione elettrica, installazione di infrastrutture di ricarica, utilizzo di un software gestionale regionale centralizzato per la prenotazione dei veicoli e per la condivisione dei medesimi tra le diverse Pubbliche Amministrazioni.</p> <p>La Regione FVG è il lead partner del progetto. Il Comune di Trieste ha avviato un processo di riqualificazione del proprio parco veicoli che consiste nella dismissione dei veicoli obsoleti e la sostituzione con veicoli a consumo minore. In tale iniziativa sono coinvolti, nel territorio di Trieste, anche l'Università degli Studi di Trieste, Area Science Park, AdSP MAO, ASU GI.</p>
Settore di intervento	Trasporti
Origine	Mista
Responsabile	Regione FVG Comune di Trieste Università degli Studi di Trieste Area Science Park AdSPMAO ASUGI
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 570 MWh Riduzione delle emissioni: 147 tCO ₂ /anno
Indicatori di monitoraggio	Numero di veicoli elettrici in servizio Numero di veicoli a MCI dismessi
Tempi	2022 – 2025
Costi	Stimati € 3.000.000,00 (5 anni di canoni di servizio per circa 110 veicoli elettrici operanti a Trieste, le infrastrutture di ricarica, il software di gestione flotta condivisa tra Enti)

4.4.1.24. Interventi di riqualificazione energetica finalizzati alla diffusione della cultura della sostenibilità, all'innovazione in Enti pubblici e privati, alla riduzione dei consumi energetici e alla mobilità sostenibile.

INTERVENTI COMPLETATI

Installazione nuovi serramenti esterni su edifici A, C ed R3 del campus di Padriciano

L'iniziativa costituisce il terzo lotto di una serie di interventi finalizzati al miglioramento delle caratteristiche energetiche degli edifici del Parco mediante la sostituzione dei serramenti preesistenti con nuovi prodotti ad elevate prestazioni. Nel corso del 2016 è stato redatto il progetto di fattibilità tecnica economica di questo terzo lotto (mediante progettazione interna) che è stato approvato il 21.11.2016 ed è quindi stato disposto l'impegno di spesa dell'importo totale del quadro economico dell'opera pari a € 270.000,00. Nel corso del 2017, sempre mediante progettazione interna, è stato redatto il progetto esecutivo che è stato quindi validato ed approvato. Nel 2019 dando seguito alle attività tecniche ed amministrative svolte negli anni precedenti si è conclusa la procedura basata sul criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa per aggiudicazione dell'appalto, è stato stipulato il contratto (per un importo complessivo di € 167.193,60) e nel mese di ottobre sono stati consegnati i lavori che sono stati completati prima della fine dell'anno stesso.

L'intervento ha visto l'installazione di serramenti con le trasmittanze $U_f = 1,0$ e $U_g = 0,9$.

Complessivamente l'intervento ha consentito i seguenti miglioramenti:

edificio	Fabbisogno energetico edificio Epg (kWh/m2 anno) precedente	Fabbisogno energetico edificio Epg (kWh/m2 anno) nuovo
A	336,911	319,41
C	377,035	368,975
R3	454,86	454,56

Nuovo impianto di ottimizzazione e regolazione sottocentrali meccaniche comprendente la contabilizzazione dei consumi termofrigoriferi- fase1 : Edifici D -A- M-B-G-GHN-L1-L2-L3 a servizio dell'Area Science Park di Padriciano

L'intervento in oggetto prevede le attività di rilevazione e progettazione con la conseguente esecuzione dei lavori di modifica ai circuiti degli impianti di riscaldamento e refrigerazione delle sottocentrali termiche degli edifici sopra elencati, al fine di permettere l'installazione dei contatori di calorie e frigorifici e consentire all'amministrazione di procedere ad una contabilizzazione dei consumi effettivamente misurati agli utenti del campus di Padriciano. L'intervento consiste in:

- Completo rifacimento delle reti termoidrauliche e degli impianti elettrici delle sottocentrali termiche degli edifici indicati
- Installazione di sistemi di controllo e regolazione dei gruppi di pompaggio
- Installazione di sistemi di monitoraggio e contabilizzazione delle portate e dell'energia termica (in riscaldamento e in raffreddamento) assorbita da ciascun edificio

Nel corso del 2016 è stato redatto il progetto di fattibilità tecnica economica (mediante progettazione interna) che è stato approvato in data 23.12.2016. E' stato quindi disposto il conseguente impegno di spesa dell'importo totale del quadro economico dell'opera pari a € 240.000,00 che trova copertura nel bilancio 2016 dell'Ente. Nel corso del 2017 è stato affidato l'incarico professionale necessario per l'attuazione dell'intervento, comprendente la progettazione esecutiva, il coordinamento per la sicurezza in fase progettuale ed esecutiva, nonché la direzione dei lavori. Entro lo stesso anno è stato completato ed approvato il progetto esecutivo. Nel corso del 2018 è stata regolarmente esperita la procedura per l'affidamento dell'appalto, consentendo la consegna dei lavori nel mese di ottobre dello stesso anno e la loro conclusione nella successiva estate. L'importo complessivo dei lavori, accertato dal certificato di regolare esecuzione è risultato pari a € 163.559,06.

L'intervento è propedeutico all'esecuzione della Fase 2 al termine della quale sarà possibile effettuare la completa e precisa quantificazione e ripartizione tra gli utenti insediati dei consumi energetici di riscaldamento e raffrescamento.

INTERVENTI IN CORSO DI ATTUAZIONE

Nuovo impianto di ottimizzazione e regolazione sottocentrali meccaniche comprendente la contabilizzazione dei consumi termofrigoriferi - fase2: Edifici E1, F1, F2, F3, W, E3, R3, C, C1 integrato con interventi di separazione della rete termo-frigorifera, alimentata dalle dagli edifici D e W, nel campus di Padriciano e edifici Q, Q1, Q2 nel campus di Basovizza

Questo intervento è finalizzato a rispondere all'esigenza dell'Amministrazione di poter monitorare e ripartire in modo esatto i consumi energetici termofrigoriferi di tutti gli utenti insediati e rappresenta il completamento di quanto già eseguito nella "fase 1". In particolare, la fase 2 interesserà gli edifici F1, F2, F3, E3, R3, W e C di Padriciano e gli edifici Q, Q1, Q2 e Centrale Tecnologica di Basovizza. Nel 2019 è stato redatto ed approvato il progetto esecutivo che prevede un quadro economico complessivo di € 350.000 di cui €290.3000 per lavori. Successivamente, nel 2020 in esito all'approvazione delle Linee Guida per lo Sviluppo Urbanistico e Infrastrutturale del Campus di Padriciano per il Periodo 2020-2032 si manifestata la necessità di aggiornare il progetto esecutivo già redatto con le soluzioni tecniche che prevedano la separazione della fornitura di energia termica e frigorifera agli edifici di competenza del Centro Internazionale di Ingegneria Genetica e Biotecnologie (ICGEB) e conseguentemente i lavori già previsti sono stati integrati con ulteriori interventi e portando così il quadro economico all'importo complessivo di € 520.000. L'intervento, oltre a determinare una prevedibile riduzione dei consumi energetici conseguentemente alla precisa regolazione delle temperature di mandata verso le reti secondarie degli edifici, consentirà l'ottimizzazione e il controllo dei circuiti termofrigoriferi con l'installazione locale sui singoli edifici delle sonde di misurazione delle temperature rispetto alla precedente sistema di regolazione centralizzato.

Revisione e ottimizzazione reti termo-idrauliche nei cunicoli tecnologici di Padriciano

Il comprensorio di Padriciano dispone di un cunicolo impiantistico interrato e pedonabile, a servizio degli edifici del campus, in cui sono installate le reti distributive dei fluidi termovettori caldo/freddo, dell'antincendio, delle fognature civili, dell'energia elettrica, della trasmissione dati e del telefono.

La quasi totalità dell'impiantistica installata all'interno del cunicolo è stata posta in opera negli anni '80 e, conseguentemente a causa della vetustà, presenta un evidente, ed in alcune parti perfino importante, livello di degrado che determina un sempre maggior numero di guasti.

Il Programma Triennale dei lavori 2020-2022 comprendeva la previsione di un intervento finalizzato ad una generale revisione di una parte dell'impiantistica presente nei cunicoli per un importo complessivo a quadro economico di € 450.000,00.

In esito alle prime valutazioni progettuali è stata individuata una soluzione migliorativa rispetto alle prime ipotesi di intervento che prevede:

- la realizzazione al di fuori e parallelamente al cunicolo esistente di parte della nuova rete di distribuzione generale idrica dell'acqua potabile e di quella dei fluidi termofrigoriferi;
- rifacimento di parte della rete antincendio

Tale soluzione consente di superare le oggettive difficoltà della realizzazione dell'ipotesi originaria e di realizzare la nuova rete garantendo la continuità di servizio della rete di teleriscaldamento esistente.

L'attuazione dell'intervento in accordo con questa nuova modalità prevede un quadro economico complessivo di € 150.000,00 che trova copertura negli stanziamenti del bilancio 2020. Il progetto di fattibilità tecnico-economica è stato redatto ed approvato nel dicembre 2020.

Si prevede che l'intervento consenta una riduzione delle dispersioni termiche in quanto le nuove linee di distribuzione presenteranno un livello di coibentazione superiore rispetto alle reti preesistenti sia causa del normale degrado sia per la possibilità di impiegare materiali più moderni e più performanti.

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO ATTUATI O IN CORSO DI ATTUAZIONE NELL'AMBITO DEL SERVIZIO DI MANUTENZIONE E CONDUZIONE IMPIANTI TECNOLOGICI

- a. Riduzione dei consumi di energia elettrica e dei costi di gestione e manutenzione connessi all'aumento del ciclo di vita degli apparecchi illuminanti a led negli edifici L1-L2-L3 del Comprensorio di Padriciano.
- b. impianto illuminazione a led servizi igienici, antibagni e docce edifici L1, L2, L3
- c. riduzione consumi impianto idrico servizi igienici edifici L1, L2, L3, E3, R3 del comprensorio di Padriciano.
- d. Interventi di riduzione consumi su impianti di riscaldamento/radiatori edifici Comprensori di Padriciano e Basovizza.
- e. Impianto fotovoltaico da 12,21 kW e impianto per la produzione di acqua calda sanitaria al servizio della cucine della mensa di Padriciano a pompa di calore.

INTERVENTI DI FUTURA ATTUAZIONE

Nuovo polo tecnologico ed interventi di miglioramento energetico delle strutture e degli impianti installati nel campus di Basovizza.

Le **Linee guida per lo sviluppo urbanistico e infrastrutturale del campus di Padriciano di area science park per il periodo 2020-2032**, approvate dal Consiglio di Amministrazione dell'Ente nel luglio 2020, delineano il quadro degli interventi di tipo urbanistico ed edificatorio per comprensorio di Padriciano per il prossimo decennio. Tra questi sono previsti la realizzazione di un nuovo edificio destinato alla ristorazione, la realizzazione di un "centro visite" e una serie di interventi di demolizione e rifacimento di alcuni edifici storici del comprensorio. Questi nuovi interventi adotteranno correnti standard di contenimento energetico.



Obiettivi	Riduzione dei consumi energetici dell'ente e promozione della mobilità sostenibile
Attività	<p>Negli anni Area Science Park si è occupata di innovare e riqualificare i propri immobili nell'ottica della riduzione dei consumi energetici e dell'uso razionale dell'energia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gli interventi svolti, e da svolgere sono stati descritti nel testo sovrastante.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Nazionale
Responsabile	Area Science Park
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	<p>Risparmio energetico: 1.511 MWh (stima 5% sui consumi energia elettrica e termica)</p> <p>Riduzione delle emissioni: 535 tCO₂</p>
Indicatori di monitoraggio	Numero di edifici riqualificati
Tempi	2021 - 2030
Costi	€ 1.112.985,86 (il costo si riferisce solo ad alcuni lavori sopraelencati)

4.4.1.25. Azioni di contenimento dei consumi energetici negli edifici universitari periodo 2020-2030



-
- | | |
|------------------|---|
| Obiettivi | <ul style="list-style-type: none">• Riduzione delle emissioni di CO₂• Promuovere la mobilità elettrica• Riduzione dei consumi energetici• Miglioramento efficienza energetica degli edifici |
|------------------|---|
-

Attività Lavori di efficientamento energetico della mobilità con uso di veicoli elettrici, micro-grid e produzione di energie da fonti rinnovabili presso il comprensorio Universitario di P. le Europa n. 1 – Trieste

È stata realizzata, presso il comprensorio di p.le Europa, una stazione di ricarica per veicoli elettrici (auto e bici) da 4 kWp di potenza collegata in rete ed alimentata da pannelli fotovoltaici ubicati in copertura degli edifici universitari.

Isolamento termico dell'involucro edilizio

Realizzazione di lavori di sostituzione di serramenti e di esecuzione dell'isolamento termico degli involucri edilizi previsti nel Piano Triennale delle Opere Pubbliche.

Adesione al contratto Consip Servizio Integrato Energia 3

Adesione al contratto Consip Servizio Integrato Energia 3 che prevede la riduzione dei consumi energetici (25% per l'energia termica e 20% per l'energia elettrica) a decorrere dal secondo anno contrattuale attraverso la realizzazione di lavori di efficientamento energetico.

L'area di intervento riguarda:

- impianti elettrici (revamping con sostituzione corpi illuminanti tradizionali con altrettanti a led negli edifici A, B, C1, C8, C9, C11, H2, H2bis, H3, Campo Marzio, via Filzi, Polo Universitario Goriziano);
- impianti termici (sostituzioni motori UTA ed. C11, riqualificazione centrali termiche e sottostazioni di via Zanella - via Lazzaretto 6 e 8 - comprensorio ex-OPP - androna Baciocchi - via Filzi - Polo Universitario Goriziano - via Tigor - via Università 1);
- riqualificazione sottostazioni di distribuzione dell'anello di teleriscaldamento del comprensorio di p.le Europa;
- sostituzione parziale serramenti ed. B;
- installazione del Building Management System a servizio degli edifici B, C11, Q, via Zanella, palazzina W, via Lazzaretto 6-8, androna Campo Marzio 10, via Tigor 22, Polo Universitario Goriziano e Conference Center.

Da Smart Campus a S3UNICA

L'obiettivo principale del progetto è capitalizzare l'esperienza del progetto Smart Campus (di cui è stato realizzato un primo lotto per la misura dei consumi elettrici dell'anello del Campus in media tensione) per migliorare l'efficienza energetica degli edifici e delle infrastrutture del Campus

Universitario, promuovendo la simbiosi con il territorio regionale e lo sviluppo di soluzioni innovative lungo tutta la catena del valore associata al risparmio energetico e sviluppi delle reti intelligenti: sarà definita una metodologia comune, utilizzando la nuova direttiva sul rendimento energetico degli edifici e il suo indicatore di disponibilità intelligente.

Step 1: identificazione e analisi.

Uno strumento di autovalutazione che consente alle parti interessate regionali di identificare i loro punti di forza e di debolezza attraverso il ciclo dell'innovazione, il quadro politico, i risultati tecnici e finanziari.

Step 2: apprendimento reciproco interregionale

S3UNICA organizzerà eventi di scambio di esperienze (EE) per ciascuna regione. Ciascun partner si concentrerà su strategie, soluzioni tecniche, il quadro politico e l'ecosistema della regione ospitante, al fine di aumentare il risparmio energetico intelligente, le misure di distribuzione e produzione, nonché metodi, risorse, risultati ed esperienza durante il ciclo di innovazione.

Step 3: trasferimento delle conoscenze e piani d'azione. S3UNICA diffonderà le principali lezioni apprese dalla ricca esperienza dei partner S3UNICA negli incontri, inizierà a codificare strumenti e implementare metodi politici e svilupperà un ecosistema interregionale per supportare la crescita dei mercati transnazionali.

Settore di intervento Edifici, attrezzature e impianti terziari

Origine Altro

Responsabile Università degli Studi di Trieste

Stato Azione in corso

Indicatori di impatto Risparmio energetico: 3.970,7 MWh
Riduzione delle emissioni: 1.270 tCO₂

Indicatori di monitoraggio **Lavori di efficientamento energetico della mobilità con uso di veicoli elettrici, micro-grid e produzione di energie da fonti rinnovabili presso il comprensorio Universitario di P. le Europa n. 1 – Trieste**

- Quantità di energia prodotta [MWh]

Isolamento termico dell'involucro edilizio

Adesione al contratto Consip Servizio Integrato Energia 3

- Fatture di fornitura vettori energetici

Da Smart Campus a S3UNICA

- Interventi realizzati

Tempi **Lavori di efficientamento energetico della mobilità con uso di veicoli elettrici, micro-grid e produzione di energie da fonti rinnovabili presso il comprensorio Universitario di P. le Europa n. 1 – Trieste**

Dal 2017 al 2021

Isolamento termico dell'involucro edilizio

-
- Ed. B - sostituzione serramenti - inizio 2022
 - Edificio C1 - sostituzione serramenti - inizio 2023
 - Edificio F - completamento sostituzione serramenti - inizio 2023
 - Ed A corpo centrale - sostituzione serramenti - inizio 2021
 - Edifici C5 - realizzazione isolamento termico dell'involucro edilizio - inizio 2021

Adesione al contratto Consip Servizio Integrato Energia 3

La durata del contratto è dal 1.7.2017 al 30.6.2023

Da Smart Campus a S3UNICA

Ad iniziare dal 2019

Costi Lavori di efficientamento energetico della mobilità con uso di veicoli elettrici, micro-grid e produzione di energie da fonti rinnovabili presso il comprensorio Universitario di P. le Europa n. 1 – Trieste

€ 130.437,96 (Decreto a conclusione dell'intervento prot. univ. n. 47333 del 30/03/2021 - Rep. Decreti dirigenziali - n. 162/2021)

Isolamento termico dell'involucro edilizio

- Ed. B - sostituzione serramenti - € 500.000,00
- Edificio C1 - sostituzione serramenti - € 1.406.000,00
- Edificio F - completamento sostituzione serramenti - € 620.000,00
- Ed A corpo centrale - sostituzione serramenti - € 1.330.000,00
- Edifici C5 - realizzazione isolamento termico dell'involucro edilizio - € 2.418.600,00

Adesione al contratto Consip Servizio Integrato Energia 3

I costi per la realizzazione degli interventi sono compresi nel canone del contratto Consip Servizio Integrato Energia 3

Da Smart Campus a S3UNICA

€ 67.088 per Smart Campus – da pianificare per S3UNICA

4.4.1.26. Impianti fotovoltaici sugli edifici universitari



Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione energetica da fonti rinnovabili • Riduzione delle emissioni di CO₂
Attività	<p>Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili</p> <p>Realizzazione di impianti fotovoltaici connessi in rete (ed. B 19 kWp – ed.C6 4 kWp - ed. A 318 kWp da realizzare) sulle coperture degli edifici universitari del comprensorio di p.le Europa.</p>
Settore di intervento	Produzione locale di energia elettrica
Origine	Altro
Responsabile	Università degli Studi di Trieste
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	<p>Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili: 402,4 MWh</p> <p>Riduzione delle emissioni: 189,5 tCO₂</p>
Indicatori di monitoraggio	Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili [MWh]
Tempi	2017 - 2023
Costi	I costi degli interventi da realizzare sono compresi nel canone del contratto Consip Servizio Integrato Energia 3 stimabili in euro 500.000,00.

4.4.1.27. Sportello FIESTA e progetto ECOCOURTS



Obiettivi L'obiettivo specifico dell'azione è la promozione del risparmio energetico e delle energie rinnovabili da parte dei singoli cittadini, attraverso l'adozione di buone abitudini volte all'eliminazione degli sprechi. Il settore di riferimento è quello residenziale

Attività Il settore residenziale/domestico è responsabile di circa un terzo dei consumi energetici comunali: una riduzione di tali consumi è quindi un tema di primaria importanza e si può ottenere adottando buone pratiche comportamentali di consumo energetico ed eliminando gli sprechi inutili (senza investimenti diretti in tecnologie specifiche).

Sportello FIESTA: consulenza su Risparmio Energetico ed Energie Rinnovabili

Nell'ambito del Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità - Servizio Ambiente ed Energia - P.O. Energia ed Impianti è presente un apposito ufficio che si occupa di Risparmio Energetico ed Energie Rinnovabili e che gestisce anche lo Sportello FIESTA.

Lo Sportello FIESTA è stato attivato nell'ambito del progetto europeo FIESTA – *Families Intelligent Energy Saving Targeted Action*, che ha coinvolto 5 paesi europei (Italia, Croazia, Bulgaria, Cipro e Spagna) ed è stato finanziato dal Programma europeo Intelligent Energy Europe, cui il Comune di Trieste ha aderito con deliberazione giunta n. 164 del 6.5.2013, selezionando un auditor esperto e mettendo a disposizione uno sportello dedicato. Il progetto FIESTA si è concluso nell'anno 2017, raggiungendo gli obiettivi previsti. Alle famiglie che lo hanno richiesto, lo Sportello FIESTA ha fornito un audit energetico gratuito della propria abitazione, allo scopo di redigere una diagnosi per misurare l'energia utilizzata ed indicare alla famiglia suggerimenti utili a ridurre i consumi energetici e i relativi costi in bolletta. I consigli forniti hanno compreso azioni a costo zero, quali modifiche delle abitudini quotidiane o piccoli accorgimenti che permettono di ottenere un uso più efficiente dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento, ma anche possibili investimenti finalizzati al risparmio energetico nella propria abitazione.

Nella prima fase, il Progetto FIESTA ha contribuito a questa azione con una riduzione delle emissioni pari a 24 tCO₂ alla fine del progetto (anno 2017), fornendo 156 audit gratuiti e spingendo le famiglie ad attuare interventi che hanno consentito di conseguire un risparmio energetico di 16 tep e la produzione di energia da fonti rinnovabili per un ammontare pari a 5 tep.

Link di riferimento: <http://www.fiesta-audit.eu/it/>

Lo Sportello è poi rimasto attivo, estendendo il raggio d'azione a chiunque abbia necessità di ricevere consulenza.

Lo Sportello FIESTA è stato gestito da personale di Area Science Park, nell'ambito di un "Accordo di collaborazione tra il Comune di Trieste e l'Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste – Area Science Park per attività di reciproco interesse pubblico inerenti l'efficienza ed il risparmio energetici e

l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia" approvato con deliberazione giunta n. 599 del 27.11.2017, continuativo rispetto alla precedente *"Convenzione tra il Consorzio per l'Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste ed il Comune di Trieste per attività di reciproco interesse pubblico inerenti l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia"* N. Ord. 14/2014 del 12.11.2014, approvata con deliberazione giunta n. 367 del 15.9.2014.

Il personale in Servizio allo Sportello FIESTA si occupa anche di effettuare il monitoraggio delle Azioni del PAES, di redigere i periodici Rapporti di Attuazione biennali, di svolgere le pratiche di relazione con l'Ufficio europeo del Patto dei Sindaci e di tenere le relazioni con gli Enti partners del PAES.

Link di riferimento: <https://www.comune.trieste.it/sportello-fiesta>

Protocollo d'intesa Progetto ECOCOURTS

Con deliberazione giunta n. 345 del 24.8.2015 il Comune di Trieste ha approvato il *"Protocollo d'Intesa tra Comune di Padova (beneficiario del progetto LIFE+ ECO Courts) e Comune di Trieste"* in materia di sostenibilità energetica ed ambientale ed in particolare per la messa a disposizione della cittadinanza, sul sito web del Comune, di un *"Calcolatore CO₂"* che definisce le regole di calcolo per trasformare in kg di anidride carbonica equivalente i risparmi potenziali conseguiti dai vari utenti, adottando azioni virtuose di risparmio energetico.

Link di riferimento:

<https://www.comune.trieste.it/risparmiare-a-casa?inheritRedirect=true>

Settore di intervento	Comunicazione, formazione, sensibilizzazione ed educazione
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	Comune di Trieste Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità – Servizio Ambiente ed Energia
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: non determinato Produzione di energia da fonti rinnovabili: non determinato Riduzione delle emissioni: 100 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Percentuale di riduzione del consumo di energia elettrica ottenuta del settore residenziale, riferita alle abitazioni interessate dal progetto FIESTA e rispetto agli obiettivi dell'azione Numero di cittadini che si sono rivolti allo sportello
Tempi	2015 - 2030
Costi	Consulenza su Risparmio Energetico ed Energie Rinnovabili: 2012-2014: euro 70.000,00 di cui alla Deliberazione Consiliare 57 del 29.9.2011; 2015-2017: euro 25.000,00 (nell'ambito della Convenzione N. Ord. 14/2014 e Prot. n. 32/4-14 tra il Consorzio per l'Area di Ricerca Scientifica e

Tecnologica di Trieste ed il Comune di Trieste per attività di reciproco interesse pubblico inerenti l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia)

2018-2020: euro 25.000,00 (nell'ambito di un "Accordo di collaborazione tra il Comune di Trieste e l'Area di Ricerca Scientifica e Tecnologica di Trieste – Area Science Park per attività di reciproco interesse pubblico inerenti l'efficienza ed il risparmio energetici e l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia" approvato con deliberazione giunta n. 599 del 27.11.2017)

Consulenza energetica sportello FIESTA:

2015-2017: euro 122.491,00 (finanziato dal Programma europeo "Intelligent Energy Europe") di cui alla determinazione dirigenziale n. 9/2015 del 5.3.2015.

4.4.1.28. Educazione su risparmio energetico, cambiamenti climatici e adattamento, sostenibilità ambientale



Obiettivi	Instaurare i concetti di povertà energetica, sostenibilità ambientale e crisi climatica nella cultura delle nuove generazioni
Attività	<p>La formazione delle fasce di età più giovani è probabilmente l'unico modo per assicurare l'effettivo successo delle iniziative nazionali ed internazionali in corso per la transizione ecologica.</p> <p>L'amministrazione intende, di concerto con gli enti partner, le associazioni culturali, gli stakeholder territoriali, avviare dei percorsi di formazione dedicati ai giovanissimi, ai giovani e ai meno giovani.</p> <p>In questi percorsi, che si snoderanno nell'ambito dei calendari scolastici, degli eventi culturali, di eventi formativi e informativi pubblici, si conta di riuscire a raggiungere un bacino di almeno 1000 persone, ciascuna delle quali potrà diffondere la conoscenza appresa a livello familiare ed extrafamiliare, portando ad un bacino indotto coinvolto pari a circa 6000 persone.</p>
Settore di intervento	Comunicazione, formazione, sensibilizzazione ed educazione
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	<p>Comune di Trieste (ente promotore ed esecutore)</p> <p>Enti partner</p> <p>Stakeholder</p> <p>Associazioni culturali</p> <p>Cittadini</p>
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	<p>Risparmio energetico: 2.888 MWh</p> <p>Riduzione delle emissioni: 856 tCO₂</p>
Indicatori di monitoraggio	Numero di persone coinvolte nelle varie iniziative
Tempi	2021 – 2030
Costi	Non determinabili

4.4.1.29. Campagna di comunicazione mediatica continua



Obiettivi	Rendere virale in città il concetto di sostenibilità
Attività	Sarà progettata ed avviata una campagna di comunicazione mediatica, soprattutto social, che accompagnerà lo sviluppo del PAESC negli anni, condividendo con i follower tutte le informazioni possibili per comprendere a pieno le opportunità offerte dal processo di transizione ecologica che l'Amministrazione ha intrapreso con la firma del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia.
Settore di intervento	Comunicazione, formazione, sensibilizzazione ed educazione
Origine	Amministrazione comunale
Responsabile	Comune di Trieste
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 14.438 MWh Riduzione delle emissioni: 4.278 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di utenti collegati ai canali social del Comune Numero di post e articoli pubblicati
Tempi	2022 – 2030
Costi	Costi di personale a carico del Comune di Trieste e finanziamenti esterni

4.4.1.30. Sviluppo di sistemi e reti ad alta efficienza energetica, installazione di impianti a fonti rinnovabili



Obiettivi L'obiettivo dell'azione è di favorire il progressivo sviluppo e integrazione di reti e sistemi ad alta efficienza energetica quali teleriscaldamento, cogenerazione e geotermia che possano sistematicamente e progressivamente servire diverse aree della città di Trieste.

L'azione prevede la ricognizione degli interventi eseguiti o da eseguirsi per le seguenti tipologie:

- realizzazione di reti di teleriscaldamento e possibilità di integrazione di diverse fonti energetiche;
- utilizzo efficiente dell'energia in poli ad alta densità di edifici del terziario (uffici, ospedali, centri commerciali) o grandi complessi residenziali con elevati carichi termici estivi ed invernali.

Attività Gli obiettivi di sviluppo di sistemi e reti ad alta efficienza energetica, riferiti ai partners sottoelencati, sono i seguenti:

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Nel 2016 e 2017 non sono stati eseguiti significativi interventi di efficientamento mentre si è intervenuti nel 2018 sugli immobili di piazza Oberdan n. 6 (Consiglio regionale) e piazza Unità d'Italia n. 1 (Giunta regionale), nell'ambito della convenzione CONSIP SIE3 (Servizio integrato energia 3).

È in corso la progettazione dei seguenti interventi, che verranno realizzati nel corso del 2022.

Ampliamento dell'impianto fotovoltaico sull'immobile di Piazza Oberdan n.6 (Consiglio regionale)

Si prevede l'installazione di n° 25 moduli fotovoltaici da 350W, per una potenza totale di 8.750 Wp, distribuiti su una superficie di 50 m².

Realizzazione di un impianto fotovoltaico sull'immobile di Via Sant'Anastasio n.3 (Palazzo ex Provincia).

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatore fotovoltaico composto da:

- n° 51 moduli fotovoltaici da 333W
- n° 1 inverter.

La potenza di picco è di 16,98 kWp per una produzione di 17.554,2 kWh annui distribuiti su una superficie di 89,76 m². Modalità di connessione alla rete Trifase in bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

Riqualficazione della centrale frigorifera dell'immobile di Piazza Unità d'Italia n.1 (Giunta regionale)

Si prevede la sostituzione delle pompe di calore esistenti ubicate in copertura con due nuove unità che garantiscano comfort nella stagione estiva e allo stesso tempo garantiscano un risparmio energetico.

Inoltre, nell'ambito della Convenzione SIE3 gli obiettivi di risparmio energetico consistono nel raggiungimento di un risparmio energetico minimo del 25% per la parte termica (Servizio Energia) e del 20% per la parte elettrica (Servizio Energetico Elettrico) attraverso interventi di riqualificazione energetica e di manutenzione straordinaria (qualora comportino un'ottimizzazione dei consumi energetici).

Università degli Studi di Trieste

L'Università ha eseguito i lavori di riqualificazione dell'anello di teleriscaldamento che alimenta gli edifici del comprensorio di Piazzale Europa n. 1 ed ha eseguito la trasformazione a gas metano della centrale termica principale (spesa complessiva 2.058.228,45 euro). La metanizzazione della centrale termica ha prodotto un sicuro risparmio di emissioni di CO₂. I consumi energetici si sono ridotti passando da 28.745 MWh a 15.879 MWh, corrispondenti ad una riduzione delle emissioni pari a 3.787 tCO₂. Per il triennio 2015-2017 sono stati effettuati i seguenti interventi volti all'efficientamento energetico degli edifici dell'Università degli Studi di Trieste:

- Completamento impianto di teleriscaldamento a servizio del comprensorio principale di P.le Europa n.1;
- Posa in opera dei contabilizzatori di energia termica ed elettrica: posa dei contabilizzatori di energia termica all'ingresso di tutti gli edifici universitari sprovvisti di contatore di gas metano dedicato e a valle di tutti i generatori di calore. Inoltre, è stata realizzata la posa dei contabilizzatori di energia elettrica all'ingresso di tutti gli edifici universitari sprovvisti di contatore dedicato. Per questo intervento si stima un risparmio energetico di 218 MWh termici e una riduzione delle emissioni pari a 44 tCO₂.

In merito agli interventi previsti nel triennio 2018-2020 tutti gli interventi sono a carico del Gestore degli Impianti Engie S.p.A. e sono realizzati ai fini del raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico previsti in sede di formalizzazione del contratto SIE3.

In data 1.7.2017 l'Università ha aderito alla Convenzione Consip SIE3 la quale, trattandosi di un Energy Performance Contract, prevede una riduzione del consumo energetico pari al 20% per quello elettrico (1.863 MWh) e del 24% per quello termico (2.397 MWh), a decorrere dalla seconda annualità e da mantenere per tutta la durata contrattuale.

Il raggiungimento di detti obiettivi è un obbligo contrattuale del Fornitore Engie Servizi S.p.A., il quale, come previsto nel Piano Tecnico Economico di adesione alla Convenzione, ha eseguito a proprio carico i seguenti interventi di riqualificazione energetica:

- Riqualificazione delle sottocentrali del sistema di teleriscaldamento a servizio del comprensorio di p.le Europa n.1 - Trieste;
- Installazione di valvole termostatiche su tutti i radiatori a servizio degli edifici universitari del comprensorio di p.le Europa n. 1 e di via Tigor n. 22 - Trieste;

-
- Sostituzione del generatore di calore del sistema di teleriscaldamento a servizio degli edifici universitari del comprensorio ex-OPP - Trieste;
 - Sostituzione del generatore di calore e delle pompe a servizio della sede di androna Baciocchi n. 4 – Trieste;
 - Sostituzione del generatore di calore e delle pompe a servizio della sede di via Filzi n. 14 – Trieste;
 - Sostituzione del generatore di calore, delle pompe e metanizzazione della centrale termica a servizio della sede di via Università n. 1 - Trieste;
 - Sostituzione del generatore di calore, delle pompe e metanizzazione della centrale termica a servizio della sede di via Tigor n. 22 - Trieste;
 - Sostituzione del generatore di calore a servizio della sede di via Lazzaretto Vecchio n. 8 – Trieste.

Si segnala inoltre che l'Università di Trieste è partner capofila del progetto Interreg Italia – Slovenia *“MUSE - Collaborazione transfrontaliera per la Mobilità Universitaria Sostenibile Energeticamente efficiente”* che ha previsto la realizzazione, nel corso del 2019, di una microgrid fotovoltaica da 3,9 kWp per la ricarica di veicoli elettrici presso il comprensorio di p.le Europa – Trieste e partner del progetto europeo *“Smart Campus Project - Partnership on Sustainable Buildings”* che prevede la realizzazione, nel corso del 2019, di una smart-grid universitaria per il controllo ed il monitoraggio in tempo reale dei consumi e dei flussi di energia della rete di distribuzione elettrica a servizio del comprensorio di p.le Europa n. 1– Trieste.

Entrambi gli interventi sono contraddistinti da una logica di modularità che consenta futuri ampliamenti.

Altri interventi previsti nel Piano Triennale delle opere di edilizia universitaria, approvato dal CdA nella seduta del 19.12.2018, che contemplano, in tutto o in parte, lavori di efficientamento energetico sono:

- sostituzione serramenti edificio A - € 1.300.000,00
- sostituzione serramenti edificio D - € 940.000,00
- completamento sostituzione serramenti dell'edificio F - € 73.400,00
- completamento sostituzione serramenti edificio B - € 388.570,00
- completamento sostituzione serramenti edificio C1 - € 872.300,00
- ristrutturazione palestra CUS - € 664.547,14
- rifacimento facciate edificio C5 - € 2.418.622,60
- nuova climatizzazione ed. C2-C3-C5-C7-C8-C9 - € 3.200.000,00

Area Science Park

Azioni concluse o in corso per il triennio 2015-2017

- Cappotto attivo: innovativo sistema di riscaldamento e condizionamento basato sull'impiego di una pompa di calore geotermica e un innovativo sistema di distribuzione del calore integrato nella coibentazione termica esterna.
 - Recuperatore termodinamico edificio W: innovativo sistema di recupero di calore da volumi di ricambio d'aria espulsi dall'impianto di condizionamento in edificio destinato ad attività di ricerca basato su pompa di calore aria-aria.
 - Recuperatore termodinamico edificio W - Padriciano: innovativo sistema di recupero di calore da volumi di ricambio d'aria espulsi
-

dall'impianto di condizionamento in edificio destinato ad attività di ricerca basato su pompa di calore aria-aria.

- Illuminazione stradale esterna a LED nei comprensori di Padriciano e Basovizza: intervento di sostituzione dei corpi illuminati tradizionali con tre differenti soluzioni tecnologiche basate su LED.
- Intervento di sostituzione dei serramenti esterni degli edifici L1, L2, L3 ed E1 di Padriciano.
- Impianto fotovoltaico edificio Q2 – Silicio Monocristallino 15,9 kWp.
- Impianto fotovoltaico edificio Centrale Tecnologica – Tecnologia ibrida Silicio monocristallino unito a film sottile silicio amorfo 17 kWp.
- Impianto fotovoltaico edificio Q – tecnologia film sottile CIGS 19 kWp.
- Impianto cogeneratore LIDEA: cogeneratore con motore combustione interna da 100 kWe.
- Impianto cogeneratore pd15-Enerplan: sistema di cogenerazione costituito da due microturbine a gas da 10 kWe ciascuna.
- Secondo lotto di installazione di nuovi serramenti con elevate caratteristiche di isolamento termico che ha riguardato gli edifici F1, F2, F3, G, GH-collegamento ed H.
- Installato un nuovo gruppo frigo ad alta efficienza a servizio dell'edificio F2 in sostituzione di quello preesistente ormai obsoleto.
- Impianto dimostrativo di solar cooling EMILIE – edificio Q2 Basovizza.
- Impianto dimostrativo di solar cooling ADRIACOLD – edificio Q1 Basovizza.
- Lavori di realizzazione del nuovo sistema di illuminazione led a servizio della viabilità stradale interna e dei percorsi pedonali del campus di Padriciano di Area science park (lavori avviati estate 2016 – completati primi mesi 2017).
- Lavori realizzazione della nuova rete termo-frigorifera a servizio degli edifici L1, L2 E L3 del campus di Padriciano di Area science park (lavori avviati estate 2016 – completati primi mesi 2017).
- Interventi ed infrastrutture a servizio degli insediati nei comprensori di Padriciano e Basovizza: Edifici F2/F3 - Fase 2 - Impianto climatizzazione edificio F3.
- Interventi per la automazione di sistemi di illuminazione sugli edifici R3, E3 e Q ai fini della riduzione dei consumi elettrici.

Settore di intervento Edifici, attrezzature e impianti terziari

Origine Mista

Responsabile Enti partner

Stato Azione in corso

Indicatori di impatto Risparmio energetico: non disponibile

Riduzione delle emissioni: 3.861,36 tCO₂

Indicatori di monitoraggio Numero di impianti di cogenerazione, geotermia e teleriscaldamento realizzati

Numero di impianti a fonti rinnovabili

Tempi 2014 - 2030

Costi Stimati € 16.000.000,00

4.4.1.31. Trieste Smart City



Obiettivi	Promuovere il risparmio di energia elettrica nel settore terziario
Attività	Promuovere il risparmio di energia elettrica in particolare nel settore terziario, attraverso l'adozione di buone abitudini volte all'eliminazione degli sprechi e l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili nel settore ICT (<i>Information and Communication Technology</i>) nell'ambito di una visione "Smart City". Le azioni, da sviluppare nel corso degli anni, si articoleranno mediante diverse iniziative da sviluppare con la collaborazione tra tutti gli Enti interessati dal PAES, i cittadini e gli stakeholder locali.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Mista
Responsabile	Enti coinvolti nel PAES
Stato	Azione programmata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 51.446 MWh Riduzione delle emissioni: 24.231 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Percentuale di riduzione del consumo di energia elettrica del settore terziario: dato da tenere sotto controllo, variabile in funzione dell'anno di riferimento.
Tempi	2015 - 2030
Costi	Non determinati

4.4.1.32. Politiche e comunicazione a supporto dello sviluppo di comunità energetiche



Obiettivi	Favorire la creazione di comunità energetiche
Attività	<p>Le comunità energetiche, un insieme di persone/organizzazioni che possono associarsi per condividere energia, rappresentano un modello innovativo per la produzione e il consumo di energia, proveniente da fonti rinnovabili e sono certamente una leva per lo sviluppo sostenibile della città. Con tale associazione si passa quindi dai singoli prosumer (produttori a consumatori) all'aggregazione in comunità di prosumer.</p> <p>Per quanto riguarda gli edifici ammessi sono compresi quelli del settore residenziale (condomini, supercondomini, altri edifici adibiti a residenza), il terziario (edifici adibiti ad uffici, ospedali, cliniche e case di cura, edifici adibiti ad attività ricreative o di culto, ad attività commerciali o sportive), industria (edifici adibiti ad attività artigianali e industriali), la P.A. (uffici della Pubblica Amministrazione, Scuole, ospedali, cliniche e case di cura, adibiti ad attività ricreative o di culto, ad attività sportive).</p> <p>Le attività principali da realizzare sono di indirizzo politico e di comunicazione a supporto delle energy community con l'obiettivo di veder nascere almeno 10 comunità energetiche che possano coinvolgere almeno 200 unità immobiliari.</p>
Settore di intervento	Edifici, produzione locale di energia elettrica, acquisti verdi, comunicazione, formazione, sensibilizzazione ed educazione
Origine	Mista
Responsabile	Comune di Trieste Enti e imprese locali Cittadini
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 140 MWh Riduzione delle emissioni: 66 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero di comunità energetiche create Numero di unità immobiliari coinvolte
Tempi	2022 – 2030
Costi	Stimati € 350.000,00

4.4.1.33. Adozione di un sistema di gestione energia certificato secondo la UNI EN ISO 50001



Obiettivi	Costruzione di un Sistema finalizzato alla gestione energetica dei processi e al miglioramento sistematico della prestazione energetica
Attività	Individuazione ed esecuzione delle attività necessarie a seguire un approccio sistematico per ottenere un miglioramento continuo della prestazione energetica. L'area di intervento è l'intero perimetro delle attività gestite da AcegasApsAmga SpA. I tempi di attuazione previsti sono a partire dal 2021 al 2023, con definizione successiva di altri obiettivi di efficientamento
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	AcegasApsAmga SpA
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 426 MWh circa risultanti da interventi programmati, a novembre 2020, per gli anni 2021,2022 e 2023 derivanti da efficientamento di impianti e reti gestite, nel solo Comune di Trieste con risparmi di energia elettrica, gas e combustibili autotrazione. (interventi da PDA del SGE n. 121; 122; 123; 146; 151; 160; 185; 187; 196). Riduzione delle emissioni: 130 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Definiti all'interno del Sistema di gestione certificato
Tempi	2021 -2023
Costi	Non disponibili

4.4.1.34. Gestione impianti termici con riqualificazione energetica edifici pubblici e condomini



Obiettivi	Efficientamento dei sistemi edificio impianto
Attività	<p>Servizi di gestione energia.</p> <p>Effettuazione di campagne commerciali di sensibilizzazione e promozione degli interventi di efficientamento di edifici pubblici ed edifici condominiali e dei relativi impianti, nonché della gestione energetica degli stessi.</p> <p>A seguito di sottoscrizione di contratti dedicati, realizzazione di interventi di riqualificazione energetica degli edifici nel ruolo di ESCO, comprendenti interventi sull'involucro, infissi, centrale termica, sistemi di contabilizzazione e regolazione del calore nonché produzione di energia rinnovabile laddove possibile. L'attività è in essere dal 2017. Confermata in ASE anche dal 2020 in poi.</p>
Settore di intervento	Edifici residenziali
Origine	Altro
Responsabile	AcegasApsAmga Servizi Energetici
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	<p>Risparmio energetico (kWh): non disponibile</p> <p>Riduzione delle emissioni di CO2 (tonnellate): non disponibile</p>
Indicatori di monitoraggio	Numero di condomini riqualificati
Tempi	2017- 2030
Costi	Assorbiti dal canone gestionale pluriennale con durata stabilita in funzione degli interventi concordati con il Committente. Attivazione del ruolo di ESCO in tutti i casi in cui ciò si rende necessario. Per il mercato dei Condomini utilizzo della "moneta fiscale" (bonus, ecobonus, super ecobonus e di eventuali sistemi di incentivazione futura) per abbattere gli investimenti iniziali da parte dei soggetti interessati.

4.4.1.35. Diminuzione delle dispersioni di gas metano da rete di distribuzione



Obiettivi	Eliminazione dei tratti di rete più vetusti e soggetti a dispersioni
Attività	L'attività consiste nella sostituzione delle condotte in ghisa con giunzioni canapa piombo, in PVE, in fibronit e di quelle in acciaio non protette catodicamente come previsto da ARERA con Delibera 569/2019. L'area di intervento è quella del Comune di Trieste e contermini. L'intervento dovrebbe essere ultimato entro il 31/12/2025.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	AcegasApsAmga SPA
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico (kWh): ad oggi non quantificabile Riduzione delle emissioni di CO2 (tonnellate): * in fase di valutazione
Indicatori di monitoraggio	Metri/anno sostituiti o eliminati
Tempi	2001 - 2025
Costi	Costi in fase di quantificazione

4.4.1.36. Azioni di riduzione dei consumi nell'edificio "Torre del Lloyd"



Obiettivi Riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale, per il raffrescamento estivo per l'illuminazione.

Attività **Sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente**

L'intervento consiste nella sostituzione dell'impianto di climatizzazione centralizzato invernale esistente di tipo tradizionale e funzionante a gasolio con altro impianto dotato di caldaie a condensazione e alimentato a gas metano. Contestualmente, attraverso il rifacimento della centrale termica e, parzialmente, della rete di distribuzione, si adotteranno sistemi di termoregolazione evoluti con azione diretta sul bruciatore della regolazione climatica, si provvederà alla messa a punto del sistema di distribuzione con l'adozione su tutti i corpi scaldanti di valvole termostatiche a bassa inerzia termica. Si prevede inoltre l'installazione di bruciatori di tipo modulante e di pompe di tipo elettronico a giri variabili al fine di incrementare il rendimento complessivo del sistema. L'area d'intervento riguarda la Sede AdSP MAO – Torre del Lloyd. L'attività era prevista per l'estate 2021.

Sostituzione dell'impianto di condizionamento estivo

L'intervento consiste nella sostituzione dell'impianto di condizionamento estivo centralizzato con altro di maggiore efficienza, dotato di inverter e funzionante anche come pompa di calore. È prevista la sostituzione delle UTA esistenti e il montaggio di nuove unità di condizionamento ad elevata efficienza e di ventilatori ad alte prevalenze accoppiati ai motori aventi regolazione inverter. Le nuove Unità di Trattamento Aria saranno collegate ad una pompa di calore reversibile aria/acqua posta all'esterno grazie a tre pompe di circolazione elettronica attraverso tubazioni adeguatamente coibentate. L'area d'intervento riguarda la Sede AdSP MAO – Torre del Lloyd. Inizio lavori 20/7/2020, chiusura in marzo 2021.

Sostituzione di finestre comprensive di infissi

Trattasi di intervento sull'involucro degli edifici costituito dalla sostituzione di finestre comprensive di infissi con altre di diversa tipologia ed aventi trasmittanza termica inferiore. Attualmente i serramenti esterni sono costituiti da legno verniciato e vetro singolo e presentano un avanzato stato di degrado. Trattandosi di edificio sottoposto a vincolo monumentale (art. 10 L.42/2004) e a vincolo paesaggistico - Territori Costieri (art. 142 L. 42/2004) la nuova tipologia di infissi è stata autorizzata con parere favorevole da parte degli Enti competenti. L'area di intervento riguarda la Sede AdSP MAO – Torre del Lloyd. L'attività era prevista da febbraio 2021 a maggio 2021.

Sostituzione dell'impianto di illuminazione degli ambienti di lavoro con lampade a tecnologia LED

L'intervento consiste nella sostituzione di tutti i corpi illuminanti esistenti dedicati all'illuminazione interna dei locali, attualmente equipaggiati con lampade fluorescenti, con nuove lampade LED ad alto risparmio energetico.

	L'area di intervento riguarda la sede AdSP MAO – Torre del Lloyd. Le tempistiche sono in fase di definizione.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	<p><u>Risparmio energetico (kWh):</u></p> <p>Sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente</p> <p>Si prevede di ridurre del 20% circa il fabbisogno annuale di energia per il riscaldamento con un risparmio energetico quantificabile in circa 50.000 kWh/anno.</p> <p>Sostituzione dell'impianto di condizionamento estivo</p> <p>Si stima un risparmio medio annuo di energia elettrica del 12% circa, passando da un consumo medio annuo di 91.255 kWh di energia elettrica prelevata dalla rete a 80.766 kWh. Contestualmente si prevede il passaggio da un consumo annuo medio di gasolio dagli attuali 28.310 kg a 12.769 kg nello stato di progetto.</p> <p>Sostituzione di finestre comprensive di infissi</p> <p>Risparmi energetici previsti di circa 70.000 kWh/a (il 18 % del consumo effettivo), in base al presupposto che il valore U di trasmittanza delle finestre diminuisca da 3,2 W/m²K a 1,1 W/m²K.</p> <p>Sostituzione dell'impianto di illuminazione degli ambienti di lavoro con lampade a tecnologia LED</p> <p>Considerando circa 2.000 ore di accensione media all'anno si perviene ad un risparmio stimato di circa 36.000 kWh.</p> <p><u>Riduzione delle emissioni di CO₂ (tonnellate):</u></p> <p>Sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente</p> <p>Si prevede di ridurre le emissioni di gas serra di circa 35 tCO₂/anno</p> <p>Sostituzione dell'impianto di condizionamento estivo</p> <p>La riduzione delle emissioni di gas serra stimata è pari a circa 90 tCO₂/anno.</p> <p>Sostituzione di finestre comprensive di infissi</p> <p>Si prevede di ridurre le emissioni di gas serra di circa 4,75 tCO₂/anno.</p> <p>Sostituzione dell'impianto di illuminazione degli ambienti di lavoro con lampade a tecnologia LED</p> <p>La riduzione delle emissioni di gas serra stimata è pari a circa 15 tCO₂/anno</p>
Indicatori di monitoraggio	Risparmio di: kWh/m ² - CO ₂ eq prodotti
Tempi	Sostituzione impianto di climatizzazione invernale esistente: attività prevista nell'estate 2022.

Sostituzione di finestre comprensive di infissi: attività prevista nell'estate 2022.

Costi Sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale esistente

Il costo dell'investimento per la gamma di potenza 550 kW è stimato in 30.000 €. I costi aggiuntivi coprono le nuove pompe inverter, stimate in 10.000 € e la nuova canna fumaria, stimata in 10.000 €.

Sostituzione dell'impianto di condizionamento estivo

Circa 425.000,00 €

Sostituzione di finestre comprensive di infissi

Circa 432.000,00 €.

Sostituzione dell'impianto di illuminazione degli ambienti di lavoro con lampade a tecnologia LED

Circa 100.000,00 €

4.4.1.37. Installazione impianti fotovoltaici su edifici dell'AdsP MAO: fase 1



Obiettivi	<p>Installazione di un impianto fotovoltaico - Sede AdSP MAO – “copertura dell’Ufficio Progetti Speciali”</p> <p>La riduzione del fabbisogno di energia elettrica attraverso l’autoproduzione da fonte rinnovabile.</p> <p>Installazione di un impianto fotovoltaico sui magazzini demaniali</p> <p>Realizzazione di un impianto fotovoltaico sulle coperture dei magazzini del Porto Franco Nuovo. L’impianto verrà incamerato nel demanio marittimo allo scadere della concessione di durata ventennale.</p>
Attività	<p>Installazione di un impianto fotovoltaico - Sede AdSP MAO – “copertura dell’Ufficio Progetti Speciali”</p> <p>Trattasi di intervento di installazione di un impianto fotovoltaico da 12 kWp posizionato sulla copertura dell’Ufficio Progetti Speciali, completamente restaurato nell’anno 2018.</p> <p>Installazione di un impianto fotovoltaico sui magazzini demaniali</p> <p>Trattasi di intervento di installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture di diversi magazzini demaniali (superficie complessiva pari a circa 90.000 mq) con una produzione di energia annua prevista pari a oltre 7.000 MWh/anno. Nello specifico l’area d’intervento riguarda i magazzini demaniali del Punto Franco Nuovo. L’impianto è operativo dal 2011.</p>
Settore di intervento	Produzione locale di energia elettrica
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	<p>Installazione di un impianto fotovoltaico - Sede AdSP MAO – “copertura dell’Ufficio Progetti Speciali”</p> <p>Azione conclusa</p> <p>Installazione di un impianto fotovoltaico sui magazzini demaniali</p> <p>Azione conclusa</p>
Indicatori di impatto	<p>Produzione di energia da fonti rinnovabili: 7.000 MWh</p> <p>Riduzione delle emissioni: 3.300 tCO₂</p>
Indicatori di monitoraggio	Risparmio di: CO ₂ eq prodotta / Produzione di kWh
Tempi	2001 - 2020
Costi	<p>Installazione di un impianto fotovoltaico - Sede AdSP MAO – “copertura dell’Ufficio Progetti Speciali”</p> <p>Circa 20.000,00 €</p> <p>Installazione di un impianto fotovoltaico sui magazzini demaniali</p> <p>Non determinabile</p>

4.4.1.38. Installazione impianti fotovoltaici su edifici dell'AdsP MAO: fase 2



Obiettivi	Installazione di un impianto fotovoltaico - sede di AdSP MAO La riduzione del fabbisogno di energia elettrica attraverso l'autoproduzione da fonte rinnovabile.
Attività	Installazione di un impianto fotovoltaico - sede di AdSP MAO Trattasi di intervento di installazione di un impianto fotovoltaico da 230 kWp posizionato sulla copertura della sede di AdSP MAO. L'area di intervento riguarda la sede AdSP MAO (magazzino 92). Le tempistiche sono da definirsi.
Settore di intervento	Produzione locale di energia elettrica
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	Installazione di un impianto fotovoltaico - sede di AdSP MAO Azione programmata
Indicatori di impatto	Produzione di energia da fonti rinnovabili: 250 MWh Riduzione delle emissioni: 118 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Risparmio di: CO ₂ eq prodotta / Produzione di kWh
Tempi	2021- 2030
Costi	Installazione di un impianto fotovoltaico - sede di AdSP MAO Circa € 200.000,00

4.4.1.39. Sostituzione illuminazione pubblica portuale con tecnologia a LED



Obiettivi	Il nuovo impianto di illuminazione permetterà una notevole riduzione dei consumi elettrici e di conseguenza l'abbattimento delle emissioni indirette di CO ₂ . Sono altresì previsti tempi rapidi di rientro dell'investimento economico considerato anche il minor costo di manutenzione.
Attività	L'intervento consiste nella sostituzione di tutti i corpi illuminanti esistenti dedicati all'illuminazione interna dei locali, attualmente equipaggiati con lampade fluorescenti, con nuove lampade LED ad alto risparmio energetico. L'area di intervento riguarda l'Area Portuale di Trieste e Monfalcone di diretta competenza AdSP MAO. La conclusione dell'attività è prevista per Giugno 2022.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 230 MWh Riduzione delle emissioni: 65 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Risparmio di: kWh/m ² - CO ₂ eq prodotti.
Tempi	2021 – 2022
Costi	Circa 350.000,00 €



Obiettivi Lavori di elettificazione delle banchine del Molo V e Riva Traiana

La riduzione delle emissioni in atmosfera dovute alle navi in ormeggio, tramite la realizzazione di una rete elettrica per alimentare da terra le navi del tipo ro-ro ormeggiate al Molo V e Riva Traiana, più precisamente negli ormeggi 31, 31bis e 32.

Realizzazione di una rete elettrica per l'alimentazione delle navi da banchina alla radice del Molo VI

La riduzione delle emissioni in atmosfera dovute alle navi in ormeggio, tramite la realizzazione di una rete elettrica per alimentare da terra le navi del tipo ro-ro ormeggiate al Molo VI e Riva Traiana, più precisamente negli ormeggi 38 e 39.

Lavori di elettificazione delle banchine del Molo VII

Il presente progetto ha lo scopo di realizzare una rete elettrica per alimentare da terra le navi portacontainer ormeggiate al Molo VII ubicato all'interno dell'area del Punto Franco Nuovo nell'area portuale di Trieste.

Lavori di elettificazione delle banchine del Molo Bersaglieri

Il presente progetto ha lo scopo di realizzare una rete elettrica per alimentare da terra le navi passeggeri ormeggiate sul Molo dei Bersaglieri ubicato nell'area portuale di Trieste.

Attività Lavori di elettificazione delle banchine del Molo V e Riva Traiana

Gli interventi coinvolgeranno l'area adiacente alla Riva Traiana nel Punto Franco Nuovo a Trieste. Verranno realizzati due punti di connessione (C31, C31bis) per l'alimentazione elettrica delle navi Ro-Ro con una potenza massima di 1,5MVA cadauna. La potenza massima complessiva sarà di 3MVA. L'energia elettrica potrà essere erogata contemporaneamente sui due punti di connessione.

Le opere che si andranno a realizzare sono: l'intercettazione del cavo MT 6kV denominato "Cavo B", che collega la Cabina 57 con la Cabina Riva Traiana; giunzione sul cavo per il collegamento elettrico ad un nuovo sistema di conversione AC/AC; fornitura e posa del convertitore AC/AC, in grado di fornire alle navi ormeggiate la potenza necessaria ad alimentarle, ai livelli di tensione e frequenza maggiormente in uso sugli impianti a bordo nave (400/440/690V, 50/60Hz) del suddetto target di potenza; fornitura e posa in prossimità delle banchine degli ormeggi 31 e 31bis di due bracci di alimentazione con funzione di "cable dispenser", necessari per mettere a disposizione i cavi di alimentazione in prossimità dell'apposito boccaporto della nave. Progetto preliminare redatto nel 2020.

Realizzazione di una rete elettrica per l'alimentazione delle navi da banchina alla radice del Molo VI

Interventi previsti:

- realizzazione di una nuova dorsale in media tensione, derivata dalla rete attualmente esistente nel Punto Franco Nuovo (di proprietà dell'AdSPMAO ed esercita) e necessaria all'alimentazione del convertitore di frequenza/tensione. Posa del convertitore AC/AC, in grado di fornire alle navi ormeggiate la potenza necessaria ad alimentarle, ai livelli di tensione e frequenza maggiormente in uso sugli impianti a bordo nave (400/440/690V, 50/60Hz) del suddetto target di potenza. Il convertitore sarà dotato di tutti i sistemi necessari al monitoraggio da remoto della connessione e di eventuali malfunzionamenti;

- posa in prossimità delle banchine degli ormeggi 38 e 39, di due bracci di alimentazione con funzione di cable dispenser, necessari a "presentare" i cavi di alimentazione in prossimità dell'apposito boccaporto.

Ciascuno dei suddetti sbracci, di dimensioni e fattezze meglio specificate negli altri elaborati di progetto, consentirà di rendere disponibili cinque cavi di alimentazione, corredati di apposite prese, per una potenza nominale complessiva di 1 MVA per ormeggio. Le linee di alimentazione dei suddetti cable dispenser saranno realizzate con cavo FG16R16 posato entro tubazioni interrato. Progetto preliminare redatto nel 2019.

Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo VII

Interventi previsti:

- realizzazione di tre punti di connessione (C53, C54, C55 in prossimità degli ormeggi 53, 54 e 55) per l'alimentazione elettrica delle navi portacontainer con una potenza massima di 7,5MVA cadauna, lungo la banchina della Riva Sud del Molo VII. La potenza massima complessiva sarà di 22,5MVA. L'energia elettrica potrà essere erogata contemporaneamente sui tre punti di connessione;

- realizzazione di una nuova cabina elettrica denominata Cabina CEB;

- installazione dei dispositivi di trasformazione, conversione, protezione, comando e controllo necessari

all'alimentazione elettrica delle navi con livelli di tensione e frequenza opportuni (6,6kV, 60Hz). Progetto preliminare redatto nel 2020.

Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo Bersaglieri

Gli interventi coinvolgeranno l'area della Stazione Marittima situata sul Molo dei Bersaglieri lato Ormeggio 29 e Ormeggio 30. Si prevede di realizzare:

- due punti di connessione (C29 e C30) per l'alimentazione elettrica delle navi passeggeri con una potenza complessiva massima di 20MVA. L'energia elettrica non potrà essere erogata contemporaneamente sui due punti di connessione;

- una nuova cabina elettrica CEB1 all'interno della sala "Illiria" della Stazione Marittima completa dei dispositivi di trasformazione, conversione, protezione, comando e controllo necessari all'alimentazione elettrica delle navi con livelli di tensione e frequenza opportuni (6,6kV – 11kV, 60Hz).

In prossimità delle banchine degli Ormeggi 29 e 30, verrà allacciato il cable dispenser carrabile ai due punti di connessione, necessario per collegare

	fisicamente mediante i cavi di potenza e segnale i quadri elettrici di bordo con il sistema cold ironing. Progetto preliminare redatto nel 2020.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	<p><u>Risparmio energetico: 141.573 MWh (consumo evitato di gasolio)</u></p> <p><u>Riduzione delle emissioni:</u></p> <p>Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo V e Riva Traiana</p> <p>Si prevede di ridurre circa 13.000 tCO₂ emesse direttamente in area portuale all'anno, in favore di emissioni prodotte a terra con metodi a minor emissione o al meglio, tramite fonti energetiche rinnovabili.</p> <p>Realizzazione di una rete elettrica per l'alimentazione delle navi da banchina alla radice del Molo VI</p> <p>Si prevede di ridurre circa 5.000 tCO₂ emesse direttamente in area portuale all'anno, in favore di emissioni prodotte a terra con metodi a minor emissione o al meglio, tramite fonti energetiche rinnovabili.</p> <p>Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo VII</p> <p>Si prevede di ridurre circa 11.800 tCO₂ emesse direttamente in area portuale all'anno, in favore di emissioni prodotte a terra con metodi a minor emissione o al meglio, tramite fonti energetiche rinnovabili.</p> <p>Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo Bersaglieri</p> <p>Si prevede di ridurre circa 8.000 tCO₂ emesse direttamente in area portuale all'anno, in favore di emissioni prodotte a terra con metodi a minor emissione o al meglio, tramite fonti energetiche rinnovabili.</p>
Indicatori di monitoraggio	Risparmio di: CO ₂ eq prodotta
Tempi	2021- 2030
Costi	<p>Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo V e Riva Traiana</p> <p>€ 3.500.000,00</p> <p>Realizzazione di una rete elettrica per l'alimentazione delle navi da banchina alla radice del Molo VI</p> <p>Circa € 3.000.000,00</p> <p>Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo VII</p> <p>Circa € 6.000.000,00</p> <p>Lavori di elettrificazione delle banchine del Molo Bersaglieri</p> <p>Circa € 5.750.000,00</p>

4.4.1.41. Riqualificazione energetica palazzina uffici adiacente Magazzino 53



Obiettivi	Riqualificazione Energetica della palazzina tramite diversi interventi congiunti di Efficientamento Energetico.
Attività	Isolamento termico delle pareti esterne del tetto e del basamento, sostituzione serramenti, sostituzione caldaia con pompa di calore. L'area di intervento è il Punto Franco Nuovo, Addossato 53.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	Azione futura
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 128 MWh (somma dei tre interventi) Riduzione delle emissioni: 34 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Riduzione dei kWh/m ³ , riduzione consumi ed emissioni.
Tempi	inizio lavori al massimo 2023 - conclusione lavori 2024.
Costi	€ 458.400,00

4.4.1.42. Analisi della sostenibilità energetico-ambientale del Porto di Trieste



Obiettivi	Effettuare uno studio sulla Sostenibilità energetico ambientale del Porto di Trieste con l'individuazione degli interventi di efficientamento energetico potenzialmente implementabili nel contesto portuale.
Attività	L'oggetto del servizio è stato la stesura di uno studio intitolato "Sustainable and Low carbon Port Action Plan" e avente ad oggetto l'analisi di aspetti tecnici chiave per il rafforzamento della performance del Porto di Trieste in termini di sostenibilità, ivi incluse le analisi relative alle strategie future per l'implementazione di soluzioni a basse emissioni di carbonio. L'attività si è svolta nel 2019
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale
Stato	Azione conclusa
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: non applicabile - fotografia dello stato di fatto delle infrastrutture portuali e proposta di soluzioni di efficientamento Riduzione delle emissioni di CO ₂ : non applicabile - fotografia dello stato di fatto delle infrastrutture portuali e proposta di soluzioni di riduzione delle emissioni.
Indicatori di monitoraggio	Redazione studio sulla sostenibilità
Tempi	2018 - 2019
Costi	Circa 35.000 €

4.4.1.43. Redazione del documento di pianificazione energetico-ambientale per ADSPMAO



Obiettivi Redigere il Documento di Pianificazione Energetico Ambientale dell’Autorità di Sistema individuando e pianificando gli interventi di efficientamento energetico da implementare nel contesto portuale.

Attività Il documento sarà composto da:

- la fotografia dello stato di fatto del porto di Trieste, sotto il profilo sia fisico morfologico/funzionale (naturale, ambientale, infrastrutturale, funzionale, ecc.) sia istituzionale e programmatico (soggetti, proprietà, concessioni, vincoli preordinati, stato della pianificazione e attuazione), con riferimento alle distinte aree portuali del sistema (Trieste e Monfalcone). Analisi della Carbon Footprint dei Porti di Trieste e Monfalcone (già redatta da AdSPMAO);
- l’individuazione degli obiettivi di sostenibilità energetico-ambientale del porto; interventi conseguenti e misure da attuare per il perseguimento degli obiettivi medesimi;
- il progetto di fattibilità degli interventi individuati attraverso la redazione di schede riassuntive e ulteriori elaborati tecnici secondo la vigente normativa con verifica dei progetti di fattibilità già redatti dalla Stazione Appaltante;
- l’analisi costi benefici degli interventi già individuati dalla Stazione appaltante e valutazione di fattibilità tecnico-economica, anche mediante analisi costi-benefici degli ulteriori interventi;
- le modalità di coordinamento tra gli interventi e le misure ambientali con la programmazione degli interventi infrastrutturali nel sistema portuale. Individuazione di regole, priorità, agevolazioni, etc.;
- la definizione delle misure di monitoraggio energetico ed ambientale degli interventi realizzati, al fine di consentire una valutazione della loro efficacia;
- il calcolo delle riduzioni d'impatto ambientale ottenibili in termini di carbon footprint al momento della completa realizzazione delle opere in programma ed alla luce dell'avvenuta implementazione degli interventi e delle misure adottati per la riduzione dell'impatto ambientale delle attività portuali.

Settore di intervento Edifici, attrezzature e impianti terziari

Origine Altro

Responsabile Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale

Stato Azione in corso

Indicatori di impatto Risparmio energetico (kWh): non applicabile - fotografia dello stato di fatto delle infrastrutture portuali e proposta di soluzioni di efficientamento.

Riduzione delle emissioni di CO₂ (tonnellate): non applicabile - fotografia dello stato di fatto delle infrastrutture portuali e proposta di soluzioni di riduzione delle emissioni

Indicatori di monitoraggio Redazione del piano

Tempi Consegna del documento prevista entro il 2021

Costi Circa 165.000 €

4.4.1.44. Sostituzione caldaia a metano centrale termica edificio via Beirut 2-4



Obiettivi	Ottimizzazione dei consumi
Attività	L'opera consiste nella rimozione delle caldaie esistenti, modifica della linea gas metano esistente posta in centrale termica al fine di installare il nuovo gruppo termico composto da n°5 caldaie murali, a tiraggio forzato, stagne, a condensazione, funzionanti in cascata, aventi ciascuno una Potenza Nominale di 94,50 kW e Focolare di 96,50 kW, per una Potenza Nominale complessiva di 472,50 kW e Focolare di 482,50 kW.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	SISSA
Stato	Azione conclusa
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: stimato 30 MWh Riduzione delle emissioni: stimate 6 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Potenza nuove caldaie
Tempi	2016 - 2020
Costi	Euro 120.000,00

4.4.1.45. Sostituzione corpi illuminanti a neon con LED



Obiettivi	Risparmio energetico
Attività	Sostituzione dei corpi illuminanti neon con led nelle parti comuni degli edifici del comprensorio di Via Bonomea entro il 2021.
Settore di intervento	Edifici, attrezzature e impianti terziari
Origine	Altro
Responsabile	SISSA
Stato	Avviata
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: 464 MWh Riduzione delle emissioni: 219 tCO ₂
Indicatori di monitoraggio	Numero totale dei corpi da sostituire
Tempi	2020 - 2022
Costi	Euro 60.000,00

4.4.1.46. Sostituzione imbarcazione dell'Area Marina di Miramare con altra a propulsione elettrica



Obiettivi	Riduzione delle emissioni a seguito della sostituzione dell'imbarcazione
Attività	Verrà acquistata con le risorse del MiTE erogate, nell'ambito del "decreto clima - AMP per il clima, un'imbarcazione a propulsione totalmente elettrica di 40 HP del tipo "pontoonboat", si rifornirà di energia elettrica verde certificata. Il suo impiego avrà carattere sia sperimentale, pensando ad esempio alla riduzione del rumore subacqueo da rispetto a motori fuori bordo, sia carattere di uso commerciale in quanto sarà utilizzata per le attività di visita subacquea e di seawatching nell'ambito del programma divulgativo dell'AMP di Miramare.
Settore di intervento	Trasporti
Origine	Nazionale
Responsabile	Area Marina Protetta di Miramare
Stato	Azione in corso
Indicatori di impatto	Risparmio energetico: non determinato Riduzione delle emissioni: non determinato
Indicatori di monitoraggio	kWh di energia elettrica utilizzati dall'imbarcazione
Tempi	2021 - 2022
Costi	Non disponibile

4.4.1.47. Piantumazione alberature e aree verdi



Obiettivi Riduzione emissioni di CO₂ mediante la piantumazione di alberi e aree verdi

Attività L'azione è dedicata alla piantumazione di alberi e piante che avranno un impatto positivo in termini di assorbimento della CO₂ e alla realizzazione di nuove aree verdi. Il dettaglio degli interventi programmati è il seguente:

- Giardino di Roiano (area ex Polstrada): 80 alberi entro il 2023;
- Giardino della Maddalena: 40 alberi entro il 2023;
- Porto Vecchio: 80 alberi entro il 2024 per il viale stradale e circa 1.000 alberi in seno al progetto di riqualificazione generale nell'arco dei prossimi venti anni;
- Progetti biennali di rinnovo patrimonio arboreo: 250 alberi per circa 2.500 alberi totali nei prossimi venti anni;
- Progetto poliennale di miglioramento selvicolturale dei Parchi Urbani: 500 piantine forestali annue quindi 10.000 piantine forestali nel prossimo ventennio.
- Ulteriori 1.000 alberi entro il 2026.

L'intervento di piantumazione nell'area ex polstrada (Roiano) rientra nel progetto più ampio di riqualificazione dell'area all'interno del comprensorio in cui è previsto da progetto un asilo nido, un'autorimessa parzialmente interrata, un'area verde e un bosco urbano. La superficie totale dell'area è di circa 7.700 mq. 1.800 mq sono destinati a verde in terra piana e 860 mq sono destinati a vialetti drenanti posati su terra piana. Nel rispetto dei CAM, i vialetti saranno in materiale drenante e ci sarà un sistema di recupero delle acque piovane per l'irrigazione. Oltre al giardino di Roiano appena citato sono previsti due nuovi giardini: uno in porto vecchio con una superficie da destinare a verde pubblico di circa 24.000 mq e il nuovo giardino di Vicolo dell'Edera di 5.500 mq. Complessivamente al 2041 la riduzione sarà pari a 305 tCO₂. Ai fini del calcolo degli impatti entro il 2030, si ha un valore pari a 146 tCO₂.

Settore di intervento Altro

Origine Amministrazione comunale

Responsabile Comune di Trieste

Stato Azione programmata

Indicatori di impatto Risparmio energetico: non definibile

Riduzione delle emissioni: 146 tCO₂

Indicatori di monitoraggio Numero di alberi piantumati

Tempi 2022 - 2030

Costi Euro 2.918.000,00 (costo complessivo stimato in base al costo per metro quadro per le aree verdi e il costo cad. per alberi e piante)

4.4.2. Azioni di adattamento

Le azioni riportate nelle pagine a seguire sono marcate mediante apposite icone che ne facilitano la classificazione a prima vista. Il prospetto identificativo è di seguito riportato.

Mitigazione:	
Adattamento:	
Tutti i settori:	
Edifici:	
Acqua:	
Energia:	
Trasporti:	
Salute:	
Ambiente e biodiversità:	
Rifiuti:	
Agricoltura e foreste:	

4.4.2.1. Aumento resilienza infrastruttura idrica



Settore	Acqua.
Impatto/i	Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo; Siccità.
Obiettivo	Aumento della resilienza complessiva del sistema delle adduttrici della rete idrica nel Comune di Trieste.
Attività	Inserimento valvola a fuso adduttrice DN 900; Adeguamento impianti e interventi di manutenzione straordinaria da eseguirsi presso l'impianto di potabilizzazione di Randaccio; Sostituzione e potenziamento della rete Premente Monte Calvo.
Descrizione	<p>Inserimento valvola a fuso adduttrice DN 900: Al fine di aumentare la resilienza della rete adduttrice della città di Trieste è stata installata una valvola regolatrice a fuso sulla condotta DN 900. Tale intervento consentirà una miglior gestione idraulica sia dei serbatoi di accumulo sia del sistema adduttore comune di Trieste. Sarà inoltre realizzata ex-novo tutta la sensoristica legata al monitoraggio on line della qualità dell'acqua e il sistema di clorazione.</p> <p>Adeguamento impianti e interventi di manutenzione straordinaria da eseguirsi presso l'impianto di potabilizzazione di Randaccio: A seguito dell'installazione della valvola a fuso lungo l'adduttrice costiera DN900, si rende necessario intervenire con degli interventi di ammodernamento delle componenti impiantistiche (in particolar modo sulle pompe presenti) presso l'impianto di potabilizzazione di Randaccio, al fine di garantire una minore sollecitazione dell'adduttrice DN900 grazie alla riduzione delle pressioni. Inoltre, al fine di permettere un maggiore livello di efficacia nella manutenzione straordinaria delle linee di filtrazione dell'impianto di potabilizzazione di Randaccio, si rende necessaria la realizzazione di un bypass tra le linee. L'intervento si colloca in un'ottica di efficientamento energetico, semplificazione delle manutenzioni, business continuity e incremento del livello di sicurezza per il personale tecnico e operativo. Oltre a ciò, saranno considerati interventi di incremento della resilienza del sistema, attraverso la riqualificazione dell'impianto elettrico e la predisposizione per un gruppo elettrogeno.</p> <p>Premente Monte Calvo: Il presente intervento rientra nel quadro generale di potenziamento delle reti acqua nel Comune di Trieste finalizzato al miglioramento degli impianti di distribuzione. Scopo dell'intervento è la sostituzione ed il potenziamento della condotta che attualmente, a partire dalla stazione di sollevamento di S. Maria Maddalena, posta alla quota geodetica di +118 mslm ed attraverso il serbatoio di M.te Calvo, situato alla quota di +446 mslm, alimenta gli abitati</p>

di Conconello, Banne, Trebiciano, Padriciano, Gropada e Basovizza situati sull'altopiano carsico nel Comune di Trieste. Tale condotta premente del diametro DN200 si presenta infatti alquanto vetusta e caratterizzata da non trascurabili perdite idriche e dopo un percorso della lunghezza di 3.100 m circa in più punti difficilmente accessibile, raggiunge il serbatoio di M.te Calvo. L'intervento generale prevede quindi la posa in opera di una nuova condotta premente DN300 in acciaio a "saldare di testa" per una lunghezza complessiva di 6.160 m da realizzarsi per stralci.

Responsabili e attori coinvolti AcegasApsAmga; AUSIR.

Stato Azione in corso.

Indicatori di monitoraggio Indicatori ARERA Del. 917/2017 M2 "Interruzioni del servizio" e M3 "Qualità dell'acqua erogata".

Tempi 2019 – 2027.

Costi 4.692.600 € (Tariffa Servizio Idrico).

4.4.2.2. Ridotto impatto ambientale di conduzione e manutenzione degli impianti termici centralizzati e solari, degli impianti e dotazioni antincendio e degli impianti di soppressione idrica



Settore	Energia.
Impatto	Aumento del picco di fabbisogno energetico nelle punte orarie.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo; Freddo estremo.
Obiettivo	Ridotto impatto ambientale di conduzione e manutenzione degli impianti termici centralizzati e solari, degli impianti e dotazioni antincendio e degli impianti di soppressione idrica.
Attività	Ridotto impatto ambientale di conduzione e manutenzione degli impianti termici centralizzati e solari, degli impianti e dotazioni antincendio e degli impianti di soppressione idrica.
Descrizione	Messa in opera di impianti di termoregolazione e contabilizzazione dei consumi individuali, necessari a corrispondere al dettato normativo del D.Lgs. 102/2014 per garantire un servizio a ridotto impatto ambientale di conduzione e manutenzione degli impianti termici centralizzati e solari, degli impianti e dotazioni antincendio e degli impianti di soppressione idrica a servizio degli edifici gestiti dall'ATER di Trieste, comprensivo della fornitura combustibile con meccanismo di penalizzazione dei sovra-consumi per le CCTT di cui all'allegato B al CSA e di altre attività finalizzate all'adeguamento normativo degli impianti ed al contenimento dei consumi energetici.
Responsabili e attori coinvolti	ATER Trieste; SIRAM spa; CRISTOFORETTI SERVIZI ENERGIA S.p.A.
Stato	Azione in corso.
Indicatori di impatto	Riduzione delle emissioni di CO ₂ (tonnellate): 170. Risparmio energetico (kWh): 807.
Indicatori di monitoraggio	Numero di alloggi oggetto di interventi.
Tempi	01/06/2019 - 15/07/2021.
Costi	598.095,38 euro (ad oggi sostenuti).

4.4.2.3. Rinforzo per la resistenza al vento delle gru del Porto di Trieste



Settore/i	Trasporti.
Impatto/i	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali.
Pericoli climatici affrontati	Precipitazione estrema; Vento estremo.
Obiettivo	Maggiore sicurezza dell'area operativa circostante le gru (banchina e nave) anche in situazioni di vento estremo, sia in condizioni di esercizio ma anche in condizioni di fuori servizio.
Attività	Rinforzo per la resistenza al vento delle gru Portuali.
Descrizione	Lavori di revamping ed upgrading strutturale di due gru portainer a cavalletto da banchina (denominate S3 ed S4) tipo STS costruttore Paceco Reggiane anno 1994 poste alla radice del Molo VII, banchina sud, di cui al progetto APT n. 1784, per sopportare le maggiori velocità di vento di esercizio pari a 90km/h e vento di 220 km/h nelle condizioni fuori servizio.
Responsabili e attori coinvolti	AdSP MAO; terminalisti; armatori e relativi lavoratori.
Stato	Azione conclusa.
Indicatori di monitoraggio	Indicatori relativi alla resistenza dei materiali e delle gru nel loro complesso; Monitoraggi periodici dello stato di conservazione delle gru; Ore di fuori servizio della gru con velocità di vento superiori a 90km/h.
Tempi	01/2016 – 04/2017.
Costi	Costi complessivi (da quadro economico) pari a 10.100.000 €. Le opere sono state finanziate a valere sul Capitolo 211/010/001 "Acquisto, costruzione, trasformazione di opere portuali ed immobiliari, con fondi di bilancio dell'Autorità Portuale, esercizio APT 2014".

4.4.2.4. Installazione resistenze elettriche e coibentazioni sulle linee idriche antincendio per evitare il congelamento



Settore	Trasporti.
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali.
Pericoli climatici affrontati	Freddo estremo.
Obiettivo	Riduzione del rischio di congelamento per freddo estremo delle linee antincendio, e quindi riduzione del rischio di rottura/occlusione delle linee e di impianto non attivo in caso di incendio.
Attività	Installazione resistenze elettriche e coibentazioni sulle linee idriche antincendio per evitare il congelamento.
Descrizione	Fornitura e posa di cavi scaldanti tipo a potenza costante dotati di termostato a contatto integrato, comprese terminazioni, scatole alimentazione cavo, etichette (ecc.) sulle linee antincendio dell'area di competenza AdSP MAO in "Ex Arsenale". Ulteriori interventi verranno realizzati contestualmente a rifacimenti, riparazioni di altre linee antincendio portuali.
Responsabili e attori coinvolti	AdSP MAO; operatori portuali (concessionari e terminalisti).
Stato	Azione conclusa.
Indicatori di monitoraggio	Controlli periodici delle linee antincendio; Ore o giorni di fuori servizio delle linee idriche antincendio.
Tempi	2020.
Costi	1.500 € finanziato con i fondi AdSP MAO. Ulteriori interventi verranno realizzati contestualmente a rifacimenti, riparazioni di altre linee antincendio portuali.

4.4.2.5. Installazione “pompe di sentina” per le fosse di raccolta acque del magazzino 92 in area “Ex Arsenale”



Settore/i	Trasporti.
Impatto/i	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali.
Pericoli climatici affrontati	Precipitazione estrema; Allagamenti e acque alte; Vento estremo.
Obiettivo	Riduzione del rischio di allagamenti dei piani seminterrati del magazzino e delle aree limitrofe. Continuità di servizio dei montacarichi al servizio del magazzino.
Attività	Installazione “pompe di sentina” per le fosse di raccolta acque del magazzino 92 in area “Ex Arsenale”.
Descrizione	Installazione “pompe di sentina” per le fosse di raccolta acque del magazzino 92 in area “Ex Arsenale”, edificio in prossimità della linea di costa, suscettibile ad inondazioni dovute ad alte maree o mareggiate.
Responsabili e attori coinvolti	AdSP MAO; operatori portuali (concessionari e terminalisti utilizzatori dei magazzini).
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Livelli dell’acqua nelle fosse di raccolta e controlli periodici della funzionalità delle pompe; Ore / giorni di fuori servizio dei montacarichi a causa delle fosse allagate; Numero di eventi annui che hanno causato fuori servizio dei montacarichi; Danneggiamento merce depositata nei magazzini.
Tempi	2022-2030.
Costi	30.000 € circa con fondi AdSP MAO.

4.4.2.6. Piano Neve con salatura strade e monitoraggio continuo della viabilità. Pronto intervento eventi atmosferici



Settore	Trasporti.
Impatto	Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali.
Principali pericoli climatici affrontati	Freddo estremo; Vento estremo.
Obiettivo	Riduzione dei rischi dovuti a ghiaccio su strada, o eventi atmosferici avversi come vento forte, neve, gelicidio. Riduzione dei tempi di intervento e ripristino della viabilità ordinaria in seguito a eventi atmosferici avversi.
Attività	Piano Neve con salatura strade e monitoraggio continuo della viabilità. Pronto intervento eventi atmosferici.
Descrizione	<p>Sulla base degli Avvisi Meteo e delle conseguenti Allerte Regionali emesse dalla Protezione Civile della Regione Friuli-Venezia Giulia si procede all'attuazione del Piano Neve elaborato che contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> - salatura preventiva delle strade; - monitoraggio continuo della viabilità; - pronto intervento per sgombero neve e monitoraggio ghiaccio; - pronto intervento per altri eventi climatici avversi che possono causare pericoli alla circolazione.
Responsabili e attori coinvolti	Porto di Trieste Servizi S.r.l.
Stato	Azione in corso.
Indicatori di monitoraggio	Numero di incidenti ed infortuni nei giorni di allerta meteo.
Tempi	2022-2030.
Costi	Costi variabili finanziati con fondi di bilancio dell'Autorità di Sistema Portuale.

4.4.2.7. Predisposizione sale di protezione da vento e pioggia nelle aree dei terminal portuali



Settore	Salute.
Impatto	Disagi per operatori che lavorano all'esterno.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo; Freddo estremo; Precipitazione estrema.
Obiettivo	Riduzione del rischio di infortuni dovuti a caduta al suolo (in nave o a terra) o altri rischi meccanici da scivolamento, caduta oggetti, inciampo.
Attività	Predisposizione sale di protezione da vento e pioggia nelle aree dei terminal portuali.
Descrizione	Allestimento di locali idonei per l'attesa della riduzione dei fenomeni atmosferici quando l'intensità non consente di proseguire nelle operazioni portuali ma vi è la ragionevole certezza che le condizioni possano rientrare entro standard di sicurezza accettabili in breve tempo.
Responsabili e attori coinvolti	AdSP MAO; Imprese terminaliste; terminalisti e operativi.
Stato	Azione in corso.
Indicatori di monitoraggio	Riduzione del fenomeno infortunistico associato a condizioni meteo avverse.
Tempi	Attività in corso dal 2018.
Costi	I costi costituiscono oneri della sicurezza a carico del terminalista e non sono direttamente quantificabili.

4.4.2.8. Miglioramento del microclima negli spazi di esecuzione della movimentazione del caffè verde in sacchi



Settore	Salute.
Impatto	Disagi per operatori che lavorano all'esterno.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo.
Obiettivo	Riduzione del rischio ergonomico e miglioramento del microclima e quindi miglioramento della protezione dal caldo estremo e delle condizioni di lavoro.
Attività	Miglioramento del microclima negli spazi di esecuzione della movimentazione del caffè verde in sacchi.
Descrizione	Disposta attuazione di misure di mitigazione del microclima all'interno dei contenitori da 20 ft da scaricare manualmente dei sacchi di caffè presenti (se in battuta di sole) con inserimento di dispositivo mobile di condizionamento aria ambiente e realizzazione di un dispositivo mobile di copertura e coibentazione del container.
Responsabili e attori coinvolti	AdSP MAO; Imprese occupate nelle operazioni e nei servizi portuali di carico e scarico del caffè verde in sacchi.
Stato	Azione in corso.
Indicatori di monitoraggio	Stato d'idratazione del personale; Riduzione del numero di affaticamenti e colpi di calore.
Tempi	Attività in corso dal 2019.
Costi	I costi costituiscono oneri della sicurezza a carico del terminalista e non sono direttamente quantificabili.

4.4.2.9. Interventi di bonifica e di ripristino degli storici terrazzamenti sul costone carsico triestino



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto	Perdita/erosione del suolo agricolo.
Principali pericoli climatici affrontati	Precipitazione estrema; Siccità; Frane; Vento estremo.
Obiettivo	Ridurre la perdita/erosione del suolo.
Attività	Interventi di bonifica e ripristino di terrazzamenti.
Descrizione	Interventi di bonifica e di ripristino dei terrazzamenti sul costone carsico inclusi di riassetto ambientale. Totale di 5 interventi ritenuti necessari a seguito di eventi meteorologici avversi che hanno causato la desertificazione ed il degrado del territorio, la perdita di alcuni servizi ecosistemici e la messa in pericolo della popolazione.
Responsabili e attori coinvolti	Consorzio di Bonifica della Venezia Giulia.
Stato	Azione conclusa.
Indicatori di monitoraggio	Non definito.
Tempi	2022-2030.
Costi	1.683.672€.

4.4.2.10. Studio integrato dell'ambiente marino-costiero



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Studi e ricerche in ambito marino-costiero per l'adattamento ai cambiamenti climatici.
Attività	Studio integrato dell'ambiente marino-costiero.
Descrizione	<p>OGS conduce numerose attività di ricerca all'interno di progetti nazionali e internazionali garantendo la continuità nell'osservazione prolungata dei sistemi marini con tecniche di avanguardia. I dati raccolti sono alla base degli studi sugli effetti dei cambiamenti climatici anche a livello locale, e sui loro impatti sulla biodiversità e sugli ecosistemi marini, dai livelli trofici inferiori fino alla pesca e all'acquacoltura. Lo sviluppo, applicazione e analisi di modelli matematici consente inoltre di elaborare previsioni dello stato futuro dei mari in termini di riscaldamento, acidificazione e possibili effetti sui livelli trofici superiori. L'integrazione delle analisi sperimentali e degli strumenti modellistici consente la valutazione degli impatti delle pressioni antropiche e dei cambiamenti climatici sul ciclo del carbonio, sui macronutrienti, sulla biologia e su alcune componenti importanti degli ecosistemi, in ambito mediterraneo, adriatico e costiero. In particolare, la Piattaforma/Laboratorio Golfo di Trieste, che si è progressivamente sviluppata a partire dagli anni '70 (http://nettuno.ogs.trieste.it/ilter/GoTTs), è un'infrastruttura interoperabile per l'osservazione delle dinamiche dell'ambiente marino del Friuli Venezia Giulia, gestita in collaborazione con la Protezione Civile Regionale ed in sinergia con diverse infrastrutture di ricerca ed iniziative progettuali internazionali (v. LTER - Long Term Ecological research). Essa mette in rete, valorizza e potenzia infrastrutture fisse (boe meteo-oceanografiche profilanti e ondometriche, stazioni correntometriche fluviali), strumentazione remota (sistemi radar e satellitari) e piattaforme mobili (glider, drifter). Le competenze e le strumentazioni a disposizione di OGS permettono di svolgere studi per una corretta valutazione dello stato ecologico a livello ecosistemico (ecosystem approach), al fine di supportare un approccio funzionale alla Gestione Integrata della Zona Costiera (Integrated Coastal Zone Management - ICZM) e alla pianificazione dell'uso dello spazio marittimo (Maritime Spatial Planning - MSP). Inoltre, lo sviluppo e uso di modelli numerici integrati e di strumenti quantitativi di analisi sono impiegati a supporto della gestione sostenibile delle attività di pesca e acquacoltura e alla valutazione dello stato degli stock di specie di particolare interesse commerciale e per la definizione dell'influenza sull'entità degli stock delle variabilità climatiche e di altri fattori ambientali e trofici. Nei prossimi anni OGS proseguirà nelle ricerche a supporto della valutazione integrata dell'ambiente marino, in particolare attraverso:</p>

- sviluppo, applicazione e analisi di modelli matematici per la valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici (inclusa l'acidificazione) e delle pressioni antropiche sul ciclo del carbonio, sui macronutrienti e su alcune componenti importanti dell'ecosistema in ambiente mediterraneo, adriatico e costiero;
- analisi delle fluttuazioni stagionali e inter-annuali e della distribuzione spaziale delle comunità planctoniche e dei principali parametri biogeochimici;
- sviluppo di metodiche per una valutazione corretta del rischio cui sono esposti gli ecosistemi;
- studio delle risposte dei sistemi marini ad alterazioni di origine naturale o antropica per la comprensione e quantificazione della resilienza;
- sviluppo di nuovi approcci modellistici capaci di descrivere in maniera più accurata le risposte degli ecosistemi costieri ai cambiamenti antropici e naturali, anche globali;
- studio di processi fisici, chimici e biologici che determinano la struttura e il funzionamento degli ecosistemi costieri e di transizione;
- predisposizione di metodologie integrate per un approccio ecosistemico alla pianificazione dello spazio marino costiero;
- studio dei meccanismi di rilascio e diffusione dei contaminanti, il loro bioaccumulo e la biomagnificazione per la gestione dei siti inquinati;
- identificazione di metodologie a supporto dell'analisi di sistemi integrati socioeconomici-ecologici, sia in ambito costiero che lagunare.

Responsabili e attori coinvolti Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS.

Stato Azione in corso.

Indicatori di monitoraggio Pubblicazioni; Dataset; Analisi di rischio; Buone pratiche di gestione ambientale per le autorità locali e la cittadinanza.

Tempi 2022-2030.

Costi Costi non quantificabili e sostenuti tramite progetti di ricerca competitivi nazionali ed internazionali nonché finanziamenti del Ministero dell'Università e della Ricerca.

4.4.2.11. Mitigare l’impatto dei disastri naturali tra mare e terra



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Studi e ricerche in ambito marino-costiero per l’adattamento ai cambiamenti climatici.
Attività	Mitigare l’impatto dei disastri naturali tra mare e terra.
Descrizione	OGS è in grado di sviluppare e attuare programmi di ricerca capaci di coprire tutti i passaggi necessari per contribuire alla mitigazione dei rischi naturali: dalla ricerca di base per lo studio dei fenomeni all’origine degli eventi estremi e dei disastri naturali, alla stima del loro impatto, alla comunicazione tramite gli Enti preposti quali la Protezione Civile per una migliore applicazione a beneficio della società. Ad esempio, OGS svolge studi e ricerche nel campo del dissesto idrogeologico mediante l’applicazione di metodologie geofisiche per il monitoraggio della consistenza dei rilevati arginali, e nel campo dello studio dei dissesti franosi con metodologie innovative di monitoraggio per la mitigazione e controllo del rischio idraulico. L’attività di ricerca geologica e geofisica a mare prevede l’analisi dei sistemi costieri e della loro evoluzione recente, anche in relazione alla risalita del livello del mare, lo studio della subsidenza tettonica, nonché la valutazione della vulnerabilità dei fondali in funzione dell’impatto delle attività antropiche. Questi elementi conoscitivi sono fondamentali per la valutazione delle pericolosità legate in particolare all’innalzamento del livello del mare e all’erosione costiera . La grande sfida che OGS si propone di affrontare nei prossimi anni in questo ambito consiste nello sviluppare e testare innovative metodologie interdisciplinari per la stima rapida del rischio e sistemi di early warning per i disastri naturali . Tali metodologie sono intese al rafforzamento della resilienza e della capacità adattiva della società agli eventi estremi e ai disastri sia naturali che indotti da attività antropiche.
Responsabili e attori coinvolti	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS.
Stato	Azione in corso.
Indicatori di monitoraggio	Pubblicazioni; Dataset; Analisi di rischio; Buone pratiche di gestione ambientale per le autorità locali e la cittadinanza.
Tempi	2022-2030.
Costi	Costi non quantificabili e sostenuti tramite progetti di ricerca competitivi nazionali ed internazionali nonché finanziamenti del Ministero dell’Università e della Ricerca.

4.4.2.12. Diffusione della conoscenza scientifica, educazione e sensibilizzazione sulle tematiche relative ai cambiamenti climatici



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Studi e ricerche in ambito marino-costiero per l'adattamento ai cambiamenti climatici.
Attività	Diffusione della conoscenza scientifica, educazione e sensibilizzazione sulle tematiche relative ai cambiamenti climatici.
Descrizione	L'Ente organizza e collabora a numerose attività di alta formazione con Università italiane e straniere, progetta e realizza corsi di istruzione e qualificazione professionale , promuove la comunicazione e la divulgazione scientifica al fine di aumentare la consapevolezza del "valore della scienza" nella cittadinanza e nei decisori politici, intervenendo al contempo a favore di momenti formativi specificatamente mirati verso le generazioni più giovani, inclusi i bambini. OGS partecipa ad eventi di divulgazione per contribuire alla sensibilizzazione di un pubblico più ampio possibile su tematiche quali la mitigazione dei rischi naturali, i cambiamenti climatici, la crescita blu, l'uso sostenibile del sottosuolo e dell'energia.
Responsabili e attori coinvolti	Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale – OGS.
Stato	Azione in corso.
Indicatori di monitoraggio	Pubblicazioni; Dataset; Analisi di rischio; Buone pratiche di gestione ambientale per le autorità locali e la cittadinanza.
Tempi	2022-2030.
Costi	Costi non quantificabili e sostenuti tramite progetti di ricerca competitivi nazionali ed internazionali nonché finanziamenti del Ministero dell'Università e della Ricerca.

4.4.2.13. Aggiornamento tecnologico degli impianti di climatizzazione estiva a servizio degli edifici universitari



Settore	Energia.
Impatto/i	Aumento del picco di fabbisogno energetico.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo.
Obiettivo	Miglioramento del comfort termo-igrometrico offerto all'utenza universitaria nella stagione estiva.
Attività	Modernizzazione degli impianti di climatizzazione.
Descrizione	Sostituzione di generatori di acqua refrigerata obsoleti con altrettanti più performanti ed a maggiore efficienza energetica (generatore a servizio edificio M, 3 generatori a servizio degli edifici C3 e C4, 2 generatori a servizio terzo e quarto piano ala sinistra edificio A, 2 generatori a servizio ala sinistra e destra del primo piano edificio F, 1 generatore a servizio secondo piano ala destra edificio A).
Responsabili e attori coinvolti	Università degli Studi di Trieste (Amministrazione contraente); Siram S.p.A. (Fornitore del contratto Consip Servizio Integrato Energia).
Stato	Azione in corso.
Indicatori di monitoraggio	Contributo alla riduzione dei consumi di energia elettrica previsti dal contratto Consip Servizio Integrato Energia (-20%); Rilevazione da remoto delle temperature negli ambienti universitari ed interviste agli studenti sul benessere termo-igrometrico percepito.
Tempi	2017-2023.
Costi	Costi compresi nel canone del contratto Consip Servizio Integrato Energia.

4.4.2.14. Adeguamento delle VAS/VIA ai cambiamenti climatici



Settore	Tutti i settori.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Sviluppare ed implementare strumenti di pianificazione efficace attraverso azioni di carattere legislativo e regolativo identificate a livello settoriale che mirano ad un adeguamento della disciplina vigente, attraverso l'integrazione di variabili climatiche nelle pratiche di gestione correnti delle VIA e delle VAS.
Attività	Aggiornare i criteri ed i contenuti per le VIA e le VAS (Includere le variabili indice connesse con i cambiamenti climatici).
Descrizione	Assicurare l'integrazione e l'assimilazione dei risultati delle proiezioni climatiche nei processi di Valutazione d'Impatto Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica. Considerare le tendenze a lungo termine e valutare programmi e progetti rispetto allo scenario di riferimento futuro ed alle tendenze chiave ed ai loro fattori determinanti. Considerare gli impatti dei cambiamenti climatici anche a lungo termine e adeguare programmi e progetti per aumentare la resilienza e la capacità ad affrontarli. Gestire le complessità, ovvero potenziali impatti negativi di alcuni programmi e progetti sull'adattamento ai cambiamenti climatici. Integrare obiettivi e traguardi che riguardano l'adattamento ai cambiamenti climatici. Considerare gli effetti cumulativi ed a lungo termine di programmi e progetti. Sviluppare soluzioni alternative e più resilienti basate su approcci "win-win" o "no-regret/low-regret" in fase di sviluppo di programmi e progetti. Approntare una gestione adattativa e monitorarla al fine di migliorare le capacità di adattamento ¹³² .
Responsabili e attori coinvolti	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM); Regione FVG; Comune di Trieste.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Stato di attuazione di processi VIA e VAS che considerano i cambiamenti climatici.
Tempi	2022-2030.
Costi	Non quantificabili.

¹³² Linee Guida per l'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella Valutazione Ambientale Strategica, MATTM, 2013

4.4.2.15. Campagne di sensibilizzazione sui rischi legati al cambiamento climatico



Settore	Tutti i settori.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Aumentare le conoscenze sulle problematiche legate al cambiamento climatico.
Attività	Campagne di sensibilizzazione sui rischi legati al cambiamento climatico nelle scuole e per i portatori di interesse nei vari settori identificati dal PNACC.
Descrizione	Attività di sensibilizzazione sugli impatti dei cambiamenti climatici e sulle opportunità di adattamento attraverso meeting, seminari, materiale stampato e campagne sociali. Basarsi sulle fondamenta di una buona campagna di sensibilizzazione ¹³³ : decidere a chi saranno rivolti gli eventi, quale è il messaggio che si intende far passare e attraverso quale canale. Generalmente il pubblico è costituito da: i) un pubblico generale, ovvero persone di diverse età, interessi, esperienze e opinioni; ii) i media, ovvero mediatori tra il comunicatore ed un pubblico generale più ampio; iii) portatori di interesse o decisori politici, ovvero persone che hanno la possibilità di introdurre un cambiamento più concreto basato sul messaggio del comunicatore. Deciso il pubblico, bisogna sviluppare il messaggio che si intende trasmettere: innanzitutto si vuole trasmettere un messaggio che sia accessibile a tutti, che sia di interesse e che abbia un significato al pubblico. Per esempio, parlando di cambiamenti climatici, il messaggio può essere riferito in termini di responsabilità personale o sociale, come problema per lo sviluppo economico, come problema morale o etico, in modo tale da coinvolgere in modo efficace il pubblico. Infine, bisogna decidere il canale o metodo attraverso il quale si vuole trasmettere il messaggio. Molto spesso il messaggio viene divulgato in forma scritta, come per esempio in un articolo scientifico o inserto di giornale. Molte volte il messaggio, e in particolar modo il dato o l'evidenza che sta alla base del messaggio, sono supportati da immagini suggestive ed auto-esplicative, come grafici, diagramma, immagini satellitari, mappe, tabelle, ecc... Molto spesso queste immagini vengono riassunte in presentazioni o poster che servono a supportare il comunicatore o, in contrasto, senza l'ausilio di particolari strumenti, semplicemente con la presentazione di uno specifico argomento o la discussione generale di un tema con il pubblico. Infine, i social media sono divenuti strumento molto importante, forse indispensabile, nella divulgazione di ogni genere di messaggio.
Responsabili e attori coinvolti	Regione FVG; Comune di Trieste.

¹³³ Quick guide to scientific communication, Brown University, 2014

Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Spesa (Euro) in attività di divulgazione; Numero di azioni/eventi di comunicazione e divulgazione per anno; Numero e tipi di portatori d'interesse coinvolti-partecipanti (per tipo di attività o evento); Numero di programmi di educazione istituiti nelle scuole; Copertura territoriale degli eventi di divulgazione/delle attività di educazione a livello nazionale; Numero di strumenti utilizzati per la divulgazione sui cambiamenti climatici; Materiale sviluppato per la divulgazione dei cambiamenti climatici; Numero di amministratori pubblici che hanno ricevuto una formazione sull'adattamento.
Tempi	2022-2030.
Costi	Non quantificabili.

4.4.2.16. Sensibilizzare gli attori del settore dei trasporti sull'adattamento ai cambiamenti climatici



Settore	Trasporti.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Migliorare la conoscenza e sensibilizzare, formare e coinvolgere i principali attori del settore trasporti sull'adattamento al cambiamento climatico.
Attività	Sensibilizzare gli attori dei grandi nodi infrastrutturali (aeroporti, porti, centri logistici) ad uno sviluppo infrastrutturale ed una gestione attenta ai cambiamenti climatici.
Descrizione	<p>Il settore dei trasporti è uno tra i settori che emettono di più e aggravano maggiormente il fenomeno del cambiamento climatico. Allo stesso tempo, è tra quelli maggiormente affetti. L'interazione tra clima e trasporto è sempre più studiata attraverso valutazioni e/o rapporti pubblicati dalle più famose organizzazioni a livello mondiale (IPCC, UNEP, EEA, ecc...), dai risultati di numerosi progetti di ricerca, o da altre fonti di conoscenza che tentano di identificare possibili sinergie tra le misure di adattamento e la riduzione dell'impatto sul clima causato da questo settore. In linea con quanto detto, l'ultimo rapporto dell'IPCC [AR5] delinea infatti che le misure di adattamento, come il potenziamento infrastrutturale ed il miglioramento della gestione del rischio climatico, possono avere numerosi co-benefici con la riduzione delle emissioni di questo settore. Numerosi di questi co-benefici vengono ulteriormente approfonditi dai rapporti dell'EEA¹³⁴. Inoltre, numerosi progetti di ricerca che riguardano lo studio e lo sviluppo di metodologie di analisi delle vulnerabilità di questo settore sono stati finanziati dal programma per la ricerca e lo sviluppo tecnologico (FP7) e da Horizon 2020. Questi programmi hanno finanziato progetti come ECCONET, WEATHER, EWENT, MOWE-IT, RESIST, FORESEE, SAFEWAY e PANOPTIS, ecc... che hanno prodotto conoscenza e risultati volti ad aumentare la resilienza del settore dei trasporti ai cambiamenti climatici. Questa azione propone di potenziare le attività di sensibilizzazione riguardo agli impatti dei cambiamenti climatici e sulle opportunità di adattamento attraverso meeting, seminari, materiale stampato e campagne sociali rivolte in particolare ai portatori di interesse o responsabili del settore dei trasporti.</p>
Responsabili e attori coinvolti	Ministero; Enti locali; Autorità coinvolte; Operatori di settore; Gestori del sistema Regione FVG; Comune di Trieste.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Spesa (Euro) in attività di divulgazione; Numero di azioni/eventi di comunicazione e divulgazione per anno; Numero e tipi di portatori d'interesse coinvolti-partecipanti (per tipo di attività o evento); Numero di

¹³⁴ Adaptation of transport to climate change in Europe, EEA, 2014

programmi di educazione istituiti nelle scuole; Copertura territoriale degli eventi di divulgazione/delle attività di educazione a livello nazionale; Numero di strumenti utilizzati per la divulgazione sui cambiamenti climatici; Materiale sviluppato per la divulgazione dei cambiamenti climatici; Numero di amministratori pubblici che hanno ricevuto una formazione sull'adattamento.

Tempi 2022-2030.

Costi Non quantificabili.

4.4.2.17. Integrazione dell'adattamento climatico nella pianificazione e progettazione della mobilità sostenibile



Settore	Trasporti.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Integrare i rischi connessi al cambiamento climatico nella pianificazione e progettazione verso la resilienza e l'adattamento nel settore dei trasporti.
Attività	Valutare la sinergia ed i co-benefici della mobilità sostenibile e della mobilità dolce (mitigazione ed adattamento).
Descrizione	Questa azione mira ad identificare gli impatti dei cambiamenti climatici sul settore dei trasporti, alla definizione di soluzioni ed alla loro integrazione nella pianificazione e nella progettazione di questo settore. Alcune delle buone pratiche utilizzate in altri Comuni sono state le seguenti: i) raccolta delle migliori metodologie, pratiche e soluzioni volte ad aumentare la resilienza del settore dei trasporti; ii) sviluppo di strategie preventive, predittive e reattive per aumentare la resilienza della rete del trasporto; iii) potenziamento delle ispezioni ed introduzione di analisi predittive per infrastrutture stradali come ponti e/o gallerie; iv) studio di percorsi alternativi e servizi in caso di eventi climatici estremi; v) sensibilizzazione sui rischi che vengono corsi durante eventi climatici estremi e delle soluzioni in caso di emergenza; vi) studio delle soluzioni per il drenaggio dell'acqua in caso di piogge o allagamenti, e introdurre elementi infrastrutturali per la protezione dalle frane; vii) utilizzo di tecnologie innovative (come per esempio immagini satellitari, sensoristica, ICT, ecc...), per anticipare gli impatti causati dagli eventi estremi; viii) utilizzo di social media o altre piattaforme per dare l'allerta e migliorare i tempi di risposta da parte dei cittadini; ix) sviluppo di una rete flessibile e resiliente di trasporto intermodale; x) analisi di modelli climatici ad alta risoluzione per determinare il rischio climatico e i danni attesi ¹³⁵ .
Responsabili e attori coinvolti	Ministero dei Trasporti; Regione FVG; Comune di Trieste; Amministrazioni locali.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Numero dei piani di gestione infrastrutture di trasporto / di mobilità e di traffico urbano; Numero di città con un piano di mobilità e traffico urbano che considera gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici; Stato di attuazione degli standard per le infrastrutture di trasporto revisionati a causa dei cambiamenti climatici.
Tempi	2022-2030.
Costi	Non quantificabili.

¹³⁵ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/eu-adaptation-policy/sector-policies/transport>

4.4.2.18. Promozione di interventi di riqualificazione del costruito e di aumento del verde urbano (intervento I)



Settore	Salute; Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi; Disagi per operatori che lavorano all'esterno; Riduzione e/o perdita di habitat e biodiversità terrestri; Spostamento degli areali di diverse specie e modifica della fisiologia delle specie.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo.
Obiettivo	Promuovere interventi sperimentali di adattamento in aree periurbane, periferie, centri storici e spazi pubblici; Contrastare la perdita di biodiversità e l'invasione di specie aliene; Adeguare i corridoi ecologici e le aree protette al cambiamento degli areali delle specie; Ridurre il consumo di suolo e ripristinare le aree dismesse.
Attività	Realizzazione di spazi verdi in ambito urbano o di forestazione periurbana, funzionali a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici; Utilizzo di materiali riflettenti/basso assorbimento di calore, per utilizzi orizzontali e verticali, ad esempio per pavimentazioni/arredo urbano, strutture ombreggianti; Realizzazione di interventi di edilizia climatica, tetti e pareti verdi, boschi verticali, barriere alberate ombreggianti, sistemi di coibentazione e ventilazione naturale, tetti freddi e tetti ventilati.
Descrizione	Il processo di urbanizzazione solitamente causa un accumulo di calore in specifiche zone delle città, fenomeno riferito come l'effetto di isole di calore urbane. Le isole di calore sono zone urbanizzate che registrano temperature superiori rispetto alle zone circostanti a causa della presenza di edifici, strade, e altre infrastrutture grigie che assorbono la temperatura solare in modo maggiore rispetto ad ambienti naturali come le foreste ed i flussi d'acqua. L'incremento di verde urbano e di corridoi ecologici, se collocati in maniera adeguata, possono migliorare la ventilazione nelle città, permettendo di creare canali di aria necessari al raffrescamento dell'area urbana riducendo in tal modo l'effetto delle isole di calore. Infine, la presenza di corridoi ecologici permette alle aree naturali confinanti le città, che generalmente vengono a frammentarsi a causa dell'espansione del territorio urbano, di creare canali di comunicazione, dove specie animali e vegetali possono disperdersi. Grazie alle numerose tecniche esistenti, la creazione di spazi di verde urbano e di corridoi ecologici è possibile in molti tipi di città, anche nei territori densamente urbanizzati. Per esempio, l'installazione di tetti e di fiancate verdi sono sempre più frequenti siccome permettono un

raffrescamento in estate e allo stesso tempo aumentano l'isolazione termica in inverno¹³⁶.

Tra gli interventi che compongono il progetto sperimentale di adattamento ai cambiamenti climatici in oggetto, sviluppato dal Comune di Trieste, si prevede di effettuare miglioramenti selvicolturali al bosco, attraverso la messa a dimora di piantine forestali, principalmente *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Crataegus monogyna* e *Sorbus torminalis*, previo taglio di alcuni esemplari a portamento arbustivo di frassino orniello e di carpino nero o di alcune infestanti. L'intervento trova giustificazione nell'assenza di rinnovazione naturale di rovere, legata alla elevata predazione delle ghiande operata dal cinghiale e agli effetti deleteri del riscaldamento climatico sulle giovani piantine, con il conseguente anormale sviluppo di un piano dominato formato da orniello e carpino nero che sta determinando una notevole semplificazione ecologica e strutturale del bosco. Con l'intervento in oggetto, si vuole favorire la dominanza delle querce in quanto queste latifoglie hanno una elevatissima valenza ecologica fornendo habitat e nutrimento ad una moltitudine di insetti oltre a micro e macro-mammiferi. Il querceto caducifoglio a dominanza di rovere rappresenta la vegetazione naturale nel contesto pedo-climatico del versante del Bosco Farneto quindi, con gli interventi sopra descritti, non si vuole altro che favorire l'instaurarsi dei processi evolutivi naturali della formazione forestale che oggi sono invece alterati da diversi elementi di disturbo legati soprattutto alla presenza del cinghiale e ai cambiamenti climatici. L'intervento di miglioramento selvicolturale sarà anche indirizzato al controllo delle specie infestanti alloctone (*Ailanthus altissima* soprattutto). L'obiettivo finale è quello di ripristinare l'equilibrio strutturale e il corretto dinamismo evolutivo del bosco accrescendone in maniera significativa la resilienza rispetto alle ripercussioni negative dei cambiamenti climatici oggi già più che evidenti. Migliorare la struttura del bosco e la continuità della copertura vegetale consentirà anche di esaltare tutti i servizi ecosistemici propri del bosco fra i quali:

1. l'effetto di regolazione dei deflussi superficiali e profondi delle acque e, di conseguenza, di modulazione degli apporti al sistema fognario e/o al Torrente Grande spesso in crisi in occasione di bombe d'acqua;
2. riduzione dell'effetto isola di calore a livello di tutto il macro contesto territoriale.

Inoltre, sempre con riferimento agli interventi di nuova piantumazione, si procederà alla messa a dimora, con sesti di 8 metri nelle aree limitrofe ai parcheggi del Ferdinando e in via Marchesetti, esemplari a pronto effetto di *Tilia cordata* e *Sorbus torminalis* intervallati da esemplari arbustivi di *Cornus mas* e *Crataegus monogyna*. La scelta delle specie in questione è avvenuta nel rispetto delle indicazioni dei Criteri Ambientali Minimi, risultando idonee al contesto bioclimatico e pedologico, a bassi costi manutentivi e ridotte esigenze colturali ed idriche. Trattandosi di specie autoctone non sono invasive e, inoltre, hanno un elevato valore ecologico in quanto possono fornire diverse nicchie ecologiche e luogo di alimentazione, nidificazione e alimentazione a una moltitudine di esseri viventi. Con le sistemazioni a verde si intendono ottenere i seguenti benefici:

¹³⁶ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/adaptation-options/green-spaces-and-corridors-in-urban-areas>

- rigenerazione paesaggistico ornamentale del contesto urbano;
- creazione di una copertura vegetale che intercetti una frazione delle precipitazioni e contribuisca alla riduzione dell'energia cinetica della pioggia;
- creazione di una fascia verde che contribuisca alla dispersione delle acque superficiali mediante la infiltrazione in profondità;
- aumento dell'ombreggiamento con riduzione dell'effetto isola di calore;

Questa azione propone di aumentare la resilienza delle aree urbane incrementando la dotazione di verde pubblico in una prospettiva di uso sostenibile della risorsa idrica. Le azioni sono di natura sperimentale basate su servizi ecosistemici, sulla riqualificazione del costruito e l'aumento del verde urbano. Gli interventi in oggetto, interesseranno diverse aree del Parco Farneto, e nello specifico:

- Nelle aree limitrofe ai parcheggi del Ferdinando e in via Marchesetti, verranno piantumati diverse specie arboree, al fine di mitigare gli effetti delle isole di calore con la creazione di nuove zone d'ombra;
- Nelle aree interne al bosco, si procederà con il miglioramento selvicolturale, attraverso la messa a dimora di piantine forestali, principalmente *Quercus petraea*, *Quercus pubescens*, *Crataegus monogyna* e *Sorbus torminalis*, previo taglio di alcuni esemplari a portamento arbustivo di frassino orniello e di carpino nero o di alcune infestanti. L'obiettivo finale è quello di ripristinare l'equilibrio strutturale e il corretto dinamismo evolutivo del bosco.

Responsabili e attori coinvolti	Comune di Trieste.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Numero di interventi; Estensione di comuni, periferie, centri storici coinvolti in progetti; Superficie (ha) riqualificati come verde urbano; La quantità di CO2 sequestrata (tonnellate/anno).
Tempi	2022-2023.
Costi	20.565,06€ Presentata richiesta di finanziamento al MITE nell'ambito del Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano. Decreto Direttoriale n.117 del 15/04/2021.

4.4.2.19. Aumento della superficie verde urbana e introduzione di sistemi urbani di drenaggio delle acque meteoriche



Settore	Salute; Edifici; Rifiuti; Trasporti.
Impatto/i	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi; Aumento di danni agli edifici; Aumento di danni alla rete fognaria; Disagi per operatori che lavorano all'esterno; Aumento di danni alle infrastrutture stradali; Aumento di disagi al trasporto pubblico e privato.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo; Precipitazione estrema.
Obiettivo	Promuovere interventi sperimentali di adattamento in aree periurbane, periferie, centri storici e spazi pubblici; Messa in sicurezza del territorio.
Attività	Realizzazione di spazi verdi in ambito urbano o di forestazione periurbana, funzionali a mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici; Creazione, ampliamento o rifacimento in ambito urbano di aree pedonali, parcheggi, piazze, bordi stradali, percorsi ecc., con la rimozione della pavimentazione esistente e il ripristino della permeabilità del suolo in chiave di rigenerazione urbana.
Descrizione	L'urbanizzazione ha un effetto negativo sia sui processi di accumulo urbano di calore che sui processi di intercettazione, accumulo e infiltrazione delle acque meteoriche. L'alterazione di questi processi aumenta la vulnerabilità del territorio urbano a seguito di fenomeni di caldo estremo e/o precipitazione estrema. Il collocamento mirato di superfici verdi urbane e di sistemi di drenaggio per la gestione delle acque reflue possono significativamente ridurre la vulnerabilità a questi fenomeni climatici. L'azione prevede una serie di interventi per affrontare questi pericoli tramite l'aumento della superficie verde urbana e l'installazione di sistemi di drenaggio delle acque. Il primo intervento che verrà attuato in prossimità dell'ex polstrada a Roiano comprende l'aumento della superficie verde urbana con l'introduzione di 84 unità arboree per un totale di 1.821 mq di superficie verde in terra piena. Inoltre, è pianificata l'installazione di 869 mq di vialetti drenanti su terra piana volti ad aumentare la superficie drenante. Il secondo intervento, che verrà attuato nella zona di Porto Vecchio vuole aumentare la superficie destinata al verde pubblico di 24.000 mq con l'introduzione di 80 unità arboree entro il 2024 ed altre 1.000 unità a seguire. Il terzo intervento mira a sviluppare ulteriori 5.550 mq di verde pubblico presso il Vicolo dell'Edera. Infine, sono pianificate ulteriori 40 unità arboree presso il Giardino della Maddalena, pianificate entro il 2023. Tutti gli interventi verranno effettuati secondo i Criteri Minimi Ambientali (CAM), requisiti ambientali che riguardano le fasi del processo di acquisto, volti ad individuare il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale. I CAM sono definiti nell'ambito di quanto stabilito dal Piano per

la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione [MITE¹³⁷].

Responsabili e attori coinvolti Comune di Trieste.

Stato Azione programmata.

Indicatori di monitoraggio Numero di interventi; Estensione di comuni, periferie, centri storici coinvolti in progetti; Superficie (ha) riqualificati come verde urbano.

Tempi 2022-2030.

Costi I costi totali sono stati indicati nella scheda di mitigazione 4.4.1.47

¹³⁷ https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/GPP/2020/guri_dm_63_del_2020_verde_003.pdf

4.4.2.20. Promozione di interventi di riqualificazione del costruito per incrementare la permeabilità dei suoli, l'efficienza del sistema idraulico e dell'approvvigionamento idrico (intervento I)



Settore	Salute; Edifici; Rifiuti; Acqua.
Impatto/i	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi; Disagi per operatori che lavorano all'esterno; Aumento di danni agli edifici; Aumento di danni alla rete fognaria; Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico; Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola.
Principali pericoli climatici affrontati	Precipitazione estrema; Allagamenti e acqua alte.
Obiettivo	Promuovere interventi sperimentali di adattamento in aree periurbane, periferie, centri storici e spazi pubblici; Messa in sicurezza del territorio; Migliorare l'efficienza nell'uso della risorsa idrica.
Attività	Creazione di sistemi di raccolta delle acque meteoriche, con depurazione e accumulo finalizzato al riciclo per usi non umani, per un uso più efficiente e razionale delle risorse idriche, anche con un'ottica di innovatività e di città smart; Interventi finalizzati al riciclo e riutilizzo delle acque reflue depurate, con la finalità di impiegare la risorsa idrica per altri scopi (es. agricoltura, irrigazione parchi e giardini, lavaggio stradale, usi ornamentali anche per il miglioramento della fruizione e del microclima degli spazi pubblici, ecc.) e di rinforzare pratiche di circolarità nella gestione del ciclo idrico integrato.
Descrizione	L'urbanizzazione ha un effetto negativo sui processi di intercettazione, accumulo e infiltrazione delle acque di deflusso. L'alterazione di questi processi provoca un incremento del deflusso superficiale delle acque meteorologiche e marine, aumentando l'esposizione e la vulnerabilità del territorio urbano a possibili allagamenti. L'infrastruttura verde può dare un elevato contributo alla gestione delle acque di deflusso urbane, fattore particolarmente importante in attesa di un aumento della frequenza ed intensità di eventi di precipitazione estrema e di allagamenti. L'adeguato utilizzo di infrastrutture verdi e di sistemi sostenibili di drenaggio delle acque può contribuire alla riduzione degli impatti causati da eventi di precipitazione estrema e dall'infiltrazione delle acque marine. I benefici primari di queste infrastrutture e sistemi sono la gestione delle acque superficiali attraverso il riassorbimento dell'acqua in eccesso, la ritenzione delle acque e il ritardo del picco di accumulo, riducendo in tal modo la quantità di acqua superficiale presente. Per esempio, la presenza di spazi aperti, e di particolari tipologie di suolo, in combinazione con il posizionamento strategico di apposite specie vegetali possono incrementare notevolmente il processo di infiltrazione delle acque e della loro ritenzione, nonché del graduale rilascio dell'acqua accumulata attraverso il processo naturale di evaporazione del suolo e di

evapotraspirazione delle piante. Alcuni studi hanno dimostrato che questi sistemi possono diminuire il picco di deflusso delle acque fino al 60%¹³⁸.

Si prevede di sviluppare un sistema di raccolta delle acque meteoriche, attraverso un impianto di accumulo finalizzato per usi irrigui. Verranno quindi realizzate due vasche di raccolta delle acque piovane, indicativamente di 80 m³ e di 40 m³ in corrispondenza del parcheggio di Via Marchesetti – San Luigi e in corrispondenza di una piazzola di sosta nella porzione bassa del versante a margine del Viale del Cacciatore, dotate di prevasche di decantazione della frazione solida. In entrambe i casi si procederà poi a realizzare una pavimentazione drenante riflettente con l'obiettivo di ridurre, alla piccola scala locale, le temperature, considerato che le lastre di arenaria denotano una elevata capacità di assorbimento della radiazione solare con notevole rilascio di calore per irraggiamento termico. La localizzazione delle vasche discende dalla conoscenza dei fenomeni di deflusso in questi due siti e, in particolare, dalla presenza di deflussi significativi che possono alimentare adeguatamente i serbatoi e dalla possibilità di laminare questi deflussi in maniera più efficiente riducendo in maniera efficace sia i fenomeni di erosione del suolo forestale che la quantità di acqua che si riversa e si disperde sulla viabilità esterna, in fognatura e in direzione del Torrente Grande. In quest'ultimo caso appare significativo l'obiettivo di contribuire a regolare la portata del torrente in quanto questo confluisce poi in destra idrografica del Torrente Chiave spesso in crisi per il trasporto delle piene torrentizie a mare in occasioni di importanti eventi meteorologici. Il convogliamento delle acque meteoriche verso i bacini di raccolta va reso più efficiente attraverso alcune opere di captazione e di sistemazione delle cunette, dei tombotti e delle briglie con l'obiettivo di ridurre la velocità di deflusso a monte delle vasche e, di conseguenza, di ridurre il trasporto di materiali solidi che andrebbero in breve tempo a colmare i serbatoi. L'obiettivo principale che si vuole ottenere è quello di ridurre la dispersione sulla viabilità e in fognatura di questa preziosa risorsa per poi poterla riutilizzare per le migliaia di interventi di irrigazione dei nuovi impianti arborei e arbustivi e delle centinaia di fioriere ornamentali presenti in città, permettendo un uso più efficiente e razionale delle risorse idriche a disposizione del Comune di Trieste.

Responsabili e attori coinvolti Comune di Trieste.

Stato Azione programmata.

Indicatori di monitoraggio Numero di interventi; Estensione di comuni, periferie, centri storici coinvolti in progetti; Superficie (ha) riqualificati come verde urbano.

Tempi 2022-2023.

Costi 434.469,74 €

Presentata richiesta di finanziamento al MITE nell'ambito del Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano. Decreto Direttoriale n.117 del 15/04/2021.

¹³⁸ <http://www.opengreenspace.com/opportunities-and-challenges/climate-change/flood-management/>

4.4.2.21. Promozione di interventi di riqualificazione del costruito per incrementare la permeabilità dei suoli, l'efficienza del sistema idraulico e dell'approvvigionamento idrico (intervento II)



Settore	Salute; Edifici; Rifiuti; Acqua.
Impatto/i	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi; Disagi per operatori che lavorano all'esterno; Aumento di danni agli edifici; Aumento di danni alla rete fognaria; Modifica/diminuzione disponibilità idriche e/o modifiche del ciclo idrologico; Riduzione della frazione di acqua disponibile nel suolo ed aumento del rischio di siccità agricola.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo; Precipitazione estrema; Allagamenti e acqua alte.
Obiettivo	Promuovere interventi sperimentali di adattamento in aree periurbane, periferie, centri storici e spazi pubblici; Messa in sicurezza del territorio; Migliorare l'efficienza nell'uso della risorsa idrica.
Attività	Creazione, ampliamento o rifacimento in ambito urbano di aree pedonali, parcheggi, piazze, bordi stradali, percorsi ecc., con la rimozione della pavimentazione esistente e il ripristino della permeabilità del suolo in chiave di rigenerazione urbana; Sperimentazione sugli spazi pubblici di soluzioni per il drenaggio urbano sostenibile, intese in chiave di rigenerazione urbana, come le piazze/spazi multifunzione o strutture, vasche, serbatoi deputati alla raccolta e al deflusso dell'acqua meteorica in caso di precipitazioni particolarmente intense.
Descrizione	Il contesto urbano, sia a livello paesaggistico che ornamentale, adiacente alla Villa e al parcheggio del Ferdinando necessitano di una rigenerazione in grado di portare ulteriori benefit, come la creazione di una copertura vegetale in grado di mitigare gli effetti delle ondate di calore, dunque delle isole di calore, molto presenti sul territorio, come affermato nei precedenti interventi, e di intercettare una parte delle precipitazioni, riducendone inoltre l'energia cinetica della pioggia. Infine, la struttura del parcheggio allo stato attuale non consente la dispersione in profondità delle acque superficiali. L'intervento prevede la sostituzione della pavimentazione impermeabile del parcheggio a servizio del Parco Urbano Farneto, adiacente al Ferdinando, con l'obiettivo di ripristinare la permeabilità del suolo, favorire i processi di infiltrazione dell'acqua e di ricarica delle falde oltreché indirizzare il deflusso delle acque meteoriche generate in caso di precipitazione intense anziché verso la via limitrofa, verso gli spazi verdi alberati adiacenti al parcheggio e verso il bosco. Un'adeguata profilazione delle pendenze, infatti, consentirà di ottenere un deflusso orizzontale esteso e non concentrato, con una maggiore efficacia dell'apporto idrico necessario a soddisfare le esigenze della vegetazione e nell'alimentare le falde. Si utilizzerà un conglomerato ecologico drenante fonoassorbente, con elevata riflettanza solare (albedo)

che consentirà di ottenere una riduzione localizzata delle temperature, con mitigazione del contributo di questi ambiti all'effetto isola di calore urbana. Gli interventi prevedono lo scasso del crostone formatosi a seguito di continue ricariche di misto cava per poi procedere alla regolarizzazione dei profili e alla posa in opera del tessuto sul quale eseguire la predisposizione di un letto di posa in materiale arido per la successiva fase di formazione della pavimentazione in conglomerato drenante. In questo contesto, inoltre, si prevede la realizzazione di una fascia verde centrale, in direzione della quale orientare le pendenze di una porzione del parcheggio per sostenere le esigenze idriche della vegetazione e ridurre le necessità di irrigazioni di soccorso nei primi anni post impianto.

Responsabili e attori coinvolti Comune di Trieste.

Stato Azione programmata.

Indicatori di monitoraggio Numero di interventi; Estensione di comuni, periferie, centri storici coinvolti in progetti; Superficie (ha) riqualificati come verde urbano.

Tempi 2022-2022.

Costi 196.060,00 €

Presentata richiesta di finanziamento al MITE nell'ambito del Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano. Decreto Direttoriale n.117 del 15/04/2021.

4.4.2.22. Migliorare la conoscenza delle criticità idrauliche del torrente Chiave e dei rischi ad esso associati



Settore	Salute; Edifici; Rifiuti; Trasporti.
Impatto/i	Aumento di ricoveri/accessi alle strutture sanitarie per patologie attribuibili a eventi climatici estremi; Disagi per operatori che lavorano all'esterno; Aumento di danni agli edifici; Aumento di danni alla rete fognaria; Aumento di danni alle infrastrutture stradali; Aumento di danni alle infrastrutture di trasporto portuali.
Principali pericoli climatici affrontati	Precipitazione estrema; Allagamenti e acqua alte.
Obiettivo	Promuovere interventi sperimentali di adattamento in aree periurbane, periferie, centri storici e spazi pubblici; Aumentare conoscenza, educazione e formazione su vulnerabilità e adattamento a livello urbano; Messa in sicurezza del territorio; Migliorare l'efficacia dei sistemi di monitoraggio, allerta e intervento in caso di emergenze ai servizi di trasporto.
Attività	Misure finalizzate a migliorare le conoscenze a livello locale (es. implementazione di banche dati climatiche/impatti/vulnerabilità, sistemi ICT predittivi, rafforzamento dei sistemi di monitoraggio, ricerca di nuove fonti di approvvigionamento idrico in ambito urbano, ecc.), nonché alla redazione di strumenti di pianificazione comunale di adattamento ai cambiamenti climatici; Misure finalizzate a migliorare la capacità di previsione a livello locale (es. scenari climatici, analisi di rischio, ecc.); Misure di sensibilizzazione, formazione, partecipazione sull'adattamento a livello locale e sulla riduzione della vulnerabilità specifica per gli operatori locali e per la rete dei portatori di interesse.
Descrizione	L'intervento consiste nel rilievo del bacino idraulico afferente agli affluenti del torrente Chiave attraverso metodologie idonee ad una rappresentazione tridimensionale dello stesso. In particolare, si richiede il rilievo in campo georeferenziato, la modellazione del dato rilevato e conseguente analisi, la predisposizione di formati di output compatibili con l'utilizzo in sistemi BIM, GIS e di modellazione idraulica. L'analisi storica dello sviluppo urbanistico della città di Trieste ci descrive come i bacini imbriferi che alimentano i principali torrenti nel comprensorio comunale sono caratterizzati da canali che nei tratti a monte sono corsi d'acqua a cielo aperto e nei tratti a valle sono classificati quali reti di drenaggio urbano (cfr LR FVG n.11/2015). Tale particolare configurazione del sistema di deflusso, in parte a cielo aperto e in parte "tombinata", costituisce un punto di attenzione per la resilienza del territorio qualora soggetto ad eventi meteorologici importanti. Il trasporto solido che si innesta nei tratti di torrente a cielo aperto durante gli eventi di piena genera la formazione di accumuli di materiale litico/ligneo sia all'imbocco del tratto tombinato che lungo l'asta del canale sotterraneo; la

conseguente riduzione della capacità di deflusso del torrente dettata dalla riduzione della sezione libera determina un potenziale incremento della pericolosità idraulica, specialmente in prossimità dello sbocco a mare dove il materiale tende a sedimentare.

Considerato che la tendenza all'incremento della frequenza di eventi meteorologici critici nonché all'innalzamento del livello del mare potrà determinare un progressivo aumento della criticità idrogeologica e idraulica sul territorio se non opportunamente governato.

Il rilievo del bacino idraulico effettuato dal Comune intende provvedere, in accordo con gli Enti territoriali competenti, a sviluppare un Piano di Gestione del territorio finalizzato alla mitigazione del rischio idraulico procedendo per bacini prioritari, secondo l'approccio condiviso nell'Accordo di Programma tra Regione FVG, Comune di Trieste, Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale (ASPMAO) e Autorità Unica per i Servizi Idrici e Rifiuti (AUSIR) avente ad oggetto un "Piano di interventi finalizzato alla prevenzione del Rischio Idraulico nel bacino idrografico del torrente Chiave e dei suoi affluenti nel Comune di Trieste", sottoscritto nel febbraio 2021. Il progetto proposto si inserisce nell'ambito delle attività previste nell'Accordo di Programma e ha quale obiettivo la digitalizzazione del bacino imbrifero del torrente Farneto, affluente del torrente Chiave, utilizzando un metodo innovativo di acquisizione dei dati, in grado di elaborare una modellazione tridimensionale dell'alveo, indispensabile per un approccio gestionale di tipo BIM. Il torrente Chiave, con i suoi 1500 ettari complessivi, è il corso d'acqua con il bacino imbrifero più esteso all'interno del territorio comunale; il suo tracciato oltrepassa il centro cittadino e termina nell'ex Porto Vecchio, area strategica recentemente sdemanializzata e ora in fase di riqualificazione. Il torrente Farneto, suo affluente, ha una lunghezza complessiva di circa 5 km dei quali 3 km a cielo aperto; sorge in prossimità dell'abitato di Longera per scorrere poi in superficie nella vallata tra il Bosco del Cacciatore (o del Farneto) e Guardiella fino a giungere nei pressi del viale al Cacciatore dove viene tombinato. L'estensione complessiva del bacino è di circa 900 ettari. Il corso d'acqua, lungo il suo percorso, è alimentato da diversi compluvi, in gran parte nella sinistra orografica provenienti dal Bosco del Farneto, dotati di briglie che, dalle informazioni assunte nella Tavola Geomorfologica, idrografia superficiale allegata al P.R.G.C., risultano in gran parte da risistemare; lo stesso elaborato grafico evidenzia lungo il tracciato la presenza di aree di instabilità geostatica diffusa, dissesti geologici desunti da catasto regionale e aree di frana o paleo frana desunta da fotointerpretazione nonché zone localizzate dove sono presenti eventi franosi di modeste dimensioni e accumuli di frana.

Il progetto prevede perciò di effettuare un'accurata campagna di rilievo plano-altimetrico dell'intero bacino afferente al torrente Farneto attraverso acquisizione di dati con l'ausilio di diverse tecnologie che per tali applicazioni specifiche rivestano carattere di innovazione:

- a) aereo-fotogrammetria con drone;
- b) sistema Laser Scanner mobile;
- c) Laser Scanner a stazione.

Responsabili e attori coinvolti	Comune di Trieste; Amministrazioni locali; RAFVG; Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale (ASPMAO); Autorità Unica per i Servizi Idrici e Rifiuti (AUSIR).
--	--

Stato	Azione programmata.
--------------	---------------------

Indicatori di monitoraggio	Numero di interventi; Estensione di comuni, periferie, centri storici coinvolti in progetti; Superficie (ha) riqualificati come verde urbano.
Tempi	2022-2030.
Costi	128.905,20 € Presentata richiesta di finanziamento al MITE nell'ambito del Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano. Decreto Direttoriale n.117 del 15/04/2021.

4.4.2.23. Formazione ed educazione sui rischi climatici per la salute



Settore	Salute.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Promuovere la formazione e l'educazione sui rischi climatici per la salute.
Attività	Programmi di educazione ambientale nelle scuole che comprendono anche comportamenti protettivi e tutelativi che riguardano l'esposizione a danni diretti ed indiretti dovuti ai cambiamenti climatici.
Descrizione	<p>Dal punto di vista della salute umana, pur ritenendo che possono esistere alcuni benefici locali dovuti ai cambiamenti climatici, come una riduzione di mortalità e morbilità a causa di inverni più miti, o un aumento della produzione di cibo e alimenti in alcune particolari aree geografiche, è ampiamente sostenuto che la maggior parte degli effetti dovuti ai cambiamenti climatici, in particolar modo a seguito di eventi estremi, saranno strettamente negativi sulla salute umana. Alcuni di questi saranno un'aria meno pulita, la riduzione della qualità di acqua potabile, una generale diminuzione di sicurezza alimentare ed un aumento delle situazioni di pericolo immediato e di stati di emergenza.</p> <p>Il caldo estremo, che aumenterà sia in frequenza che in intensità, contribuirà direttamente all'aumento di mortalità e morbilità da malattie cardiovascolari e respiratorie, in particolare tra le persone anziane. Per fare un esempio, si ritiene che, a seguito dell'ondata di calore registrata nel 2003, in Europa siano decedute più di 70.000 persone. Inoltre, temperature elevate causano un aumento dei livelli di ozono e di altri agenti atmosferici inquinanti, così come di pollini e altri allergeni, che hanno un effetto negativo sul sistema cardiovascolare e respiratorio. In modo simile, gli eventi di precipitazione estrema e di allagamenti, dovuti sia per il deflusso delle acque piovane che per infiltrazione di acque marine a causa dell'innalzamento generale del livello del mare e di eventi di <i>storm surge</i>, che sono aumentati in modo significativo negli ultimi anni, hanno il potenziale di mettere a rischio intere aree urbane e la popolazione residente, diminuire la quantità e qualità delle risorse idriche potabili, diminuire il livello di igiene generale e creare condizioni ideali per l'invasione e l'espansione di specie patogene ed un aumento di malattie infettive. Le persone più vulnerabili saranno quelle con patologie pregresse, gli anziani e i bambini¹³⁹.</p> <p>Questa azione vuole promuovere la sensibilizzazione dei cittadini e dei portatori di interesse sui rischi alla salute legati al cambiamento climatico. Mira ad aumentare la spesa per le iniziative di divulgazione e comunicazione attraverso l'incremento di programmi di educazione, in particolar modo nelle scuole e/o attraverso nuove piattaforme di comunicazione. L'obiettivo sarà</p>

¹³⁹ <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

	di aumentare il numero di persone consapevole sui rischi del cambiamento climatico sulla salute.
Responsabili e attori coinvolti	MATTM; MIUR; Ministero della Salute; Regione FVG; Enti Locali; Comune di Trieste.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Spesa in attività di divulgazione; Numero di azioni/eventi di comunicazione e divulgazione per anno; Numero e tipi di portatori d'interesse coinvolti-partecipanti (per tipo di attività o evento); Numero di programmi di educazione istituiti nelle scuole; Copertura territoriale degli eventi di divulgazione/delle attività di educazione a livello nazionale; Numero di strumenti utilizzati per la divulgazione sui cambiamenti climatici; Materiale sviluppato per la divulgazione dei cambiamenti climatici; Numero di amministratori pubblici che hanno ricevuto una formazione sull'adattamento.
Tempi	2022-2030.
Costi	Non quantificabili.

4.4.2.24. Definizione dei ruoli degli enti pubblici per il controllo degli insetti vettori di malattie



Settore	Salute.
Impatto/i	Aumento dell'incidenza di malattie infettive da vettore dovuta all'insediamento di nuove specie-vettori.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo.
Obiettivo	Potenziamento della governance del rischio da malattie infettive.
Attività	Disciplina dei ruoli (e della loro integrazione) svolti a vari enti territoriali preposti alla prevenzione ed al controllo sostenibile degli insetti vettori di malattie in aree urbane.
Descrizione	<p>Un vettore è definito come un organismo capace di trasmettere un patogeno da un animale/umano infetto ad un altro non infetto. L'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) identifica una serie di patogeni pericolosi come, per esempio, la malaria, lo Zika, la malattia di Lyme, la Leishmaniosi o l'encefalite da zecca. Generalmente, le aree geografiche più a rischio di queste malattie sono quelle tropicali e subtropicali, in particolare dove le condizioni socioeconomiche sono precarie.</p> <p>Il clima ha un'influenza molto importante sulla dinamica di trasmissione, sulla diffusione geografica, e sulla ricorrenza dei patogeni, che include sia un effetto diretto sul patogeno, sul vettore di trasmissione, e sull'organismo ospite, sia un effetto meno diretto di alterazione dell'intero ecosistema, che tenderebbe a promuovere l'interazione tra il vettore infetto e l'animale/umano non infetto. Nella maggior parte dei casi, i vettori di trasmissione sono artropodi, ovvero organismi ectotermi che dipendono molto dalle temperature dell'ambiente esterno¹⁴⁰. Anche se l'interazione è complessa, e dipende da molti fattori, in linea generale ci si aspetta che l'aumento delle temperature provochi un aumento dei vettori di trasmissione. Allo stesso modo, l'interazione tra vettori e tra precipitazioni ed umidità rimane molto complessa e dipendente da ulteriori fattori, ma anche in questo caso ci si aspetta che un clima più umido sia più favorevole alla crescita di vettori ed organismi patogeni.</p> <p>In Europa, le più importanti malattie infettive trasmesse da vettore sono la malaria e la malattia di Lyme che vengono trasmesse rispettivamente da zanzare e zecche. Secondo le previsioni climatiche, in Europa si prevedono estati più calde e inverni più miti e umidi, ovvero condizioni che diminuirebbero la mortalità di questi (e altri) vettori durante l'inverno e/o creerebbero nuovi areali per la loro crescita o l'insediamento di nuove specie-vettori¹⁴¹.</p> <p>Questa azione mira allo sviluppo di uffici dedicati alla prevenzione ed al controllo di malattie infettive trasmesse dall'invasione di nuove specie-</p>

¹⁴⁰ Rocklow et al., 2020

¹⁴¹ Githeko et al., 2000

	vettori. Vuole migliorare la collaborazione tra le amministrazioni pubbliche attraverso la definizione di ruoli chiavi, l'assegnazione di fondi e la sensibilizzazione dei cittadini.
Responsabili e attori coinvolti	Enti locali; Comune di Trieste.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Spesa (Euro) in attività di divulgazione; Numero di azioni/eventi di comunicazione e divulgazione per anno; Numero e tipi di portatori d'interesse coinvolti-partecipanti (per tipo di attività o evento); Numero di programmi di educazione istituiti nelle scuole; Copertura territoriale degli eventi di divulgazione/delle attività di educazione a livello nazionale; Numero di strumenti utilizzati per la divulgazione sui cambiamenti climatici; Materiale sviluppato per la divulgazione dei cambiamenti climatici; Numero di amministratori pubblici che hanno ricevuto una formazione sull'adattamento.
Tempi	2022-2030.
Costi	Non quantificabili.

4.4.2.25. Sensibilizzazione di decisori e cittadini sui problemi della desertificazione e del degrado del territorio e degli impatti della siccità



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Sensibilizzazione di decisori e cittadini sui problemi della desertificazione e del degrado del territorio e degli impatti della siccità.
Attività	Formazione, informazione, educazione. Trasferimento di conoscenze e di informazioni sugli impatti del cambiamento climatico in ambito scolastico e pubblico e sulla desertificazione e del degrado del territorio e sugli impatti della siccità.
Descrizione	<p>Gli eventi di siccità sono strettamente legati al fenomeno della desertificazione e del degrado del territorio. Quando persistente nel periodo di mesi e anni, l'occorrenza di fenomeni siccitosi può portare alla desertificazione e al degrado di grandi porzioni di territorio, con significanti impatti ambientali, sociali ed economici. Il degrado del territorio è definito come il processo di conversione di un terreno fertile in terreno non-fertile o non produttivo, mentre nei casi più estremi il terreno diviene completamente secco e inutilizzabile attraverso il processo di desertificazione. Spesso, in combinazione con l'evento naturale siccitoso, a contribuire al degrado e alla desertificazione di un territorio è il tipo di utilizzo del terreno da parte dell'uomo. Per esempio, inadeguate pratiche di coltivazione, come l'utilizzo di monoculture o il sovrasfruttamento delle risorse del terreno possono aggravare il fenomeno di degrado/desertificazione forse in maniera ancora più significativa rispetto al fenomeno di siccità¹⁴². Per citare alcuni impatti, un terreno degradato/desertificato diminuisce la quantità e qualità di cibo e alimenti prodotti, è povero di biodiversità ed è più prone allo sviluppo di incendi. Questa azione propone il potenziare il processo di divulgazione, sensibilizzazione e formazione, sia per accrescere la consapevolezza di una molteplicità di soggetti pubblici e privati rispetto ai fenomeni di desertificazione e del degrado del territorio e siccità, sia per promuovere i cambiamenti comportamentali necessari ad aumentare la resilienza e promuovere un'efficace gestione degli impatti. Le azioni proposte si rivolgono ad una pluralità di soggetti e portatori di interesse sia pubblici che privati.</p>
Responsabili e attori coinvolti	MATTM; MIUR; Regioni; Autorità; Distretto Idrografico; Enti Preposti alla gestione dell'emergenza incendi; Enti di Ricerca; Enti operanti nell'istruzione; Ordini professionali.
Stato	Azione programmata.

¹⁴² <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/desertification-and-drought>

Indicatori di monitoraggio	Stato di attuazione delle procedure normative.
Tempi	2022-2030.
Costi	Non quantificabili.

4.4.2.26. Migliorare la gestione delle aree protette



Settore	Agricoltura e foreste.
Impatto/i	Perdita della biodiversità o variazione della composizione specifica arborea delle foreste.
Principali pericoli climatici affrontati	Caldo estremo; Siccità; Incendi boschivi.
Obiettivo	Tutelare e conservare la biodiversità e aumentare la resilienza nel settore forestale.
Attività	Miglioramento nella gestione delle aree protette.
Descrizione	<p>Le foreste hanno la capacità di mitigare il cambiamento climatico attraverso l'assorbimento di carbonio dall'atmosfera. Allo stesso tempo, se degradate o distrutte, rilasciano carbonio in atmosfera contribuendo significativamente al cambiamento del clima. Un'area protetta forestale viene definita come "uno spazio geografico chiaramente delimitato, riconosciuto, dedicato e gestito, che viene creato con l'obiettivo di salvaguardare a lungo termine la natura ed i relativi servizi ecosistemici ed il suo valore culturale"¹⁴³. Le aree protette offrono rifugio, cibo, e molte altre risorse a beneficio della popolazione e delle specie animali e vegetali endemiche. Le aree forestali protette sono e saranno affette dal cambiamento climatico in molte maniere. Per esempio, ci si aspetta la migrazione di specie endemiche verso aree con condizioni climatiche più favorevoli, e allo stesso tempo l'invasione di specie aliene che andranno a competere con le specie locali. Inoltre, si perderanno molti dei servizi ecosistemici e dei valori culturali caratteristici del luogo. L'importanza delle aree forestali protette in riguardo al cambiamento climatico è molteplice: i) supportano specie a adattarsi al cambiamento climatico e salvaguardano le specie da eventi climatici estremi offrendo rifugio a corridori di migrazione; ii) proteggono la popolazione da allagamenti, siccità e da altri disastri naturali; iii) indirettamente, supportano l'economia ad adattarsi riducendo i costi degli impatti negativi degli eventi climatici estremi.</p> <p>La gestione delle aree protette forestali dovrà, quindi, considerare il cambiamento climatico e introdurre alcune azioni specifiche che supporterebbero la salvaguardia dell'area protetta, come per esempio: i) definire e utilizzare degli indicatori specifici per misurare l'impatto del cambiamento climatico sull'area protetta; ii) sviluppare una rete di aree protette che, a differenza di aree protette frammentate, includano buffer, connessioni e corridori di migrazione e riducano barriere e ostacoli di movimento delle specie; iii) estendere le esistenti aree protette e creare delle nuove; iv) migliorare la gestione attraverso tecniche di riforestazione, ristorazione, sorveglianza, e/o salvaguardia da eventi estremi come incendi boschivi; v) garantire la conservazione delle aree protette a lungo termine attraverso lo sviluppo di strategie e piani che beneficino la popolazione locale</p>

¹⁴³ Mansourian et al., 2008

e le sue attività. Qui un ruolo molto importante riveste l'amministrazione locale e i decisori politici che devono assicurare le condizioni legali e istituzionali che permettano alle persone di beneficiare direttamente dalle aree protette. Questa azione propone quindi di aggiornare e potenziare le strategie ed i piani relativi alla gestione delle aree forestali protette.

Responsabili e attori coinvolti Regione FVG; Comune di Trieste.

Stato Azione programmata.

Indicatori di monitoraggio Numero di progetti del Programma di Sviluppo Rurale (PSR); Numero dei piani di gestione aree protette / forestali / incendi; Numero di programmi e piani settoriali che prendono in considerazione l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Tempi 2022-2030.

Costi Non quantificabili.

4.4.2.27. Promuovere la ricerca scientifica per comprendere l'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Aumentare la conoscenza dei cambiamenti in atto negli ecosistemi marini Mediterranei.
Attività	Promuovere la ricerca scientifica per comprendere l'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini.
Descrizione	<p>Le zone e le comunità costiere, i mari e gli oceani sono enormemente impattati dall'aumento di CO₂ e di altri gas ad effetto serra che causano i cambiamenti climatici. Questi impatti riguardano principalmente l'aumento delle temperature, l'acidificazione e l'anossia di mari ed oceani. Questi impatti causano a loro volta la variazione nella sua componente chimica, nella circolazione, l'aumento del livello medio del mare, l'incremento degli episodi di <i>storm surge</i>, come la variazione nella biodiversità e nell'abbondanza di specie marine. Questi fenomeni minacciano la sicurezza fisica, economica e alimentare delle comunità locali e globali. Inoltre, il cambiamento climatico indebolisce l'abilità dei mari e degli oceani, così come delle coste, di fornire servizi ecosistemici critici come il cibo, l'assorbimento di carbonio, o la generazione di ossigeno.</p> <p>Questa azione vuole promuovere la ricerca sugli impatti e le risposte degli ecosistemi marini ai cambiamenti climatici attraverso l'incremento di programmi di ricerca e l'assegnazione di fondi. Intende rafforzare la ricerca scientifica sulla risposta ai cambiamenti climatici dei vari livelli gerarchici di organizzazione degli ecosistemi marini e promuovere la collaborazione tra gli enti territoriali.</p>
Responsabili e attori coinvolti	MATTM; MIUR; Enti di Ricerca; Università.
Stato	Azione programmata.
Indicatori di monitoraggio	Spesa in progetti di ricerca sugli impatti dei cambiamenti climatici e l'adattamento (considerando anche diversi tipi di fondi); Numero di studi e progetti finanziati (nazionali e internazionali); Numero di partners coinvolti nei consorzi dei progetti; Composizione dei consorzi (numero di persone e % di provenienza dalla ricerca o dalla politica; proxy per la co-produzione di conoscenza); Copertura dei progetti di ricerca finanziati (per es. discipline, settori, temi specifici, tipo di ecosistema e gruppo di servizi ecosistemici (di fornitura o approvvigionamento, di regolazione, culturali, di supporto)); Stima dei costi e benefici economici (Euro) e ambientali delle varie soluzioni di adattamento e dell'inazione. Stima dei costi e benefici economici e ambientali delle varie soluzioni di adattamento e dell'inazione; Numero di inventari degli impatti dei cambiamenti climatici sui diversi settori socio-economici e principali ecosistemi.

Tempi 2022-2030.

Costi Non quantificabili.

4.4.2.28. Pianificazione e gestione delle aree marine protette



Settore	Ambiente e biodiversità.
Impatto/i	Impatti trasversali.
Principali pericoli climatici affrontati	Tutti i pericoli climatici.
Obiettivo	Conservazione e protezione degli ambienti marini naturali per il mantenimento di alti livelli di funzionalità e produzione di beni e servizi ecosistemici.
Attività	Pianificazione e gestione delle aree marine protette.
Descrizione	<p>L'ecosistema marino è un importante fonte di cibo, lavoro e guadagno, di protezione, biodiversità ed assorbimento di carbonio atmosferico. Si ritiene, però, che la pressione antropica sull'ecosistema marino sia destinata ad aumentare. Infatti, l'acquacoltura e la pesca intensiva, il turismo marittimo e costiero, le attività portuali e/o gli impianti eolici fuori costa duplicheranno o triplicheranno nei prossimi 10 anni¹⁴⁴. Queste attività causeranno il sovrasfruttamento di risorse marine, l'inquinamento, la distruzione del habitat marino, l'invasione di specie aliene, ecc... Infine, in aggiunta all'impatto antropico diretto, il cambiamento climatico sta avendo un effetto devastante sulle specie e sugli ecosistemi marini, provocando estinzioni di massa e il degrado dell'intero ecosistema.</p> <p>La definizione e la gestione di aree marine protette è molto importante per alleviare o rendere sostenibili le diverse pressioni antropiche esercitate sull'ecosistema marino. Altri strumenti legislativi molto utili alla riduzione della pressione antropica sull'ecosistema marino sono la pianificazione dello spazio marittimo/marino, la limitazione spazio-temporale nella pesca intensiva o l'introduzione di limiti di cattura o quote di cattura del pesce, come di requisiti, licenze e/o divieti di vario genere. Questi strumenti devono necessariamente essere accompagnati da studi e rapporti sullo stato dell'ambiente marino locale.</p> <p>Considerando la vastità, la multidimensionalità e la complessità ecologica degli oceani e mari, come delle diverse pressioni antropiche esercitate in contesti diversi, è difficile sostenere che tutte le aree marine protette introdotte finora abbiano raggiunto gli obiettivi prefissati. Ci sono comunque delle buone pratiche da seguire che accumulano le aree marine protette che sono state efficaci a raggiungere i propri obiettivi. Queste sono: i) lo sviluppo di una chiara conoscenza dello stato e delle pressioni di una particolare zona marina o di un ecosistema costiero; ii) la definizione degli obiettivi di un'area marina protetta; iii) la stima dei costi ed dei benefici di un'area marina protetta; iv) la scelta strategica di nuovi siti per l'introduzione di nuove aree marine protette; v) lo sviluppo di piani di gestione delle aree marine protette; vi) il monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi attraverso lo sviluppo di protocolli di gestione; vii) la pubblicazione di frequenti rapporti dello stato</p>

¹⁴⁴ Marine Protected Areas, Economics, Management and Effective Policy Mixes, OECD, 2017

di gestione dell'area marina protetta a livello internazionale, nazionale e regionale; viii) la sorveglianza dell'area marina protetta; ix) lo sviluppo di strategie di finanziamento a lungo termine dell'area marina protetta; x) la definizione di una serie di politiche efficaci per la gestione dell'area marina protetta.

Questa azione mira quindi all'aggiornamento di piani di gestione delle aree marine protette, all'incremento di programmi e iniziative per la tutela dell'ambiente marino, alla sensibilizzazione della popolazione ed all'aumento di efficienza nel processo di sorveglianza.

Responsabili e attori coinvolti MATTM; MIUR; Enti di Ricerca; Università.

Stato Azione programmata.

Indicatori di monitoraggio Numero dei piani di gestione aree protette e di gestione integrata delle aree costiere; Numero di programmi e piani settoriali che prendono in considerazione l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Tempi 2022-2030.

Costi Non quantificabili.

5. ANALISI E GESTIONE DEI RISCHI LEGATI ALL'IMPLEMENTAZIONE DEL PAESC

Nella seguente tabella sono riportati i principali rischi associabili all'effettiva implementazione del PAESC. Per ogni rischio sono individuate una o più azioni correttive ed uno o più enti od organi responsabili della gestione del medesimo. I rischi possono essere di varia natura:

- rischi legati alla gestione multi-progettuale insita nel PAESC
- rischi legati ad instabilità governative e dissesti finanziari
- rischi di natura tecnica e di progettazione/esecuzione opere
- rischi legati alle aziende aggiudicatarie delle gare per l'implementazione del piano
- rischi di carattere sovraordinato di livello nazionale ed internazionale come, ad esempio, le crisi finanziarie e di mercato globali e le pandemie

Tabella 5.1. Rischi di implementazione del PAESC.

N. rischio	Descrizione	Probabilità di accadimento <i>[bassa (0,3) - media (0,6) - alta (1)]</i>	Impatto <i>[basso (0,2) - medio (0,4) - alto (0,7) - project killer (1)]</i>	Valore del rischio <i>[basso (0,2) - medio (0,4) - alto (0,7) - project killer (1)]</i>	Azione correttiva	Responsabile
1	Cambio di Sindaco e Giunta con conseguente revisione integrale delle strategie politiche	1	0,7	0,7	Mettere in atto la governance di piano e assegnare gli obiettivi ai dirigenti preposti, diffondere la cultura del PAESC all'interno dell'Ente con interventi di formazione dedicata	Giunta e segretario generale
2	Mancanza di risorse finanziarie interne	1	0,7	0,7	Prevedere un capitolo di spesa dedicato all'attuazione delle misure di piano, su cui ciascun dipartimento potrà impegnare fondi, prevedere una possibile revisione del valore contributivo dei cittadini, prevedere la possibilità di redistribuire il bilancio a favore del capitolo di spesa dedicato al PAESC	Giunta, segretario generale, strategic project manager, dipartimento che gestisce il bilancio
3	Mancanza di risorse finanziarie esterne	0,6	0,7	0,42	Inserire il PAESC tra le azioni che necessitano per prime del reperimento di finanziamenti esterni, sia nazionali che internazionali, anche su base competitiva, prevedere uno staff adeguato allo scopo, prevedere di aumentarlo se necessario o di ricorrere a professionalità e partenariati esterni	Giunta, strategic project manager, dipartimento politiche europee
4	Pandemie: indisponibilità di forza lavoro e indirizzamento dei budget pubblici sul sistema sanitario	0,6	0,7	0,42	Ottimizzare le risorse, il personale e il tempo a disposizione, predisponendo in anticipo un piano per il lavoro agile e pensando ad una rimodulazione degli spazi da climatizzare, potenziare le campagne di sensibilizzazione per il risparmio energetico nelle abitazioni private e la riduzione degli sprechi	Amministrazione comunale tutta, cittadini, stakeholder, Governo nazionale, Regione FVG, partners di progetto

5	Incapacità nel mettere a terra i fondi europei	0,6	0,7	0,42	Digitalizzare i processi aziendali, sburocratizzare, aumentare il personale a disposizione per l'implementazione del piano e le procedure di gara, ricorrere a consulenze esterne	Giunta, dipartimento politiche europee, strategic project manager, dipartimento lavori pubblici e dipartimento gestione bilancio
6	Indisponibilità improvvisa di personale dedicato all'implementazione e al monitoraggio	0,3	1	0,3	Attuare la governance di piano e prevedere del personale sostitutivo	Giunta, segretario generale, strategic project manager, dipartimento che gestisce il personale
7	Crisi economica nazionale o internazionale	0,6	0,4	0,24	Assicurare la resilienza del piano attraverso una visione anticipante, da aggiornare di anno in anno	Giunta, segretario generale, direttori dei dipartimenti coinvolti, strategic project manager, consulenti esterni
8	Improvviso cambio di strategia dei partner coinvolti	0,3	0,7	0,21	Attivare degli accordi di partenariato pubblico-pubblico e pubblico - privato tra il Comune e i partner di lungo periodo, approvati dai CDA e dalla Giunta, con impegni strategici e operativi, aumentare il numero di incontri plenari per verificare l'attuazione del PAESC	Giunta, strategic project manager
9	Individuazione di errori nelle stime di impatto in termini di riduzione delle emissioni di CO2	0,3	0,2	0,06	Eseguire un immediato ricalcolo e individuare subito ulteriori azioni di mitigazione, conoscere approfonditamente i calcoli insiti nella stima degli impatti delle azioni di piano	Strategic project manager e personale interno ed esterno a supporto

6. PROSPETTO RIASSUNTIVO AZIONI DI MITIGAZIONE

Codice	Nome	Stato	Costi (€)	Risparmio energetico (MWh)	Riduzione delle emissioni (tCO ₂)	Produzione di energia rinnovabile (MWh)	Settore
4.4.1.1	Riqualificazione centrali termiche ed impianti degli edifici comunali: fase 1	Azione in corso	14.324.255,74 €	36.518	9.388	-	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.2	Riqualificazione centrali termiche ed impianti degli edifici comunali: fase 2	Azione programmata	20.000.000,00 €	13.192	3.637	-	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.3	Monitoraggio dei consumi energetici del Comune di Trieste	Azione in corso	n.d.	354	72	-	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.4	Installazione di impianti fotovoltaici su edifici del Comune di Trieste	Azione in corso	3.000.000,00 €	-	333	1.416	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.5	Riqualificazione impianti di illuminazione pubblica: fase 1	Azione conclusa	21.165.731,92 €	10.704	5.041	-	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.6	Riqualificazione impianti di illuminazione pubblica: fase 2	Azione programmata	11.415.943,20 €	6.568	2.671	-	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.7	Riqualificazione degli impianti semaforici	Azione conclusa	442.000,00 €	186	87	-	Edifici, attrezzature/impianti comunali
4.4.1.8	Azioni nel settore della raccolta dei rifiuti	Azione programmata	n.d.	n.d.	n.d.	-	Rifiuti

4.4.1.9	Pianificazione di sistema finalizzata al contenimento dei consumi energetici e all'adattamento ai cambiamenti climatici	Azione programmata	n.d.	136.392	36.429	-	Edifici residenziali - Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali) - Trasporti
4.4.1.10	Pianificazione per la mobilità sostenibile	Azione in corso	63.268.102,54 €	79.963	20.364	-	Trasporti
4.4.1.11	Consulenza e servizi per la mobilità sostenibile	Azione programmata	200.000,00 €	26.309	6.648	-	Trasporti
4.4.1.12	Veicoli privati a basse emissioni	Azione conclusa	126.150,00 €	198	36	-	Trasporti
4.4.1.13	Efficientamento ed elettrificazione dei veicoli privati	Azione in corso	1.625.000.000,00 €	293.533	71.671	-	Trasporti
4.4.1.14	AcegasAPsAmga: Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili	Azione in corso	160.000,00 €	459	216	-	Produzione locale di energia elettrica
4.4.1.15	Termovalorizzatore: certificazione ISO 50.001 e studio opportunità di cessione calore all'esterno	Azione in corso	85.000,00 €	n.d.	n.d.	n.d.	Produzione locale di energia termica
4.4.1.16	Acquisto di energia elettrica verde certificata	Azione in corso	100.000,00 €	-	44.000	-	Acquisti verdi
4.4.1.17	Interventi di efficientamento energetico degli edifici privati	Azione in corso	2.720.000.000,00 €	340.978	81.000	-	Edifici residenziali
4.4.1.18	Installazione di impianti fotovoltaici su edifici privati	Azione in corso	121.800.000,00 €	-	22.878	48.481	Produzione locale di energia elettrica
4.4.1.19	Interventi di efficientamento degli edifici privati condominiali con impianti centralizzati	Azione programmata	45.000.000,00 €	5.170	1.200	-	Edifici residenziali
4.4.1.20	Riqualificazione degli edifici residenziali pubblici (ATER)	Azione in corso	20.500.465,00 €	2.001	464	-	Edifici residenziali

4.4.1.21	Efficientamento impiantistico e degli involucri degli edifici dell'azienda sanitaria e degli ospedali	Azione in corso	n.d.	46.274	13.793	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.22	Interventi di efficientamento ed elettrificazione dei mezzi pubblici	Azione in corso	300.000.000,00 €	19.678	5.254	-	Trasporti
4.4.1.23	Elettrificazione dei veicoli delle flotte dei partner del PAESC: il progetto NOEMIX	Azione in corso	3.000.000,00 €	570	147	-	Trasporti
4.4.1.24	Interventi di riqualificazione energetica finalizzati alla diffusione della cultura della sostenibilità, all'innovazione in Enti pubblici e privati, alla riduzione dei consumi energetici e alla mobilità sostenibile.	Azione in corso	1.112.985,86 €	1.511	535	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.25	Azioni di contenimento dei consumi energetici negli edifici universitari 2020-2030	Azione in corso	6.472.125,96 €	3.971	1.270	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.26	Impianti fotovoltaici su edifici universitari	Azione in corso	500.000,00 €	-	190	402	Produzione locale di energia elettrica
4.4.1.27	Sportello FIESTA e progetto ECOCOURTS	Azione in corso	242.491,00 €	n.d.	100	n.d.	Comunicazione/formazione/sensibilizzazione/educazione
4.4.1.28	Educazione al risparmio energetico e all'adattamento ai cambiamenti climatici	Azione in corso	n.d.	2.888	856	-	Comunicazione/formazione/sensibilizzazione/educazione
4.4.1.29	Campagna di comunicazione mediatica continua	Azione programmata	n.d.	14.438	4.278	-	Comunicazione/formazione/sensibilizzazione/educazione
4.4.1.30	Sviluppo di sistemi e reti ad alta efficienza energetica, installazione di impianti a fonti rinnovabili	Azione in corso	16.000.000,00 €	n.d.	3.818	92	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)

4.4.1.31	Trieste Smart City	Azione programmata	n.d.	51.446	24.231	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.32	Politiche e comunicazione a supporto dello sviluppo di comunità energetiche	Azione in corso	350.000,00 €	140	66	-	Comunicazione/formazione/sensibilizzazione/educazione
4.4.1.33	Adozione di un sistema di gestione energia certificato secondo la UNI EN ISO 50001	Azione in corso	n.d.	426	130	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.34	Gestione impianti termici con riqualificazione energetica edifici pubblici e condomini	Azione in corso	n.d.	n.d.	n.d.	-	Edifici residenziali
4.4.1.35	Diminuzione delle dispersioni di gas metano da rete di distribuzione	Azione in corso	n.d.	n.d.	n.d.	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.36	Azioni di riduzione dei consumi nell'edificio "Torre del Loyd"	Azione in corso	987.000,00 €	166	145	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.37	Installazione impianti fotovoltaici su edifici dell'AdsP MAO: fase 1	Azione conclusa	20.000,00 €	-	3.300	7.000	Produzione locale di energia elettrica
4.4.1.38	Installazione impianti fotovoltaici su edifici dell'AdsP MAO: fase 2	Azione programmata	200.000,00 €	-	118	250	Produzione locale di energia elettrica
4.4.1.39	Sostituzione illuminazione pubblica portuale con tecnologia a LED	Azione in corso	350.000,00 €	230	65	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.40	Elettrificazione delle banchine del Porto di Trieste	Azione in corso	18.250.000,00 €	141.573	37.800	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.41	Riqualificazione energetica palazzina uffici adiacente Magazzino 53	Azione futura	458.400,00 €	128	34	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.42	Analisi della sostenibilità energetico-ambientale del Porto di Trieste	Azione conclusa	35.000,00 €	n.d.	n.d.	-	Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)

4.4.1.43	Redazione del documento di pianificazione energetico-ambientale per AdsP MAO	Azione in corso	165.000,00 €	n.d.	n.d.	- Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.44	Sostituzione caldaia a metano centrale termica edificio via Beirut 2-4	Azione in corso	120.000,00 €	30	6	- Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.45	Sostituzione corpi illuminanti a neon con LED	Azione in corso	60.000,00 €	464	219	- Edifici, attrezzature/impianti terziari (non comunali)
4.4.1.46	Sostituzione imbarcazione dell'Area Marina di Miramare con altra a propulsione elettrica	Azione in corso	n.d.	n.d.	n.d.	- Trasporti
4.4.1.47	Piantumazione alberature e aree verdi	Azione programmata	2.918.000,00 €	n.d.	146	- Acquisti verdi

Baseline tCO ₂ - anno 2001:	918.193
Obiettivo riduzione emissioni minimo tCO ₂ - anno 2030:	367.277
Obiettivo riduzione emissioni PAESC tCO₂ - anno 2030:	402.635
Risparmio energetico complessivo MWh:	1.336.458
Produzione energetica da fonti rinnovabili MWh:	57.641
Percentuale riduzione emissioni PAESC:	44%
Costi totali stimati:	5.017.828.650,83 €

7. PROSPETTO RIASSUNTIVO AZIONI DI ADATTAMENTO

Ambiente e biodiversità		Interventi di bonifica e di ripristino degli storici terrazzamenti sul costone carsico triestino
		Studio integrato dell'ambiente marino-costiero
		Mitigare l'impatto dei disastri naturali tra mare e terra
		Diffusione della conoscenza scientifica, educazione e sensibilizzazione sulle tematiche relative ai cambiamenti climatici
		Sensibilizzazione di decisori e cittadini sui problemi della desertificazione e del degrado del territorio e degli impatti della siccità
		Promuovere la ricerca scientifica per comprendere l'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi marini
		Pianificazione e gestione delle aree marine protette
Trasporti		Promozione di interventi di riqualificazione del costruito e di aumento del verde urbano
		Rinforzo per la resistenza al vento delle gru del Porto di Trieste
		Installazione resistenze elettriche e coibentazioni sulle linee idriche antincendio per evitare il congelamento
		Installazione "pompe di sentina" per le fosse di raccolta acque del magazzino 92 in area "Ex Arsenale"
		Piano Neve con salatura strade e monitoraggio continuo della viabilità. Pronto intervento eventi atmosferici
		Sensibilizzare gli attori del settore dei trasporti sull'adattamento ai cambiamenti climatici
		Integrazione dell'adattamento climatico nella pianificazione e progettazione della mobilità sostenibile
Salute		Migliorare la conoscenza delle criticità idrauliche del torrente Chiave e dei rischi ad esso associati
		Aumento della superficie verde urbana e introduzione di sistemi urbani di drenaggio delle acque meteoriche
		Predisposizione sale di protezione da vento e pioggia nelle aree dei terminal portuali
		Miglioramento del microclima negli spazi di esecuzione della movimentazione del caffè verde in sacchi
		Formazione ed educazione sui rischi climatici per la salute
Definizione dei ruoli degli enti pubblici per il controllo degli insetti vettori di malattie		
Promozione di interventi di riqualificazione del costruito e di aumento del verde urbano		

		<p>Promozione di interventi di riqualificazione del costruito per incrementare la permeabilità dei suoli, l'efficienza del sistema idraulico e dell'approvvigionamento idrico (intervento I e II)</p> <p>Migliorare la conoscenza delle criticità idrauliche del torrente Chiave e dei rischi ad esso associati</p> <p>Aumento della superficie verde urbana e introduzione di sistemi urbani di drenaggio delle acque meteoriche</p>
Energia		<p>Ridotto impatto ambientale di conduzione e manutenzione degli impianti termici centralizzati e solari, degli impianti e dotazioni antincendio e degli impianti di soppressione idrica</p> <p>Aggiornamento tecnologico degli impianti di climatizzazione estiva a servizio degli edifici universitari</p>
Tutti i settori		<p>Campagne di sensibilizzazione sui rischi legati al cambiamento climatico</p> <p>Adeguamento delle VAS/VIA ai cambiamenti climatici</p>
Edifici		<p>Promozione di interventi di riqualificazione del costruito per incrementare la permeabilità dei suoli, l'efficienza del sistema idraulico e dell'approvvigionamento idrico (intervento I e II)</p> <p>Migliorare la conoscenza delle criticità idrauliche del torrente Chiave e dei rischi ad esso associati</p> <p>Aumento della superficie verde urbana e introduzione di sistemi urbani di drenaggio delle acque meteoriche</p>
Acqua		<p>Aumento resilienza infrastruttura idrica</p> <p>Promozione di interventi di riqualificazione del costruito per incrementare la permeabilità dei suoli, l'efficienza del sistema idraulico e dell'approvvigionamento idrico (intervento I e II)</p>
Rifiuti		<p>Promozione di interventi di riqualificazione del costruito per incrementare la permeabilità dei suoli, l'efficienza del sistema idraulico e dell'approvvigionamento idrico (intervento I e II)</p> <p>Migliorare la conoscenza delle criticità idrauliche del torrente Chiave e dei rischi ad esso associati</p> <p>Aumento della superficie verde urbana e introduzione di sistemi urbani di drenaggio delle acque meteoriche</p>
Agricoltura e foreste		<p>Migliorare la gestione delle aree protette</p>

Indice delle Figure

Figura 1.1. Obiettivi per lo sviluppo sostenibile.	2
Figura 1.2. Quadro 2030 Clima ed Energia.	12
Figura 1.3. Il PAESC passo dopo passo.	14
Figura 1.4. Il percorso del PAESC per il Comune di Trieste.	15
Figura 1.5. Struttura organizzativa del Comune di Trieste per l'attuazione e il monitoraggio del PAESC.	17
Figura 1.6. Popolazione residente a Trieste anni 2001-2019. Fonte dati Istat.	18
Figura 1.7. Popolazione per età e sesso del 2019. Fonte dati ISTAT, rilevazione 1° gennaio 2020, elaborazione TUTTITALIA.	19
Figura 1.8. Previsioni sull'andamento della popolazione cittadina. Fonte dati: Portale Statistica del Comune di Trieste, studio a cura dell'Ufficio Statistica di Trieste.	21
Figura 1.9. Ambito Paesaggistico 11: Carso e costiera orientale.	22
Figura 1.10. Estratto dalla carta dello stato di fatto della rete di mobilità lenta regionale.	31
Figura 1.11. Distribuzione provinciale delle imprese in Friuli Venezia Giulia.	33
Figura 1.12. Numero di imprese per 10.000 abitanti.	33
Figura 1.13. Percentuale di imprese per tipologia d'impresa in FVG e nel Comune di Trieste.	33
Figura 1.14. Distribuzione dimensionale delle società di capitali del FVG e del comune di Trieste per classe di addetti.	34
Figura 1.15. Percentuale di imprese per filiera in FVG e nel comune di Trieste.	34
Figura 1.16. Variazione percentuale annuale delle unità locali nella provincia di Trieste per i macrosettori ateco F, G, H, K, J.	35
Figura 1.17. Occupati per settore in valori percentuali, anno 2019.	35
Figura 1.18. Numero di APE in percentuale per classe energetica.	38
Figura 1.19. Distribuzione delle classi energetiche per tipologia edilizia.	39
Figura 1.20. Distribuzione delle classi energetiche per tipologia costruttiva.	39
Figura 1.21. Distribuzione delle classi energetiche per destinazione d'uso.	39
Figura 1.22. Distribuzione delle classi energetiche per settore (pubblico/privato).	40
Figura 1.23. Distribuzione delle classi energetiche per epoca costruttiva.	40
Figura 1.24. Distribuzione delle classi energetiche per motivo certificazione.	40
Figura 1.25. Domanda di energia elettrica nel territorio comunale, anni 2001-2019.	44
Figura 1.26. Variazione annuale dei consumi elettrici dal 2002 al 2019.	45
Figura 1.27. Gas Metano distribuito nel territorio comunale (anni 2001-2019).	46
Figura 1.28. Consumo di prodotti petroliferi nel territorio comunale (anni 2001-2019).	47
Figura 1.29. Consumi finali di energia: analisi consumi di energia primaria (tep) per vettore energetico, dati 2019.	48
Figura 1.30. Andamento della produzione di energia elettrica nel territorio comunale suddiviso per tipologia di impianti di produzione.	49
Figura 1.31. Produzione stimata di energia elettrica degli impianti fotovoltaici installati nel territorio comunale (2007-2020).	51
Figura 1.32. Consumi di energia elettrica di edifici e impianti gestiti dal Comune di Trieste, media quinquennio 2014-2018.	53
Figura 1.33. Consumi di combustibile per il riscaldamento di edifici del Comune di Trieste e gradi giorno annuali dati dalla somma dei gradi giorno dei periodi dal 1° gennaio al 15 aprile e dal 16 ottobre al 31 dicembre (2009 - 2019). Fonte dei dati di consumo di combustibile: Siram S.p.A. - Sinergie S.p.A., ENGIE S.p.A. - Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.	54
Figura 1.34. Consumi di benzina e gasolio dei veicoli del Comune di Trieste 2001-2019. Fonte dei dati: Comune di Trieste Dipartimento Polizia Locale, Sicurezza e Protezione Civile.	55
Figura 1.35. Anomalia della temperatura media in Italia e nel mondo dal 1961 al 2019.	59
Figura 1.36. Temperature medie annuali in Italia per trentennio dal 1961 al 2010.	59
Figura 1.37. Temperatura media in Friuli-Venezia Giulia dal 1960 al 2016.	61

Figura 1.38. Proiezioni di aumento delle temperature medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 (linea blu), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa) entro il 2100.....	62
Figura 1.39. Distribuzione dell'aumento delle temperature medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 e 8.5 entro il 2100.	63
Figura 1.40. Proiezioni del % di cambiamento delle precipitazioni medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP 2.6 (linea blu), 4.5 (linea arancione) e 8.5 (linea rossa) al 2100.....	64
Figura 1.41. Distribuzione del % di cambiamento delle precipitazioni medie in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP2.6 e 8.5 al 2100.	64
Figura 1.42. Proiezione del numero di giorni di caldo estremo in Friuli -Venezia Giulia secondo lo scenario RCP2.6 (a) e 8.5 (b) al 2100.	65
Figura 1.43. Distribuzione del % di cambiamento delle cumulate di precipitazioni di carattere estremo (sinistra) e del numero di giorni con precipitazioni di carattere estremo (destra) in inverno ed in estate in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario RCP2.6 e 8.5 al 2100.	66
Figura 1.44. Quantificazione dell'innalzamento della ELA secondo i tre modelli indicati per gli scenari RCP2.6, 4.5 e 8.5 al 2100.	67
Figura 1.45. Proiezioni di cambiamento della temperatura, salinità, pH e fosfato del mare in Friuli-Venezia Giulia secondo lo scenario SRES-A2, RCP4.5 e 8.5 al 2100.....	68
Figura 1.46. Temperature minime (linea azzurra), medie (linea blu) e massime (linea arancione) annuali (sinistra) e mensili (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.....	69
Figura 1.47. Radiazione solare annuale (sinistra) e mensile (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	69
Figura 1.48. Somma di giorni di caldo estremo per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	70
Figura 1.49. Somma di giorni con radiazione solare estrema per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	70
Figura 1.50. Precipitazioni cumulate annuali (sinistra) e mensili (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	71
Figura 1.51. Media di umidità in % per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	71
Figura 1.52. Somma di giorni con precipitazione estrema superiore a 20 mm (linea azzurra) e 30 mm (linea blu) per anno (sinistra) e per mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	72
Figura 1.53. Somma di giorni con precipitazioni minori a 1 mm per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	72
Figura 1.54. Medie (linea blu) e massime (linea arancione) di vento annuali (sinistra) e mensili (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.	73
Figura 1.55. Somma di giorni con vento superiore a 80 km/h (linea azzurra) e 100 km/h (linea blu) all'anno (sinistra) e al mese (destra) a Trieste dal 1995 al 2019.....	73
Figura 1.56. Livello medio del mare per anno (sinistra) e media mensile (destra) rispetto allo Zero IGM a Trieste dal 1940 al 2018.	74
Figura 1.57. Somma di numero di eventi con maree superiori a 100 cm (linea azzurra), 115 cm (linea blu) e 130 cm (linea arancione) a Trieste per anno (sinistra) e mese (destra) dal 1940 al 2018.	74
Figura 1.58. Territori del centro storico di Trieste potenzialmente allagabili con maree superiori a 100 cm a Trieste.....	75
Figura 1.59. Perimetro di incendio (rosso) sul territorio comunale di Trieste (azzurro) dal 1990 al 2020.	76
Figura 1.60. Somma dell'area (azzurro) e numero di eventi (blu) per anno (sinistra) e mese (destra) a Trieste dal 1990 al 2020.	76
Figura 1.61. Perimetro di frane (marrone) sul territorio comunale di Trieste (azzurro) dal 1990 al 2020.	77
Figura 2.1. Consumi energetici settoriali – anno 2001.....	83
Figura 2.2. Consumi energetici per vettore energetico – anno 2001.....	83
Figura 2.3. Consumi energetici settoriali – anno 2019.....	85
Figura 2.4. Consumi energetici per vettore energetico – anno 2019.....	85
Figura 2.5. Andamento storico dei consumi energetici totali nel territorio del Comune di Trieste.	92
Figura 2.6. Andamento storico delle emissioni di anidride carbonica totali nel territorio del Comune di Trieste.	92

Figura 2.7. Andamento storico dei consumi energetici di Edifici, attrezzature/impianti nel territorio del Comune di Trieste.	93
Figura 2.8. Andamento storico delle emissioni di anidride carbonica di Edifici, attrezzature/impianti nel territorio del Comune di Trieste.	93
Figura 2.9. Andamento storico dei consumi energetici dei Trasporti nel territorio del Comune di Trieste. ...	94
Figura 2.10. Andamento storico delle emissioni di anidride carbonica dei Trasporti nel territorio del Comune di Trieste.	94
Figura 3.1 Framework concettuale dell'IPCC.	96
Figura 3.2. Framework operativo rielaborato in base al framework concettuale del patto dei Sindaci.	97
Figura 3.3. Questionario utilizzato per l'individuazione degli impatti e per la valutazione della loro pericolosità (settore energia).	101
Figura 3.4. Distribuzione dell'errore medio mensile utilizzando modelli ARPA.	108
Figura 3.5. Andamento della media mensile della temperatura.	109
Figura 3.6. Quantile-quantile plot della 'tasmin', modello originale (a) e modello corretto (b).	110
Figura 3.7. Errore quadratico medio mensile della temperatura.	111
Figura 3.8. Distribuzione delle ondate di calore a Trieste.	112
Figura 3.9. Distribuzione delle ondate di freddo intenso a Sgonico.	113
Figura 3.10. Variazione temporale del numero di giorni con precipitazioni > 20mm (R 20mm) e delle precipitazioni massime di cinque giorni (R5xday) considerando gli scenari Storico e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO).	119
Figura 3.11. Relazione tra i diversi tipi di siccità (fonte: WMO, 2006).	121
Figura 3.12. Variazione temporale del self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI) e del massimo numero di giorni consecutivi con precipitazioni < 1 mm (CDD) considerando gli scenari storici e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO).	125
Figura 3.13. Classi di pericolosità previste dal PAI.	128
Figura 3.14. Variazioni dell'anomalia di giorni con precipitazioni oltre il 95esimo percentile per i trentenni 2021-2050 (colonna sinistra) e 2071-2100 (colonna destra) rispetto al periodo di riferimento 1976-2005 per lo scenario 8.5. Fonte: ICTP, Earth System Physics.	129
Figura 3.15. Scenari di riferimento per Ruol & Pinato (2016).	132
Figura 3.16. Simulazione di evento di acqua alta a Trieste.	133
Figura 3.17. Proiezioni di cambiamento delle velocità di vento estremo in Europa nel breve e lungo termine.	135
Figura 3.18. Istogramma della frequenza percentuale riferita al numero di frane censite per ogni comune del FVG.	141
Figura 3.19. Istogramma della frequenza percentuale riferita al rapporto tra frane censite e l'area totale del comune, per ogni comune interessato dai fenomeni franosi.	141
Figura 3.20. Grafico in doppia scala logaritmica per il calcolo della pericolosità.	142
Figura 3.21. Struttura del Fire Weather Index (FWI). FPMC= Fine Fuel Moisture Code, DMC= Duff Moisture Code, DC = Drought Code, ISI = Initial Spread Index, BUI = Buildup Index.	145
Figura 3.22. Trend del Fire Weather Index stagionale (sFWI) per la città di Trieste. La linea grigia rappresenta lo scenario storico (1970-2004), mentre quelle colorate rappresentano l'ensemble medio di proiezioni derivate da diversi modelli (2005-2097) basate sui tre scenari RCP. La linea tratteggiata rappresenta l'anno di inizio delle proiezioni.	147
Figura 3.23. Trend del numero di giorni con FWI moderato (N15), alto (N30) e molto alto (N45) in base alla classificazione redatta dall'EFFIS. La linea grigia rappresenta lo scenario storico (1970-2004), mentre quelle colorate rappresentano l'ensemble medio di proiezioni derivate da diversi modelli (2005-2097) basate sui tre scenari RCP. La linea tratteggiata rappresenta l'anno di inizio delle proiezioni.	147

Figura 3.24. Mappe di esposizione al pericolo (dall'alto verso il basso: Caldo estremo, Freddo estremo, Precipitazione estrema, Siccità, Vento estremo, Isola di calore urbana, Deflusso delle acque urbane, Allagamenti, Frane, Incendi boschivi).....	152
Figura 3.25. Indicatori di esposizione (dall'alto verso il basso: Area agricola, Area forestale, Area marina, Area portuale/industriale, Area urbana, Area verde, Rete fognaria mista, Rete stradale, Beni culturali, Cabine elettriche di trasformazione, Edifici, Fermate autobus, Zone umide).	153
Figura 3.26. Struttura per l'individuazione degli indicatori di sensibilità facente parte del questionario, diviso per settore (raffigurato settore energetico).	155
Figura 3.27. Struttura per l'individuazione degli indicatori di capacità di adattamento facente parte del questionario, diviso per settore (raffigurato settore energetico).....	156
Figura 4.1. Gli obiettivi del PAESC.	218

Indice delle tabelle

Tabella 1.1. Principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 – Fonte: PNIEC 2020.	5
Tabella 1.2. Traiettorie obiettivi percentuali di produzione di energia da rinnovabili della Regione Friuli-Venezia Giulia.	8
Tabella 1.3. Elenco colonnine di ricarica pubbliche per veicoli elettrici a Trieste.	29
Tabella 1.4. Stima delle prese e stazioni di ricarica accelerate e veloce necessarie per provincia – Anno 2030. Presa di ricarica: cavo e presa per una automobile elettrica; stazione di ricarica: colonnina con 2 prese; ricarica accelerata: circa 2 ore (potenza necessaria fino a 22 kW); ricarica veloce: circa 30 minuti (potenza necessaria fino a 50 kW).	29
Tabella 1.5. Classifica delle provincie italiane per nuove startup.	36
Tabella 1.6. Volume degli interventi di demolizione e ricostruzione, ampliamento, nuova costruzione (2002-2019). Fonte dei dati: Comune di Trieste – Servizio Pianificazione Territoriale e Valorizzazione Porto Vecchio.	37
Tabella 1.7. Numero di impianti termici censiti nel comune di Trieste suddivisi per tipologia di alimentazione e per tipologia di generazione.	41
Tabella 1.8. Numero di veicoli circolanti nel Comune di Trieste suddivisi per tipologia (anni 2015-2019). ...	41
Tabella 1.9. Autovetture circolanti suddivise per classe EURO (anni 2015-2019).	42
Tabella 1.10. Motocicli circolanti suddivisi per classe EURO (anni 2015-2019).	42
Tabella 1.11. Veicoli immatricolati in provincia di Trieste al 31/12/2019 suddivisi per tipologia e alimentazione.	43
Tabella 1.12. Matrice tipologia/alimentazione dei veicoli immatricolati in provincia di Trieste al 31/12/2019.	43
Tabella 1.13. Numero di impianti fotovoltaici installati e loro produzione (2011-2020).	50
Tabella 1.14. Consumi di energia elettrica di edifici e impianti gestiti dal Comune di Trieste, anno 2019. Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati. Elaborazione a cura del Servizio Ambiente ed Energia.	52
Tabella 1.15. Consumi di carburante dei veicoli del Comune di Trieste 2001 – 2019. Fonte dei dati: Comune di Trieste Dipartimento Polizia Locale, Sicurezza e Protezione Civile.	55
Tabella 1.16. Impianti fotovoltaici installati su edifici del Comune di Trieste. Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati.	56
Tabella 1.17. Impianti solari termici installati su edifici del Comune di Trieste. Fonte dei dati: Comune di Trieste – Dipartimento Lavori Pubblici, Finanza di Progetto e Partenariati.	57
Tabella 2.1. Consumo energetico nel territorio comunale - anno 2001.	82
Tabella 2.2. Consumo energetico nel territorio del Comune di Trieste (anno 2019) desunto dai dati utilizzati per la stesura del presente Piano. Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.	84
Tabella 2.3. Fattori di emissione utilizzati.	87
Tabella 2.4. Emissioni di CO ₂ nel territorio comunale – anno 2001.	88
Tabella 2.5. Emissioni di CO ₂ nel territorio del Comune di Trieste (anno 2019) desunte dai dati utilizzati per la stesura del presente Piano. Elaborazione a cura del Comune di Trieste - Servizio Ambiente ed Energia.	90
Tabella 3.1. Conversione del grado di pericolosità in valore numerico.	102
Tabella 3.2. Riepilogo degli impatti e valutazione del grado di pericolosità complessivo per sorgente di pericolo e settore.	103
Tabella 3.3. Esempio della Tabella “Sorgenti di pericolo” ritrovata nel foglio “Rischi e vulnerabilità” messa a disposizione dal Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima ai Comuni aderenti l’iniziativa.	103
Tabella 3.4. Criterio per la conversione dei valori ottenuti in “Basso”, “Medio”, “Alto”, e “Non conosciuto”.	104
Tabella 3.5. Risultati della colonna degli Impatti ritrovata nel foglio “Rischi e vulnerabilità” messa a disposizione dal Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima ai Comuni aderenti l’iniziativa.	104

Tabella 3.6. Criteri per la conversione della “Frequenza attuale, frequenza ed intensità futura, e arco temporale” del fenomeno climatico in valori numerici.	105
Tabella 3.7. Risultati delle colonne “Probabilità di evento, Cambiamento atteso di intensità e frequenza, e Arco temporale” ritrovate nella tabella “Sorgenti di pericolo” del foglio “Rischi e vulnerabilità” messe a disposizione dal Patto dei Sindaci per l’Energia ed il Clima ai Comuni aderenti l’iniziativa.....	105
Tabella 3.8. Riepilogo dei valori ottenuti della competente “Sorgente di Pericolo” per il diagramma di flusso della RVA.....	106
Tabella 3.9. Risultati del MMKT per la frequenza delle ondate di calore nel periodo 2020-2045.....	115
Tabella 3.10. Risultati del MMKT per la frequenza delle ondate di freddo per tutti i periodi analizzati.	115
Tabella 3.11. Risultati del MMKT per l’intensità delle ondate di calore nel periodo 2020-2045.....	115
Tabella 3.12. Criteri per determinare la probabilità corrente del verificarsi di precipitazioni abbondanti. .	117
Tabella 3.13. Probabilità corrente che si verifichino precipitazioni intense (R20mm) considerando lo scenario storico calcolato dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per il comune di Trieste.	118
Tabella 3.14. Riepilogo dei Mann-Kendall Trend Test e della pendenza e degli intervalli di confidenza associati (I.C.) del numero di giorni con precipitazioni > 20 mm (R 20 mm) e delle precipitazioni massime di cinque giorni (R5xday), considerando gli scenari storici e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5), calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per la città di Trieste. Valori in grassetto = Mann-Kendall Trend Test e pendenza statisticamente significativi ($\alpha = 0.05$).	119
Tabella 3.15. Intervallo di tempo in cui è prevista una variazione dell'intensità delle precipitazioni intense (R5xday) per ogni modello e per lo scenario RCP8.5. I valori in grassetto sono le pendenze delle serie temporali con un Mann-Kendall Trend Test statisticamente significativo ($P < 0.05$). Breve termine = 2006-2033; Medio termine = 2006-2066; Lungo termine = 2006-2100. n.s. = Non significativo.	120
Tabella 3.16. Classi di siccità e umidità basati sul valore dell’indice scPDSI.	122
Tabella 3.17. Criteri per determinare la probabilità corrente del verificarsi di precipitazioni abbondanti. .	123
Tabella 3.18. Probabilità corrente che si verifichino eventi di siccità moderata, severa ed estrema (scPDSI) considerando lo scenario storico secondo i 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per il comune di Trieste.	124
Tabella 3.19. Riepilogo dei Mann-Kendall Trend Test e della pendenza e degli intervalli di confidenza associati (I.C.) self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI) e del massimo numero di giorni consecutivi con precipitazioni < 1 mm (CDD) considerando gli scenari storico e futuri (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5), calcolati dai dati di precipitazione giornaliera forniti dai 3 GCM (HadGEM2-ES, EC-EARTH_CCLM4, EC-EARTH_RACMO) per la città di Trieste. Numeri in grassetto = Mann-Kendall Trend Test e pendenza statisticamente significativi ($\alpha = 0.05$).	125
Tabella 3.20. Intervallo di tempo in cui è prevista una variazione del self-calibrating Palmer Drought Severity Index (scPDSI) per ogni modello e per gli scenari RCP2.6 e RCP 8.5. I valori in grassetto rappresentano le pendenze delle serie temporali con un Mann-Kendall Trend Test statisticamente significativo ($P < 0.05$). Breve termine = 2006-2033; Medio termine = 2006-2066; Lungo termine = 2006-2100. n.s. = Non significativo.	126
Tabella 3.21. Criteri per determinare la probabilità corrente del verificarsi di fenomeni di vento estremo	134
Tabella 3.22. Classificazione delle frane secondo	136
Tabella 3.23. Elenco dei comuni interessati da fenomeni franosi in FVG. Sottolineati, i comuni interessati dal progetto INTERREG ITA-SLO SECAP.	137
Tabella 3.24. Elenco dei comuni interessati da fenomeni franosi in FVG, estensione comunale e rapporto fra numero fenomeni catalogati rispetto alla superficie amministrativa. Evidenziati in azzurro, i comuni interessati dal progetto INTERREG ITA-SLO SECAP.	137
Tabella 3.25. Pendenza e relativi intervalli di confidenza (I.C.) al 95% di probabilità per ogni indice e scenario. I valori in grassetto evidenziano i modelli in cui il Mann-Kendall Trend Test è risultato significativo ($P < 0.05$).	148
Tabella 3.26. Arco temporale indicativo in cui è atteso un cambiamento significativo in intensità e/o frequenza del pericolo d’incendio per ogni indice e scenario. I valori in grassetto nella tabella rappresentano	

le pendenze dove il modello è risultato significativo al Mann-Kendall Trend Test ($P < 0.05$) calcolato per ogni finestra temporale. Breve termine = 2005-2033; Medio termine = 2005-2066; Lungo termine = 2005-2097. <i>n.s.</i> = Non Significativo.	148
Tabella 3.27. Abbreviazioni delle sorgenti di pericolo usati nelle tabelle che seguono.	153
Tabella 3.28. Riepilogo indicatori di esposizione e dell'elemento esposto per settore e sorgente di pericolo.	154
Tabella 3.29. Criteri per la conversione del livello di sensibilità e capacità di adattamento in valori numerici.	156
Tabella 3.30. Riepilogo degli indicatori di sensibilità selezionati e valutati dagli esperti per settore PNACC e per sorgente di pericolo.	157
Tabella 3.31. Riepilogo degli indicatori di capacità di adattamento selezionati e valutati dagli esperti per settore PNACC e per sorgente di pericolo.	158
Tabella 3.32. Riepilogo delle vulnerabilità settoriali secondo la classificazione di PNACC e per sorgente di pericolo.	159
Tabella 3.33. Riepilogo delle vulnerabilità settoriali secondo la classificazione di CoM e per sorgente di pericolo.	159
Tabella 3.34. Criteri di conversione dei valori numerici di vulnerabilità ottenuti in "Basso", "Medio", "Alto", "Non conosciuto".	159
Tabella 3.35. Tabella "Vulnerabilità settoriali" del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima.	159
Tabella 3.36. Riepilogo risultati della Tabella "Vulnerabilità settoriali" del Patto dei Sindaci per l'Energia ed il Clima.	160
Tabella 3.37. Riepilogo degli indici di rischio di impatto per settore (classificazione PNACC) e sorgente di pericolo.	210
Tabella 3.38. Riepilogo degli indici di rischio di impatto per settore (classificazione CoM) e sorgente di pericolo.	211
Tabella 5.1. Rischi di implementazione del PAESC.	348