



COMUNE DI LIVORNO

Comune di Livorno
Piano d'Azione Energia Sostenibile e il Clima
Patto dei Sindaci

Piano d'Azione
Ottobre 2020



Ing. E. Canini, Ing. C. Casini



INDICE

PRESENTAZIONE	3
1. IL PATTO DEI SINDACI COME INIZIATIVA POLITICA PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI 4	
1.1. L'adesione del Comune al Patto dei Sindaci.....	4
1.2. La struttura organizzativa e il coinvolgimento degli Stakeholders.....	7
2. IL CONTESTO TERRITORIALE DEL COMUNE DI LIVORNO.....	10
2.1. Inquadramento socio-economico.....	10
2.2. Fattori di pressione	17
2.3. La produzione di energia	18
2.4. I consumi di energia elettrica	21
2.5. L'approvvigionamento di combustibili	22
2.6. Il porto di Livorno.....	23
3. INVENTARIO DELLE EMISSIONI.....	27
3.1. Il fabbisogno energetico del Comune di Livorno	27
3.2. Le emissioni di CO ₂ del comune di Livorno.....	31
3.3. Metodologia di calcolo	34
4. L'ANALISI DEL RISCHIO E DELLA VULNERABILITA'	36
4.1 Metodologia.....	36
4.2 Il progetto Adapt.....	40
4.3 Sintesi dei risultati.....	42
5. IL PIANO D'AZIONE: DALLA VISIONE AGLI OBIETTIVI E ALLE SCHEDE PROGETTO	44
5.1 La visione a lungo termine	44
5.2 Verso la definizione degli obiettivi.....	45
5.3 Il monitoraggio del PAESC.....	46
5.4 Le azioni di mitigazione degli effetti dovuti al cambiamento climatico	46
5.5 Le azioni di adattamento al cambiamento climatico.....	48
5.6 Le risorse finanziarie necessarie per l'attuazione del PAESC	52
6. ALLEGATI.....	55
Allegato A. Azioni di mitigazione	55
Allegato B. RVA – Risk and Vulnerability assessment.....	55
Allegato C. Azioni di adattamento	55
Allegato D. Metodologie alla base del PAESC.....	55

PRESENTAZIONE

Il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima è uno strumento unico che mette insieme la cura verso la propria comunità locale, l'adesione agli obiettivi ambientali europei e la volontà consapevole di contribuire alla mitigazione del cambiamento climatico, cercando nel contempo di adattarsi ai suoi effetti per diventare più resilienti.

Attraverso questo Piano, nato proprio come patto dei Sindaci, ovvero come spinta 'dal basso' verso il cambiamento, potremo promuovere consapevolezza e collaborazione tra i cittadini, per riuscire a portare avanti, tutti insieme, una vera e propria strategia per la riduzione delle emissioni climalteranti, che potrà nel contempo migliorare la qualità della nostra vita quotidiana. In parallelo, proprio il Piano ci indica con chiarezza la strada per rendere il nostro territorio e la nostra comunità meno fragili. In piena sintonia con lo spirito che pervade le nostre linee di mandato, il PAESC ci responsabilizza e ci spinge a perseguire obiettivi importanti, che faranno di Livorno una città più vivibile e più sicura: la mobilità sostenibile, l'uso razionale delle risorse, l'efficientamento energetico, il sostegno alla riconversione delle attività produttive in senso green, la riduzione del rischio idraulico e del rischio incendi, il rafforzamento del sistema di Protezione Civile.

Sono certo che questo Piano non rimarrà nei cassetti del Comune, ma che piuttosto saremo capaci di farlo diventare parte del tessuto culturale e sociale della nostra Livorno, e di attuarne tutte le parti in modo condiviso e trasparente. Questo particolare e difficile momento storico che stiamo vivendo ci offre anche un'occasione unica, quella del Recovery Fund. Nelle proposte che stiamo mettendo a punto per la nostra città c'è tanto del PAESC e dello spirito che lo pervade. Anche in questo caso, la città deve dialogare con l'Europa e puntare alto, verso quel green new deal che è per noi prima di tutto una sfida di civiltà.

*Il Sindaco di Livorno
Luca Salvetti*

1. IL PATTO DEI SINDACI COME INIZIATIVA POLITICA PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

1.1. *L'adesione del Comune al Patto dei Sindaci*

Il Comune di Livorno, nel febbraio 2013, ha aderito al Patto dei Sindaci, iniziativa promossa dalla Commissione Europea per coinvolgere direttamente le amministrazioni pubbliche, i soggetti pubblici e privati e la società civile nella lotta contro i cambiamenti climatici. Successivamente, nel febbraio 2018 ha aderito al nuovo Patto dei Sindaci – Il Patto dei Sindaci per il Clima & l'Energia – che, oltre ad impegnare le amministrazioni locali nella mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico, richiede ai sottoscrittori di fare uno sforzo anche in termini di adattamento ai cambiamenti climatici ed energia sostenibile.

Con la sottoscrizione del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, il Comune di Livorno ha riconosciuto che:

- il cambiamento climatico è già in corso ed è una delle principali sfide globali del nostro tempo e che esige un'azione immediata e la cooperazione tra autorità locali, regionali e nazionali di tutto il mondo;
- le autorità locali e regionali sono fondamentali per la transizione energetica e la lotta al cambiamento climatico al livello di governance più vicina ai cittadini. Esse condividono la responsabilità delle azioni per il clima con il livello regionale e nazionale e sono disposte ad agire senza tener conto degli impegni delle altre parti; le autorità locali e regionali, in tutti i contesti socio economici e in qualsiasi area geografica, sono impegnate in prima linea per ridurre la vulnerabilità del proprio territorio a fronte dei diversi impatti del cambiamento climatico. Sebbene gli sforzi per la riduzione delle emissioni siano già in atto, l'adattamento resta tuttavia un complemento indispensabile e necessario delle politiche di mitigazione;
- la mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico e l'adattamento possono portare numerosi vantaggi all'ambiente, alla società e all'economia. Affrontate congiuntamente, dischiudono nuove opportunità per promuovere lo sviluppo locale sostenibile. A tal fine, intendiamo costruire infrastrutture e comunità inclusive, resilienti ai cambiamenti climatici e ad alta efficienza energetica; migliorare la qualità della vita; stimolare gli investimenti e l'innovazione; rilanciare l'economia locale e creare posti di lavoro; consolidare l'impegno e la cooperazione dei portatori di interesse;
- le soluzioni locali per le sfide climatiche ed energetiche contribuiscono a fornire ai cittadini energia sicura, sostenibile, competitiva e a prezzi accessibili e pertanto concorrono a ridurre la dipendenza energetica e a proteggere i consumatori vulnerabili.

I Sindaci sottoscrittori del Patto condividono una visione comune per il 2050 che mira a conseguire:

- territori decarbonizzati, contribuendo così a contenere l'incremento della temperatura globale ben al di sotto di + 2 °C al di sopra dei livelli preindustriali, in linea con l'accordo internazionale sul clima raggiunto alla conferenza COP 21 tenutasi a Parigi nel dicembre 2015;

- territori più resilienti per prepararsi agli inevitabili effetti negativi del cambiamento climatico;
- accesso universale a servizi energetici sicuri, sostenibili e alla portata di tutti, migliorando così la qualità della vita e la sicurezza energetica.

La nuova versione del Patto dei Sindaci chiede al Comune di mettere in atto politiche per:

- ✓ ridurre le emissioni di CO₂ (e possibilmente di altri gas serra) sul territorio di almeno il 40% entro il 2030, in particolare mediante una migliore efficienza energetica e un maggiore impiego di fonti di energia rinnovabili;
- ✓ accrescere la resilienza adattandosi agli effetti del cambiamento climatico;
- ✓ mettere in comune la visione, i risultati, l'esperienza e il know-how con le altre autorità locali e regionali dell'UE e oltre i confini dell'Unione attraverso la cooperazione diretta e lo scambio inter pares, in particolare nell'ambito del patto globale dei sindaci.

Per raggiungere tali obiettivi il Comune si è impegnato a:

- realizzare un inventario di base delle emissioni e una valutazione dei rischi e delle vulnerabilità indotti dal cambiamento climatico;
- presentare un Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima entro due anni dalla data (di cui sopra) della decisione del Consiglio comunale;
- presentare una relazione di avanzamento almeno ogni due anni dopo la presentazione del Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima per fini di valutazione, monitoraggio e verifica.

Pertanto, sottoscrivere il Patto implica:

- una forte leadership politica;
- a definizione di ambiziosi obiettivi a lungo termine che vadano oltre i mandati politici;
- un'(inter)azione coordinata tra mitigazione e adattamento attraverso la mobilitazione di tutti gli uffici comunali interessati;
- un approccio territoriale intersettoriale e olistico;
- l'allocazione di risorse umane, tecniche e finanziarie adeguate;
- l'impegno di tutti i soggetti interessati presenti nei nostri territori;
- promuovere ed attivare concretamente azioni di salvaguardia ambientale riducendo le emissioni di gas serra attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica, l'impiego delle fonti rinnovabili, la mobilità sostenibile, l'uso ottimale delle risorse;
- sollecitare il più ampio coinvolgimento di tutti gli attori del territorio tramite attività di comunicazione, partecipazione ed educazione anche attraverso la definizione di specifici accordi;
- favorire l'assunzione di responsabilità da parte dell'intera comunità locale;
- elaborare ed implementare uno strumento di supporto alla pianificazione ed alla programmazione territoriale.

Il PAESC prevede azioni a breve e a medio - lungo termine: le misure a breve termine possono influire sui prossimi anni e sono solitamente sviluppate nel dettaglio; le misure a medio – lungo termine non sono necessariamente individuate e descritte con lo stesso dettaglio e sono previste entro il 2030. Le misure saranno monitorate in continuo e rendicontate alla

Commissione Europea ed eventualmente adeguate e riviste in funzione delle mutate condizioni al contorno.

La strategia del Comune di Livorno consiste nella riduzione delle emissioni di CO₂ al 2030 almeno del 45% rispetto al valore del 2004 e nell'aumento della resilienza del territorio in riferimento in particolare alle pericolosità climatiche legate agli allagamenti e agli episodi di caldo estremo e ai settori acqua, ambiente e biodiversità e pianificazione. Per il dettaglio si rimanda al cap. 5 del presente piano.

Il Piano, nell'individuare il suddetto obiettivo, tiene anche conto dei potenziali effetti derivanti dalla pianificazione urbanistica del Comune di Livorno per il periodo compreso tra il 2020 ed il 2030. Tali previsioni riguardano principalmente le nuove costruzioni, la mobilità ed il nuovo assetto commerciale e produttivo della città.

Il PAESC riprende e riorganizza gli interventi che l'Amministrazione Comunale ha programmato nei settori della mobilità, dell'efficienza energetica, dell'urbanistica, del risparmio energetico e dell'informazione ai cittadini attraverso tutti i Piani adottati o in fase di adozione, quali il Documento Unico di Programmazione (DUP), il Piano di Azione Comunale per la Qualità dell'Aria (PAC), il Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (PUMS), il nuovo Piano Strutturale, il Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici elaborato nell'Ambito del Progetto europeo ADAPT, il Piano Comunale di Protezione Civile.

Il "primo" PAES – Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile – è stato approvato dal Consiglio Comunale il 7 novembre 2014 e dall'ufficio del Patto dei Sindaci della Commissione Europea il 25 marzo 2015. Nel 2017 è stato approvato in Consiglio Comunale il monitoraggio e l'aggiornamento del PAES.

Il presente documento, oltre a prendere in considerazione anche gli aspetti di adattamento ai cambiamenti climatici, si presenta anche come secondo monitoraggio della versione predisposta ed approvata nel 2014.

Inoltre la Giunta del Comune di Livorno¹ ha deliberato di

- dichiarare lo **"stato di emergenza climatica"**, in linea con le strategie definite dal Parlamento Europeo, dal Parlamento Italiano e dal Consiglio Regionale Toscano, e di riconoscere al contrasto e all'adattamento ai cambiamenti climatici un ruolo prioritario nell'agenda dell'Amministrazione comunale, tenendo conto degli effetti dell'azione amministrativa sul clima;
- dare indirizzo per l'avvio del percorso di realizzazione della strategia di sostenibilità ambientale per il Comune di Livorno, con lo scopo di **tendere alla riduzione a zero delle emissioni locali nette di gas serra** entro il 2030 sul territorio comunale, considerando il contrasto al cambiamento climatico e la transizione ad un'economia sostenibile come una delle priorità strategica dell'azione comunale per i prossimi 10 anni.

Il 10 settembre 2020 la Commissione per l'ambiente del Parlamento Europeo ha approvato la proposta di alzare l'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra entro il 2030

¹ Deliberazione della Giunta Comunale n. 88 del 18/02/2020 – Oggetto: *cambiamenti climatici: lo stato di emergenza climatica, verso la riduzione a zero delle emissioni locali nette di gas serra entro il 2030.*

al 60% (rispetto ai livelli del 1990) come target intermedio per il raggiungimento della completa neutralità climatica entro il 2050.

Il PAESC si inserisce nel percorso verso la neutralità climatica e l'adattamento ai cambiamenti climatici come un "tassello", che – seguendo le linee guida europee di riferimento – rappresenta le emissioni dovute ai soli **consumi finali di energia**; questo tassello si deve considerare come inserito all'interno di un "puzzle" generale, che tiene conto anche degli altri settori responsabili delle emissioni di gas climalteranti non inseriti nel PAESC, come gli allevamenti animali, i grandi impianti di produzione (impianti con potenza superiore ai 20 MW e quelli inclusi in ETS), i trasporti aerei e ferroviari, ecc.. e della presenza di biomassa vegetale sul territorio a generare assorbimento di CO₂. Solo considerando globalmente tutti questi fattori sarà possibile in futuro verificare il raggiungimento dell'obiettivo della neutralità climatica.

1.2. La struttura organizzativa e il coinvolgimento degli Stakeholders

Il Comune di Livorno per elaborare il PAESC e preparare l'inventario delle emissioni e la valutazione dei rischi e delle vulnerabilità indotti dal cambiamento climatico si è avvalso della collaborazione della società Solsolis srl, affidataria del servizio di redazione del PAESC e aggiornamento del PAES, ed ha istituito un gruppo di lavoro interno all'Amministrazione (Determina n° 1786/2019, integrata dalla n° 2174/2019 e aggiornata con Determina n° 50 del 07/01/2020) che coinvolge i rappresentanti dei diversi settori del Comune interessati alla predisposizione ed alla implementazione del PAESC. Il Responsabile Unico del procedimento è il Dirigente del Settore Ambiente e Mobilità Dr. Leonardo Gonnelli, il gruppo di lavoro è coordinato dal Geol. Alessio Tanda – Responsabile dell'Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto ai cambiamenti climatici, coadiuvato nell'esercizio del ruolo dalla Dr.ssa Licoris Toncinich e dalla Dr.ssa Sara Bracaloni del medesimo Ufficio, i settori coinvolti sono stati:

- SETTORE AMBIENTE E MOBILITA': Michele Danzi; Barbara Saliva; Stella Savi
- SETTORE URBANISTICA, EDILIZIA PRIVATA E SUAP: Maria Rosaria Guerrini; Michela Cecconi; Valerio Spinetti
- SETTORE SISTEMI INFORMATIVI: Alberto Ughi; Federico Giuntoli
- SETTORE SVILUPPO ECONOMICO, TURISMO E SPORTELLI EUROPA: Stefano Ciampi; Katia Le Rose
- SETTORE CONTRATTI PROVVEDITORATO ECONOMATO: Simonetta Lenzi
- SETTORE ENTRATE E PATRIMONIO: Sabrina Pellegrino
- SETTORE SERVIZI FINANZIARI: Rosalba Minerva
- SETTORE SPORT E DEMANIO: Francesco Repetti
- SETTORE INFRASTRUTTURE E SPAZI URBANI: Fabrizio Mori; Gianni Cavallini; Massimo Poli; Mirco Branchetti; Valeria Bertodo
- SETTORE IMPIANTI TECNOLOGICI: Vanio Pellegrini; Daniele Agostini
- SETTORE SVILUPPO, VALORIZZAZIONE E MANUTENZIONI: Adriano Podenzana; Melania Lessi;

- SETTORE POLIZIA MUNICIPALE: Michela Pedini
- UFFICIO PROTEZIONE CIVILE: Lorenzo Lazzerini; Antonietta Calzone
- UFFICIO STAMPA: Antonello Battaglia

Il gruppo di lavoro si è riunito in modalità plenaria la prima volta nel Giugno 2019, poi nel Dicembre 2019 e nel Gennaio 2020. I contatti con i membri del GdL sono stati comunque continui e hanno portato all'elaborazione comune delle schede progetto che costituiscono l'ossatura del presente PAESC. L'emergenza sanitaria ha reso complesso l'organizzazione di un incontro plenario finale.

A completare il lavoro del Gruppo di Lavoro interno all'amministrazione sono stati attivati diversi **tavoli partecipativi e tecnici** che hanno visti coinvolti molti stakeholders nella definizione delle nuove azioni del Piano e nel monitoraggio delle azioni presenti nella versione precedente del documento. I tavoli tecnici e di confronto attivati sono stati:

- con gli enti pubblici: CASALP, Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale, Azienda USL Toscana Nord Ovest - Livorno, Genio Civile, ISPRA, ecc.
- con le aziende del servizio pubblico: gestione rifiuti, gestione servizi acqua potabile e fognatura, mobilità pubblica, gestione reti energetiche, gestione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica ecc.;
- con le associazioni di categoria e imprese locali;
- con i rappresentanti dei cittadini, al fine di instaurare un percorso di partecipazione diretta alla definizione ed implementazione degli obiettivi e delle azioni.

Il coinvolgimento degli stakeholders è fondamentale per giungere, attraverso il confronto, alla definizione di obiettivi ed azioni che rappresentano le esigenze di tutto il contesto territoriale. La partecipazione informata ed adeguatamente promossa è una essenziale leva per raggiungere gli obiettivi e realizzare le azioni.

Oltre alle iniziative di coinvolgimento sviluppate nell'abito del progetto Adapt, fondamentale è stata la giornata del 21 febbraio 2020, in cui tutti gli stakeholder sono stati convocati in sessioni di lavori di gruppo svolte presso la Sala cerimonie del Comune di Livorno e guidate dall'assessore Giovanna Cepparello, dall'ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto ai cambiamenti climatici e dalle consulenti della ditta Solsolis; in questa occasione ogni tavolo è stato gestito fornendo in un primo momento alcune informazioni di base sul PAESC e poi dando la parola ai partecipanti; ad ognuno di essi è stato di seguito inviato in forma elettronica la scheda azione tipo, in modo che le idee emerse potessero essere meglio definite secondo uno schema comune e diventassero schede azione di mitigazione o di adattamento.



Due immagini dei lavori del 21 Febbraio 2020

2. IL CONTESTO TERRITORIALE DEL COMUNE DI LIVORNO

In questo capitolo sono riportati in modo sintetico gli elementi conoscitivi del contesto territoriale, dei fattori di pressione (emissioni), dello stato della qualità dell'aria e della produzione di energia, in maniera da esplicitare le criticità e le valutazioni sulla base delle quali l'Amministrazione effettuerà la scelta degli interventi da adottare e le relative priorità. Le informazioni riportate forniscono una caratterizzazione del territorio e degli aspetti socio-economico del comune di Livorno.

Il territorio del comune di Livorno, che comprende anche l'isola di Gorgona, presenta una morfologia planare e perpendicolare alla linea di costa fino alla periferia del centro abitato ed una progressiva elevazione in quota dalla periferia verso l'entroterra fino a quote non superiori ai 500 metri s.l.m. La struttura del territorio comunale è divisa longitudinalmente in due dalla presenza di infrastrutture stradali e ferroviarie: la parte ad occidente comprende l'agglomerato urbano con il centro storico ed i borghi di Ardenza e di Antignano, la frazione di Quercianella ed a nord un polo industriale-portuale di rilevanza; la parte orientale, più estesa, comprende le frazioni di Montenero, Castellaccio, Valle Benedetta e la parte pedicollinare e collinare dei Monti Livornesi.

2.1. Inquadramento socio-economico

Popolazione residente

Popolazione al 2004	Popolazione al 2010	Popolazione al 2015	Popolazione al 2019	Superficie comunale - kmq	Densità per kmq al 2004	Densità per kmq al 2010	Densità per kmq al 2015	Densità per kmq al 2019
160.948	161.152	159.219	157.452	104,09	1.546,24	1.548,20	1.529,63	1.512,65

Fonte: Comune di Livorno

Negli ultimi anni, la presenza straniera a Livorno continua ad essere in crescita: in valori assoluti, le persone iscritte come residenti nel registro anagrafico sono passate da 4.944 nel 2004 a circa 11.450 nel 2012, a 11.424 nel 2014, a 12.389 nel 2019. Nonostante ciò Livorno registra comunque una percentuale di stranieri residenti fra le più basse nei comuni capoluogo toscani.

Andamento demografico

La tabella sottostante riporta i tassi di natalità e mortalità e il tasso di migratorietà totale degli ultimi 12 anni nel Comune di Livorno:

	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Tasso di natalità - ‰	8,3	8,0	8,7	7,7	7,5	6,8	6,7
Tasso di mortalità - ‰	11,3	12,6	12,6	12,3	11,8	12,2	12,6
Tasso di migratorietà - ‰	2,8	5,5	6,3	5,9	4,7	3,5	2,2

Fonte: Istat e Comune di Livorno - Elaborazione Ufficio Statistica

Al momento non è disponibile una previsione su base scientifica della popolazione, a differenza dei dati previsionale inseriti nella precedente versione del PAES che ad oggi risultano superati; tuttavia, da un punto di vista qualitativo, sulla base della tabella indicata, nonché di altre informazioni socio-economiche di contesto, è possibile evidenziare alcune linee di tendenza:

- i bassi livelli di natalità non riescono a bilanciare il fenomeno della sostanziale stabilità dei decessi;
- conseguentemente il saldo naturale (differenza tra nascite e morti) è negativo da vari anni;
- la persistenza della popolazione residente livornese è quindi legata al fenomeno della immigrazione (italiana e/o straniera, da altri Comuni e/o da estero)
- quest'ultima risente anche delle condizioni economiche del territorio, non brillanti negli ultimi anni.

Pertanto, la stima qualitativa del prossimo andamento della popolazione livornese è quella di una lenta diminuzione, stimabile in alcune centinaia di individui (ca. 400) ogni anno.

Famiglie

Anno	N. famiglie	Dimensione media familiare
2004	67.594	2,38
2010	71.354	2,24
2015	71.774	2,22
2019	72.083	2,18

Fonte: Elaborazione Ufficio Statistica Comune di Livorno su dati Istat

Abitazioni ed edifici

Abitazioni occupate	Abitazioni vuote	Abitazioni Totali	Superficie media delle abitazioni - mq
67.673	2.371	70.044	86,5

Fonte: ISTAT (censimento 2011)

Il 3,4% delle abitazioni risulta vuoto (era del 5% nel 2001).

Il numero delle abitazioni al 2011 è aumentato di 4.277 unità rispetto al 2001.

Edifici utilizzati al 2001	<i>Di cui ad uso residenziale</i>	Edifici utilizzati al 2011	<i>Di cui ad uso residenziale</i>	<i>Abitazioni medie per edificio residenziale</i>
11.697	10.209	14.865	10.408	6,6

Fonte: ISTAT e Ufficio Statistica Comune di Livorno

PIL, Valore Aggiunto e lavoro

Il Prodotto Interno Lordo (PIL), a prezzi costanti 2012 in milioni di € per l'area livornese (comuni di Livorno e Collesalvetti), nel periodo 2004/2014 è aumentato del 6,7%; tra il 2004 ed il 2008 è incrementato di circa l'11% mentre tra il 2008 ed il 2014 è diminuito di circa il 6%.

2004	2006	2008	2010	2012	2014
5.707,7	6.197,5	6.479,5	6.353,0	6.203,4	6.089,1

Fonte: IRPET

I dati del PIL per l'area livornese degli ultimi anni (2016 e 2018) non sono disponibili al momento della redazione del presente documento.

Il Valore Aggiunto (PIL senza le imposte indirette nette), a prezzi concatenati 2010 in milioni di € per il sistema locale del lavoro (sll) livornese (costituito dai comuni di Livorno, Collesalvetti, Capraia Isola, Fauglia e Lorenzana), nel periodo 2004-2018 è aumentato del 3,7%; tra il 2004 ed il 2010 era incrementato circa il 5,1%, mentre tra il 2010 ed il 2018 è diminuito circa il 1,4%.

2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018
4.311,5	4.507,4	4.219,4	4.532,9	4.454,1	4.256,5	4.336,6	4.470,6

Fonte: V.A. "sll livornese" in milioni di € - elaborazioni UCS su stime (provvisorie) IRPET

In termini di Valore Aggiunto, al 2018, l'industria in senso stretto incide per il 14%, quella delle costruzioni per il 2,7%, l'agricoltura per lo 0,5% ed il settore dei servizi per l'83% circa.

La condizione lavorativa ai censimenti 2001 e 2011 dei residenti con età di almeno 15 anni è riportata nella tabella seguente.

Anno	Forze Lavoro	occupati	dis-occupati	Non Forze lavoro	pensionati /redd.cap.	studenti	casalinghe/i	altra condizione	Totale
2001	64.708	57.863	6.845	74.196	28.735	9.195	26.969	9.297	138.904
2011	70.076	62.274	7.802	67.120	34.859	8.403	16.119	8.218	137.675

Fonte: ISTAT (censimento 2001 e 2011)

IRPET ha anche fornito i dati del Valore Aggiunto del Comune di Livorno per gli anni 2004, 2014 e 2018 che a prezzi costanti 2018 in milioni di € risultano i seguenti:

V.A. Comune Livorno (in M€)		
2004	2014	2018
4.306,12	3.547,56	3.649,80

Fonte: V.A. Comune di Livorno prezzi 2018 – dato fornito da IRPET ed elaborato su valori monetari ISTAT

Le più recenti stime sul mercato del lavoro a Livorno sono quelle di Istat relative al sll citato; in tale sistema, Livorno pesa demograficamente per ca. l'85%, quindi forniscono una

“fotografia” accettabile; presentano tuttavia lo svantaggio di essere “indistinte”, cioè relative al totale dei sessi e delle età, come riportato nella tavola seguente:

Stime sul mercato del lavoro per il SLL livornese – v.a. in migliaia – individui con almeno 15 anni di età				
anno	Forze lavoro	occupati	disoccupati	Non forze lavoro
2012	78,8	71,9	6,9	80,3
2013	79,3	71,8	7,4	79,7
2014	80,1	71,2	8,9	78,1
2015	79,9	72,1	7,8	77,1
2016	81,0	72,9	8,1	75,5
2017	81,1	73,9	7,2	75,1

Fonte: Istat

La partecipazione al mercato del lavoro è aumentata tra il 2001 ed il 2011, ma a seguito della crisi economica, dal 2009 si osserva un forte aumento dei disoccupati. L’analisi dei singoli settori di attività evidenzia come circa un terzo circa degli occupati lavori nei settori commercio - riparazioni e trasporti - magazzinaggio; le attività manifatturiere impiegano l’8% circa degli occupati e le costruzioni il 4%; il settore pubblico impiega circa il 20% degli occupati.

agricoltura, pesca	attività manifatturiere	energia, gas, acqua, rifiuti	costruzioni	commercio, riparazioni	trasporti, magazzinaggio	alberghi, ristoranti	altri servizi	P.A.
379	5.225	1.169	2.634	11.508	8.804	3.041	19.590	13.007

Fonte: Elaborazione Ufficio Statistica Comune di Livorno

Reddito disponibile

Nel 2015, il reddito lordo pro-capite nel Comune di Livorno era superiore del 2,5% a quello toscano e superiore per quasi il 13% a quello italiano. Nella tavola seguente sono riportati i valori in Euro del reddito pro-capite per gli ultimi anni disponibili:

Reddito complessivo lordo pro-capite 2012-2017 - valori in Euro					
2012	2013	2014	2015	2016	2017
15.241,66	14.979,26	15.717,60	16.050,86	15.762,57	15.766,76

Fonti: Istat – A Misura di Comune ed elaborazione UCS su dati MEF

Imprese attive

Nella tabella seguente sono riportate le Unità Locali di Imprese ai censimenti 2001 e 2011 e per l’ultimo triennio disponibile:

Anno	agricoltura	attività manifatturiere	energia, gas, acqua, rifiuti	Costruzioni	Commercio e riparazioni	trasporti	alberghi, ristoranti	altri servizi	Totale
2001	38	987	42	969	4.240	822	648	4.360	12.106
2011	35	751	50	1.162	3.847	734	852	5.603	13.034
2015		694	58	948	3.704	716	849	5.472	12.441
2016		701	61	956	3.611	683	862	5.543	12.417
2017		673	65	945	3.612	679	885	5.645	12.504

Fonte: ISTAT con elaborazioni Ufficio Statistica Comune di Livorno

Flussi turistici

Movimento Turistico 2004		2012		2014		2016		2018	
Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze	Arrivi	Presenze
127.118	364.378	127.485	283.981	141.203	345.161	141.553	314.537	169.412	347.724

Fonte: Regione Toscana

La permanenza media dei turisti durante il 2018 è stata di 3,3 giorni, in aumento rispetto al triennio 2014-2012 (rispettivamente 2,4 giorni nel 2014 e 2,2 giorni nel 2012).

I flussi turistici del comune di Livorno rappresentano, sia nel 2014 che nel 2018, circa l'11% in termini di arrivi e circa il 4% in termini di presenze rispetto ai flussi complessivi della provincia di Livorno, ed evidenziano che Livorno è considerata una meta di passaggio per i turisti.

I passeggeri imbarcati/sbarcati dal porto di Livorno sono stati 2.652.829 nel 2018, con un incremento del 36% rispetto al 2014 e del 5,3% rispetto al 2017, registrando un nuovo record dopo il 2010 quando i passeggeri furono 2.552.214 (fonte: Relazione Annuale dell'AdSP MTS). Al seguito dei passeggeri sono transitati 944.665 veicoli tra auto, moto, camper e bus turistici.

Agricoltura

Dal censimento dell'agricoltura del 2010 si riportano i dati relativi alla superficie agricola aziendale² secondo l'utilizzazione dei terreni, in ettari.

² Definizioni:

- Superficie agricola utilizzata: superficie effettivamente utilizzata in coltivazioni propriamente agricole
- Superficie agricola non utilizzata: insieme dei terreni dell'azienda non utilizzati a scopi agricoli per una qualsiasi ragione, ma suscettibili di essere utilizzati a scopi agricoli mediante l'intervento di mezzi disponibili presso un'azienda agricola
- Altra superficie: aree occupate da fabbricati, cortili, strade poderali, fossi, canali, cave, terre sterili, rocce, parchi e giardini

Superficie agricola utilizzata				1.398	Superficie agricola non utilizzata	Altra superficie	Superficie Agricola Totale	Boschi *
Seminativi e orti	Coltivazioni legnose agrarie	Prati	terreni a riposo					
941	271	49	137	35	203	1.636	3.485	

Fonte: Istat - Censimento Agricoltura 2010

* di cui 323 ettari annessi ad aziende agricole

Da questi dati è possibile estrapolare quelli relativi ad alcune coltivazioni, rappresentate dalla superficie in ettari delle aziende agricole per le principali coltivazioni praticate.

Cereali	Mais	Ortive	Vite	Olivo	Fruttiferi	Foraggiere
189	160	42	73	184	10	287

Gestione delle risorse idriche

Dispersione di rete di acqua potabile (% sul volume di acqua immessa in rete) - anni 2014-2016

2014	2015	2016
31,75	23,92	26,57

Fonte: Istat – A Misura di Comune

Trasporti

Il trasporto pubblico nel Comune di Livorno ha un utilizzo notevolmente minore rispetto alla media nazionale (il valore locale è meno di 1/3 del dato nazionale), come evidenziato nella tabella seguente che riporta la domanda in termini di passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico per abitante; tra il 2004 ed il 2012 il numero di fruitori è aumentato di circa il 22%, ma il valore si è ridotto del 55% tra il 2012 ed il 2016.

I passeggeri annui sui mezzi pubblici per abitante sono:

	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018
Livorno	62,2	63,1	74,2	76,3	71,0	60,4	57,3	n.d.
Italia	207,2	213,4	218,3	218,1	200,0	192,0	185,2	n.d.

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città (la dicitura Italia si riferisce al complesso comuni capoluogo di provincia)

Il tasso di motorizzazione (autovetture per 1.000 abitanti) a Livorno è inferiore alla media nazionale (9% in meno), con una presenza di auto a basse emissioni (euro 5 o superiore) che rappresentano il 46% del totale (15% al 2012), anche se al 2018 sono in circolazione ancora 20.300 auto con motori fino ad euro 3 (35.600 al 2012).

Autovetture per 1000 ab.

	totale						fino a euro 3					euro 4					euro 5 o superiore				
	2004	2008	2012	2014	2016	2018	2008	2012	2014	2016	2018	2008	2012	2014	2016	2018	2008	2012	2014	2016	2018
Livorno	553	553	548	532	545	558	303	227	187	155	129	244	237	214	192	166	6	84	131	192	256
Italia	611	633	631	603	600	614	387	315	292	259	228	233	222	202	194	183	9	94	115	171	235

Fonte: Istat - Dati ambientali nelle città; ACI – PRA (annuario statistico)

Le auto bi-carburante (benzina/gpl o benzina/metano) rappresentano quasi l'8% del parco circolante (6.800 circa, con un incremento del 45% rispetto al 2008). Nella tabella seguente le autovetture circolanti per tipo di alimentazione (valori percentuali).

	2008	2012	2014	2016	2018
Benzina	55,8	51,4	48,6	54,7	52,5
Gasolio	26,3	29,0	30,1	37,5	39,1
Gas o bi-fuel	4,7	5,5	6,2	7,2	7,8
Altro (elettr./ibride)	-	-	0,1	0,5	0,5
Totale	86,9	85,9	85,1	99,9	99,9

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

La bassa domanda di trasporto pubblico è legata in parte alla forte diffusione di veicoli a due ruote: la consistenza di motocicli (per 1.000 abitanti) rimane pressoché doppia rispetto alla media nazionale.

	2004	2008	2012	2014	2016	2018
Livorno	190	244	262	255	260	268
Italia	100	127	136	130	132	135

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città (la dicitura Italia si riferisce al complesso comuni capoluogo di provincia).

Per quanto riguarda modalità più eco-sostenibili di trasporto, occorre segnalare che la densità di piste ciclabili (km di piste per 100 kmq di superficie comunale) ha conosciuto solo un modesto incremento nel triennio 2014-2016, pari al 15% circa:

	2014	2015	2016
	15,02	17,99	17,22

Fonte: Istat – A Misura di Comune

Produzione rifiuti e raccolta differenziata

Anno	produzione rifiuti annua - ton	produzione rifiuti pro-capite - kg	raccolta differenziata - ton	raccolta differenziata - %	di cui rifiuti organici, verde e legno - ton
2004	98.420	632,1	31.891	32,4	10.462
2012	90.694	567,2	34.511	38,1	13.831
2014	88.556	555,1	34.962	39,5	15.662
2016	88.471	556,2	38.082	43,0	18.452
2018	85.158	538,7	46.514	54,6	21.969

Fonte: ARRR, Istat- Dati ambientali nelle città

2.2. Fattori di pressione

Le informazioni relative alla quantità di sostanze inquinanti immesse in atmosfera da attività antropiche e naturali derivanti dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria permettono di individuare le tipologie di sorgenti emissive presenti sul territorio comunale e le situazioni di criticità per emissioni oltre i limiti fissati dalla normativa. Tali dati sono elaborati da ARPAT e confluiscono nell'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione (IRSE), dai quali si evidenzia che negli ultimi 10 anni:

- le emissioni di CO (monossido di carbonio) sono diminuite del 65% e sono attribuibili principalmente al traffico (81%);
- le emissioni di NO_x (ossidi di azoto), sono in calo del 32%, sono dovute soprattutto alle attività marittime (emissioni raddoppiate in 10 anni) ed al traffico veicolare;
- le emissioni di PM₁₀ (polveri sottili, materia particolata con diametro inferiore a 10 µm), si sono ridotte in totale del 68% e sono dovute al traffico veicolare (39%), agli impianti di combustione civile (30%, ma in aumento di circa 12 tonnellate) ed alle attività marittime (21%);
- le emissioni di PM_{2,5} (polveri sottili, materia particolata con diametro inferiore a 2,5 µm), sono diminuite in totale del 64% e sono dovute al traffico veicolare (32%), agli impianti di combustione civile (37%, ma in aumento di circa 13 tonnellate) ed alle attività marittime (24%);
- le emissioni di SO_x (ossidi di zolfo), in calo del 97%, sono attribuibili in gran parte alle attività marittime.

Il Comune di Livorno, ai sensi della L.R. 9/2010, ha predisposto il Piano di Azione Comunale (PAC) 2016 – 2020 che individua gli interventi strutturali finalizzati a ridurre le emissioni di biossido di azoto (NO₂), in quanto negli ultimi cinque anni il parametro rilevato nella stazione di rilevamento urbana – traffico posta sul Viale Carducci ha mostrato il superamento della media annuale consentita (40 mg/m³). Nel 2014 il valore misurato è risultato pari a 41 mg/m³ e nel 2015 è sceso a 40 mg/m³, rientrando nei limiti di legge.

Per l'indicatore PM₁₀ è confermato il miglioramento già evidenziato negli ultimi anni in quanto nel 2014 non è mai stata superata la media giornaliera di 50 µg/m³ (valore limite fino n. 35

superamenti/anno) e la media annuale, pari a 23 µg/m³ (limite 40 µg/m³) si attesta sui valori del 2013, in diminuzione rispetto agli anni precedenti.

Si riporta di seguito il numero di giorni di superamento del limite per la protezione della salute umana previsti per il PM₁₀ e per il PM_{2,5} rilevati dalle centraline fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria.

PM ₁₀	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2016	2018
tipo "traffico"	116	40	20	11	7	4	1	-	2	-
tipo "industriale"	27	10	1	-	2	-	3	-	-	-
tipo "fondo"	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PM _{2,5}	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2016	2018
tipo "traffico"	16	14	14	16	14	13	13	13	13
tipo "industriale"	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tipo "fondo"	-	-	-	9	7	-	9	10	9

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

Sono evidenziati i casi di superamento del limite di 24 ore per la protezione della salute umana oltre le 35 volte per anno per il PM₁₀ e dei valori della concentrazione media annua di PM_{2,5} sopra il valore limite + il margine di tolleranza (D. Lgs. 155/2010).

2.3. La produzione di energia

La produzione totale di energia elettrica nel 2018 sul territorio del Comune di Livorno è stata di 39,2 GWh (al 2014 era 48 GWh e nel 2010 risultava di 37 GWh); la produzione elettrica derivante dall'inceneritore ha inciso nel 2018 per il 67%, quella da fonti rinnovabili per il 33% (passando da 2,4 GWh nel 2004 a 12,8 GWh nel 2018).

Complessivamente la produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili (solare termico, fotovoltaico, biomassa e biogas) è di 16,6 GWh (14,2 GWh nel 2014, 12 GWh nel 2012 e 2,4 GWh nel 2004).

Impianti di produzione energetica alimentati da fonti non rinnovabili

Nel comune di Livorno sono presenti una centrale di produzione di energia elettrica da fonti fossili (olio combustibile), che dal 2013 non è più entrata in esercizio, ed un inceneritore dei rifiuti per il quale è prevista la cessazione di esercizio nell'ottobre del 2023.

Centrale Termoelettrica di ENEL Produzione – Marzocco, Livorno

La centrale era un impianto tradizionale con 2 gruppi da 155 MW ciascuno per una potenza totale di 310 MW. L'impianto occupa un'area di circa 13 ettari. Dal 2009 al 2013 è stato destinato a coprire le punte di richiesta in rete (centrale di riserva). Nel febbraio del 2012 l'impianto è entrato in servizio per alcune settimane al fine di fronteggiare l'emergenza scaturita dalla ridotta disponibilità di gas in ambito internazionale ed è stato incluso tra quelli

deputati a questo scopo anche per il 2013. Nel 2012 si è avuta una riduzione della produzione di energia elettrica di oltre il 97% rispetto al 2004 (le ore di funzionamento sono state di 872) ed un conseguente forte calo dei consumi di olio combustibile e delle emissioni.

Il 12 marzo 2015 il Ministero dello Sviluppo Economico, con il parere positivo di Terna Spa, ha accettato la richiesta inoltrata da ENEL di rinunciare all'esercizio dell'impianto dichiarando indisponibili tutti i gruppi di produzione.

		2000	2004	2009	2012	2014	2018
Produzione netta (GWh)		1.708	1.126	267	47	0	0
Consumo Olio Combustibile (tep)		395.950	277.327	108.879	15.517	0	0
Gasolio (tep)		0	304	890	1.011	0	0
Efficienza media impianto (tep/MWh)		0,232	0,247	0,411	0,352	0	0
Emissioni (t/anno)	SO ₂	11.457	4.989	872	82	0	0
	NO _x	2.593	1.765	305	71	0	0
	Polveri	536	68	14	3	0	0
Emissioni medie (ton/GWh)	SO ₂	6,71	4,43	3,26	1,74	0	0
	NO _x	1,52	1,57	1,14	1,51	0	0
	Polveri	0,31	0,06	0,05	0,06	0	0

Fonte: ENEL Produzione

Il PAESC non include la Centrale ENEL nei calcoli dei bilanci energetici né degli inventari delle emissioni, in quanto la metodologia considerata per l'elaborazione di tali inventari prevista dalla Commissione Europea e dall'Ufficio del Patto dei Sindaci prende in esame solo gli impianti che soddisfano i seguenti criteri³:

- l'impianto deve avere una potenza ≤ 20 MW termici (per i combustibili fossili e biomassa) o ≤ 20 MW elettrici (per impianti ad energia rinnovabile, quali eolico o solare)⁴.
- l'impianto non deve essere incluso nel sistema europeo per lo scambio di quote di emissioni (EU ETS – European Union Emissions Trading Scheme): sistema di scambio di quote di emissione che opera secondo il principio della limitazione e dello scambio delle emissioni, fissa un tetto alla quantità totale di alcuni gas serra che possono essere emessi dagli impianti che rientrano nel sistema, tetto che si riduce nel tempo di modo che le emissioni totali diminuiscano. Entro questo limite, le imprese ricevono o acquistano quote di emissione che, se necessario, possono scambiare.

Questo criterio si basa sull'ipotesi che impianti di piccole dimensioni soddisfino la domanda locale di energia, mentre impianti grandi producano elettricità per la rete nazionale. Solitamente l'autorità locale ha maggiore controllo sui piccoli impianti che su quelli grandi, le cui emissioni sono controllate dall'EU ETS.

³ Fonte: SEAP Guidelines

⁴ Questo criterio si basa sull'ipotesi che impianti di piccole dimensioni soddisfino la domanda locale di elettricità, mentre impianti grandi producono elettricità per la rete nazionale. Solitamente l'autorità locale ha maggiore controllo sui piccoli impianti che su quelli grandi, le cui emissioni sono controllate dall'EU ETS.

Inceneritore di AAMPS S.p.A. – Livorno

	2000	2004	2009	2012	2014	2018	
Potenza installata (MW)	3,20	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	
Produzione netta energia elettrica (GWh)	5,5	18,6	24,2	36,4	35,2	26,5	
Produzione netta energia termica (GWht)	32,74	92,26	112,22	154,2	154,1	0	
Combustibile utilizzato - RSU (tep)	8.694	16.047	18.655	24.056	23.614	25.021	
Ore di funzionamento	4.963	6.849	5.335	7.478	7.383	8.598	
Efficienza media impianto (tep/MWh)	1,581	0,863	0,771	0,661	0,671	0,944	
Emissioni SO ₂ (ton/anno)	8,6	1,0	0,6	0,0	0,0	0,034	
Emissioni NO _x (ton/anno)	54,8	54,5	47,3	73,0	59,5	80,29	
Emissioni Polveri (ton/anno)	2,4	1,0	0,5	0,8	0,0	0,22	
Emissioni medie (ton/GWh)	SO ₂	1,57	0,05	0,0	0,03	0,00	0,00
	NO _x	9,92	2,93	2,0	1,95	1,69	3,03
	Polveri	0,43	0,05	0,0	0,02	0,00	0,01

Fonte: A.AM.P.S. S.p.A.

Dal 2019 è cessata la produzione di energia elettrica da RSU presso l'inceneritore. Nell'ottobre 2023, alla scadenza dell'A.I.A (Autorizzazione Integrata Ambientale), è previsto lo spegnimento dell'impianto.

Impianti di produzione energetica alimentati con fonti rinnovabili

Installazioni solare termico

Anno	n. installazioni	mq installati	Produzione energia termica (MWh _t)
2012	265	1.635,4	1.503
2014	265	1.635,4	1.503
2018	n.d.	n.d.	n.d.

Fonte: elaborazione dati EALP e Comune Livorno

La rilevazione dei dati relativi al solare termico è ferma al 2012. Il fatto che l'installazione del solare termico ricada spesso, per dimensioni e tipologia dell'impianto, nelle attività di edilizia libera fa sì che non vengano presentate richieste di rilascio del titolo edilizio agli uffici comunali competenti; pertanto non si riesce a tenere traccia della superficie di solare termico che ogni anno viene installata sul territorio. Sarebbe opportuno prevedere un sistema di "censimento" degli impianti presenti e delle future installazioni.

Installazioni solare fotovoltaico

Anno	n. impianti installati	Potenza Totale (kW)	Produzione Energia Elettrica (MWh)
2012	465	8.280	10.350
2014	552	9.390	11.951
2018	n.d.	9.964	12.455

Fonte: GSE

Centrale Biogas di AAMPS presso la discarica Vallin dell'Aquila - Livorno

La centrale produce energia elettrica da biogas estratto dalla fase di post gestione della discarica di rifiuti urbani di Vallin dell'Aquila attraverso un motore a combustione interna da 600 kW. La captazione del biogas riduce le emissioni diffuse di metano e CO₂ dalla discarica. La diminuzione della produzione energetica è conseguenza del calo fisiologico della produzione di metano dai corpi di discarica considerato che i conferimenti sono cessati nel 2006.

Dal 31/12/2020 non sarà più sfruttato il biogas per la produzione di energia elettrica a causa della composizione chimica del biogas, che non lo rende più idoneo all'impiego.

	2002	2004	2009	2012	2014	2018
Potenza installata (MW)	0,30	0,36	0,60	0,60	0,60	0,60
Produzione annua energia elettrica netta (MWh)	1.430	2.400	1.430	130	760	293
Produzione annua energia termica (MWh _t)	9,41	13,51	11,53	0,9	5,1	0
Combustibile usato (tep) - Biogas	651	935	743	55	327	136
Ore annue di funzionamento	4.903	7.183	5.031	840	4.679	1.923
Efficienza media impianto (tep/MWh)	0,455	0,390	0,520	0,423	0,430	0,464
Emissioni SO ₂ (ton/anno)	-	-	0,25	0,07	0,1	0,00
Emissioni NO _x (ton/anno)	2,1	3,3	1,09	0,8	1,8	0,5
Emissioni Polveri (ton/anno)	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: A.A.M.P.S. S.p.A.

2.4. I consumi di energia elettrica

Il consumo di Energia Elettrica

Nelle tabelle seguenti sono riportati i consumi di energia elettrica al 2004, 2012, 2014 e 2018 per settore d'impiego, nonché l'incidenza del singolo settore sui consumi complessivi.

I valori sono espressi in MWh.

Anno	Agricoltura	Domestico	Industria	Terziario	Totale
2004	656	176.392	149.046	249.202	575.296

2012	818	176.650	126.101	270.110	573.679
2014	844	165.226	101.939	252.833	520.842
2018	1.371	154.767	82.168	247.173	485.479

Fonte: e-distribuzione

Anno	Agricoltura %	Domestico %	Industria %	Terziario %
2004	0,1	30,6	25,9	43,3
2012	0,1	30,8	22,0	47,1
2014	0,2	31,7	19,6	48,5
2018	0,3	31,9	16,9	50,9

Come si può osservare, l'incidenza maggiore sui consumi di energia elettrica del territorio è dovuta ai settori terziario e industriale che nel 2018 insieme ha coperto quasi il 68% del totale.

2.5. L'approvvigionamento di combustibili

Gli impianti di riscaldamento

Le emissioni dovute al riscaldamento degli edifici rappresentano una quota significativa rispetto al totale delle emissioni, in particolare nei mesi invernali quando le condizioni meteo - climatiche spesso favoriscono il ristagno degli inquinanti con il conseguente superamento dei valori limite. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dove sono evidenziate le varie tipologie di impianto presenti sul territorio comunale al 2019, per potenza e per combustibile impiegato, e una tabella riferita al 2014. Gli impianti di potenza inferiore a 35 kW sono di tipo individuale al servizio della singola abitazione o appartamento. Gli impianti sopra i 35 kW sono invece le centrali al servizio di almeno due appartamenti o di un condominio.

Classi di potenza	metano	gasolio	GPL	altro/non noto	totale
≤ 35 kW	69.901	202	499	112	70.714
> 35 kW	957	47	8	0	1.012
Totale	70.858	249	507	112	71.726

Fonte: ARRR – anno 2019

Classi di potenza	metano	gasolio	GPL	altro/non noto	totale
≤ 35 kW	47.721	2.468	2.916	3.141	56.246
> 35 kW	1.118	154	5	-	1.277
Totale	48.839	2.622	2.921	3.141	57.523

Fonte: EALP – anno 2014

Rispetto al 2014 si rileva che il numero di impianti termici censiti è maggiore, 71.726 impianti nel 2019 rispetto ai 57.523 del 2014, ma è diminuito il numero di impianti con potenza maggiore di 35 kW che nel 2014 era il 2,2% (1.277 impianti) del totale mentre nel 2019 ricopre solo l'1,4% (1.012 impianti).

Nonostante il numero degli impianti termici censiti sia aumentato, gli impianti alimentati a gasolio si sono nettamente ridotti, nel 2014 erano 2.622 mentre nel 2019 risultano essere 249 (- 90%); così come per gli impianti a GPL che sono passati da 2.921 a 507 (- 83%).

L'utilizzo della legna per il riscaldamento domestico non è ancora diffuso nel territorio comunale. Nella colonna "altro / non noto" sono compresi gli impianti a biomassa, che nel 2019 risultano essere 109, sono quindi solo 3 gli impianti di cui non è nota la tipologia di combustibile. È presumibile che gran parte dei 3.141 impianti "non noti" del 2014 sia passata nella tipologia a metano nel 2019.

2.6. Il porto di Livorno

Nel 2004 l'Autorità Portuale di Livorno ha ottenuto la certificazione del sistema ambientale UNI EN ISO 14001:2004 e, prima autorità portuale in Europa, l'iscrizione nel registro delle organizzazioni operanti un sistema di gestione conforme al regolamento europeo EMAS II. Di conseguenza l'APL dispone di dati di monitoraggio riguardo gli aspetti ambientali più importanti, tra cui anche l'utilizzo dell'energia.

L'APL ha partecipato anche a numerosi progetti europei (es. Climeport, 2009) che hanno permesso di individuare il peso del consumo energetico delle attività a terra e delle navi a banchina che, come stimato nel 2009 e confermato recentemente, contribuisce per quasi il 90% ai consumi totali e alla produzione di CO_{2,eq}⁵.

La più recente stima dei consumi del porto di Livorno è stata realizzata nell'ambito del DEASP (Documento di Pianificazione Energetica e ambientale) che l'Autorità di Sistema Portuale sta realizzando ai sensi della recente riforma della normativa sulla portualità (articolo 4bis della L. n.84/1994 mediante il Decreto del 17 dicembre 2018).

Il DEASP è stato definito nei contenuti e nelle metodologie a Dicembre 2018 con l'emanazione delle *Linee Guida per i Documenti Energetico Ambientali dei Sistemi Portuali* (DEASP) del "DG per il clima e l'energia" del MIBACT, di concerto con il "DG per la vigilanza sulle autorità portuali, le infrastrutture portuali ed il trasporto marittimo e per le vie d'acqua interne" del MIT. Le linee Guida consentono di sviluppare una valutazione attuale e prospettica del fabbisogno energetico del sistema portuale con la metodologia carbon footprint.

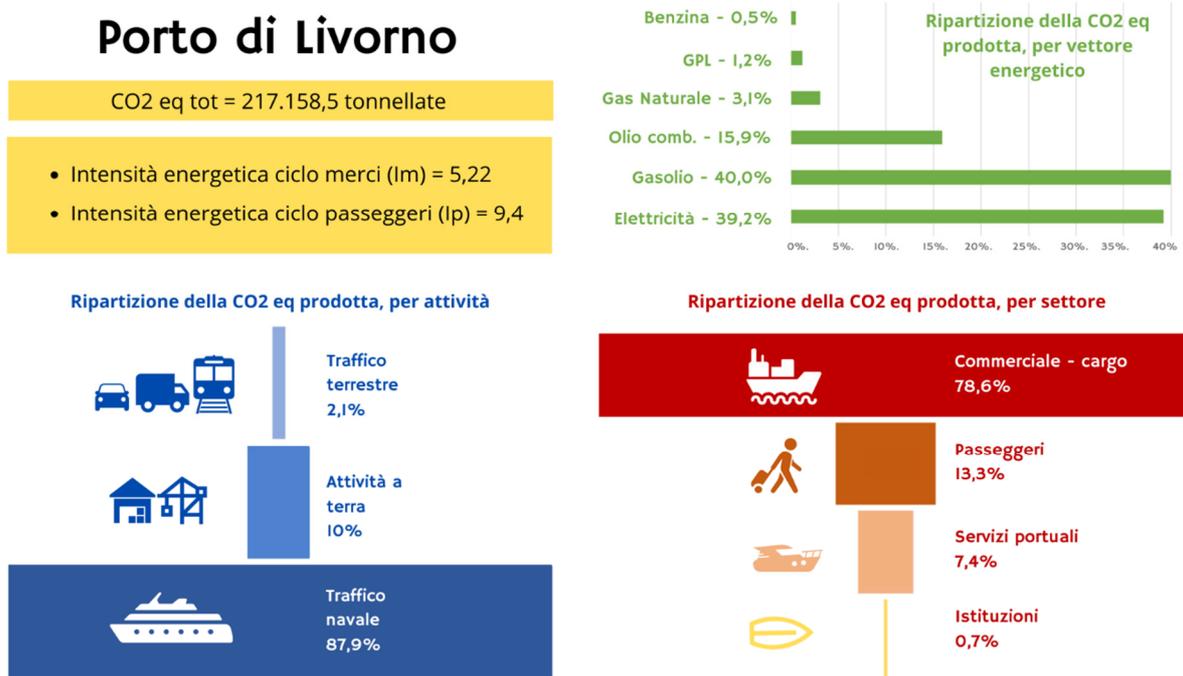
L'AdSP del Mar Tirreno Settentrionale, in accordo con la propria gestione ambientale, codificata con il proprio sistema certificato ISO 14001 e EMAS, sta definendo i contenuti del DEASP sia attraverso approfondimenti tecnici che attraverso il coinvolgimento della comunità portuale, con gli obiettivi di dare informazioni, creare le condizioni per una buona

⁵ Si precisa che la carbon footprint valuta le emissioni di gas climalteranti in tonnellate di CO_{2,eq}, che tiene conto sia della CO₂ che di altri gas ad effetto serra; per il PAESC invece, in continuità con quanto fatto nelle versioni precedenti del PAES e in accordo con le Linee guida del Covenant of Mayors, è stata adottata come unità di misura delle emissioni le tonnellate di CO₂.

implementazione della successiva campagna di raccolta dati sui flussi energetici in ambito portuale e mappare eventuali progettualità in ambito energetico-ambientale che si stanno sviluppando nei porti di interesse.

Il consumo di energia elettrica stimato per il Porto di Livorno nell'anno 2018 è di 32.000 MWh, mentre la potenza fotovoltaica installata complessivamente è di 1070 kW. Le linee guida per la redazione del DEASP indicano l'utilizzo della metodologia della carbon footprint, e nella figura che segue si riportano i dati estratti per l'area portuale livornese.

Si sottolinea che questa analisi misura le emissioni in termini di CO_{2eq} e non di CO₂ come adottato per il presente PAESC⁶; gli impatti dei consumi finali di energia dell'area portuale sono stati infatti contabilizzati secondo la metodologia adottata per il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni, come riportato nel § 3.3.



I dati raccolti ed elaborati fotografano la situazione attuale del fabbisogno energetico del sistema portuale e del porto di Livorno in particolare, e vanno letti insieme alle stime di incremento di consumo energetico legate agli interventi di sviluppo del porto.

Il Piano Regolatore del Porto di Livorno (PRP), approvato nel 2015, fa una valutazione delle prevedibili esigenze di incremento dei fabbisogni di energia elettrica nella nuova configurazione del Porto ed a seguito della realizzazione di nuove infrastrutture (Darsena Europa, sviluppo rete ferroviaria, riqualificazione stazione marittima che diventerà centro crociere ecc.), che avranno un'incidenza su traffici merci e passeggeri e di conseguenza su consumi di energia ed emissioni.

L'Autorità di Sistema Portuale, quale ente di pianificazione, ha l'onere nell'ambito delle previsioni del PRP di stimare le prevedibili evoluzioni dei fabbisogni di energia elettrica, al fine di dare modo al distributore locale di energia elettrica ed a TERNA di inserire le future necessità nella pianificazione dello sviluppo della rete. Ne consegue che l'evoluzione

⁶ vedi nota 4

temporale dei fabbisogni, meglio se articolato per aree funzionali, dovrebbe tenere conto delle prevedibili future esigenze degli operatori e delle infrastrutture comuni (ad esempio l'illuminazione dei piazzali).

Le previsioni dei traffici per il porto di Livorno espresse nel PRP considerano un approccio prudentiale e, in base a queste, sono stimati i fabbisogni energetici prevedibili al 2020, con due ipotesi, basso sviluppo e alto sviluppo.

Categorie merceologiche	Consumi energia elettrica - MWh	
	Basso sviluppo	Alto sviluppo
General cargo	2.926	3.325
Merce containerizzata	87.675	93.520
Rinfuse liquide	11.053	11.834
Rinfuse solide	154	176
Altri servizi *	966	1.042
TOTALE	102.773	109.897

* Include la crescita dei fabbisogni di energia elettrica conseguenti alla realizzazione della Piattaforma Europa per l'alimentazione degli impianti di illuminazione dei piazzali e delle parti comuni, per l'alimentazione delle attrezzature da banchina, nuovi uffici, ecc.

Il DEASP ha quindi analizzato le criticità, individuato gli obiettivi energetico-ambientali e definito alcuni interventi e misure che al momento sono oggetto di studio di fattibilità: il potenziamento degli impianti di cold ironing nell'area della stazione crociere, la sostituzione delle luci delle torri faro con led, la costituzione di consorzi di acquisto dell'energia elettrica, la riprogettazione dell'intera rete elettrica portuale come Sistema di Distribuzione Chiuso indipendente dalla città o addirittura come Comunità Energetica.

Per quanto riguarda il cold ironing, già dal 2010 l'APL ha sviluppato uno studio di fattibilità e poi la progettazione e la realizzazione di un impianto di fornitura di energia elettrica alle navi da banchina. L'impianto, cofinanziato dal Ministero dell'Ambiente e dalla Regione Toscana e collaudato nel 2015, si trova alla Calata Sgarallino e serve un accosto dedicato a navi RoRo-Pax e piccole navi crociera; è progettato per fornire fino a 12 MW di potenza in media tensione (11 kV), con frequenza selezionabile tra 50 e 60 Hz.

L'impianto non è stato ad oggi ancora utilizzato quanto sperato per vari motivi (alta variabilità delle caratteristiche degli impianti elettrici di bordo, necessità di opere di adeguamento alle strutture elettriche di bordo, onerosa commercializzazione del servizio, ecc.) che negli anni sembrano comunque andare a risolversi: la pressione del mercato verso soluzioni di trasporto sempre più sostenibili sta crescendo e la diffidenza per la tecnologia da parte degli armatori di sta riducendo con il progressivo rinnovamento della flotta, dato che sempre più navi vengono progettate e già predisposte alla connessione da terra; recenti provvedimenti normativi di livello nazionale sembrano infine voler affrontare anche il tema della tariffazione (riduzione del costo fisso derivante dalla massima potenza impegnata).

Sulla base della crescente fiducia nell'utilizzabilità della tecnologia di fornitura di energia elettrica alle navi da banchina, il Piano Regolatore Portuale di Livorno (2015) prevede l'installazione di punti di connessione sulle cinque banchine che andranno a costituire l'area portuale destinata alle navi passeggeri. Questa soluzione prevede la totale riconfigurazione della rete elettrica portuale con una nuova tipologia di rete, la quale permetterà un approvvigionamento di energia dalla infrastruttura nazionale a media/alta tensione e dedicata all'area portuale e sarà predisposta per poter gestire in autoconsumo anche eventuali produzioni locali di energia elettrica. Ciò in ragione del fatto che, ad oggi, la rete di distribuzione elettrica del Porto di Livorno è condivisa con la città, cosa che limita fortemente i progetti di sviluppo portuale in ragione dei vincoli sulla la potenza complessiva assorbibile dall'ambito portuale. In linea del tutto indicativa, è possibile considerare che l'ordine di grandezza della potenza installabile per alimentare contemporaneamente cinque navi da crociera di grossa stazza, situazione tipica nella fase estiva del Porto di Livorno, è pari a 60 MW.

Tale progetto è stato inserito dall'Autorità di Sistema Portuale tra quelli candidati a finanziamento sul Recovery Fund europeo, per circa 40 milioni di euro.

3. INVENTARIO DELLE EMISSIONI

3.1. Il fabbisogno energetico del Comune di Livorno

Di seguito si riporta il bilancio dei consumi di energia finali per gli anni 2004, 2012, 2014 e 2018. Per la metodologia di calcolo adottata si rimanda all'All. D.

2004 (valori in MWh)	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	21.467	1.577.844	39.334	114.528	1.753.174	55%
Gas naturale	677.146	5.605	-	159.307	842.057	27%
Energia Elettrica ⁷	417.555	-	644	146.231	564.429	18%
Energie Rinnovabili	8.123	-	12	2.815	10.950	0%
Totale consumi finali di energia	1.124.290	1.583.449	39.991	422.881	3.170.611	

Fonte: PAES Comune di Livorno (2014)

2012 (valori in MWh)	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	15.626	1.193.474	6.355	30.084	1.245.539	45%
Gas naturale	613.126	21.191	-	291.992	926.309	33%
Energia Elettrica	438.202	-	802	123.686	562.691	20%
Energie Rinnovabili	10.060	43.294 ⁸	16	2.416	55.785	2%
Totale consumi finali di energia	1.077.014	1.257.959	7.173	448.178	2.790.324	

Fonte: PAES Comune di Livorno (2014)

2014 (valori in MWh)	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	12.775	1.266.718	9.861	4.048	1.293.403	50%
Gas naturale	574.692	21.295	-	112.951	708.938	28%
Energia Elettrica	407.894	-	819	99.424	508.136	20%
Energie Rinnovabili	11.667	51.446	25	2.516	65.654	3%
Totale consumi finali di energia	1.007.027	1.339.460	10.705	218.939	2.576.131	

Fonte: PAES Comune di Livorno (2017)

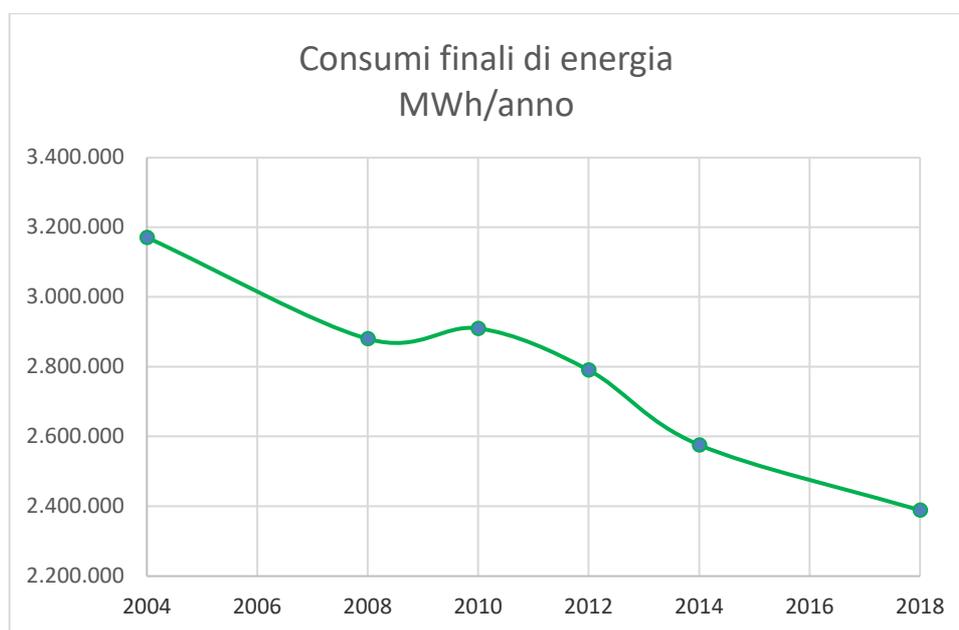
⁷ Dalla voce "Energia elettrica" è esclusa l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (fotovoltaico e biogas), valorizzata con il fattore 1 TEP = 11,6222 MWh, che è compresa nella voce "Energie rinnovabili" e che include anche l'energia termica prodotta da pannelli solari.

⁸ A partire dal 1° gennaio 2012 i biocarburanti immessi in consumo devono rispettare i requisiti di sostenibilità previsti dalla direttiva 2009/28/EC sulle fonti rinnovabili (art. 33 co. 3 D.Lgs. 28/2011).

2018 (valori in MWh)	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	12.360	1.028.486	4.029	59.393	1.104.268	46,2%
Gas naturale	623.845	13.990	0	95.654	733.489	30,7%
Energia Elettrica	401.940	-	1.371	82.168	485.479	20,3%
Energie Rinnovabili	3.809	61.907	0	0	65.716	2,8%
Totale consumi finali di energia	1.041.954	1.104.383	5.400	237.216	2.388.953	

Fonte: elaborazione SOLSOLIS su dati forniti da: e-distribuzione, Ministero Sviluppo Economico, GSE, AAMPS, SNAM rete gas, ACI, ARRR

I consumi finali di energia si sono ridotti tra il 2004 ed il 2018 di 781.658 MWh pari al **24,7%**.



Consumi settore civile

I consumi del settore civile (residenziale più terziario) sono diminuiti tra il 2004 ed il 2018 di 82.336 MWh (-7,3%), con un aumento tra il 2014 e il 2018 di 34.927 MWh.

I consumi di combustibili destinati al riscaldamento (prodotti petroliferi + metano) sono diminuiti tra il 2004 ed il 2018 di 166.622 MWh (-21%). Per il periodo 2018 - 2030 è stata prevista una riduzione dei consumi di energia per riscaldamento di almeno 63.135 MWh/anno, ipotizzando, sulla base degli andamenti degli ultimi anni e delle azioni da implementare nel settore, che vi siano al 2030:

- Riduzione consumi metano riscaldamento del 10% rispetto al 2018
- Riduzione consumi gasolio riscaldamento del 15% rispetto al 2018
- Aumento dei consumi di GPL riscaldamento del 20% rispetto al 2018
- Raddoppio degli impianti a biomassa al posto del metano rispetto al 2018
- Aumento del 50% degli impianti solari termici al posto del metano rispetto al 2018 (si rimanda a quanto evidenziato nel §2.3 riguardo alla difficoltà nel censire gli impianti solari realizzati sul territorio).

Sulla riduzione di tali consumi è da valutare sia l'influenza del miglioramento dell'efficienza, indotta anche dai controlli sugli impianti termici, sia l'incremento delle temperature medie nei mesi invernali registrate negli ultimi decenni. Il rendimento medio di combustione, come desunto dalle autodichiarazioni degli impianti termici raccolte da ARRR evidenzia i seguenti valori:

- 2012 - 2013: media 84%
- 2014 - 2015: media 86%
- 2016 - 2017: media 92%
- 2017-2018: media 92,6%

Si può dedurre che la riduzione dei consumi di combustibili destinati al riscaldamento del 21% tra il 2004 ed il 2018 è dovuta in parte al miglioramento dell'efficienza energetica e in parte all'aumento delle temperature invernali.

Nella tabella seguente sono riportati i dati disponibili dal Consorzio LAMMA sulle temperature medie minime e massime mensili:

mese	2004		2012		2018	
	Tmedia _{min}	Tmedia _{max}	Tmedia _{min}	Tmedia _{max}	Tmedia _{min}	Tmedia _{max}
gennaio	5,6 °C	12,2 °C	4,5 °C	13,3 °C	9,7 °C	15,0 °C
febbraio	8,2 °C	13,3 °C	2,9 °C	9,6 °C	4,7 °C	10,2 °C
marzo	8,2 °C	14,4 °C	11,9 °C	18,6 °C	7,7 °C	13,9 °C
giugno	17,5 °C	23,9 °C	21,5 °C	27,3 °C	20,0 °C	25,8 °C
luglio	19,8 °C	25,9 °C	24,1 °C	29,5 °C	22,5 °C	28,2 °C
agosto	20,5 °C	26,0 °C	25,1 °C	30,7 °C	23,2 °C	29,8 °C
novembre	8,0 °C	15,1 °C	9,5 °C	18,4 °C	11,5 °C	17,4 °C
dicembre	6,3 °C	12,3 °C	7,6 °C	15,5 °C	8,3 °C	14,4 °C

Fonte: Consorzio LAMMA

Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica tra il 2014 ed il 2018 sono diminuiti di 10.458 MWh (-6,3%), mentre nel periodo 2004-2018 la riduzione è stata di 78.950 MWh pari a -14%. Il ricorso alle fonti rinnovabili, ed in particolare al solare fotovoltaico, nello stesso periodo 2014-2018 è incrementato di 504 MWh (+4%), mentre nel periodo 2012-2014 l'incremento del fotovoltaico era stato di 1.607 MWh (+16%).

L'aumento delle temperature medie mensili estive degli ultimi anni (tabella precedente) porta a ritenere plausibile che entro il 2030 il consumo di energia elettrica per il raffrescamento estivo possa subire un aumento; pertanto, nonostante nel periodo 2014-2018 vi sia stata una riduzione dei consumi dell'1,6% ogni anno, si ritiene di assumere cautelativamente che al 2030 la riduzione dei consumi di energia elettrica sia del 10% rispetto al 2018 invece che del 18%.

Consumi settore trasporti

I consumi del settore trasporti sono diminuiti tra il 2004 ed il 2018 di 479.066 MWh (-30%). Si era registrato un aumento tra il 2012 – 2014 di 81.501 MWh (+6,5%), legato in gran parte ad un maggior uso dell'auto privata rispetto al mezzo pubblico come evidenziato dal dato sulla domanda di passeggeri annui trasportati dai mezzi di trasporto pubblico per abitante che è

sceso da 71 a 60,4 (-15%), ma nel periodo 2014-2018 i consumi del settore trasporti hanno ripreso a diminuire.

Il consumo di diesel tra il 2004 e il 2018 è diminuito del 38% (-31% tra il 2004 e il 2014), mentre quello della benzina è calato del 29% nel periodo 2004-2018 ma ha subito un aumento del 16% tra il 2014 e il 2018. Nella previsione al 2030 si assume cautelativamente che il consumo di benzina sia invariato rispetto al 2018 nonostante tutte le misure di riduzione dei consumi che saranno messe in campo nei prossimi anni sulla mobilità sostenibile anche e soprattutto con il PUMS, mentre per il diesel si ipotizza una riduzione del 15% rispetto al 2018.

Dal 2020 in poi la percentuale di biocarburanti presenti nei carburanti sarà del 10% in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente.

Consumi settore industria

I consumi del settore industria sono diminuiti tra il 2004 e il 2018 di 185.665 MWh (-44%), mentre tra il 2004 ed il 2014 erano diminuiti di 203.942 MWh; negli ultimi anni i consumi del settore industria sono infatti aumentati (+8,3% tra il 2014 e il 2018), probabilmente grazie ad una leggera ripresa economica, a seguito della crisi del comparto industriale livornese dovuta alla crisi economica del 2009.

Intensità energetica

Il calcolo dell'intensità energetica, che misura la quantità di energia necessaria (MWh) ad una collettività per produrre una unità di ricchezza (1 milione di euro), evidenzia l'incidenza del miglioramento dell'efficienza nell'impiego dell'energia nei diversi settori d'uso.

Nelle versioni precedenti del documento l'intensità energetica era riferita al PIL ma dato che i valori del PIL per l'area livornese degli ultimi anni (2016 e 2018) non sono disponibili al momento della redazione del documento, si procede nel valutare l'intensità energetica attraverso il Valore Aggiunto (PIL senza le imposte indirette nette). Nel 2004 l'intensità energetica (consumi finali di energia su Valore Aggiunto) era di 736,3 MWh/M€ mentre nel 2018 è scesa a 654,5 MWh/M€; in altre parole, per produrre un milione di € di valore aggiunto nel 2004 era necessario consumare 736,3 MWh di energia, mentre nel 2018 per lo stesso milione di € ne erano necessari 654,4 MWh, cioè l'11% in meno.

I consumi finali di energia del Comune di Livorno sono diminuiti tra il 2004 ed il 2018 di quasi il 25%, da 3.170.611 MWh a 2.388.952 MWh. Tale riduzione è stata imputabile per:

- il 15% alla riduzione del V.A. conseguente alla contrazione delle attività economiche che si è avuta in particolare a partire dal 2008;
- il 10% ad un effettivo miglioramento dell'efficienza energetica negli usi finali, cioè al conseguimento di risparmi di energia a parità di servizi e comfort nelle attività del settore civile, industriale e dei trasporti.

Incidenza sui consumi della produzione locale di energia

La produzione di energia a livello comunale non è sufficiente a soddisfare le richieste complessive dei diversi settori: nel 2004 copriva oltre 36 % dei consumi finali, nel 2018 meno del 2%.

L'apporto della produzione da energie rinnovabili è pari allo 0,7% nel 2018, in aumento rispetto allo 0,1% del 2004. L'incidenza delle fonti rinnovabili sui consumi di energia è del 3,3% se si considerano anche gli utilizzi di biocarburanti nei consumi per il settore dei trasporti (era dello 0,3% nel 2004 e del 3% nel 2014).

		2004	2012	2014	2018
Produzione e.e. - centrale ENEL Marzocco	MWh	1.126.000	47.000	0	0
Produzione e.e. – inceneritore AAMPS	MWh	18.600	36.400	35.200	26.500
Produzione e.e. - fotovoltaico	MWh	-	10.350	11.951	12.455
Produzione e.e. - biogas	MWh	2.400	130	760	293
Produzione e.termica – solare termico	MWh	-	1.503	1.503	1.503
Produzione e.t. – biomassa	MWh	-	-	-	2.300
Totale Produzione energia Livorno	MWh	1.147.000	95.383	49.414	43.051
Consumi finali di energia	MWh	3.170.611	2.790.324	2.576.131	2.388.952
Incidenza prod. e. su Consumi finali	%	36,2	3,4	1,9	1,8
<i>di cui fonti non rinnovabili</i>	%	<i>36,1</i>	<i>3,0</i>	<i>1,4</i>	<i>1,1</i>
<i>di cui fonti rinnovabili</i>	%	<i>0,1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>

3.2. Le emissioni di CO₂ del Comune di Livorno

Di seguito si riporta l'Inventario di Base delle Emissioni di CO₂ (IBE) del comune di Livorno per il 2004 (anno di riferimento rispetto a cui calcolare la riduzione al 2020) e gli Inventari di Monitoraggio delle Emissioni di CO₂ (IME) al 2012, 2014 ed al 2018 (ultimo disponibile). Per la metodologia di calcolo adottata si rimanda all'All. D.

IBE – INVENTARIO DI BASE DELLE EMISSIONI 2004 – ton di CO₂

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	5.637	410.362	10.502	30.579	457.080	50,4
Gas naturale	136.783	1.132	-	32.180	170.096	18,8
Energia Elettrica	206.413	-	318	72.287	279.018	30,8
Totale emissioni CO₂	348.833	411.494	10.821	135.046	906.194	

Fonte: PAES Comune di Livorno (2014)

IME – INVENTARIO DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI 2012 – ton di CO₂

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	4.098	311.406	1.697	8.033	325.233	44,9
Gas naturale	123.851	4.281	-	58.982	187.114	25,9
Energia Elettrica	164.500	-	301	46.431	211.233	29,2
Totale emissioni CO₂	292.449	315.687	1.998	113.446	723.580	

Fonte: PAES Comune di Livorno (2014)

IME – INVENTARIO DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI 2014 – ton di CO₂

	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	3.365	330.747	2.633	1.081	337.826	52,9
Gas naturale	116.088	4.302	-	22.816	143.205	22,4
Energia Elettrica	126.622	-	256	30.876	157.753	24,7
Totale emissioni CO₂	246.075	335.049	2.889	54.772	638.785	

Fonte: PAES Comune di Livorno (2017)

IME – INVENTARIO DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI 2018 – ton di CO₂

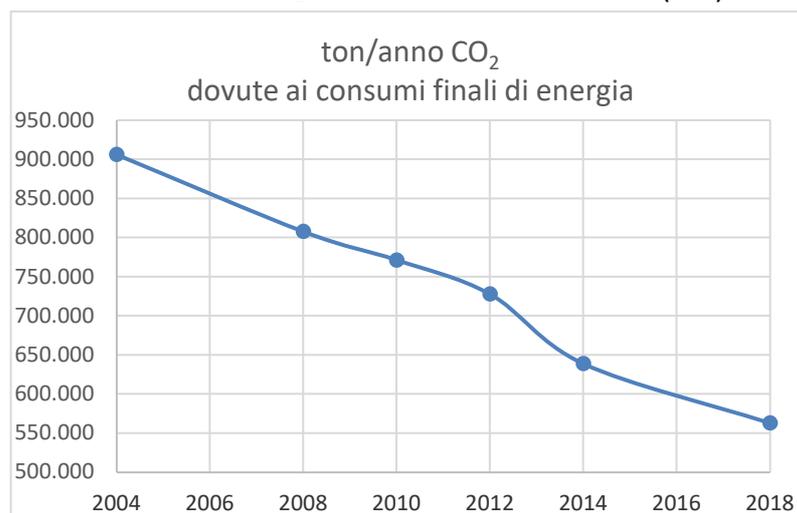
	Civile	Trasporti	Agricoltura	Industria	Totale	%
Prodotti petroliferi	3.174	266.757	1.076	15.858	286.864	51,0%
Gas naturale	126.017	2.826	0	19.322	148.165	26,3%
Energia Elettrica	105.851	0	361	21.639	127.851	22,7%
Totale emissioni CO₂	235.042	269.583	1.437	56.819	562.881	

Fonte: elaborazione SOLSOLIS

La riduzione delle emissioni registrata negli ultimi 14 anni è stata generata in parte dalle operazioni dirette dell'Amministrazione Comunale e in parte dagli effetti che si sono diffusi su tutto il territorio grazie alle specifiche politiche volte a ridurre le emissioni derivanti dalle attività economiche, dai comportamenti dei cittadini, dai trasporti, ecc.

Le emissioni pro-capite di CO₂ nel Comune di Livorno sono nel 2018 di 3,6 ton/abitante (erano di 5,6 ton/ab. nel 2004, 4,5 ton/ab. nel 2012 e 4 ton/ab. nel 2014), la media nazionale nel 2018 si attesta a circa 6 ton/abitante di CO₂.

ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI CO₂ NEL PERIODO 2004 - 2018 (ton)



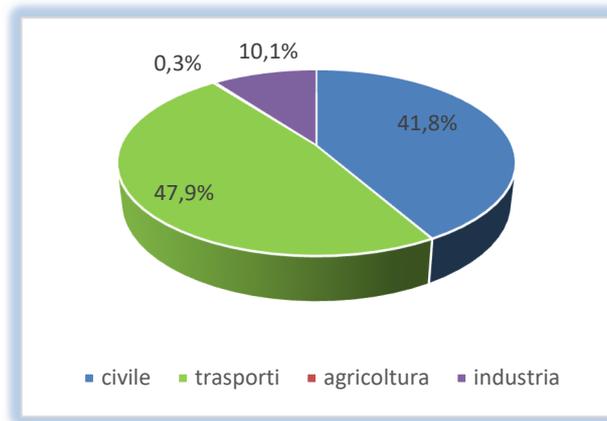
Le emissioni tra il 2004 ed il 2018 si sono ridotte di 343.145 ton, pari a una diminuzione del **37,9%**.

Nel biennio 2012 – 2014 è stata registrata la riduzione maggiore di emissioni pari a 84.794 ton (-11,7%).

L'analisi per settori evidenzia quanto segue:

- civile: le emissioni sono diminuite tra il 2004 ed il 2018 di 113.666 ton (-32,6%); nel biennio 2012 – 2014 la riduzione è stata di 46.374 ton per quanto detto sopra e per le motivazioni evidenziate nel paragrafo precedente riguardante l'andamento dei consumi di energia (miglioramento del rendimento medio degli impianti termici ed incremento delle temperature medie nei mesi invernali);
- trasporti: tra il 2004 e il 2018 la riduzione è stata di 141.912 ton (-34,5%), ma come evidenziato per i consumi di energia, si è registrato un aumento tra il 2012 – 2014 di 19.362 ton (+6%) legato principalmente ad un maggior uso dell'auto privata rispetto al mezzo pubblico;
- agricoltura: questo settore, che incide marginalmente sulle emissioni di CO₂, ha avuto un forte calo nel periodo 2004-2018 pari a 9.384 ton -86,7%);
- industria: tra il 2004 ed il 2018 le emissioni sono diminuite di 78.183ton (-57,9%), con un aumento di 2.047 ton (+4%) nel periodo 2014-2018; se i consumi di energia erano aumentati dell'8,3% tra il 2014 e il 2018, nello stesso periodo le emissioni di CO₂ sono aumentate solo del 4% per un maggior utilizzo di fonti a più basse emissioni (metano) in luogo di fonti più impattanti (prodotti petroliferi).

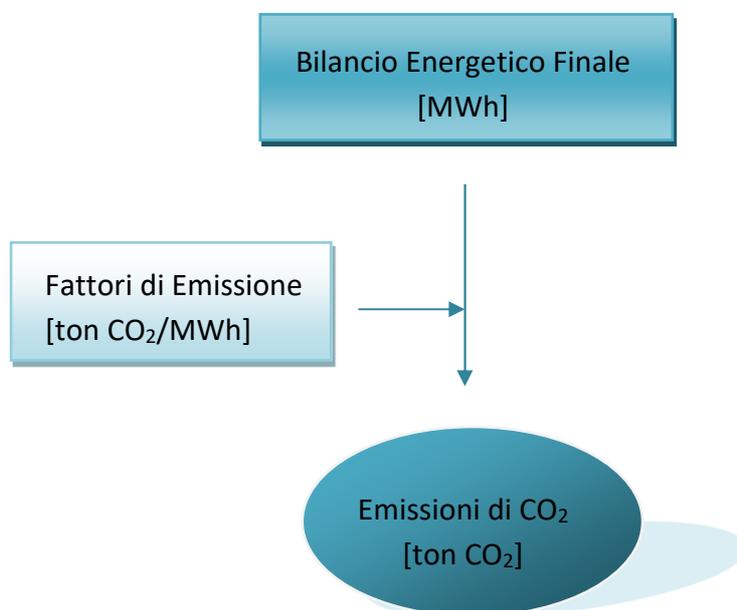
Dal grafico riportato di seguito risulta evidente che le emissioni derivanti dai consumi dei settori civile (riscaldamento ed energia elettrica dei settori domestico e terziario) e dei trasporti pesano per quasi il 90% sul totale del territorio comunale. Ed è proprio su questi settori che sono concentrati gli impegni maggiori del PAESC per raggiungere e mantenere l'obiettivo al 2030.



Complessivamente le riduzioni delle emissioni al 2018 rispetto al valore del 2004, meno 37,9%, portano al conseguimento con abbondante superamento dell'obiettivo al 2020 che era stato fissato in sede di elaborazione del PAES del Comune di Livorno a novembre 2014 (su dati disponibili al 2012) pari al 26,3% di riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto all'anno base (2004).

3.3. Metodologia di calcolo

L'Inventario di Base delle Emissioni (IBE) fornisce il quadro complessivo delle emissioni climalteranti presenti sul territorio ed è stato considerato il 2004 (in quanto per gli anni antecedenti non sono disponibili i dati di consumo di energia) come anno di base su cui rapportare il valore che si prevede di realizzare al 2030 per verificare la riduzione delle emissioni di CO₂.



L'inventario delle emissioni è elaborato a partire dai consumi di energia che vengono trasformati in emissioni di CO₂ attraverso fattori di emissione "standard" in linea con i principi IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), che comprendono tutte le emissioni di CO₂ derivanti dall'energia consumata nel territorio, sia direttamente, tramite la combustione in sito, che indirettamente, attraverso la combustione associata all'uso dell'energia elettrica.

Le emissioni di CO₂ derivanti dall'uso sostenibile della biomassa e dei biocombustibili, così come le emissioni derivanti da elettricità verde certificata sono considerate pari a zero.

Il fattore di emissione locale per l'elettricità è calcolato utilizzando l'equazione prevista dalle Linee Guida per il PAESC realizzate dal Centro Comune di Ricerca (JRC) in collaborazione con la Direzione Generale dell'Energia della Commissione Europea e l'Ufficio del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia.

Per il dettaglio delle metodologie adottate nel calcolo dei bilanci energetici, degli inventari delle emissioni e dei fattori di emissione, si rimanda all'All. D.

4. L'ANALISI DEL RISCHIO E DELLA VULNERABILITA'

4.1 Descrizione dell'approccio metodologico

La conoscenza e la comprensione dei rischi climatici e delle vulnerabilità territoriali, a tutti i livelli di governo del territorio, è fondamentale per guidare il processo decisionale e la definizione delle politiche. L' *Urban adaptation Support tool* descrive il “ciclo dell'adattamento”, cioè un percorso che le autorità e le comunità locali devono seguire per arrivare a definire e implementare le azioni di adattamento sul loro territorio.

La valutazione dei rischi e delle vulnerabilità climatiche (RVA) è la seconda fase del “ciclo dell'adattamento” ed è finalizzata a fornire le informazioni necessarie (What? Why? Where?) supportando, suggerendo e giustificando l'individuazione di misure e azioni contestualizzate per ciascun contesto specifico territoriale (How?).

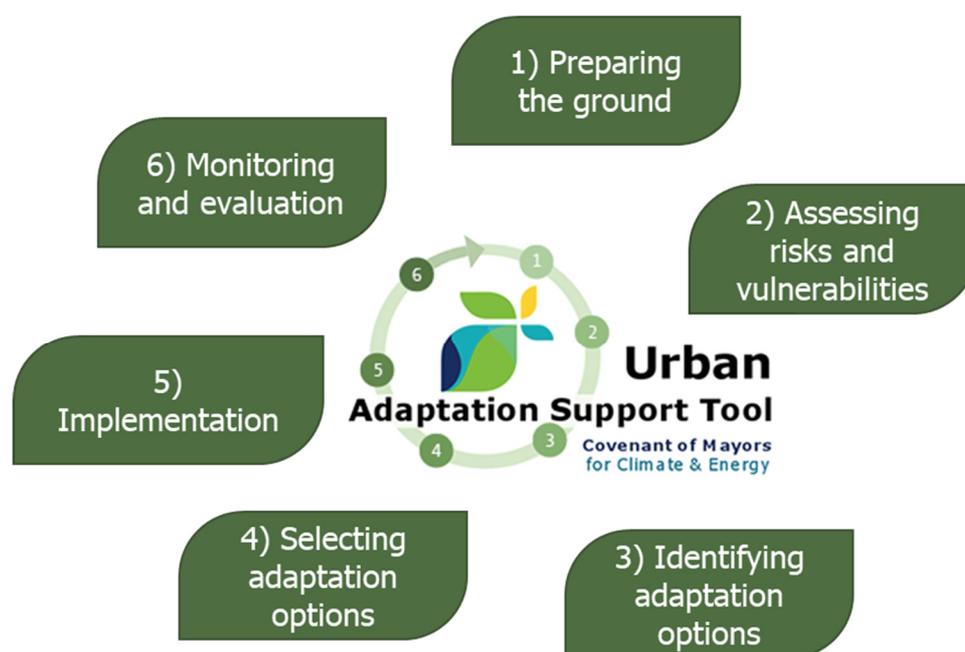


Figura 1.1 Urban adaptation Support tool. Fonte: Urban Adaptation Support Tool, CoMO/EEA

La RVA consiste nella valutazione dei rischi rappresentati dai pericoli climatici esistenti e previsti per il futuro a diverse scale temporali, tenendo conto dei motivi specifici della vulnerabilità dello specifico territorio, le potenziali minacce e danni per le persone, lo stock immobiliare, i mezzi di sussistenza e l'ambiente da cui tutto ciò dipende, consentendo di identificare i principali problemi di adattamento e di comprendere il rapporto tra l'area urbana e le aree circostanti le città nelle dinamiche di adattamento.

La RVA è una valutazione “formale”, quindi esplicita e programmata, basata su criteri espliciti e su basi informative specificatamente raccolte ed analizzate, e deve quindi essere sostenuta da una approfondita attività di ricerca. La valutazione ha sempre una natura prettamente analitica, cioè che per valutare è necessario l'impiego (non arbitrario) di appropriati metodi e strumenti d'analisi, mutuati dall'esperienza delle scienze sociali e dalle discipline di settore; il suo scopo principale è la riduzione della complessità decisionale (Bezzi, 2003).

Le linee guida JRC⁹ propongono due possibili approcci all'analisi degli impatti dei cambiamenti climatici, delle vulnerabilità e dei rischi nel loro territorio, che differiscono per livello di dettaglio, dati richiesti, strumenti e competenze tecniche necessarie per calcolare la vulnerabilità a un pericolo specifico.

Il primo approccio è "spazialmente esplicito", cioè si basa su modelli georeferenziati di impatto climatico e produce come output delle mappe di pericolo, partendo dagli stress climatici specifici e dagli attributi biofisici della città. Nel caso del Comune di Livorno non è stato possibile adottare questo approccio in modo completo, perché non per tutti i tematismi analizzati esistono dati spaziali utili a sostanziare il modello.

Il secondo approccio invece prevede una valutazione attraverso indicatori compositi comparabili su rischio, vulnerabilità e impatti (IBVA – Indicator-based vulnerability assessment). Nel caso del Comune di Livorno si è scelto quindi questo secondo approccio, inserendo comunque cartografie specifiche per alcuni tematismi, quando disponibili.

Come consigliato dalle linee guida JRC, per il Comune di Livorno è stato adottato lo schema concettuale sulla definizione dei rischi descritto dall'IPCC nel 2012 (SREX, vedi Figura 1.2).

In questo schema il *Disaster Risk* è definito come la probabilità in un determinato periodo di tempo di gravi alterazioni nel normale funzionamento di una comunità o di una società a causa di eventi fisici pericolosi che interagiscono con condizioni sociali vulnerabili, portando a diffusi effetti umani, materiali, economici o ambientali avversi che richiedono una risposta di emergenza immediata per soddisfare i bisogni umani critici e che possono richiedere un supporto esterno per il recupero della funzionalità. Nell'ambito dell'RVA, quindi, il termine *risk* viene utilizzato principalmente per indicare i rischi di impatti dei cambiamenti climatici.

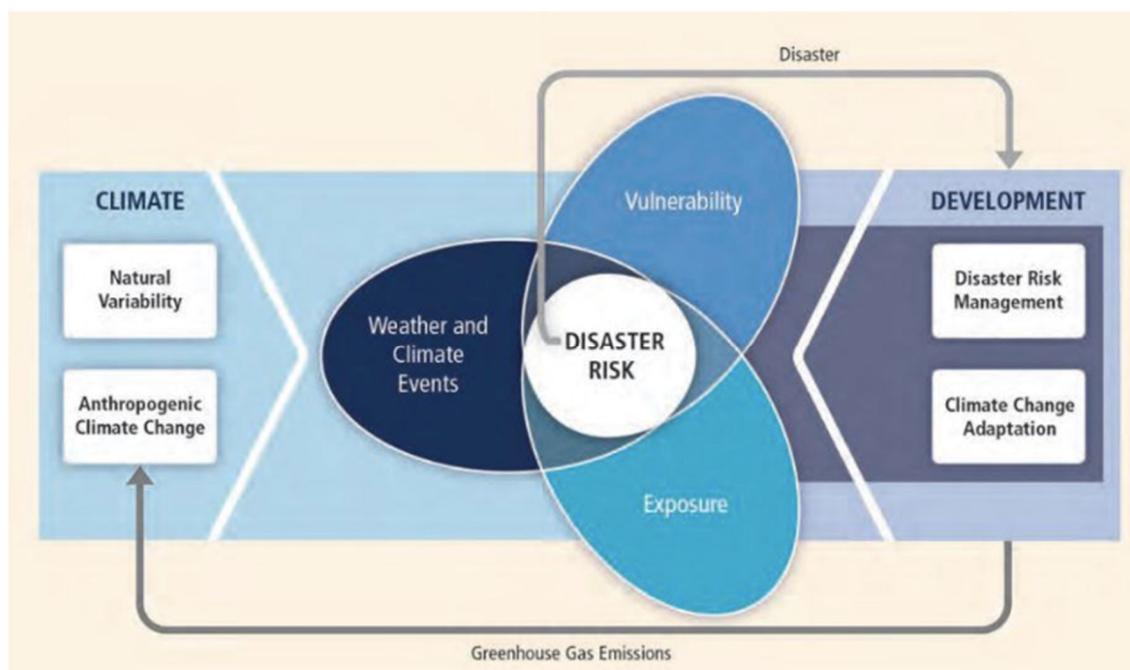


Figura 1.2 Modello SREX. Fonte IPCC 2012

Il *Disaster Risk* è funzione di:

⁹ Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)' PART 2 – Baseline Emission Inventory (BEI) and Risk and Vulnerability Assessment (RVA), Joint Research Center, European Union, 2018

- Pericolo (*hazard*) di eventi climatici estremi.
- Vulnerabilità, cioè la quantificazione della propensione del sistema ad essere influenzato negativamente da un evento climatico estremo, in termini di punti di debolezza soprattutto socio-economici (ricchezza, istruzione, disabilità e stato di salute, genere, età , classe, ecc.); più in generale la vulnerabilità è la sensibilità e suscettibilità del sistema al danno e la mancanza di capacità di far fronte all'evento climatico e adattarsi.
- Esposizione, cioè la presenza in loco di persone, mezzi di sussistenza, servizi e risorse ambientali, infrastrutture, beni economici o culturali che potrebbero essere influenzati negativamente dall'evento climatico.

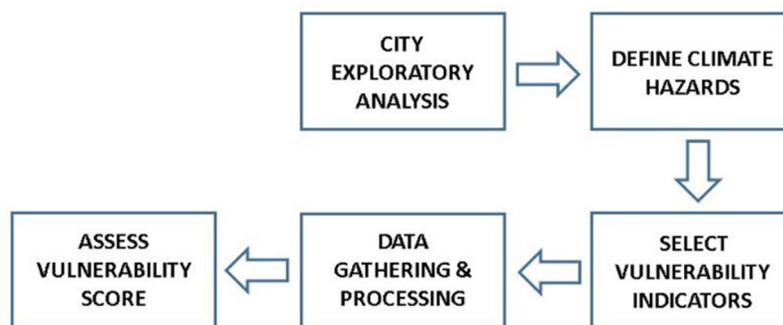


Figura 1.3 Sequenza delle fasi dell' IBVA, Fonte: Linee guida JRC

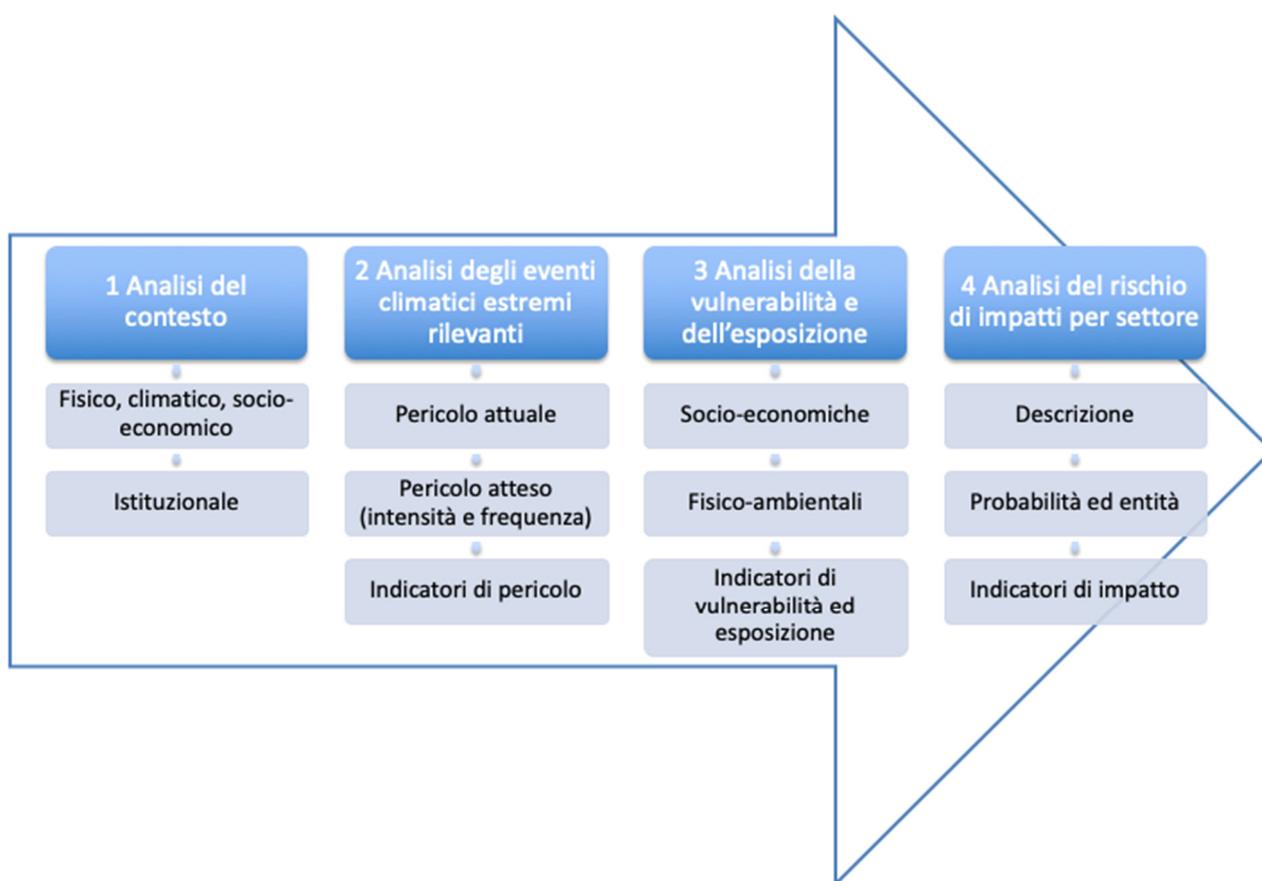


Figura 1.4 Il processo di RVA per il Comune di Livorno secondo l'approccio IBVA

La metodologia e la costruzione degli indicatori si è basata su dati di secondo livello, sul parere esperto dei tecnici (attraverso gli incontri del gruppo di lavoro interno all'A.C.) e sul parere dei principali attori coinvolti e dei beneficiari delle analisi e delle azioni (attraverso gli incontri partecipativi).

Il disegno della valutazione, cioè lo schema delle fasi e delle procedure che consentono di realizzare concretamente la RVA, è stato mutuato dalle linee guida JRC e adattato al contesto locale e alla disponibilità di dati esistente.

Step 1 - Analisi del contesto

Questa fase è necessaria e fondamentale per contestualizzare lo studio e comprendere in modo qualitativo le specificità della città e degli impatti dei cambiamenti climatici, comprendere la volontà e le aspettative degli amministratori / decisori, identificare le modalità operative di lavoro, individuare gli uffici del Comune da coinvolgere e le altre istituzioni, agenzie, società di servizi pubblici, enti di ricerca da contattare.

Nello specifico in questa fase sono stati organizzati incontri con l'ufficio "Difesa del Territorio, Energie Rinnovabili e Contrasto ai Cambiamenti Climatici", con l'assessore Giovanna Cepparello (deleghe a ambiente, mobilità, gestione rifiuti, energie rinnovabili, resilienza urbana), con il Gruppo di Lavoro comunale costituito ad hoc e con alcuni uffici in particolare (es. Protezione Civile); è stata inoltre dedicata un'intera giornata agli incontri con le altre istituzioni, con le categorie economiche e sociali e con le associazioni e il terzo settore.

Step 2 - Analisi degli eventi climatici estremi

In questa fase sono stati raccolti i dati climatici disponibili per identificare le minacce climatiche per la città a breve, medio e lungo termine. In particolare sono state raccolte informazioni alla macro-scala (sulla localizzazione del Comune di Livorno nelle aree climatiche individuate a scala europea e a scala nazionale) e poi sono state calibrate attraverso esempi osservati di impatti climatici all'interno della città. È infatti fondamentale fornire una descrizione qualitativa dei pericoli climatici attuali e di quelli previsti alle diverse scale temporali, specificando eventuali previsioni di modifica in intensità o frequenza, al fine di supportare il decisore a dare la priorità corretta agli investimenti.

Alla conclusione di questa analisi sono stati scelti degli specifici indicatori di pericolosità climatica.

Step 3 – Analisi della vulnerabilità e dell'esposizione

La vulnerabilità è descritta da fattori non climatici che riguardano gli attributi bio-fisici e socio-economici del sistema territoriale e urbano.

L'entità di ogni impatto varia tra città e all'interno di una stessa città in relazione a specifici "punti deboli" fisici, socio-economici o istituzionali rilevanti; per questo tali punti deboli sono stati identificati e descritti in modo accurato attraverso specifici indicatori di vulnerabilità.

L'esposizione invece fa riferimento alla presenza di persone, mezzi di sussistenza, servizi e risorse ambientali, infrastrutture, beni economici o culturali che potrebbero essere influenzati negativamente dall'evento climatico estremo considerato rilevante e viene descritta da indicatori di esposizione.

Si tratta di indicatori non climatici relativi alla sensibilità del capitale sociale, economico, territoriale e naturale presente e alla sua capacità di adattamento; la selezione degli indicatori cerca di descrivere la vulnerabilità relativa ad ogni evento climatico estremo precedentemente considerato rilevante.

Quando possibile, sono stati introdotti anche indicatori della capacità di adattamento del territorio già in essere.

Step 4 – Analisi del rischio di impatto impatti per settore

L'obiettivo di questa fase è estrarre ed elaborare i dati disponibili per quantificare il rischio di impatti dei singoli eventi climatici estremi sui settori di politica pubblica più rilevanti.

Per ogni tematismo/pericolo e per ogni settore sono state quindi individuate le informazioni settoriali da banche dati a livello comunale, regionale e nazionale, con la valutazione dei dati mancanti e di eventuali distorsioni nei dati esistenti, ed è stata valutato il livello di rilevanza dell'impatto descritto, individuando indicatori di impatto specifici per settore.

4.2 Il progetto Adapt

Il Comune di Livorno ha aderito al progetto Adapt "Assistere l'adattamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello spazio Transfrontaliero", cofinanziato dal Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020. Il progetto ha come capofila ANCI Toscana e ha l'obiettivo di rendere le città italiane e francesi dell'Alto Tirreno, partner del progetto, maggiormente capaci di adattarsi alle conseguenze dei cambiamenti climatici, con particolare riferimento alle alluvioni causate da 'bombe d'acqua'.

Le principali attività previste e realizzate dal progetto riguardano le seguenti linee di azione.

- MIGLIORAMENTO DI CONOSCENZE E COMPETENZE: cittadini e referenti tecnici e politici della pubblica amministrazione sono stati coinvolti in eventi di sensibilizzazione sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici, con particolare riferimento alle alluvioni urbane da acque meteoriche.
- PROFILI CLIMATICI LOCALI: sulla base di linee guida comuni, ADAPT ha consentito la redazione di profili climatici aggiornati delle città coinvolte nel progetto.
- PIANI LOCALI DI ADATTAMENTO: grazie all'analisi approfondita del contesto e all'esame di altre buone pratiche in Europa, per ciascuna area urbana partner è stato elaborato un piano locale per l'adattamento ai cambiamenti climatici.
- PIANO CONGIUNTO PER L'ADATTAMENTO: le conoscenze e gli strumenti prodotti dal progetto, così come gli elementi comuni ai vari piani locali confluiranno in un piano congiunto per l'adattamento ai cambiamenti climatici.
- SPERIMENTAZIONI LOCALI: sono state realizzate alcune attività sperimentali sui territori di progetto, tra cui infrastrutture drenanti, sistemi di monitoraggio e informativi.

L'esperienza che il Comune di Livorno ha accumulato con la partecipazione al progetto e i documenti prodotti sono stati di grande importanza per la redazione del PAESC. Nel caso specifico, la costruzione del profilo climatico locale ha consentito di descrivere le dinamiche climatiche in corso.

Il Piano Locale sviluppato è consultabile qui:

http://interreg-maritime.eu/documents/374720/1488924/ADAPT_piano_locale_PP02_IT.pdf/edb7eae2-4541-4415-a925-e378e06fe647

Maggiori informazioni si trovano nella pagina dedicata <http://interreg-maritime.eu/web/adapt>

I Comuni aderenti si sono anche impegnati a sottoscrivere il Manifesto trasfrontaliero sviluppato grazie alla collaborazione all'interno del progetto, di cui si riportano la visione, i 5 obiettivi comuni e i 10 punti del decalogo che li attuano.

Visione di medio-lungo periodo
<ul style="list-style-type: none"> • Integrare l'adattamento (mainstreaming) negli strumenti di pianificazione urbana • Integrare le politiche di adattamento con gli obiettivi di mitigazione e gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) • Aggiornare costantemente la valutazione dei rischi e dei piani per le emergenze, in considerazione delle nuove conoscenze disponibili e di concerto con la Protezione Civile

Obiettivi comuni:

1. Accrescere e approfondire le conoscenze
2. Accrescere la formazione, l'informazione e la sensibilizzazione di amministratori, tecnici e cittadini
3. Migliorare la governance, la pianificazione, la manutenzione e la gestione del territorio
4. Migliorare il sistema di monitoraggio e di allerta
5. Promuovere interventi strutturali (sia grey che green) per la riduzione dei fenomeni di allagamento urbano e altri impatti negativi dei cambiamenti climatici.

Decalogo del Manifesto Transfrontaliero

Accrescere e approfondire le conoscenze
1. Studi per migliorare la conoscenza delle criticità idrauliche del territorio e dei relativi rischi in condizione attuale e di cambiamento climatico
2. Realizzazione di mappature, progetti e studi di fattibilità per la realizzazione di infrastrutture per la riduzione del rischio di allagamenti urbani
Accrescere la formazione, l'informazione e la sensibilizzazione di amministratori, tecnici e cittadini
3. Attività di comunicazione per migliorare l'informazione e la sensibilizzazione della cittadinanza
4. Attività di formazione per amministratori, tecnici e cittadini
Migliorare la governance, la pianificazione, la manutenzione e la gestione del territorio
5. Attività di coordinamento inter-settoriale per migliorare la governance e gli strumenti di pianificazione
6. Attività di pianificazione congiunta per migliorare la manutenzione e la gestione del territorio
Migliorare il sistema di monitoraggio e di allerta
7. Sviluppare/migliorare il sistema di monitoraggio meteorologico e degli elementi che caratterizzano il rischio e l'adattamento
8. Sviluppare/migliorare il sistema di comunicazione dei dati di monitoraggio e di allerta alla cittadinanza
Promuovere interventi strutturali (sia grey che green) per la riduzione dei fenomeni di allagamento urbano e altri impatti negativi dei cambiamenti climatici

9. Realizzare infrastrutture drenanti grey e interventi che favoriscano la raccolta e il riutilizzo delle acque meteoriche in eccesso

10. Realizzare infrastrutture verdi per favorire il drenaggio delle acque e mitigare altri effetti negativi dei cambiamenti climatici

4.3 Sintesi dei risultati della RVA

Le analisi e le considerazioni sono sviluppate nell'allegato B al presente piano. Di seguito si riportano le sintesi dei risultati delle analisi svolte sia in termini di pericolosità da eventi climatici estremi che di valutazione globale di impatto sui singoli settori considerati.

Pericolosità da eventi climatici estremi	Attuale livello di pericolosità	Cambiamenti di intensità previsti	Cambiamenti di frequenza previsti	Orizzonte temporale
Caldo estremo	Moderato	Aumento	Aumento	In corso
Freddo estremo	Basso	Diminuzione	Diminuzione	In corso
Precipitazioni estreme	Moderato	Aumento	Aumento	In corso
Allagamenti	Alto	Aumento	Aumento	In corso
Innalzamento del livello del mare	Basso	Aumento	Nessun cambiamento	Lungo termine
Siccità	Moderato	Aumento	Aumento	In corso
Tempeste	Basso	Aumento	Aumento	Lungo termine
Frane	Moderato	Aumento	Aumento	Breve termine
Incendi	Alto	Aumento	Aumento	

Pericolosità da eventi climatici estremi

Valutazione globale impatto su:	Probabilità dell'impatto	Entità dell'impatto	Orizzonte temporale
Tessuto edificato	Possibile	Alto	Breve termine
Sistema dei trasporti	Probabile	Moderato	In corso
Energia e reti	Probabile	Moderato	In corso
Acqua	Probabile	Moderato	In corso
Aria	Non prevedibile	Moderato	A lungo termine
Sistema di protezione civile	Possibile	Moderato	Medio termine
Pianificazione del territorio	Probabile	Alto	Medio termine
Ambiente e biodiversità	Possibile	Alto	Medio termine
Agricoltura e silvicoltura	Possibile	Basso	Medio termine
Salute	Probabile	Moderato	In corso

Valutazione dell'impatto per settore

5. IL PIANO D'AZIONE: DALLA VISIONE AGLI OBIETTIVI E ALLE SCHEDE PROGETTO

5.1 La visione a lungo termine

Il Comune di Livorno ha aderito nel febbraio 2013 al Patto dei Sindaci raccogliendo la sfida di ridurre le emissioni di CO₂, migliorare la qualità della vita ed avviare processi di sviluppo economico locale in un'ottica green. Il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) richiesto ai firmatari è stato approvato con Delibera di CC n° 166 del 07/11/2014 e presentato agli uffici del Patto dei Sindaci. L'obiettivo del PAES vigente era quello di ridurre le emissioni di CO₂ al 2020 almeno del 26% rispetto ai valori del 2004¹⁰ (906.000 t)¹¹, superando l'obiettivo minimo del 20% di riduzione richiesto dal Patto dei Sindaci.

Non erano previsti in quel momento gli aspetti concernenti lo sviluppo di un vero e proprio Piano Clima strategico del territorio combinando azioni di mitigazione e di adattamento.

L'alluvione del settembre 2017 ha purtroppo dimostrato quanto l'elemento dell'adattamento ai cambiamenti climatici sia diventato di primaria importanza nella strategia di sviluppo territoriale. Il Comune di Livorno ha quindi partecipato al progetto comunitario ADAPT "Assistere l'adattamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello spazio Transfrontaliero" e ha aderito al Covenant of Mayors for Climate Change nel 2018, impegnandosi ad inserire nel nuovo Piano d'Azione anche le azioni di adattamento.

La sfida attuale riguarda il 2030 e prevede:

- la riduzione delle emissioni di CO₂ di almeno il 40% (rispetto alle emissioni dell'anno base) entro il 2030¹²;
- l'aumento della resilienza globale con azioni locali di adattamento ai cambiamenti climatici per i maggiori rischi e per i settori più vulnerabili¹³.

La visione per il 2050 vede una accelerazione della decarbonizzazione dei territori, rafforzando la loro capacità di adattarsi agli inevitabili impatti del cambiamento climatico e consentendo ai cittadini di accedere ad un'energia sicura, sostenibile e accessibile.

La strategia e gli obiettivi del Comune di Livorno sono stati definiti sia per quanto riguarda la mitigazione che l'adattamento al cambiamento climatico attraverso un confronto tecnico-politico su:

- l'obiettivo già raggiunto con il PAES vigente risultante dall'Inventario di Monitoraggio delle Emissioni al 2018, che mostra una riduzione rispetto al 2004 del 37,9% delle emissioni di CO₂;
- gli obiettivi raggiungibili con le azioni previste nelle nuove schede da inserire nel PAESC;
- gli obiettivi politici che la Giunta intende darsi, coerentemente al DUP e al programma di mandato.

¹⁰ individuato come anno base per il Baseline Emission Inventory

¹¹ ton CO₂ emesse nel 2004 per i consumi finali di energia, calcolate con il metodo dell'IPCC come previsto dalle Linee Guida del Patto dei Sindaci

¹² L'obiettivo potrebbe però essere più ambizioso (cfr. cap.2 del presente documento)

¹³ L'obiettivo va specificato individuando azioni chiave con target specifici (cfr. cap.2 del presente documento)

5.2 Verso la definizione degli obiettivi

Gli obiettivi generali del PAESC del Comune di Livorno sono quindi:

- la riduzione delle emissioni di CO₂ al 2030 almeno del 45% rispetto al valore del 2004;
- l'aumento della resilienza del territorio in riferimento in particolare alle pericolosità climatiche legate agli allagamenti e agli episodi di caldo estremo e ai settori acqua, ambiente e biodiversità e pianificazione.

Obiettivi specifici per l'adattamento sono:

- l'adeguamento della sezione dei corsi d'acqua principali del territorio alla portata duecentennale con franco di sicurezza di 1 m e alla portata registrata in occasione dell'evento alluvionale del settembre 2017 con franco minimo; gli interventi relativi dovranno essere conclusi entro il 2025.
- la piantumazione di alberature e siepi nell'area urbana più densamente edificata con effetto di sequestro di CO₂ e mitigazione della calura estiva. Ad oggi nell'area urbana del Comune di Livorno sono stati censiti su area pubblica 18500 alberature e circa 40 Km di arbusti. Nei prossimi anni è prevista la piantumazione di più di 1600 esemplari tra alberi e arbusti e, anche se gli interventi non sono ancora stati definiti nel dettaglio, si può quindi ipotizzare un incremento di alberature su area pubblica di circa il 7%. In particolare è prevista la realizzazione di:
 - tre interventi nell'area sud della città, in corso (nel parco BMX compreso tra via dell'Ardenza, via Tommasi, via Bat-Yam e via degli Scarronzoni, nel parco Bikonacki-Muratori compreso tra via Bikonacki, via Romagnosi, via Muratori e via Machiavelli e nel parco del Rio Felciaio alla Leccia) per un totale di circa 900 esemplari tra alberi e arbusti, da concludersi nel 2020;
 - cinque grandi interventi nell'area nord della città (parco "Gristina" di via E.Zola, parco "Mura Lorenesi" di via della Bastia, nuovo parco di Via Firenze Sud, giardino storico di Piazza Dante c/o la Stazione FS di Livorno, viali Alfieri, Nievo e Carducci), candidate a finanziamento, che prevedranno la piantumazione di circa 720 alberature e circa 1000 piante cespugliose, con relativa irrigazione ed eventuale arredo urbano, da realizzarsi entro il 2022.
- l'aggiornamento della pianificazione comunale nell'ottica dell'adattamento ai cambiamenti climatici, con riferimento particolare al Piano Comunale di Protezione Civile, al Piano Operativo e al Piano del Verde comunale. L'obiettivo dovrà essere raggiunto entro il 2024.

5.3 Il monitoraggio del PAESC

Il PAESC prevede un impegno da parte dell'Amministrazione di riduzione delle emissioni entro il 2030 ma la pianificazione estende il suo orizzonte fino al 2050. Tutte le azioni previste dal presente Piano, in grado di incidere sulle emissioni di CO₂ (azioni realizzate e in corso di attuazione, azioni programmate e da implementare, nonché le azioni che potranno essere definite in un prossimo futuro) e di adottare misure volte all'adattamento ai cambiamenti climatici, saranno oggetto di monitoraggio con cadenza biennale (con aggiornamento dell'inventario delle emissioni ogni 4 anni), come previsto dalle Linee Guida del Patto.

5.4 Le azioni di mitigazione degli effetti dovuti al cambiamento climatico

Di seguito si riporta l'elenco delle azioni di mitigazione proposte nel PAESC, per il dettaglio delle schede azione si rimanda all'Allegato A.

	azione attuata, i cui effetti sono inclusi nell'ultimo IME
	azione in corso o da attuare a breve termine, i cui effetti saranno inclusi nei prossimi IME
	azione da attuare a lungo termine
	azione che non era presente nel precedente PAES

n°	Settore	Azione	PAES (2017)	PAESC (2020)	tonCO ₂ /an no (al 2030)
1	Eff. Ener.	Controllo impianti termici	verde	verde	
2	Eff. Ener.	Revisione Reg. Ed.	verde	verde	
3	Eff. Ener.	Efficientamento illuminazione	verde	verde	
4	Eff. Ener.	Eff. Energ. USL	blu	verde	0,5
5	Mob. Sost.	Incentivazione veicoli basso impatto amb.	verde	verde	
6	Mob. Sost.	Limitazione circolazione veicoli inquinanti	verde	verde	
7	Mob. Sost.	Bike Sharing	verde	verde	
8	Mob. Sost.	Adozione di ZSC e ZTL	2 azioni: verde + blu	1 azione:verde	
9	Mob. Sost.	Zone "30"	verde	verde	
10	Mob. Sost.	Progetto Ecotravel	verde	verde	
11	Mob. Sost.	Automezzi basso impatto in raccolta rifiuti	rossa	verde	
12	Sost. Att. Produtt.	SGA dell'AdSP	verde	verde	
13	Sost. Att. Produtt.	Climeport e Greenberth	verde	verde	
14	Sost. Att. Produtt.	Greencranes	verde	verde	
15	Sost. Att. Produtt.	Vento Porti e Mare	verde	verde	
16	Sost. Att. Produtt.	Elettrificazione banchine	blu	verde	
17	Sost. Att. Produtt.	Digitalizzazione e decarbonizzazione in sistema portuale	-	verde	
18	FER	ST edifici comunali	2 azioni: verde + blu	1 azione:verde	59,5
19	FER	FER territorio comunale	verde	verde	
20	FER	FER su ERP	blu	verde	25,0
21	FER	Installazione di impianti da FER in edifici pubblici	-		86,6
22	Uso raz. Ris.	Fontanelle AQ	verde	verde	
23	Uso raz. Ris.	Efficientamento impianti idrici	verde	verde	
24	Uso raz. Ris.	Raccolta differenziata "porta a porta" dei rifiuti urbani	2 azioni: verde + blu	1 azione:verde	
25	Uso raz. Ris.	Centri raccolta rifiuti urbani	verde	verde	
26	Uso raz. Ris.	Acquisti verdi energia elettrica	blu	verde	6039,8
27	Uso raz. Ris.	Piattaforma recupero rifiuti	blu	verde	
28	Ed. Amb. E Info	Ed. ambientale nelle scuole comunali	verde	verde	
29	Ed. Amb. E Info	Condomini virtuosi	verde	verde	
30	Ed. Amb. E Info	Acquisti verdi plastica riciclata	verde	verde	
31	Eff. Ener.	Metanizzazione impianti comunali	blu	blu	453,5
32	Eff. Ener.	Sostituzione caldaie comunali	blu	blu	1280,8
33	Eff. Ener.	Valvole termostatiche	blu	blu	
34	Eff. Ener.	Sostituzione infissi ed. comunali	blu	blu	43,2
35	Eff. Ener.	Riqualficazione involucro	blu	blu	66,2
36	Eff. Ener.	Modifiche reg. ed.	blu	blu	
37	Eff. Ener.	Efficientamento illuminazione (Smart City)	blu	blu	1529,7
38	Eff. Ener.	Realizzazione ed. scolastici sostenibili	rossa	blu	115
39	Eff. Ener.	Riqualficazione impianti ERP	rossa	blu	157,6
40	Eff. Ener.	Riqualficazione energetica edifici ERP	-	blu	41,1
41	Eff. Ener.	Demolizione e ricostruzione ERP	-	blu	20,0
42	Mob. Sost.	Piste ciclabili e rastrelliere	blu	blu	303,0
43	Mob. Sost.	Fluidificazione traffico privato	blu	blu	
44	Mob. Sost.	INFOLI e INFOLI 2	verde + blu	blu	
45	Mob. Sost.	Limitazione traffico pesante	blu	blu	
46	Mob. Sost.	Nuove linee TPL	blu	blu	
47	Mob. Sost.	Tariffe agevolate per TPL	blu	blu	
48	Mob. Sost.	Stazioni ricarica veicoli elettrici	blu	blu	
49	Mob. Sost.	Ottimizzazione gestione e strutture TPL	blu	blu	506,0

n°	Settore	Azione	PAES (2017)	PAESC (2020)	tonCO ₂ /anno (al 2030)
50	Mob. Sost.	Car sharing elettrico	rossa	blu	
51	Mob. Sost.	Parco mezzi elettrici/ibridi Comune	-	blu	8,9
52	Mob. Sost.	PUMS	-	blu	
53	Sost. Att. Produtt.	Attività produttive sostenibili	blu	blu	
54	Sost. Att. Produtt.	Livorno Blue Agreement	-	blu	
55	Sost. Att. Produtt.	Redazione del DEASP	-	blu	
56	Sost. Att. Produtt.	GNL FACILE (Italia Francia Marittimo 2014 2020)	-	blu	
57	Sost. Att. Produtt.	Smooth Port	-	blu	
58	Sost. Att. Produtt.	MON ACUMEN, RUMBLE, TRIPLO, DECIBEL	-	blu	
59	FER	FV edifici comunali	blu	blu	103,8
60	FER	Rimozione amianto + FV	blu	blu	671,9
61	FER	Energia da moto ondoso	rossa	blu	376,3
62	FER	Nuovi impianti FV di privati	-	blu	238,6
63	FER	Effic. trattamento fanghi e riutilizzo biogas	-	blu	
64	FER	Pensilina FV ASA	-	blu	5,0
65	Uso raz. Ris.	Acquisti verdi carta/toner + Guida Ecologica	-	blu	
66	Ed. Amb. E Info	Iniziative verso cittadinanza	blu	blu	
67	Ed. Amb. E Info	Ed. amb. Scuole	blu	blu	
68	Ed. Amb. E Info	Which fish	-	blu	
69	Ed. Amb. E Info	Bioplastiche	-	blu	
70	Eff. Ener.	Sviluppo urbano	rossa	rossa	
71	Mob. Sost.	Nuove zone "30" e isole ambientali	rossa	rossa	
72	Mob. Sost.	Riqualificazione Via Grande	rossa	rossa	
73	Mob. Sost.	Progetto Primus 'Li.Mobilitas'	rossa	rossa	
74	Mob. Sost.	Ottimizzazione servizio TPL	rossa	rossa	
75	Mob. Sost.	Piano ottimizzazione logistica	rossa	rossa	
76	Sost. Att. Produtt.	Riqualificazione area Ippodromo	-	rossa	
77	Sost. Att. Produtt.	Promozione strutture turistiche sostenibili	rossa	rossa	
78	Sost. Att. Produtt.	5G in porto	-	rossa	
79	Sost. Att. Produtt.	Carbon footprint portuale (studio interno)	-	rossa	
80	FER	Eolico in porto	rossa	rossa	
81	FER	Polo energia vallin dell'Aquila	rossa	rossa	
82	FER	Biomassa piscine	verde	rossa	1926
83	Uso raz. Ris.	Centri Raccolta per i rifiuti urbani ed assimilati	-	rossa	32,0
84	Uso raz. Ris.	Imp. trattamento organico "aerobico" no biogas	-	rossa	614,5
85	Ed. Amb. E Info	Supporto ufficio Finanziamenti EU agli uffici comunali	-	rossa	
CONTRIBUTO AZIONI MITIGAZIONE AL 2030					8493,2

5.5 Le azioni di adattamento al cambiamento climatico

Di seguito si riporta l'elenco delle azioni di adattamento al cambiamento climatico proposte nel PAESC, per il dettaglio delle schede azione si rimanda all'Allegato C.

In verde sono indicate le azioni completate, in giallo quelle non ancora iniziate, in bianco quelle in corso.

N.	Titolo azione	Proponente	Settore	Pericolo considerato	Azione chiave
1	Aggiornamento del quadro conoscitivo del sistema di drenaggio del territorio urbanizzato	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti, precipitazioni estreme	
2	Opere di drenaggio urbano sostenibile	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
3	Ripristino della permeabilità dei suoli – interventi	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
4	Posizionamento di idrovore in aree soggette ad allagamenti	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
5	Manutenzione dei sistemi di drenaggio urbano	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
6	Integrazione delle reti di monitoraggio pluvio-idrometriche	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
7	Sviluppo di sistemi di monitoraggio a livello di microscala territoriale con l'ausilio delle nuove tecnologie	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
8	Riduzione della "water footprint" in aree private	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
9	Convenzione con il Consorzio di Bonifica per la manutenzione del reticolo idrografico minore	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
10	Interventi di riduzione del rischio idraulico	Genio Civile	Acqua	Allagamenti	*
11	Progetto "sentinelle urbane"	Comune di Livorno	Acqua	Allagamenti	
12	Censimento episodi storici di dissesto/alluvioni/eventi meteo estremi	Comune di Livorno	Pianificazione	Allagamenti e frane	
13	Riutilizzo delle acque di scarto del depuratore del Rivellino	ASA	Acqua	Siccità	

14	Realizzazione di tetti e pareti verdi	Comune di Livorno	Edifici	Caldo estremo e allagamenti	
15	Adozione del Piano del Verde Comunale	Comune di Livorno	Pianificazione	Caldo estremo e allagamenti	*
16	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	
17	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel parco "Gristina" di via E.Zola	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	*
18	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel parco "Mura Lorenesi" di via della Bastia	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	*
19	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel nuovo parco di Via Firenze Sud	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	
20	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel giardino storico di Piazza Dante c/o la Stazione FS di Livorno	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	*
21	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nei viali Alfieri, Nievo e Carducci	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	*
22	Applicazione del "Regolamento amministrazione condivisa dei beni comuni" per la manutenzione delle aree verdi esistenti e la creazione di nuove	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	
23	Recupero di aree verdi abbandonate nei quartieri di Livorno	Quartieri Uniti Eco-Solidali (QUES)	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	
24	Quartieri alberati	Quartieri Uniti Eco-Solidali (QUES)	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	
25	SIT del verde urbano	Comune di Livorno	Pianificazione, ICT	Caldo estremo e allagamenti	
26	Introduzione di criteri progettuali e prestazionali relative all'adattamento al cambiamento climatico nel Piano Operativo per le aree di rigenerazione e riqualificazione urbana e ambientale e successiva elaborazione di linee guida per l'analisi dei progetti.	Comune di Livorno	Pianificazione	Trasversale	

27	Revisione del Piano Comunale di Protezione Civile	Comune di Livorno	Protezione Civile	Trasversale	*
28	Diffusione e comunicazione del Piano Comunale di Protezione Civile	Comune di Livorno	Protezione Civile	Trasversale	
29	Esercitazioni per l'attuazione del Piano di Protezione Civile	Comune di Livorno	Protezione Civile	Trasversale	
30	Sistema di informazione e allertamento della popolazione	Comune di Livorno	Protezione Civile	Trasversale	
31	Sviluppo ed utilizzo di strumenti informativi, comunicativi e di sensibilizzazione sul tema del rischio adatti a diversi canali mediatici e a diversi target di popolazione.	Comune di Livorno	Protezione Civile, Educazione e formazione	Trasversale	
32	Attivazione di azioni di educazione ambientale rivolti a tutta la cittadinanza che incentivino la diffusione di buone pratiche di adattamento al rischio, sia attraverso eventi pubblici che con un sito web dedicato	Comune di Livorno	Ambiente e biodiversità, Educazione e formazione	Trasversale	
33	Interventi di formazione rivolti agli amministratori e ai funzionari degli enti pubblici e al mondo delle imprese	Comune di Livorno	Educazione e formazione	Trasversale	
34	Piano specifico di prevenzione AIB delle Colline Livornesi	Unione Comuni Colline metallifere	Pianificazione	Incendi	*
35	Interventi di riduzione del rischio incendi	Unione Comuni Colline metallifere	Agricoltura e silvicoltura	Incendi	*
36	Istituzione di un tavolo di coordinamento tra i settori comunali	Comune di Livorno	Governance	Trasversale	
37	Revisione e gestione del Sistema delle aree protette del Comune di Livorno	Comune di Livorno	Pianificazione, governance, ambiente e biodiversità	Trasversale	
38	Osservatorio biodiversità' comune di Livorno	Associazione WWF Livorno	Ambiente e biodiversità, governance	Trasversale	
39	neth2O: Boe di monitoraggio e tutela ambientale e promozione turismo sostenibile	Elements Works SRL	Turismo, ICT, Ambiente e biodiversità	Trasversale	

40	Boa di ormeggio, stazione di ricerca e salvaguardia ambientale-MIRNA - Promozione turismo sostenibile	Associazione Costiera Calafuria	Turismo, ICT, Ambiente e biodiversità	Trasversale	
41	Processo di modellizzazione quali-quantitativa dei Fossi per la gestione idraulica dei flussi ed il miglioramento della qualità ambientale	ISPRA	Pianificazione, Ambiente e biodiversità	Caldo estremo	
42	Mappatura delle fragilità sociali di condominio e di quartiere	Quartieri Uniti Eco-Solidali (QUES)	Salute	Trasversale	
43	Creare una rete di compostori domestici, di condominio, di quartiere	Quartieri Uniti Eco-Solidali (QUES)	Rifiuti	Trasversale	
44	Gorgona isola sostenibile e inclusiva	Comune di Livorno	Trasversale	Trasversale	
45	Iniziativa di forestazione urbana "Un nuovo socio, un nuovo albero" – campagna Mosaico Verde	Unicoop Tirreno AzzeroCO2 Legambiente	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	*

5.6 Le risorse finanziarie necessarie per l'attuazione del PAESC

Azioni di mitigazione già realizzate

A. Efficienza energetica nel settore civile	1.800.000 €
B. Mobilità sostenibile	3.688.882 €
C. Sostenibilità delle attività produttive	4.559.921 €
D. Energia da fonti rinnovabili	203.482 €
E. Uso razionale delle risorse	1.188.618 €
F. Educazione ambientale ed informazione ai cittadini	6.524 €
TOTALE	11.447.427 €

Azioni di mitigazione da realizzare nel breve-medio termine

A. Efficienza energetica nel settore civile	34.504.199 €
B. Mobilità sostenibile	5.264.795 €
C. Sostenibilità delle attività produttive	1.237.122 €
D. Energia da fonti rinnovabili	6.480.000 €
E. Uso razionale delle risorse	0 €
F. Educazione ambientale ed informazione ai cittadini	0 €
TOTALE	47.486.116 €

Azioni di mitigazione da realizzare nel lungo termine

A. Efficienza energetica nel settore civile	0 €
B. Mobilità sostenibile	15.502.000 €
C. Sostenibilità delle attività produttive	1.000.000 €
D. Energia da fonti rinnovabili	52.500.000 €
E. Uso razionale delle risorse	900.000 €
F. Educazione ambientale ed informazione ai cittadini	0 €
TOTALE	69.902.000 €

Gli investimenti per le azioni di mitigazione già realizzate e da realizzare sono pari a **128.835.543 €**.

Per quanto riguarda le azioni di adattamento, sotto riportiamo quelle il cui costo è stato quantificato, e che in totale assommano a **70.406.544,02 euro**.

N.	Titolo azione	Settore	Pericolo considerato	Costi in €
3	Ripristino della permeabilità dei suoli - interventi	Acqua	Allagamenti	232.888,00
4	Posizionamento di idrovore in aree soggette ad allagamenti	Acqua	Allagamenti	600.000,00
5	Manutenzione dei sistemi di drenaggio urbano	Acqua	Allagamenti	18.804,70
9	Convenzione con il Consorzio di Bonifica per la manutenzione del reticolo idrografico minore	Acqua	Allagamenti	17.000,00
10	Interventi di riduzione del rischio idraulico	Acqua	Allagamenti	68.500.000,00
17	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel parco "Gristina" di via E.Zola	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	18.000,00
18	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel parco "Mura Lorenesi" di via della Bastia	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	36.000,00

19	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel nuovo parco di Via Firenze Sud	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	54.642,32
20	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nel giardino storico di Piazza Dante c/o la Stazione FS di Livorno	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	28.000,00
21	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante nei viali Alfieri, Nievo e Carducci	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	15.000,00
27	Revisione del Piano Comunale di Protezione Civile	Protezione Civile	Trasversale	45.990,00
34	Piano specifico di prevenzione AIB delle Colline Livornesi	Pianificazione	Incendi	111.719,00
35	Interventi di riduzione del rischio incendi	Agricoltura e silvicoltura	Incendi	700.000,00
37	Revisione e gestione del Sistema delle aree protette del Comune di Livorno	Pianificazione, governance, ambiente e biodiversità	Trasversale	20.000,00
45	Iniziativa di forestazione urbana "Un nuovo socio, un nuovo albero" – campagna Mosaico Verde	Ambiente e biodiversità	Caldo estremo e allagamenti	8.500,00

Il PAESC del Comune di Livorno contiene quindi azioni per almeno 199.242.087 euro.

6. ALLEGATI

Allegato A. Azioni di mitigazione

Allegato B. RVA – Risk and Vulnerability assessment

Allegato C. Azioni di adattamento

Allegato D. Metodologie alla base del PAESC