COMUNE DI LIVORNO

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

Allegato B. Risk and Vulnerability Assessment (RVA)
Settembre 2020

Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia

ADAPT

Ing. E. Canini, Ing. C. Casini

solsolis

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 1/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 2/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

INDICE

1. INTRODUZIONE 6

2. INQUADRAMENTO CLIMATICO 7

2.1. Inquadramento generale 7

2.2. Lo studio del clima locale 11

3. PERICOLOSITÀ CLIMATICHE PARTICOLARMENTE RILEVANTI 23

3.1. Caldo estremo 24

3.2. Freddo estremo 25

3.3. Precipitazioni estreme 26

3.4. Allagamenti 27

3.5. Innalzamento del livello del mare 28

3.6. Siccità 31

3.7. Tempeste - Venti e mareggiate 34

3.8. Frane 40

3.9. Incendi 41

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 44

4.1. Idrografia 44

4.2. Geologia e geomorfologia 44

4.3. Uso del suolo e aree protette 45

4.4. Infrastrutture di comunicazione 47

4.5. Patrimonio storico culturale 48

4.6. Acqua 49

4.6.1. Acque di balneazione 49

4.6.2. Utilizzi per usi idropotabili. 50

4.6.3. Il sistema fognario 51

5. INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO 53

5.1. Residenti, andamento demografico e famiglie 53

5.2. Abitazioni ed edifici 58

5.3. PIL, lavoro, reddito disponibile e imprese 59

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 3/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

5.4. Ricerca ed innovazione 62

5.5. Politica, istituzioni, cultura e tempo libero 62

6. VULNERABILITÀ ED ESPOSIZIONE 63

6.1. Vulnerabilità climatica 63

6.2. Vulnerabilità socio-economica 63

6.3. Vulnerabilità fisiche e ambientali 65

6.3.1. Vulnerabilità all'aumento delle temperature 65

6.3.2. Vulnerabilità per precipitazioni estreme 66

6.3.3. Vulnerabilità alla siccità 67

6.3.4. Vulnerabilità per allagamenti 68

6.3.5. Vulnerabilità da frana 71

6.3.6. Vulnerabilità agli incendi 74

7. IMPATTI PREVISTI 76

7.1. Tessuto edificato 80

7.2. Energia e reti impiantistiche 81

7.3. Trasporti 81

7.4. Acqua 82

7.5. Aria 83

7.6. Protezione civile 84

7.7. Pianificazione del territorio 84

7.8. Ambiente e biodiversità 85

7.9. Agricoltura e silvicoltura 86

7.10. Salute 87

8. SINTESI DEI RISULTATI DELL'ANALISI 89

1.1. Pericolosità 89

1.2. Vulnerabilità 90

1.3. Impatti 92

9. BIBLIOGRAFIA 94

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 4/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 5/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

1. Introduzione

In questo capitolo si introducono i concetti di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

Con il termine cambiamento climatico si fa riferimento ad una variazione statisticamente significativa nel valor medio di lungo periodo di uno o più parametri meteorologici (temperatura, precipitazione, temperature del mare ecc.) a diverse scale spaziali (regionale, continentale, emisferica e globale). Statisticamente per valutare tali dinamiche viene preso in considerazione un periodo di almeno 30 anni.
Il cambiamento climatico è stato definito già nel 1992 dalla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change) come "*un cambiamento del clima, attribuibile direttamente o indirettamente all'attività umana, che altera la composizione dell'atmosfera globale e che si somma alla variabilità climatica naturale osservata nel corso di periodi di tempo confrontabili*".
Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali o a forzanti esterne; mentre le forzanti naturali hanno un'azione sistematica sul clima (ad esempio l'attività solare), altre come l'influenza antropica risultano essere caotiche e temporalmente imprevedibili, in quanto l'immissione di gas serra quali anidride carbonica, ossidi di azoto, metano etc. contribuisce ad alterare la composizione chimica atmosferica e conseguentemente il bilancio radiativo terrestre, causando un cambiamento delle dinamiche climatiche molto più rapido rispetto a quello causato dalle forzanti esclusivamente naturali. Ila rapidità del cambiamento del bilancio radiativo terrestre impedisce l'adattamento dei diversi ecosistemi e causa problematiche di feedback atmosferico che contemporaneamente tendono ad amplificare ulteriormente il cambiamento climatico.
I cambiamenti climatici sono oggi un tema prioritario non più solo a livello scientifico ma lentamente sono entrati anche nel dibattito politico e sociale, grazie anche alle rivendicazioni delle nuove generazioni in tutto il mondo.
L'entità del riscaldamento globale a causa delle emissioni di gas climalteranti derivanti dall'impiego dei combustibili fossili e dall'uso non sostenibile delle risorse naturali richiede già da tempo di porre in atto politiche globali per ridurre drasticamente le emissioni climalteranti (mitigazione) attraverso la riduzione dei consumi delle fonti di origine fossile.
Più recentemente si è affermato anche il bisogno di sviluppare strategie di adattamento, cioè di porre in atto tutte le azioni necessarie a limitare la vulnerabilità dei sistemi ambientali e socio-economici rispetto gli effetti conseguenti il cambiamento climatico che sono già in atto e che si prevedono nel prossimo futuro.
Per questo motivo le iniziative di adattamento sono in ritardo rispetto ai bisogni effettivi dei territori e gli sforzi per migliorare l'adattamento urbano devono essere intensificati, come indicato anche da tutti i documenti strategici internazionali e nazionali sull'adattamento.

L'iniziativa del Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) si è evoluta secondo la stesso percorso, nascendo nel 2008 con l'obiettivo di riunire e indirizzare gli sforzi dei territori verso la riduzione delle emissioni climalteranti in una logica di mitigazione, ed evolvendosi poi, grazie alla sinergia con l'iniziativa Mayors Adapt dal 2015, verso una visione integrata delle azioni di mitigazioni ed adattamento (Covenant of Mayors for climate and energy).

Il Comune di Livorno ha aderito al Covenant of Mayors nel 2013, ha approvato il primo PAES nel 2014 e lo ha aggiornato nel 2017. Nello stesso anno ha foralizzato la partecipazione al progetto ADAPT – Assistere l'aDAttamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello sPazio Transfrontaliero nell'ambito dell'Interreg IT-FR Marittimo. Nel 2018 ha aderito al Covenant of Mayors for Climate Change e, di conseguenza, ha affrontato la redazione del PAESC.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 6/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

2. Inquadramento climatico

In questo capitolo si descrive la situazione climatica attuale, le anomalie climatiche già in corso e quelle prevedibili nei prossimi decenni, basandosi sia sulle analisi a scala nazionale che sui documenti di analisi a scala locale disponibili, in particolare lo studio del clima locale sviluppato dal Comune di Livorno grazie al progetto Adapt.

2.1. Inquadramento generale

Il clima della città di Livorno è un clima di tipo Mediterraneo, caratterizzato da estati calde mitigate dalla presenza di brezza marina, ed inverni non particolarmente freddi grazie all'azione mitigante del mare, con precipitazioni che sono concentrate principalmente in autunno e inverno.
La Classificazione climatica di Livorno: "zona D", 1408 GG.
La presenza del mare mitiga le temperature nella stagione fredda e le rende più gradevoli in quella calda e comporta un arricchimento in aerosol marino dell'aria in seguito a forti fenomeni ventosi la cui provenienza sia dai settori Sud-Ovest, Ovest e Nord-Ovest.

Il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2017) classifica la città di Livorno nella macroregione 2, ovvero quella identificata dalla pianura Padana, l'alto versante adriatico e le aree costiere dell'Italia centromeridionale, caratterizzata dal maggior numero, rispetto a tutte le altre zone, di giorni, in media, al di sopra della soglia selezionata per classificare i summer days (29,2°C) e al contempo da temperature medie elevate; anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere elevato (CDD) in confronto alle altre zone dell'Italia centro settentrionale; il regime pluviometrico, in termini di valori stagionali (WP ed SP) ed estremi (R20 e R95p) mostra invece caratteristiche intermedie.

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

Figura 2.1 Valori medi e deviazione standard degli indicatori per ciascuna macroregione individuata. Fonte: PNACC (2017)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 7/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

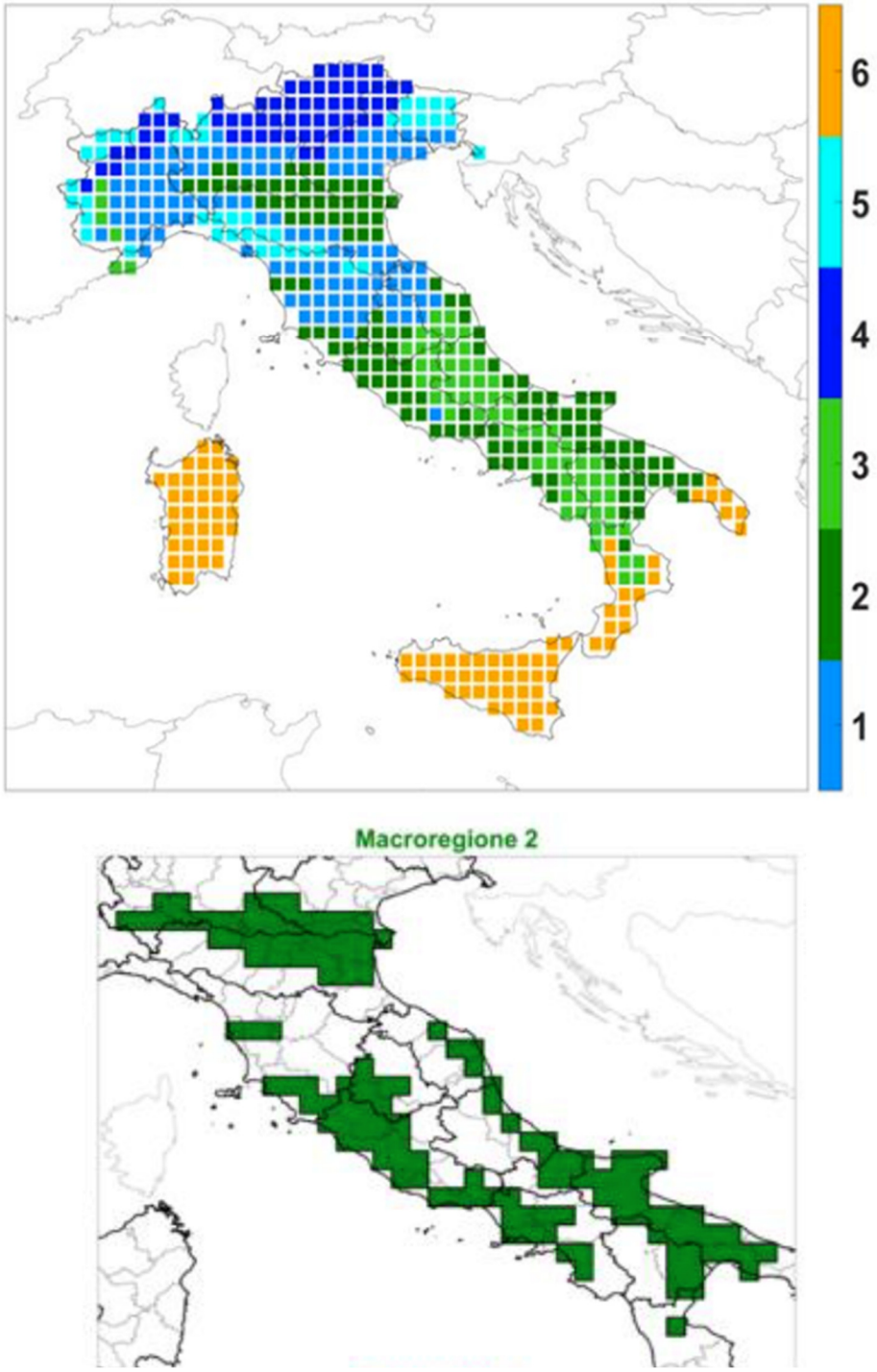


Figura 2.2 Macroregioni climatiche individuate dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Fonte: PNACC – ALLEGATO TECNICO-SCIENTIFICO "ANALISI DELLA CONDIZIONE CLIMATICA ATTUALE E FUTURA" (2017)

L'analisi delle proiezioni climatiche future per il medio e lungo periodo è stata effettuata a scala nazionale utilizzando il modello COSMO-CLM sull'Italia alla risoluzione di circa 8 km considerando gli scenari RCP4.5 e RCP8.5. L'area del Comune di Livorno è stata inserita nel cluster delle anomalie D (piovoso invernale-secco estivo).

Dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale e i 5 cluster di anomalie scaturiscono 13 principali "aree climatiche omogenee" per i due scenari (RCP4.5 e RCP8.5), ossia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura. Il PNACC sottolinea he l'individuazione delle

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 8/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

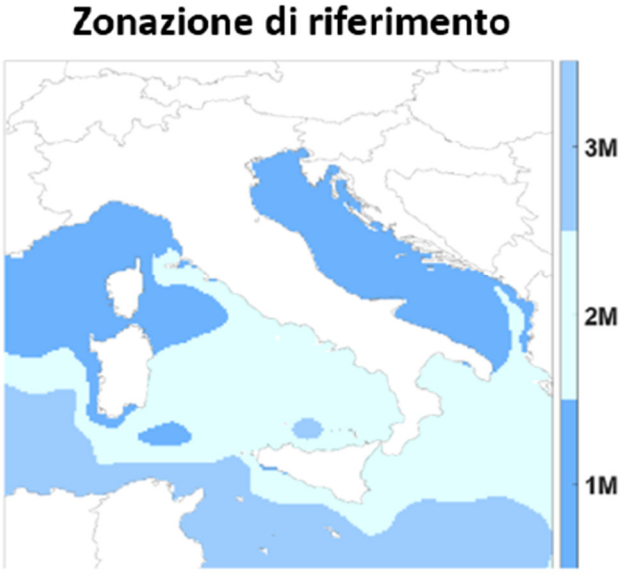
aree climatiche omogenee va intesa come strumento di sintesi, di supporto agli esperti, per la caratterizzazione della condizione climatica attesa e non come unico strumento di valutazione del cambiamento climatico.
Livorno, che ricade nel settore tirrenico della macroregione 2 cluster D, è caratterizzato come segue.
Primo scenario (RCP4.5)

- aumento delle precipitazioni invernali (valore medio dell'aumento pari all'8%).
- riduzione notevole delle precipitazioni estive (valore medio della riduzione pari al 25%).
- aumento significativo dei fenomeni di precipitazione estremi.
- aumento significativo dei summer days (di 14 giorni/anno).

Secondo scenario (RCP8.5)

- aumento complessivo dei fenomeni di precipitazione, anche estremi;
- aumento notevole dei summer days (di 14 giorni/anno);

L'area marina livornese è invece classificata nella Macroregione Marina 1 – Mar Adriatico, Mar Ligure, Tirreno Centro Settentrionale, Mar di Sardegna Settentrionale



Macroregione	SST (°C)	SSH (m)
1M	18.2	-0.07
2M	19.6	-0.03
3M	20.3	0.05

Figura 2.3 Zonazione di riferimento per le aree marine. Fonte: PNACC

La macroregione climatica marina omogenea 1M include il Mar Adriatico, il Mar Ligure e la parte settentrionale del Mare di Sardegna ed è caratterizzata dai valori più bassi di temperatura superficiale e di livello del mare.

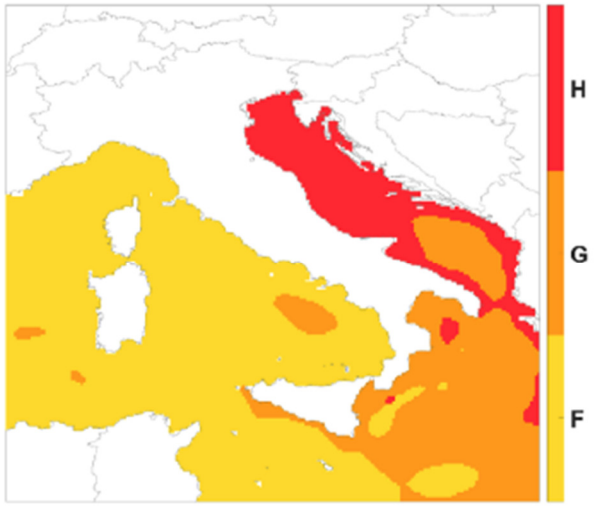
Per quanto riguarda lo studio delle anomalie future, sono stati presi in considerazione diversi indicatori:

- Le anomalie della temperatura superficiale del mare indicano un aumento di circa 1.2 °C su base annuale per il bacino del Mediterraneo; l'aumento maggiore delle temperature

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 9/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

invernali e primaverili si ha per il bacino Adriatico, con valori compresi tra 1.5 °C e 2 °C; nel periodo estivo si hanno le anomalie più alte e diffuse nel Mar Tirreno (~1.5 °C), nell'alto Adriatico e nello Ionio. Le variazioni della temperatura del mare per le stagioni primaverile e autunnale sono molto simili, sebbene con alcune minime differenze a scala locale.

- Le variazioni del livello del mare attese per il periodo 2021-2050 presentano una diversa dinamica tra il bacino orientale e occidentale del Mediterraneo, che si riflette nei valori attesi per il Mare Adriatico (+6 cm) e il Mar Tirreno (+8 cm). Le differenze maggiori si hanno nelle stagioni primaverile ed autunnale, in cui i valori del livello del mare nel Tirreno e nell'Adriatico superano rispettivamente 10 e 8 cm.
- L'indicatore di rimescolamento sembra non cambiare nello scenario futuro nonostante l'aumento registrato di temperatura.
- La variazione spazio-temporale del pH è quasi uniforme in tutti i principali mari italiani e il confronto con lo scenario mostra una riduzione media di circa 0.1 unità.



Cluster	SSTA (°C)	SSHA (m)
F	1.2	0.09
G	1.3	0.068
H	1.5	0.069

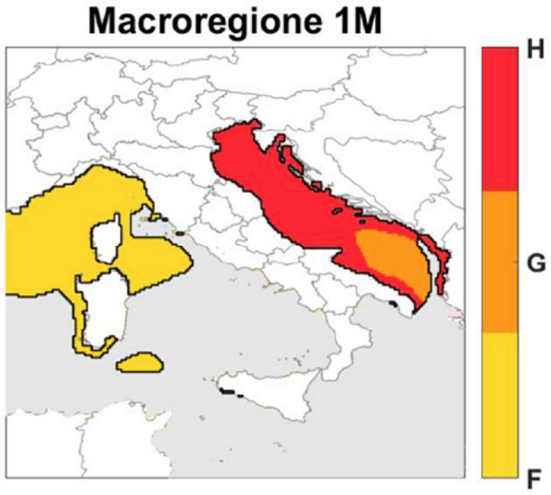


Figura 2.4 Zonazione delle anomalie climatiche per le aree marine. Fonte: PNACC

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 10/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Per quanto riguarda le fasce costiere, identificate come le zone all'interno del limite di dodici miglia marine dalla costa e corrispondenti alle acque territoriali, Livorno ricade nella zona LIGS (Mar Ligure).

- L'evoluzione mensile della temperatura superficiale dell'acqua (SST) nello scenario RCP8.5 mostra che tutte le aree costiere italiane saranno caratterizzate da un aumento di temperatura rispetto al periodo di riferimento 1981-2010. Il Mar Ligure fa registrare l'aumento minimo (1.3 °C), pressoché costante durante tutto l'anno mantenendo quindi invariata la stagionalità di ciascuna zona.
- Anche l'aumento del livello del mare (SSH) durante il periodo 2021-2050 per lo scenario RCP8.5 caratterizza tutte le aree costiere, con valori che variano da 7 a 9 cm.
- Per quanto riguarda l'analisi dell'acidità superficiale del mare, si evidenzia una riduzione uniforme del pH di 0.1 unità nell'arco dell'intero anno, mentre la variabilità stagionale è comparabile a quella del clima attuale per tutte le aree costiere.
- L'indicatore di rimescolamento sembra non cambiare nello scenario futuro nonostante l'aumento registrato di temperatura.

I cluster delle anomalie per le aree marine sono stati visualizzati separatamente per ognuna delle macroregioni climatiche omogenee. Livorno ricade nella macroregione 1M, per la quale sul versante del Mar Ligure si riscontra al 2050 un incremento atteso della temperatura superficiale pari a 1.2°C e un incremento significativo del livello del mare (9 cm).

2.2. Lo studio del clima locale

Il primo passo verso lo sviluppo del processo di adattamento a livello locale è stato quella della valutazione specifica dell'attuale contesto climatico, attraverso l'analisi delle tendenze del recente passato di alcuni parametri fondamentali quali temperature e precipitazioni. Si può fare riferimento al profilo climatico locale sviluppato all'interno del progetto Adapt "Assistere l'aDAttamento ai cambiamenti climatici dei sistemi urbani dello sPazio Transfrontaliero", cofinanziato dal Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020, a cui il Comune di Livorno ha partecipato.
Il documento è stato sviluppato dal CNR – Ibimet nell'ambito di una convenzione con il Comune di Livorno; di seguito si riportano alcuni elementi principali.

2.2.1. Il clima a scala regionale

Il clima della Toscana ha una grande variabilità territoriale a causa di diverse condizioni geografiche e fisiche quali la presenza del mare a ovest, le zone collinari centrali e la dorsale appenninica a nord ed a est. Le zone marine o prossime al mare con clima più mite sono le isole dell'Arcipelago Toscano mentre le aree più fredde sono quelle a ridosso delle Alpi Apuane. La fascia costiera presenta un clima tipicamente mediterraneo, con temperature medie annue che si attestano intorno ai 15-16 °C e sui 16-16.5°C nelle zone più a sud della regione (es. Maremma Toscana). Il mese più freddo è Gennaio, quello più caldo è Luglio.
Sulle aree costiere, a Gennaio le temperature medie sono intorno a 9°C, le temperature minime quasi sempre al di sopra di 0 °C e valori superiori concentrati in particolare al sud della regione e nelle isole.
Le medie di luglio si attestano tra 24 e 25 °C, con massime che generalmente non superano i 35°C, ad eccezione di annate particolarmente calde, e con escursioni termiche sia annue che giornaliere non particolarmente elevate.
La Toscana negli ultimi anni è stata interessata da ondate di calore nel periodo estivo, con valori medi regionali della temperatura media di quasi 4 °C al di sopra della media di riferimento 1981-2010, con la massima intensità nell'estate 2017.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 11/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Ben sette delle dieci estati più calde dal 1955 al 2018 risultano successive all'anno 2000: dopo la caldissima estate 2003, molto calde sono state anche, in ordine decrescente, le estati 2015, 2012, 2017, 2009 e 2018.

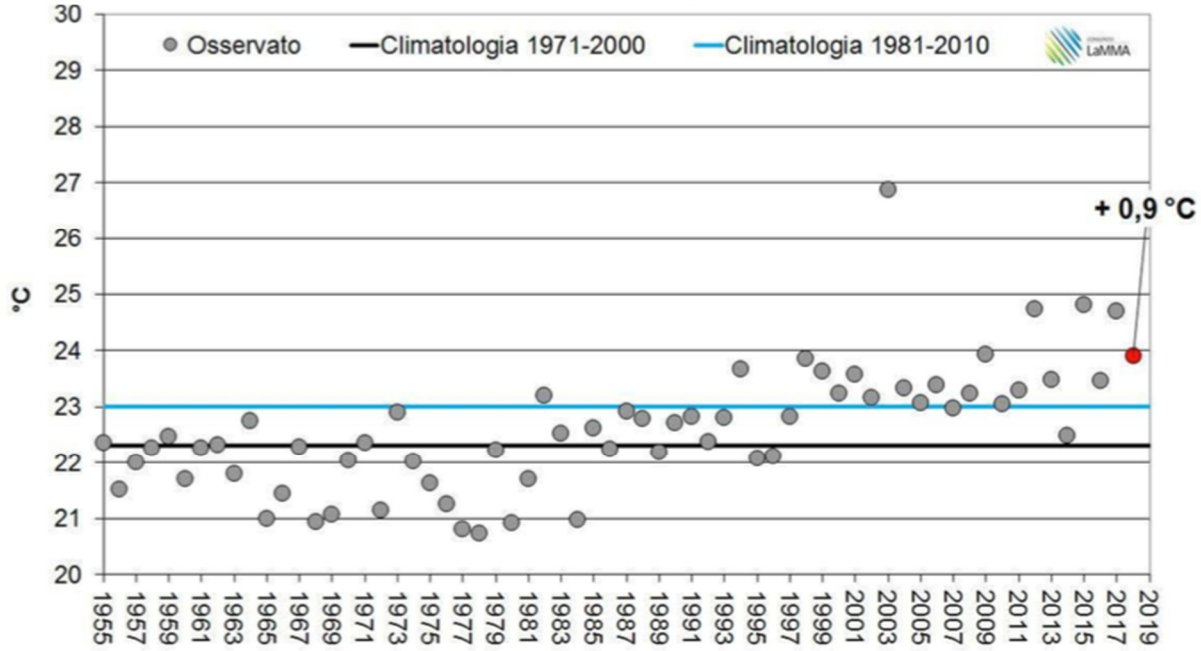


Figura 2.5 Temperatura media estiva nelle Province di FI, AR, PI, GR (Fonte: Piano AIB Regione Toscana, fonte dati Lamma)

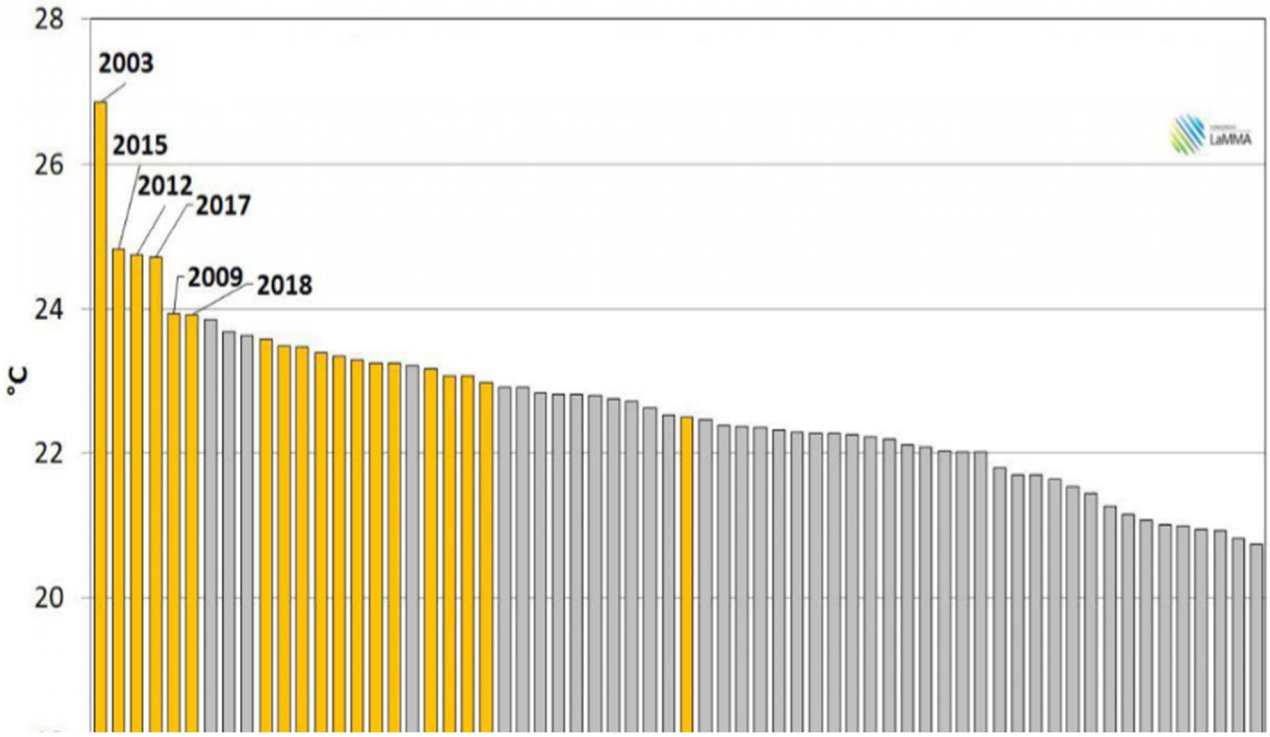


Figura 2.6 Estati più calde dal 1995 ad oggi nelle Province di FI, AR, PI, GR (Fonte: Piano AIB Regione Toscana, fonte dati Lamma)

2.2.2. Variabilità climatica attuale, i dataset utilizzati a scala comunale

Le macroregioni climatiche definite all'interno della PNACC, vista la scala nazionale di analisi, utilizzano un numero limitato di stazioni meteorologiche per modellizzare il clima a livello locale;

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 12/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

per definire il profilo climatico specifico della città di Livorno è stato sviluppato uno studio specifico dal CNR-Ibimet, all'interno del progetto ADAPT, basato su dati meteorologici di lungo periodo che, mediante appropriate analisi statistiche, hanno permesso di valutare la variabilità climatica attuale. Lo studio ha utilizzato due tipi di dataset per sviluppare diverse tipi di analisi.
Il dataset dei dati in situ è relativo alla stazione di proprietà del Servizio Idrologico Regionale (http://www.sir.toscana.it/archivio/pop_up.php?IDST=pluvio&IDS=TOS10001960) e comprende dati relativi al periodo 1955-2000. Per i dati successivi al 2000 la stazione originaria è stata ricostruita secondo opportune tecniche statistiche attraverso la stazione meteorologica dell'ex CIBIC, Livorno rete mareografica ISPRA Livorno Mareografo.
Tale dataset è stato utilizzato per valutare la climatologia di lungo periodo per il Comune di Livorno, analizzando

- andamenti medi di temperatura
- andamenti medi di pioggia
- alcuni estremi:
  - SU (summer days), numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C;
  - TR/TN (tropical nights), numero di giorni all'anno con temperatura minima maggiore di 20°C;
  - FD (frost days), il numero di giorni di gelo definiti come il numero di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera inferiore a 0 °C;
  - R10, numero di giorni all'anno con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm;
  - R20, numero di giorni all'anno con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm.

Il dataset grigliato a scala provinciale contiene dati meteorologici giornalieri interpolati con una risoluzione spaziale di 25 km2 prodotti dal JRS Monitoring Agricultural ResourceS (MARS). Il dataset grigliato è stato utilizzato per studiare la climatologia di lungo termine per l'area della provincia di Livorno. I dati di questo dataset sono caratterizzati da continuità e completezza della serie storica, assenza di outliers, ed omogeneità della serie stessa, nonché attendibilità di dati sino agli anni più recenti (2017). Attraverso questo dataset è stato possibile sviluppare, oltre all'analisi della variabilità di valori medi ed estremi, anche:
a) Analisi dell'andamento climatico per l'intero periodo 1975-2017. Prendendo in considerazione un periodo molto lungo, è possibile capire quali sono state e quali attualmente rimangono le condizioni climatiche medie sulla città;
b) Analisi dell'andamento climatico per i periodi 1975-1999 e 2000-2017. Tale analisi, inquadrando le condizioni medie su due periodi lunghi ma distinti, permette di evidenziare le differenze climatiche causate dai cambiamenti climatici nelle ultime decadi.

2.2.3. Dataset dei dati in situ - Andamento climatico locale per il periodo 1955-2010.

L'analisi climatica a scala mensile per il periodo 1955-2010 evidenzia per la città di Livorno un pattern tipico delle aree mediterranee, con precipitazioni concentrate prevalentemente in autunno (novembre, 123 mm) e temperature medie massime più alte osservate nei mesi estivi di luglio ed agosto (~ 27.5°C). Le temperature medie minime più basse (~ 5.5°C) si osservano invece nei mesi di gennaio e febbraio.
Il diagramma climatico di Walter e Lieth (Fig. 2.8) evidenzia come il periodo di maggior deficit idrico o aridità sia concentrato prevalentemente tra giugno ed agosto, mentre quello con precipitazioni superiori a 100 mm, e quindi dove è più probabile che si verifichino fenomeni di dissesto idrogeologico e idraulico, sia nel pieno dell'autunno (ottobre-novembre).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 13/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

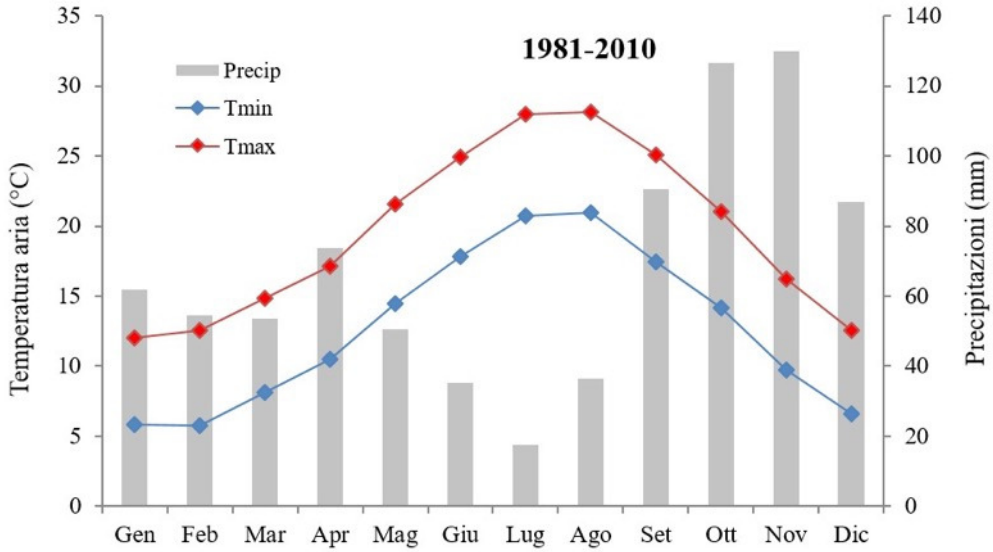


Figura 2.7 Andamento climatico della città di Livorno per il periodo 1981-2010. Misure ottenute in situ da dati stazione del SIR.

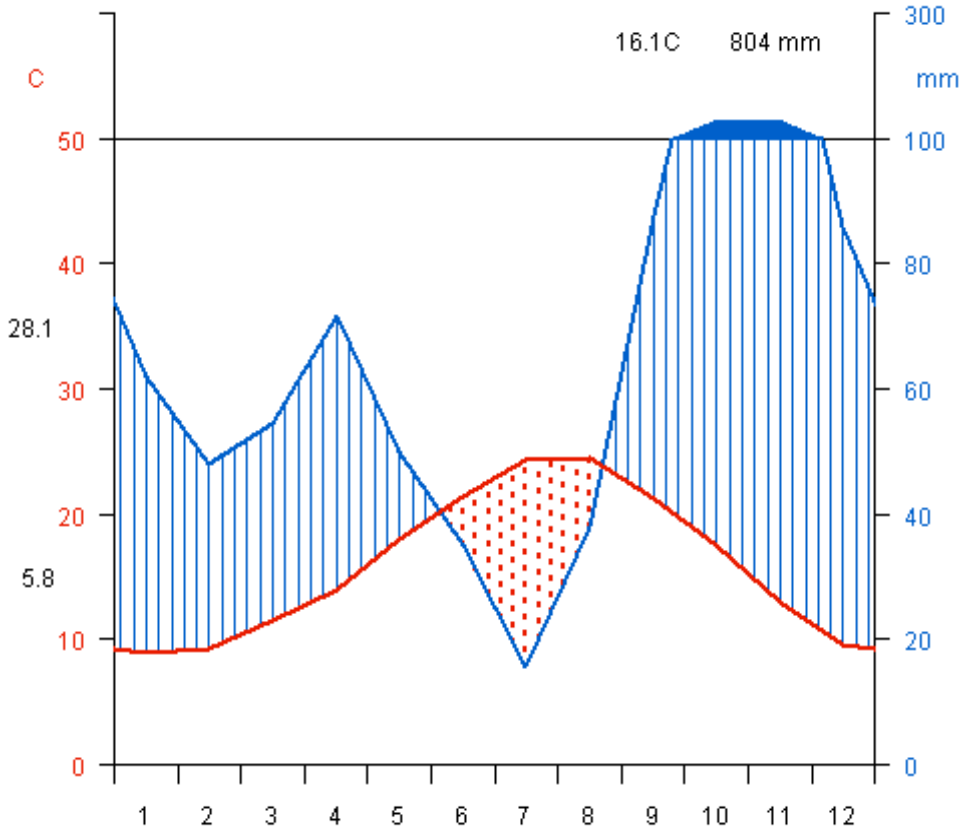


Figura 2.8 Diagramma climatico di Walter e Lieth per la città di Livorno (Fonte: LaMMA)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 14/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

ESTREMI TERMICI	°C	Data
Tmin assoluta	-7.0	11/01/1985
Tmax assoluta	37.0	30/07/1983
giorni ghiaccio totali	2.0	1985
giorni ghiaccio max	2.0	1985
giorni gelo medi	3.0	
giorni gelo max	11.0	1985-1991
giorni T>34°C medi	0.0	
giorni T>34°C max	2.0	1992-1995-2003
indice continentalità	16.0	

Tabella 2.1 – estremi termici per la città di Livorno per il periodo 1981-2010. (Fonte: LaMMA)

Per quanto riguarda l'analisi degli estremi termici, si evidenzia un massimo di 37°C a fine luglio 1983 ed un minimo assoluto per l'11 gennaio del 1985. Nello stesso anno si sono registrati anche il numero massimo di giorni di ghiaccio (2) e di gelo (11). Il massimo numero di giorni con temperature superiori a 34°C è stato di 2 e si sono registrati nel 1992, 1995 e nel 2003.

Per quanto riguarda invece gli estremi pluviometrici, il massimo di pioggia annuale (1295 mm) si è registrato nel 2010 mentre il minimo (539) è stato registrato nel 1998. A scala stagionale sia i massimi che i minimi sono stati registrati tutti in anni diversi.

ESTREMI PLUVIOMETRICI	Media	Max	Data pioggia Max	Min	Data pioggia Min
Pioggia annuale	804	1295	2010	539	1998
Pioggia Primavera	176	301	2010	90	1987
Pioggia Estate	88	197	1984	15	2001
Pioggia Autunno	344	557	1993	80	1983
Pioggia Inverno	196	385	2009	40	1992

Tabella 2.2 – estremi pluviometrici per la città di Livorno per il periodo 1981-2010. (Fonte: LaMMA)

Il clima del Comune di Livorno è caratterizzato da un andamento di precipitazione di tipo nevoso raro e contenuto, con qualche sporadica nevicata e gelata, con un numero contenuto di eventi eccezionali, anche grazie alla mitigazione offerta dal clima costiero.

L'analisi dei trend annuali di temperatura e precipitazione per la città di Livorno dal 1995 al 2010 evidenzia un incremento sia delle temperature massime che delle minime per le decadi più recenti (Figura 2.9 - linea nera continua) rispetto al periodo precedente (Figura 2.9 - linea tratteggiata). Tale incremento è ben visibile e marcato per le temperature, mentre non emerge un chiaro pattern per quanto riguarda le precipitazioni.
Gli stessi dati sono stati analizzati anche suddividendo l'intervallo temporale nei due periodi 1955-1980 e 1981-2010. Nel periodo più recente si è osservato un aumento generalizzato della temperatura di circa 0.7°C, con un aumento della temperatura di circa 1°C sia per le minime che per le massime nel periodo estivo, mentre di nuovo non è stata osservata una forte variazione nella media delle precipitazioni.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 15/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

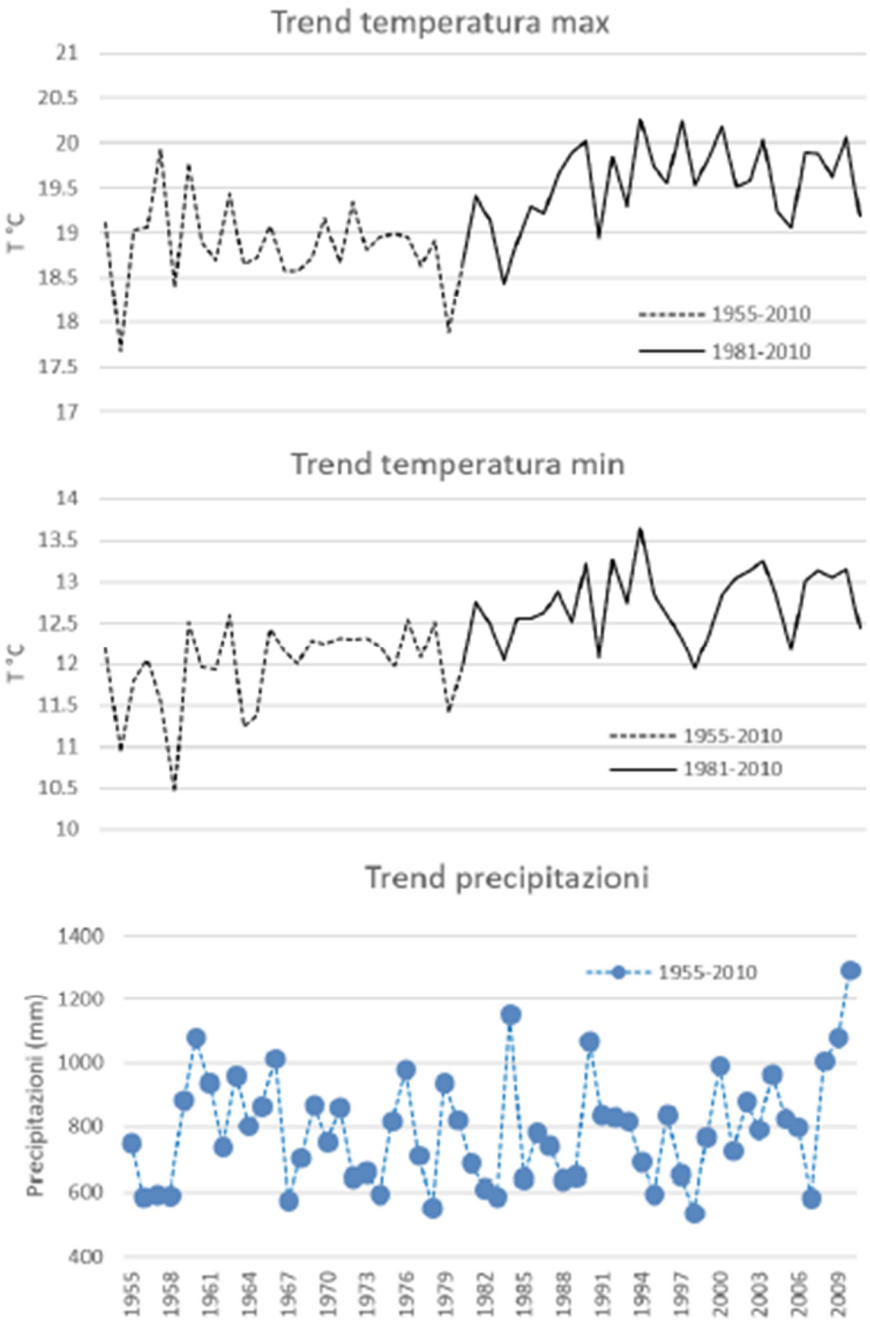


Figura 2.9 – Evoluzione dei pattern delle medie annuali di temperatura massima e minima e delle precipitazioni totali cumulate per la città di Livorno per il periodo 1955-2010 e 1981-2010. Misure ottenute in situ da dati stazione del SIR.

2.2.4. Dataset dei dati grigliati - Andamento climatico territorale per il 16uture 1975-2017

L'utilizzo dei dati grigliati ha permesso di ricostruire per una superficie più ampia analisi statistiche che possano essere considerate rappresentative del clima dell'intero comune sino al 2017.

L'analisi climatica per il periodo 1975-2017 (dati grigliati) evidenzia un tipico pattern di tipo Mediterraneo, con precipitazioni concentrate prevalentemente in autunno (novembre, 113 mm) e temperature medie massime più alte osservate nei mesi estivi di luglio ed agosto (~ 29°C).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 16/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

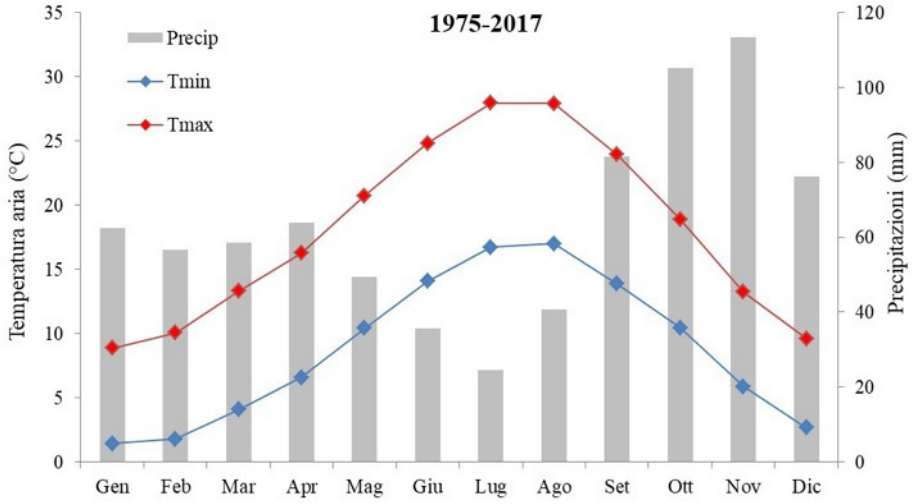


Figura 2.10 – Andamento climatico (dati grigliati) della zona di Livorno per il periodo 1975-2017. Tale periodo è stato considerato come scenario di partenza o di base (baseline) rispetto all'analisi per valutare le dinamiche previste per il futuro.

Per identificare un trend climatico la serie storica 1975-2017 è stata suddivisa in due sotto-serie, ognuna identificata da un numero di anni tale da permettere una accettabile significatività statistica. Le due nuove serie temporali (1975-1999 e 2000-2017) hanno così permesso di valutare le modifiche delle principali variabili climatiche tra le ultime decadi del 20° secolo e le prime del 21° secolo (Figura 2.11)

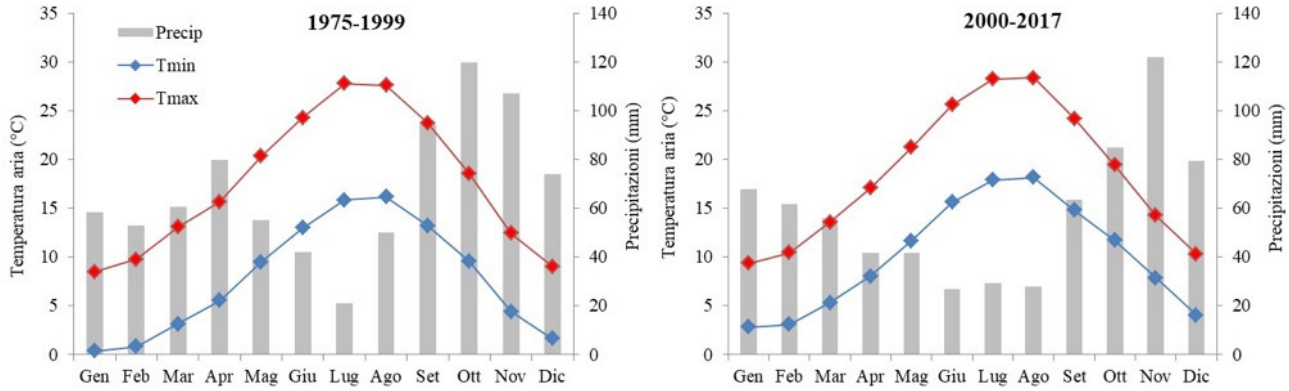


Figura 2.11 – Andamento climatico della zona di Livorno (dataset grigliato) per i periodi 1975-1999 e 2000-2017.

L'analisi climatica tra le due serie ha mostrato significative differenze tra i due sotto-periodi.

- Le temperature minime hanno messo in evidenza un aumento di 2.3 °C
- Le temperature massime sono salite di circa 1 °C.
- Le precipitazioni hanno mostrato variazioni, con una riduzione (-12%) nel periodo più recente rispetto al 1975-1999.

Al fine di evidenziare al meglio queste variazioni tra i due periodi si riporta e la differenza tra temperature massime, minime (in figura 2.12) e di precipitazione (Figura 2.13).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 17/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

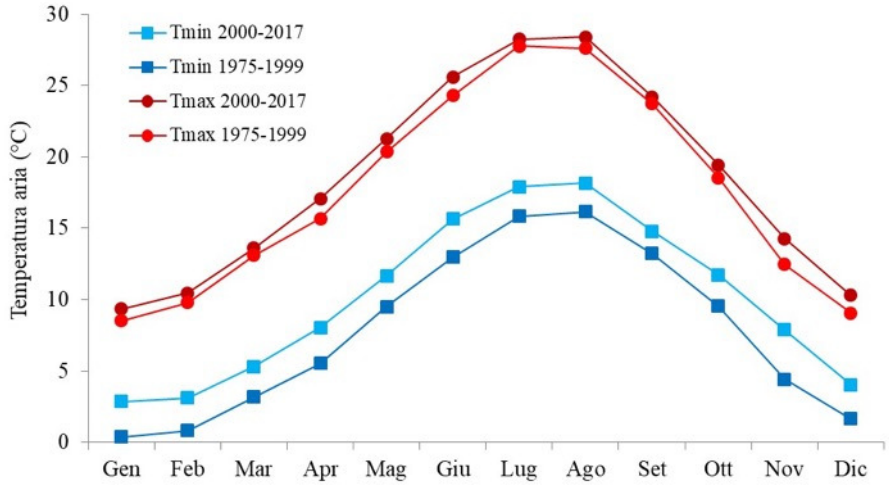


Figura 2.12 – Differenze tra le temperature massime e minime per la zona di Livorno (dati grigliati) per i periodi 1975-1999 e 2000-2017.

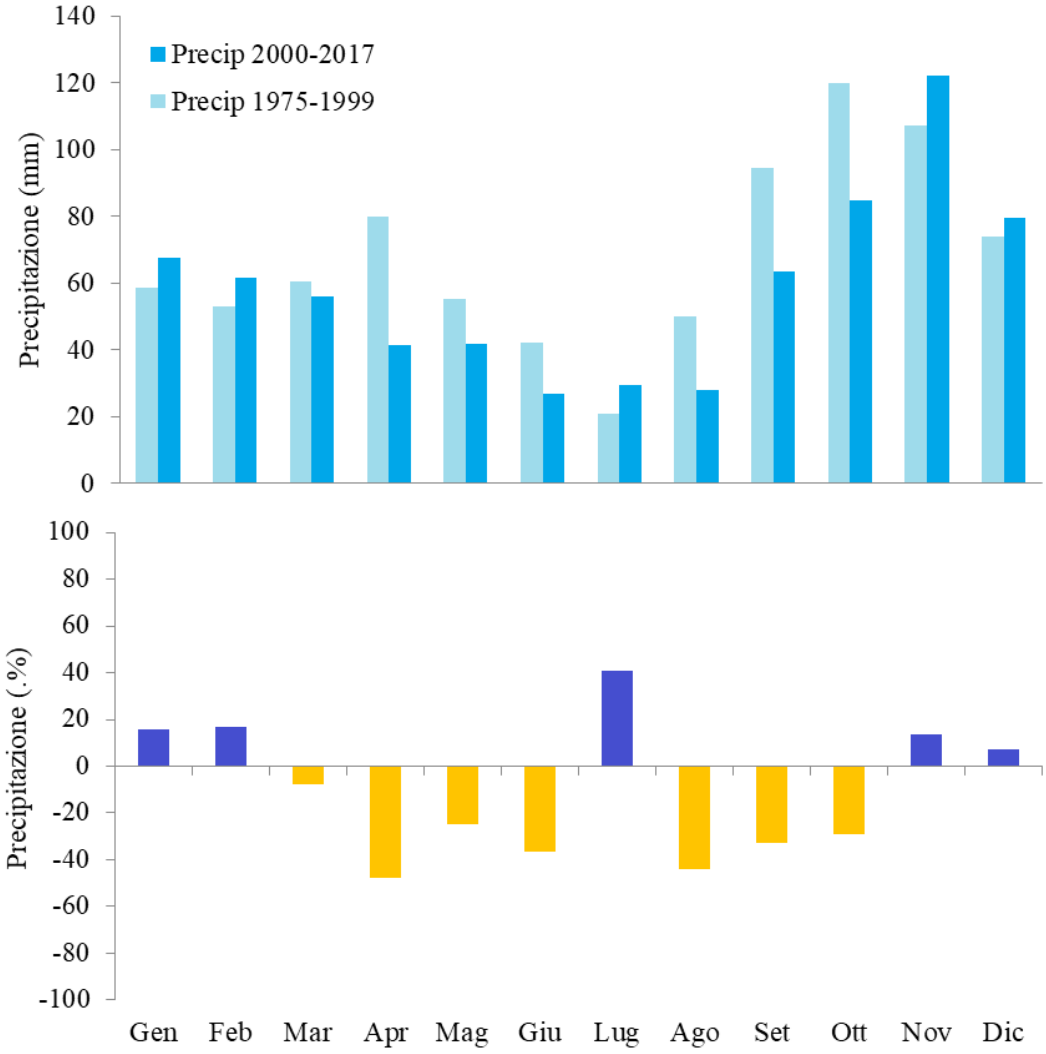


Figura 2.13 – Differenze di precipitazione per la zona di Livorno (dati grigliati) per i periodi 1975-1999 e 2000-2017.

Per quanto riguarda la differenza di temperatura, dalla figura 2.12 emerge come le differenze maggiori riguardino soprattutto le temperature minime. Incrementi maggiori nelle minime si sono

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 18/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

verificati soprattutto nel periodo autunno-invernale, con i mesi di novembre, dicembre e gennaio che hanno mostrato differenze più elevate rispetto al periodo precedente.

Anche le precipitazioni hanno evidenziato notevoli variazioni. Nella figura 2.13 sono state riportate in alto le precipitazioni cumulate mensili per i periodi 1975-1999 e 2000-2017, mentre in basso sono state evidenziate le differenze. A fronte di un incremento di pioggia nel periodo invernale, probabilmente associato ad un rialzo termico durante questi mesi, ha fatto da contraltare un netto decremento delle precipitazioni durante il periodo primaverile estivo, con punte di oltre il 40 % di pioggia in meno nei mesi di aprile ed agosto.

Per quanto riguarda invece i valori estremi, fondamentali al fine di fornire informazioni inerenti le maggiori criticità sul territorio, sono stati riportati differenti indicatori in accordo a quanto definito dal gruppo di esperti sul rilevamento e gli indici di cambiamento climatico (ETCCDI). Anche gli indicatori con gli estremi termici indicano le stesse variazioni tra i due sotto-periodi individuati.

	Evento estremo	1975-2017	1975-1999	1999-2017
Temperatura	numero di giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C	3538 (~ 82 all'anno in media)	1947 (~ 77 all'anno in media)	1591 (~ 83 all'anno in media)
	numero di giorni con temperatura minima maggiore di 20°C	270 (~ 6 all'anno ma la media non è significativa in questo caso)	19 (meno di 1 all'anno)	251 (~ 13 all'anno in media)
	numero di giorni con temperatura minima giornaliera inferiore ai 0°C	1420 (~ 33 all'anno in media)	1102 (~ 44 all'anno in media)	318 (~ 16 all'anno in media)
Pioggia	numero di giorni con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm	1081 (~ 25 all'anno in media)	675 (~ 27 all'anno in media)	406 (~ 21 all'anno in media)
	numero di giorni con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm	357 (~ 8 all'anno in media)	221 (~ 8 all'anno in media).	136 (~ 7 all'anno in media)

Tabella 2.3 Analisi degli estremi climatici sia per l'intero periodo 1975-2017 che per i due sotto-periodi 1975-1999 e 1999-2017.

2.2.5. Analisi degli scenari futuri

Il pattern climatico per la città di Livorno per le prossime decadi è stato ottenuto a partire da dati generati da modelli climatici a scala globale ed è dettagliato nello studio di CNR-Ibimet sviluppato per il progetto Adapt.
Le proiezioni climatiche future presentano al loro interno un livello di incertezza piuttosto alto per le precipitazioni, mentre la previsione della modifica dei trend delle temperature hanno una confidenza maggiore.
Lo studio ha analizzato le proiezioni future per la città di Livorno prendendo in considerazione due scenari climatici (RCP4.5 e 8.5), due periodi temporali (2050 e 2080) e due metodi di variazione climatica (lineare, cioè costante per tutti i mesi dell'anno, e stagionale).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 19/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Incremento T al 2050	Incremento T al 2080
Scenario climatico RCP4.5	+1.2°C	+2°C
Scenario climatico RCP8.5	+1.8°C	+3°C

Tabella 2.4 Scenari climatici utilizzati

L'analisi climatica con incremento di temperatura lineare fa riferimento alla generazione di scenari climatici futuri che prevedono un incremento di temperatura costante per tutti i mesi dell'anno.
L'analisi climatica con incremento di temperatura variabile a seconda della stagione (SV), fa riferimento alla generazione di scenari climatici futuri che prevedono un incremento di temperatura diverso nei diversi mesi dell'anno.

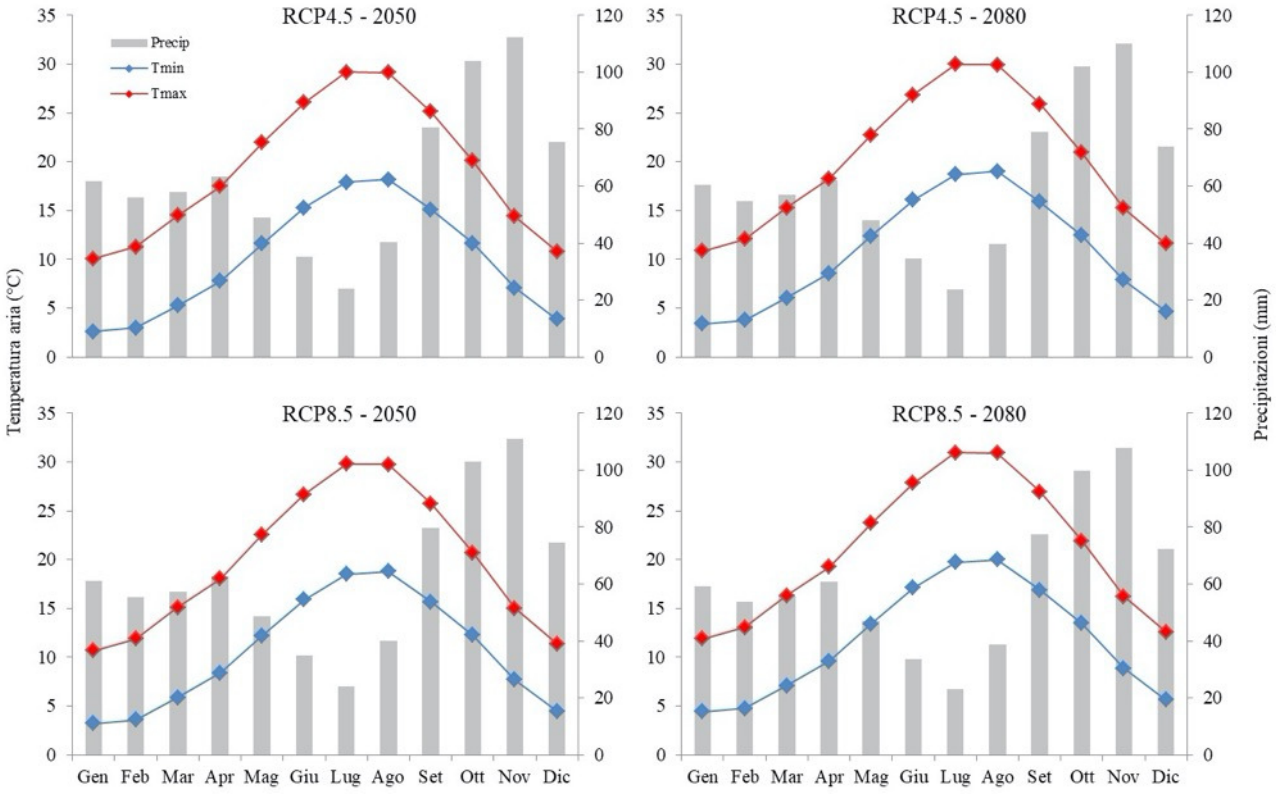


Figura 2.14 – Andamento mensile delle temperature massime, minime e delle precipitazioni per scenari climatici ottenuti considerando un incremento giornaliero di temperatura lineare. In grafico sono stati riportati gli andamenti per gli RCP4.5 e RCP8.5 con riferimento al periodo al 2050 ed al 2080

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 20/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

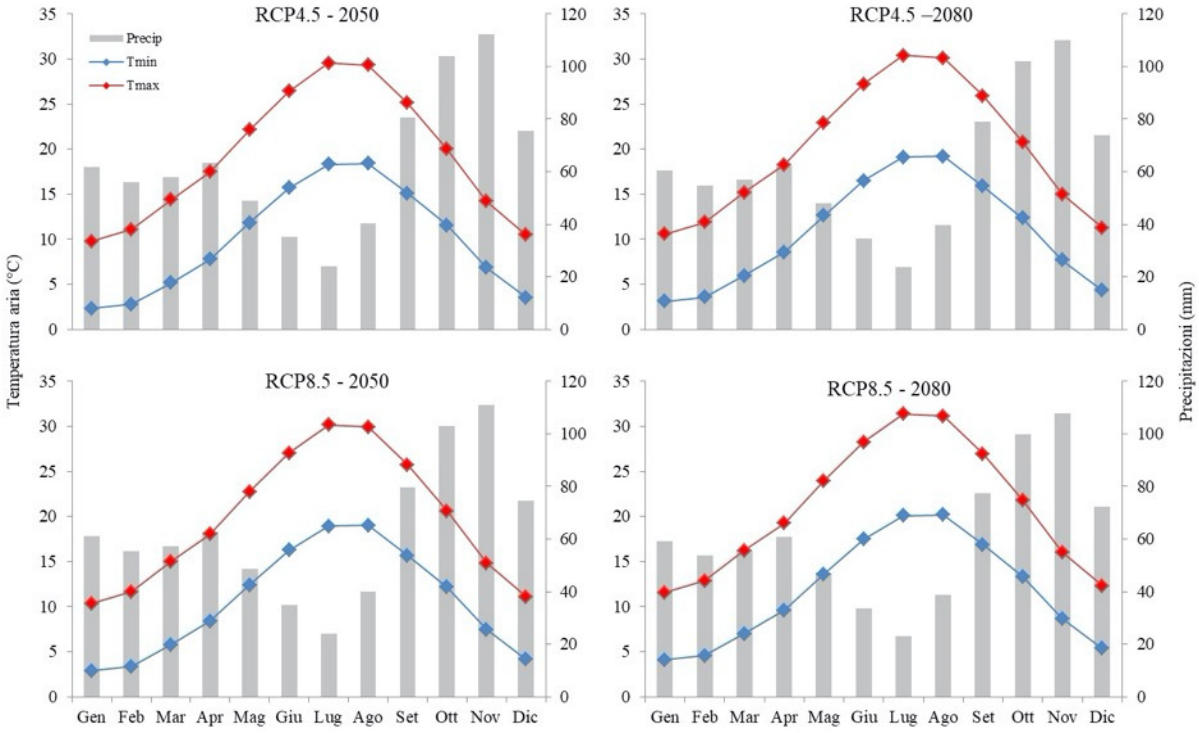


Figura 2.15 – Andamento mensile delle temperature massime, minime e delle precipitazioni per scenari climatici ottenuti considerando un incremento giornaliero di temperatura variabile. In grafico sono stati riportati gli andamenti per gli RCP4.5 e RCP8.5 con riferimento al periodo al 2050 ed al 2080

In entrambe le analisi, si evidenzia una tendenza generale all'aumento di temperatura durante tutto il corso dell'anno per tutti gli scenari e i periodi futuri selezionati. Come previsto, un'evoluzione che prevede condizioni rappresentate al 2080 utilizzando lo scenario RCP8.5 risulta essere quella che causa condizioni più estreme.
Nell'analisi lineare il clima risulta caratterizzato da un notevole aumento delle temperature minime e massime soprattutto nei mesi più freddi (dicembre, gennaio e febbraio).
Nell'analisi stagionale invece il pattern climatico assume una forma leggermente diversa, con un picco più pronunciato della gaussiana nei mesi estivi rispetto a valori più bassi in quelli invernali, quindi con un aumento meno marcato delle temperature minime nei mesi più freddi (dicembre, gennaio e febbraio), ed un leggero aumento delle massime in quelli più caldi.

Sono stati analizzati anche gli estremi termici, individuati come giorni con temperature giornaliere minime di <0°C e massime di >30°C, confrontando il periodo 1975- 2017 ed il futuro.
Tutte le analisi convergono nell'individuare

- un decremento importante del numero di giorni con temperature inferiori a 0°C (Frost days): si nota un progressivo decremento durante i periodi primaverili, autunnali e invernali in entrambi gli RCP, con riduzioni prossime al 90% principalmente durante il periodo primaverile.
- un consistente aumento dei giorni con temperature maggiori di 30°C: si passa dal periodo corrente con un 4% del totale annuo (ovvero, in media circa 15 giorni per anno), fino al 14.8% nell'analisi lineare e 15,7% nell'analisi stagionale (ovvero, più di 50 giorni per anno in media), con incremento sostanziale sia in estate che in primavera, con incrementi soprattutto nel periodo primaverile di oltre il 400% nell'analisi lineare, e di oltre il 500% nell'analisi stagionale.

Il Piano Nazionale per l'Adattamento al Cambiamento Climatico individua per la macroregione 2, cluster delle anomalie D, in cui Livorno è collocata, la tendenza ad un aumento delle precipitazioni invernali ed estive, solo parzialmente confermato dallo studio climatico locale, e ad un aumento dei

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 21/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

giorni estivi caldi, tendenza confermata dallo studio climatico locale. Prevede inoltre una esposizione alta per il capitale umano e per il patrimonio immobiliare, media per il capitale naturale ed economico.

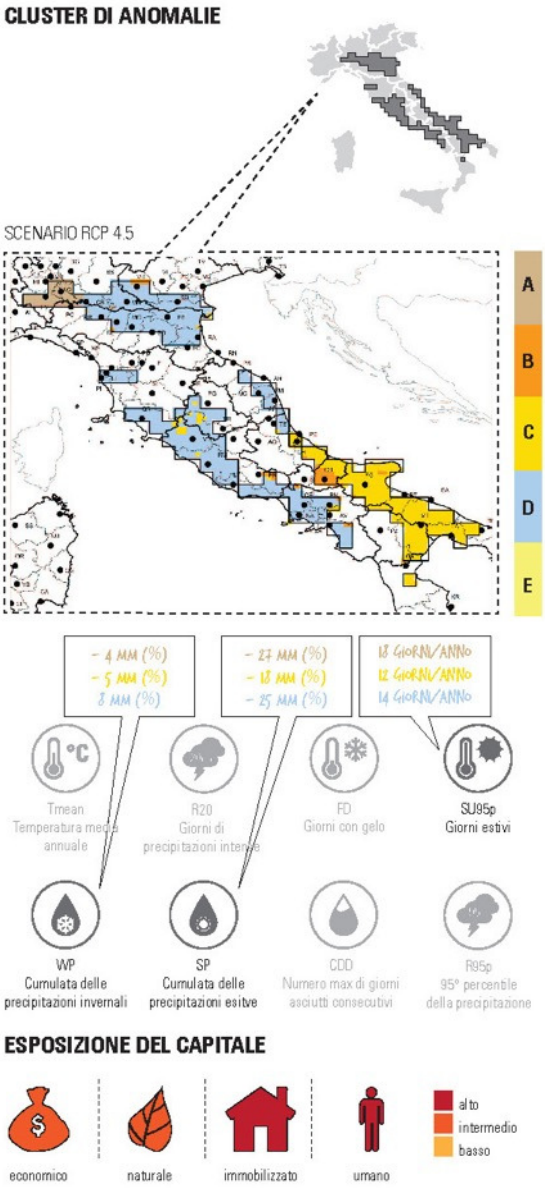


Figura 2.16 Cluster di anomalie in cui ricade il Comune di Livorno. Fonte: PNACC inforgrafiche

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 22/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

3. PERICOLOSITÀ CLIMATICHE PARTICOLARMENTE RILEVANTI

Questo capitolo descrive i trend osservati e le proiezioni future relative alle variabili climatiche e ai pericoli ad esse connesse che sono state ritenute significative per il Comune di Livorno. L'analisi corrisponde a quella richiesta nello step 2 del processo di RVA per il Comune di Livorno secondo l'approccio IBVA descritto nel capitolo 1. Alla conclusione dell'analisi vengono individuati gli indicatori di pericolosità climatica.

Gli impatti del cambiamento climatico riguardano gli effetti derivanti da eventi climatici, in particolare estremi, che possono danneggiare l'ambiente naturale e antropico. Dato che gli effetti attesi del cambiamento climatico sono sito-specifici, è importante che ogni territorio individui quali effetti sono probabili nel proprio contesto e quali settori possono esserne suscettibili.
Gli eventi estremi analizzati riguardano sia i fenomeni climatici in senso stretto (il caldo estremo e il freddo estremo, le precipitazioni estreme, l'innalzamento del livello del mare, le tempeste di vento e mareggiate) e i fenomeni concausati direttamente dagli estremi climatici (come la siccità, gli allagamenti, le frane e gli incendi).
La tabella 3.1 riassume gli esiti delle considerazioni sviluppate nei paragrafi successivi.

	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	Alto	Aumento	Aumento	Breve termine
Incendi	Alto	Aumento	Aumento	

Tabella 3.1 - Trend osservati e proiezioni future relative per i pericoli significativi per il Comune di Livorno.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 23/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

3.1. Caldo estremo

Come emerge dal profilo climatico locale delineato nel capitolo 2, l'analisi dei trend annuali di temperatura per il Comune di Livorno ha evidenziato un incremento già in atto nelle ultime decadi sia delle temperature massime che delle minime, che si riscontra tutto l'anno ma è particolarmente marcato nel periodo estivo.
Le temperature minime stanno aumentando più delle temperature massime in valore assoluto tutto l'anno, con incrementi maggiori nelle minime soprattutto nel periodo autunno-invernale (novembre, dicembre e gennaio).
Anche considerando i valori estremi, fondamentali al fine di fornire informazioni inerenti le maggiori criticità sul territorio, ci sono state evidenti variazioni tra i due sotto-periodi analizzati. I giorni con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C sono passati da circa 77 a circa 83 all'anno, i giorni con temperatura minima maggiore di 20°C sono passati da meno di uno all'anno a 13 all'anno circa, i giorni con temperatura minima giornaliera inferiore ai 0°C sono passati da circa 44 a circa 16 all'anno di media.
Inoltre, le previsioni climatiche future evidenziano una tendenza generale all'aumento di temperatura durante tutto il corso dell'anno per tutti gli scenari e i periodi futuri analizzati. Nell'analisi lineare il clima risulta caratterizzato da un notevole aumento delle temperature minime e massime soprattutto nei mesi più freddi (dicembre, gennaio e febbraio). Nell'analisi stagionale invece il pattern climatico assume una forma leggermente diversa, con un picco più pronunciato della gaussiana nei mesi estivi rispetto a valori più bassi in quelli invernali, quindi con un aumento meno marcato delle temperature minime nei mesi più freddi (dicembre, gennaio e febbraio), ed un leggero aumento delle massime in quelli più caldi.
Anche le analisi degli estremi termici convergono nell'individuare un decremento importante del numero di giorni con temperature inferiori a 0°C (Frost days) ed un consistente aumento dei giorni con temperature maggiori di 30°C (i giorni caldi passeranno da essere in media circa 15 a più di 50 per anno, con un incremento molto accentuato sia in estate che in primavera).

L'aumento delle temperature minime invernali e la diminuzione del numero dei frost days, con inverni generalmente più miti, può comportare una minore domanda di energia per riscaldamento invernale, ma anche la perdita di habitat e funzionalità ecosistemica, e la creazione di condizioni favorevoli all'insediamento di specie alloctone, come l'aumento delle temperature marine.
L'aumento delle temperature massime primaverili può causare modifiche produttività per alcune colture (aumento per alcune, diminuzione per altre), e anche un aumento del rischio allergico.
Le estati più calde inoltre possono portare alla perdita di habitat e funzionalità ecosistemica, alla domanda di elettricità per raffrescamento estivo (e rischio black out connesso), all'aumento dei periodi di magra estivi, all'aumento del rischio cardio-respiratorio.

L'aumento delle temperature massime in estate e del numero dei giorni caldi predispone chiaramente il verificarsi delle ondate di calore, ovvero periodi prolungati di condizioni meteorologiche estreme caratterizzate da elevate temperature e, in alcuni casi, da alti tassi di umidità relativa. Tali condizioni possono rappresentare un rischio per la salute, in particolare in sottogruppi di popolazione "suscettibili" a causa della presenza di alcune condizioni sociali e sanitarie; è stato infatti dimostrato che periodi prolungati di condizioni meteorologiche estreme hanno un maggiore impatto sulla salute rispetto a giorni isolati con le stesse condizioni meteorologiche. Le ondate di calore nel periodo estivo rappresentano un fenomeno osservato in tutto il territorio nazionale considerato prioritario anche a livello sanitario per gli effetti diretti e indiretti sulla popolazione. Prendendo a riferimento gli indicatori del clima per l'anno 2017 dell'ISPRA, la Toscana è stata interessata da grandi ondate di calore nel periodo estivo nella prima decade di giugno, luglio ed agosto, con valori medi regionali della temperatura media di quasi 4 °C

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 24/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

al di sopra della media di riferimento 1981-2010. La più recente è stata quella di inizio agosto 2017, per quanto riguarda le temperature massime e per durata (31 luglio - 9 agosto).

	Attuale livello di pericolosità	Cambiamenti di intensità previsti	Cambiamenti di frequenza previsti	Orizzonte temporale	Indicatori di pericolosità
Caldo estremo	Basso	Aumento	Aumento	In corso	T max (andamento medio mensile) N° di giorni/anno con T superiore a 30°C
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è da considerare moderato, il fenomeno però è attualmente in aumento sia per intensità che per frequenza.

3.2. Freddo estremo

Viste le tendenze e le proiezioni climatiche, se si escludono eventi eccezionali, gli inverni tenderanno ad essere sempre meno freddi. Il clima del Comune di Livorno è già caratterizzato da un andamento di precipitazione di tipo nevoso raro e contenuto, con qualche sporadica nevicata e gelata, con un numero contenuto di eventi eccezionali, anche grazie alla mitigazione offerta dal clima costiero. L'ultimo evento di particolare rilievo con accumuli in città che sfiorarono i 50 cm di neve risale al 2012.

	Attuale livello di pericolosità	Cambiamenti di intensità previsti	Cambiamenti di frequenza previsti	Orizzonte temporale	Indicatori di pericolosità
Freddo estremo	Basso	Aumento	Aumento	In corso	T min (andamento medio mensile) N° di giorni/anno con Tmin inferiore a 0°C (frost days)
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è da considerare basso, e il fenomeno è attualmente in diminuzione sia per intensità che per frequenza.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 25/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

3.3. Precipitazioni estreme

Riprendendo l'analisi dei cumulati mensili di pioggia e degli eventi estremi di pioggia rilevati e analizzati nel profilo climatico locale, è possibile affermare che sul territorio livornese il periodo con precipitazioni superiori a 100 mm, e quindi dove è più probabile che si verifichino fenomeni di dissesto idrogeologico e idraulico, sia nel pieno dell'autunno (ottobre-novembre).
Per quanto riguarda gli estremi pluviometrici, il massimo di pioggia annuale (1295 mm) si è registrato nel 2010 mentre il minimo (539) è stato registrato nel 1998. A scala stagionale sia i massimi che i minimi sono stati registrati tutti in anni diversi.

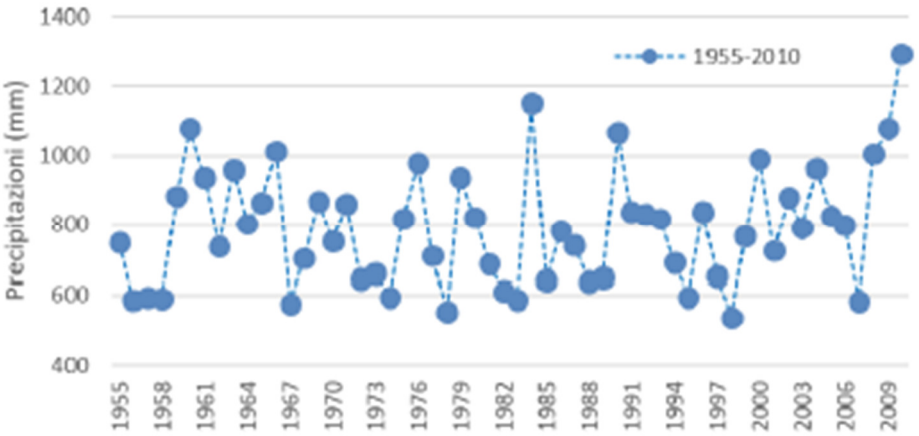


Figura 3.1 – Evoluzione dei pattern delle precipitazioni totali cumulate per la città di Livorno per il periodo 1955-2010 e 1981-2010. Misure ottenute in situ da dati stazione del SIR.

L'analisi climatica dei dati grigliati, confrontando i sottoperiodi 1975-1999 e 1999-2017, ha mostrato significative differenze tra i due sotto-periodi individuati per lo studio, con

- una riduzione del 12% delle precipitazioni medie su base annuale nel periodo più recente rispetto al 1975-1999;
- un incremento di pioggia nel periodo invernale, probabilmente associato ad un rialzo termico durante questi mesi;
- un netto decremento delle precipitazioni durante il periodo primaverile estivo, con punte di oltre il 40 % di pioggia in meno nei mesi di aprile ed agosto;
- una diminuzione del numero di giorni con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm (da circa 27 a 21 giorni all'anno in media)
- una diminuzione del numero di giorni con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm (da circa 8 a 7 giorni all'anno in media)

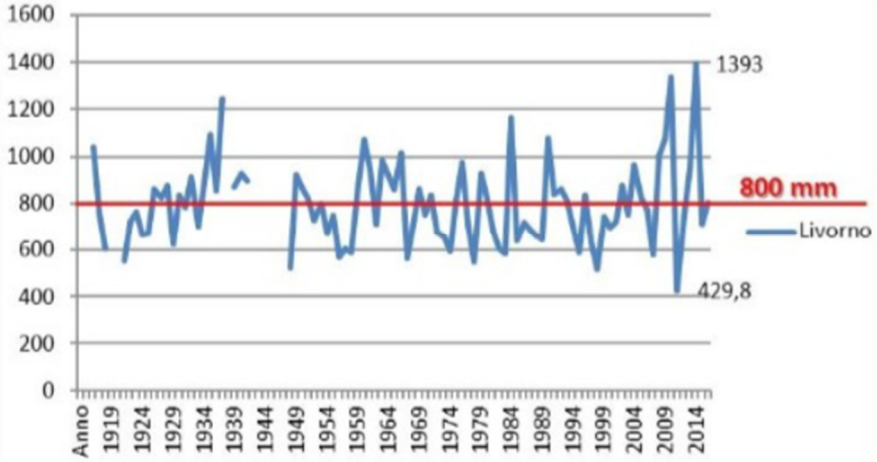


Figura 3.2 - Cumulato delle piogge annuali 1916-2016 (Fonte: Lamma)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 26/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Dall'analisi del grafico del cumulato annuale delle piogge nel trentennale 1916- 2016 (Figura 3.2) si evince che il cumulato medio annuale di pioggia a Livorno è di 800 mm/anno e che negli ultimi anni si sono verificate forti oscillazioni nella quantità di pioggia caduta, con una tendenza all'aumento degli eventi estremi (siccità e grandi cumulati di pioggia).

E' necessario ricordare che il territorio e la comunità livornese si sono dovuti confrontare con l'evento eccezionale accaduto nella notte tra sabato 9 e domenica 10 settembre 2017, quando sulle colline livornesi sono caduti 256 mm d pioggia in 2 ore. Tale valore è quasi doppio rispetto al massimo precipitato in 3 ore nel 1970, ovvero 138,4 mm, ed è pari al 32% del precipitato medio annuo. I tempi di ritorno stimati associati alle piogge di 1 e 3 ore registrate durante tale evento sono di gran lunga superiori ai 200 anni (valori numerici stimati tra 500 e 1.000 anni). Pur essendosi trattato di un evento eccezionale e non prevedibile, ha segnato in modo indelebile la percezione del cambiamento climatico da parte dei livornesi, rendendo evidente le dinamiche già in atto di estremizzazione dei fenomeni climatici.

L'analisi della tendenza climatica in corso sulle precipitazioni viene sviluppata con modelli che hanno livelli di confidenza più bassi di quelli che riguardano le temperature (IPPC, 2013), soprattutto a livello di micro-scala. In generale comunque è possibile affermare che, anche in futuro, è atteso un ulteriore aumento della variabilità del trend di precipitazioni, con aumento di eventi estremi di siccità e precipitazioni abbondanti sia per frequenza che per intensità.

	Attuale livello di pericolosità	**Cambiamenti di intensità previsti**	**Cambiamenti di frequenza previsti**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di pericolosità**
Precipitazioni estreme	Basso	Aumento	Aumento	In corso	n. giorni con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm n. giorni con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm Cumulati massimi di pioggia nelle 24 ore
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è da considerare moderato, il fenomeno però è attualmente in aumento sia per intensità che per frequenza.

3.4. Allagamenti

Per analizzare il pericolo di allagamento si devono considerare

- gli allagamenti dovuti all'esondazione dei corpi idrici superficiali, sia in aree urbane che periurbane che extraurbane;
- gli allagamenti dovuti al rigurgito della rete fognaria o dei fossi e scoli di drenaggio.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 27/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Questi eventi si possono verificare da soli o in concomitanza tra loro, sempre comunque in concomitanza con eventi estremi di pioggia.

Il Piano di Protezione Civile del Comune di Livorno in vigore (approvato con Delibera CC n°143 del 16 novembre 2011, aggiornato relativamente al quadro conoscitivo nel 2019 e attualmente in fase di revisione) considera come scenari di evento: l'incremento rapido dei livelli dei corsi d'acqua, il verificarsi di fenomeni di erosione delle sponde (anche concentrati), trasporto solido, frane di sponda, occlusioni parziali o totali delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori, fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura degli argini, sormonto di ponti. Gli effetti localizzati di tali scenari comprendono allagamenti, danni a infrastrutture, temporanee interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria, danni alle opere idrauliche e di difesa delle sponde, danni alle opere di contenimento, regimazione e attraversamento dei corsi d'acqua; danni a beni e servizi. Con la concomitanza di fenomeni temporaleschi si possono registrare rotture di rami, caduta di alberi, abbattimento di pali, segnaletica e impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti aeree di comunicazione (telefonia ed elettricità) e di distribuzione dei servizi, danni alle colture agricole, alle coperture degli edifici e agli automezzi a causa di grandinate, innesco di incendi e lesioni da fulminazione, collasso di tratti di collettori fognari.
E' utile ricordare che l'evento alluvionale del 2017, pur nella sua eccezionalità, ha visto allagarsi aree pari al 9% del territorio comunale.

	Attuale livello di pericolosità	**Cambiamenti di intensità previsti**	**Cambiamenti di frequenza previsti**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di pericolosità**
Allagamenti	Basso	Aumento	Aumento	In corso	n. giorni con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm n. giorni con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm Cumulati massimi di pioggia nelle 24 ore
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è da considerare alto, e il fenomeno è attualmente in aumento sia per intensità che per frequenza.

3.5. Innalzamento del livello del mare

Nell'analisi delle variazioni del livello marino si distinguono le determinanti e gli effetti a breve termine (marea astronomica e marea "meteorologica", indotta essenzialmente dall'azione del vento e dalle variazioni di pressione atmosferica) e i fenomeni di lungo termine (cambiamento climatico e tettonica a falde).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 28/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Per le considerazioni relative agli effetti a breve termine si fa riferimento allo studio meteomarino allegato al PRP del Porto di Livorno (2013).
La **marea astronomica** è stata studiata in ampiezza e frequenza a partire dai dati forniti dal mareografo installato nel porto di Livorno all'interno di un manufatto di protezione della stazione.
L'andamento temporale della marea astronomica per il sito di Livorno è di tipo semidiurno (periodo 12 ore e 30 minuti) con due alte maree e due basse maree al giorno di ampiezza diversa. Le escursioni di marea astronomica sono contraddistinte da una periodicità bimensile distinta nelle fasi di sizigie (luna piena e nuova, con i massimi livelli d oscillazione) e di quadratura.
Il livello medio delle basse maree sigiziali risulta essere pari a -0.1764 m sul l.m.m. (valore corrispondente al valore di riferimento dei livelli misurati, z0). Il livello medio delle alte maree sigiziali risulta pari a 0.1755 m rispetto al l.m.m. Il massimo dislivello astronomico atteso risulta essere pari a circa +0.231 m e -0.236 m rispetto al livello medio marino.
Nelle fasi di quadratura i massimi dislivelli di oscillazione raggiungono valori di circa ±0.13 m rispetto al livello medio marino.
La **marea meteorologica** può essere valutata come somma di due differenti contributi: il sovralzo barico (S_b), dovuto a variazioni di pressione atmosferica, e il sovralzo di vento (S_v), generato dal campo di vento.
Il sovralzo barico genera un effetto di sovralzo marino massimo pari a 0.38m e di abbassamento di livello pari al massimo a 0.17 m. L'effetto di innalzamento dei livelli sottocosta indotto dall'azione di venti foranei spiranti verso la costa è stato calcolato, in termini cautelativi, per un valore di 0.11 m.
E' quindi possibile calcolare il **massimo dislivello atteso** sommando i diversi contributi dell'oscillazione del livello marino (23 cm di marea astronomica, 38 cm di sovralzo barco e 11 cm di sovralzo di vento); tenendo presente che in generale non si verifica la piena concomitanza dei sovralzi di varia natura e che quindi si può cautelativamente assumere una riduzione del 25% della somma dei contributi di sovralzo meteorologico e astronomico, si ottiene un valore massimo di 54 cm.
Il minimo abbassamento del livello marino è pari alla somma dell'oscillazione di marea (23 cm) e dell'abbassamento barico (17 cm); anche in questo caso si può ammettere un abbattimento del 25% dell'oscillazione massima, pertanto il minimo livello da assumere per la progettazione delle opere è pari a 30 cm.

Infine, si devono considerare le variazioni a lungo termine dovute a fenomeni di eustatismo.
Le attuali proiezioni con i modelli di cambiamento climatico prevedono un progressivo innalzamento del livello marino dovuto all'incremento della temperatura terrestre.
Il modello applicato dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici prevede un innalzamento locale del Mare di circa 9 cm al 2050.
I modelli utilizzati dall'IPPC prevedono un aumento del livello del mare al 2100 nell'intervallo di 0,28-0,61 m per uno scenario a basse emissioni (RCP2.6) e 0,52-0,98 m per uno scenario ad alte emissioni (RCP8.5), con una probabilità del 66%.
Uno studio del 2011 che ha visto coinvolti anche l'ENEA e l'INGV[1] ha analizzato l'andamento dell'innalzamento del livello del Mediterraneo a causa dell'effetto combinato del riscaldamento globale e dei movimenti geologici che l'Italia sta subendo a causa della pressione dell'Africa verso nord-est (eustatismo tettonico). Secondo le proiezioni modellistiche utilizzate, entro il 2100 l'innalzamento del mare lungo le coste italiane è stimato tra 0,94 e 1,035 metri (modello cautelativo) e tra 1,31 metri e 1,45 metri (modello meno prudenziale).
Lo studio ha individuato 40 aree italiane a rischio allagamento al 2100; la costa livornese non ricade nelle aree individuate.
Il sollevamento del livello del mare al 2100 previsto per il porto di Livorno dallo studio ENEA/INGV è di 1,008 m in condizioni normali, di 2,008 se sommato allo storm surge.

[1] *Sea level change along the italian coast during the holocene and projections for the future*, Lambeck, Antonioli, Anzidei, Ferrant, Leoni, Scicchitano, Silenzi

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 29/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Figura 3.3 - Innalzamento del livello del mare al 2100 secondo lo studio del 2011

I dati presentati non sembrano gravemente preoccupanti per le coste del Comune di Livorno, né per l'area portuale che sta progettando le nuove opere di difesa nell'ambito dell'attuazione del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP). E' necessario comunque porre attenzione ad individuare eventuali criticità localizzate, per esempio rispetto allo sbocco a mare del reticolo idrografico.

L'attuale livello di rischio è basso, il fenomeno però è attualmente in aumento per intensità con uno scenario temporale di lungo termine.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 30/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Rischio climatico	Attuale livello di rischio	Cambiamenti di intensità previsti	Cambiamenti di frequenza previsti	Orizzonte temporale	Indicatori di pericolosità
Innalzamento del livello del mare	Basso	Aumento	Aumento	In corso	Superficie costiera potenzialmente inondata dall'innalzamento del livello del mare (Kmq)
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

3.6. Siccità

La siccità è una condizione di insufficienza idrica, tale da non poter soddisfare i bisogni del territorio e della comunità che vi risiede; è causata da un deficit idrico temporaneo, è una caratteristica normale e ricorrente del clima che può verificarsi quindi in tutte le regioni climatiche e viene distinta dall'aridità, che invece è una caratteristica permanente del clima che quindi si verifica in quelle aree in cui c'è un deficit idrico permanente dovuto alla scarsità di pioggia ed elevata evapotraspirazione.

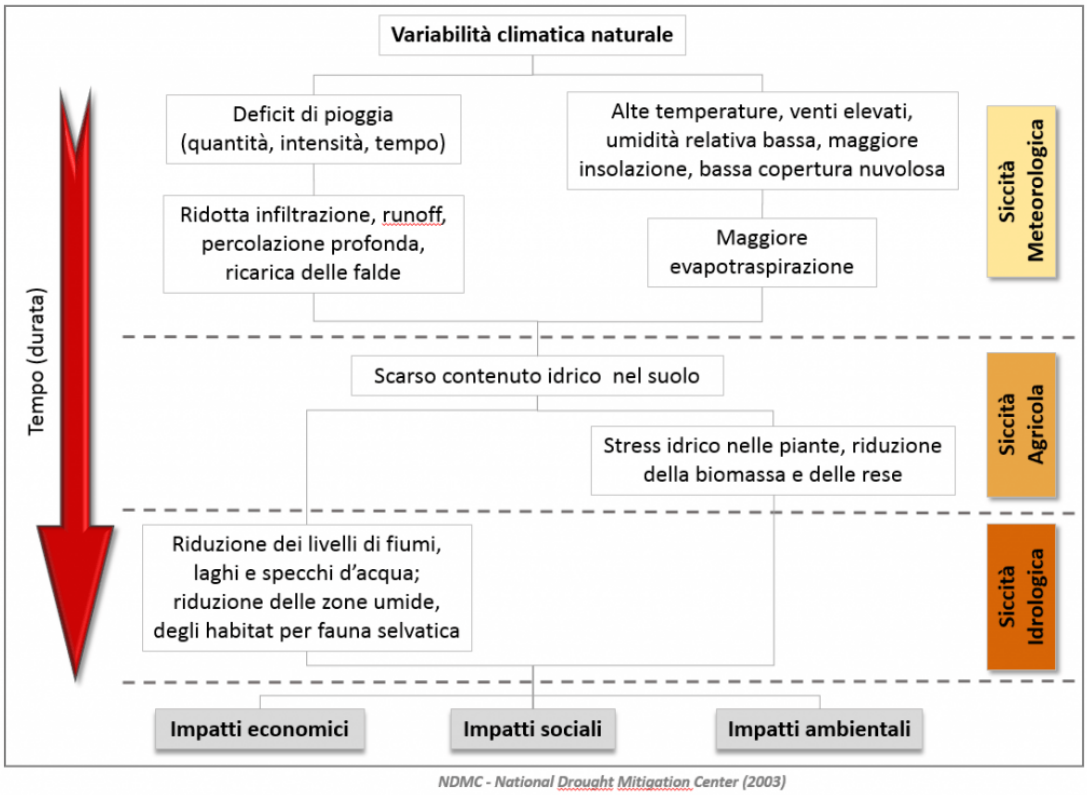


Figura 3.4 Fonte: Osservatorio Siccità CNR Ibimet

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 31/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

L'impatto che il fenomeno della siccità ha sull'ambiente dipende dal perdurare delle condizioni siccitose. Una carenza di pioggia prolungata per molti mesi (6–12 mesi) avrà effetti sulla portata dei fiumi, per un periodo maggiore (uno o due anni) potrà gravare sulla disponibilità di acqua nelle falde. Altri fattori climatici, come alte temperature, venti forti e bassi valori di umidità relativa, possono ulteriormente peggiorare la gravità di questo fenomeno.

A livello europeo è stato istituito l'EDO–European Drought Observatory del Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea che, utilizzando banche dati provenienti da reti a terra tradizionali, satelliti o modelli a livello europeo, regionale e locale, fornisce un sistema di monitoraggio della siccità a scala europea. ISPRA rileva però che per quanto riguarda l'Italia la distribuzione dei dati meteorologici utilizzati non è omogenea, pertanto le previsioni contenute nel bollettino EDO possono differire da quelle effettuate in Italia a livello nazionale, regionale o di distretto idrografico. Altri indicatori di siccità a scala europea sono disponibili come prodotti Copernicus nell'ambito del Global Land Service.
A scala nazionale, ISPRA emette un Bollettino mensile siccità, in cui mensilmente sono prodotte e pubblicate le mappe dell'indicatore SPI a 3, 6, 12 e 24 mesi a scala nazionale, oltre che quelle a scala europea e sul bacino del Mediterraneo. ISPRA inoltre ha sviluppato il modello BIGBANG-Bilancio Idrologico Gis BAsed a scala Nazionale, con il quale sono valutati i termini a scala mensile e annuale del bilancio idrologico con un approccio spazialmente distribuito sul territorio, e che può essere utilizzato per la valutazione della disponibilità della risorsa idrica sotto gli scenari di cambiamento climatico definiti dall'IPCC–Intergovernmental Panel on Climate Change.

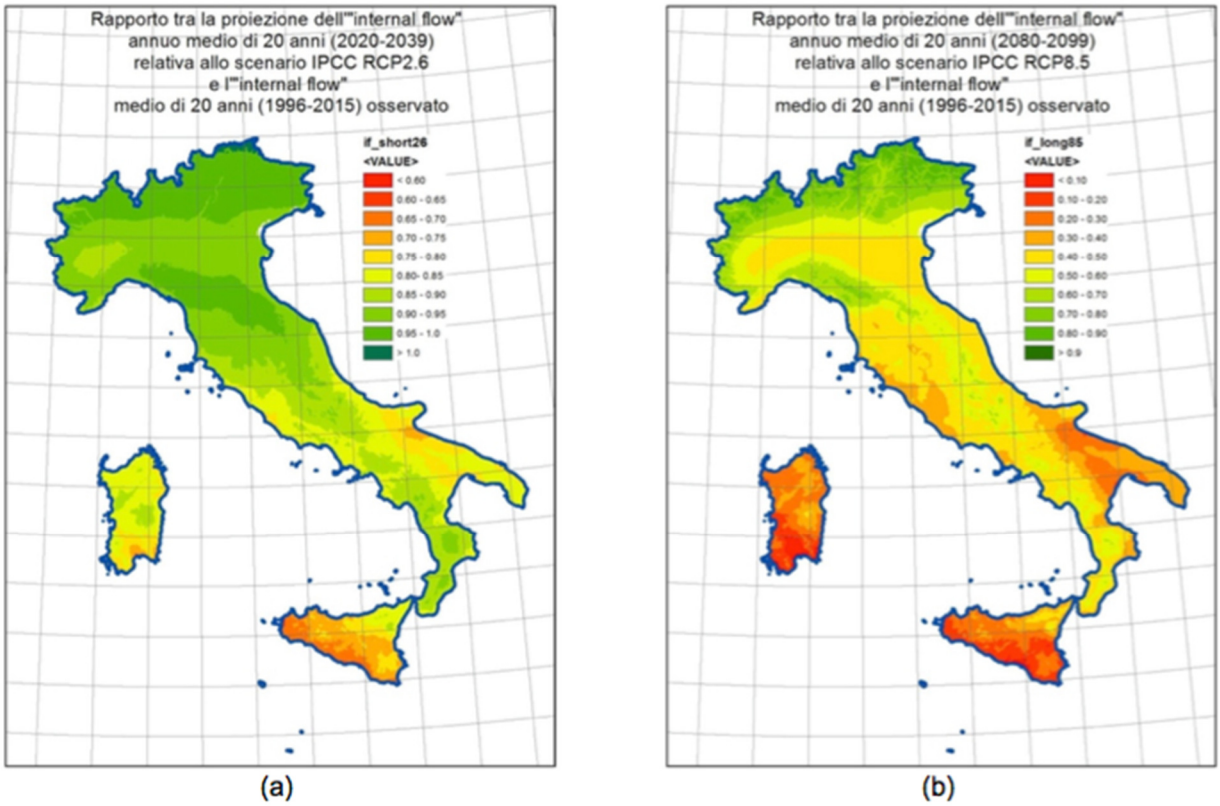


Figura 3.5 - Esempio di applicazione del modello BIGBANG per la stima della variazione dell'iinternal flow (la differenza tra precipitazione ed evapotraspirazione) rispetto alla media 1996-2015 considerando lo scenario IPCC RCP2.6 per la proiezione al 2039 (scenario con strategie di mitigazione aggressive) e lo scenario peggiorativo IPCC RCP8.5 per la proiezione al 2099 (scenario business as usual). Fonte:ISPRA

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 32/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

A livello di Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, nel 2018 ha preso avvio il percorso, previsto dall'art. 14 della dir. 2000/60/CE che porterà all'approvazione del II aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque dell'Appennino Settentrionale (III ciclo della pianificazione), riferito alla quasi totalità del territorio toscano. La redazione dei bilanci idrici è un compito specifico previsto dal 152/2006 in capo alle Autorità di distretto, e dato che ad oggi tali strumenti sono disponibili in maniera non omogenea a livello distrettuale, è in corso l'attività di aggiornamento/redazione dei bilanci idrici.

Come sottolineato dall'ISPRA nelle "Linee Guida sugli indicatori di siccità e scarsità idrica da utilizzare nelle attività degli osservatori permanenti per gli utilizzi idrici", recenti studi occorsi nel periodo 1951–2015 hanno evidenziato per il sud dell'Europea un aumento della frequenza e della severità degli eventi siccitosi, in particolare nel periodo estivo e nell'area Mediterranea. Questo trend per il Mediterraneo sembra essere confermato considerando gli scenari climatologici per il periodo 2041–2100.

A livello nazionale, recenti analisi sull'impatto dei cambiamenti climatici sulla disponibilità della risorsa idrica hanno evidenziato una possibile riduzione significativa dell'ordine del 10% nella proiezione a breve termine 2020–2039, qualora si assumesse un approccio di mitigazione aggressivo, e dell'ordine del 40% nella proiezione a lungo termine 2080–2099, qualora si mantenesse la situazione attuale di emissione di gas serra.

In Toscana nell'ultimo decennio abbiamo assistito a un andamento discontinuo del tempo meteorologico, con prolungati periodi di siccità non solo estivi (2012 e 2017) e periodi di surplus pluviometrici a partire dalla stagione primaverile con assenza di periodi siccitosi significativi (2013, 2014 e 2018).

CNR Ibimet ha istituto l'Osservatorio Siccità che offre un servizio sia di monitoraggio che di previsione per la Regione Toscana. Il sistema di monitoraggio fornisce un set combinato di indici basati sulla pioggia e sulla vegetazione derivati da satellite. Il sistema previsionale invece ha un approccio empirico ed utilizza indici climatici globali.

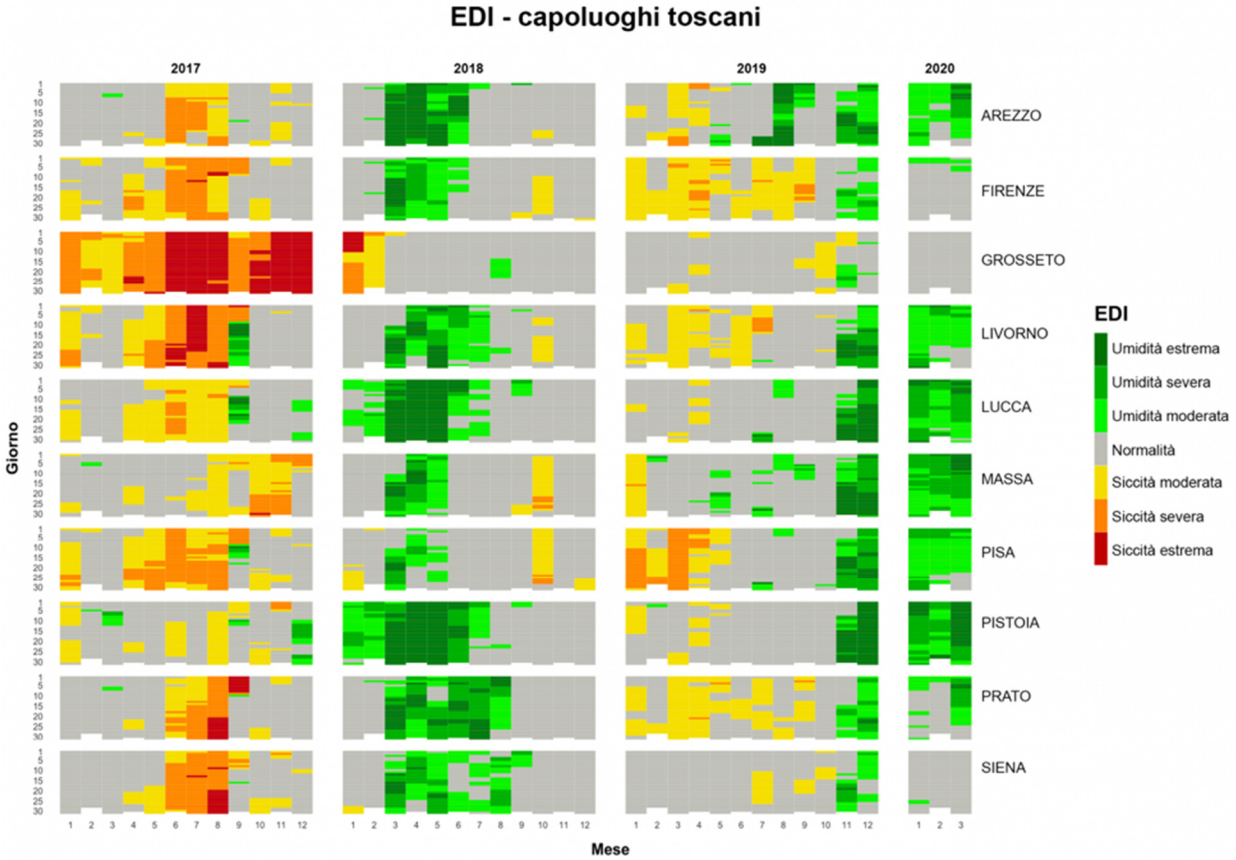


Figura 3.6 Fonte: Osservatorio Siccità CNR Ibimet

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 33/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

E' particolarmente interessante l'andamento dell'indice giornaliero EDI delle principali città toscane da Gennaio 2017 a Marzo 2020: valori negativi indicano siccità con diverso grado di intensità, mentre valori positivi indicano situazioni di piovosità maggiore della norma. Sono evidenti le siccità che hanno colpito la regione in particolare nel 2017 e nella prima metà del 2019, così come il periodo umido nel 2018.

Riprendendo l'analisi del profilo climatico locale, è possibile affermare che a Livorno il periodo di maggior deficit idrico o aridità sia concentrato prevalentemente tra giugno ed agosto; l'analisi climatica dei dati grigliati, confrontando i sottoperiodi 1975-1999 e 1999-2017, ha mostrato che è già in corso una tendenza alla diminuzione delle precipitazioni medie, con una riduzione del -12% delle precipitazioni su base annuale nel periodo più recente rispetto al 1975-1999 e un netto decremento delle precipitazioni durante il periodo primaverile estivo, con punte di oltre il 40 % di pioggia in meno nei mesi di aprile ed agosto.

Le proiezioni dei dati meteorologici evidenziano, sia a scala di area climatica che a scala locale, una maggior frequenza e intensità di condizioni siccitose (aumento di temperature estive e minore quantità di precpitazioni).
Le condizioni di scarsità idrica si manifestano con:

- una forte riduzione dei livelli nei corpi idrici interessati dai prelievi
- una forte riduzione delle portate fluenti o erogate dalle sorgenti
- una difficoltà di sopperire ai fabbisogni per i diversi usi della risorsa idrica.

	Attuale livello di pericolosità	**Cambiamenti di intensità previsti**	**Cambiamenti di frequenza previsti**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di pericolosità**
Siccità	Basso	Aumento	Aumento	In corso	Precipitazioni cumulate mensili Temperature medie mensili Indice EDI
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è da considerare moderato, il fenomeno però è attualmente in aumento sia per intensità che per frequenza.

3.7. Tempeste - Venti e mareggiate

Si fa riferimento allo studio del clima anemologico stato sviluppato per il PRP del Porto di Livorno (2013), che si è basato su elaborazioni della serie sinottica completa delle registrazioni anemometriche relative alla stazione APAT ubicata presso il mareografo nel porto mediceo (periodo di riferimento: luglio 1998-giungo2009).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 34/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

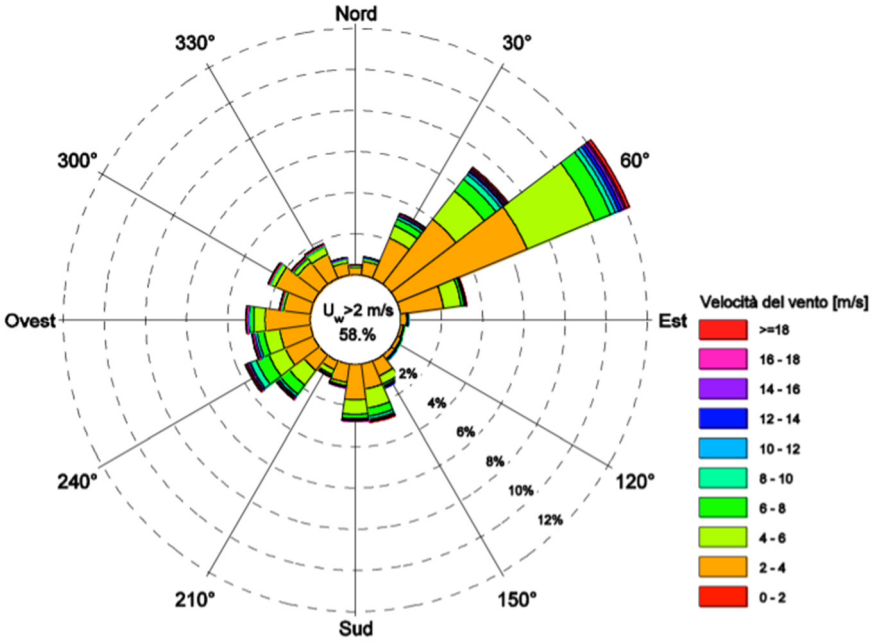


Figura 3.7 Distribuzione degli stati di vento registrati dalla stazione anemometrica di Livorno nel periodo luglio 1998 – giungo 2009. Fonte PRP 2013

Sia i venti regnanti (più frequenti) che i venti dominanti (più intensi) risultano provenire principalmente dal settore di grecale e, in maniera meno significativa, anche dal settore di libeccio (ponente). Infatti dal settore 20-60°N provengono circa il 38% degli eventi, mentre dal settore 200-250°N la frequenza di accadimento cumulata è pari circa al 14%. In definitiva la distribuzione spaziale delle frequenze di accadimento degli eventi risulta essere caratterizzata da un orientamento prevalente lungo la direzione NordEst-SudOvest.

Le mareggiate sono fenomeni meteorologici marini e costieri dati dall'interazione vento/mari/correnti. Quando gli effetti della combinazione di eventi climatici, atmosferici ed astronomici che portano ad un aumento del livello del mare, uniti ad onde di altezza rilevante sia in alto mare che a terra, si hanno i cosiddetti "StormSurges", ovvero mareggiate di elevata entità, che comunque si sono registrati raramente nel territorio livornese.
Le serie storiche e l'analisi speditiva dei dati del Servizio Ondametrico Nazionale e dello studio del Centro di Meteorologia Marina e Monitoraggio Ambientale del Mediterraneo indica una prevalenza di eventi collegati all'andamento del vento di Libeccio e, in seconda battuta, di Maestrale.
Lo studio meteomarino sviluppato per il PRP del porto di Livorno ha analizzato il fenomeno ondoso modellandone anche le caratteristiche sottocosta; il modello è finalizzato allo studio dell'area portuale, ma ha utilizzato una griglia di dati che copre l'intera costa ricadente nel territorio comunale.
Per quanto riguarda il porto, le altezze d'onda significative ottenute in occasione delle mareggiate più intense risultano pari a circa 4 m a ridosso della diga foranea, circa 2 m in corrispondenza dell'attuale imboccatura nord (più protetta), mentre si rilevano valori prossimi ai 5 m nei pressi dell'imboccatura sud dove gli stati di mare provenienti da libeccio non risentono dell'effetto schermo esercitato dalle Secche della Meloria.
Dalle figure che seguono risulta evidente che anche la costa cittadina del Comune di Livorno, situata a sud dell'area portuale, è piuttosto esposta alle mareggiate provenienti da ponente, con altezze d'onda fino a 7 m.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 35/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

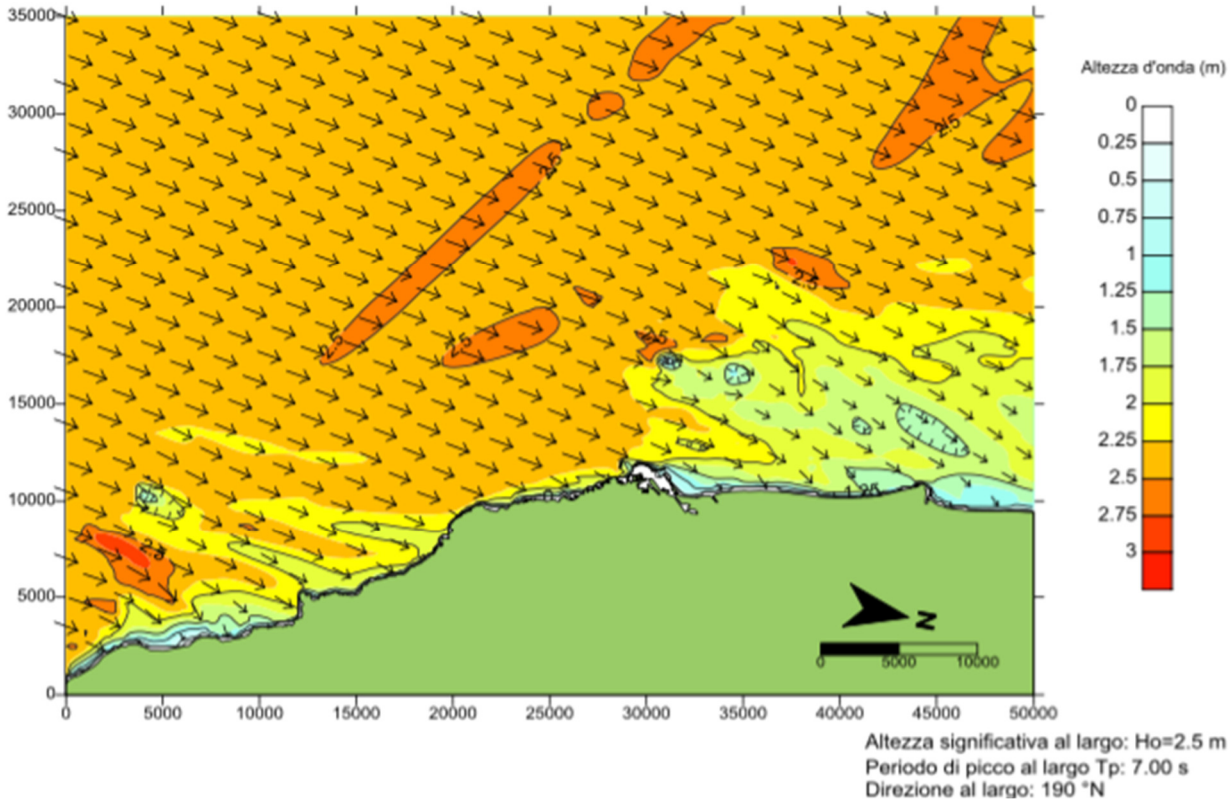


Figura 3.8 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 2.50 m – Periodo di picco al largo (Tp): 7.00 s – Direzione al largo: 190°N (Fonte: PRP 2013)

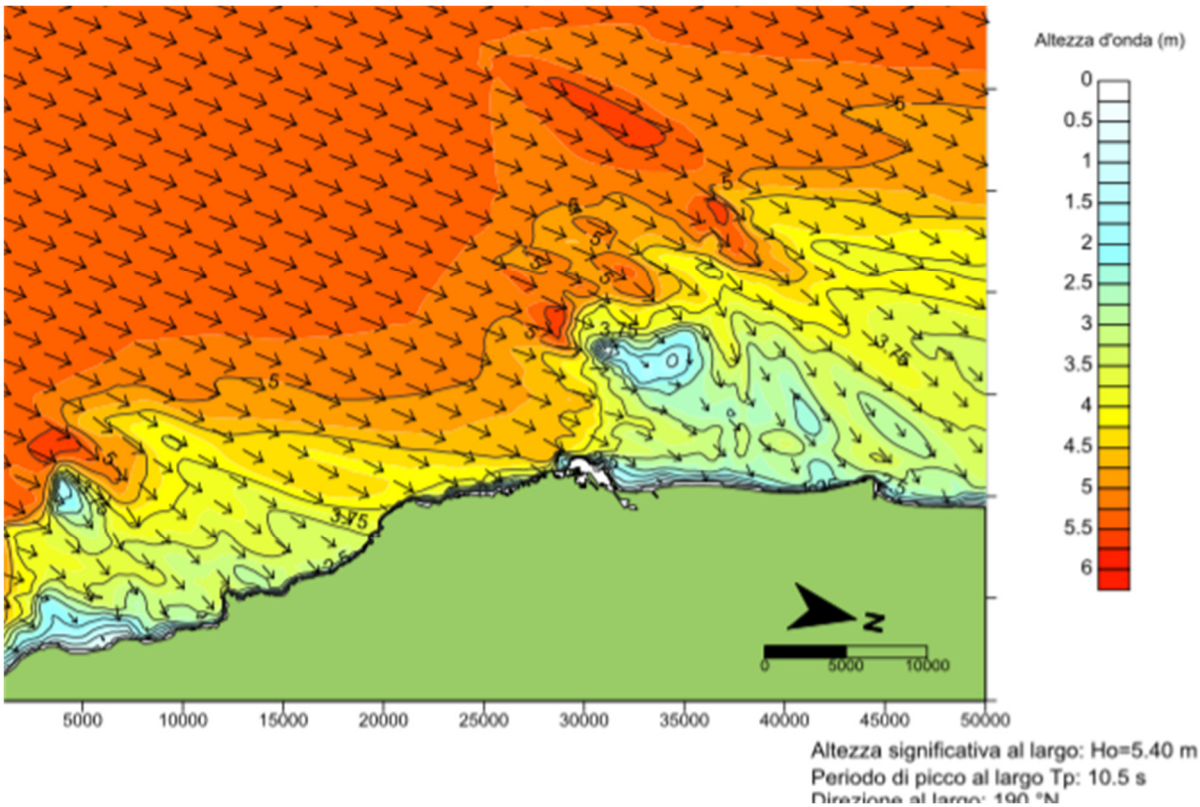


Figura 3.9 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 5.40 m – Periodo di picco al largo (Tp): 10.50 s – Direzione al largo: 190°N (Fonte: PRP 2013)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 36/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

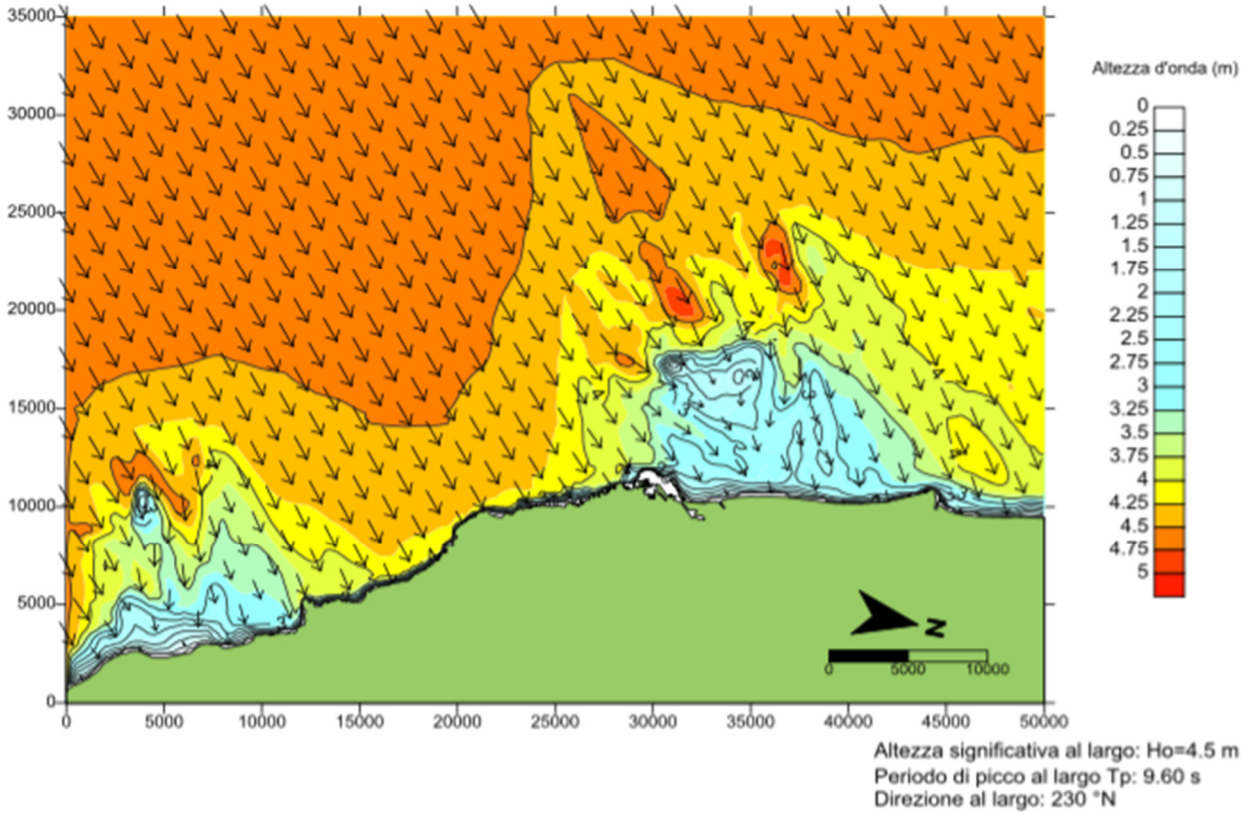


Figura 3.10 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 4.50 m – Periodo di picco al largo (Tp): 9.60 s – Direzione al largo: 230°N (Fonte: PRP 2013)

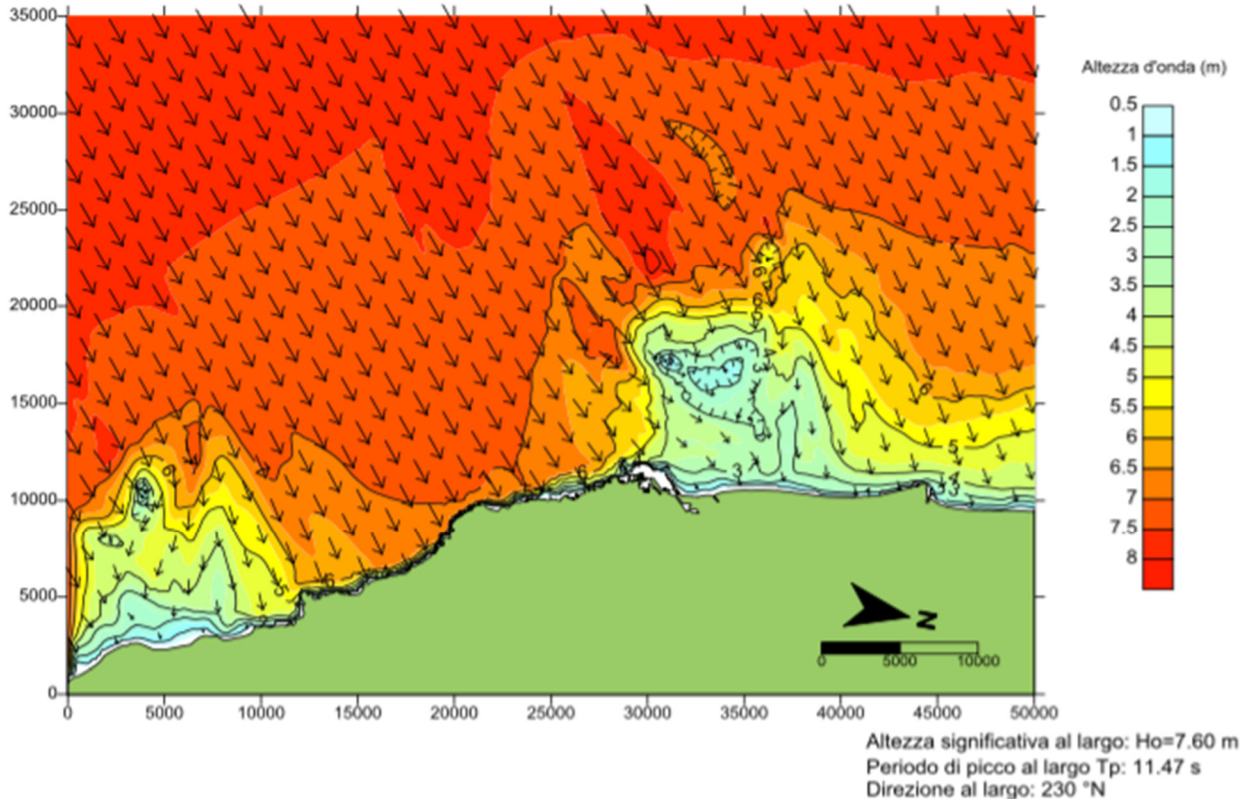


Figura 3.11 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 7.60 m – Periodo di picco al largo (Tp): 11.47 s – Direzione al largo: 230°N (Fonte: PRP 2013)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 37/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

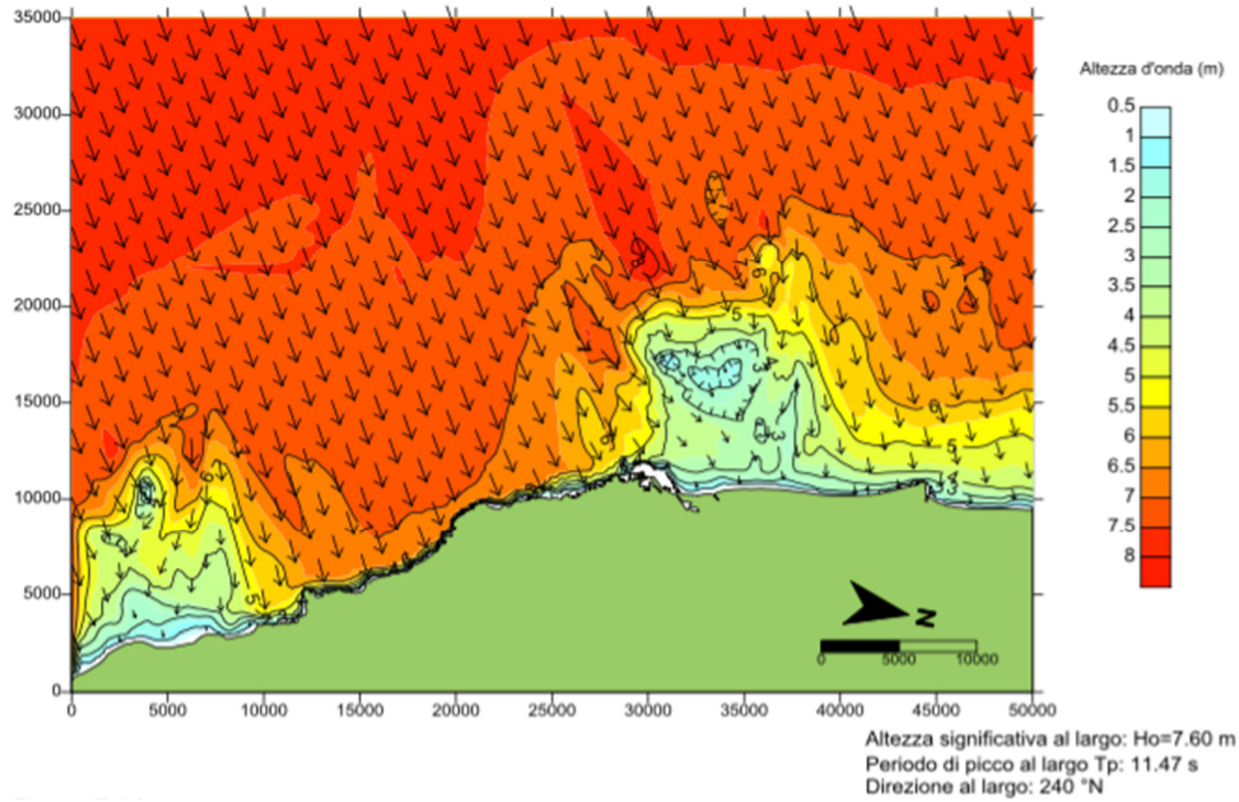


Figura 3.12 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 7.60 m – Periodo di picco al largo (Tp): 11.47 s – Direzione al largo: 240°N (Fonte: PRP 2013)

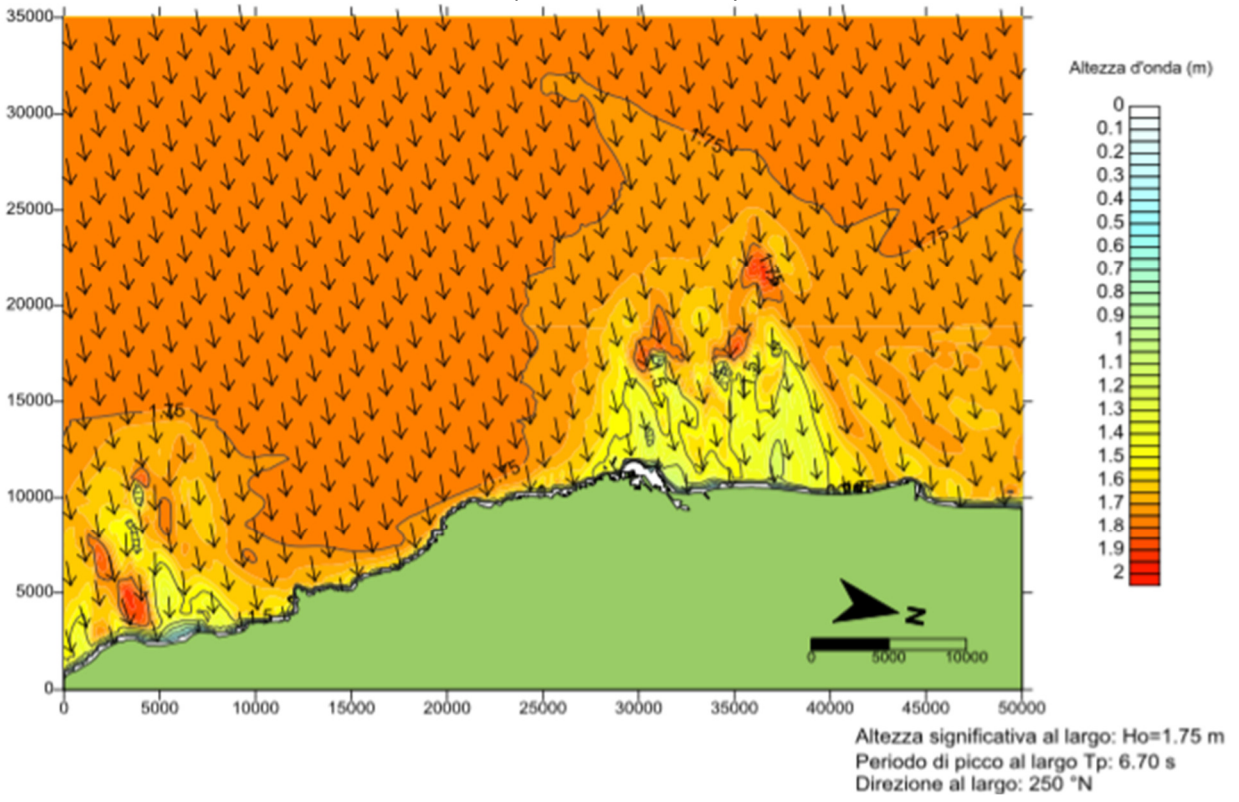


Figura 3.13 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 1.75 m – Periodo di picco al largo (Tp): 6.70 s – Direzione al largo: 250°N (Fonte: PRP 2013)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 38/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

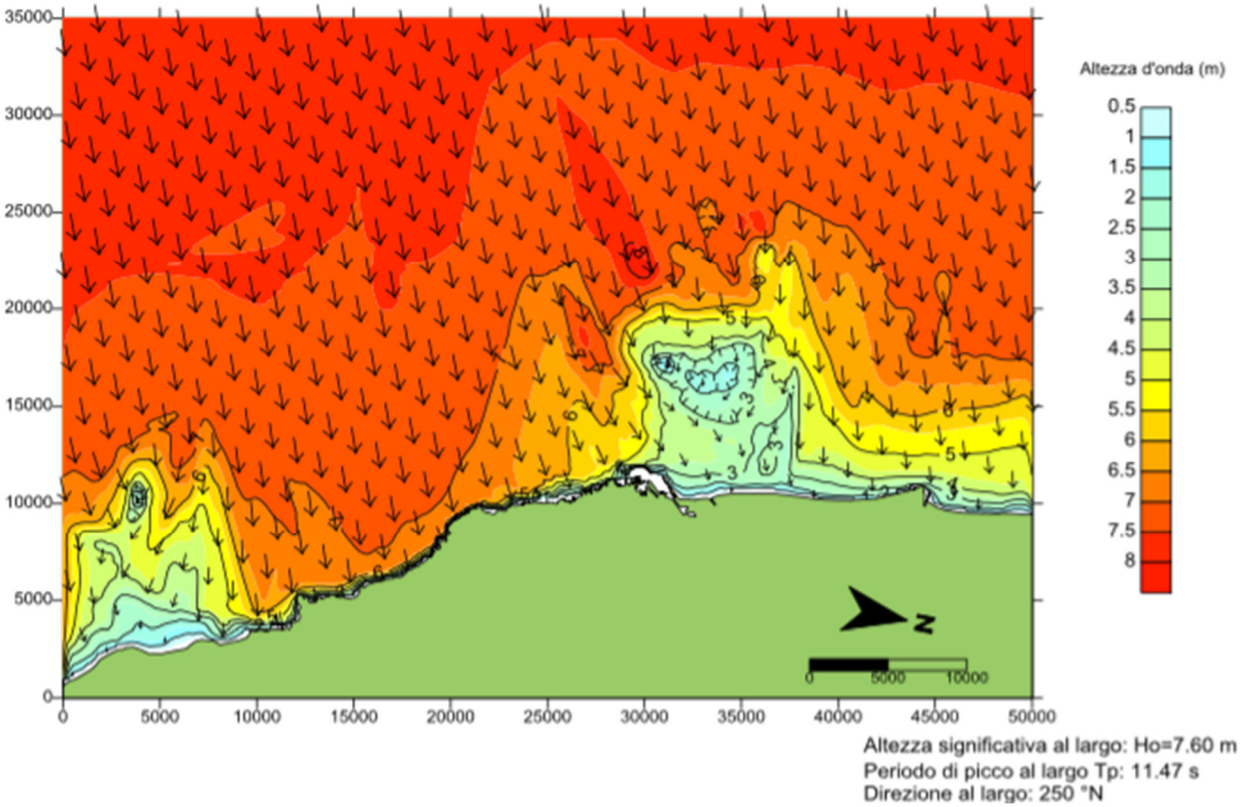


Figura 3.14 Modellazione della propagazione del moto ondoso per l'evento: Altezza significativa d'onda al largo (Hs): 7.60 m – Periodo di picco al largo (Tp): 11.47 s – Direzione al largo: 250°N (Fonte: PRP 2013)

Come rilevato dal Piano della Protezione Civile comunale, un evento estremo di vento e mareggiata a Livorno può provocare blackout elettrici e telefonici, cadute di alberi (ad esempio nei parchi pubblici e nelle zone alberate lungo le strade), cornicioni e tegole, danni alle strutture provvisorie (come i ponteggi edili o le strutture degli stabilimenti balneari), problemi o interruzioni alla circolazione stradale (soprattutto neri tratti in cui la viabilità cittadina è vicina alla costa come per i vali a mare), ai collegamenti aerei e marittimi, pericolo per la navigazione da diporto e per le attività sportive e per la balneazione.
La "*Relazione Tecnica*" dell'aggiornamento 2012 del "Piano Comunale di Protezione Civile" del Comune di Livorno ha individuato alcuni eventi eccezionali in relazione a venti (superiori a 100 km/h) e a mareggiate (novembre 2008, aprile 2004, ottobre 1998, inverno 1979, febbraio 1974, dicembre 1952, novembre 1912), in cui si sono rilevati danni estesi alle infrastrutture costiere (es. gli stabilimenti balneari), perdita di operatività delle strutture portuali, danni alle navi e perdita di vite umane per annegamento.

Per quanto riguarda le previsioni future, a livello globale esistono alcuni studi teorici che analizzano il legame tra innalzamento delle temperature (non omogeneo per latitudine) e le formazione dei venti, ma riguardano soprattutto la genesi degli uragani tropicali e la velocità del vento ad essi connessi. Esistono anche analisi su larga scala della ventosità rilevata che suggeriscono che, dopo un periodo di calo della ventosità globale dagli anni '80 al 2010, oggi sembra in atto un'inversione della tendenza, e la velocità media dei venti ha infatti cominciato a crescere negli anni successivi con un elevato tasso di crescita (anche tre volte superiore al tasso con cui il vento diminuiva di intensità prima del 2010) e con cambiamenti più marcati rilevati in Nord America, Europa e Asia.

La "*Relazione Tecnica*" dell'aggiornamento 2012 del "Piano Comunale di Protezione Civile" evidenzia che il riscaldamento delle acque superficiali marine registratosi a partire dagli anni '80 del

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 39/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

secolo scorso ha causato una intensificazione e aumento di frequenza delle libecciate intese e delle libecciate fuori stagione, non accompagnato da un aumento di intensità delle mareggiate, con una concentrazione di eventi anche nei mesi estivi.

In termini di tempi di ritorno, il "*Piano Comunale di Protezione Civile*" del Comune di Livorno aggiornato al 2012 rileva che:

- il tempo di ritorno medio statistico di un evento eccezionale è di circa 13 anni (valore relativo alle serie storiche rilevate dal 1880 per la città di Livorno)
- il tempo di ritorno medio statistico di una mareggiata intensa è invece di circa 4 mesi (valore che fa riferimento ai dati metereologici della Regione Toscana)

Il Piano di Protezione Civile evidenzia anche un aumento significativo nella frequenza di trombe d'aria marine e tornado, stimato dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica nell'ordine del 300% nell'ultimo ventennio.
L'attuale livello di rischio è da considerare comunque basso, perché si riesce a prevedere e a gestire gli eventi estremi con le procedure delle Allerta Meteo Regionali senza rilevare particolari problematicità. Il fenomeno però è in aumento.

	Attuale livello di pericolosità	**Cambiamenti di intensità previsti**	**Cambiamenti di frequenza previsti**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di pericolosità**
Tempeste	Basso	Aumento	Aumento	In corso	Stati di vento su base annuale N° di allerte meteo per vento e mareggiate/anno
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

3.8. Frane

Le frane in generale sono movimenti o cadute di una massa di terreno o roccia sotto l'azione della forza di gravità, ma possono avere caratteristiche molto diverse tra loro, sia per quanto riguarda il materiale coinvolto e il tipo di movimento, sia per la loro estensione e profondità, sia per la loro velocità e durata.
Il motore principale della frana è sempre la forza di gravità, mentre

- i fattori condizionanti sono la forma del rilievo, la litologia, la struttura geologica e l'assetto strutturale, le proprietà meccaniche e il grado di alterazione dei materiali e la presenza di vegetazione; sono quindi tutti aspetti che riguardano gli aspetti di vulnerabilità del territorio.
- I fattori scatenanti invece sono fattori esterni che influenzano la stabilità del pendio, e sono di vari tipi:

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 40/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

- Cause climatiche: abbondanti piogge possono saturare il terreno aumentando il carico o provocare erosione superficiale asportando materiale, le variazioni climatiche stagionali possono indurre deformazioni e provocare fratture
- Cause ambientali non climatiche, come i terremoti
- Cause antropiche: disboscamento, l'agricoltura intensiva, la variazione della geometria dei pendii, la variazione dei carichi statici o dinamici dovuti a modifiche alla conformazione del terreno per la costruzione di edifici o infrastrutture.

In questa sede è quindi opportuno monitorare l'andamento delle cause climatiche delle possibili frane, che corrispondono in particolare agli eventi estremi di pioggia.

Rischio climatico	Attuale livello di rischio	Cambiamenti di intensità previsti	Cambiamenti di frequenza previsti	Orizzonte temporale	Indicatori di pericolosità
Frane	Basso	Aumento	Aumento	In corso	Massima precipitazione in un giorno Cumulata delle precipitazioni invernali
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è da considerare alto, e fenomeno però è destinato ad in aumentare sia per intensità che per frequenza.

3.9. Incendi

I motivi per cui si scatena un incendio possono essere volontari (quasi nella metà dei casi), involontari (circa un quarto dei casi) o naturali (raramente); di alcuni incendi non si riesce a individuare una causa.

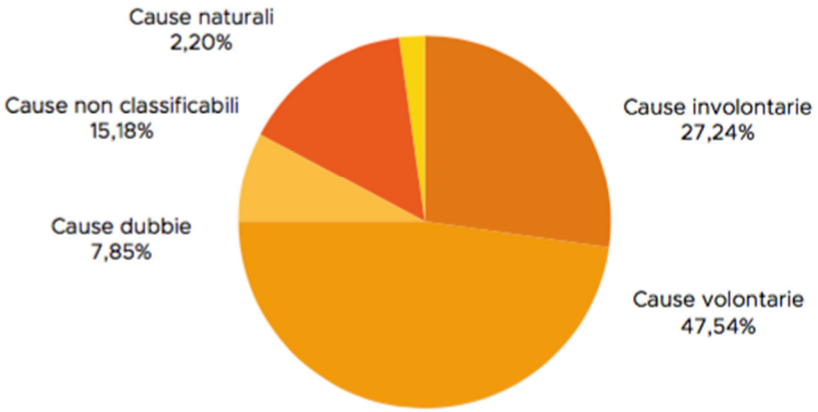


Figura 3.15 Cause di incendio dal 2011 in poi. Fonte Piano AIB Regione toscana, fonte dati: unità Carabinieri Forestale.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 41/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Indipendentemente dalla causa dell'innesco, comunque, il rischio potenziale per lo sviluppo e la propagazione dei grandi incendi forestali critici e contemporanei tra loro si può ricondurre a molti fattori, quali ad esempio l'accumulo di combustibile vegetale, la continuità delle formazioni forestali, l'aumento delle zone di interfaccia urbano-foresta e, per finire, le condizioni meteoclimatiche. E' su queste che può intervenire il cambiamento climatico in atto.
L'impatto sulla vegetazione della siccità deriva dall'interazione fra situazione meteorologica (riduzione delle precipitazioni) e il fabbisogno idrico della vegetazione stessa. Una modesta scarsità di pioggia rispetto alla quantità attesa ha conseguenze a breve termine sull'umidità del suolo e del combustibile fine (combustibile a 1 e 10 ore); una siccità persistente invece influisce sul contenuto di umidità dello strato organico profondo e nella parte di suolo interessata dalle radici (combustibile a 1.000 ore).
Anche in Toscana negli ultimi anni l'Organizzazione regionale AIB si è trovata a dover lavorare su più incendi contemporaneamente oppure su incendi caratterizzati da alte velocità ed elevate intensità (es. 2012, 2017 e 2018). La Regione Toscana ha recentemente approvato il Piano AIB (antincendio boschivo) 2019-2021, al quale quindi si fa esplicito riferimento.
Dato che è praticamente impossibile prevedere tempi e luoghi d'innesco di un incendio, l'unica possibilità di previsione riguarda le condizioni più favorevoli all'innesco e alla propagazione, che sono determinate dalla quantità di biomassa vegetale, dalla temperatura, dall'umidità del terreno e dal vento. La valutazione delle condizioni di rischio per lo sviluppo e la propagazione degli incendi boschivi si realizza con il monitoraggio e la previsione delle condizioni meteorologiche e il calcolo giornaliero di appositi indici di pericolosità.
Negli ultimi anni, l'indice di rischio utilizzato dalla Regione Toscana viene calcolato con il metodo canadese Fire Weather Index (FWI), che si adatta con buoni risultati alle caratteristiche dell'ambiente toscano ed è molto flessibile e utile nella previsione del rischio per tutti i mesi dell'anno.
Regione Toscana, in collaborazione con il Consorzio Laboratorio di Meteorologia e Modellistica Ambientale (LAMMA) e l'Istituto di Biometeorologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Ibimet), ha predisposto l'implementazione di un sistema di previsione del rischio incendi boschivi sul territorio toscano che utilizza l'indice canadese precedentemente descritto per determinare il livello di pericolo di incendio giornaliero in ogni comune della Toscana.
I dati dell'FWI vengono convertiti in classi, il cui numero e la cui ampiezza viene determinata in funzione delle caratteristiche pirologiche ed operative del territorio. Una volta stabilite le soglie e dunque le classi di rischio, il sistema di previsione è in grado di individuare il livello di pericolo quotidiano che consente di definire lo 'Stato di allerta AIB', in base al quale programmare gli interventi e i servizi di prevenzione.
Esiste, inoltre, la possibilità di effettuare una previsione del rischio utilizzando osservazioni e informazioni meteorologiche previsionali (per i 3 giorni successivi), in modo da poter conoscere, con una certa attendibilità, la possibile evoluzione del pericolo di incendio nei giorni successivi.
La Regione Toscana sta predisponendo una Carta del rischio statico degli incendi boschivi che consenta di classificare l'intero territorio regionale in diversi livelli di rischio, in relazione alla pericolosità potenziale, frequenza di incendi e vulnerabilità dei siti. Nel frattempo è stata confermata la classificazione del rischio elaborata tenendo conto degli elementi territoriali, meteoclimatici e statistici, già presente nel precedente Piano AIB. Ogni comune toscano è classificato secondo tre livelli di rischio: basso, medio e alto. Il Comune di Livorno è classificata in classe di rischio alta.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 42/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Provincia di Livorno

	COMUNE	Classe di rischio		COMUNE	Classe di rischio
1.	BIBBONA	AL	11.	MARCIANA MARINA	ME
2.	CAMPIGLIA MARITTIMA	AL	12.	PIOMBINO	AL
3.	CAMPO NELL'ELBA	AL	13.	PORTO AZZURRO	AL
4.	CAPOLIVERI	AL	14.	PORTOFERRAIO	AL
5.	CAPRAIA ISOLA	AL	15.	RIO	AL
6.	CASTAGNETO CARDUCCI	AL	16.	ROSIGNANO MARITTIMO	AL
7.	CECINA	AL	17.	SAN VINCENZO	ME
8.	COLLESALVETTI	ME	18.	SASSETTA	ME
9.	LIVORNO	AL	19.	SUVERETO	AL
10.	MARCIANA	AL			

Figura 3.16 Classe di rischio dei Comuni della Provincia di Livorno. Fonte Piano AIB Regione Toscana.

A causa dei cambiamenti climatici in atto verso condizioni più aride, si stima che il rischio incendi boschivi in area mediterranea potrebbe aumentare. Le proiezioni dei dati meteorologiche evidenziano una maggior frequenza e intensità di condizioni siccitose con conseguente aumento del fenomeno incendi boschivi in termini di numerosità ed estensione.

Rischio climatico	Attuale livello di rischio	Cambiamenti di intensità previsti	Cambiamenti di frequenza previsti	Orizzonte temporale	Indicatori di pericolosità
Frane	Basso	Aumento	Aumento	In corso	Fire Weather Index (FWI)
	Moderato	Diminuzione	Diminuzione	Breve termine (0-5 anni)	
	Alto	Nessun cambiamento	Nessun cambiamento	Medio termine (5-15 anni)	
	Sconosciuto	Impossibile da prevedere	Impossibile da prevedere	Lungo termine (più di 15 anni)	
				Sconosciuto	

L'attuale livello di rischio è quindi da considerare alto, e il fenomeno è destinato ad in aumentare sia per intensità che per frequenza.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 43/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

4. Inquadramento territoriale

Il capitolo descrive le caratteristiche territoriali del Comune di Livorno e costituisce la premessa all'analisi delle vulnerabilità fisiche che viene sviluppata nel capitolo 6.

Il Comune di Livorno si estende lungo la costa del Mar Tirreno, ha quasi 160'000 abitanti ed è la terza città capoluogo di Provincia della Regione per residenti, dopo Firenze e Prato.
Il territorio comunale si estende su di una superficie di 104,79 kmq, di cui 102,25 Kmq sono rappresentati dalla parte continentale e 2,23 kmq dall'Isola di Gorgona, che si trova a 37 chilometri dalla costa cittadina.
La parte continentale del Comune è quasi completamente pianeggiante e sul livello del mare; gli unici rilievi si trovano a est e a sud con il sistema della Colline Livornesi, che raggiunge la quota massima di 462 metri s.l.m. (Poggio Lecceta). La costa, che da Marina di Carrara a Piombino è sempre bassa, si alza quasi a picco sul mare, nella zona detta del Romito.
L'area urbanizzata si estende per circa 40,0 kmq.

4.1. Idrografia

Il territorio del Comune di Livorno è solcato da un reticolo idrografico costituito da diversi torrenti di modesta portata con decorso est-ovest nella porzione meridionale, e sudest-nordovest nella porzione settentrionale. I Monti Livornesi sono attraversati da due spartiacque principali, tra loro quasi perpendicolari, che formano quindi quattro settori, di cui i due occidentali interessano la fascia costiera. Si rimanda alla Carta dell'idrografia del Comune di Livorno (Piano Strutturale approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 75 del 7.04.2019 e pubblicati sul BURT n. 26 del 26.06.2019).
Nel settore nord i corsi d'acqua principali sono il Torrente Ugione con i suoi tributari di sinistra Rio Paganello, Rio Puzzolente, Rio Vallelunga e Rio Cigna (oltre a Rio Riseccoli che dalla fine dell'800 risulta tombato e trasformato in fognatura bianca).
Nel settore centrale si trovano il Rio Maggiore, il Botro Feliciaio e il Rio Popogna-Ardenza, oltre a piccoli botri che interessano la frazione di Antignano, fra cui il Fosso della Banditella.
Un altro gruppo di corsi d'acqua comprende invece le aste drenanti che scorrono verso sud-ovest, fra cui le principali sono il Fosso del Maroccone, Botro Calafuria, Botro Calignaia, Fosso del Rogiolo, Botro Quercianella, Fosso della Madonnina, e infine il Torrente Chioma.
I rii, fossi e botri sopra indicati costituiscono nel loro complesso il reticolo idrografico individuato con la Legge Regionale n°79 del 27 dicembre 2012. L'ultima sua modifica è stata approvata con Delibera di Consiglio R.T. 20/2019.
L'obiettivo prioritario del governo del territorio è ridurre e gestire il rischio idrogeologico puntando sia alla riduzione della frequenza ed intensità degli eventi (pericolosità), sia ad una oculata gestione della pianificazione territoriale tendente ad evitare, prevenire e quindi limitare i danni associati a questi eventi.

4.2. Geologia e geomorfologia

Il territorio di Livorno dal punto di vista geologico risulta piuttosto complesso. Sotto l'aspetto morfologico il territorio livornese è suddivisibile in tre aree principali: l'area collinare, il terrazzo, la piana alluvionale.
Dalla lettura della carta geomorfologica recentemente allegata al nuovo Piano Strutturale, risulta che le zone maggiormente problematiche per dissesti quiescenti o in atto si ritrovano in corrispondenza delle località di Quercianella, Castellaccio, Montenero e Valle Benedetta ed in

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 44/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

generale in corrispondenza dei medi ed alti bacini dei torrenti Maggiore ed Ardenza. Si rimanda alla Carta del censimento delle aree franose.
Anche sull'isola di Gorgona sono evidenti i fenomeni di dissesto attivo dovuti alla forte acclività e all'azione dei marosi. Le frane rientrano nel processo di arretramento delle coste aperte nei calcescisti di Punta Gorgona.

4.3. Uso del suolo e aree protette

L'uso del suolo del Comune di Livorno rispecchia la presenza dell'area urbana a contatto con l'area portuale e produttiva nord, di una urbanizzazione sparsa nella cintura pedecollinare rurale a est e di alcune frazioni nell'area collinare naturale a sud-est e sulla costa a sud (Quercianella).

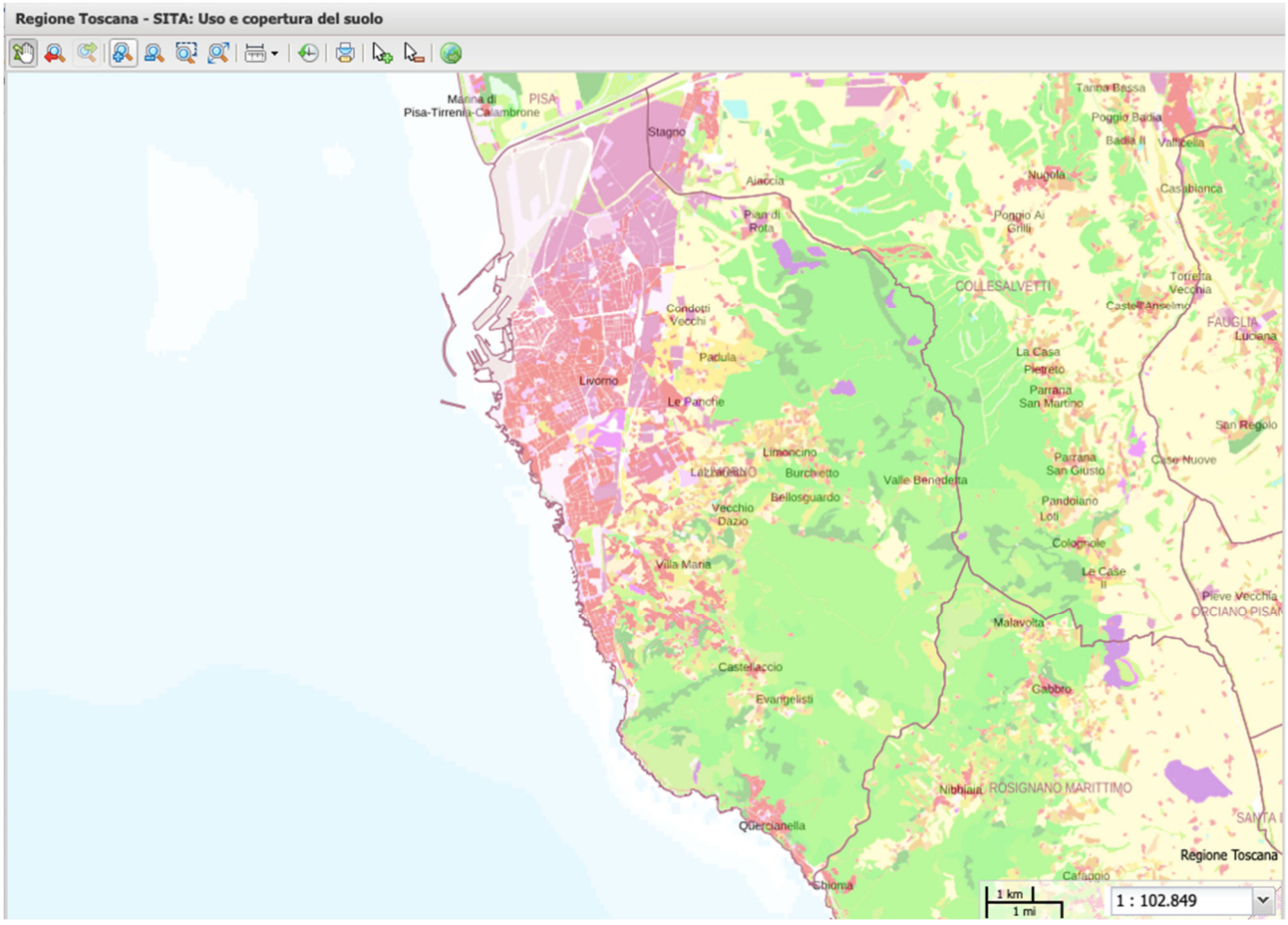


Figura 4.2 - Uso del suolo al 2016 nel Comune di Livorno. Fonte: Geoscopio Regione Toscana

Per l'analisi dell'uso del suolo si fa riferimento alla relazione agronomica "Note sull'agricoltura" allegata nuovo Piano Strutturale del dott. Roberto Branchetti.
La superficie urbanizzata è pari al 31,36% (3287,11 Ha) del territorio comunale, il territorio agroforestale occupa quindi circa il 68,64%.
Di questo, con riferimento alla superficie comunale, il Censimento ISTAT dell'agricoltura 2010 individua:
- una superficie agricola totale (SAT) è di 1635,82 Ha, pari al 15,61% del territorio comunale;
- una superficie agricola utilizzata (SAU) è di 1075,69 Ha, pari al 10,26%;
- i seminativi rilevati 744,49 Ha) sono pari al 7,10%;
- le coltivazioni legnose agrarie (vite, olivo, agrumi, fruttiferi) rilevate sono 271,82 Ha, pari al 2,59%;
- i boschi annessi ad aziende agricole sono 322,84 Ha, pari al 3,08%;

I boschi rilevati dalla carta dell'uso del suolo al 2007 sono 5161,78 Ha, pari al 49,25%.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 45/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

			Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana
Area Tematica	Denominazione	Definizione	Anno: 2017	Anno: 2017	Anno: 2016	Anno: 2016	Anno: 2015	Anno: 2015
TERRITORIO E AMBIENTE	Consumo di suolo (Percentuale sulla superficie totale)	Rapporto fra ettari di suolo consumato e il totale di ettari di suolo consumato, non consumato e non classificato	28,63	7,10	28,58	7,10	28,58	7,08

Figura 4.1 – Indicatore di consumo di suolo. Fonte: sistema informativo statistico "A misura di Comune"

Il perimetro del territorio urbanizzato proposto dal PS2 non ricomprende nuovo utilizzo di suolo. Gli interventi previsti al suo interno potranno però portare a nuove impermeabilizzazioni. Dovrà essere obiettivo dei Piani subordinati di mantenere o se possibile migliorare la capacità di assorbimento da parte del terreno.

Nel territorio del Comune di Livorno ricadono alcune aree protette a mare e a terra.
L'isola di Gorgona fa parte del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.
L'Area Marina Protetta Nazionale Secche della Meloria è sotto la gestione del Parco Regionale di Migliarino San Rossore Massaciuccoli.
Per quanto riguarda le aree collinari e costiere, è stata recentemente ripensata la configurazione generale delle aree protette.
Fino al maggio 2020 è stato in essere il Parco Provinciale dei Monti Livornesi (1.329 ha totali, di cui oltre 837 ha. nel Comune di Livorno), affiancato dal Sito di Importanza Regionale Calafuria (area a terra) e alcune Aree Naturali Protette di Interesse Locale (1.034 ha in tutto).

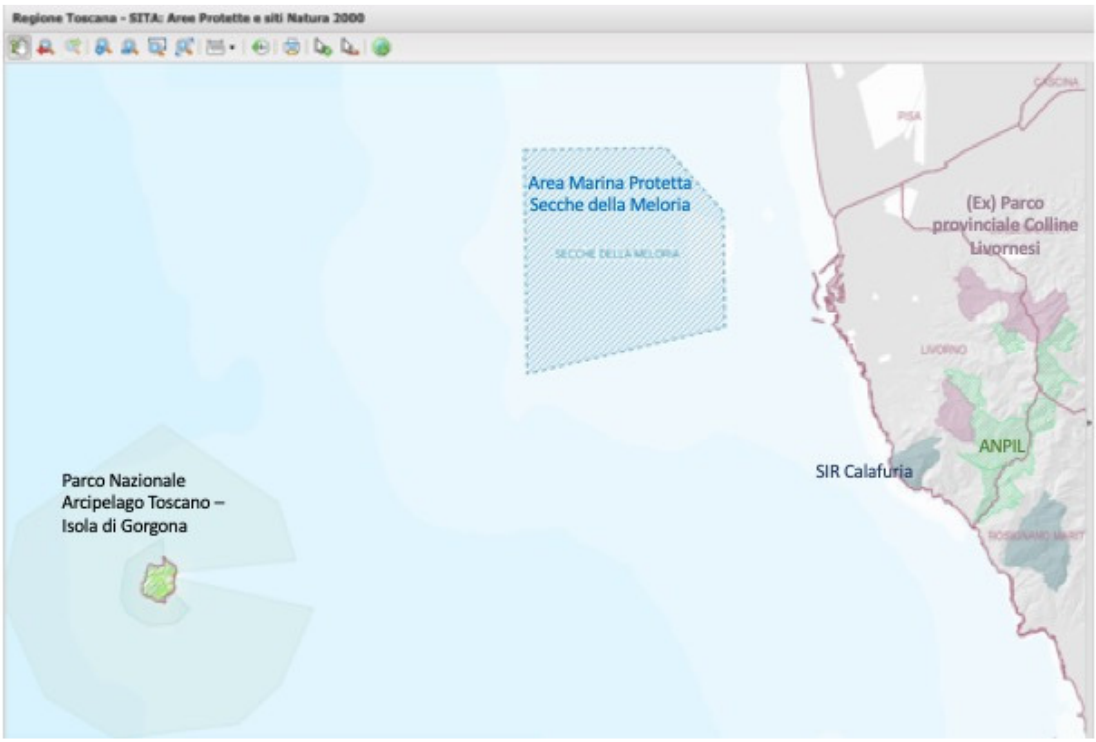


Figura 4.3 - Le aree protette ricadenti nel Comune di Livorno, prima della riperimetrazione del Parco dei Monti Livornesi come Riserva Regionale. Fonte: rielaborazione da Geoscopio Regione Toscana.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 46/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Nel maggio 2020, a seguito della modifica delle normative regionali di settore, di un iter di concertazione istituzionale (protocollo d'intesa sottoscritto maggio 2018 tra Regione, Provincia di Livorno e i Comuni di Livorno, Collesalvetti e Rosignano Marittimo) e di coinvolgimento del portatori di interesse, è stata approvata la riperimetrazione delle aree protette, con la trasformazione del Parco provinciale delle Colline Livornesi in "Sistema delle aree protette dei Monti livornesi - isola di biodiversità", composto dalla sovrapposizione di

- una riserva naturale regionale che avrà un'estensione complessiva di 3078 ettari dei quali 1337 tutelati a riserva e 1741 di aree contigue, costituita da tre aree distinte situate nei tre diversi comuni;
- un ampio sito natura 2000 (SIC) di circa 5618 ettari che collega sul piano ecologico e funzionale le aree di riserva naturale regionale;
- il sito natura 2000 Calafuria, che comprende un'area a terra di circa 477 ettari (ex SIR Calafuria) e un'area a mare di 185 ettari.

4.4. Infrastrutture di comunicazione

Il tessuto urbano della città di Livorno presenta uno sviluppo in senso parallelo alla costa maggiore rispetto a quello orizzontale, come spesso accade nelle città marittime.
Il territorio comunale non è attraversato da arterie autostradali; l'infrastruttura viaria più importate è la Strada di Grande Comunicazione "Firenze – Pisa-Livorno" (FI-PI-LI), che funge anche d raccordo con l'Autostrada A12.
Le arterie principali che attraversano il territorio in direzione nord- sud sono

- la Variante Aurelia, una strada a quattro corsie che prende avvio dal raccordo autostradale a Stagno, a nord della città, e si snoda verso sud collegando i quartieri centrali della città, arrivando ad Antignano attraverso una galleria lunga più di 2 km, e immettendosi poi nella superstrada verso Grosseto; ha corsie e banchine di larghezza ridotta rispetto a quanto richiesto dal Nuovo Codice della Strada.
- la Strada Statale 1 "Via Aurelia", che funziona come una circonvallazione dell'area urbana.
- i viali a mare ((Viale Italia, Viale di Antignano).

In direzione est-ovest invece si segnala

- a livello extra urbano: la Via Tosco Romagnola, denominata "Arnaccio" nel tratto che, da Stagno, raggiunge Fornacette per poi dipanarsi fino a Ravenna.
- in area urbana: Viale Carducci, che costituisce il collegamento principale tra la stazione ferroviaria e la zona centrale della città, e Viale Boccaccio/Nazario Sauro, che invece costituiscono il collegamento fra la Variante Aurelia e la zona meridionale della città. In generale, comunque, gli spostamenti in direzione Est – Ovest avvengono per lo più attraverso strade locali.

Per quanto riguarda le infrastrutture ferroviarie, Livorno è attraversata dalla "Ferrovia Tirrenica", che è dotata di una Stazione Centrale, tre stazioni passeggeri minori (Ardenza, Antignano, Quercianella) e uno scalo merci (Calambrone).
Sia la FI-PI-LI che la ferrovia prevedono dei tratti che connettono la città e tutto il territorio circostante all'area portuale.
Il porto di Livorno è caratterizzato da importanti testimonianze monumentali e storiche (Porto Mediceo, Fortezza Vecchia, diga Curvilinea, Torre del Marzocco) ma riveste ancora oggi un ruolo di primo piano nel panorama nazionale e internazionale. Esso infatti è classificato come *Core* all'interno delle reti transeuropee di trasporto (TEN-T) ed è uno scalo multi-purpose, caratterizzato quindi da traffici di molti tipi, navi di varie gamme, e movimentazione di numerose categorie merceologiche (LO-LO, rotabile RO-RO, rinfuse liquide e solide, auto nuove, crociere, ferries, prodotti forestali, macchinari, ecc.).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 47/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Dopo circa 60 anni di discussioni, nel mese di Marzo 2015 è stato approvato il nuovo Piano Regolatore del Porto (PRP) di Livorno, che è un piano strategico sul futuro del porto operativo e del comparto porto-città, ma contiene comunque la previsione della realizzazione di alcune opere. L'opera più rilevante prevista dal PRP è senza dubbio la cosiddetta Piattaforma Europa, ovvero l'espansione a mare del porto di Livorno che praticamente raddoppierà l'estensione dell'area portuale, con una realizzazione per diversi stralci funzionali. Un altro ambito di trasformazione significativo previsto dal PRP è quello che riguarda l'area della Stazione Marittima, una cerniera fondamentale tra l'area portuale destinata al traffico crociere e traghetti e il centro storico della città di Livorno.

Figura 4.4 - Il porto di Livorno nel rapporto con la città e le principali aree di trasformazione. Fonte: AdSP MTS, Dossier del Dibattito Pubblico Regionale sui progetti di sviluppo dell'area portuale

4.5. Patrimonio storico culturale

Il Comune di Livorno ha 306 beni vincolati censiti dal portale dedicato del MIBACT, la maggior parte di tipo architettonico (302, di cui 40 palazzi, 37 chiese, 21 ville), 3 monumenti archeologici e 1 parco monumentale.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 48/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

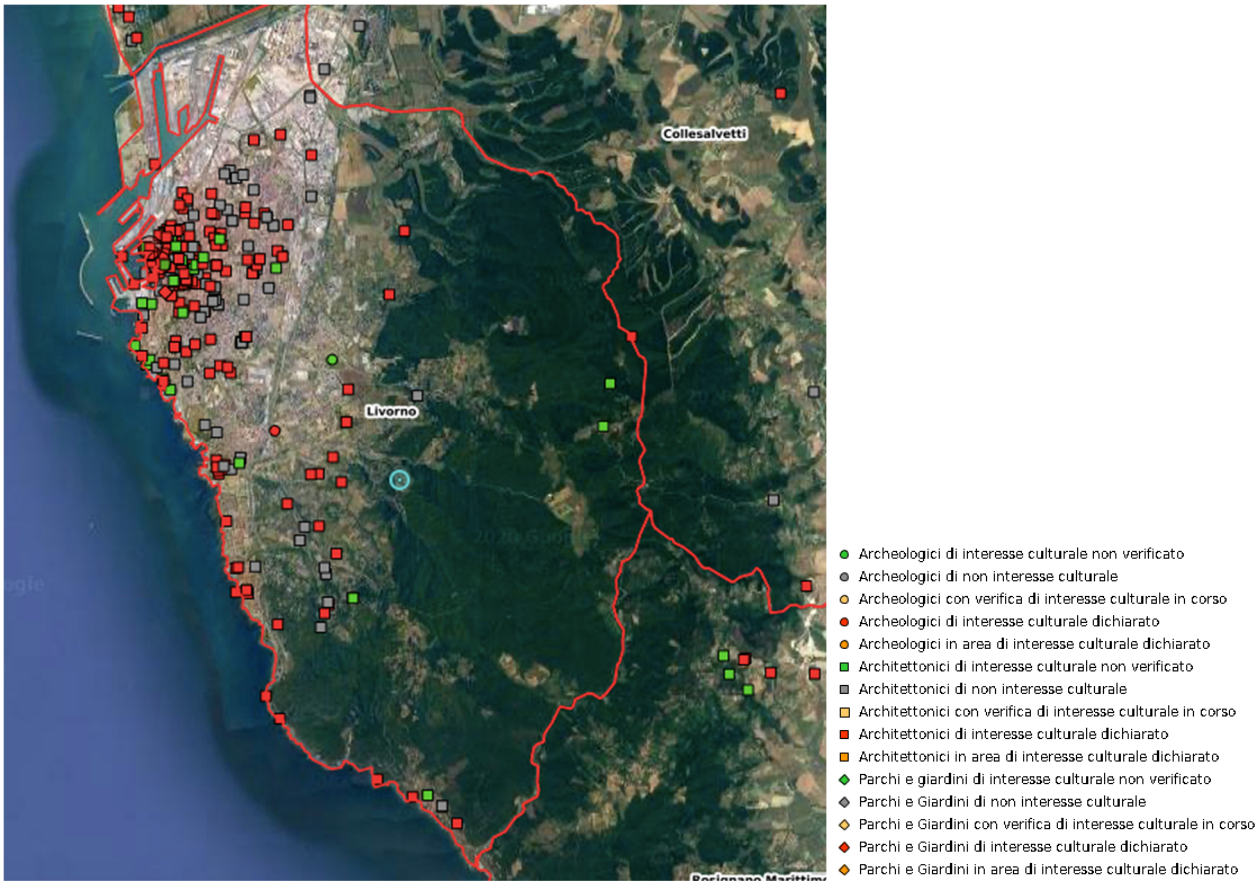


Figura 4.5 - Localizzazione dei beni vincolati e legenda delle principali tipologie.
Fonte: http://vincoliinrete.beniculturali.it/vir/vir/vir.html

4.6. Acqua

4.6.1. Acque di balneazione

COMUNE	PROVINCIA	AREA	AGGIORNAMENTO	CLASSE	STATO
livorno					
LIVORNO	LIVORNO	ACCADEMIA SUD	25/05/2020	Sufficiente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	SAN JACOPO	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	PIAZZA MODIGLIANI	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	TERRAZZA MASCAGNI	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	NETTUNO	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	BELLANA	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	SCOGLIERA LAZZARETTO	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	QUERCIANELLA	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	CALIGNAIA	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	ARDENZA SUD	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	ARDENZA NORD	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	CALAFURIA	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	ANTIGNANO SUD	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	ROGIOLO	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	MIRAMARE - MAROCCONE	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	AMERIGO VESPUCCI	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	ANTIGNANO	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	RIO BANDITELLA	18/05/2020	Eccellente	IDONEO
LIVORNO	LIVORNO	RIO FELCIAIO	18/05/2020	Scarsa	Divieto permanente per motivi igienico - sanitari
LIVORNO	LIVORNO	SANTA LUCIA	18/05/2020	Eccellente	IDONEO

Figura 4.6 Qualità delle acque di balneazione nel Comune di Livorno per la stagione 2020. Fonte: ARPAT

ARPAT rende disponibili tutte le informazioni relative al monitoraggio ed alla qualità delle acque marine. In tabella si riportano i rilevamenti della stagione 2020, che a meno del rio Felciao, dove si

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 49/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

registra un divieto di balneazione dovuto a situazioni fuori dai limiti consentiti dalla balneazione in concomitanza di precipitazioni, la situazione è “eccellente” (sufficiente per il punto “Accademia sud”) e la costa è balneabile.

4.6.2. Utilizzi per usi idropotabili.

Il Comune di Livorno non dispone della risorsa idrica necessaria a sostenere la comunità e le attività insediate, ma l’acquedotto cittadino, gestito da ASA s.p.a., è alimentato da tre campi pozzi localizzati a Vecchiano (Filettole e Paduletto) e Collesalvetti (Mortaiolo). La gestione oculata della risorsa ha fatto sì che, ad oggi, non si siano mai registrate crisi idriche neanche nei mesi estivi.

Dimensionalità di reti di acquedotto			
SERVIZIO	INFRASTRUTTURA	u.m.	QUANTITA'
ACQUEDOTTO	RETE ADDUZIONE	Km	44,93
ACQUEDOTTO	RETE DISTRIBUZIONE	Km	325,44
ACQUEDOTTO	SERBATOI	N.	16
ACQUEDOTTO	IMP. SOLLEV. ACQUA	N.	14
ACQUEDOTTO	IMP. DISINFEZIONE	N.	0
FOGNATURA	FOG. NERA COLLETTORI	Km	-
FOGNATURA	FOG. NERA RETE	Km	257,02
FOGNATURA	FOGNATURA BIANCA	Km	-
FOGNATURA	IMP. SOLLEV. FOGNATURA	N.	41
DEPURAZIONE	IMP DEPURAZIONE	N.	2
ACQUEDOTTO INDUSTRIALE	RETE	Km	26,492

Figura 4.7 Dimensionalità di rete di acquedotto. Fonte: Piano Strutturale del Comune di Livorno, contributo di ASA S.P.A. al DP di VAS

Il pericolo di rottura delle tubazioni di adduzione è stato considerato e affrontato da ASA S.p.a. che ha sviluppato progetti sia di sostituzione di alcuni tratti di tubature che di costruzione di serbatoi di stoccaggio.
Per quanto riguarda la rete di distribuzione, le criticità maggiori riguardano la scarsa affidabilità delle tubazioni in fibrocemento tipica di molti acquedotti italiani, che il gestore affronta con continui interventi di controllo o sostituzione, con un peso rilevante in termini di risorse finanziare stanziate.

Tipologia di utenza e mc di acqua totali annui *(rif anno 2014)*			
TIPOLOGIA UTENZA	NUM.	MC FATTURATI (MC x 10^6)	MC ANNO/UT
DOMESTICO RESIDENTE	65.409	7,13	109,05
DOMESTICO NON RESIDENTE	8285	0,21	25,36
NON DOMESTICO	9921	1,24	125,17
USO PUBBLICO	389	0,05	127,47
ALTRO	4	0,33	83626,00
TOT	84.008	8,97	
VOLUME EROGATO		13.141.688,91	

Figura 4.8 Tipologia di utenza e mc annui al 2014. Fonte: Piano Strutturale del Comune di Livorno, contributo di ASA S.P.A. al DP di VAS

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 50/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

COMUNI	Acqua immessa in rete		Acqua erogata per usi autorizzati		Perdite idriche totali
	Migliaia di m^3	*Pro capite*	*Migliaia di m^3*	*Pro capite*	*Percentuale sui volumi immessi in rete*
Livorno	13.823	240	9.474	164	31,5
Italia (comuni capoluogo di provincia)	2488284	378	1560540	237	37,3

Tabella 4.1 Fonte: Istat, Censimento delle acque per uso civile

Anche se non si registrano attualmente gravi criticità nell'erogazione delle acque potabili per il Comune di Livorno, ogni incremento del consumo (derivante dalla costruzione di nuovi edifici o dall'aumento di consumo negli edifici esistenti) deve essere attentamente valutato.

Il Comune di Livorno è dotato anche di un acquedotto industriale con opera di presa sullo Scolmatore; l'impianto ad oggi serve solamente una parte dell'area industriale nord della città e presenta delle potenzialità non completamente sviluppate. La qualità delle acque prelevate non è costantemente buona, in periodi di scarse piogge c'è un'alta conducibilità e alto contenuto di sedimenti; inoltre, anche se la domanda di utilizzo non è mai stata alta, la portata prelevata non sarebbe sufficiente ad alimentare la rete cittadina o nuovi utilizzi.
La stessa rete industriale esistente, che si allunga dal confine nord del Comune fino all'area del lungomare all'altezza di Piazza Mazzini ed è stata nel tempo mantenuta e potenziata da ASA S.p.a., si presta però ad essere alimentata anche da altre fonti con caratteristiche di migliore qualità. Recentemente infatti è stato sviluppato proprio un progetto di intervento finalizzato a preparare le acque di scarto del Rivellino per l'immissione nella rete dell'acquedotto industriale, che potrebbero essere utilizzate per esempio dalle navi ferme a banchina in porto o per l'irrigazione del verde urbano.

4.6.3. Il sistema fognario

La rete di fognatura nera è collettata per oltre il 98% ai depuratori comunali, Livorno Rivellino (capacità complessiva di 239.000 a.e., di cui è prevista la delocalizzazione dall'attuale posizione) e Quercianella (capacità complessiva di 5.000 a.e.).
Le maggiori criticità sono individuate in

- Vetustà delle reti e relativa ridotta tenuta soprattutto in casi di intensi fenomeni piovosi.
- Ridotto livello di separazione tra fognatura bianca e nera nell'agglomerato urbano cittadino con frequenti sovraccarichi idraulici del sistema di raccolta delle acque nere e dell'impianto di depurazione in caso di piogge intense.
- Necessità di adeguamento dei sistemi connessi agli scaricatori di piena.
- Sovraccarico idraulico del sistema di collettamento delle fognature del lungomare, dove peraltro qualsiasi malfunzionamento o rottura della rete interferisce con la balneazione del lungomare.

Al momento non sembrano pensabili ulteriori sovraccarichi in assenza di interventi di adeguamento complessivo.
Le criticità attuali possono essere superate attraverso:

- miglioramento della separazione tra acque bianche e nere, soprattutto sul lungomare, con relative campagne di censimento di strutture e gestione coordinata delle acque bianche e dei canali di drenaggio urbano.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 51/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

- Potenziamento dei sistemi di allarme e telecontrollo lungo le reti di drenaggio.

Le previsioni di Piano Strutturale prevedono un incremento di residenti rispetto al 2011 dell'8,2%, passando da 157.052 del 2011 a 169.922 previsti a completamento del PS2, con una previsione quindi di 12.870 nuovi abitanti.
Il Rapporto Ambientale di VAS ha stimato quindi il fabbisogno idropotabile connesso al completamento delle previsioni del PS2 (558.430 mc/anno) che appare "*facilmente riassorbile, senza ulteriori incrementi di utilizzo della risorsa idrica, con le politiche di contenimento delle perdite delle reti di distribuzione, attivate dall'AIT*". Per quanto riguarda la capacità depurative "*il maggior carico organico previsto appare compatibile con gli interventi previsti nel Piano d'Ambito di adeguamento ai fabbisogni della città".*

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 52/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

5. INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO

Il capitolo descrive le caratteristiche socio-economiche del Comune di Livorno e costituisce la premessa all'analisi delle vulnerabilità socio-economiche che viene sviluppata nel capitolo 6.
E' da leggere insieme al cap. 2 del PAESC.

I dati qui riportati costituiscono un riassunto del quadro conoscitivo socio-economico contenuto nel Documento Unico di programmazione (DUP) 2020-2022, nell'aggiornamento dello stato delle conoscenze del Piano Comunale di Protezione Civile (2019) del Comune di Livorno e del Piano Strutturale Comunale, e potranno essere aggiornati ne prossimi mesi in collaborazione con gli uffici competenti.

5.1. Residenti, andamento demografico e famiglie

L'analisi storica della popolazione residente a Livorno descrive nell'ultimo secolo e mezzo un costante aumento della popolazione, fino al picco massimo degli anni '70, seguito da una costante diminuzione per tutti gli anni 90 e la successiva ripresa del nuovo millennio e un calo registrato negli ultimi anni.
Per venire agli anni più recenti, la popolazione residente a Livorno nel periodo 2000-2012 è rimasta sostanzialmente stabile in valore assoluto (circa 160.500 in media), perché la componente migratoria ha compensato i saldi negativi della componente naturale (tasso generico di natalità a 8 per mille in media, tasso generico di mortalità pari a 11,9 per mille in media, ingresso di circa 600 residenti in media ogni anno).
Dal 2012 in poi invece la popolazione è costantemente diminuita sia per un aumento del tasso di mortalità che per un calo del saldo migratorio.

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

Tabella 5.1 Fonte: Comune di Livorno

La densità di popolazione del Comune è la più alta della provincia.

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. Le più numerose etnie presenti in città sono ad oggi: rumeni, albanesi, peruviani, ucraini, filippini, cinesi.

	0-6 (età prescolare)	7-14 (scuola obbligo)	15-29 (I occupazione)	30-65	Oltre 65 (senile)	Totale
Numero	8.067	11.029	20.855	78.211	39.621	157.783
%	5%	7%	13%	50%	25%	100%

Tabella 5.2 Popolazione al 31.12.2018 per fascia di età. Fonte: DUP Comune di Livorno

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 53/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

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

Tabella 5.3 Fonte: Istat e Comune di Livorno - Elaborazione Ufficio Statistica

Al momento non e' disponibile una previsione su base scientifica della popolazione, l'ultima pubblicata è troppo datata; tuttavia, da un punto di vista qualitativo, sulla base della tabella indicata e di quella precedente, 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) e' 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.
La massima popolazione insediabile nello strumento urbanistico vigente è di 180.000 unità. Le previsioni di Piano Strutturale prevedono un incremento di residenti rispetto al 2011 dell'8,2%, passando da 157.052 del 2011 a 169.922 previsti a completamento del PS2, con una previsione quindi di 12.870 nuovi abitanti.

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

Tabella 5.4 Fonte: Elaborazione Ufficio Statistica Comune di Livorno su dati Istat

Altri interessanti indicatori vengono forniti dal confronto tra i dati ufficiali Istat disponibili nel sistema informativo statistico "A misura di Comune" comparati con i risultati della regione Toscana nel triennio 2015-2017.
Si nota che l'indice di vecchiaia, l'indice di dipendenza anziani e l'indice di dipendenza strutturale hanno tutti valori in crescita e superiori alla media regionale.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 54/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

			Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana
Area Tematica	**Denominazione**	**Definizione**	**Anno: 2017**	**Anno: 2017**	**Anno: 2016**	**Anno: 2016**	**Anno: 2015**	**Anno: 2015**
POPOLAZIONE E FAMIGLIE	Popolazione residente (Numero)	Popolazione residente iscritta in anagrafe al 31 dicembre	158.371,00	3.736.968,00	158.916,00	3.742.437,00	159.219,00	3.744.398,00
POPOLAZIONE E FAMIGLIE	Popolazione straniera residente (Numero)	Popolazione straniera residente iscritta in anagrafe al 31 dicembre	11.846,00	408.463,00	11.629,00	400.370,00	11.495,00	396.219,00
POPOLAZIONE E FAMIGLIE	Indice dipendenza anziani (Per 100 residenti di 15-64 anni)	Residenti al 1° gennaio in età anziana (65 anni ed oltre) per 100 residenti in età lavorativa (da 15 a 64 anni)	42,14	40,34	42,00	39,98	41,71	39,67
POPOLAZIONE E FAMIGLIE	Indice di vecchiaia (Per 100 residenti di 0-14 anni)	Residenti al 1 gennaio in età anziana (65 anni e più) su 100 residenti in età 0 -14 anni	211,10	198,56	208,16	195,41	207,71	192,93
POPOLAZIONE E FAMIGLIE	Indice dipendenza strutturale (Per 100 residenti di 15-64 anni)	Residenti al 1° gennaio in età non attiva (da 0 a 14 anni e da 65 anni e oltre) per 100 residenti in età lavorativa (da 15 a 64 anni)	62,10	60,65	62,18	60,43	61,80	60,23
POPOLAZIONE E FAMIGLIE	Età media (Anni)	Somma (Età al 1° gennaio * Numero residenti della medesima età) / Totale residenti.	47,17	46,67	46,99	46,46	46,87	46,30

Tabella 5.5 Indicatori dell'area popolazioni e famiglie (Rapporto Bes delle province 2019) Fonte: DUP Comune di Livorno

La relazione "Studi sociali e demografici" del Prof. Giampaolo Nuvolati, allegata al nuovo Piano Strutturale, evidenzia come al 2012 più di una famiglia livornese su 3 fosse costituita da un solo individuo. Tenendo a riferimento per comodità le non più esistenti circoscrizioni, la n.2 (centro) presenta il maggior numero di famiglie unipersonali (6.146), il maggior numero di residenti stranieri e il più basso indice di invecchiamento, mentre nella 4 si concentrano le coppie con e senza figli.
Gli indici di invecchiamento (numero di persone di 65 anni e oltre su 100 giovani in età 0-14) attestano la presenza di un numero considerevole di anziani e grandi anziani in città, peraltro destinato ad aumentare nei decenni a venire. Il prof. Nuvolati afferma che "*Queste dinamiche, oltre a comportare la revisione dei modelli di welfare, generano aspettative e bisogni particolari soprattutto in società che cambiano rapidamente e che, parallelamente, vedono i soggetti chiamati ad affrontare singolarmente, o in famiglie più ridotte, la complessità della vita.*"

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 55/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Famiglie per tipologia di famiglia - 2012	
unipersonale	25.391
coppia	14.171
coppia con figlio	10.860
coppia con 2 figli	7.041
coppia con 3 o più figli	908
monogenitoriale con figli	7.447
altro tipo	6.443
Totale	72.261
Fonte: Comune di Livorno - Elaborazione Uff. Statistica	

Tabella 5.6 Famiglie per tipologia (2012). Fonte: PS2, relazione "Studi sociali e demografici"

	Circoscrizioni				
tipologia	1	2	3	4	5
altro tipo	1.303	1.402	1.143	1.535	1.060
coppia	2.614	2.182	2.884	3.856	2.634
coppia con 2 figli	1.193	1.164	1.437	2.117	1.130
coppia con 3 o più figli	176	179	190	214	149
coppia con figlio	2.002	2.030	2.165	3.025	1.638
monogenitoriale con figli	1.437	1.424	1.564	1.825	1.196
unipersonale	4.446	6.146	5.774	5.159	3.858
Totale	13.171	14.527	15.157	17.731	11.665

Fonte: Comune di Livorno - Elaborazione Uff. Statistica

Tabella 5.7 Famiglie residenti per tipologia e circoscrizione (2012). Fonte: PS2, relazione "Studi sociali e demografici"

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 56/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Circoscr.	Eta'	Sesso F	Sesso M	Totale	Indice invecchiamento
1	0-14	1.755	1.828	3.583	
	15-64	9.263	9.238	18.501	
	65 e più	4.284	3.038	7.322	204
	Totale	15.302	14.104	29.406	
2	0-14	1.906	2.041	3.947	
	15-64	10.211	10.638	20.849	
	65 e più	3.548	2.518	6.066	154
	Totale	15.665	15.197	30.862	
3	0-14	1.971	2.123	4.094	
	15-64	10.518	9.731	20.249	
	65 e più	5.041	3.367	8.408	205
	Totale	17.530	15.221	32.751	
4	0-14	2.508	2.683	5.191	
	15-64	13.249	12.580	25.829	
	65 e più	5.997	4.403	10.400	200
	Totale	21.754	19.666	41.420	
5	0-14	1.461	1.543	3.004	
	15-64	7.863	7.621	15.484	
	65 e più	4.618	3.450	8.068	269
	Totale	13.942	12.614	26.556	

Fonte: Comune di Livorno - Elaborazione Uff. Statistica e Studi - Banca Dati

Tabella 5.8 Residenti per circoscrizione, fascia di età e sesso (2012). Fonte: PS2, relazione "Studi sociali e demografici"

Residenti stranieri per circoscrizione						
Circoscrizione	Totale residenti 2011	Residenti stranieri provenienti da paesi a forte pressione migratoria 2011	% 2011	Totale residenti 2012	Residenti stranieri provenienti da paesi a forte pressione migratoria 2012	% 2012
senza fissa dimora	10			14		
1	29.630	1.806	6,1	29.406	1.893	6,4
2	30.948	4.379	14,1	30.862	4.601	14,9
3	32.838	2.209	6,7	32.751	2.358	7,2
4	41.148	1.279	3,1	41.420	1.323	3,2
5	26.654	818	3,1	26.556	850	3,2
Totale	161.228	10.491	6,5	161.009	11.025	6,8
Fonte: Comune di Livorno - Elaborazione Uff. Statistica e Studi - Banca Dati						

Tabella 5.9 Residenti stranieri per circoscrizione (2011 e 2012). Fonte: PS2, relazione "Studi sociali e demografici"

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 57/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Famiglie straniere per circoscrizione 2012	
Circoscrizione	
1	838
2	2.101
3	1.218
4	676
5	532
Totale	5.365
Fonte: Comune di Livorno - Elaborazione Uff. Statistica e Studi - Banca Dati	

Tabella 5.10 Famiglie straniere per circoscrizione (2012). Fonte: PS2, relazione "Studi sociali e demografici"

Per quanto riguarda il titolo di studio, le tendenze evidenziate da un confronto del censimento 2011 con il censimento 2001 sono positive, perché indicano un aumento del grado di istruzione nel tempo (diminuzione della licenza elementare, aumento significativo della scuola superiore, raddoppio dei laureati). Livorno presenta un livello di laureati del 12%, più basso di altri capoluoghi di provincia del Centro-Nord demograficamente simili, (il 13,4% di Reggio Emilia, il 18,4% di Parma, il 16,5% di Modena, etc..) ma superiore al 8,2% di Prato.
I livelli di competenza alfabetica e numerica degli studenti livornesi nell'a.s. 2013/14 presentavano punteggi medi (186,7 per l'alfabetica, 182,1 per la numerica), inferiori rispetto ai corrispettivi punteggi medi regionali e nazionali, ma nel 2017, tali indicatori mostrano un miglioramento: competenza alfabetica 194,23 (M+F), 188,61 (M), 199,13 (F), competenza numerica 197,36 (M+F), 204,52 (M), 191,15 (F).
I giovani che non lavorano e non studiano (i cosiddetti Neet) nella fascia di età 15-29 nel 2011 erano pari al 20,2% a livello comunale, in linea con il dato provinciale, peggiore rispetto al livello regionale (17,1%), anche se migliore rispetto al livello nazionale (22,5%).

5.2. Abitazioni ed edifici

Il numero delle abitazioni al 2011 è aumentato di 4.277 unità rispetto al 2001. Il 3,4% delle abitazioni risulta vuoto (era del 5% nel 2001).

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

Tabella 5.11 Fonte: ISTAT (censimento 2011)

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

Tabella 5.12 Fonte: ISTAT e Ufficio Statistica Comune di Livorno

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 58/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

5.3. PIL, lavoro, reddito disponibile e imprese

Il Valore Aggiunto (il 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 è 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

Tabella 5.13 Valore Aggiunto Fonte: 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 2001e 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

Tabella 5.14 Fonte: ISTAT (censimento 2001 e 2011)

Le piu' 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.

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

Tabella 5.15 Stime sul mercato del lavoro per il SLL livornese – v.a. in migliaia – individui con almeno 15 anni di età. 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

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 59/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

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.

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

Tabella 5.16 Partecipazione al mercato del lavoro. Fonte: Elaborazione Ufficio Statistica Comune di Livorno

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 :

2012	2013	2014	2015	2016	2017
15.241,66	14.979,26	15.717,60	16.050,86	15.762,57	15.766,76

Tabella 5.17 Reddito complessivo lordo pro-capite 2012-2017 - valori in Euro
Fonti : Istat – A Misura di Comune ed elaborazione UCS su dati MEF

tipologia	contribuenti	Euro totali	%
da fabbricati	53.126	80.009.264	3,2
lav. dipendente	59.082	1.287.914.155	51,6
lav. autonomo	2.058	87.467.806	3,5
da impresa	3.272	71.240.649	2,9
da partecipazione	4.392	77.758.238	3,1
da pensione	41.331	849.982.397	34,0

Fonte: elaborazione da open data MEF

Tabella 5.18 Redditi per tipologia, anno 2017

Il 5% circa dei contribuenti, nelle 3 fasce più alte, rappresenta il 21% circa dei redditi totali; il 37% circa dei contribuenti, nelle due fasce (positive) più basse, dichiara solamente il 12% dei redditi totali; oltre la metà dei contribuenti (il 57,1%) è compresa nella fascia 15-55.000 Euro, dichiarando il 68% dei redditi totali.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 60/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

fascia direddito	contribuenti	%	Euro totali	%
<= 0	992	0,9	-28.511.214	-1,1
0 - 10K	26.567	24,2	125.919.134	5,0
10 - 15K	14.007	12,8	175.100.406	7,0
15 - 26K	33.527	30,5	685.643.331	27,5
26 - 55K	29.262	26,6	1.011.492.560	40,5
55 - 75K	2.799	2,5	179.506.431	7,2
75 - 120K	1.916	1,7	173.762.547	7,0
> 120K	767	0,7	174.085.026	7,0

Tabella 5.19 Contribuenti per fasce di reddito

			Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana
Area Tematica	Denominazione	Definizione	Anno: 2017	Anno: 2017	Anno: 2016	Anno: 2016	Anno: 2015	Anno: 2015
BENESSERE ECONOMICO	Contribuenti IRPEF con reddito complessivo inferiore a 10.000 euro (Per 100 contribuenti IRPEF)	Contribuenti con redditi Irpef dichiarati inferiori a 10.000 euro per 100 contribuenti in totale	24,74	26,60	24,23	25,99	0,10	5,62

Tabella 5.20 Indicatori dell'area benessere economico (Rapporto Bes delle province 2019) Fonte: DUP Comune di Livorno

L'indicatore di benessere economico "Contribuenti IRPEF con reddito complessivo inferiore a 10.000 euro per 100 contribuenti" ha un valore leggermente inferiore alla media regionale.
Nella tabella seguente sono riportate le Unità Locali di Imprese, ai censimenti 2001e 2011 e per l'ultimo triennio disponibile.

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

Tabella 5.21 Unità Locali di Imprese. Fonte: ISTAT con elaborazioni Uff.Statistica Comune di Livorno

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 61/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

5.4. Ricerca ed innovazione

Ricerca e innovazione costituiscono determinanti indirette del benessere con riflessi potenzialmente positivi sullo sviluppo durevole e sostenibile. Gli indicatori presentati mostrano una situazione con luci e ombre.

- La diffusione della connessione internet a banda larga era arrivata nel 2011 a 1 famiglia su 2, con una penetrazione della tecnologia superiore alle medie provinciale, regionale e nazionale; questo indicatore presenta per il 2016 un livello decisamente superiore (la percentuale di unità immobiliari con accesso a banda ultra-larga superiore a 30Mb era il 94% circa).
- Nel mondo delle imprese, la propensione alla specializzazione nei settori ad alta intensità tecnologica presenta un notevole ritardo, con appena 2 addetti su 100 nel periodo 2007-2011, contro i 3,4 addetti registrati a livello regionale ed i 4,4 dell'intero Paese; il valore 2015 di tale indicatore mostra solo un incremento minimo: 2,3 addetti nel Comune.

5.5. Politica, istituzioni, cultura e tempo libero

			Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana	Comune Livorno	Regione Toscana
Area Tematica	**Denominazione**	**Definizione**	**Anno: 2017**	**Anno: 2017**	**Anno: 2016**	**Anno: 2016**	**Anno: 2015**	**Anno: 2015**
POLITICA E ISTITUZIONI	Donne e rappresentanza politica a livello locale - Consigli comunali (Percentuale di donne nel Consiglio comunale)	Donne elette nei Consigli comunali per 100 eletti in totale	25,93	36,11	25,93	34,93	30,77	34,06
POLITICA E ISTITUZIONI	Donne negli organi decisionali - Giunte comunali (Percentuale di donne nella Giunta	Donne assessori comunali per 100 assessori in totale	44,44	38,46	44,44	37,31	50,00	36,59
POLITICA E ISTITUZIONI	Età media consiglieri comunali (Anni)	Età media dei consiglieri comunali calcolata al 31/12 di ogni anno	47,37	46,33	46,37	45,74	46,12	45,23
POLITICA E ISTITUZIONI	Età media amministratori locali (Anni)	Età media degli amministratori comunali calcolata al 31 dicembre di ogni anno	44,22	47,91	43,22	47,64	42,88	47,03
CULTURA, COMUNICAZIONE E TEMPO LIBERO	Dotazione di risorse del patrimonio culturale (Numero di beni culturali)	Numero totale dei beni culturali	283,00	17.259,00				

Tabella 5.22 Indicatori dell'area politica e istituzioni (Rapporto Bes delle province 2019) Fonte: DUP Comune di Livorno

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 62/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

6. Vulnerabilità ed esposizione

Il capitolo descrive le condizioni locali di vulnerabilità climatica, socio-economica e fisica, individua tre set di indicatori relativi e suggerisce alcune indicazioni preliminari per la azioni di adattamento. L'analisi corrisponde a quella richiesta nello step 3 del processo di RVA per il Comune di Livorno secondo l'approccio IBVA descritto nel capitolo 1.

6.1. Vulnerabilità climatica

L'analisi climatica per la città di Livorno sviluppata nel progetto Adapt e riassunta nel capitolo 2 del presente documento ha messo in evidenza i cambiamenti climatici osservati nelle ultime decadi, in particolare un importante aumento dei valori medi delle temperature, e ha mostrato alcune incertezze nell'analisi dei dati riguardo all'andamento delle precipitazioni, con un aumento degli eventi estremi.
Inoltre le proiezioni climatiche future hanno evidenziato un possibile ulteriore aumento delle temperature che, unitamente al verificarsi di eventi estremi di temperatura e precipitazione, rappresentano elementi di vulnerabilità climatica.
Per questo motivo è importante monitorare nel tempo l'andamento climatico sia medio che relativo agli estremi, per la temperatura e per le precipitazioni.

Indicatore di vulnerabilità climatica	Unità di misura
Andamento mensile delle temperature massime	°C – T max media mensile
Andamento mensile delle temperature minime	°C – T min media mensile
Andamento mensile delle precipitazioni	mm pioggia mensile
Numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con temperatura minima maggiore di 20°C	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera inferiore ai 0°C	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm	Numero di giorni all'anno
Numero consecutivo di giorni senza precipitazioni	Numero di giorni all'anno

Tabella 6.1 Indicatore di vulnerabilità climatica

6.2. Vulnerabilità socio-economica

Le vulnerabilità socio-economiche descrivono quelle caratteristiche del sistema territoriale del Comune di Livorno che sono individuate come specifici "punti deboli" rilevanti relativi alla sensibilità del capitale sociale ed economico presente e alla sua capacità di adattamento.
Le conseguenze negative dei cambiamenti climatici possono avere un impatto significativo anche sul sistema sociale ed economico, sia a livello locale che a livello globale. Recenti studi hanno dimostrato come i fenomeni atmosferici estremi, dalle siccità alle alluvioni, possano minare la stabilità dei sistemi economici, sociali e politici al pari delle crisi finanziarie.
Generalmente gli anziani, i bambini, i soggetti in cattive condizioni di salute, gli stranieri e le famiglie a basso reddito sono individuati come i gruppi che possono avere difficoltà a prepararsi, rispondere e recuperare dopo eventi meteorologici estremi. Tuttavia, la misura in cui diversi gruppi

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 63/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

sociodemografici possono essere influenzati da pericoli legati al clima è altamente specifica per località e individuo e richiede un'analisi locale dettagliata. Ad esempio, non essere in grado di parlare la lingua ufficiale può limitare la consapevolezza dei rischi e impedire la comprensione di avvisi e messaggi dai servizi di emergenza. Vivere in alloggi in affitto può essere uno svantaggio se le condizioni di affitto non consentono agli occupanti di adattare l'abitazione al pericolo di alluvioni o alte temperature. Alcuni dei gruppi più vulnerabili come i senzatetto, sono i più difficili da raggiungere durante le emergenze.
Per questo è necessario individuare gli elementi di vulnerabilità specifica dei territori dal punto di vista socio-economico, che possono amplificare il rischio locale di eventi climatici estremi.
Gli aspetti da monitorare in particolare riguardano

- La consistenza e la composizione demografica della popolazione, con una particolare attenzione alle fasce di popolazione più sensibili (bambini e anziani) oppure alle persone che vivono da sole;
- La presenza di stranieri, soprattutto con difficoltà di comprensione della lingua;
- La presenza di fasce di popolazione in condizioni di povertà;
- La predominanza nel mercato del lavoro e nella produzione di ricchezza di settori fortemente condizionati dal cambiamento climatico (agricoltura, turismo…)

Indicatori di vulnerabilità socio-economica	
Andamento della popolazione per fascia di età	Numero di abitanti per fascia di età
Tasso di natalità	‰
Tasso di mortalità	‰
Tasso migratorio	‰
Densità di popolazione	Abitanti a Kmq (per sezioni di censimento)
Indice di dipendenza anziani	
Numero di persone che vivono da sole (per fascia di età, soprattutto anziani)	Numero o %
Contribuenti IRPEF con reddito complessivo inferiore a 10.000 euro (per 100 contribuenti IRPEF)	Numero o %
Fatturato generato per settore	Euro
Numero di addetti per settore	Numero

Tabella 6.2 Indicatori di vulnerabilità socio-economica

Facendo riferimento ad esempio all'aumento delle alte temperature, le ondate di calore possono essere letali per gli anziani e le persone in cattive condizioni di salute; nell'estate 2003 un'ondata di calore nell'Europa centrale e occidentale ha causato 70 000 morti in eccesso rispetto alla media del periodo. Le città dell'Europa meridionale e sud-orientale hanno già temperature molto elevate e si prevede che il numero di ondate di calore che devono affrontare aumenterà notevolmente.
La presenza di alte percentuali di anziani (in particolare quelli che vivono da soli), di bambini piccoli e di individui in cattive condizioni di salute, ovvero di persone particolarmente sensibili al calore, è un indicatore di vulnerabilità sociale. La presenza di famiglie a basso reddito o di edifici con scarsa qualità può essere indicatore di alloggi maggiormente soggetti a surriscaldamento.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 64/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Molti paesi e città hanno stabilito piani di azione che comprendono misure come allarmi sul calore, cure speciali per le persone vulnerabili e attività di sensibilizzazione volte a modificare i comportamenti, come l'orario di lavoro modificato o la riprogrammazione delle attività all'aperto.
Alcuni gruppi sociali possono essere più vulnerabili di altri anche al rischio incendi, sia a causa della ridotta capacità di sfuggire agli impatti diretti (vulnerabilità sociale), sia a causa delle difficoltà nel sostituire i beni persi (vulnerabilità economica). In particolare, gli anziani, i bambini e le persone in cattive condizioni di salute sono sensibili a causa della loro scarsa mobilità e sono fortemente colpiti dallo stress e dall'inquinamento atmosferico legato agli incendi.

Indicazioni per le azioni di adattamento
Potrebbe essere utile implementare un sistema informativo che consenta di incrociare le caratteristiche fisiche del territorio con quelle socio-economiche, per sviluppare una analisi basata su dati spaziali delle comunità più fragili rispetto alle varie tipologie di pericolo e impostare azioni informative e preventive più specifiche.

6.3. Vulnerabilità fisiche e ambientali

Le vulnerabilità fisiche e ambientali descrivono quelle caratteristiche del territorio del Comune di Livorno che sono individuate come specifici “punti deboli” rilevanti relativi alla sensibilità del capitale 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. L’esposizione, con in relativi indicatori, descrive invece la presenza in aree di rischio di persone, mezzi di sussistenza, servizi e risorse ambientali, infrastrutture, beni economici o culturali che potrebbero essere influenzati negativamente dall’evento climatico. Quando possibile, sono stati individuati anche alcuni indicatori di capacità di adattamento.

6.3.1. Vulnerabilità all’aumento delle temperature

Il fenomeno dell’isola di calore (Urban heat island-UHI) è dovuto alla maggiore propnesione delle aree urbane di catturare le radiazioni solari e di conservare il calore nelle ore diurne e di rilasciarlo nelle ore notturne, soprattutto a causa delle superficie asfaltate e dei materiali edilizi che impediscono la naturale traspirazione. L’UHI è più evidente nelle ore notturne quando le città risultano più calde delle aree rurali circostanti, e quindi i residenti in aree urbane sono a maggior rischio durante le ondate di calore di quelli residenti nelle aree rurali o comunque a bassa densità.
Inoltre il confort termico dipende anche dal microclima locale, che è il risultato dell’interazione di fenomeni e attività diverse all’urbanizzazione, la buona o scarsa ventilazione, lo Sky View Factor (SVF), cioè la porzione di cielo visibile, che può influire sull’energia rilasciata e dispersa da una superficie verticale o orizzontale, l’aumento delle polveri sottili, l’aumento del tasso di ozono a bassa quota e la ridotta piovosità.
L'effetto isola di calore urbana aumenta i rischi associati alle alte temperature.
Al momento non esiste uno studio specifico sulle temperature rilevate nelle diverse porzioni di territorio del Comune di Livorno, ma è evidente che l’area urbana ha una densità maggiore di quella pedecollinare e anche un maggior numero di residenti.
Inoltre la vulnerabilità di particolari porzioni del territorio comunale potrebbero essere legate alla scarsa presenza di verde urbano, al colore scuro di tetti e infrastrutture stradali, alla scarsa qualità dell’edificato, ma attenuata dalla buona ventilazione dovuta alla presenza del mare.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 65/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Indicatori di vulnerabilità ed esposizione alle alte temperature	
Densità edilizia (Superficie coperta/superficie totale) per sezione di censimento	%
Densità abitativa per sezione di censimento	Abitanti/Kmq
Stato di conservazione dell'edificato	qualitativo
Indicatori di capacità di adattamento alle alte temperature	
% di aree con uso del suolo a foreste/verde urbano	%
Compattezza insediativa, misurata come suolo occupato da edifici su totale suolo	Kmq/Kmq
% di aree protette	%

Indicazioni per le azioni di adattamento

Per ridurre l'esposizione alle alte temperature, molte strategie di adattamento urbano si concentrano sull'aumento dello spazio verde e delle alberature, che aiutano a ridurre la temperatura dell'aria attraverso l'evapotraspirazione e l'ombreggiamento. Tetti e pareti verdi impediscono agli edifici di assorbire il calore. L'uso di tetti e strade di colore chiaro è un'altra strategia per ridurre la quantità di calore che le città assorbono. La progettazione appropriata degli edifici, utilizzando l'ombreggiatura, la ventilazione naturale e un buon isolamento termico previene il surriscaldamento degli spazi interni; è necessario quindi promuovere l'efficientamento "passivo" degli involucri edilizi anche al fine di contenere i consumi di climatizzazione estiva. E' utile limitare l'impermeabilizzazione del suolo soprattutto nelle aree già compromesse (ed eventuali azioni di riconversione a permeabili).

Infine è molto importante promuovere la prevenzione soprattutto per le fasce deboli attraverso i sistemi di allerta e l'adozione di buoni comportamenti, per evitare l'esposizione agli eccessi di calore.

6.3.2. Vulnerabilità per precipitazioni estreme

Un elemento di vulnerabilità territoriale è legato all'aumento delle superfici impermeabilizzate sulla superficie totale, attribuibile a strategie di pianificazione territoriale che non hanno tenuto conto della perdita irreversibile del suolo e degli effetti ambientali collegati. E' necessario quindi analizzare l'evoluzione dell'uso del suolo, e in particolare l'aumento delle aree artificiali (zone industriali, commerciali ed infrastrutturali).

L'impermeabilizzazione del suolo si ripercuote sempre sul flusso delle acque perchè diminuisce la percentuale assorbita per filtrazione e aumenta notevolmente lo scorrimento superficiale in volume e velocità, causando problemi sul controllo delle acque superficiali in occasione di fenomeni di pioggia estremi, aggravando la funzionalità delle reti di raccolta idrica, incidendo sulla capacità di ricarica delle falde acquifere e favorendo la contaminazione da parte di eventuali sostanze chimiche presenti in superficie.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 66/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Indicatori di vulnerabilità ed esposizione alle precipitazioni estreme	
Densità edilizia (Superficie coperta/superficie totale) per sezione di censimento	%
Densità abitativa per sezione di censimento	Abitanti/Kmq
Indicatori di capacità di adattamento alle precipitazioni estreme	
Superfici verdi / superficie totale	%
Superficie impermeabilizzata nell'area urbana e su tutto il territorio (indicatore di consumo di suolo)	Kmq/Kmq

6.3.3. Vulnerabilità alla siccità

Le condizioni di scarsità idrica si verificano per una concomitanza di fattori meteo-climatici (siccità) e di natura antropica (pressioni esercitate sul corpo idrico e sul suo bacino idrogeologico). I dati da monitorare sono quindi le principali grandezze idrologiche, quali precipitazioni, temperature, portate dei corsi d'acqua e delle sorgenti, livelli di falda, e di quelli relativi agli utilizzi delle risorse idriche, ossia prelievi dai corsi d'acqua, dalle falde e dalle sorgenti (nonché le restituzioni nei corpi idrici recettori), includendo anche i fabbisogni idrici necessari alla tutela dei servizi ecosistemici, ai fini del raggiungimento degli obiettivi ambientali di tutela e conservazione (e.g., deflussi ecologici).

Indicatori di vulnerabilità ed esposizione alla siccità	
Superficie agricola irrigua sul totale (uso del suolo)	%
Numero di aziende agricole	N.
Consumi idrici annui per settore	Mc/anno
Indicatori di capacità di adattamento alla siccità	
Interventi di risparmio idrico sulla rete acquedottistica	Euro

Indicazioni per le azioni di adattamento

In ambito agricolo si possono scegliere diverse strategie di adattamento ad eventi siccitosi, come la costituzione di riserve idriche, la riorganizzazione degli ordinamenti colturali con la scelta di colture meno idroesigenti, la riorganizzazione irrigua con l'adozione di metodi ad elevata efficienza (pluvirrigazione, microirrigazione), il potenziamento dei servizi informativi esistenti per gli imprenditori agricoli, previsioni stagionali per supportare le scelte colturali su base annuale.

In ambito urbano invece è fondamentale concentrarsi sulle azioni di risparmio e riuso idrico a livello di reti impiantistiche (diminuzione delle perdite delle reti) ed edilizio (riuso delle acque piovane per l'irrigazione del verde pertinenziale e la pulizia delle aree pavimentate, rete duale ecc).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 67/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

6.3.4. Vulnerabilità per allagamenti

Il Piano di Protezione civile individua l'elenco degli "hot point" che possono essere soggetti ad allagamenti diffusi e persistenti in concomitanza di esondazioni dei corsi d'acqua o a carenza delle rete fognaria.

Allagamenti dovuti a insufficienza della rete di fognatura

Gli allagamenti che si verificano per problemi di insufficienza della rete di fognatura sono in genere causati da:

- il raggiungimento delle portate massime sopportabili da alcuni collettori cittadini;
- l'insufficiente funzionalità dei dispostivi idraulici e delle dorsali principali in zone altimetricamente sfavorevoli di naturale convergenza dei deflussi superficiali non intercettati a monte;
- rotture, intasamenti, riduzione di sezione utile in punti significativi della rete a causa di interferenze localizzate.

I problemi si aggravano in corrispondenza di zone depresse (sottopassi).

Alcune situazioni di zone cittadine sottoposte ad allagamenti a causa di insufficienze dimensionali sono state già risolte attraverso un adeguamento delle sezioni dei collettori ed un maggior numero di caditoie stradali, oppure con il potenziamento dei dispositivi idraulici e l'incrementi degli accumuli.

Rimangono critici soprattutto alcuni tratti di strade di scorrimento urbano come la Via Firenze in sottopasso della ferrovia, il Viale Alfieri zona Ospedale e confluenza su Viale Carducci, Viale Italia zona Ardenza, ed alcune aree urbane in zone Stazione, Quartieri Nord, Venezia, S. Marco.

Il sottopasso più critico è quello di via Firenze, che causa spesso blocchi alla circolazione in caso di eventi di pioggia; le cause vanno ricercate nei limiti di capacità drenante di fossi delle acque basse e dei loro sifoni e nella impermeabilizzazione ed innalzamento dei piani di campagna per l'edificazione in zone a rischio idraulico. Su richiesta del Comune di Livorno, il Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa ha realizzato un impianto di sollevamento costituito da 3 idrovore da 0,3 mc/s, con una capacità complessiva di 0,9 mc/s, poste all'altezza del sottopasso di Via Firenze.

Allagamenti dovuti all'esondazione dei corpi idrici superficiali

In riferimento agli allagamenti dovuti all'esondazione dei corpi idrici superficiali, va sottolineato che l'evento alluvionale del 2017, pur nella sua eccezionalità, ha scardinato completamente i quadri conoscitivi relativi alla pericolosità idraulica del Comune di Livorno. In quell'occasione risultarono allagate aree pari al 9% del territorio comunale.

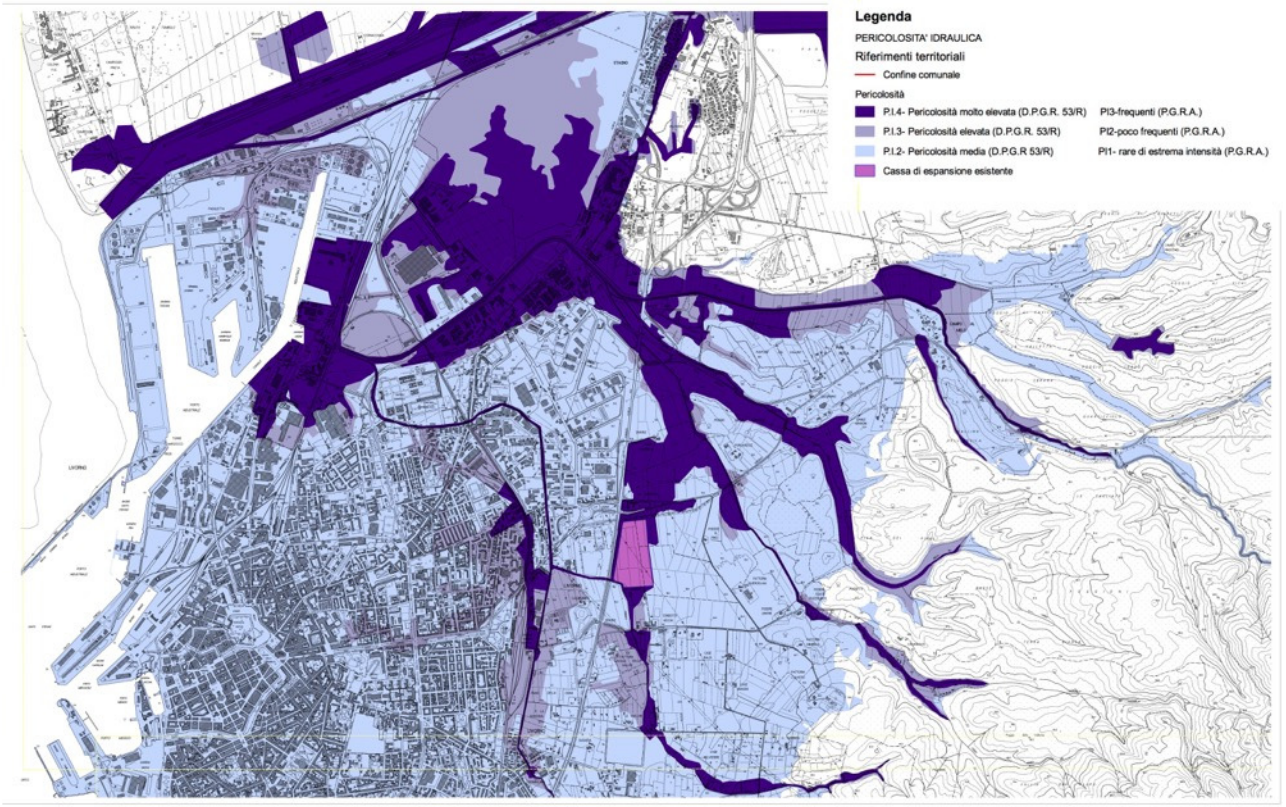
Nel post-alluvione, il Comune di Livorno sulla base di quanto rilevato dalla Regione Toscana, si è dotato di una cartografia tematica relativa alla pericolosità idraulica che delimita tutte le aree interessate da esondazione, azzonandole in P.3 (pericolosità idraulica elevata del PGRA), o in classe di pericolosità P.I.4 (pericolosità idraulica molto elevata del DPGR n° 53/R).

Nel quadro della redazione del "Quadro conoscitivo idraulico" per il Piano Strutturale comunale sono state quindi ridefinite le zone con pericolosità idraulica elevata e molto elevata.

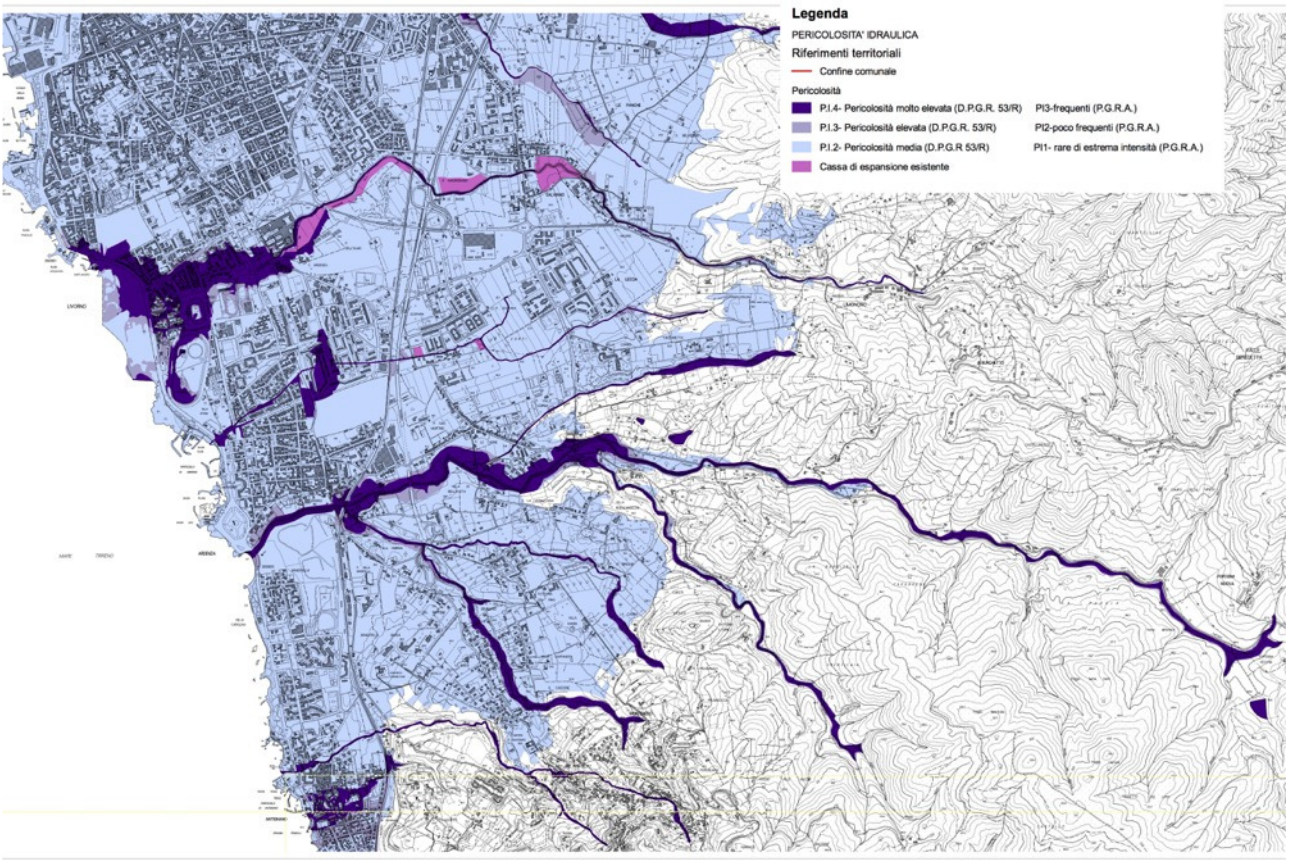
Le nuove analisi delle esondazioni, in particolare sulle aree di più rilevanti dal punto di vista urbanistico e ritenute più critiche, hanno interessato in particolare: Torrente Ugione; Fosso della Puzzolente e Fosso Vallelunga; Rio Cigna e T. Cignolo; Rio Maggiore; Fossi Querciaio e Felciaio; Rio Ardenza; Rio Banditella comprensivo dei bacini di Montenero (Fosso dei Fichi, del Governatore e Botro Stringaio); Bacini di Qurcianella; Torrente Chioma.

Si riportano le Carta di pericolosità idraulica redatta a seguito dell'evento alluvionale del 2017.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 68/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

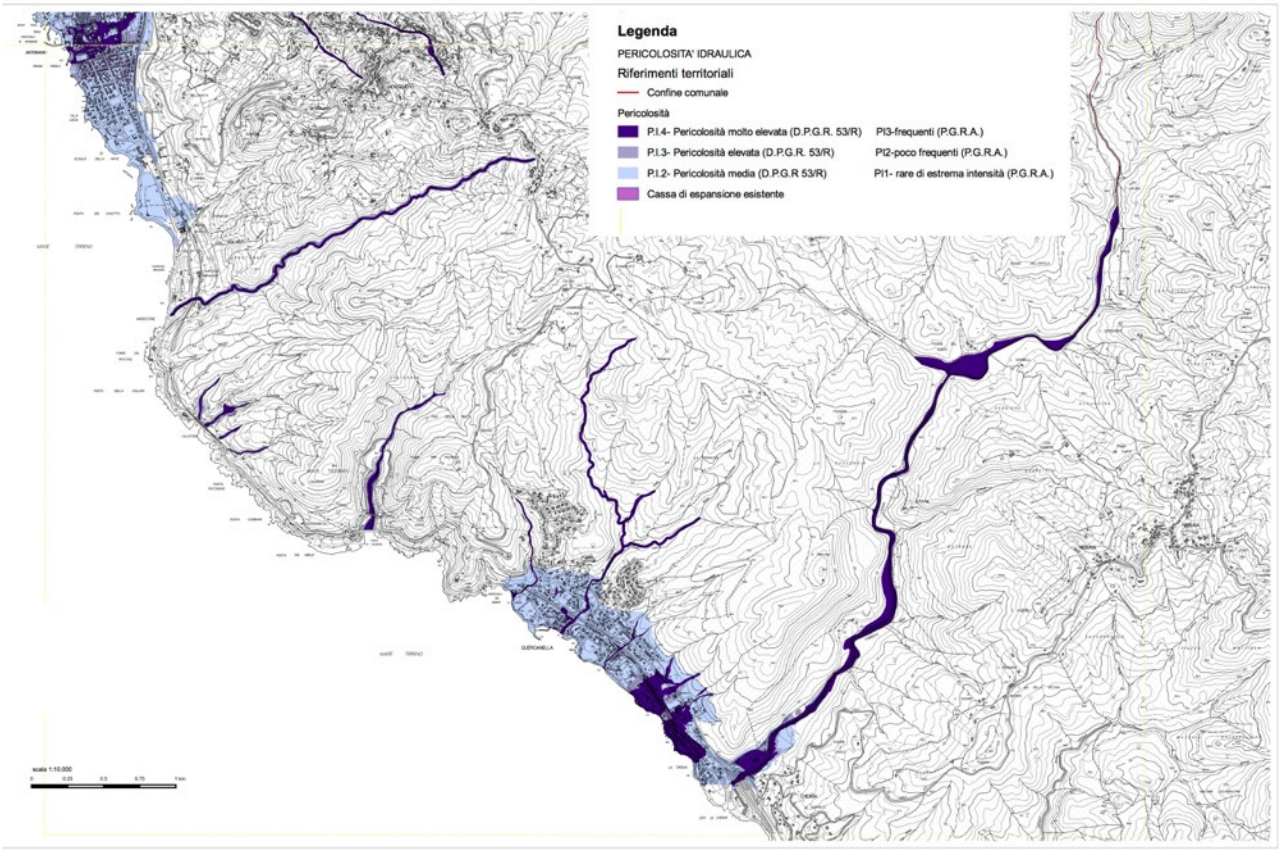


Quadro conoscitivo idraulico del PS2 – Pericolosità idraulica quadro nord



Quadro conoscitivo idraulico del PS2 – Pericolosità idraulica quadro centro

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 69/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020



Quadro conoscitivo idraulico del PS2 – Pericolosità idraulica quadro sud

Indicazioni per le azioni di adattamento

Nel futuro dovranno essere previsti interventi di potenziamento e adeguamento della rete fognaria cittadina di tipo grey o di miglioramento del drenaggio superficiale urbano con soluzioni green.
Numerosi interventi per il ripristino delle strutture distrutte dall'alluvione del 2017 e per la riduzione della pericolosità idraulica sono stati messi in campo sia dal Comune di Livorno che dalla Regione Toscana; alcuni sono già terminati, altri sono in corso e infine alcuni saranno realizzati nei prossimi mesi. Questi interventi sono stati inseriti e descritti tra le azioni di adattamento del Piano locale sviluppato nell'ambito del progetto Adapt e verranno riprese tra le azioni previste nel PAESC..

Le città possono ridurre il rischio di alluvioni riducendo la quantità di acque superficiali che entrano nel sistema di drenaggio riducendo l'impermeabilizzazione del suolo (ad es. con sostituzione dell'asfalto con erba o superfici permeabili), limitando il deflusso dell'acqua del tetto (ad es. attraverso tetti verdi e sistemi di raccolta delle acque piovane), con la costruzione di sistemi di drenaggio sostenibili e stoccaggio temporaneo di acqua piovana in eccesso in stagni o aree normalmente utilizzato per altre funzioni.
Gli edifici nelle aree a rischio alluvioni possono essere adattati attraverso l'elevazione degli ingressi, le finestre protette del seminterrato o le valvole di ritorno su impianti sanitari che impediscono l'ingresso di liquami negli edifici.
La prevenzione del rischio si può esplicare anche attraverso la manutenzione ordinaria delle opere e dei tratti dei corsi d'acqua, la manutenzione delle opere di regimazione delle acque nei terreni agrari, manutenzione e salvaguardia dell'efficienza del reticolo idraulico (naturale e artificiale) nelle aree agricole ecc.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 70/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Indicatori di vulnerabilità ed esposizione agli allagamenti	
Estensione rete fognaria	Km
Popolazione che vive in aree a rischio idraulico (per fascia di età)	%
Lunghezza delle strade in aree a rischio idraulico	Km
Lunghezza delle linee ferroviarie in aree a rischio idraulico	Km
Edifici residenziali localizzati in aree a rischio idraulico	%
Edifici commerciali localizzati in aree a rischio idraulico	%
Edifici industriali localizzati in aree a rischio idraulico	%
Indicatori di capacità di adattamento agli allagamenti	
Interventi di manutenzione ed efficientamento della rete fognaria	Euro
Interventi per la riduzione della pericolosità idraulica	Euro

6.3.5. Vulnerabilità da frana

Per il Comune di Livorno, dal Piano di Protezione Civile risulta che

- le aree che sono classificate in classe di pericolosità geomorfologica molto elevata (ovvero sottoposte a frane, dissesti, etc.) – PFME - ammontano a 3.850 ha. (36,8% dell'intero territorio comunale).
- Le aree classificate in classe di pericolosità geomorfologica elevata – PFE- ammontano a 2.966 ha. (28,3%).

Ciò significa che il 65 % del territorio comunale ricade in una classe di pericolosità geomorfologica almeno elevata. Le aree in frana in cui si rilevano elementi di pericolosità per franosità in atto/quiescente molto elevata ammontano a 8,83 ha., mentre in pericolosità per franosità elevata ammontano a 15,20 ha.

La "*Relazione Geologico-Tecnica (ai sensi DPGRT 53R/2011)*" allegata al nuovo "*Piano Strutturale*" del Comune di Livorno (2019) evidenzia che le zone maggiormente problematiche per dissesti attivi e/o quiescenti si ritrovano in corrispondenza dei medi e alti bacini dei torrenti Maggiore e Ardenza, anche a seguito degli eventi alluvionali del 2017 che hanno accentuato alcuni fenomeni già presenti. Vengono individuate gli ambiti a più significativa criticità:

- Montenero
- Montenero – Castellaccio
- Valle del Rio Ardenza
- Quercianella – Via Falcucci
- Quercianella – sinistra orografica del Botro dell'Albatro
- Quercianella – versanti in destra e sinistra orografica del Fosso del Rogiolo, sino alla confluenza in mare
- Rio Ardenza - parte alta del bacino, in località Molino Novo (destra idraulica del Rio Popogna) e aree limitrofe, sia in destra che in sinistra orografica del Rio Ardenza
- parte alta del bacino del Riomaggiore, in corrispondenza del Fosso delle Mantelline

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 71/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

- Rio Chioma, a monte della foce
- a Est di Montenero, presso il Botro Quarata, a monte della Strada Provinciale
- area pedecollinare, nella parte bassa del Fosso del Querciaio e del Rio Ardenza
- ambito collinare orientale, nei pressi di Torrente Ugione e Rio Paganello

Anche sull'isola di Gorgona sono evidenti i fenomeni di dissesto attivo dovuti alla forte acclività e all'azione dei marosi e all'abbandono del territorio. Le frane infatti sono riconducibili a

- rapido processo di arretramento delle coste aperte nei calcescisti di Punta Gorgona, con le frane di dimensioni maggiori nella costa di ponente, più esposta all'azione demolitrice delle mareggiate;
- abbandono della manutenzione delle numerose opere di terrazzamento eseguite in passato per ottenere delle aree coltivabili;
- erosioni incanalate sulle linee di massima pendenza.

Indicazioni per le azioni di adattamento

Per ridurre il rischio dovuto al dissesto idrogeologico è fondamentale attuare azioni di previsione, prevenzione e mitigazione degli effetti.

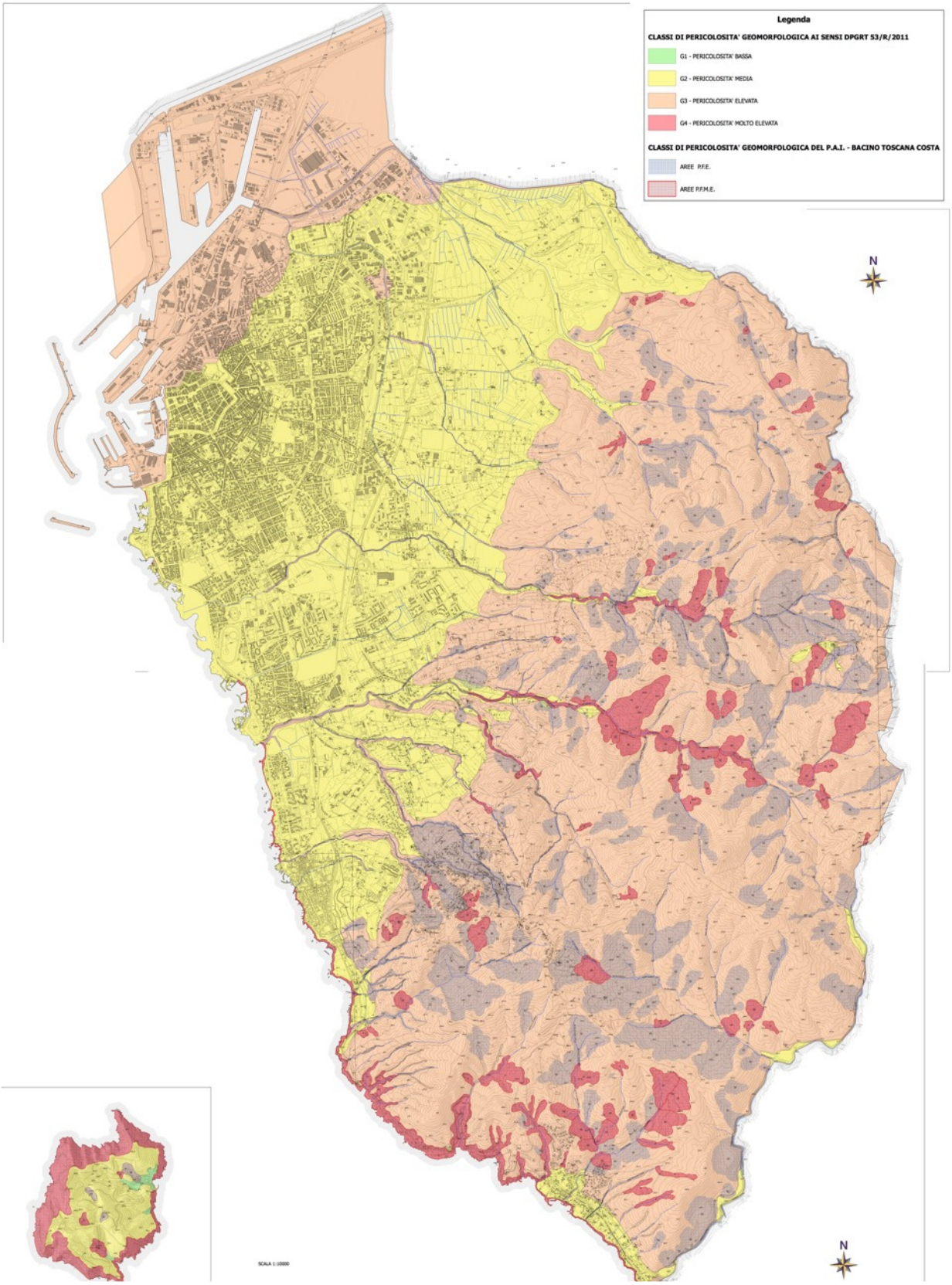
La conoscenza del territorio, l'individuazione e la quantificazione dei rischi, permettono di prevedere eventuali disastri e calamità naturali, con l'obiettivo di ridurre al minimo i possibili effetti collaterali.

È importante pianificare gli interventi di gestione e cura del territorio, inclusa una regolare manutenzione, in parallelo agli interventi programmati concentrati a risolvere situazioni di emergenza o già molto critiche.

È importante controllare lo sviluppo territoriale e urbano in modo da non costruire nuovi edifici in zone a rischio idrogeologico; dove si costruisce, è importante farlo con le modalità e le tecniche costruttive adatte alla conformazione del suolo, delle sue caratteristiche e del rischio ad esso connesso.

Indicatori di vulnerabilità ed esposizione alle frane	
Popolazione che vive in aree a rischio geomorfologico (per fascia di età)	%
Lunghezza delle strade in aree a rischio geomorfologico	Km
Lunghezza delle linee ferroviarie in aree a rischio geomorfologico	Km
Edifici residenziali localizzati in aree a rischio geomorfologico	%
Edifici commerciali localizzati in aree a rischio geomorfologico	%
Edifici industriali localizzati in aree a rischio geomorfologico	%
Indicatori di capacità di adattamento alle frane	
Interventi per la riduzione della pericolosità geomorfologica	Euro

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 72/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020



Pericolosità geomorfologica, Quadro conoscitivo del Piano Strutturale comunale

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 73/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

6.3.6. Vulnerabilità agli incendi

All'interno del territorio di Livorno, l'area delle Colline Livornesi è certamente da considerarsi quella a maggior criticità per quanto attiene il rischio di incendi, e infatti è inserita dalla Regione Toscana nei comprensori territoriali soggetti ad un alto rischio incendi boschivi, espresso in termini di frequenza, vulnerabilità e pericolosità potenziale, per i quali il Piano AIB regionale ha ritenuto prioritario procedere con la predisposizione del piano specifico di prevenzione AIB.

Sia il Piano Comunale della Protezione Civile vigente che il *Piano specifico di prevenzione AIB delle Colline Livornesi* evidenziano che il territorio collinare del Comune di Livorno presenta aree diffusamente urbanizzate ma contigue ed interconnesse a una grande quantità di aree naturali difficilmente controllabili (ad es. le frazioni di Montenero, Castellaccio, Quercianella), quindi con una grande superficie di interfaccia urbano-rurale vulnerabile in caso di incendio.
Nel periodo 1984 – 2017 si sono registrati 95 incendi che hanno coinvolto una superficie totale di 1608 ha (più del 90% a bosco), con una media quindi di quasi 17 ha di superficie percorsa dal fuoco ad ogni evento. Il vento che ha storicamente guidato la maggior parte dei grandi incendi è io maestrale, ma si sono incendi complessi anche con venti di Grecale (NE) e Libeccio (SO), con una rilevanza anche dei regimi delle brezze.

Località	Data	Perimetro (m)	Area totale (ha)
Maroccone-Calafuria	02/08/1990	68.690	1.370,9
Poggio delle Monachine	31/08/2001	4.417	40,9
Castellaccio	11/09/1985	3.554	40,9
Pian della Pineta	21/08/1987	2.516	25,0

Grandi incendi nel Comune di Livorno in ordine decrescente di estensione (fonte: "Piano specifico di prevenzione AIB delle Colline Livornesi", 2019)

Oltre alle criticità climatiche (vento dominante a Maestrale, soprattutto nelle ore centrali delle giornate estive e scarse precipitazioni locali nei periodi ad alto rischio, con un elevato valore dell'Indice di Aridità), il *Piano specifico di prevenzione AIB delle Colline Livornesi* evidenzia anche le vulnerabilità fisiche presenti:

- orografia del territorio con grandi impluvi nella direttrice NE/SO, ortogonale al vento dominante, con pendenze elevate; si possono originare *spotting* anche a grandi distanze e comportamenti del fuoco con vortici e fronti controvento;
- grande continuità di tipi di combustibili critici;
- limitati interventi di gestione forestale dal 1990 in poi (grande incendio) e presenza di molte zone cariche di combustibili fini e medi;
- inaccessibilità di alcuni versanti
- viabilità non adeguata: viabilità ordinaria scarsa in alcuni settori, viabilità forestale spesso chiusa con cancelli e sbarre;
- scarsa efficacia della viabilità / viali parafuoco come difesa passiva e alta possibilità di *spotting* lontani dall'incendio principale;
- punti di acqua scarsi e abbandonati, con necessità di opere di manutenzione straordinaria;
- presenza di moltissime zone di interfaccia, che aumentano l'esposizione della popolazione.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 74/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Le proiezioni dei cambiamenti climatici indicano un aumento della temperatura dell'aria, ondate di calore e periodi di siccità e una diminuzione delle precipitazioni estive, contribuendo ad aumentare la probabilità di accensione e la diffusione del fuoco. Anche i continui cambiamenti nell'uso del territorio intorno a particolari aree o porzioni urbane - l'espansione urbana, che aumenta l'interfaccia urbano-rurale, l'abbandono dei terreni agricoli che causano lo sviluppo di arbusti, piantagioni di alberi - intensificano la vulnerabilità agli incendi.

Indicazioni per le azioni di adattamento

Le azioni per ridurre la pericolosità da rischio incendi riguardano la promozione di un uso sostenibile del suolo e la gestione del paesaggio, attraverso l'agricoltura, l'allevamento e gli interventi forestali, il recupero delle aree marginali, la scelta delle specie piantate nell'interfaccia urbano-rurale, lo sviluppo di economie circolari, la riduzione della vulnerabilità degli ecosistemi forestali e delle zone di interfaccia urbano-foresta, l'individuazione nel territorio punti strategici di gestione dove realizzare adeguati interventi di prevenzione e la creazione di interruzioni di incendio intorno agli insediamenti; l'integrazione della valutazione del rischio incendi boschivi nella pianificazione territoriale, lo sviluppo di una strategia di comunicazione per una responsabilità condivisa a livello istituzionale, sociale, personale del fenomeno incendi boschivi.

In particolare il piano AIB per le Colline Livornesi descrive una serie di interventi di Interventi di gestione forestale già eseguiti e previsti con l'orizzonte temporale del 2019-2029.

Indicatori di vulnerabilità ed esposizione agli incendi	
Popolazione che vive in aree a rischio incendio (per fascia di età)	%
Lunghezza delle strade in aree a rischio incendio	Km
Lunghezza delle linee ferroviarie in aree a rischio incendio	Km
Edifici residenziali localizzati in aree a rischio incendio	%
Edifici commerciali localizzati in aree a rischio incendio	%
Edifici industriali localizzati in aree a rischio incendio	%
Indicatori di capacità di adattamento agli incendi	
Interventi per la riduzione del rischio incendio	Euro

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 75/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

7. Impatti previsti

Il capitolo descrive gli impatti dei singoli eventi climatici estremi sui settori di politica pubblica più rilevanti e individua gli indicatori relativi. L'analisi corrisponde a quella richiesta nello step 4 del processo di RVA per il Comune di Livorno secondo l'approccio IBVA descritto nel capitolo 1.

Come prima passo sono state individuate le relazioni tra eventi meteorologici estremi significativi e settori impattati (Tabella 7.1 1 e 2), per capire quali tipi di impatti descrivere e quantificare, sia sulla base dei nessi causali tra gli eventi (approfonditi anche nella bibliografia disponibile), che del contesto specifico del Comune di Livorno (considerato come rischio climatico e vulnerabilità ed esposizione).

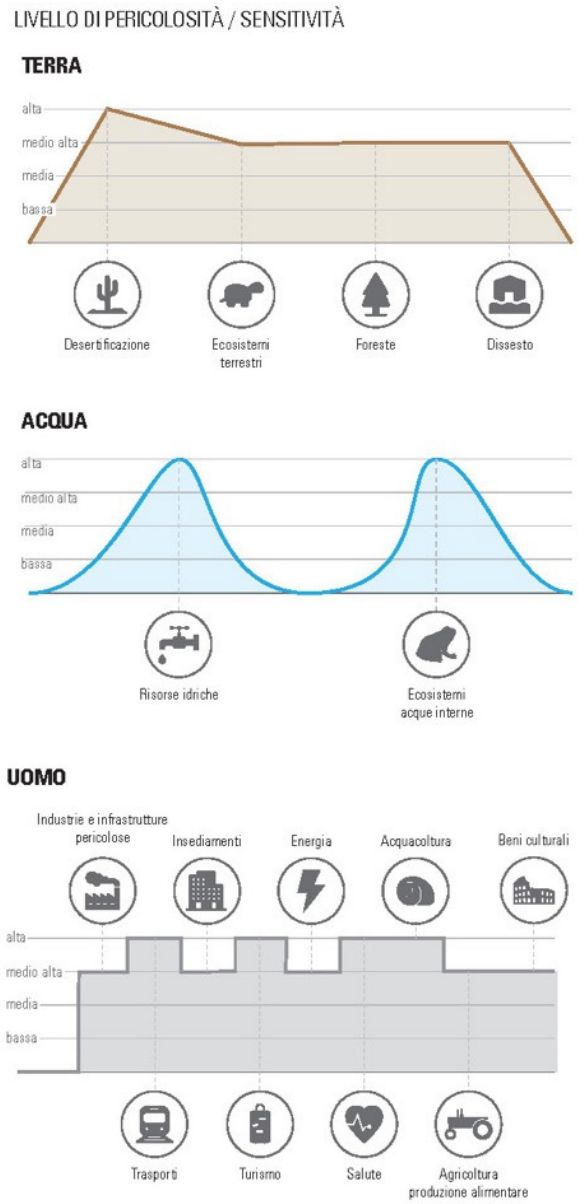


Figura 7.1 Livello di pericolosità e sensitività per la regione climatica del Comune di Livorno (Fonte: PNACC)

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 76/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Caldo estremo	Precipitazioni estreme	Inondazioni	Siccità	Frane	Incendi
Tessuto edificato	Scarso confort termico nel patrimonio edificato più vecchio		Danni agli edifici residenziali, produttivi e strategici Danni al patrimonio storico-culturale		Danni agli edifici residenziali, produttivi e strategici Danni al patrimonio storico-culturale	Danni agli edifici residenziali, produttivi e strategici Danni al patrimonio storico-culturale
Energia e reti impiantistiche	Surriscaldamento urbano e aumento del consumo energetico estivo Aumento rischi blackout elettrico Riduzione domanda di energia invernale	Danni alle reti	Danni alle reti		Danni alle reti	
Trasporti		Disagi nella circolazione	Danni alle infrastrutture Disagi nella circolazione		Danni alle infrastrutture Disagi nella circolazione	
Acqua	Maggiore domanda acqua per usi idropotabili Qualità delle acque interne e marine	Pressione sui sistemi di smaltimento e depurazione	Pressione sui sistemi di smaltimento e depurazione	Riduzione della disponibilità di acqua		
Aria	Peggioramento della qualità dell'aria					Inquinamento atmosferico temporaneo

Tabella 7.1 Impatti per settore – 1

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 77/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Caldo estremo	Precipitazioni estreme	Inondazioni	Siccità	Frane	Incendi
Protezione civile	Coinvolgimento in situazioni di emergenza				Coinvolgimento in situazioni di emergenza	
Pianificazione del territorio – uso del suolo	Aumento della porzione di territorio in condizioni di vulnerabilità Variazione di aree verdi e ombreggiate Aumento della connessione delle aree verdi tra loro	Aumento delle superfici permeabili	Aumento della porzione di territorio in condizioni di vulnerabilità Aumento delle superfici permeabili	Aumento della porzione di territorio in condizioni di vulnerabilità		
Ambiente e biodiversità	Alterazione degli ecosistemi terrestri e marini Aumento di specie aliene Diffusione di nuove patologie			Alterazione degli ecosistemi		Distruzione di ecosistemi
Agricoltura e silvicoltura	Alterazione delle rese agricole	Danni alle colture		Alterazione delle rese agricole Danni alle colture	Danni alle colture	Distruzione di aree coltivate
Salute	Aumento delle patologie clima-sensibili Aggravamento di condizioni preesistenti, disidratazione e colpo di calore Disagio fisico e psichico Aumento ricoveri ospedalieri		Feriti e morti		Feriti e morti	

Tabella 7.2 Impatti per settore - 2

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 78/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

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

Tabella 7.3 Riepilogo degli impatti per settore

Nei paragrafi successivi vengono quindi analizzati gli impatti per settore in modo più approfondito; il risultato è comunque riassunto nella Tabella 7.3.

Le azioni di adattamento individuate dovranno essere indirizzate a conoscere meglio e a circoscrivere gli impatti ritenuti probabili, ed in secondo luogo possibili, con entità alta, e in secondo luogo moderata

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 79/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

7.1. Tessuto edificato

Gli impatti sul tessuto edificato condizionano la qualità della vita di tutti, coinvolti come residenti o come imprenditori o lavoratori, o beneficiari di servizi essenziali o come turisti nella fruizione del patrimonio storico culturale. Gli eventi climatici estremi spesso danneggiano o rendono poco confortevole il patrimonio edilizio pubblico e privato comunale.

	Tipo di impatto	Probabilità dell'impatto	Entità dell'impatto	Orizzonte temporale	Indicatori di impatto	U.di misura
Caldo estremo	Scarso confort termico nel patrimonio edificato più vecchio	Possibile	Moderato	Breve termine	edifici (pubblici / residenziali / terziari) riqualificati con migliori prestazioni estive	%
Inondazioni	Danni agli edifici residenziali, produttivi e strategici	Possibile	Non prevedibile	Breve termine	edifici (pubblici / residenziali / terziari) o monumenti danneggiati da eventi alluvionali	n./anno
	Danni al patrimonio storico-culturale	Possibile	Non prevedibile	Breve termine		
Frane	Danni agli edifici residenziali, produttivi e strategici	Possibile	Alto	Breve termine	edifici (pubblici / residenziali / terziari) o monumenti danneggiati da frane	n./anno
	Danni al patrimonio storico-culturale	Possibile	Alto	Breve termine		
Incendi	Danni agli edifici residenziali, produttivi e strategici	Possibile	Alto	Breve termine	edifici (pubblici / residenziali / terziari) o monumenti danneggiati da incendi	n./anno
	Danni al patrimonio storico-culturale	Possibile	Alto	Breve termine		
Valutazione globale impatto sul tessuto edificato		Possibile	Alto	Breve termine		

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 80/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

7.2. Energia e reti impiantistiche

Il settore energetico viene impattato in modi diversi dagli eventi climatici estremi.
Il caldo estremo causa certamente un aumento del consumo energetico estivo, mentre gli altri fenomeni estremi possono provocare veri e propri danneggiamenti alle reti di entità da modesta a molto gravi.

	Tipo di impatto	**Probabilità dell'impatto (improbabile, possibile, probabile, non prevedibile)**	**Entità dell'impatto (basso, moderato, alto, non prevedibile)**	**Orizzonte temporale (in corso, breve termine, medio termine, lungo termine, sconosciuto)**	**Indicatori di impatto**	**U.di misura**
Caldo estremo	Surriscaldamento urbano e aumento del consumo energetico estivo	Probabile	Alto	In corso	Consumi elettrici mensili	KWh / mese
	Aumento rischi blackout elettrico	Improbabile	Alto	A medio termine		
	Riduzione domanda di energia invernale	Probabile	Moderato	A medio termine		
Precipitazioni estreme	Danni alle reti	Possibile	Basso	In corso	Infrastrutture danneggiate da condizioni / eventi meteorologici estremi	n./anno
Inondazioni			Moderato	In corso		
Frane			Moderato	In corso	Infrastrutture riqualificate per aumentare la loro resilienza	n./anno
Incendi			Alto	In corso		
Valutazione globale impatto sull'energia e le reti		Probabile	Moderato	In corso		

7.3. Trasporti

L'entità degli impatti sul sistema di trasporto possono essere molto modesti (disagi alla circolazione) o molto gravi (danneggiamento di strade principali o secondarie con chiusura prolungata per ripristino).

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 81/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Tipo di impatto	Probabilità dell'impatto	Entità dell'impatto	Orizzonte temporale	Indicatori di impatto	U.di misura
Precipitazioni estreme	Disagi nella circolazione	Probabile	Basso	In corso	Infrastrutture di trasporto danneggiate da condizioni / eventi meteorologici estremi	n./anno
Inondazioni	Disagi nella circolazione	Probabile	Moderato	In corso		
	Danni alle infrastrutture	Improbabile	Alto	In corso		
Frane	Disagi nella circolazione	Probabile	Moderato	In corso		
	Danni alle infrastrutture	Possibile	Alto	In corso	Infrastrutture di trasporto riqualificate per aumentare la loro resilienza	n./anno
Incendi	Disagi nella circolazione	Probabile	Moderato	Breve termine		
	Danni alle infrastrutture	Possibile	Alto	Breve termine		
Valutazione globale impatto sul sistema dei trasporti		Probabile	Moderato	In corso		

7.4. Acqua

Il cambiamento climatico globale sta interessando in modo crescente sia le acque interne (quantità e qualità) sia l'ambiente marino (ecosistemi), interagendo con altri stressori di origine antropica (*multiple stressors*) determinando effetti sinergici, con conseguenze di difficile previsione.
Sulle risorse idriche i fenomeni determinati dal cambiamento climatico individuati dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) riguardano:

- la qualità delle risorse idriche: parametri fisici (es. temperatura, pH, torbidità, stratificazione termica) e chimici (es .concentrazione di nutrienti, sostanza organica, ossigeno disciolto, metalli pesanti)
- conseguenze a cascata su caratteristiche biologiche ed ecologiche (es. concentrazione di fitoplancton, composizione e struttura delle comunità).

Sull'ambiente marino i fenomeni determinati dal cambiamento climatico individuati dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) riguardano:

- aumento delle temperature superficiali,
- stratificazione più marcata e profonda delle masse d'acqua, con mortalità massive di organismi bentonici e possibile riduzione della connessione tra ambienti profondi e costieri,
- alterazione dei cicli biogeochimici associati a un cambiamento nel metabolismo microbico,
- cambiamenti delle reti trofiche
- cambiamento nella struttura e distribuzione di comunità planctoniche e bentoniche;
- alterazione della fenologia di specie animali e vegetali con aumento della loro vulnerabilità e dei tassi di estinzione;
- alterazione della distribuzione e degli effetti dei contaminanti e dei loro impatti;
- l'instaurarsi di condizioni favorevoli all'ingresso di specie non indigene,
- aumento di fenomeni epidemiologici associati a crescita della componente microbica.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 82/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Tipo di impatto	Probabilità dell'impatto	Entità dell'impatto	Orizzonte temporale	Indicatori di impatto	U. di misura
Caldo estremo	Maggiore domanda acqua	Probabile	Basso	In corso	Consumi di acqua mensili	Mc/ mese
	Qualità acque marine	Probabile	moderato	In corso	Parametri fisici e chimici (T, pH, torbidità, stratificazione termica, concentrazione di nutrienti, sostanza organica, ossigeno disciolto, metalli pesanti…)	
	Qualità acque interne	Probabile	moderato	In corso		
Precipitazioni estreme	Pressione sui sistemi di smaltimento	Probabile	Alto	In corso		
Inondazioni						
Siccità	Riduzione della disponibilità di acqua	Improbabile	Basso	In corso	Stato campi pozzi	
Valutazione globale impatto sull'acqua		Probabile	Moderato	In corso		

7.5. Aria

Pur non avendo una comprensione completa di come il cambiamento climatico potrebbe influire sulla qualità dell'aria e viceversa, alcune ricerche indicano che questo rapporto potrebbe essere più forte di quanto ritenuto in precedenza; anche il Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico (IPPC) prevede per il futuro una diminuzione della qualità dell'aria nelle città dovuta al cambiamento climatico.
In particolare più luce solare e temperature più elevate potrebbero prolungare i periodi di tempo durante i quali i livelli di ozono sono elevati, e aggravarne ulteriormente i picchi di concentrazione.
L'ozono troposferico (O3) è un inquinante secondario che si forma attraverso processi fotochimici in presenza di inquinanti precursori quali gli ossidi d'azoto e i composti organici volatili. Dopo il particolato, l'ozono è l'inquinante atmosferico che, per tossicità e per i livelli di concentrazione che possono essere raggiunti, incide maggiormente sulla salute umana. Può causare seri problemi anche all'ecosistema, all'agricoltura e ai beni materiali.
L'ozono è uno degli inquinanti considerati critici per la qualità dell'aria in Toscana. Anche nel 2019 si è confermata la criticità del rispetto per il valore obiettivo per la protezione della popolazione (numero massimo di superamenti/anno del valore di 120 µg/m3 riferito alla media mobile di 8 ore, espresso come media negli ultimi tre anni pari a 25); infatti il parametro come media triennale è stato superato in 8 stazioni su 10. La situazione si è confermata critica per tutte le zone toscane, in particolare per quelle interne. Nel 2019 si sono verificati alcuni sporadici episodi di superamento della soglia di attenzione (media oraria di ozono pari a 180 µg/m3) presso le stazioni di FI-Settignano (10), PT-Montale (1) e LU-Carignano (2), mentre non si sono verificati superamenti della soglia di allarme (media oraria di ozono pari a 240 µg/m3).
Il periodo aprile – settembre è considerato il più rilevante ai fini dell'esposizione della popolazione. Un recente studio di ISPRA non ha individuato evidenti trend in atto di aumento né di diminuzione delle concentrazioni di ozono nelle aree metropolitane italiane, al contrario di quanto sta

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 83/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

avvenendo per altri inquinanti monitorati, quali PM10 e NO2. L'EEA prevede che i futuri cambiamenti climatici aumenteranno le concentrazioni di ozono, con un aumento entro i 5 µg / m3 entro la metà del secolo; è sperabile che l'aumento dovuto ai cambiamenti climatici sia compensato dalle riduzioni dei livelli di ozono dovute alle riduzioni pianificate delle emissioni future.

	Tipo di impatto sull'aria	**Probabilità dell'impatto**	**Entità dell'impatto**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di impatto**	**U.di misura**
Caldo estremo	Peggioramento della qualità dell'aria	Non prevedibile	Moderato	A lungo termine	valore obiettivo per la protezione della salute umana	µg/m^3
					valore obiettivo per la protezione della vegetazione	µg/m^3
Valutazione globale impatto sull'aria		Non prevedibile	Moderato	A lungo termine		

7.6. Protezione civile

Il sistema della protezione civile è necessariamente coinvolto in situazioni di emergenza più frequenti e intense con l'intensificarsi dei fenomeni climatici estremi.

	Tipo di impatto	**Probabilità dell'impatto**	**Entità dell'impatto**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di impatto**	**U.di misura**
Caldo estremo	Coinvolgimento in situazioni di emergenza	Probabile	Basso	In corso	Allerte/anno per tipo di evento	N./anno
Precipitazioni estreme		Possibile	Moderato	Breve termine		
Inondazioni		Non prevedibile	Alto	Medio termine		
Frane		Possibile	Moderato	Medio termine		
Incendi		Possibile	Alto	Medio termine		
Valutazione globale impatto sul sistema di protezione civile		Possibile	Moderato	Medio termine		

7.7. Pianificazione del territorio

La pianificazione del territorio ha un doppio ruolo fondamentale: da una parte deve prendere consapevolezza e porre rimedio alle vulnerabilità in atto, dall'altro può efficacemente mettere in atto strategie di adattamento fondamentali come l'aumento di superfici verdi e permeabili.

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 84/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Tipo di impatto	Probabilità dell'impatto	Entità dell'impatto	Orizzonte temporale	Indicatori di impatto	U.di misura
Caldo estremo	Aumento della porzione di territorio in condizioni di vulnerabilità	Probabile	Alto	Breve termine	Variazione territorio in condizioni di vulnerabilità	%
	Variazione di aree verdi e ombreggiate	Non prevedibile	Alto	Medio termine	Aree verdi sul totale del territorio	%
	Aumento della connessione delle aree verdi tra loro	Non prevedibile	Alto	Medio termine	Aree verdi connesse / aree verdi totali	%
Precipitazioni estreme	Variazione delle superfici permeabili	Probabile	Alto	Medio termine	Superfici permeabili / superfici totali	%
Inondazioni						
	Variazione della porzione di territorio in condizioni di vulnerabilità	Probabile	Alto	Medio termine	Aree grigie / blu / verdi colpite da condizioni / eventi meteorologici estremi	%
Siccità		Probabile	Basso	Lungo termine		
Frane		Probabile	Alto	Medio termine		
Incendi		Probabile	Moderato	Medio termine		
Valutazione globale impatto sulla pianificazione del territorio		Probabile	Alto	Medio termine		

7.8. Ambiente e biodiversità

	Tipo di impatto	Probabilità dell'impatto	Entità dell'impatto	Orizzonte temporale	Indicatori di impatto	U. di misura
Caldo estremo	Alterazione degli ecosistemi terrestri e marini	possibile	moderato	A medio termine	Alterazioni descritte	N. ed entità
	Aumento di specie aliene	probabile	moderato	In corso	N. specie aliene censite	
	Diffusione di nuove patologie	Non prevedibile	Non prevedibile	sconosciuto	Patologie descritte	N. ed entità
Siccità	Alterazione degli ecosistemi	possibile	moderato	A medio termine	Alterazioni descritte	N. ed entità
Frane		possibile	alto	Medio termine	Alterazioni descritte	N. ed entità

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 85/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Incendi	Distruzione di ecosistemi	probabile	alto	Medio termine	Tipologie ecosistemi distrutti	Tipologia ed estensione
Valutazione globale impatto su ambiente e biodiversità		Possibile	Alto	Medio termine		

7.9. Agricoltura e silvicoltura

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

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	Foraggere
189	160	42	73	184	10	287

La relazione agronomica "Note sull'agricoltura" allegata nuovo Piano Strutturale del dott. Roberto Branchetti analizza le serie storiche dimostrando che l'agricoltura professionale nel Comune di Livorno è in preoccupante flessione; le cause sono individuate nella bassa redditività del settore che ha spinto le aziende prossime alla città ad attivare processi di riconversione, nella continua espansione della città verso la collina, nello sviluppo di micro-lottizzazioni di appezzamenti per il tempo libero in vaste aree periurbane (con grave danno al paesaggio rurale, all'agricoltura professionale e, in alcuni casi, alla regimazione delle acque superficiali).
Una presenza significativa dell'agricoltura livornese è rappresentata dalle coltivazioni in serra (orticoltura e florovivaismo di piante ornamentali), mentre l'allevamento del bestiame è quasi scomparso dal territorio comunale.
L'ultima testimonianza di un'agricoltura tradizionale, dove si riscontra l'efficienza del binomio coltivazioni/allevamenti, seppure messa in discussione nelle modalità e nella prestazioni ambientali, sopravvive oggi, in forza al regime carcerario vigente, nell'Isola di Gorgona.
Branchetti sottolinea che "*è opinione diffusa che l'agricoltura nel Comune di Livorno abbia un ruolo marginale. Se dal un punto di vista economico ed occupazionale ciò può esser vero (il contributo fornito dall'agricoltura al PIL livornese è trascurabile e solo l'1,08% degli occupati nel Comune di Livorno lavora nel settore), di certo non lo è se si considerano le varie funzioni di cui il territorio rurale è portatore in termini di qualità paesistica e di memoria collettiva, di potenzialità economica e attrattiva turistica, di benessere e d'identità*". Dato che a livello comunale la funzione economico-

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 86/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

produttiva dall'agricoltura sta progressivamente perdendo peso e ciò può compromettere altre importanti funzioni (sociale, paesaggistica, ecosistemica e di presidio del territorio) che il comparto da sempre svolge, è necessario porre molta attenzione alle dinamiche meteo-climatiche che potrebbero ulteriormente indebolire il comparto.

	Tipo di impatto	**Probabilità dell'impatto**	**Entità dell'impatto**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di impatto**	**U. di misura**
Caldo estremo	Alterazione delle rese agricole	Probabile	Basso	Breve termine		
Precipitazioni estreme	Danni alle colture	Probabile	Moderato	In corso	Danni al fatturato delle imprese agricole	Euro
Siccità	Alterazione delle rese agricole	Probabile	Moderato	In corso		
	Danni alle colture	Probabile	Moderato	In corso		
Frane	Danni alle colture	Possibile	Basso	Medio termine	Estensione colture danneggiate	ha
Incendi	Distruzione di aree coltivate	Possibile	Moderato	Medio termine		
Valutazione globale impatto su agricoltura e silvicoltura		Possibile	Basso	Medio termine		

7.10. Salute

Mentre Alluvioni, frane, incendi possono provocare feriti e morti, per quanto riguarda le ondate di calore l'analisi degli impatti sulla salute è più complessa; il Ministero della Salute ha prodotto nel 2006 e aggiorna periodicamente delle "Linee guida per preparare piani di sorveglianza e risposta verso gli effetti sulla salute di ondate di calore anomalo".

	Tipo di impatto	**Probabilità dell'impatto**	**Entità dell'impatto**	**Orizzonte temporale**	**Indicatori di impatto**	**U. di misura**
Caldo estremo	Aumento delle patologie clima-sensibili (allergie; difficoltà respiratore…) Aggravamento di condizioni preesistenti Disidratazione e colpo di calore	Probabile	Moderato	In corso	Andamento dei ricoveri ospedalieri mensili (per causa)	N./mese
	Disagio fisico e	Probabile	Alto			

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 87/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	psichico					
	Aumento ricoveri ospedalieri	Probabile	Alto			
Inondazioni	Feriti e morti	Possibile	Moderato	In corso	N. feriti N. morti	
Frane		Possibile	Moderato	Breve termine		
Incendi	Feriti/intossicati e morti	Possibile	Moderato	Breve termine	N. feriti N. intossicati N. morti	
Valutazione globale impatto sulla salute		Probabile	Moderato	In corso		

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 88/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

8. Sintesi dei risultati dell'analisi

1.1. Pericolosità

	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	

Tabella 8.1 Pericolosità da eventi climatici estremi

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 89/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

1.2. Vulnerabilità

Indicatore di vulnerabilità climatica	Unità di misura
Andamento mensile delle temperature massime	°C – T max media mensile
Andamento mensile delle temperature minime	°C – T min media mensile
Andamento mensile delle precipitazioni	mm pioggia mensile
Numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 25°C	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con temperatura minima maggiore di 20°C	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera inferiore ai 0°C	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con precipitazione maggiore o uguale a 10 mm	Numero di giorni all'anno
Numero di giorni all'anno con precipitazione maggiore o uguale a 20 mm	Numero di giorni all'anno
Numero consecutivo di giorni senza precipitazioni	Numero di giorni all'anno

Tabella 8.2 Indicatore di vulnerabilità climatica

Indicatori di vulnerabilità socio-economica	Unità di misura
Andamento della popolazione per fascia di età	Numero di abitanti per fascia di età
Tasso di natalità	‰
Tasso di mortalità	‰
Tasso migratorio	‰
Densità di popolazione	Abitanti a Kmq (per sezioni di censimento)
Indice di dipendenza anziani	
Numero di persone che vivono da sole (per fascia di età, soprattutto anziani)	Numero o %
Contribuenti IRPEF con reddito complessivo inferiore a 10.000 euro (per 100 contribuenti IRPEF)	Numero o %
Fatturato generato per settore	Euro
Numero di addetti per settore	Numero

Tabella 8.3 Indicatori di vulnerabilità socio-economica

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 90/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Indicatori di vulnerabilità, esposizione e capacità di adattamento fisica		Unità di misura
Alte temperature	Densità edilizia (Superficie coperta/superficie totale) per sezione di censimento	%
	Densità abitativa per sezione di censimento	Abitanti/Kmq
	Stato di conservazione dell'edificato	qualitativo
	% di aree con uso del suolo a foreste/verde urbano	%
	Compattezza insediativa, misurata come suolo occupato da edifici su totale suolo	Kmq/Kmq
	% di aree protette	%
Precipitazioni estreme	Densità edilizia (Superficie coperta/superficie totale) per sezione di censimento	%
	Densità abitativa per sezione di censimento	Abitanti/Kmq
	Superfici verdi / superficie totale	%
	Superficie impermeabilizzata nell'area urbana e su tutto il territorio (indicatore di consumo di suolo)	Kmq/Kmq
Siccità	Superficie agricola irrigua sul totale (uso del suolo)	%
	Numero di aziende agricole	N.
	Consumi idrici annui per settore	Mc/anno
	Interventi di risparmio idrico sulla rete acquedottistica	Euro
Allagamenti	Estensione rete fognaria	Km
	Popolazione che vive in aree a rischio idraulico (per fascia di età)	%
	Lunghezza delle strade in aree a rischio idraulico	Km
	Lunghezza delle linee ferroviarie in aree a rischio idraulico	Km
	Edifici residenziali localizzati in aree a rischio idraulico	%
	Edifici commerciali localizzati in aree a rischio idraulico	%
	Edifici industriali localizzati in aree a rischio idraulico	%
	Interventi di manutenzione ed efficientamento della rete fognaria	Euro
	Interventi per la riduzione della pericolosità idraulica	Euro
Frane	Popolazione che vive in aree a rischio geomorfologico (per fascia di età)	%

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 91/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

	Lunghezza delle strade in aree a rischio geomorfologico	Km
	Lunghezza delle linee ferroviarie in aree a rischio geomorfologico	Km
	Edifici residenziali localizzati in aree a rischio geomorfologico	%
	Edifici commerciali localizzati in aree a rischio geomorfologico	%
	Edifici industriali localizzati in aree a rischio geomorfologico	%
	Interventi per la riduzione della pericolosità geomorfologica	Euro
Incendi	Popolazione che vive in aree a rischio incendio (per fascia di età)	%
	Lunghezza delle strade in aree a rischio incendio	Km
	Lunghezza delle linee ferroviarie in aree a rischio incendio	Km
	Edifici residenziali localizzati in aree a rischio incendio	%
	Edifici commerciali localizzati in aree a rischio incendio	%
	Edifici industriali localizzati in aree a rischio incendio	%
	Interventi per la riduzione del rischio incendio	Euro

Tabella 8.4 Indicatori di vulnerabilità fisica

1.3. Impatti

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

Tabella 8.5 Valutazione degli impatti gloibali per settore

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 92/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Indicatori di impatto per settore		U.di misura
Tessuto edificato	edifici (pubblici / residenziali / terziari) riqualificati con migliori prestazioni estive	%
	edifici (pubblici / residenziali / terziari) o monumenti danneggiati da eventi alluvionali	n./anno
	edifici (pubblici / residenziali / terziari) o monumenti danneggiati da frane	n./anno
	edifici (pubblici / residenziali / terziari) o monumenti danneggiati da incendi	n./anno
Sistema dei trasporti	Infrastrutture di trasporto danneggiate da condizioni / eventi meteorologici estremi	n./anno
	Infrastrutture di trasporto riqualificate per aumentare la loro resilienza	n./anno
Energia e reti	Consumi elettrici mensili	KWh / mese
	Infrastrutture danneggiate da condizioni / eventi meteorologici estremi	n./anno
	Infrastrutture riqualificate per aumentare la loro resilienza	n./anno
Acqua	Consumi di acqua mensili	Mc/ mese
	Parametri fisici e chimici (T, pH, torbidità, stratificazione termica, nutrienti, sostanza organica, ossigeno disciolto, metalli pesanti…)	
	Stato campi pozzi	
Aria	valore obiettivo ozono per la protezione della salute umana	µg/m3
	valore obiettivo ozono per la protezione della vegetazione	µg/m3
Protezione civile	Allerte/anno per tipo di evento	N./anno
Pianificazione del territorio	Variazione territorio in condizioni di vulnerabilità	%
	Aree verdi sul totale del territorio	%
	Aree verdi connesse / aree verdi totali	%
	Superfici permeabili / superfici totali	%
	Aree grigie / blu / verdi colpite da condizioni / eventi meteorologici estremi	%
Ambiente e biodiversità	Alterazioni descritte	N. ed entità
	N. specie aliene censite	
	Patologie descritte	N. ed entità
	Alterazioni descritte	N. ed entità
	Alterazioni descritte	N. ed entità
	Tipologie ecosistemi distrutti	Tipologia ed estensione
Agricoltura e silvicoltura	Danni al fatturato delle imprese agricole	Euro
	Estensione colture danneggiate	ha
Salute	Andamento dei ricoveri ospedalieri mensili (per causa)	N./mese
	Feriti, intossicati, morti	N.

Tabella 8.6 Indicatori di impatto per settore

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 93/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

9. Bibliografia

Linee guida JRC

- *Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)', Part 1 - The SECAP process, step-by-step towards low carbon and climate resilient cities by 2030,* Joint Research Center, European Union, 2018
- *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
- *Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)' PART 3 – Policies, key actions, good practices for mitigation and adaptation to climate change and Financing SECAP(s),* Joint Research Center, European Union, 2018

Piani nazionali e locali

- *Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici,* MATTM, 2014
- *Analisi della normativa comunitaria e nazionale rilevante per gli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici,* Rapporto tecnico---giuridico della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, MATTM, 2014
- *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, MATTM, 2014

- *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici PNACC,* Centro euro-mediterraneo sui cambiamenti climatici, 2017 – con allegati, in particolare
  - *Allegato tecnico-scientifico: analisi della condizione climatica attuale e futura*
  - *Allegato tecnico-scientifico: impatti, vulnerabilità e azioni di adattamento settoriali*

- *Documento Unico di Programmazione 2020-2022*, Comune di Livorno, Direzione Generale, Ufficio Programmazione, controllo di gestione e contabilità analitica
- *PS2 – Piano Strutturale del Comune di Livorno*, approvato con D.C.C n. 75 del 07.04.2019.
- *Piano AIB 2019-2021,* Regione Toscana, Settore Forestazione. Usi civici. Agroambiente (a cura di), 2019
- *Piano specifico di prevenzione AIB delle Colline Livornesi*, D.R.E.AM. Italia e RDM progetti, in collaborazione con l'Unione Montana delle Colline Metallifere e Regione Toscana, 2019.
- *Piano Comunale di Protezione Civile*, Comune di Livorno, approvato dal Consiglio Comunale con Delibera C.C. n. 143 del 16.11.2011.
- *Aggiornamento dello stato delle conoscenze del Piano Comunale di Protezione Civile*, Comune di Livorno, approvato con delibera di Giunta Comunale n.800 del 21-11-2019
- *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) del Comune di Livorno – Quadro conoscitivo* approvato con deliberazione di Giunta Comunale n. 988 del 19.12.2018, TPS Pro, 2018
- Progetto ADAPT - Piano locale di adattamento ai cambiamenti climatici per il rischio alluvioni del Comune di Livorno, Comune di Livorno, 2020
- Progetto ADAPT - PROFILO CLIMATICO LOCALE del Comune di Livorno, CNR-Ibimet, 2019
- Piano Regolatore del Porto di Livorno, Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno Settentrionale, 2013
- *Dossier del Dibattito Pubblico Regionale sui progetti di sviluppo dell'area portuale,* AdSP MTS, 2016

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 94/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Pubblicazioni tematiche

- *Planning for Adaptation to Climate Change - Guidelines for Municipalities*, F. Giordano, A. Capriolo, R. A. Mascolo (Guidelines coordination, ISPRA), 2015
- *Guide to Climate Change Adaptation in Cities,* The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2011
- *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 An indicator-based report,* EEA Report No 1/2017, European Environment Agency, 2017
- *Linee guida per preparare piani di sorveglianza e risposta verso gli effetti sulla salute di ondate di calore anomalo*, Ministero della Salute, Direzione Generale Prevenzione Sanitaria Centro Nazionale Prevenzione e Controllo Malattie, 2006 e successive modifiche
- *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Edizione 2018.* ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2018
- *Inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici*, in Qualità dell'ambiente urbano – XIV Rapporto ISPRA Stato dell'Ambiente, ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2018
- *Linee guida sugli indicatori di siccità e scarsità idrica da utilizzare nelle attività degli osservatori permanenti per gli utilizzi idrici, stato attuale e prospettive future*, Stefano Mariani (ISPRA), Giovanni Braca (ISPRA), Emanuele Romano (IRSA-CNR), Barbara Lastoria (ISPRA), e Martina Bussettini (ISPRA), con il supporto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione generale per la salvaguardia del territorio e delle acque, degli Osservatori permanenti per gli utilizzi idrici, del Dipartimento della Protezione Civile, dell'Istituto Nazionale di Statistica e del Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, 2018
- *Sea level change along the italian coast during the holocene and projections for the future*, Lambeck, Antonioli, Anzidei, Ferrant, Leoni, Scicchitano, Silenzi, in Quaternary International, 2011
- *Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities,* Carlos Tapiaa, Beñat Abajoa, Efren Feliua, Maddalen Mendizabala, José Antonio Martineza, J. German Fernándeza, Txomin Laburua, Adelaida Lejarazua, in Ecological Indicators 78 (2017) 142–155, 2017

Documento con Contrassegno Elettronico - Pag 95/96 - 20/11/2020 13:59:58 - Delibera di Consiglio N.197/2020 - Data 13/11/2020

Contrassegno Elettronico

TIPO QR Code

IMPRONTA (SHA-256): d436051d1db62dd90e68d48bd8931995faef3b53bafd7b792454582d0b6f657b

Firme digitali presenti nel documento originale

LEONARDO GONNELLI

Dati contenuti all'interno del Contrassegno Elettronico

Delibera di Consiglio N.197/2020
Data: 13/11/2020
Oggetto: APPROVAZIONE DEL PIANO DI AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE E IL CLIMA – PAESC - □ E CONTESTUALE AGGIORNAMENTO DEL PAES.

Ai sensi dell'articolo 23-ter, comma 5, del D.Lgs. 82/2005, le informazioni e gli elementi contenuti nel contrassegno generato elettronicamente sono idonei ai fini della verifica della corrispondenza al documento amministrativo informatico originale. Si precisa altresì che il documento amministrativo informatico originale da cui la copia analogica è tratta è stato prodotto dall'amministrazione ed è contenuto nel contrassegno.

URL: http://www.timbro-digitale.it/GetDocument/GDOCController?qrc=b43b401f176c7b0f_p7m&auth=1

ID: b43b401f176c7b0f