

4. DESCRIZIONE DELLO STATO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

Il quadro conoscitivo dello stato ambientale di riferimento, redatto in questa sede nel puntuale rispetto dei contenuti richiesti dall'ALLEGATO V – Criteri per la verifica di assoggettabilità, di cui all'art. 19 del D.Lgs 152/2006 e ss. mm. e ii., è stato acquisito mediante la caratterizzazione delle matrici ambientali biotiche, abiotiche ed antropiche, potenzialmente interferite dalle azioni di progetto degli interventi proposti, sia nella relativa fase di costruzione, che di esercizio. La caratterizzazione è stata in primo luogo preceduta dalla definizione, per ciascuna componente ambientale rilevante ai fini dell'analisi d'impatto, del relativo ambito di studio.

4.1. DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO

L'ambito territoriale di riferimento può essere inteso sia come il sito specifico ove si prevede sia localizzato l'intervento, sia come l'area vasta interagente con la costruzione e l'esercizio dell'opera in progetto.

Per entrambi i contesti occorre definire lo stato dell'ambiente e valutare i possibili ambiti di ricaduta dei potenziali impatti indotti dalle azioni di progetto nei confronti di ciascuna componente ambientale studiata.

L'ambito territoriale di studio, utilizzato per la caratterizzazione di ogni singola matrice ambientale, è stato definito in modo del tutto specifico e peculiare per ogni componente; questo per consentire la migliore e più attendibile acquisizione dei dati quali-quantitativi di riferimento a cui rapportare le attività di analisi, valutazione e stima dei potenziali impatti, sia in fase di cantierizzazione, che di esercizio.

Di seguito si riporta un quadro riepilogativo, ove, per ciascuna componente ambientale interagente con le azioni di progetto, viene sinteticamente descritto l'ambito territoriale di riferimento a cui sono state rapportate le analisi utili alla caratterizzazione dello stato ante-operam.

	COMPONENTE	AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO
A	CLIMA E CAMBIAMENTI CLIMATICI	L'ambito territoriale di riferimento per le analisi e per la definizione dello stato di fatto della componente clima e cambiamenti climatici comprende una prima valutazione complessiva a carattere nazionale, regionale ed un approfondimento alla scala di area urbana della Spezia .
B	ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA	L'ambito territoriale di riferimento per le analisi e per la definizione dello stato di fatto della componente atmosfera e qualità dell'aria comprende l'area portuale e il sistema ricettore in affaccio sul porto .
C	RUMORE	L'ambito territoriale di riferimento per le analisi e per la definizione dello stato di fatto della componente rumore comprende il primo fronte edificato in affaccio sul nuovo Molo Crociere e sulle principali viabilità interessate dall'intervento .
D	VIBRAZIONI	La fenomenologia tipica della componente vibrazionale presenta un rapido decadimento dei livelli di impatto in funzione della distanza. In assenza di sorgenti emissive di particolare rilievo, la definizione dell'ambito di studio è limitata al primo fronte edificato in affaccio sul nuovo Molo Crociere e sulle principali viabilità interessate dall'intervento .
E	CAMPI ELETTROMAGNETICI	I sopralluoghi alle aree di studio finalizzati al riscontro delle attuali sorgenti di CEM presenti sul territorio, unitamente alla verifica degli elementi progettuali riferibili alle emissioni di campi elettromagnetici, hanno indirizzato verso la scelta di limitare l'ambito di studio al primo fronte edificato in affaccio diretto sul nuovo Molo Crociere .
F	INQUINAMENTO LUMINOSO	La caratterizzazione degli attuali livelli di illuminazione notturna ha riguardato il primo fronte edificato affacciato sulle aree

	COMPONENTE	AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO
		portuali . Le variazioni dei livelli di illuminazione che potranno essere determinate dall'attuazione del progetto del nuovo Molo Crociere determineranno effetti riferibili sempre al primo fronte edificato esistente
G	FATTORI ABIOTICI (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee)	Lo studio e l'analisi dello stato del suolo e sottosuolo e delle acque superficiali e sotterranee ha riguardato l' ambito territoriale afferente al Golfo della Spezia .
H	AMBIENTE IDRICO ED ECOLOGIA MARINA	Lo studio e l'analisi dell'ambiente idrico e dell'ecologia marina ha riguardato l' ambito territoriale afferente al Golfo della Spezia .
I	PAESAGGIO NATURALE ED ANTROPICO	Lo studio e l'analisi dello stato del paesaggio naturale ed antropico ha riguardato l' ambito territoriale afferente al Golfo della Spezia e più in dettaglio l'area di progetto, ove ricadono gli interventi per la realizzazione del nuovo del Molo Crociere e di riqualificazione funzionale e architettonica delle aree prospicienti il bacino stesso, ricomprese tra la calata Paita ed il Molo Garibaldi .
L	ARCHEOLOGIA	Lo studio e l'analisi dello stato dell'archeologia ha riguardato l' ambito territoriale afferente al Golfo della Spezia e più in dettaglio l'area di progetto, ove ricadono gli interventi per la realizzazione del nuovo del Molo Crociere e di riqualificazione funzionale e architettonica delle aree prospicienti il bacino stesso, ricomprese tra la calata Paita ed il Molo Garibaldi .
M	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	Lo studio e l'analisi del quadro della salute e del benessere dell'uomo ha riguardato, a seconda della natura dei dati consultati, l'ambito territoriale della Regione Liguria, Provincia della Spezia e in alcuni casi del Comune della Spezia .
N	DINAMICHE DEMOGRAFICHE, SISTEMA SOCIO-ECONOMICO E BENI MATERIALI	Lo studio e l'analisi del quadro relativo al sistema insediativo e alle condizioni socio-economiche ha riguardato, a seconda della natura dei dati consultati, l'ambito territoriale della Regione Liguria, Provincia della Spezia e in alcuni casi del Comune della Spezia .

4.2. CLIMA E CAMBIAMENTI CLIMATICI

4.2.1. Premessa

I cambiamenti climatici rappresentano un fenomeno attuale. Soprattutto nel corso degli ultimi anni si è assistito ad una ampia convergenza scientifica sulla valutazione di tale fenomeno e dei suoi impatti. L'ultimo rapporto di valutazione del gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) afferma che il riscaldamento globale è ormai inequivocabilmente in atto. A supporto di questa tesi porta una molteplicità di evidenze, quali il riscaldamento della superficie terrestre, degli oceani e della troposfera, l'innalzamento del livello globale del mare e la riduzione dei ghiacciai continentali e marini.

In Italia questi cambiamenti climatici hanno già evidenziato la vulnerabilità e fragilità geologica e idrologica del nostro territorio e manifestato altresì effetti negativi in diversi settori produttivi, tra i quali i più sensibili sono il settore turistico, quello energetico e della sanità.

Nel presente capitolo viene analizzato il clima che caratterizza l'ambito di studio e la sua evoluzione come documentata dai principali studi nazionali ed internazionali.

4.2.2. Inquadramento meteorologico

La città di La Spezia grazie alla sua posizione geografica gode di un clima di tipo temperato caldo e nello specifico di tipo mediterraneo. Gli inverni risultano miti per la funzione mitigatrice del mare mentre le estati sono moderatamente calde.

Di seguito si presentano i dati termo-pluvio-anemometrici rilevati dalla centralina più vicina all'area di studio afferente alla rete Arpal (**Figura 4-1**). Nella stessa figura sono localizzate la stazione meteorologica dell'ISPRA e il punto 21002 del data set meteorologico LAMA.

In **Figura 4-2** è riportato il profilo delle temperature medie mensili calcolato nell'intervallo 2004-2016, compreso nel campo di variabilità 10-30 °C e con massimo nel mese di luglio.



FIGURA 4-1 POSIZIONE STAZIONI METEO OGGETTO DI ANALISI

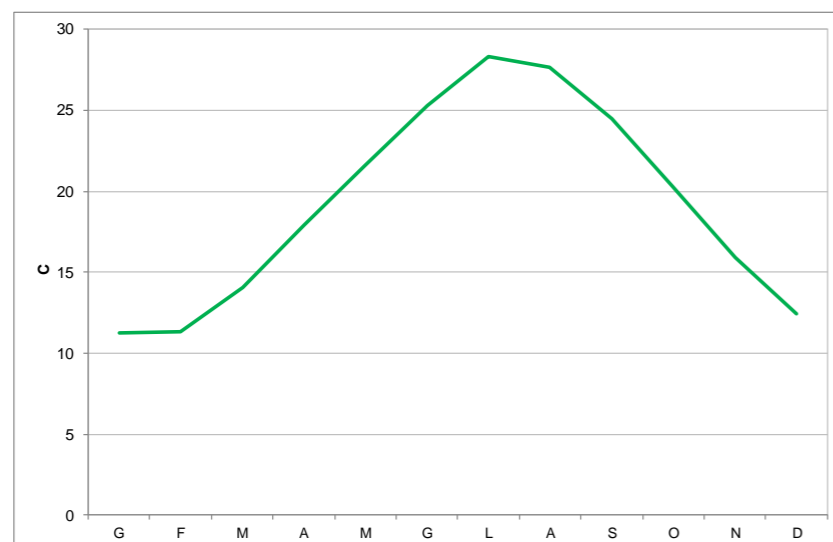


FIGURA 4-2 TEMPERATURE MEDIE MENSILI (2004-2016)

Dal punto di vista pluviometrico l'andamento delle precipitazioni è tipico del clima mediterraneo con una maggiore concentrazione delle piogge in autunno/inverno: in **Figura 4-3** sono riportate le precipitazioni mensili rilevate negli anni 2004-2016 dalla centralina Arpal dalla quale emerge chiaramente, al netto di alcune anomalie, l'andamento pluviometrico sopradescritto. La precipitazione media mensile misurata nello stesso intervallo temporale (**Figura 4-4**) mostra con ancora maggiore evidenza il picco autunnale delle precipitazioni.

Combinando i dati termici con quelli udometrici è possibile costruire alcuni tipi di diagrammi climatici, capaci di riassumere le componenti climatiche termo-pluviometriche della stazione. Nella **Figura 4-5** viene riportato il diagramma di Bagnouls e Gausson, dove la curva delle precipitazioni ha scala doppia rispetto a quella delle temperature (2 mm = 1 °C), calcolato considerando i dati termo-pluviometrici registrati alla centralina Arpal nel periodo 2004-2016. Il diagramma evidenzia la presenza di un periodo di aridità, tipico del clima mediterraneo, tra giugno e settembre in cui la curva delle precipitazioni si trova al di sotto di quella delle temperature.

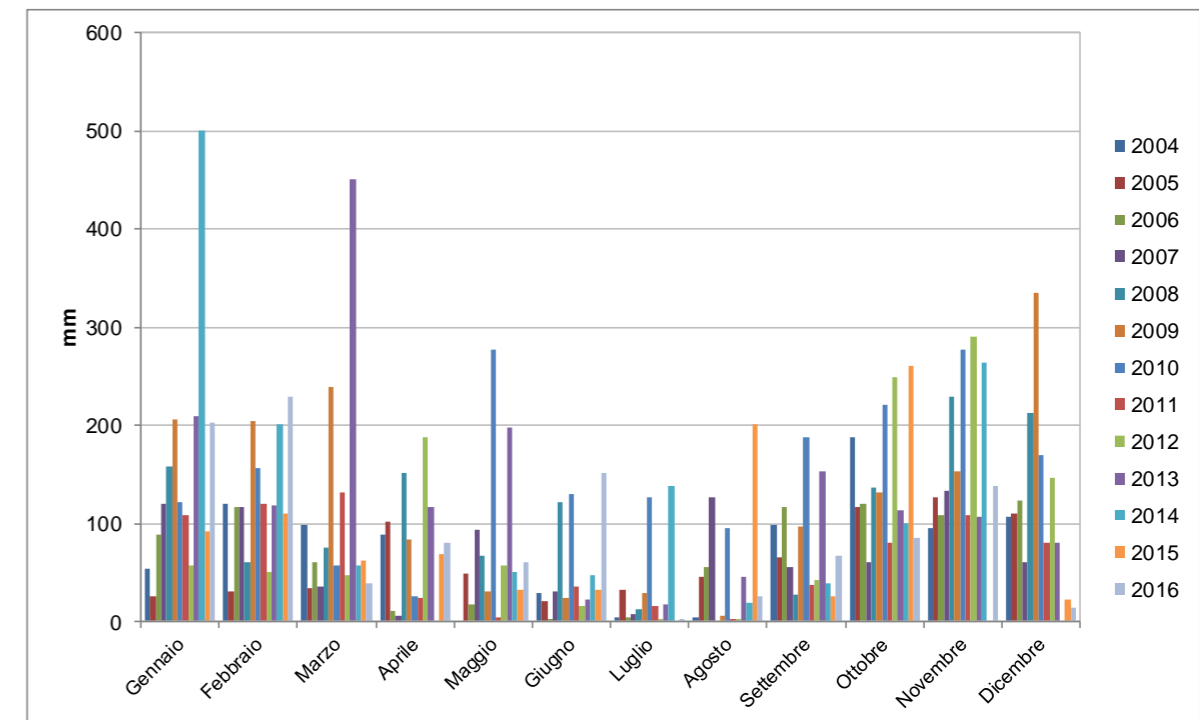


FIGURA 4-3 PRECIPITAZIONI CUMULATE MENSILI (2004+2016)

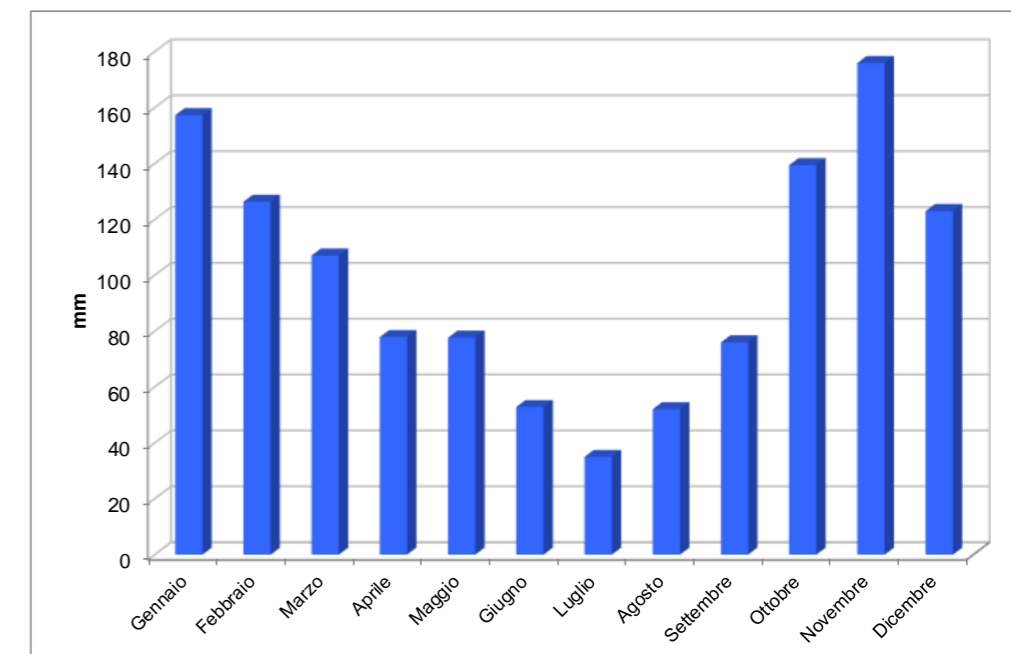


FIGURA 4-4 PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI (2004+2016)

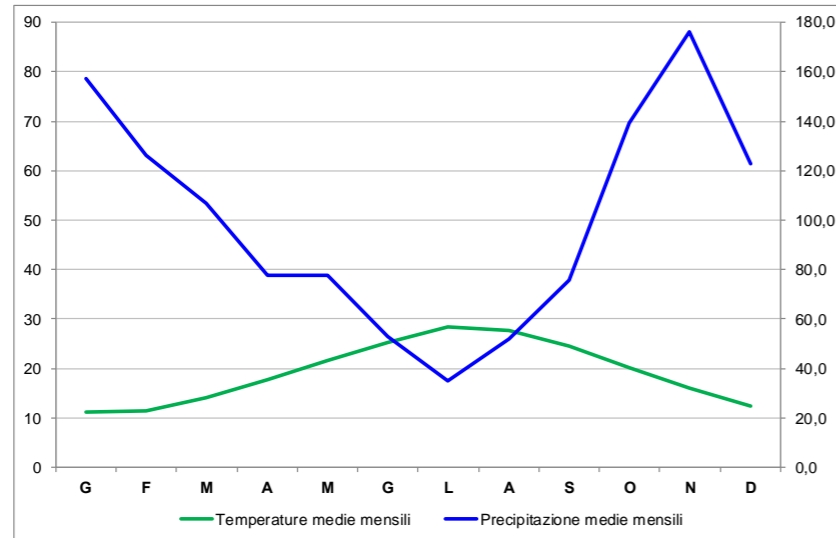


FIGURA 4-5 DIAGRAMMA DI BAGNOULS E GAUSSEN (2004 – 2016)

Ad integrazione delle precedenti informazioni si riporta quanto contenuto nell'Atlante Meteorologico della Liguria predisposto a cura di Arpal dove vengono fornite le condizioni climatiche medie, calcolate come medie nel cinquantennio 1961-2010, in relazione ai parametri temperatura e precipitazioni. Vengono inoltre illustrati i cambiamenti climatici occorsi nel tempo, oggetto di specifici approfondimenti nel **paragrafo 4.2.8**.

Le mappe contenute nelle figure successive evidenziano per l'area di la Spezia una precipitazione cumulata media intorno ai 1500-1600 mm/anno, un numero di giorni piovosi pari a circa 85-90 e una intensità di pioggia giornaliera intorno ai 15-16 mm/giorno.

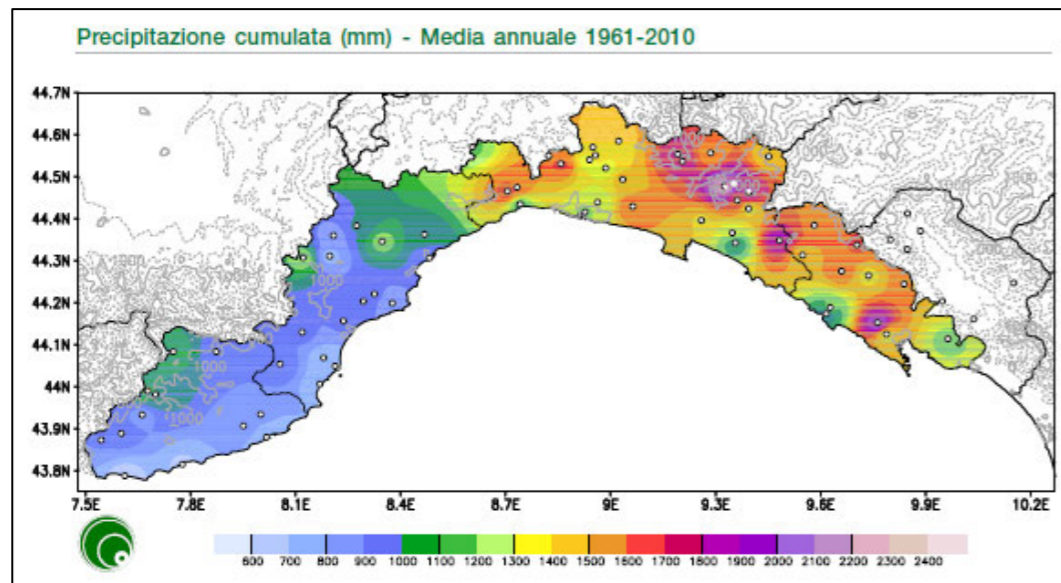


FIGURA 4-6 PRECIPITAZIONE CUMULATA (MM) - MEDIA ANNUALE 1961-2010 (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

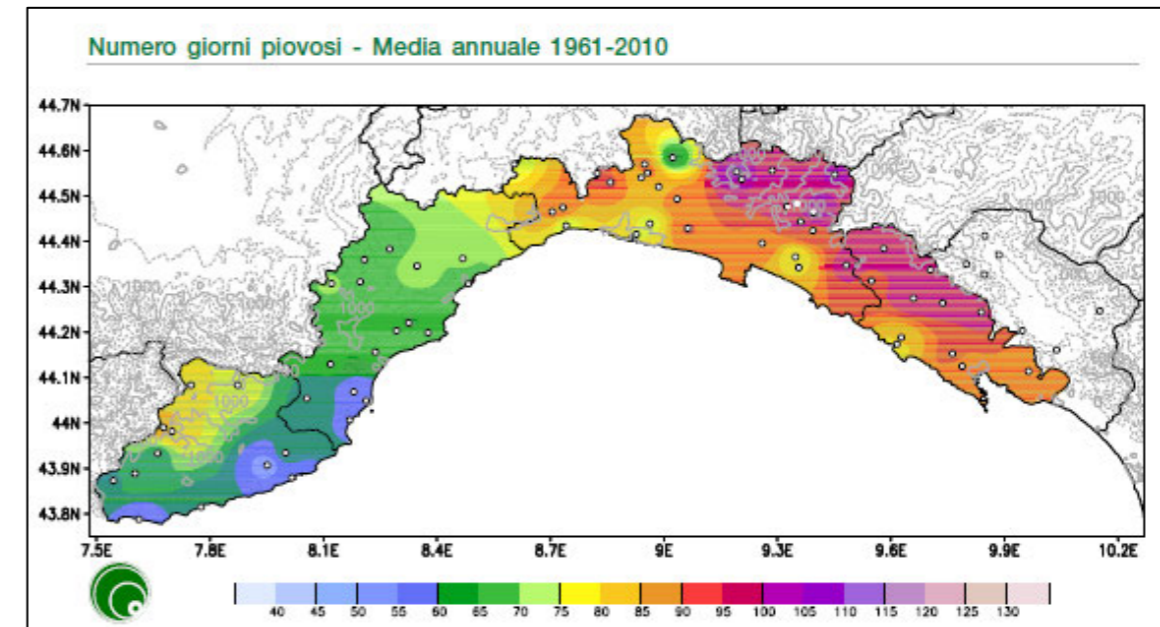


FIGURA 4-7 NUMERO DI GIORNI PIOVOSI- MEDIA ANNUALE 1961-2010 (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

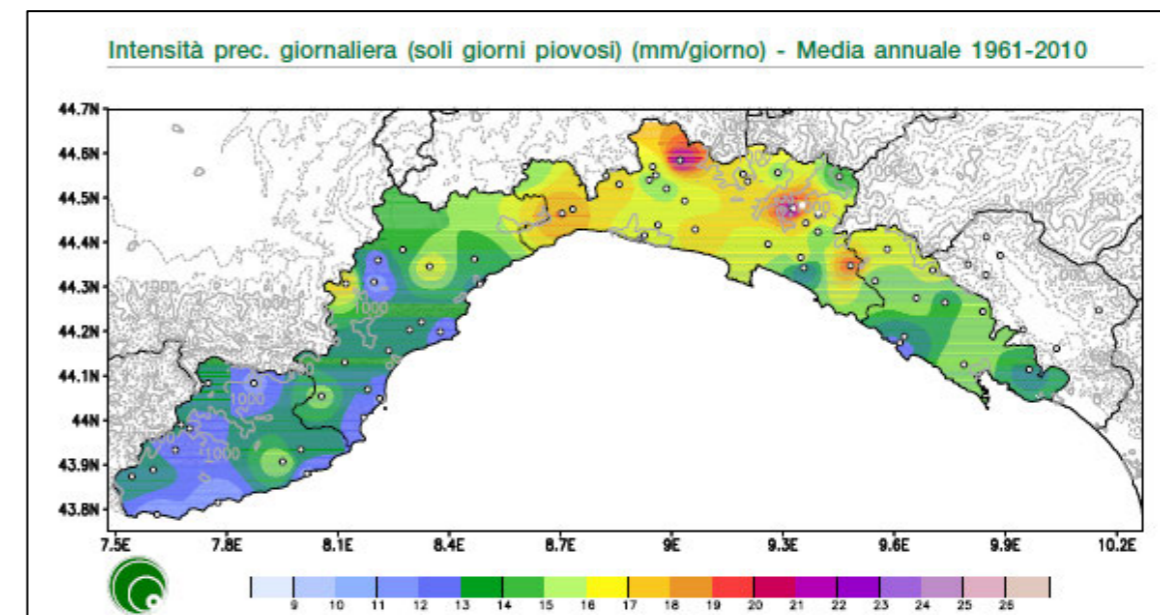


FIGURA 4-8 INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE GIORNALIERA - MEDIA ANNUALE 1961-2010 (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

Molto importante è valutare il regime anemometrico caratteristico di un'area in ragione del ruolo fondamentale che svolge nella dispersione degli inquinanti. In questo studio sono stati analizzati due set di dati relativi al triennio 2011-2013 per valutare i venti tipici dell'area oggetto di indagine. I dati provengono sia dalla centralina ISPRA che da quella ARPAL (Figura 4-10).

Nelle figure successive sono riportati i risultati delle analisi effettuate dalle quali emerge chiaramente una direzionalità preferenziale di provenienza dei settori NNE e SSE. Inoltre è stata eseguita un'analisi differenziale giorno/notte per verificare i fenomeni di brezza. Il giorno e la notte sono stati calcolati in base alla tabella delle efemeridi della Spezia (<http://www.aopa.it/default.asp>).

L'analisi ha confermato un comportamento anemologico tipico delle brezze con un cambiamento di direzione tra il giorno e la notte. In entrambi i casi infatti durante il giorno è stata osservata una direzionalità preferenziale del settore SSE indicando appunto la presenza di brezze di mare. Durante la notte aumentano i venti provenienti da Nord-Est con una piccolissima percentuale di venti provenienti da Sud.

Inoltre l'analisi comparata della direzione e velocità del vento ha messo in luce come i venti contraddistinti dalla maggior velocità (≈ 4 m/s per la centralina ISPRA) siano quelli provenienti da sud (ESE-OSO) la cui frequenza è maggiore nelle ore diurne. Nelle ore notturne la velocità dei venti provenienti dal medesimo settore (ESE-OSO) aumenta raggiungendo una media di quasi 6 m/s, sempre per la centralina ISPRA. Tuttavia si sottolinea come i venti provenienti da questo settore nelle ore notturne siano molto minori in frequenza. I dati della centralina Arpal confermano il medesimo comportamento.

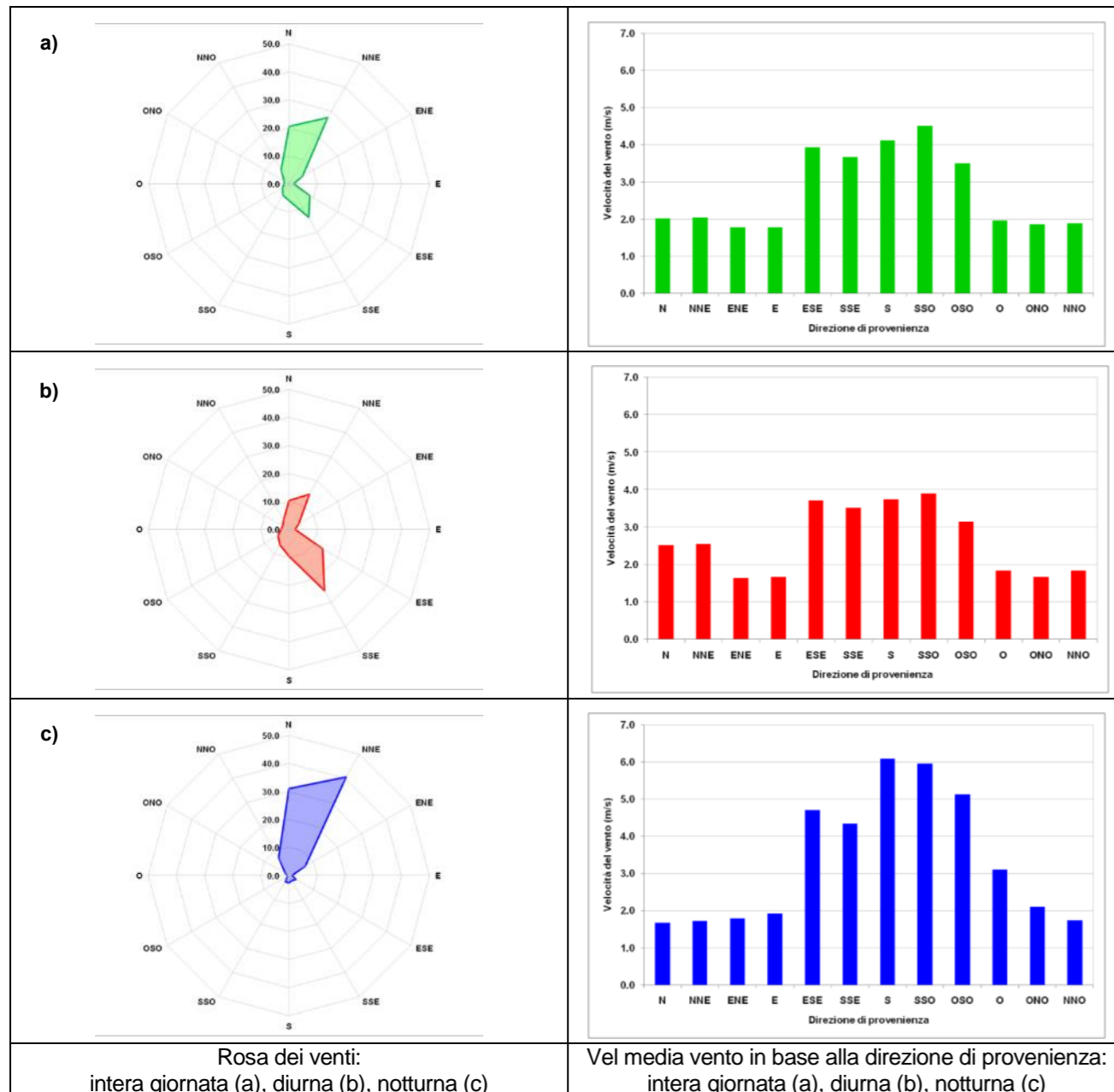
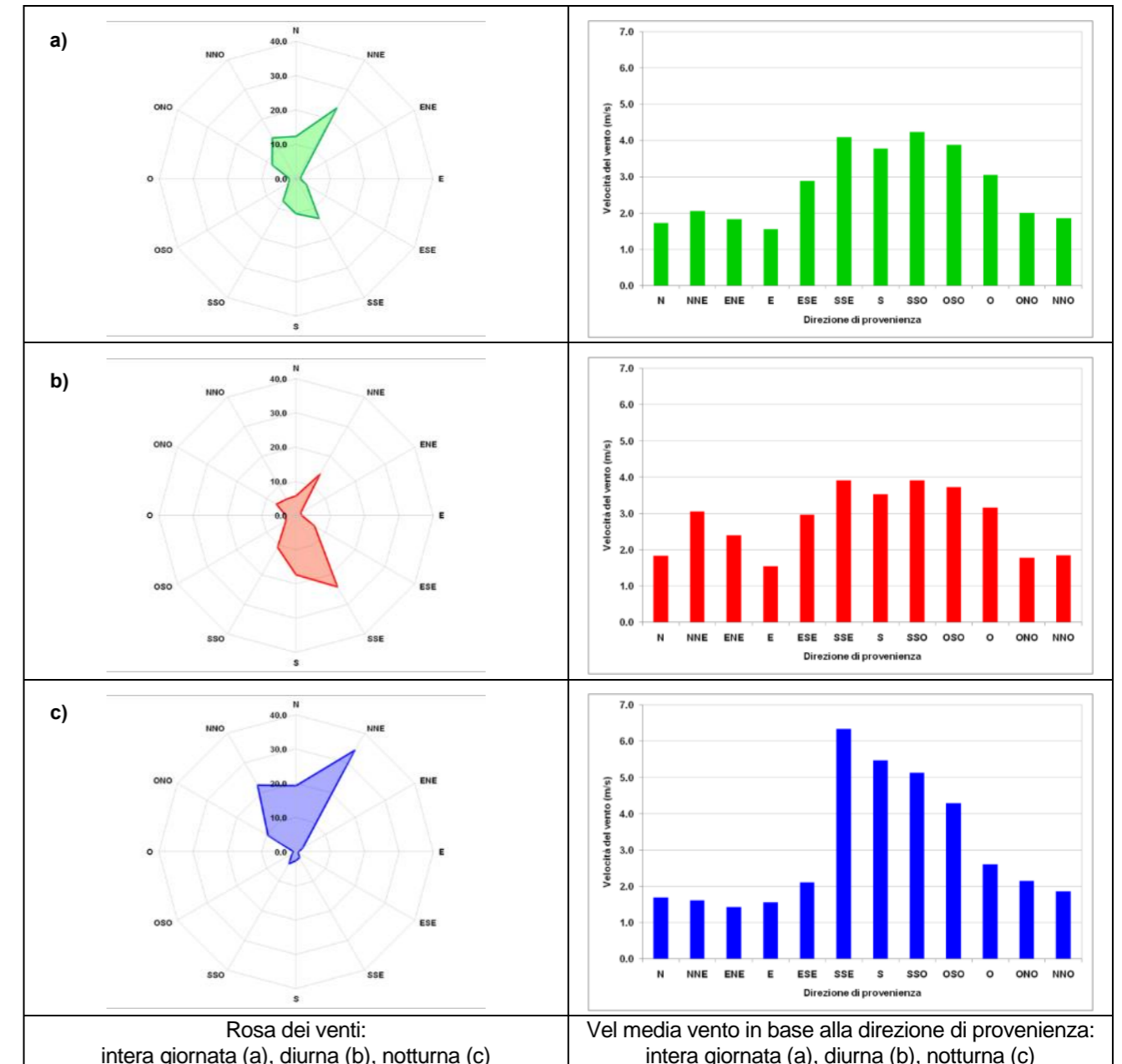


FIGURA 4-9- ANALISI DIREZIONE E VELOCITÀ DEI VENTI (CENTRALINA ISPRA)



Rosa dei venti:
intera giornata (a), diurna (b), notturna (c)

Vel media vento in base alla direzione di provenienza:
intera giornata (a), diurna (b), notturna (c)

Figura 4-10 - Analisi direzione e velocità dei venti (centralina ARPAL)

Infine, l'analisi della frequenza delle velocità del vento (Figura 11) evidenzia valori massimi nell'intervallo 1÷4 m/s che, in base alla scala di Beaufort, sono definiti di "brezza leggera" (1.6-3.4 m/s) e di "brezza tesa" (3.4-5.4 m/s). È interessante notare come nelle ore notturne, in entrambi i casi, ma soprattutto nella centralina ISPRA, aumentino i venti con velocità tipiche della brezza leggera (1÷2 m/s).

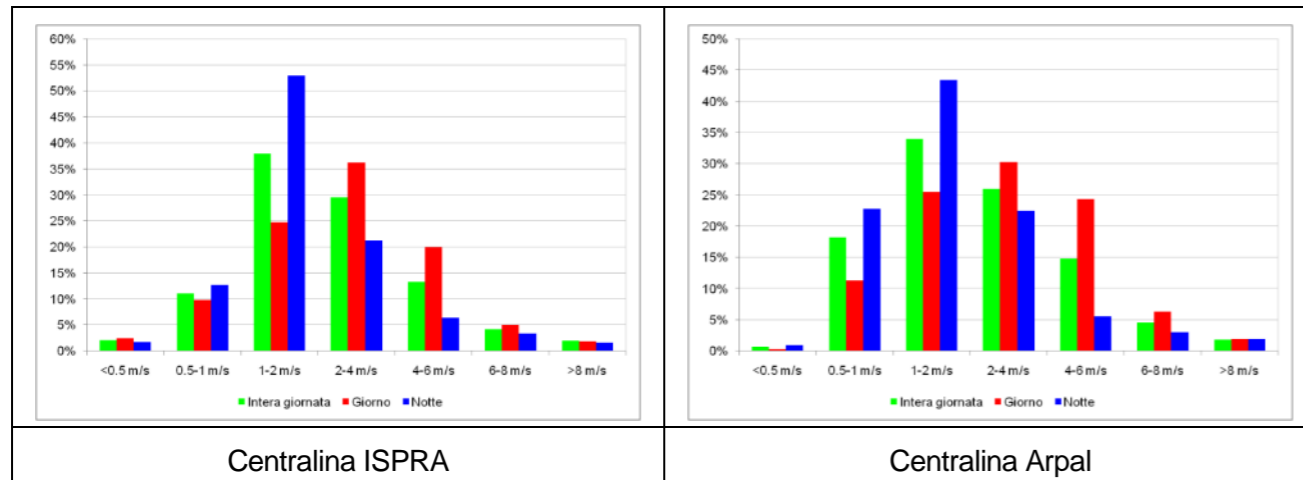


Figura 4-11 - Analisi delle frequenze di velocità del vento

4.2.3. Ricostruzione campi di vento: dataset LAMA Servizio IdroMeteoClima della Regione Emilia Romagna

Ulteriori informazioni in merito alle caratteristiche meteorologiche dell'area di studio, a compendio di quanto descritto nei precedenti capitoli, sono state ricavate dall'analisi dei dataset Servizio IdroMeteoClima della Regione Emilia Romagna. I suddetti dati, prodotti attraverso simulazione modellistica di scala ampia, forniscono i parametri necessari all'implementazione dei modelli di simulazione dell'inquinamento atmosferico. L'ARPA-SIM è in grado di fornire dati provenienti da due Dataset indipendenti:

- CALMET-SIM: prodotto utilizzando il post-processore meteorologico CALMET; copre il Nord Italia e ha dati a partire dal 1/1/2000;
- LAMA: prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell); copre tutta l'Italia e ha dati a partire dal 1/4/2003.

Nello specifico la serie di dati utilizzati riguarda il data set LAMA, l'anno 2015 e il punto della griglia di calcolo 21002, più vicino all'ambito di studio (cfr. **Figura 4-1**). Sono nel seguito sintetizzati in forma grafica i principali parametri meteorologici forniti dal modello:

- andamento della temperatura oraria in gradi Kelvin (**Figura 4-12**);
- distribuzione delle classi di stabilità atmosferica, annuale e stagionale (**Figura 4-13**);
- altezza di rimescolamento [m] (**Figura 4-14**);
- classi di velocità del vento (**Figura 4-15**);
- rosa del vento stagionale (**Figura 4-16**);
- radiazione solare oraria media stagionale (**Figura 4-17**).

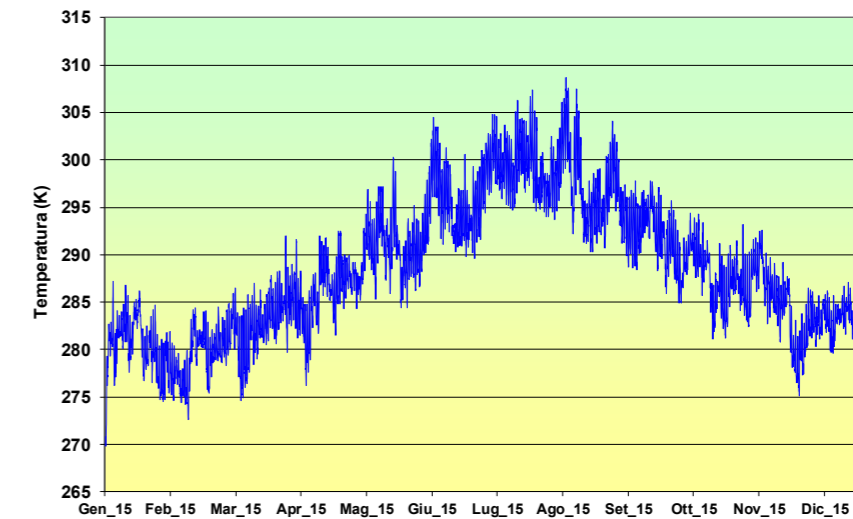


FIGURA 4-12 TEMPERATURA ORARIA

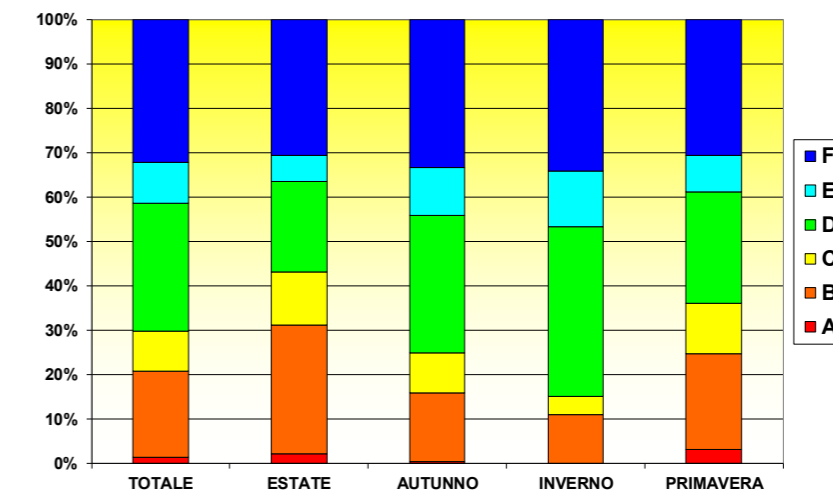


FIGURA 4-13 DISTRIBUZIONE STAGIONALE CLASSI DI STABILITÀ

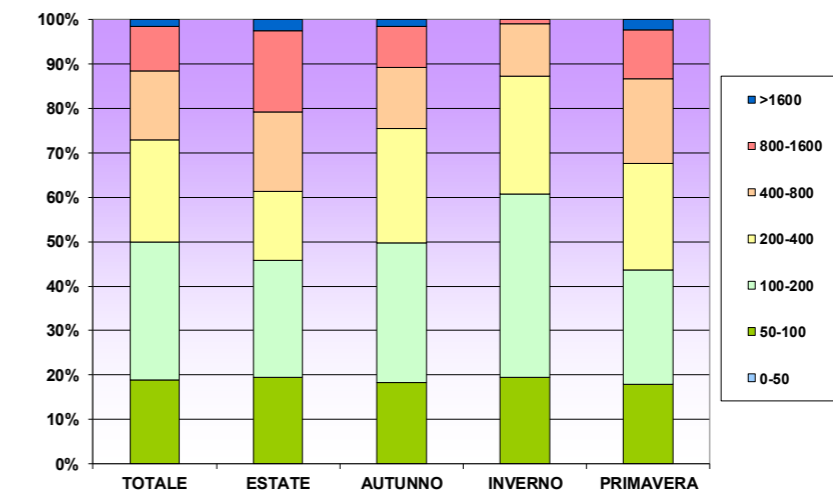


FIGURA 4-14 ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO

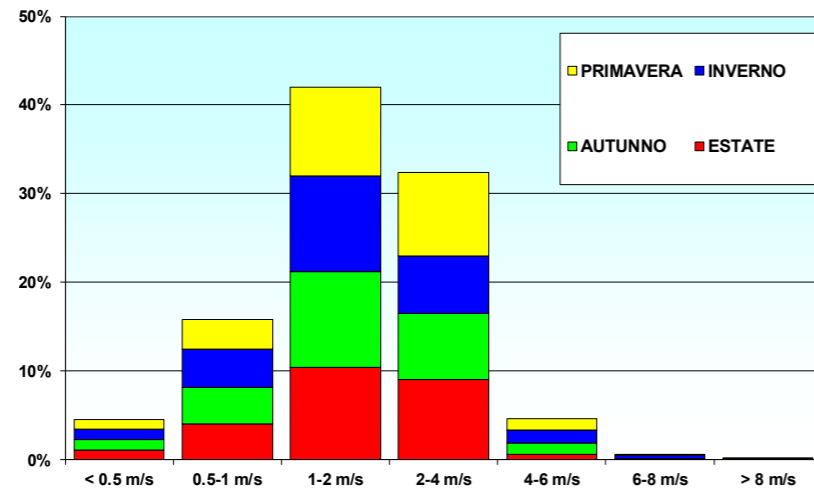


FIGURA 4-15 CLASSI DI VELOCITÀ DEL VENTO

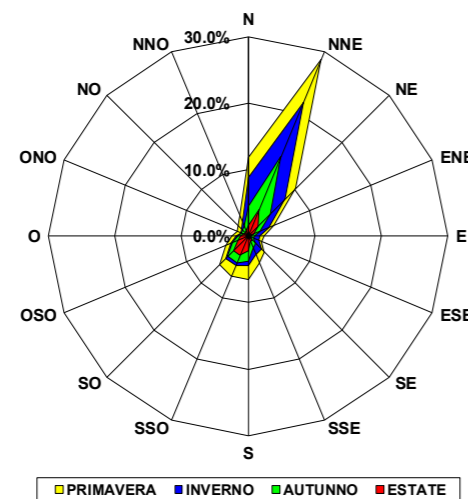


FIGURA 4-16 ROSA DEL VENTO STAGIONALE

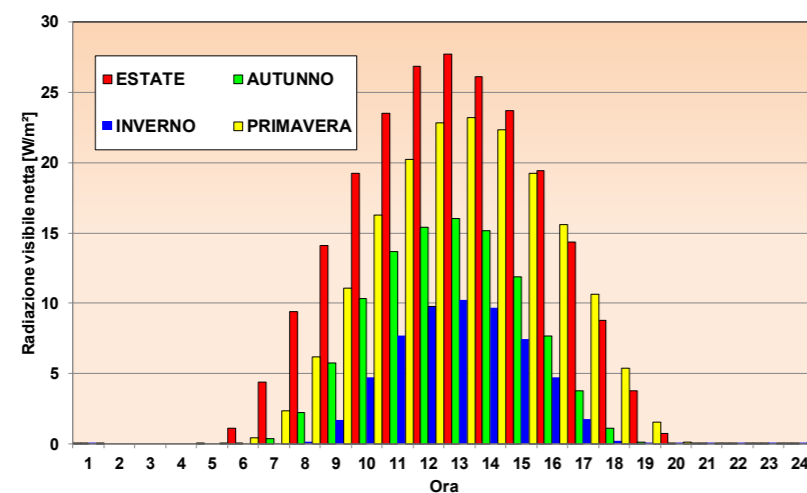


FIGURA 4-17 RADIAZIONE SOLARE

Dall'analisi dei dati disponibili derivano le seguenti considerazioni:

- L'andamento delle temperature orarie presenta un andamento tipico delle aree costiere, inverni miti con temperatura che si mantiene sempre al di sopra degli 0 °C, estati mediamente calde con temperature che possono superare i 30 °C.
- L'analisi della ripartizione delle classi di stabilità su base annuale evidenzia circa il 40% di situazioni di stabilità (classi E+F), il 30% di condizioni di neutralità e poco meno del 30% di situazioni di instabilità (classi A+B+C). Analizzando i dati su base stagionale si osserva nel periodo autunnale e invernale un aumento delle condizioni di stabilità, che in inverno raggiungono quasi il 50%. Fenomeno apposto si osserva nei mesi primaverili ed estivi in corrispondenza dei quali viceversa aumentano le condizioni di instabilità che in estate superano il 40% dei casi.
- L'altezza di rimescolamento è molto variabile in relazione all'ora del giorno e alla stagione. Nel periodo invernale più dell'60% dei casi risulta caratterizzato da altezza inferiori a 200 m, percentuale che si riduce a circa il 45% nel periodo estivo.
- Dal punto di vista anemologico si evidenzia la presenza di venti mediamente energici. Le calme di vento, velocità < 0.5 m/s, risultano inferiori al 5%, mentre le ore caratterizzate da velocità del vento superiori a 2 m/s si presentano in circa il 40% dei casi. Per ciò che riguarda la direzione di provenienza si osserva una marca direzionalità lungo l'asse NNE-SSO, stabile stagionalmente, con una netta prevalenza dai quadranti NNW. I dati risultano coerenti a quanto rilevato dalle centraline ARPAL ed ISPRA analizzate nel paragrafo precedente.
- La radiazione solare oraria netta varia significativamente in base alle stagioni, superando i 25 W/m² nelle ore centrali della giornata nel periodo estivo, e risultando, nelle medesime ore del giorno, inferiore a 10 W/m² nei mesi invernali.

4.2.4. Il cambiamento climatico

4.2.4.1 Generalità

Si definisce clima il comportamento medio delle variabili meteorologiche che caratterizzano un determinato contesto ambientale. Le principali variabili normalmente analizzate sono temperatura, precipitazioni e regime anemologico e, in base alle indicazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), l'intervallo temporale da considerare è pari a 30 anni. Il clima non viene descritto esclusivamente attraverso il valore medio delle variabili ma anche attraverso il loro comportamento statistico (frequenza, magnitudine, persistenza, trend, ...), ad esempio è solo mediante la combinazione di tali parametri che si possono descrivere, dal punto di vista climatico, fenomeni fondamentali come la siccità.

Il Cambiamento Climatico indica il cambiamento nello stato del clima che può essere identificato attraverso i cambiamenti nelle medie e/o nella variabilità delle sue proprietà e che persistono per un periodo esteso (normalmente decenni o più).

Il sistema climatico terrestre riceve la sua energia dalla radiazione solare, il sole fornisce la sua energia alla Terra principalmente nelle zone tropicali e subtropicali; questa energia viene poi in parte ridistribuita alle latitudini medie e superiori dai processi di trasporto atmosferici e oceanici.

Approssimativamente il 50% dell'energia solare è fornita nella parte visibile dello spettro elettromagnetico, poiché la temperatura sulla terra risulta essere sostanzialmente costante da molti secoli vuol dire che l'energia solare in ingresso è sostanzialmente in equilibrio con quella riemessa nello spazio dalla Terra.

Dell'energia irradiata da sole mediante radiazioni ad onde corte (shortwave radiation SWR: IR vicino, Visibile e UV) circa metà è assorbita dalla superficie terrestre. La frazione di SWR riflessa verso lo spazio dai gas, aerosols, nubi e superficie terrestre (albedo) è circa il 30%, infine il 20% è assorbito dall'atmosfera. In ragione della temperatura delle superficie terrestre la maggior parte dell'energia ri-emessa dalla Terra è costituita da radiazione elettromagnetica nel campo dell'infrarosso (LWR radiazioni ad onde lunghe). Le radiazioni ad onde lunghe (LWR) emessa dalla Terra sono assorbite significativamente dai costituenti dell'atmosfera (vapore acqueo, CO₂, metano CH₄, protossido di Azoto (N₂O) e altri gas serra (GHGs)) e dalle nuvole e ri-emesse, sempre sotto forma di LWR, in tutte le direzioni.

La componente di emissione verso il basso determina un incremento di calore negli strati bassi dell'atmosfera e sulla superficie terrestre (effetto serra). La ri-emissione di energia mediante LWR da parte dell'atmosfera avviene prevalentemente da parte degli strati superiori della troposfera.

I cambiamenti nel budget energetico globale del sistema climatico terrestre, e i conseguenti cambiamenti climatici, possono derivare sia dalle variazioni della radiazione solare in ingresso sia dalle variazioni della LWR ri-emessa.

Le variazioni relative all'energia solare in ingresso derivano sia dai cambiamenti dell'energia in uscita dal sole sia dai cambiamenti dell'albedo terrestre, ossia della componente energetica riflessa dalla superficie terrestre.

Le variazioni imputabili alla LWR ri-emessa sono determinate dai cambiamenti o della temperatura della superficie terrestre e dell'atmosfera o delle emissività (misura dell'efficienza di emissione) della LWR sia della superficie terrestre sia dell'atmosfera. Per l'atmosfera le variazioni di emissività dipendono dalla copertura nuvolosa e dalle concentrazioni dei gas serra (GHGs).

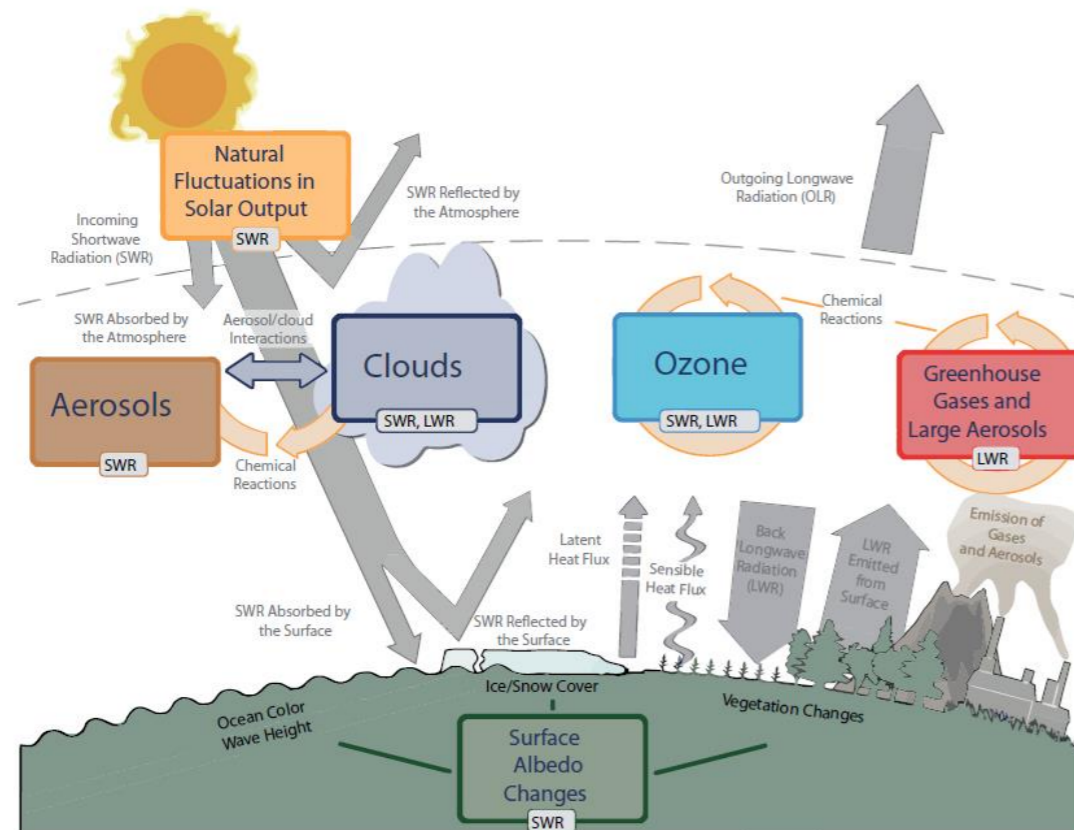


FIGURA 4-18 IL BILANCIO ENERGETICO TERRESTRE

4.2.4.2 Concetti chiave del AR5 IPCC

Il fenomeno dei cambiamenti climatici in atto è oggetto di una costante attività di monitoraggio e analisi da parte della comunità scientifica internazionale. In particolare nel 1988 l'UNEP (United Nations Environment Programme) e il WMO (World Meteorological Organization), in collegamento con l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, hanno dato vita al IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) con l'obiettivo di fornire al mondo un punto di vista scientifico e affidabile sullo stato dei cambiamenti climatici in atto e sui potenziali impatti ambientali e socio-economici.

I dati forniti dall'IPCC si basano sulla costante analisi e verifica degli studi scientifici che a livello mondiale vengono sviluppati sul tema dei cambiamenti climatici. L'azione dell'IPCC si concretizza nella periodica produzione di rapporti (Assesment Report) che sintetizzano e organizzano le informazioni disponibili in modo da fornire un quadro costantemente aggiornato della situazione.

I dati a cui si è fatto riferimento provengono dalla quinta edizione dell'Assesment Report (AR5) che è stata ultimata nel 2014. I dati ad oggi pubblicati consentono di avere informazioni in merito ai trend documentati dalle serie storiche e agli esiti delle valutazioni modellistiche finalizzate alla previsione degli scenari futuri. Si riportano nel seguito in forma sintetica le principali conclusioni dello studio.

Cambiamenti osservati nel sistema climatico

1. Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, dal 1950 molti dei cambiamenti osservati sono senza precedenti considerando un intervallo temporale che va dai decenni ai millenni. L'atmosfera e l'oceano hanno incrementato la loro temperatura, la quantità di neve e ghiaccio sono diminuiti, il livello del mare è aumentato e le concentrazioni di gas serra sono aumentate.
2. Gli ultimi tre decenni sono stati i più caldi sulla superficie terrestre dal 1850. Nell'emisfero settentrionale il trentennio 1983-2012 è stato probabilmente il più caldo degli ultimi 1400 anni (medium confidence).
3. La temperatura media sulla superficie terrestre (valore medio tra oceani e terre emerse) tra il 1901 e il 2012 è aumentata mediamente di 0.89 °C [0.69 °C÷1.08°C a seconda degli studi] e di 0.72 °C [0.49÷0.89] tra il 1951 e il 2012. Negli ultimi anni l'entità del trend risulta però ridotta, se l'incremento per decade medio tra il 1951 e il 2012 risulta essere pari a 0.12 °C ogni dieci anni [0.08÷0.14], nei quindici anni compresi tra il 1988 e il 2012 si è ridotto a 0.05 °C [-0.05÷0.15]. C'è una alta confidenza (high confidence) nell'affermare che il riscaldamento della superficie terrestre ha invertito nel 20° secolo il trend di raffreddamento presente nei passati 5000 anni alle medie e alte latitudini dell'emisfero settentrionale.
4. Il riscaldamento dell'oceano domina l'aumento di energia immagazzinata nel sistema climatico terrestre e rappresenta oltre il 90% dell'energia accumulata tra il 1971 e il 2010 (high confidence). E' praticamente certo (virtually certain) che lo strato superficiale dell'oceano (0-700 m) si è riscaldato dal 1971-2010, mentre è probabile (likely) il riscaldamento tra il 1870 e il 1971.
5. Negli ultimi due decenni, la Groenlandia e gli strati di ghiaccio antartici hanno perso massa, i ghiacciai hanno continuato a ridursi in quasi tutto il pianeta, il ghiaccio marino artico e lo strato di neve primaverile dell'Emisfero Nord hanno continuato a diminuire la loro estensione.
6. Il tasso di aumento del livello del mare a partire dalla metà del 19° secolo è stato superiore al tasso medio negli ultimi due millenni (high confidence). Nel periodo 1901-2010, il livello medio globale del mare è aumentato di 0.19 [0.17-0.21] m.
7. Le concentrazioni atmosferiche di anidride carbonica, metano e protossido di azoto sono aumentati a livelli senza precedenti almeno negli ultimi 800 mila anni. Le concentrazioni di anidride carbonica sono aumentate del 40% dal periodo pre-industriale, principalmente a causa delle emissioni dai combustibili fossili e secondariamente per le emissioni associate al cambiamento di uso dei suoli. L'oceano ha assorbito circa il 30% dell'anidride carbonica di origine antropica emessa, causando l'acidificazione degli oceani.

Le responsabilità dell'uomo

1. La forzante radiativa totale è positiva ed ha determinato un aumento dell'energia nel sistema climatico terrestre. Il maggior contributo alla forzante è dovuto all'aumento della concentrazione di CO2 fino dal 1750.
2. L'influenza antropica sul sistema climatico è chiara. Questo è evidente dall'aumento delle concentrazioni dei gas serra in atmosfera, dalla presenza di una forzante radiativa positiva, dal riscaldamento osservato e dalla comprensione del sistema climatico.
3. L'influenza dell'uomo è stata individuata nel riscaldamento dell'atmosfera e dall'oceano, nei cambiamenti nel ciclo globale dell'acqua, nella riduzione della neve e del ghiaccio, nell'aumento medio del livello del mare e nel cambiamento di alcuni eventi climatici estremi. E' molto probabile (extremely likely) che l'influenza umana sia la causa principale del riscaldamento osservato dalla metà del XX secolo.
4. Le continue emissioni di gas serra provocheranno un ulteriore riscaldamento e modificazioni nel sistema climatico. La limitazione del cambiamento climatico richiede una sostanziale e duratura riduzione delle emissioni dei gas serra.

4.2.5. Analisi delle tendenze climatiche globali delineate dal rapporto IPCC

L'AR5 oltre a fornire una dettagliata rassegna delle analisi disponibili relativamente ai trend climatici osservati, riporta anche gli esiti delle valutazioni modellistiche effettuate per individuare i trend che si manifesteranno nei prossimi 100 anni. Le valutazioni modellistiche fanno riferimento a 4 scenari che si differenziano in funzione della "forzante radiativa", ossia del calore riemesso sulla terra dall'atmosfera a causa della presenza dei gas serra. Una breve descrizione degli scenari considerati è riportata nel BOX 3.

I risultati delle analisi modellistiche relative alle previsioni del clima futuro possono essere sintetizzate nei seguenti concetti:

- E' probabile (likely) che la temperatura superficiale terrestre alle fine del XXI secolo subirà un incremento superiore a 1.5 °C rispetto a quella relativa al 1850÷1900 per tutti gli scenari ad eccezione dello scenario RCP2.6. L'incremento sarà probabilmente (likely) superiore a 2 °C per gli scenari RCP6.0 e RCP8.5 e compreso tra 1.5 °C e 2 °C per lo scenario RCP4.5. Il riscaldamento continuerà durante l'intero secolo per tutti gli scenari ad eccezione del RCP2.6. I fenomeni di riscaldamento continueranno a presentare una significativa variabilità interannuale e decennale e non saranno uniformi spazialmente.
- I cambiamenti sul ciclo globale dell'acqua, in risposta al riscaldamento lungo il XXI secolo non saranno uniformi. Il contrasto nelle precipitazioni tra regioni umide e secche e tra stagioni umide e secche aumenterà, sebbene ci potranno essere delle eccezioni a livello regionale.
- Il riscaldamento dell'oceano continuerà durante tutto il XXI secolo. E' previsto che il fenomeno interesserà non solo lo strato superficiale ma si spingerà anche più a fondo con un inevitabile effetto sulla circolazione oceanica.
- È molto probabile (very likely) che la copertura di ghiaccio del mare Artico continuerà a ritirarsi e assottigliarsi e che nell'emisfero Nord la copertura nevosa primaverile diminuirà all'aumentare della temperatura superficiale. Il volume globale di ghiaccio subirà un ulteriore decremento.
- Il livello globale del mare nel XXI secolo continuerà a crescere. In tutti gli scenari RCP il tasso di incremento del mare risulta molto probabilmente (very likely) superiore a quello osservato durante l'intervallo 1971÷2010 a causa sia del riscaldamento degli oceani sia dell'apporto di acqua dallo scioglimento dei ghiacci e della copertura nevosa.
- Il cambiamento climatico avrà un effetto sul ciclo del carbonio nella direzione di un incremento della CO2 in atmosfera (high confidence). L'ulteriore assorbimento di carbonio da parte degli oceani determinerà un ulteriore incremento del fenomeno di acidificazione.
- La maggior parte degli aspetti del cambiamento climatico persisteranno per molti secoli anche se le emissioni di CO2 si bloccassero. Ciò evidenzia come il cambiamento climatico sia un fenomeno che si sviluppa su un orizzonte temporale di più secoli determinato dalle emissioni presenti, passate e future di CO2.

BOX 1 – Radiazione solare

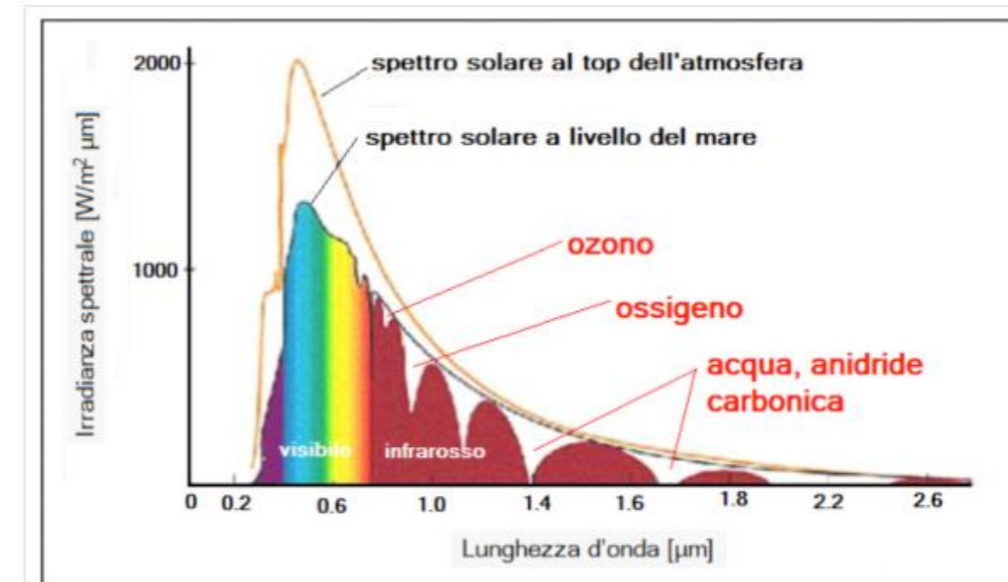
La radiazione solare è l'energia radiante emessa nello spazio interplanetario dal Sole, generata a partire dalle reazioni termonucleari di fusione che avvengono nel nucleo solare e che producono radiazioni elettromagnetiche a varie frequenze o lunghezze d'onda, le quali si propagano poi nello spazio alle velocità tipiche di queste onde, trasportando con sé l'energia solare.

Il Sole, che può essere considerato equivalente ad un corpo nero alla temperatura superficiale apparente di circa 5800 K emette nello spazio circostante, nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra 0.2 e 3 µm (spettro solare), una quantità di energia raggiante pari a 3.88 10²⁶ W. Alla distanza media tra Sole e Terra l'irradianza solare extra-atmosferica (costante solare o TSI Total Solar Irradiance) è pari mediamente a 1361 W/m².

Le lunghezze d'onda sono associate all'energia trasportata dai singoli quanti di cui la radiazione solare si compone: i raggi ultravioletti e gamma, molto energetici sono caratterizzati da lunghezze d'onda molto piccole; all'altro estremo dell'asse delle lunghezze si situano invece i raggi infrarossi e le onde radio, poco energetici; infine, le lunghezze d'onda (e le energie) intermedie corrispondono alla radiazione elettromagnetica visibile all'occhio umano – la luce – e sono percepite secondo le tonalità che vanno dai 400 nm del violetto ai 700 nm del colore rosso.

Nell'attraversare l'atmosfera, una frazione dei raggi solari viene assorbita o deviata (scattering) a seguito degli urti con le molecole dell'atmosfera stessa (inclusi il vapor acqueo, le nubi e gli aerosol). L'attenuazione interessa tutte le lunghezze d'onda dello spettro, però in maniera differenziata, per cui lo spettro elettromagnetico risultante assume un profilo irregolare.

Nella figura sottostante la curva più alta si riferisce al profilo rilevabile alla sommità (top) dell'atmosfera: è all'incirca quella di emissione di un corpo nero alla temperatura di 5780 K (il Sole); i lievi scostamenti rispetto al profilo regolare del corpo nero sono dovuti all'assorbimento da parte delle molecole e degli atomi vaganti nello spazio interplanetario (idrogeno ecc.). La curva più bassa, invece, si riferisce al profilo riscontrabile al livello del suolo: le irregolarità e l'attenuazione sono più pronunciate a causa delle numerose molecole dello strato atmosferico che assorbono i raggi in maniera selettiva: se gli aerosol assorbono in modo quasi uniforme a tutte le lunghezze d'onda, particolari molecole (ossigeno, anidride carbonica, ozono ecc.) sono responsabili dei picchi all'inghiù in corrispondenza di particolari lunghezze.



BOX 2 - Definizione di incertezza e confidenza usate nel AR5 IPCC

Il rapporto dell'IPCC pone particolare attenzione nel fornire, per ogni sua affermazione, l'attendibilità della stessa in termini "probabilistici". Si riportano nel seguito le scale utilizzate per l'incertezza (uncertainty), misura quantitativa ottenuta in base ad analisi statistiche della coerenza dei dati disponibili, e della confidenza (confidence), indicatore qualitativo che incrocia la robustezza dei dati disponibili e la coerenza delle interpretazioni degli studiosi.

INCERTEZZA		CONFIDENZA		
Term	Likelihood of the Outcome			
Virtually certain	99–100% probability	High agreement Limited evidence	High agreement Medium evidence	High agreement Robust evidence
Very likely	90–100% probability	Medium agreement Limited evidence	Medium agreement Medium evidence	Medium agreement Robust evidence
Likely	66–100% probability	Low agreement Limited evidence	Low agreement Medium evidence	Low agreement Robust evidence
About as likely as not	33–66% probability			
Unlikely	0–33% probability			
Very unlikely	0–10% probability			
Exceptionally unlikely	0–1% probability			

Agreement ↑
Evidence (type, amount, quality, consistency) →
Confidence Scale

BOX 3 - Scenari di previsionali considerati dal rapporto AR5 IPCC

Gli scenari RCP (Representative Concentration Pathways) sono usati dai modelli climatici per descrivere l'evoluzione delle emissioni e dell'uso del suolo. Le previsioni dell'AR5 considerano 4 scenario (RCPs, RCP2.6, RCP4.5, RCP6, and RCP8.5) in funzione della variazione della forzante radiativa nel 2100 rispetto ai valori del periodo pre-industriale.

Nelle scienze del clima la forzante radiativa è definita come la differenza tra l'energia radiante ricevuta dalla terra e quelle dalla terra riemessa verso lo spazio. Normalmente la forzante radiativa è valutata in corrispondenza della tropopausa ed è espressa in watt per metro quadro di superficie terrestre. Una forzante positiva indica che il "sistema terra" si sta scaldando mentre una forzante negativa che si sta raffreddando.

Scenario	Descrizione	CO2 [ppm]	CO2eq [ppm]
RCP2.6	Picco della forzante a 3 W/m ² e riduzione entro il 2100, valor medio 2.6 (azioni di contrasto ai gas serra molto incisive) <i>Ipotesi dello scenario:</i> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione dell'uso del petrolio. Bassa intensità energetica. Popolazione mondiale di 9 miliardi di persone nel 2100. Aumento delle zone agricole per i bio-combustibili. Emissioni di metano ridotte del 40%. Le emissioni di CO2 rimangono a livelli attuali fino al 2020 per ridursi e diventare negative nel 2100. Picco nella concentrazione di CO2 nel 2050 seguito da una riduzione per portare i livelli a 400 nel 2100. 	421	475
RCP4.5	Stabilizzazione senza superare i 4.5 W/m ² nel 2100 (discreti interventi di contenimento delle emissioni) <i>Ipotesi dello scenario:</i> <ul style="list-style-type: none"> Bassa intensità energetica. Forti programmi di riforestazione. Diminuzione delle zone agricole grazie all'aumento della produttività dei campi e cambiamenti nello stile di alimentazione dell'uomo. Emissioni di metano stabili. Le emissioni di CO2 aumentano leggermente per poi diminuire dal 2040. 	538	630

RCP6	Stabilizzazione senza superare i 6 W/m ² nel 2100 (blandi interventi di contenimento delle emissioni) <i>Ipotesi dello scenario:</i> <ul style="list-style-type: none"> Uso massiccio di combustibili fossili. Aumento dell'agricoltura. Emissioni di metano stabili. Picco del 75% in più rispetto alle emissioni attuali di CO2 nel 2060. 	670	800
RCP8.5	Aumento della forzante radiativa fino a raggiungere i 8.5 W/m ² nel 2100 (assenza di politiche specifiche per la riduzione delle emissioni) <i>Ipotesi dello scenario:</i> <ul style="list-style-type: none"> Nel 2100 le emissioni di CO2 saranno tre volte quelle attuali. Aumento delle emissioni di metano. Aumento della produzione agricola a causa dell'aumento della popolazione globale. Popolazione mondiale di 12 miliardi di persone nel 2100. Basso tasso di sviluppo economico. Uso massiccio di combustibili fossili. Non vengono adottate politiche sul clima. 	936	1313

4.2.6. Analisi delle tendenze climatiche nazionali e regionali delineate dal rapporto IPCC

Le valutazioni previsionali riportate nell'AR5 IPCC analizzano i cambiamenti climatici sia a livello globale sia con focus regionali specifici, ovviamente con una risoluzione spaziale di non particolare dettaglio.

Nella **Figura 4-19** si riporta la suddivisione regionale prevista nello studio: l'area di interesse, ovvero il comune di La Spezia ricade all'interno della zona Sud-Europa e Mediterraneo, codificata come AI. 40-43.

La **Figura 4-20** riporta il trend della temperatura media annuale delle valutazioni previsionali sintetizzate nello studio dell'IPCC relativamente ai quattro scenari descritti nel BOX 3. Una descrizione dei parametri rappresentati nei grafici e nelle figure si può leggere nel BOX 4.

La sintesi delle previsioni effettuate nell'AR5 IPCC è riportata nelle **Tabella 4-1÷Tabella 4-3** per ciò che riguarda la temperatura in nelle **Tabella 4-4÷Tabella 4-6** relativamente alle precipitazioni. Nelle tabelle sono riportati i cambiamenti attesi per i periodi 2016÷2035, 2046÷2065, 2081÷2100 rispetto al periodo di riferimento (1986÷2005). I valori si riferiscono al 50° percentile dei modelli considerati nello studio e riguardano sia la media annuale che quelle stagionali. Per la temperatura sono considerate quattro stagioni: Dic-Feb, Mar-Mag, Giu-Ago, Set-Nov a differenza di quanto accade per le precipitazioni in cui i dati sono organizzati in due periodi: Ott-Mar, Apr-Sett.

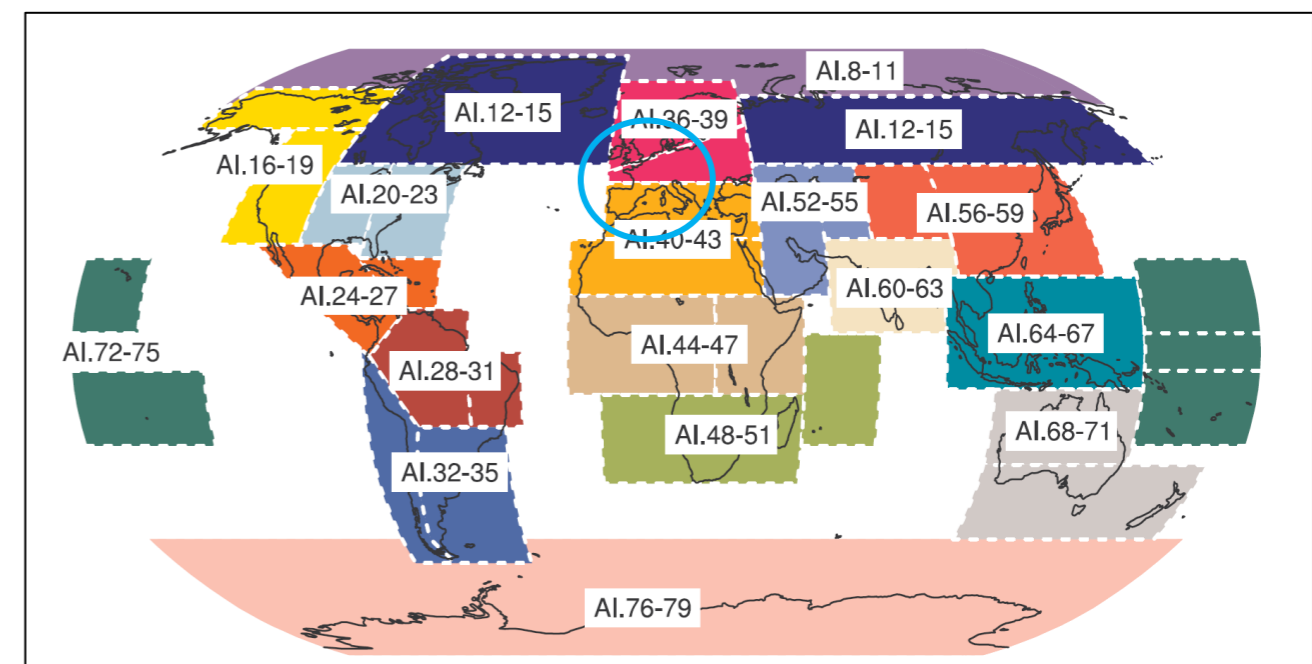
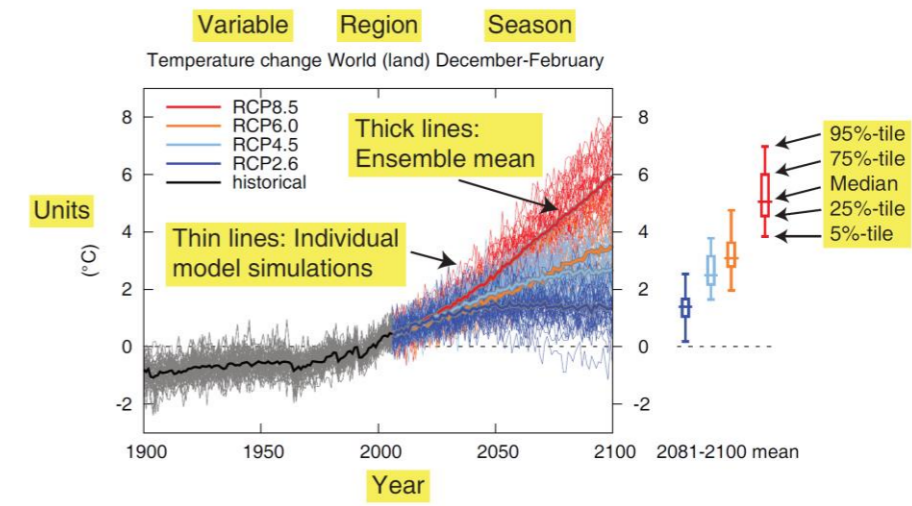
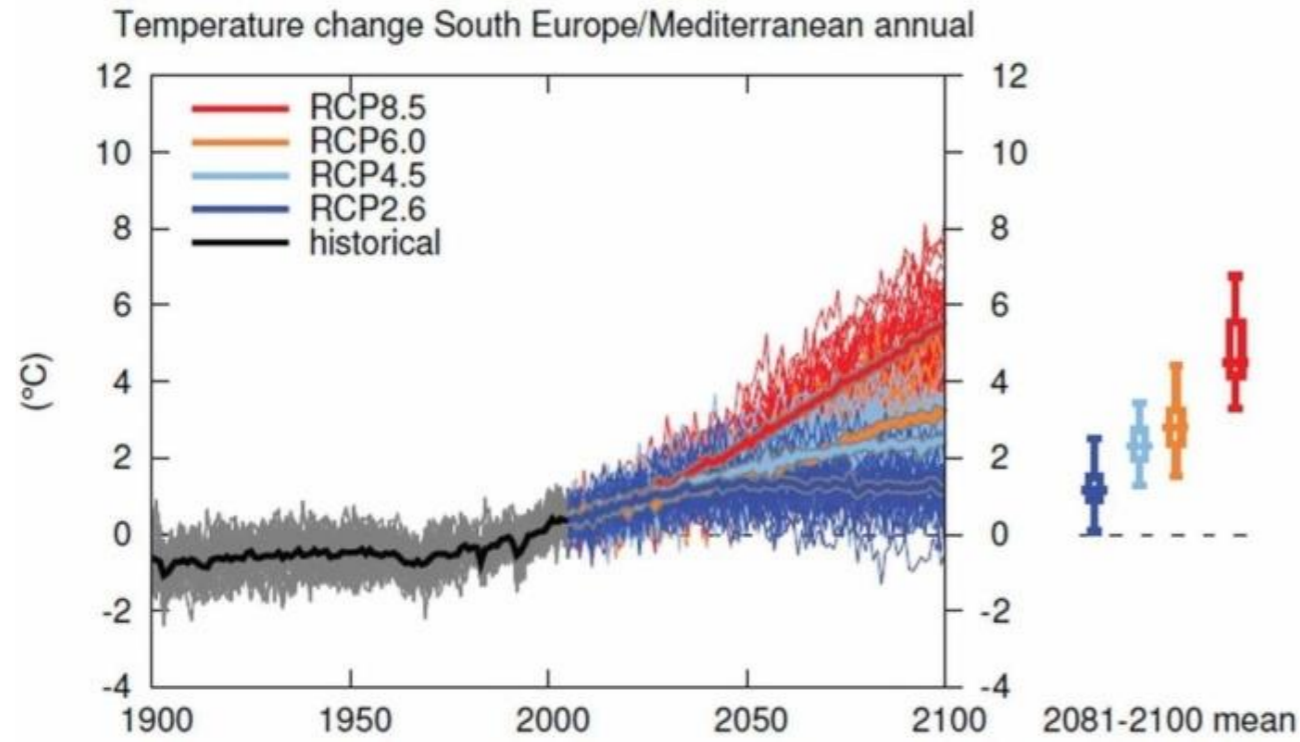


FIGURA 4-19 AREE CLIMATICHE PREVISTE DALL'IPCC

BOX 4 – Parametri riportati nei grafici e nelle figure relative agli esiti delle valutazioni previsionali dell'IPCC



Nei grafici relativi alle serie temporali, le linee sottili rappresentano gli esiti dei diversi modelli previsionali analizzati, la linea spessa la media d'insieme delle previsioni. Per le medie relative al periodo 2081-2100, a destra è riportato il box-plot della distribuzione delle previsioni in cui vengono indicati il 5°, 25°, 50° (mediana), 75° e 95° percentile delle previsioni effettuate dai diversi modelli.

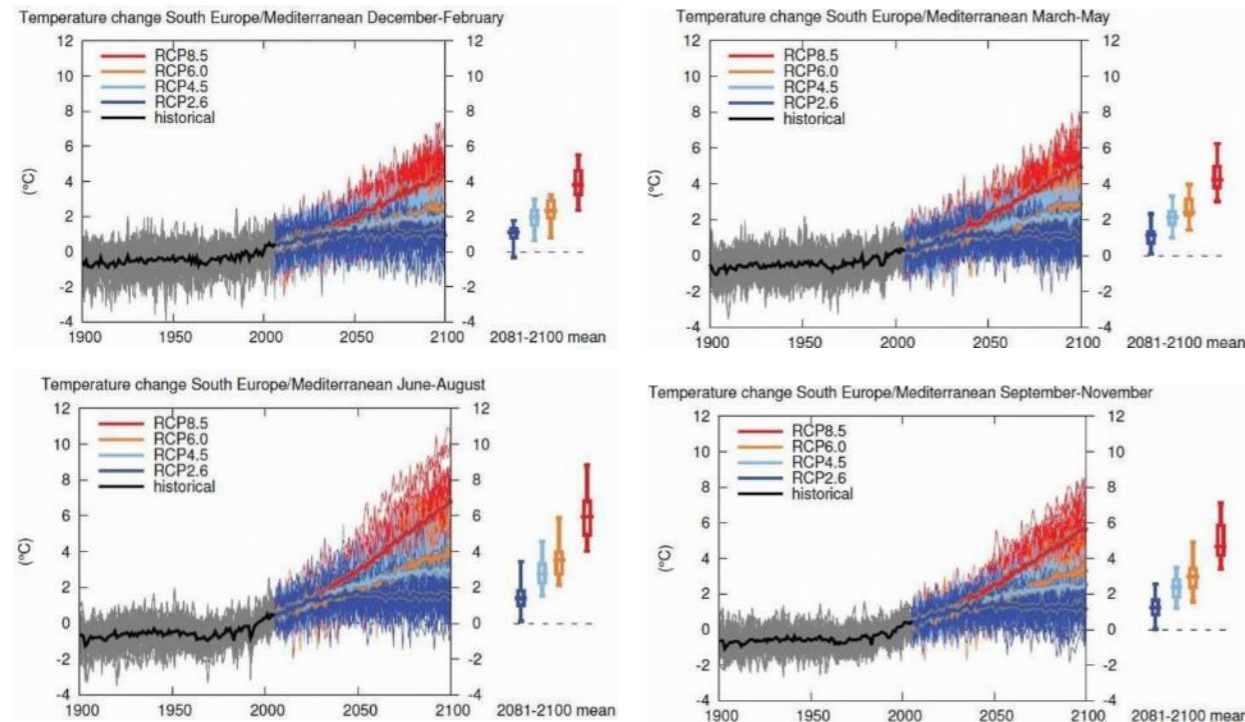
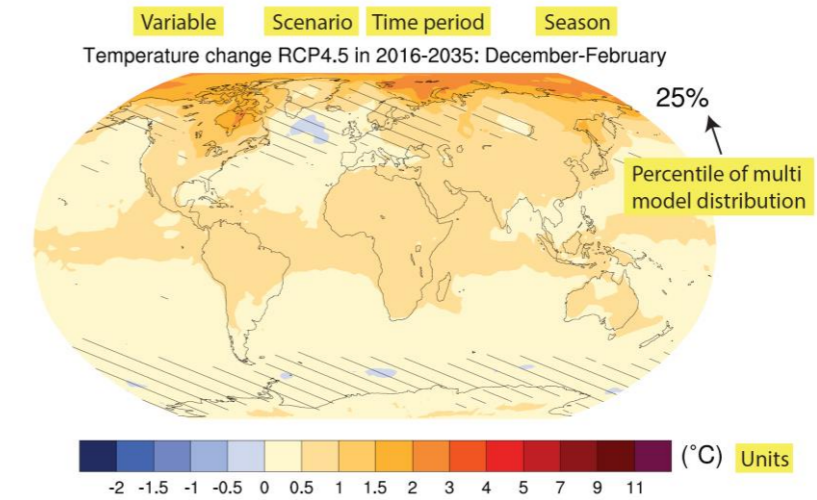


FIGURA 4-20 ANDAMENTI ANNUALI E STAGIONALI DELLE STIME MODELLISTICHE DEL AR5 IPCC



Le mappe al continuo rappresentano le differenze tra i periodi 2016-2035, 2046-2035 e 2081-2100, rispetto al periodo di riferimento 1986-2005. Lo studio riporta i valori relativi al 25°, 50° (mediana) e 75° percentile delle stime modellistiche. Nel presente report si è ritenuto sufficiente riportare esclusivamente il valore mediano (50° percentile) che ben rappresenta la media delle stime effettuate.

Le eventuali aree tratteggiate si riferiscono ad ambiti spaziali in cui le stime risultano statisticamente poco significative (l'ampiezza della variazione della media su 20 anni stimata dai modelli è minore della varianza della variabilità naturale stimata dai modelli stessi).

Scenario	Anno	Dic-Feb	Mar-Mag	Giu-Ago	Set-Nov
RCP2.6	0.5 - 1	0.5 - 1	1 - 1.5	0.5-1	0.5 - 1
RCP4.5	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	1 - 1.5	0.5 - 1
RCP6.0	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1	0.5 - 1
RCP8.5	1-1.5	0.5 - 1	0.5 - 1	1 - 1.5	0.5-1 / 1-1.5

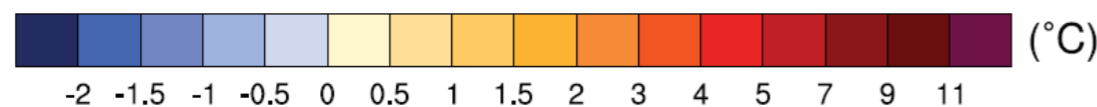
TABELLA 4-1 SINTESI ESITI VALUTAZIONI MODELLISTICHE AR5 IPCC – LA SPEZIA - 2016÷2035

Scenario	Anno	Dic-Feb	Mar-Mag	Giu-Ago	Set-Nov
RCP2.6	1 - 1.5	1 - 1.5	1.5 - 2	1 - 1.5	1 - 1.5
RCP4.5	1.5 - 2	1 - 1.5	1.5-2	2 - 3	1.5 - 2
RCP6.0	1-1.5 / 1.5-2	1 - 1.5	1.5 - 2	1.5 - 2	1.5 - 2
RCP8.5	2 - 3	1.5 - 2	2 - 3	3 - 4	2-3

TABELLA 4-2 SINTESI ESITI VALUTAZIONI MODELLISTICHE AR5 IPCC – LA SPEZIA - 2046÷2065

Scenario	Anno	Dic-Feb	Mar-Mag	Giu-Ago	Set-Nov
RCP2.6	1 - 1.5	1 - 1.5	1 - 1.5	1 - 1.5	1 - 1.5
RCP4.5	2 - 3	1.5 - 2	2 - 3	2 - 3	2 - 3
RCP6.0	2 - 3	2 - 3	2 - 3	3 - 4	2 - 3
RCP8.5	4 - 5	3 - 4	3 - 4	5 - 7	4 - 5

TABELLA 4-3 SINTESI ESITI VALUTAZIONI MODELLISTICHE AR5 IPCC – LA SPEZIA - 2081÷2100



Scenario	Anno	Ott - Mar	Apr-Sett
RCP2.6	0 / 10	0 / 10	-10 / 0
RCP4.5	-10 / 0	-10 / 0	-10 / 0
RCP6.0	-10 / 0	-10 / 0	-10 / 0
RCP8.5	0 / 10	0 / 10	-10 / 0

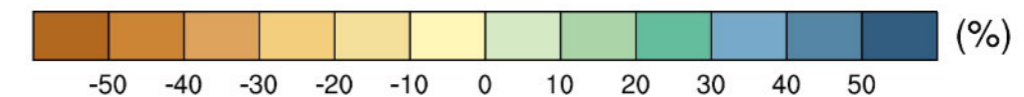
TABELLA 4-4 SINTESI ESITI VALUTAZIONI MODELLISTICHE PER LA PRECIPITAZIONE MEDIA AR5 IPCC – LA SPEZIA - 2016÷2035

Scenario	Anno	Ott-Mar	Apr-Sett
RCP2.6	0 / 10	0 / 10	0 / 10
RCP4.5	0 / 10	0 / 10	-10 / 0
RCP6.0	-10 / 0	0 / 10	-10 / 0
RCP8.5	-10 / 0	0 / 10	-10 / 0

TABELLA 4-5 SINTESI ESITI VALUTAZIONI MODELLISTICHE PER LA PRECIPITAZIONE MEDIA AR5 IPCC – LA SPEZIA - 2056÷2065

Scenario	Anno	Ott-Mar	Apr-Sett
RCP2.6	0 / 10	0 / 10	0 / 10
RCP4.5	-10 / 0	0 / 10	-10 / 0
RCP6.0	-10 / 0	0 / 10	-20 / -10
RCP8.5	-10 / 0	0 / 10	-20 / -10

TABELLA 4-6 SINTESI ESITI VALUTAZIONI MODELLISTICHE PER LA PRECIPITAZIONE MEDIA AR5 IPCC – LA SPEZIA - 2081÷2100



Nelle **Figura 4-21-Figura 4-27** sono riportati gli stralci delle mappe relative all'area Al. 40-43 che consentono di visualizzare spazialmente le variazioni attese.

Le previsioni per l'area interessata nel periodo 2016÷2035 indicano un incremento della temperatura, su base annua, compreso tra 0.5 - 1 °C per gli scenari RCP2.6, RCP4.5 e RCP6.0, viceversa l'incremento sarebbe più significativo (0.5 - 1.5 °C) in presenza dello scenario RCP8.5. Tali aumenti risultano abbastanza uniformi durante l'anno, in particolare per lo scenario 6.0 che rimane invariato in tutti i periodi considerati. Per gli altri scenari è possibile osservare un incremento maggiormente significativo nel periodo Giu-Ago. In riferimento a questo orizzonte temporale gli esiti relativi ai diversi scenari emissivi non divergono in maniera significativa.

Analizzando le previsioni per il periodo 2046÷2065 gli incrementi risultano maggiormente significativi e più differenziati in funzione degli scenari emissivi. Nello specifico i modelli indicano un incremento di 1 - 1.5 °C per lo scenario RCP2.6, di 1.5 - 2 °C per lo scenario RCP4.5, di 1 - 2 °C per lo scenario RCP6.0 e pari a 2 - 4 °C per lo scenario RCP8.5.

Particolarmente evidenti risultano le disomogeneità nell'arco dell'anno con incrementi minori nel trimestre dicembre-febbraio e maggiormente significativi nel trimestre Giu-Ago in cui l'incremento più evidente è di 3 - 4 °C per lo scenario RCP8.5.

I dati relativi all'orizzonte temporale 2081÷2100 evidenziano incrementi molto differenziati tra i diversi scenari e pari a 1 - 1.5 °C per quello RCP2.6, a 2 - 3 °C per gli scenari RCP4.5 e RCP6.0 e a 4 - 5 °C per lo scenario RCP8.5. Anche in questo caso vi sono evidenti difformità nell'arco dell'anno con, mediamente, incrementi massimi nel trimestre Giu-Ago e minimi nel trimestre Dic-Feb. In particolare nel periodo Giugno-Agosto sono previsti aumenti pari a 5-7 °C.

Per quanto riguarda le precipitazioni, le previsioni nel periodo 2016-2035 indicano una diminuzione percentuale delle precipitazioni che varia dal -10% allo 0% per gli scenari RCP4.5 ed RCP6.0. Al contrario un aumento dello 0-10 % per lo scenario RCP2.6 ed RCP8.5. Solo per il periodo Aprile-Settembre è prevista una diminuzione sino al 10 % per quest'ultimo scenario. Analizzando le previsioni per il periodo 2046-2065 si può osservare come nella maggior parte dei casi sia previsto un lieve aumento delle precipitazioni (0-10 %). Le diminuzioni sono previste nel periodo che va da Aprile a Settembre soprattutto per gli scenari RCP4.5, RCP6.0 ed RCP8.5. Infine le valutazioni concernenti il periodo a lungo termine (2081-2100) indicano una situazione abbastanza variegata con aumenti dell'ordine del 10 % per tutti gli scenari nel periodo Ottobre - Marzo. Le restanti valutazioni indicano diminuzione sempre nello stesso ordine di grandezza. Soltanto per gli scenari RCP6.0 ed RCP8.5 sono previste diminuzioni che possono arrivare al 20% nel periodo Aprile-Settembre.

Si sottolinea tuttavia che tali previsioni, relative alle variazioni dei regimi pluviometrici, non sono risultate statisticamente significative per cui hanno un valore prettamente indicativo.

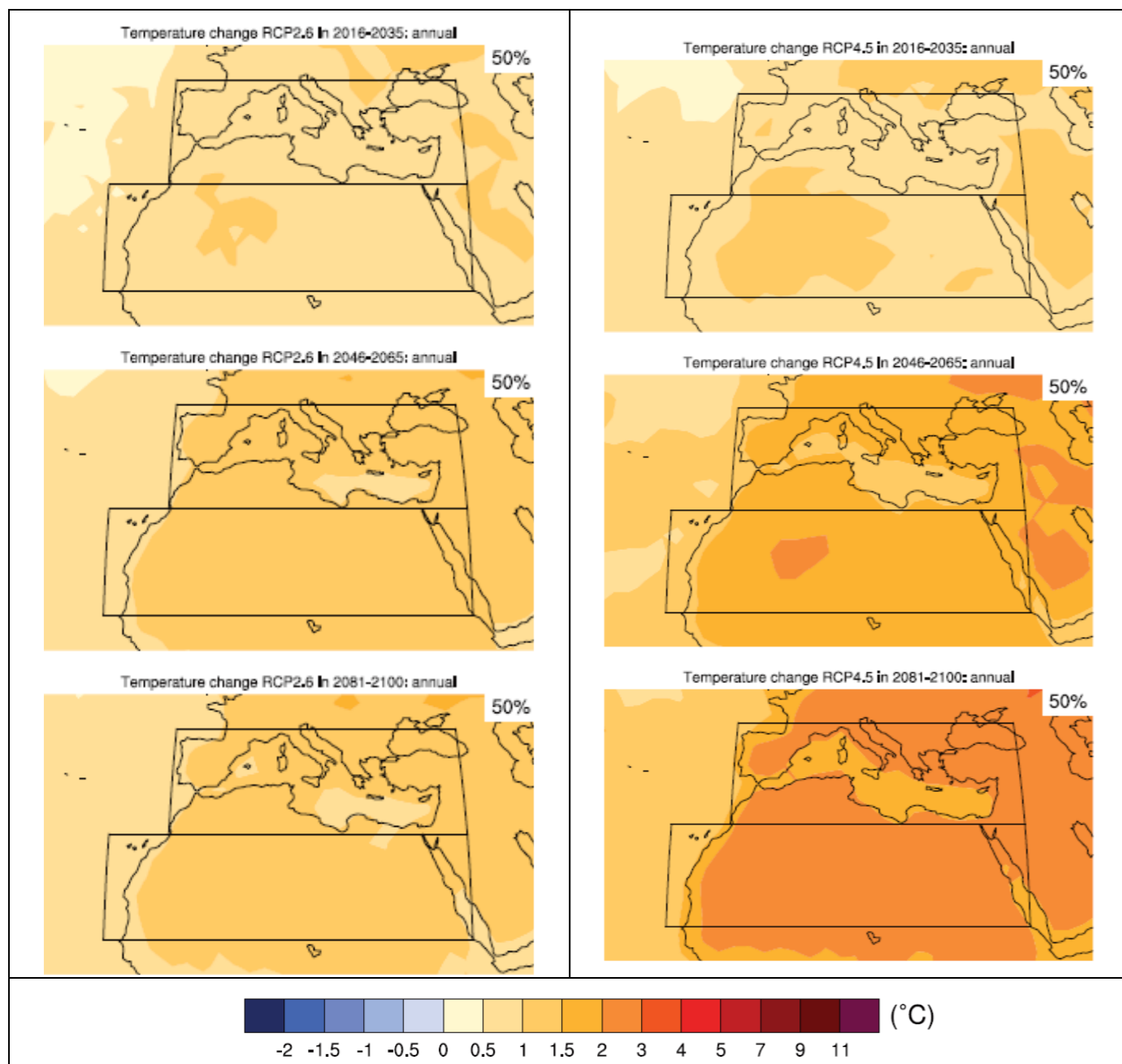


FIGURA 4-21 MAPPA DELLE VARIAZIONI DELLA T_{MEDIA} RISPETTO AL PERIODO DI RIFERIMENTO 1986-2005 (50° PERCENTILE) –SCENARI RCP2.6 E RCP4.5– PERIODO ANNUALE

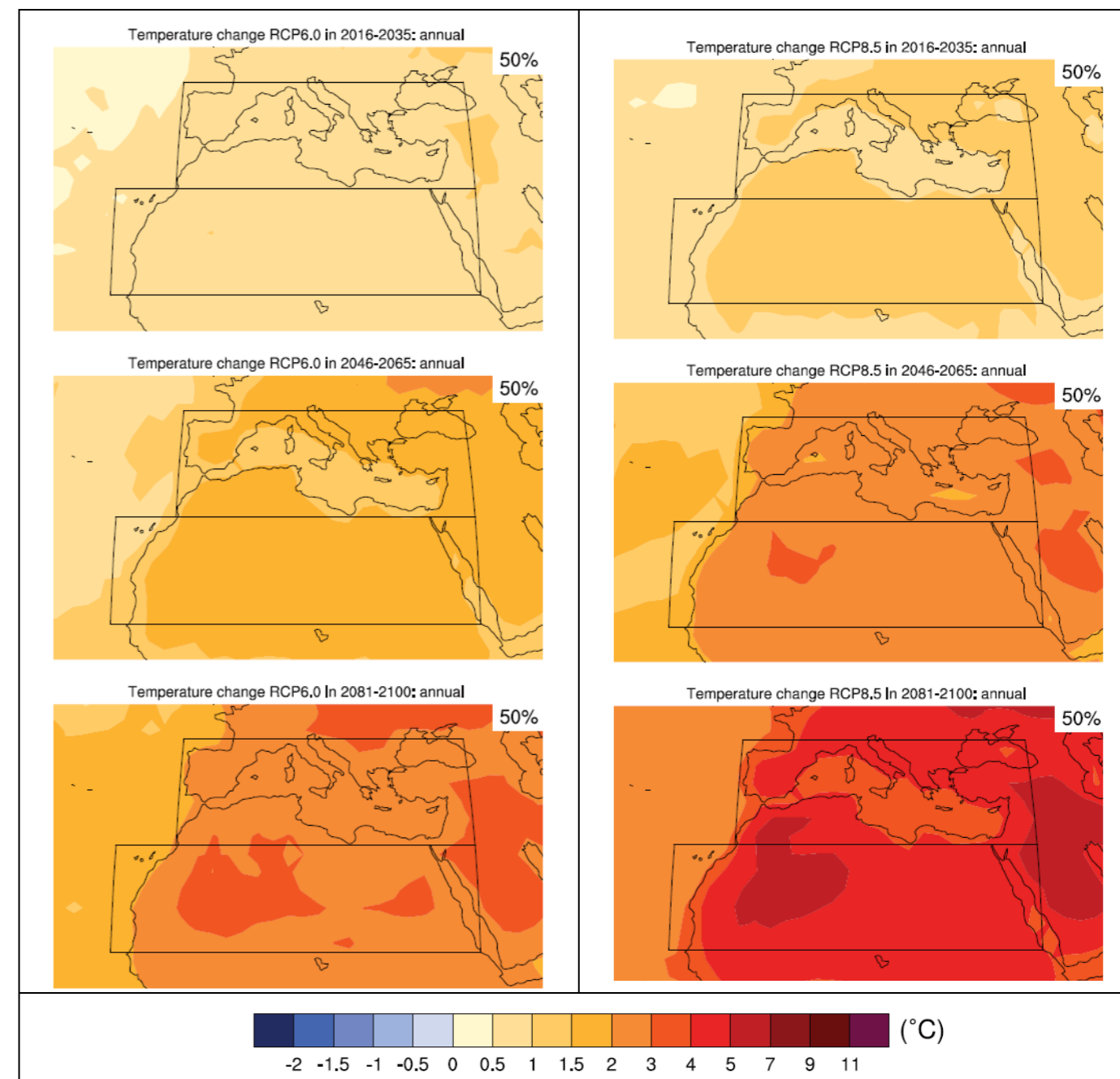


FIGURA 4-22 MAPPA DELLE VARIAZIONI DELLA T_{MEDIA} RISPETTO AL PERIODO DI RIFERIMENTO 1986-2005 (50° PERCENTILE) –SCENARI RCP6.0 E RCP8.5– PERIODO ANNUALE

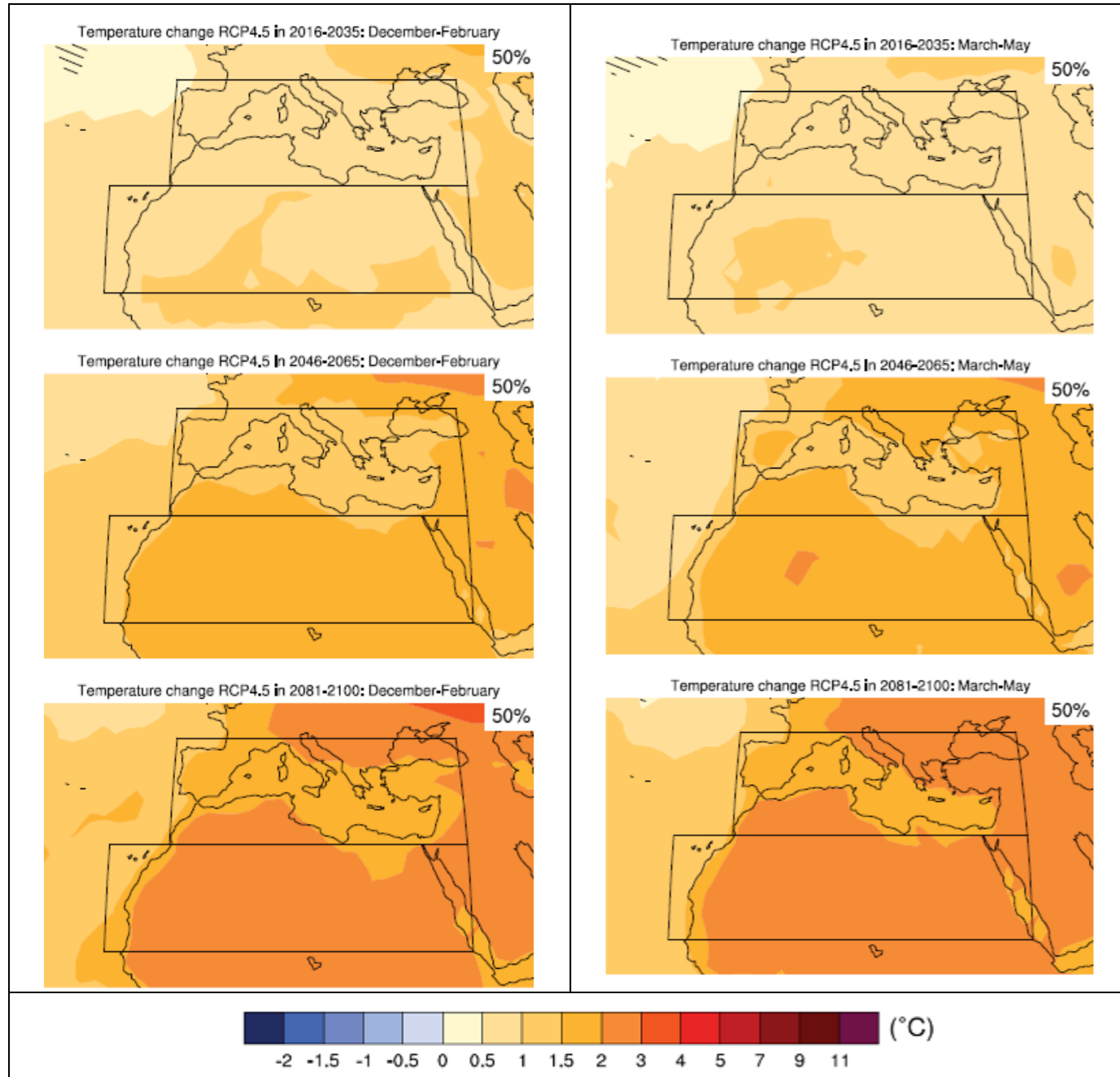


FIGURA 4-23 MAPPA DELLE VARIAZIONI RISPETTO ALLA T_{MEDIA} 1986-2005 (50° PERCENTILE) – SCENARIO RCP4.5 – PERIODI: DICEMBRE-FEBBRAIO E MARZO-MAGGIO

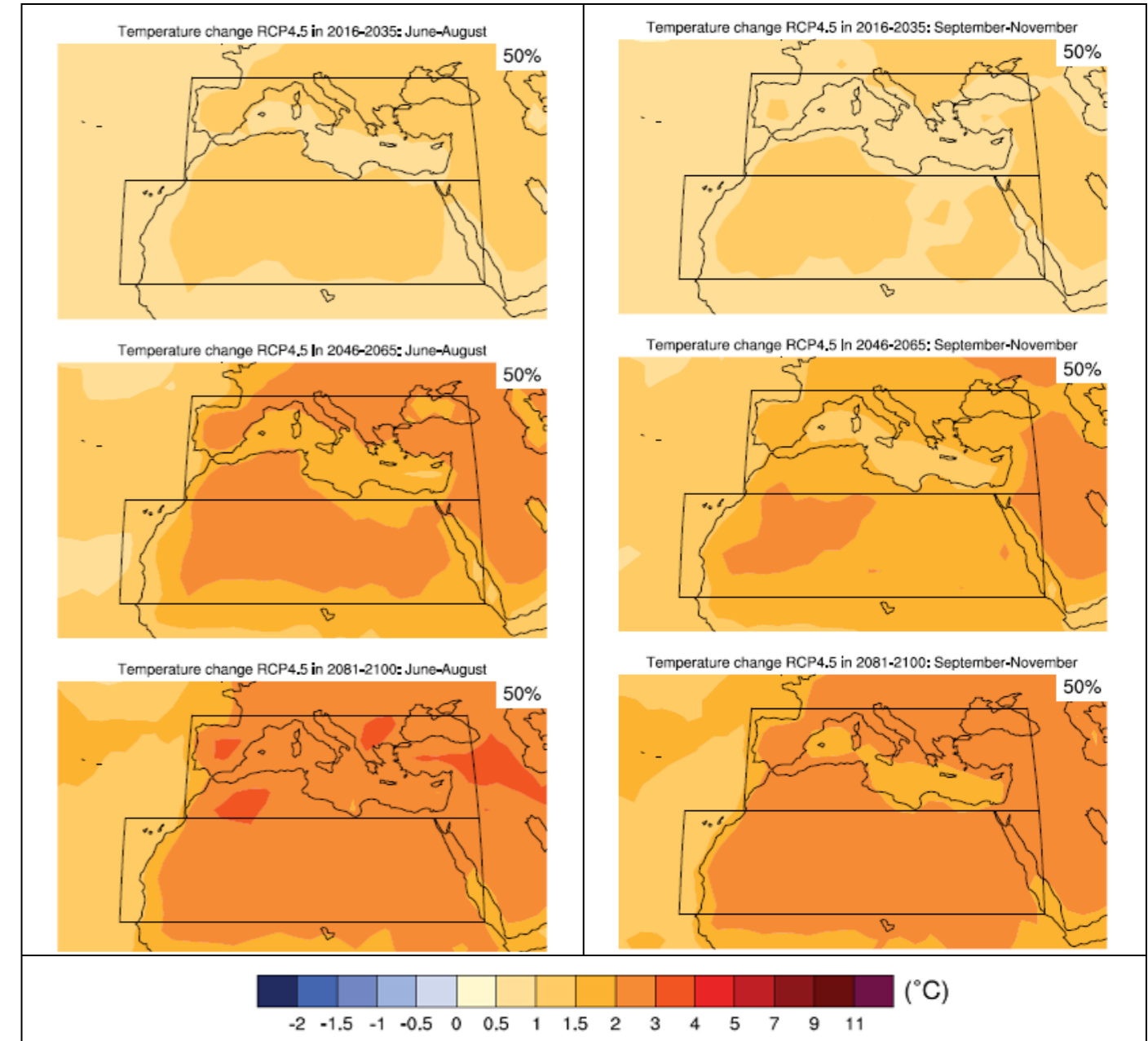


FIGURA 4-24 MAPPA DELLE VARIAZIONI DELLA TEMPERATURA MEDIA RISPETTO AL PERIODO 1986-2005 (50° PERCENTILE) – SCENARIO RCP4.5 – PERIODI: GIUGNO-AGOSTO E SETTEMBRE-NOVEMBRE

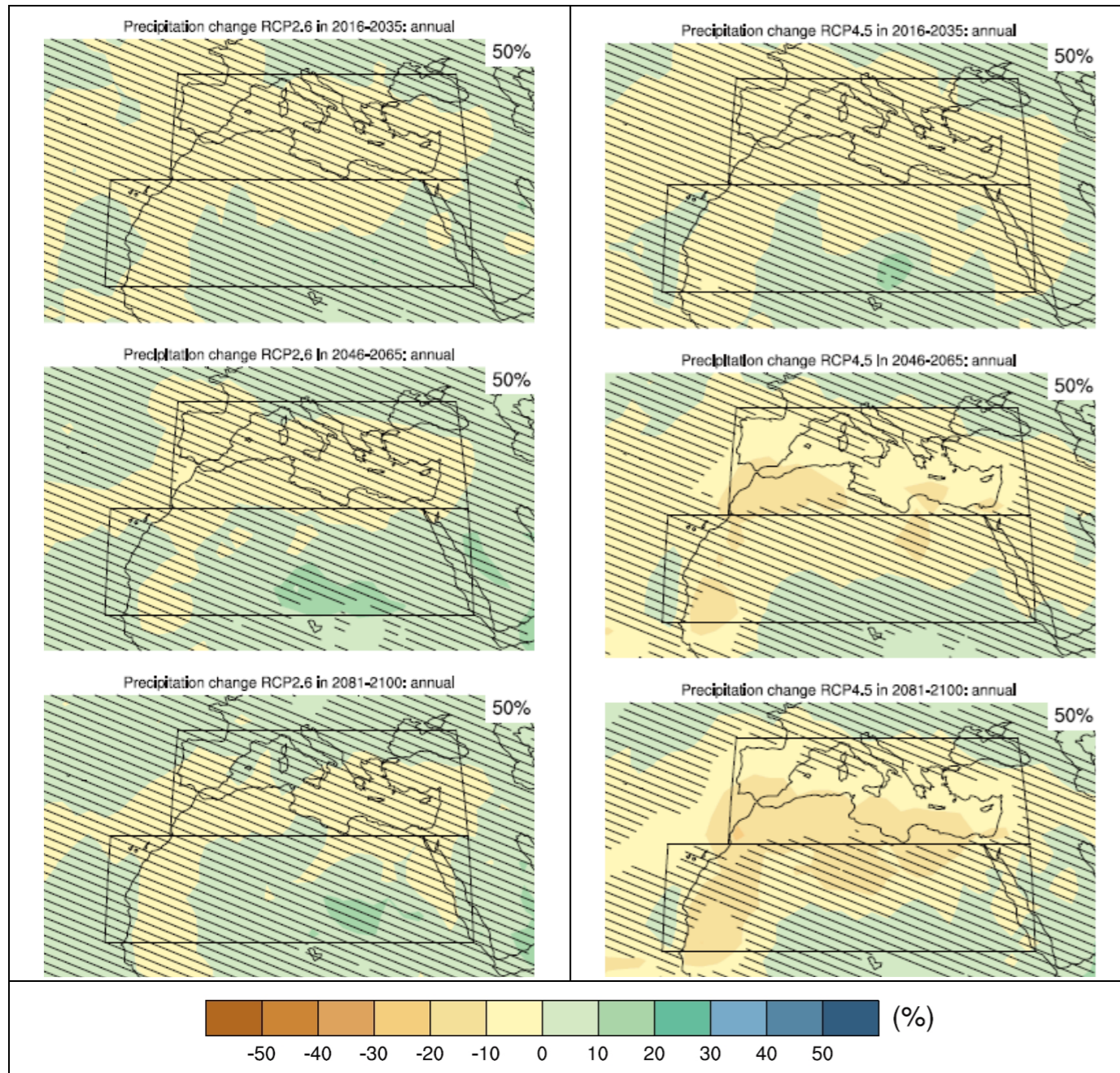


FIGURA 4-25 MAPPA DELLE VARIAZIONI DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUALI RISPETTO AL 1986-2005 (50° PERCENTILE) - SCENARIO RCP2.6 E RCP4.5

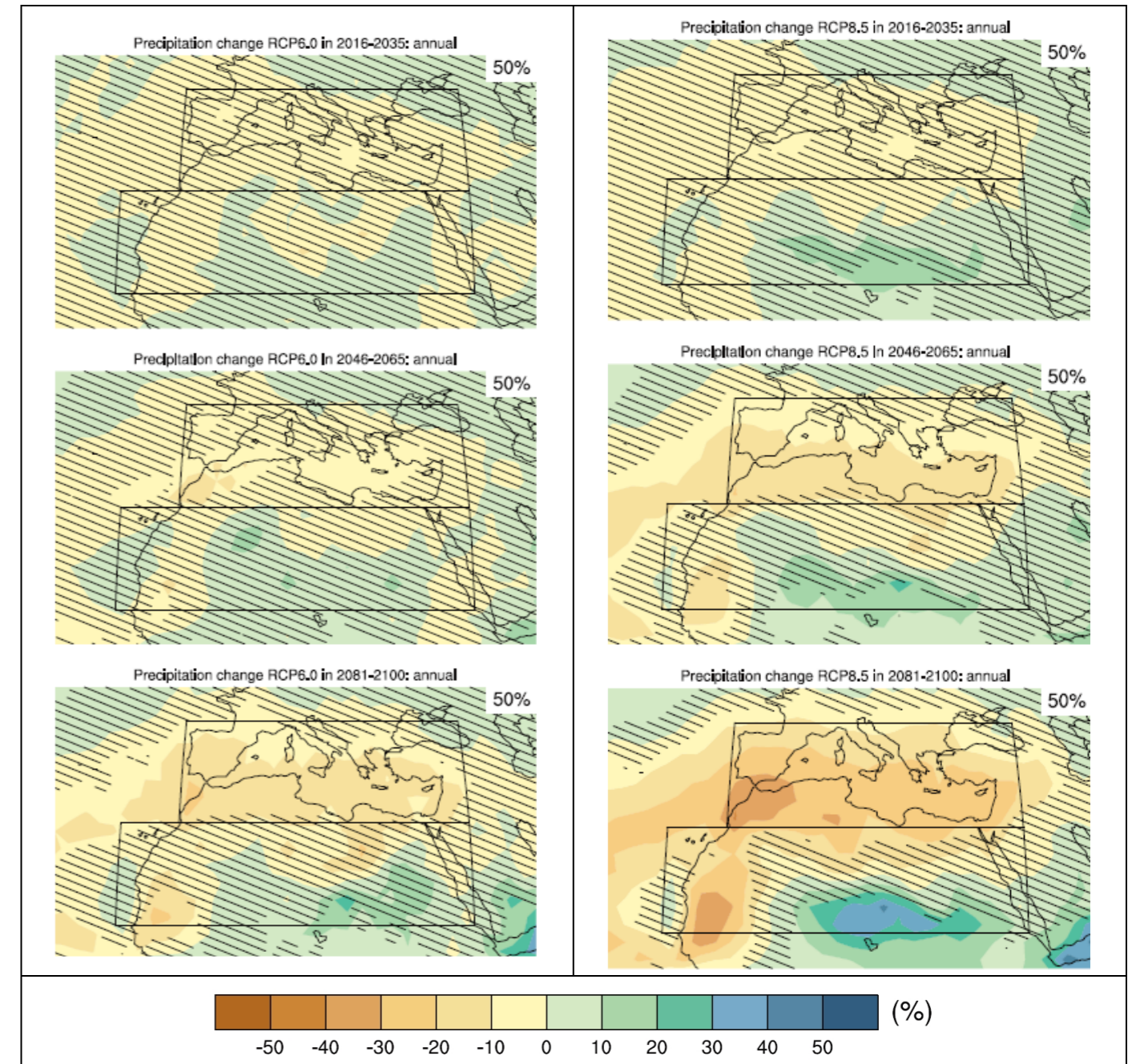


FIGURA 4-26 MAPPA DELLE VARIAZIONI DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUALI RISPETTO AL 1986-2005 (50° PERCENTILE) - SCENARIO RCP6.0 E RCP8.5

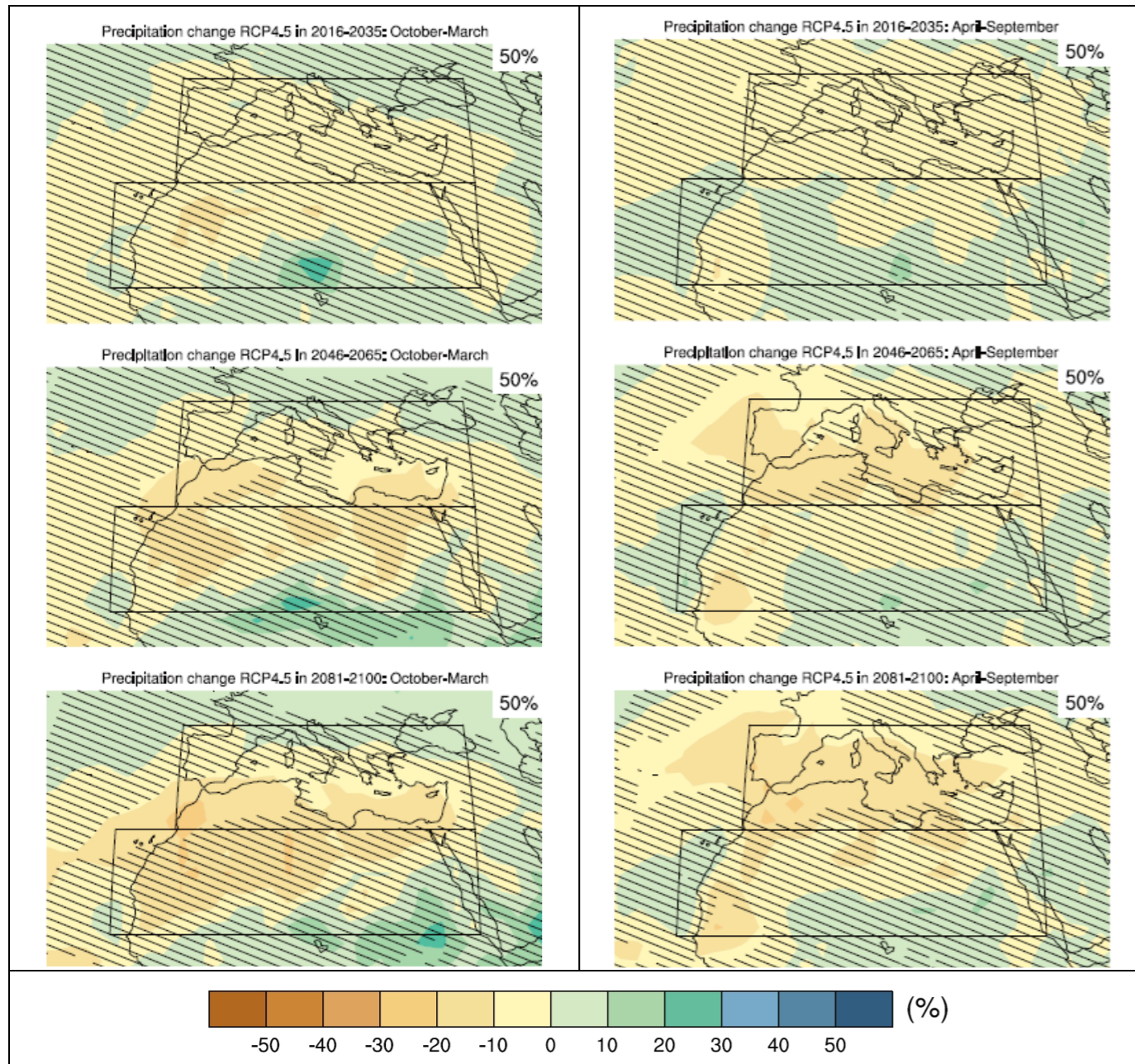


FIGURA 4-27 MAPPA DELLE VARIAZIONI DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUALI RISPETTO AL 1986-2005 (50° PERCENTILE) - SCENARIO RCP4.5
- PERIODO: OTTOBRE-MARZO E APRILE-SETTEMBRE

4.2.7. Analisi delle tendenze climatiche nazionali e regionali

I cambiamenti climatici in Italia sono stati trattati da diversi studi europei e nazionali. A livello europeo una fonte informativa importante è rappresentata dal documento "ESPO CLIMATE - Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies" redatto nell'ambito del Programma ESPON 2013 (Network Europeo di Osservazione dello Sviluppo e Coesione Territoriali).

Nel documento sono riportate le mappature degli andamenti al futuro di diversi parametri climatici ottenute dai dati di output del modello climatico CCLM. È stato scelto quest'ultimo per via della buona scala spaziale (circa 20 km), del numero di variabili climatiche analizzate ed inoltre perché fornisce gli andamenti di diversi indicatori di eventi estremi come ad esempio i giorni di gelo oppure i giorni estivi.

Nelle mappe che seguono i cambiamenti dei vari indicatori si riferiscono al periodo 2071-2100 rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 sotto le condizioni di sviluppo dello scenario A1B. Quest'ultimo è uno dei sei possibili scenari di emissioni di gas-serra, esposti nell'edizione IPCC del 2000, dovute a diverse condizioni di sviluppo economico, demografico e tecnologico. Nello specifico l'A1B si riferisce a condizioni di emissione medio-alta. Per eventuali dettagli si rimanda alla pubblicazione "IPCC - SPECIAL REPORT EMISSIONS SCENARIOS". Nell'edizione 2013 del rapporto IPCC sono stati ridefiniti gli scenari di riferimento come descritto nel BOX 3.

Nella tabella seguente sono riassunti i valori dei cambiamenti previsti relativamente alle diverse variabili climatiche per l'area di studio. Analizzando il quadro d'insieme appare chiaro che le proiezioni indicano uno scenario tendente all'aridità con aumento della temperatura media, dei giorni estivi, dell'evaporazione media annuale e contestualmente diminuzione dei giorni di gelo, delle precipitazioni (soprattutto nel periodo estivo) e del numero di giorni con copertura nevosa.

VARIABILE CLIMATICA	AUMENTO	DIMINUZIONE	VALORE
Temperatura media annuale (°C)	X	-	3.6 ÷ 4 °C
Numero medio annuale di giorni di gelo	-	X	30 ÷ 40
Numero medio annuale di giorni estivi	X	-	31 ÷ 40
Precipitazioni medie annuali nel periodo invernale (%)	-	X	0 ÷ 10
Precipitazioni medie annuali nel periodo estivo (%)	-	X	40
Numero di giorni con forti piogge	-	X	-5 ÷ -3
Evaporazione media annuale	X	-	0.1 ÷ 7.5
Numero di giorni all'anno con copertura nevosa	-	X	0 ÷ 10

TABELLA 4-7 CAMBIAMENTI NELLE PRINCIPALI VARIABILI CLIMATICHE (FONTE: ESPON CLIMATE - CLIMATE CHANGE AND TERRITORIAL EFFECTS ON REGIONS AND LOCAL ECONOMIES)

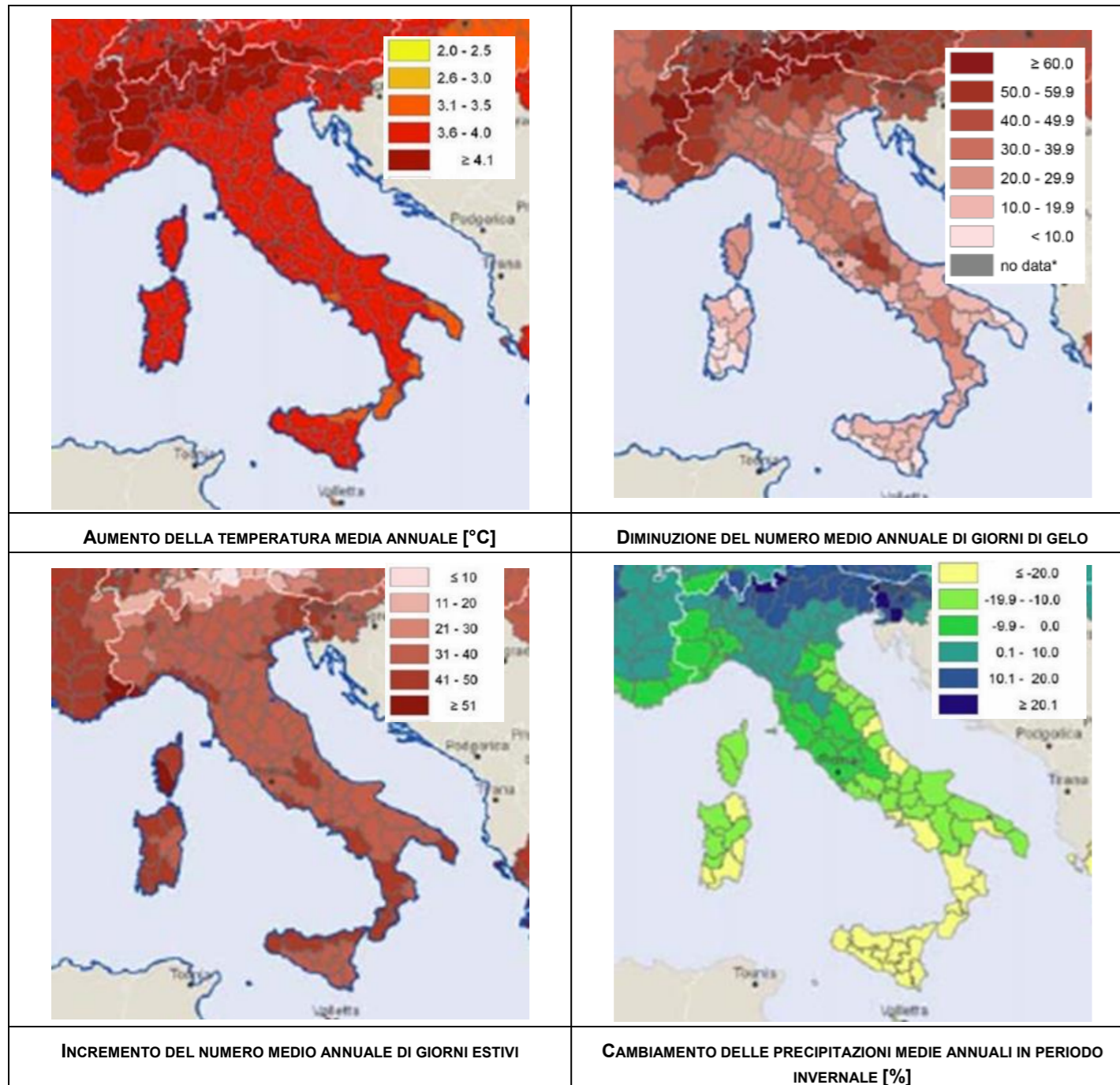


FIGURA 4-28 PROIEZIONI AL 2071-2100 DI ALCUNE VARIABILI CLIMATICHE (FONTE: ESPON CLIMATE - CLIMATE CHANGE AND TERRITORIAL EFFECTS ON REGIONSand LOCAL ECONOMIES)

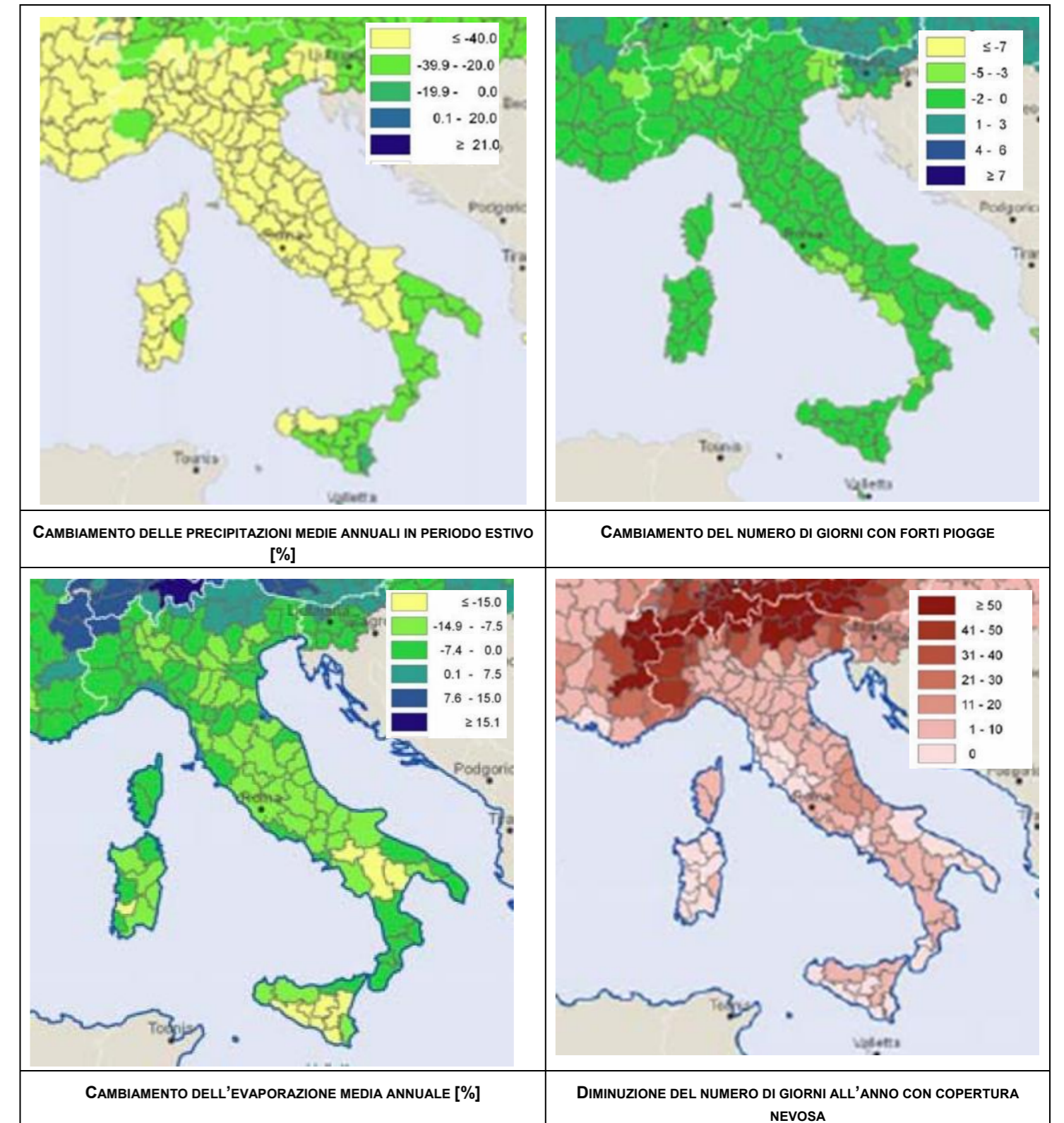


FIGURA 4-29 PROIEZIONI AL 2071-2100 DI ALCUNE VARIABILI CLIMATICHE (FONTE: ESPON CLIMATE - CLIMATE CHANGE AND TERRITORIAL EFFECTS ON REGIONSand LOCAL ECONOMIES)

Nel documento ISPRA "Gli indicatori nel clima in Italia nel 2016" sono riportati gli andamenti delle principali variabili climatiche. La **Figura 4-30** visualizza il trend delle anomalie di temperatura media annuale in Italia e su tutto il pianeta dal 1961 al 2016 rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. È abbastanza evidente che ci sia stato un netto aumento a partire dagli inizi degli anni '80. Sempre in **Figura 4-30** sono riportati i valori dei trend stimati nel periodo 1981-2016.

L'aumento della temperatura media è stato quantificato in 0.36 °C/10 anni. Inoltre dalle elaborazioni ISPRA risulta che le massime aumentino con una velocità maggiore rispetto alle minime e che nelle stagioni calde il riscaldamento sia più significativo rispetto alle stagioni fredde. Gli indicatori climatici di eventi estremi sembrano delineare una tendenza all'aridità con diminuzione dei giorni di gelo e contestuale aumento di notti tropicali, giorni estivi e ondate di calore (Figura 4-31).

Nel documento è anche analizzata la variabilità del regime pluviometrico. La Tabella 4-8 riporta i trend delle precipitazioni cumulate annuali dal 1951 al 2016 suddivisi tra nord, centro e sud. Il valore è espresso come % ogni 10 anni. Il Nord è caratterizzato da un leggero trend in diminuzione anche se non è risultato statisticamente significativo. La Figura 4-32 riporta l'andamento delle anomalie di precipitazione cumulata annuale nel periodo 1951-2016, rispetto al valore climatologico 1951-1980, sempre nel Nord. Risulta evidente come le anomalie negative siano di gran lunga maggiori rispetto a quelle positive.

L'inverno è risultato essere la stagione con la maggior diminuzione delle precipitazioni. Si è ritenuto importante riportare gli andamenti di alcuni indicatori estremi come le anomalie relative alle precipitazioni massime giornaliere, l'R10 (numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori o uguali a 10 mm), l'R95p (precipitazioni nei giorni molto piovosi) (Figura 4-33 ÷ Figura 4-34). Tutte le serie temporali di questi indici non mostrano trend statisticamente significativi. Come riportato nel rapporto ISPRA, dall'analisi temporale di questi indici non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza o intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo. Va tenuto presente che i risultati sono stati ottenuti su un insieme ancora abbastanza limitato di stazioni di misura. Inoltre, per valutare in modo più approfondito l'esistenza di trend degli eventi di precipitazione intensa, sarebbe necessario elaborare lunghe serie osservate con frequenza oraria.

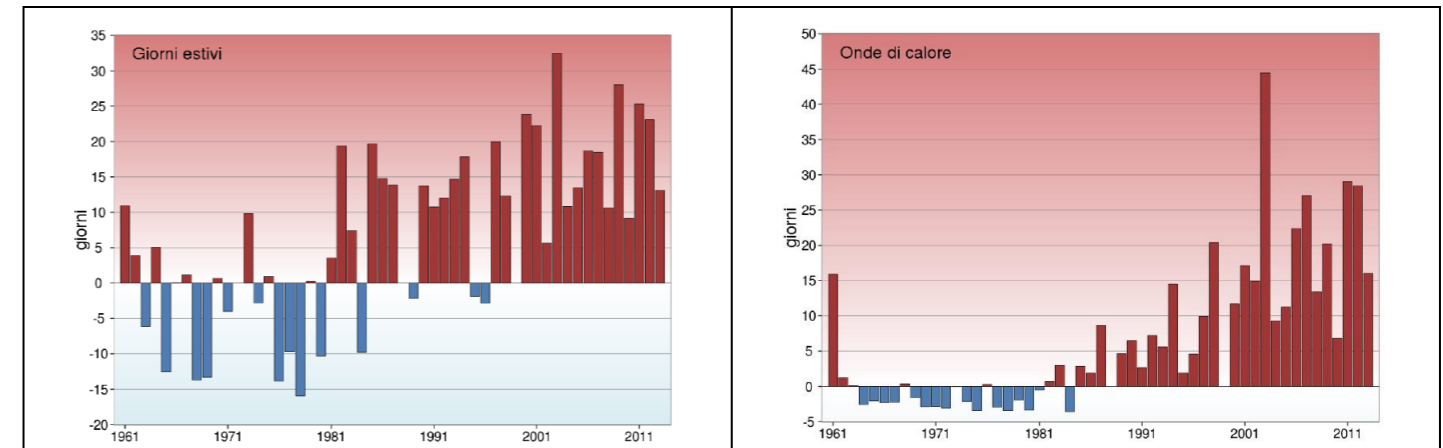


FIGURA 4-31 SERIE DELLE ANOMALIE DI ALCUNE VARIABILI CLIMATICHE DI EVENTI ESTREMI RELATIVAMENTE AL PERIODO 1961-1990 (FONTE: ISPRA)

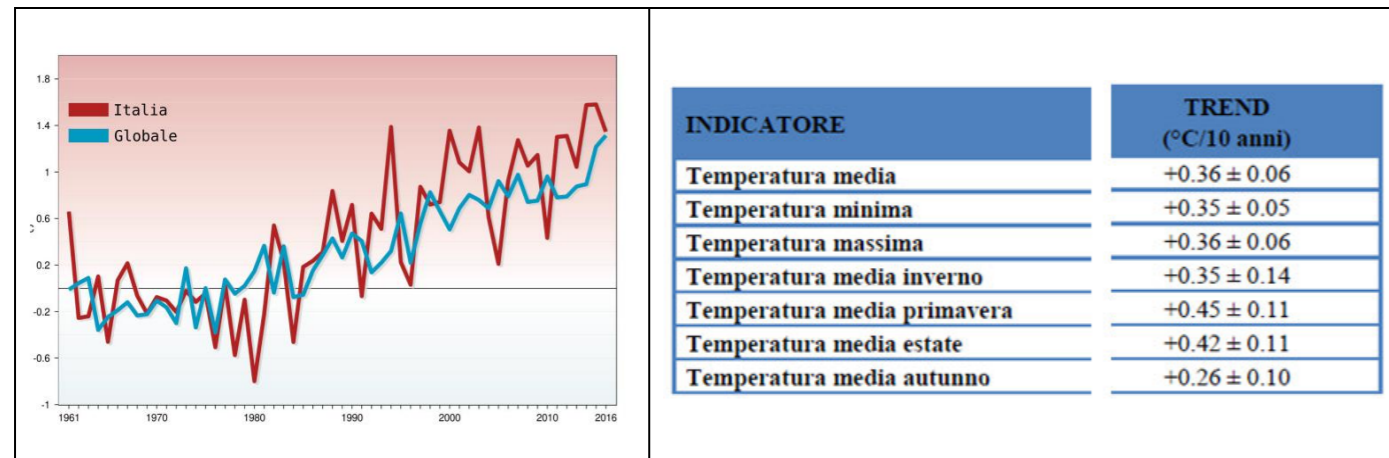


FIGURA 4-30 : TREND DELLE ANOMALIE DELLE MEDIE ANNUALI DI TEMPERATURA NEL PERIODO 1961-2016 E TREND DELLE TEMPERATURE STIMATI NEL MEDESIMO PERIODO (FONTE: ISPRA)

PRECIPITAZIONE CUMULATA	TREND (%/10 anni)
ANNUALE	
Nord	(-0.8 ± 1.0)
Centro	-2.0 ± 0.9
Sud e Isole	(-1.7 ± 0.9)
STAGIONALE (Italia)	
Inverno	(-3.1 ± 1.8)
Primavera	(-0.3 ± 1.3)
Estate	(-0.3 ± 1.9)
Autunno	(-0.6 ± 1.5)

TABELLA 4-8

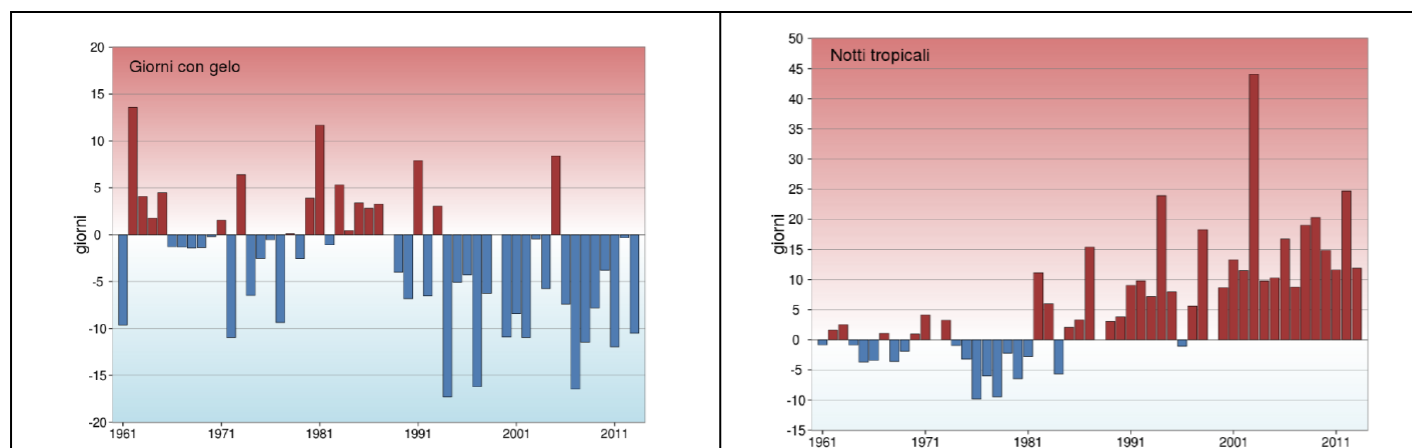
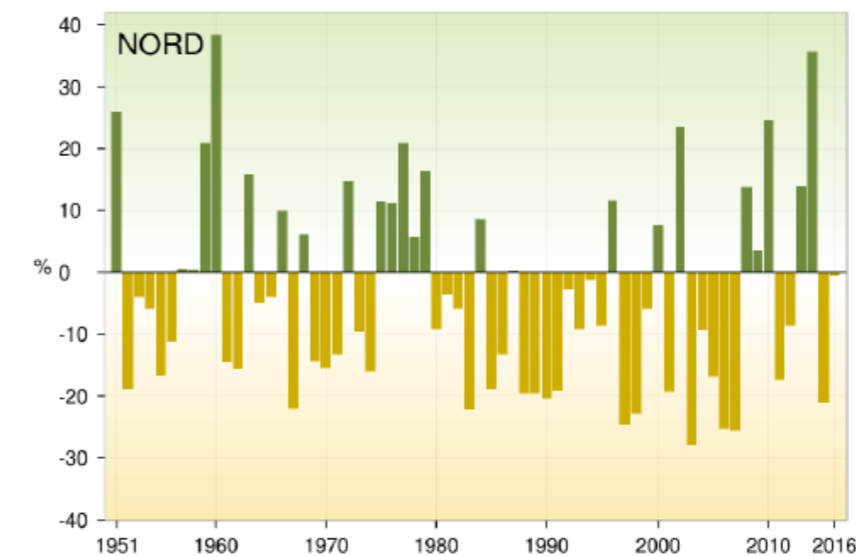


FIGURA 4-32 SERIE DELLE ANOMALIE MEDIE AL NORD, ESPRESSE IN % DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA ANNUALE RISPETTO AL VALORE NORMALE 1951-1980.



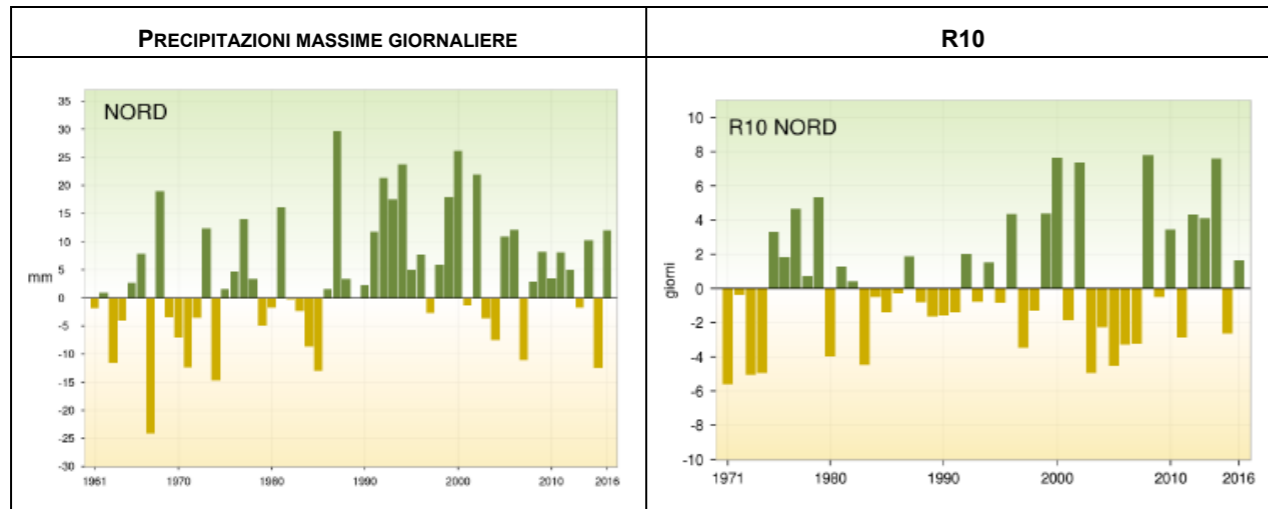


FIGURA 4-33 SERIE DELLE ANOMALIE DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME GIORNALIERE E DELL'INDICE R10 RISPETTO AL VALORE NORMALE 1971-2000 (FONTE: ISPRA).

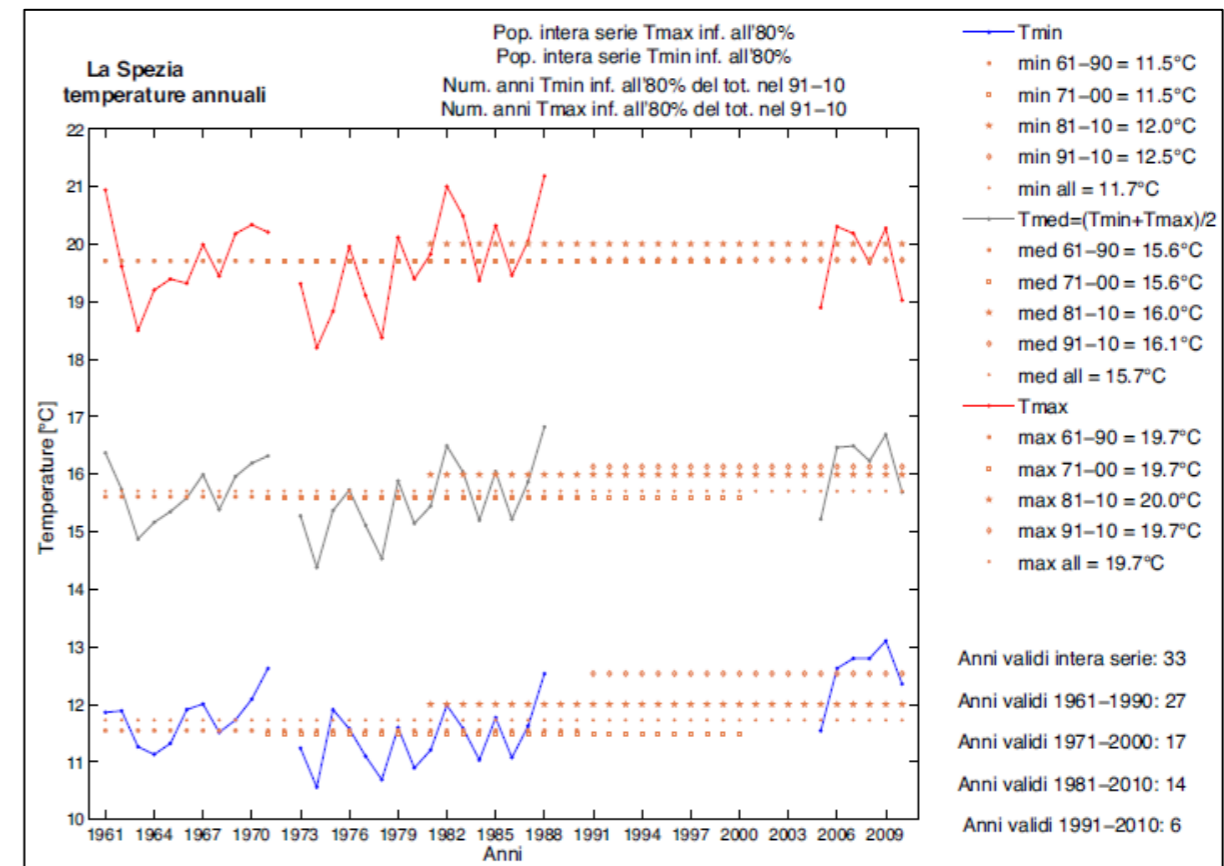


FIGURA 4-35 TEMPERATURE ANNUALI – LA SPEZIA (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

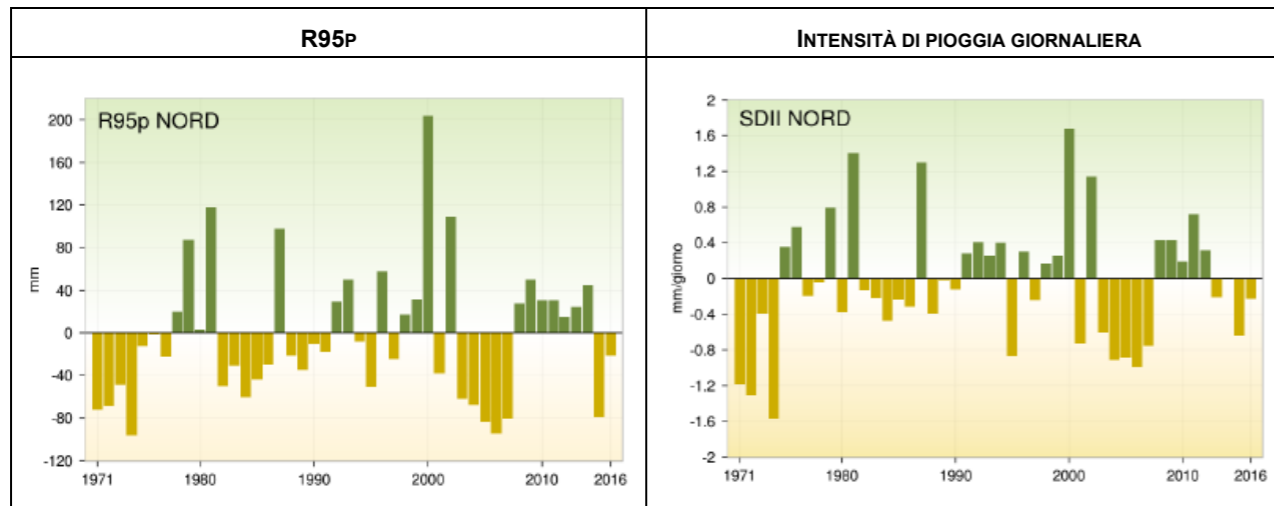


FIGURA 4-34 SERIE DELLE ANOMALIE DELL'INDICE R95p E DELL'INTENSITÀ DI PIOGGIA GIORNALIERA RISPETTO AL VALORE NORMALE 1971-2000 (FONTE: ISPRA)

4.2.8. Cambiamenti climatici in Liguria

4.2.8.1 L'Atlante Climatico della Liguria

Per descrivere i cambiamenti climatici in atto nella regione ed in particolar modo nella zona di La Spezia è stata utilizzata come fonte di informazione l'Atlante Climatico della Liguria, redatto a cura di Arpal dove sono riportate le serie storiche di temperatura e precipitazioni, sia in forma di mappe che di istogrammi dal 1961 al 2010.

La **Figura 4-35** presenta la serie delle temperature registrate a La Spezia. Purtroppo la serie è deficitaria di alcuni anni anche se tuttavia si può intuire che c'è stato un lieve aumento di tale parametro, soprattutto per quanto riguarda le temperature minime e medie.

Nei grafici seguenti (**Figura 4-36 ÷ Figura 4-37**) sono riportate le serie di due parametri di temperature estreme, ovvero il numero di giorni invernali con Tmin inferiore a 1.0 °C ed il numero giorni estivi con Tmax superiore a 31.8 °C. Anche in questo caso mancano dati relativi ad alcuni anni. Ma paragonando i due grafici si può vedere come un parametro sia tendente alla diminuzione mentre l'altro all'aumento.

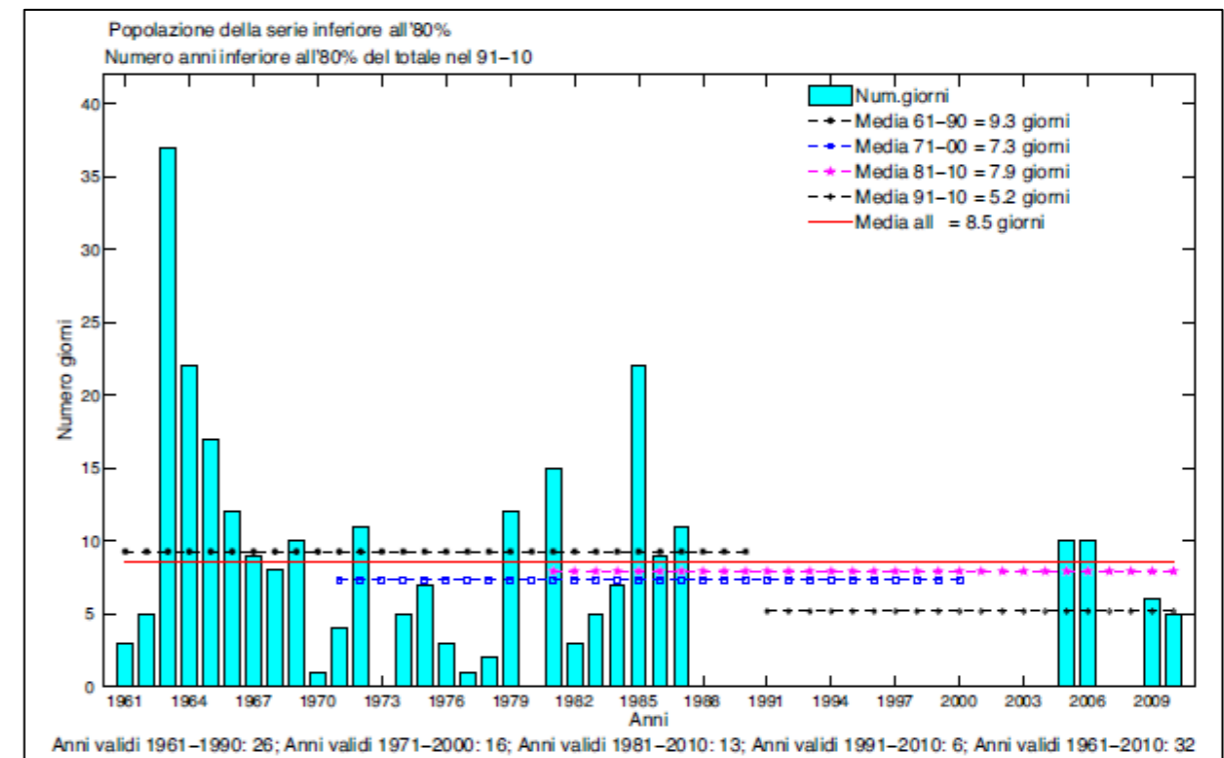


FIGURA 4-36 NUMERO DI GIORNI INVERNALI CON TMIN INFERIORE A 1.0 °C (MEDIA DEL 10° PERCENTILE TMIN INVERNO 1961-1990) LA SPEZIA (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

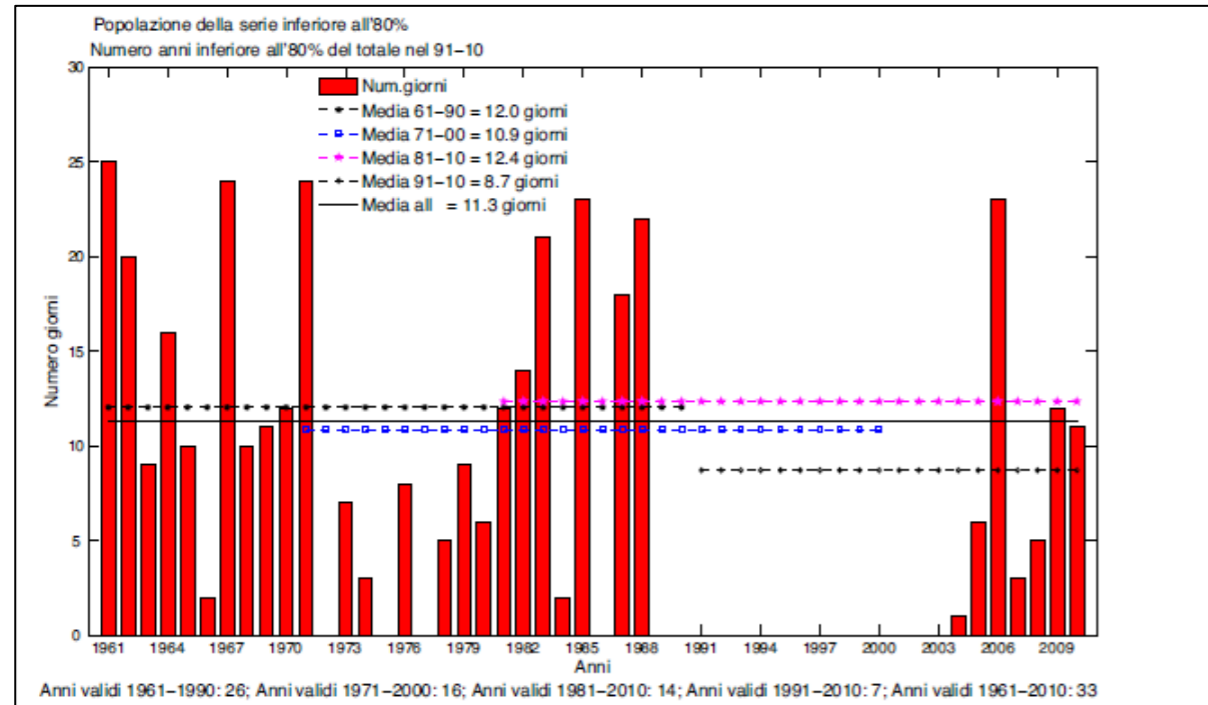


FIGURA 4-37 NUMERO GIORNI ESTIVI CON TMAX SUPERIORE A 31.8 °C (MEDIA DEL 90° PERCENTILE TMAX ESTATE 1961-1990) LA SPEZIA (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, la mappa di **Figura 4-38** illustra la variazione della precipitazione cumulata rispetto al trentennio di riferimento. La zona di La Spezia (cerchiata in giallo) è caratterizzata da una diminuzione di circa 100-150 mm di pioggia in assenza di significative variazioni del numero di giorni piovosi (**Figura 4-39**).

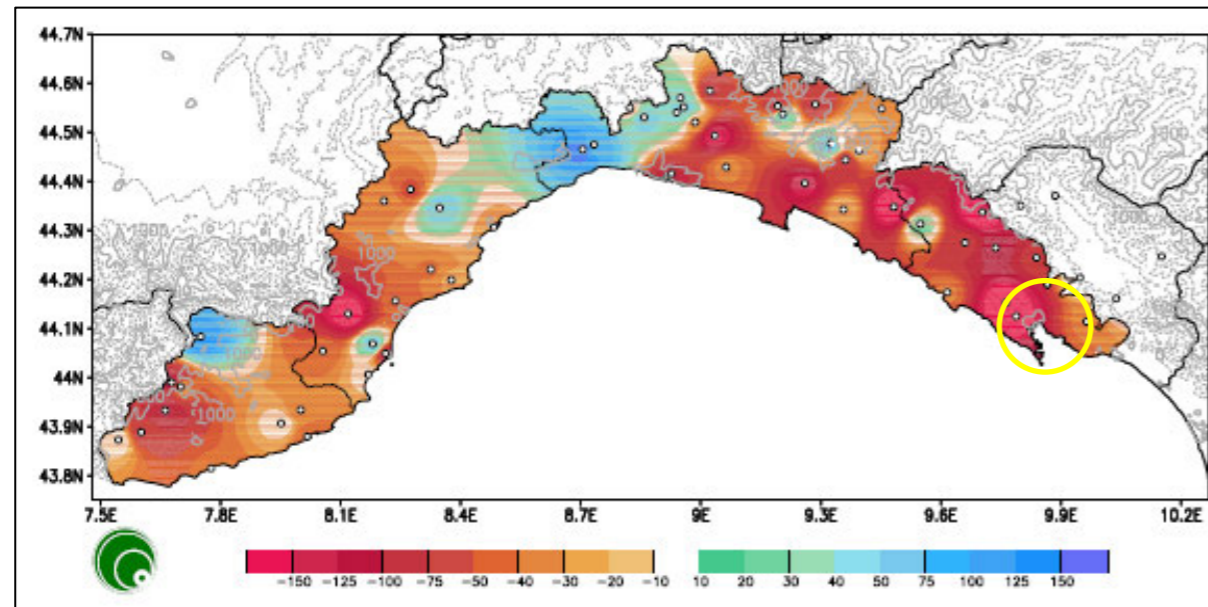


FIGURA 4-38 PRECIPITAZIONE CUMULATA (MM) – VARIAZIONE DELLA MEDIA ANNUALE 1981-2010 RISPETTO AL 1961-1990 (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

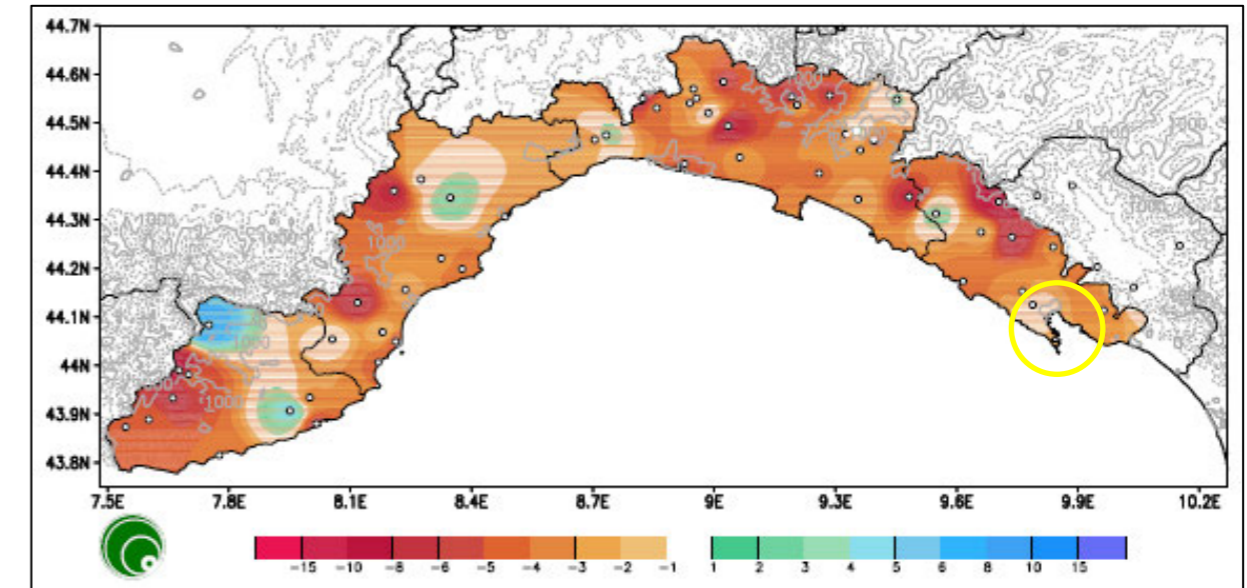


FIGURA 4-39 NUMERO DI GIORNI PIOVOSI - VARIAZIONE DELLA MEDIA ANNUALE 1981-2010 RISPETTO AL 1961-1990 (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

Inoltre è interessante evidenziare come il massimo di pioggia giornaliera con tempo di ritorno di 10 e 50 anni siano ambedue aumentati, di 130-140 mm e 180-200 mm. Infine, la mappa di **Figura 4-42** evidenzia che l'intensità di pioggia giornaliera non ha subito particolari cambiamenti negli anni, con una variazione dell'ordine di 1-2 mm/giorno.

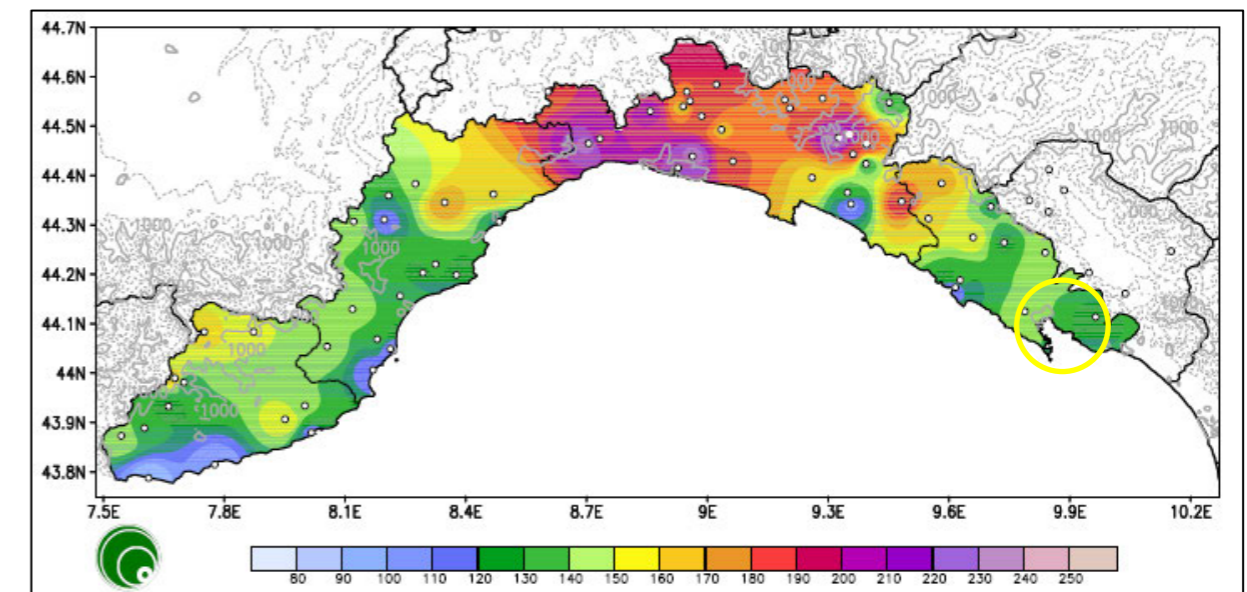


FIGURA 4-40 MAX PIOGGIA GIORNALIERA PER T=10 ANNI (MM) – CALCOLATA SECONDO DISTRIBUZIONE GEV (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

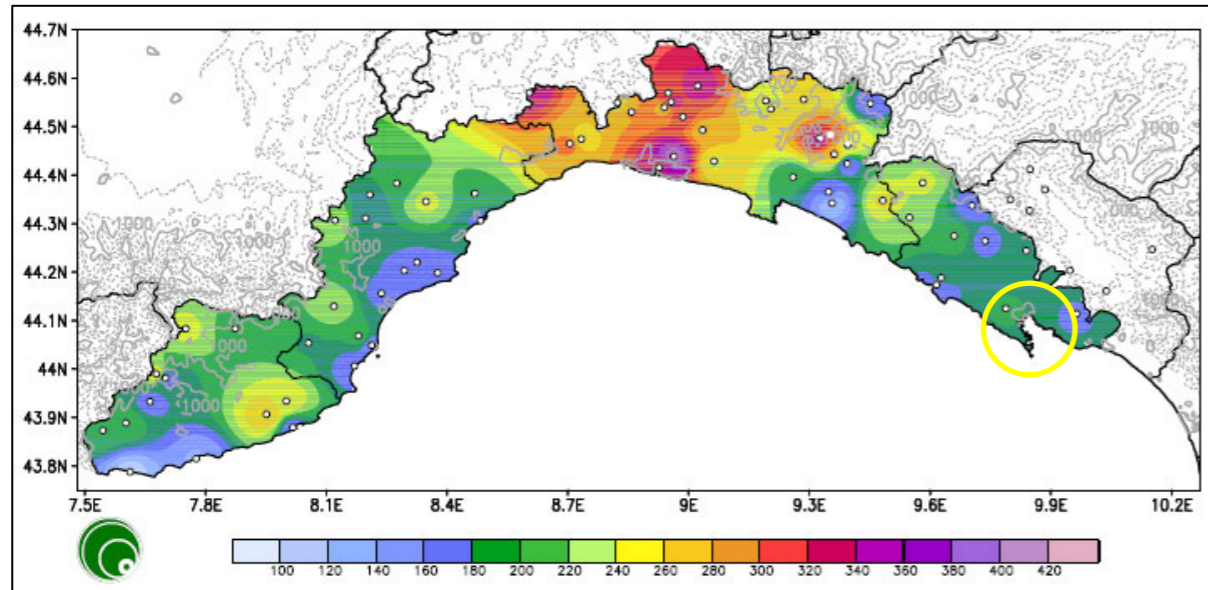


FIGURA 4-41 MAX PIOGGIA GIORNALIERA PER T=50 ANNI (MM) – CALCOLATA SECONDO DISTRIBUZIONE GEV (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

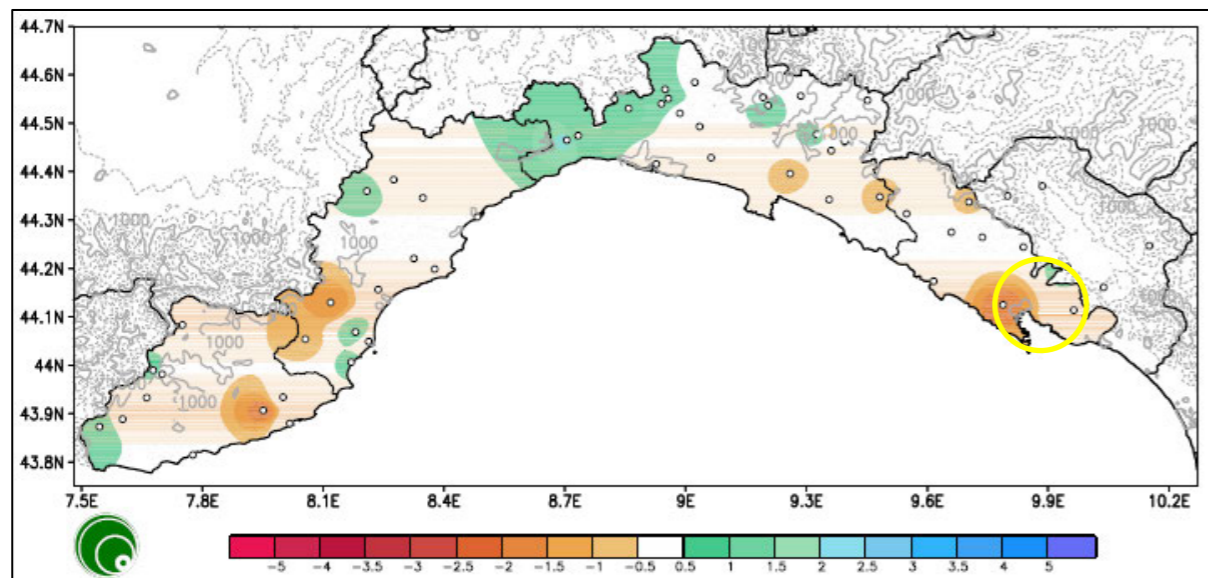


FIGURA 4-42 INTENSITÀ PRECIPITAZIONE GIORNALIERA (MM/GIORNO) – VARIAZIONE DELLA MEDIA ANNUALE 1981-2010 RISPETTO AL 1961-1990 (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

Per una descrizione maggiormente puntuale in relazione all'area oggetto di studio, di seguito vengono riportati alcuni istogrammi riguardanti serie storiche registrate nei pressi di La Spezia. La **Figura 4-43** illustra l'andamento delle cumulate annuali dal 1961 al 2010. Inoltre in **Figura 4-44** è riportato l'istogramma con lo storico dei massimi di diversa durata. Qui si può notare come i massimi si 1 ora e 3 ore siano particolarmente preponderanti nel quadro complessivo.

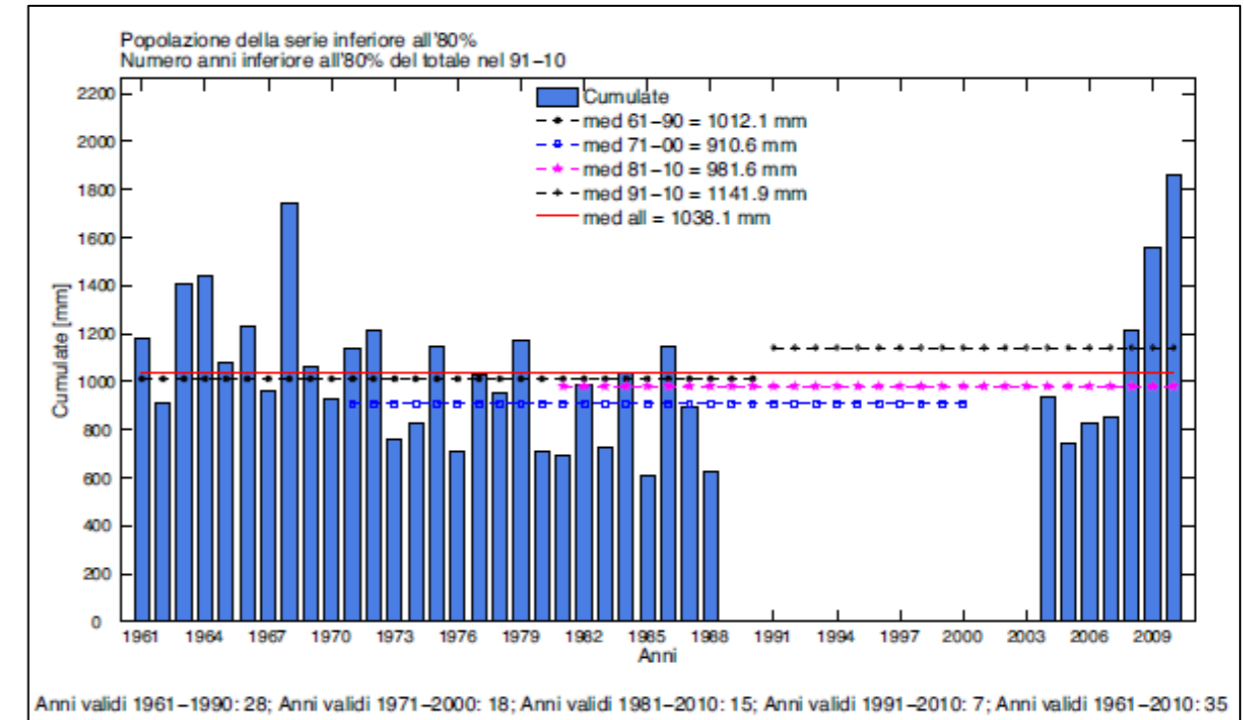


FIGURA 4-43 CUMULATE DI PRECIPITAZIONI ANNUALI - LA SPEZIA (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

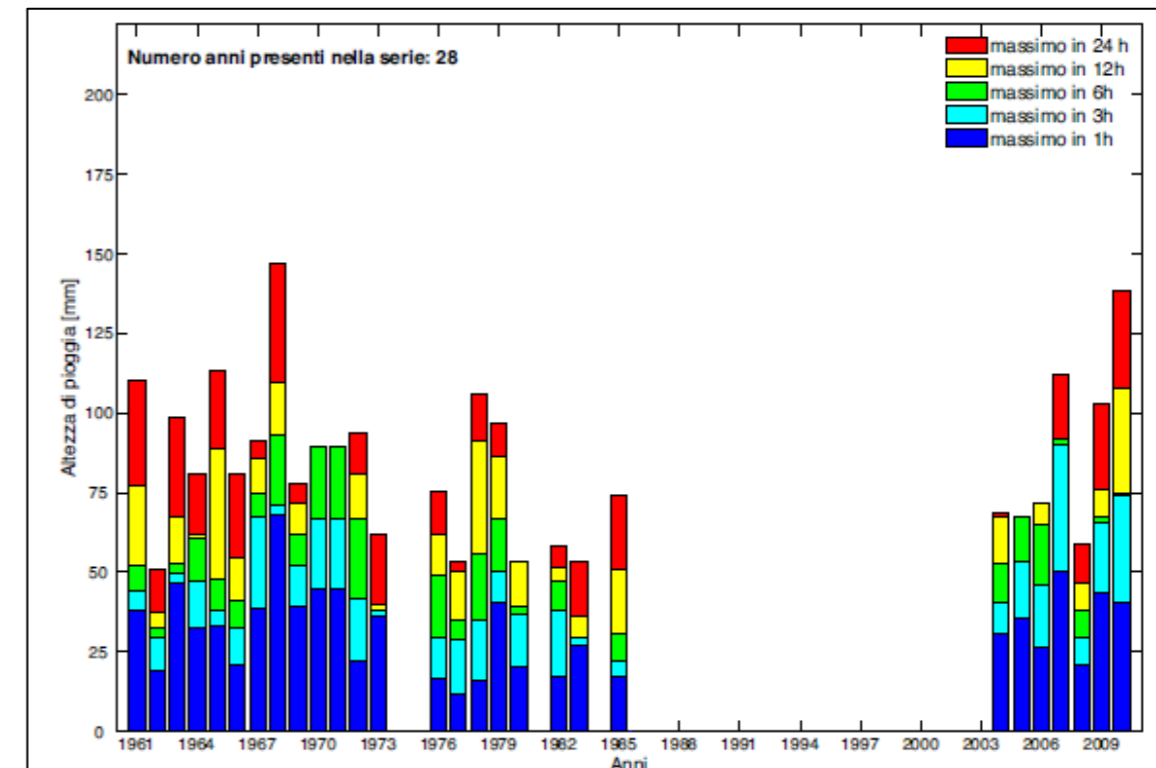


FIGURA 4-44 MASSIMI ANNUALI PER LE DURATE 1,3,6,12 E 24 ORE A LA SPEZIA (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

Infine nella seguente figura sono riportate le curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

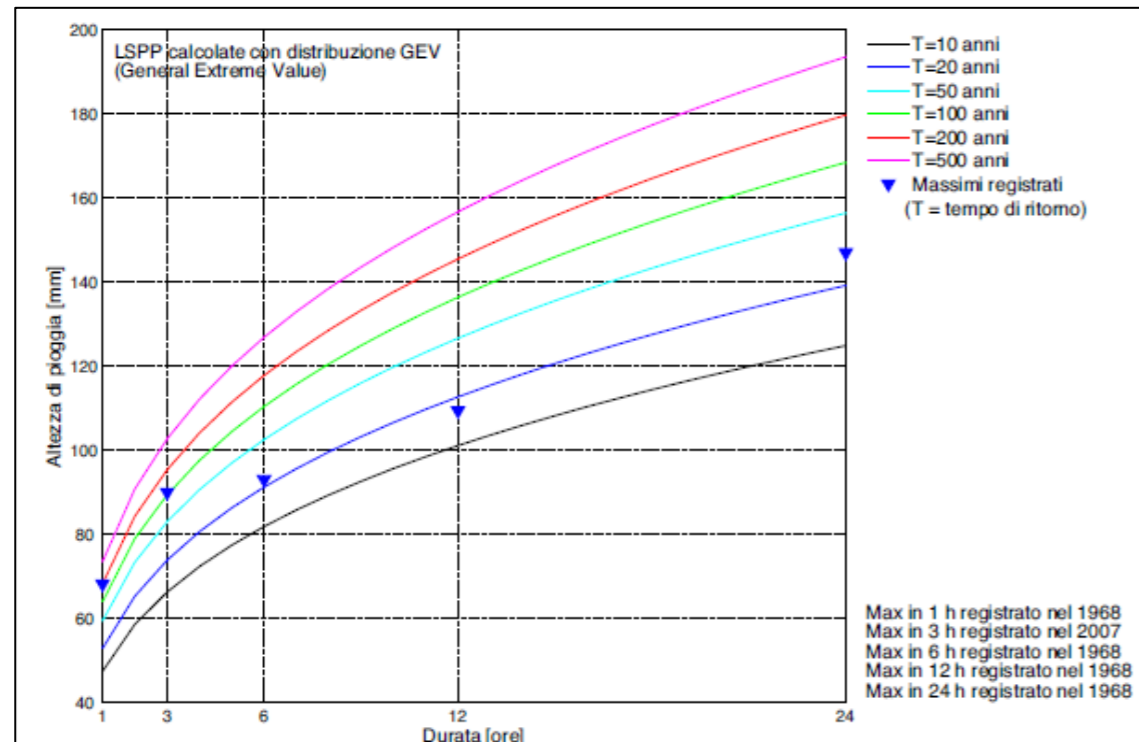


FIGURA 4-45 LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRIA (NUMEROSITÀ CAMPIONE: 28 ANNI) (FONTE: ATLANTE CLIMATICO DELLA LIGURIA)

4.2.9. Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici

Una fonte importante di sintesi dello stato dell'arte degli studi sui Cambiamenti Climatici in Italia è il Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici (PNACC), attualmente in fase di avanzata elaborazione.

Il Piano, elaborato dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, riassume il quadro aggiornato delle tendenze climatiche in atto a livello nazionale e dei possibili scenari futuri e individua le possibili azioni di adattamento e i relativi strumenti di monitoraggio e valutazione dell'efficacia.

Vengono nel seguito riassunti i contenuti dell'allegato tecnico scientifico del PNACC sia per le aree terrestri che per quelle marine.

4.2.9.1 Aree terrestri

Per quanto riguarda le aree terrestri sono state individuate, tramite la tecnica statistica della cluster analysis, le porzioni del territorio nazionale che potrebbero essere esposte a variazioni climatiche simili rapportandole ad una condizione climatica presente. Tali porzioni sono state definite "aree climatiche omogenee nazionali".

Il metodo di lavoro è stato basato sui seguenti passi:

1. individuazione di sei "macroregioni climatiche omogenee": porzioni di territorio in cui sono state osservate condizioni climatiche simili negli ultimi trent'anni (1981-2010). Tale individuazione è stata effettuata tramite la cluster analysis applicata ad un set di indicatori climatici (Tabella 4-9);
2. analisi delle anomalie climatiche attese per il XXI secolo in termini di proiezioni di temperature e precipitazioni medie stagionali, considerando due trentenni (2021-2050 e 2071-2100) e due diversi scenari climatici RCP (RCP 4.5 ed RCP8.5) a partire dai dati simulati dal modello climatico regionale COSMO-CLM;
3. zonazione delle anomalie climatiche sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021-2050 (RCP 4.5 ed RCP8.5) per gli indicatori selezionati;
4. individuazione di "aree climatiche omogenee", attraverso la sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee e della zonazione delle anomalie, per definire aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

La cluster analysis della condizione climatica attuale per il periodo di riferimento 1981-2010 è stata effettuata a partire dal dataset E-OBS. Quest'ultimo fornisce dati di precipitazione e temperatura a risoluzione giornaliera su un grigliato regolare orizzontale di 0.25° x 0.25°. Per l'analisi della condizione climatica attuale sono stati selezionati otto dei dieci indicatori riportati in Tabella 4-9, ovvero: Tmean, R20, FD, SU95p, WP, SP, R95p, CDD.

In Figura 4-46 vengono riportate le mappe degli indicatori climatici calcolate per il territorio nazionale. Gli indicatori sono stati raggruppati attraverso metodologie di cluster analysis, la quale ha condotto a definire sei "macroregioni climatiche omogenee" nell'arco temporale considerato (1981-2010). Ciascuna macroregione si caratterizza per valori simili degli indicatori considerati. I valori medi di questi ultimi per ciascuna macroregione sono illustrati in Tabella 4-10.

La Figura 4-47 riporta la zonazione climatica. Il territorio di La Spezia ricade nella macroregione 1 definita come "Prealpi e Appennino Settentrionale", caratterizzata da valori intermedi per quanto riguarda le precipitazioni cumulate invernali ed estive e da valori elevati, rispetto ad altre aree, per i fenomeni di precipitazione estremi (R20 ed R95p). Dopo la macroregione 2 risulta essere la zona del Nord Italia con il numero maggiore di summer days ovvero con il numero di giorni in cui la temperatura massima ha un valore superiore al valore di soglia considerato (95esimo percentile).

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

TABELLA 4-9: INDICATORI CONSIDERATI PER LA CLUSTER ANALYSIS (FONTE: CMCC)

Lo step successivo nello studio è stato quello di individuare aree del territorio italiano omogenee in termini di anomalie climatiche. Nello specifico sono state valutate:

1. le variazioni stagionali di temperatura e precipitazione per il medio (2021-2050) e lungo periodo (2071-2100);
2. le anomalie trentennali (2021-2050 vs 1981-2010) degli indicatori selezionati per l'analisi della condizione climatica futura.

La Figura 4-48 mostra le proiezioni climatiche stagionali di anomalia della temperatura media e delle precipitazioni medie per il periodo 2010-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP4.5 ed RCP8.5. Dal punto di vista della temperatura si può dire che è stato rilevato un generale aumento per entrambi gli scenari, più marcato per l'RCP8.5, che arriva sino a 2°C. Analisi che risulta valida anche l'area di studio.

Le analisi delle precipitazioni, invece, hanno mostrato una maggiore variabilità. Lo scenario RCP4.5 proietta una generale riduzione in primavera ed estate, una lieve diminuzione in inverno mentre in autunno si osserva un lieve aumento. Lo scenario RCP8.5, invece, proietta un aumento delle precipitazioni invernali ed una diminuzione di quelle primaverili ed estive. La Figura 4-49 mostra le proiezioni climatiche al periodo 2071-2100. Anche in questo caso vi è una certa uniformità spaziale nell'aumento del regime termometrico che tuttavia tocca valori più alti, che si aggirano intorno ai 3-4 °C per lo scenario RCP4.5.

Lo scenario RCP8.5 mostra un riscaldamento considerevolmente più alto, caratterizzato da una spiccata stagionalità. Infatti è emerso che l'estate è la stagione con un riscaldamento maggiore che può aumentare anche di 7-8 °C. Per quanto riguarda il regime pluviometrico, lo scenario RCP4.5 indica un lieve aumento nel periodo autunnale e soprattutto invernale. Invece nelle stagioni calde si prevede una generale diminuzione. Per quanto riguarda lo scenario RCP8.5 è emerso un comportamento analogo delle precipitazioni rispetto a quanto rilevato dalle proiezioni sotto le condizioni dello scenario RCP4.5, ma con valori più accentuati. In autunno la situazione è leggermente diversa. Infatti non è emerso nessun cambiamento rilevante. Oltre a ciò, sono stati calcolati i cambiamenti degli indicatori selezionati per l'analisi della condizione climatica futura (Tabella 4-9). Tuttavia, in questo caso, rispetto all'analisi del clima attuale, è stato considerato l'indicatore Evap al posto dell'indicatore CDD ed è stato aggiunto l'indicatore relativo alla copertura nevosa, SC.

Le anomalie climatiche sono ottenute come differenza tra i valori medi degli indicatori nel periodo futuro 2010-2050 e quello di riferimento 1981-2010.

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

TABELLA 4-10: VALORI MEDI E DEVIATIONE STANDARD DEGLI INDICATORI PER CIASCUNA MACROREGIONE INDIVIDUATA

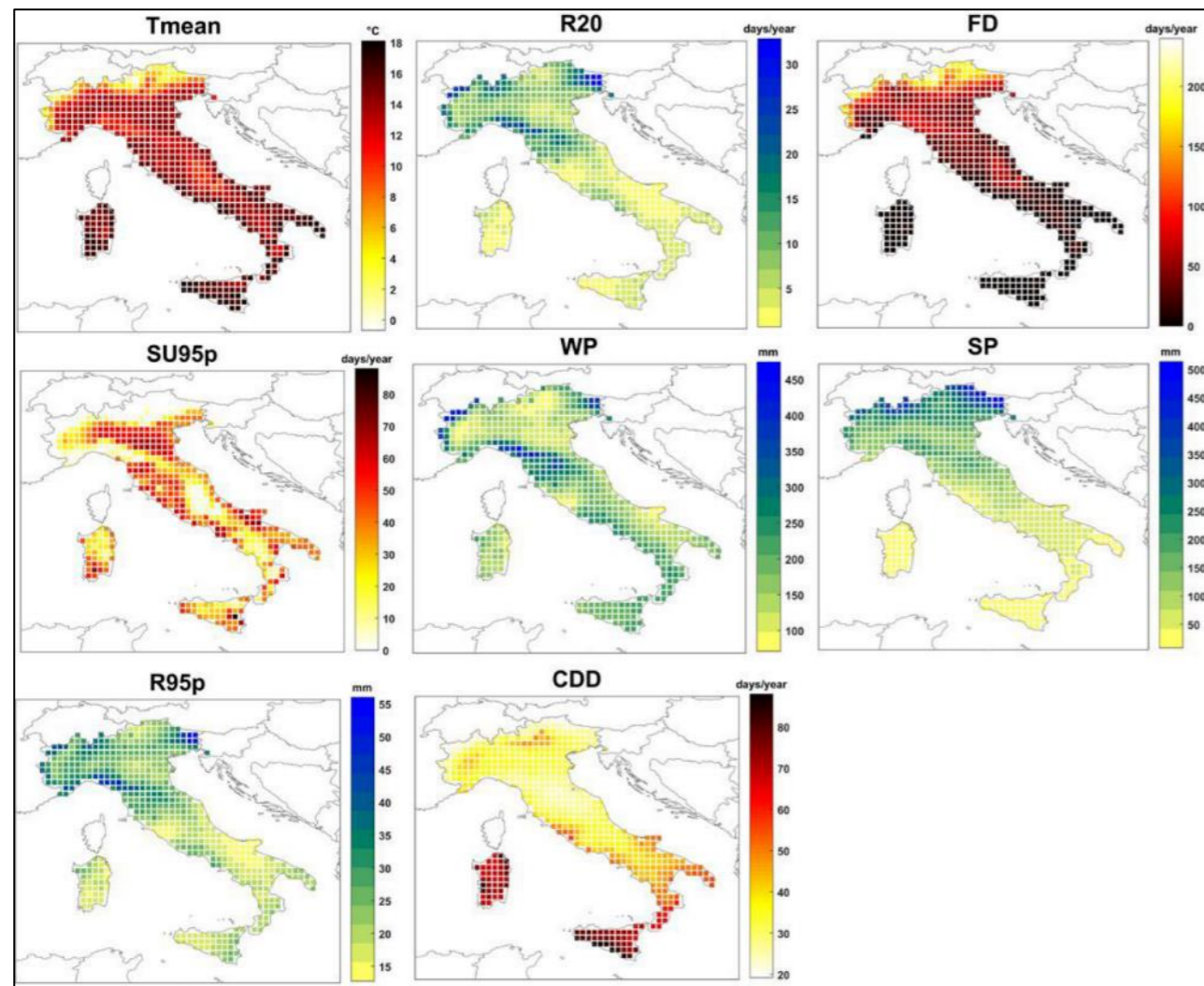


FIGURA 4-46: MAPPE DEGLI INDICATORI (E-OBS 1981-2010)

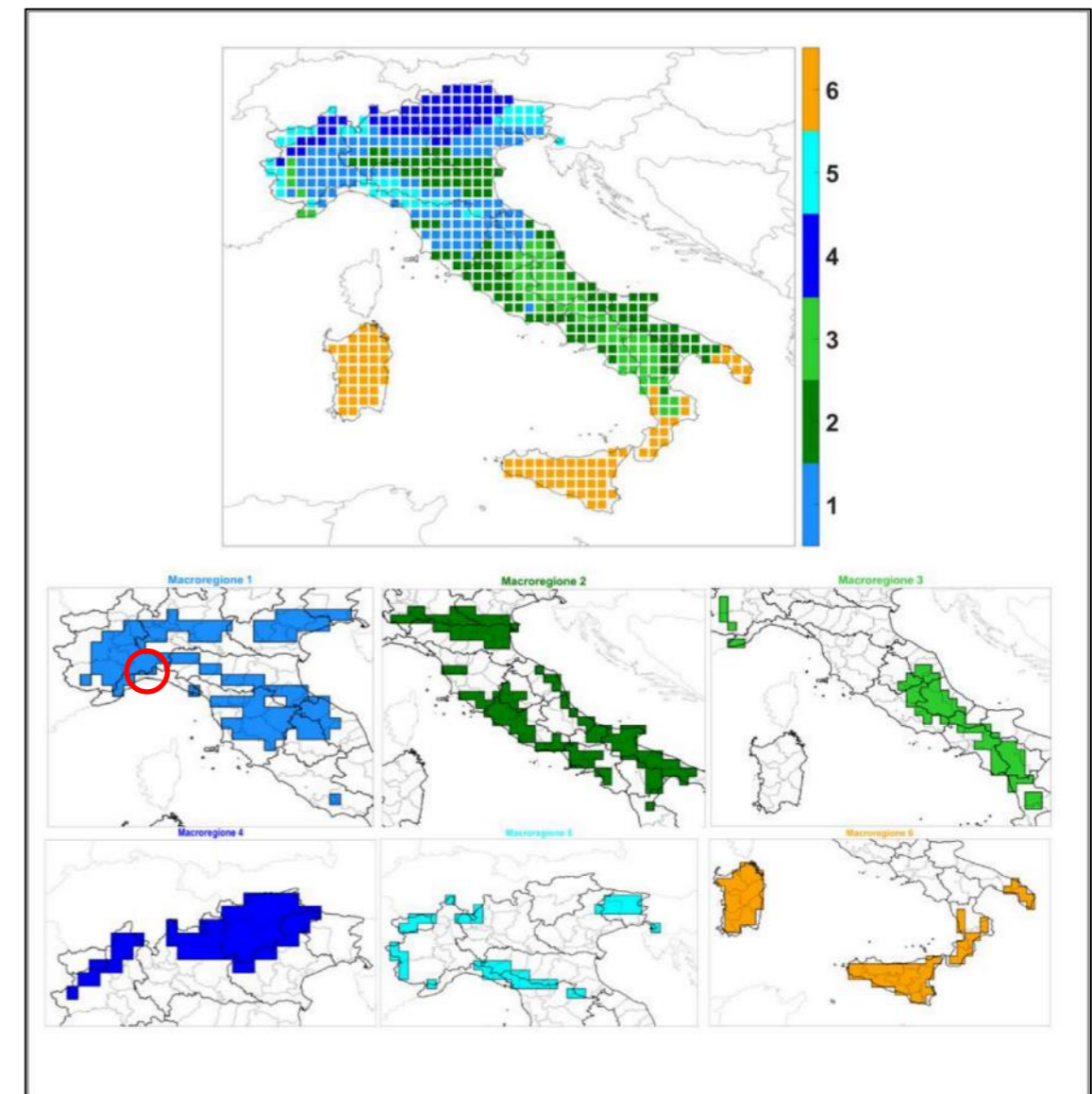


FIGURA 4-47 - ZONAZIONE CLIMATICA SUL PERIODO CLIMATICO DI RIFERIMENTO (1981-2010) (FONTE: CMCC)

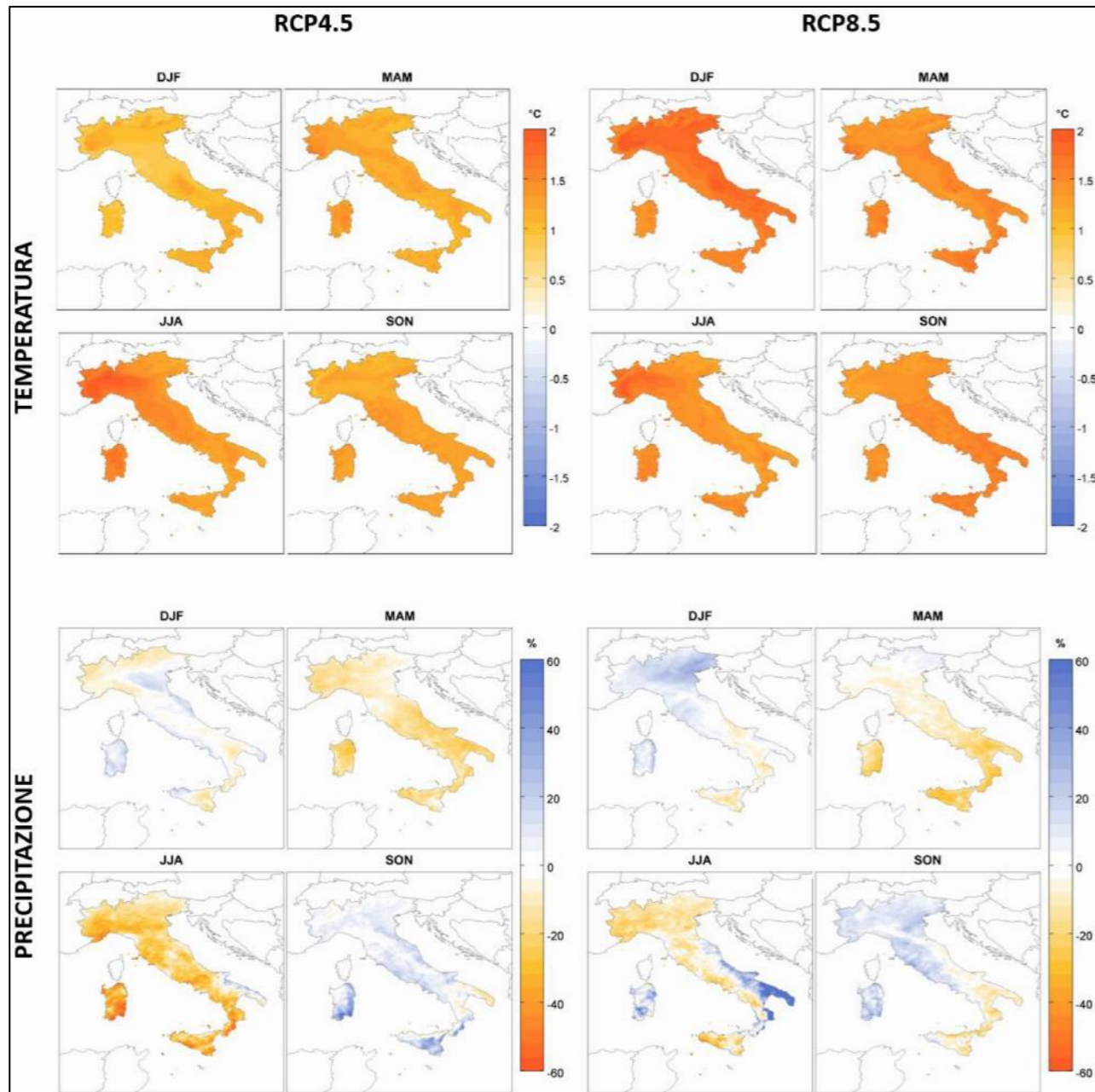


FIGURA 4-48: PROIEZIONI CLIMATICHE STAGIONALI DI ANOMALIA DELLE TEMPERATURE MEDIE E DELLE PRECIPITAZIONE CUMULATE MEDIE PER IL PERIODO 2021-2050, RISPETTO AL PERIODO DI RIFERIMENTO 1981-2010, PER GLI SCENARI RCP4.5 E RCP8.5. (FONTE: CMCC)

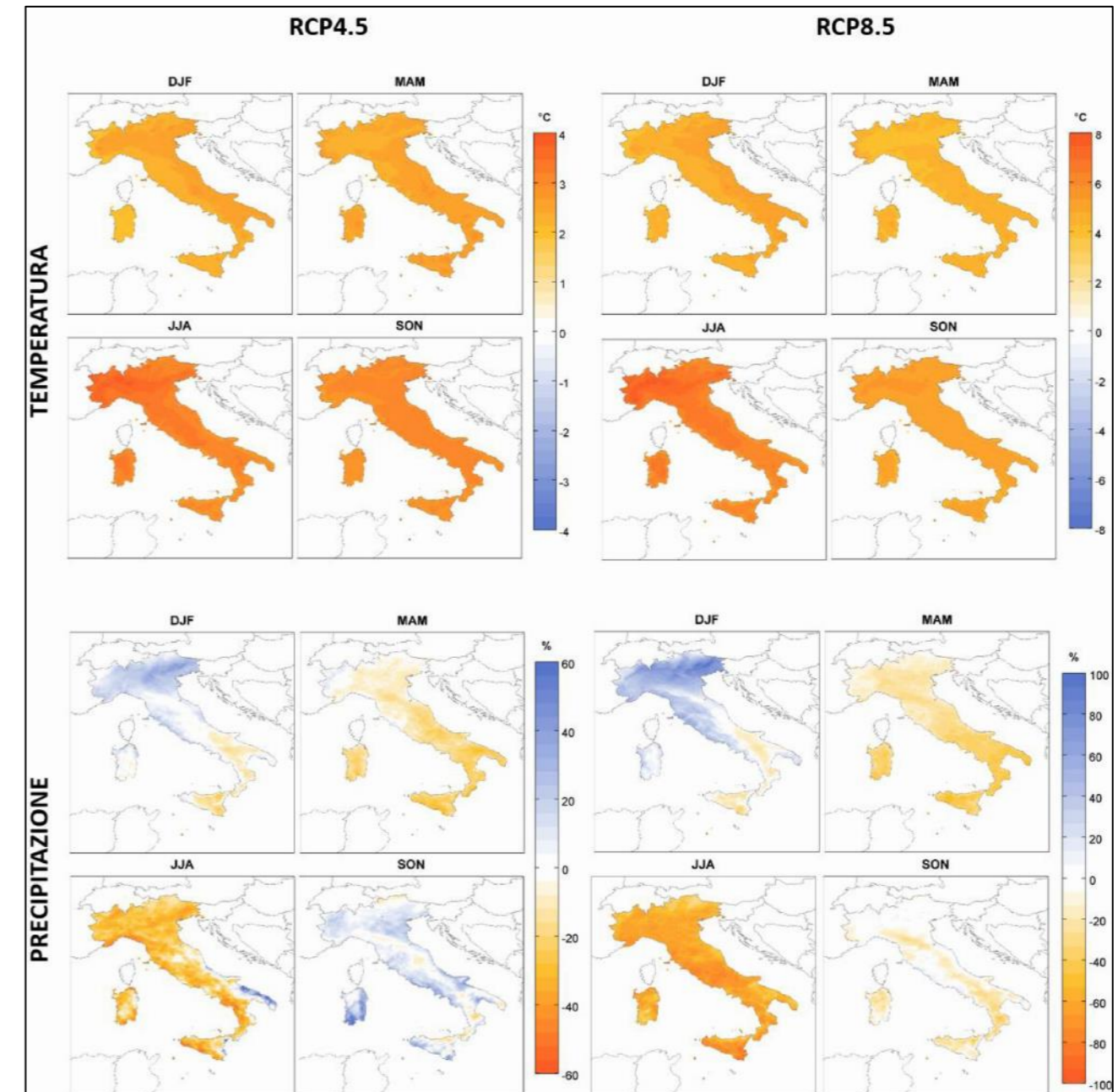


FIGURA 4-49: PROIEZIONI CLIMATICHE STAGIONALI DI ANOMALIA DELLE TEMPERATURE MEDIE E DELLE PRECIPITAZIONE CUMULATE MEDIE PER IL PERIODO 2071-2100, RISPETTO AL PERIODO DI RIFERIMENTO 1981-2010, PER GLI SCENARI RCP4.5 E RCP8.5. (FONTE: CMCC)

Le distribuzioni spaziali delle anomalie impiegate per la zonazione climatica con scenario RCP4.5 (Figura 4-50) e RCP8.5 (Figura 4-51) evidenziano come la variabilità dell'anomalia di temperatura media sul territorio nazionale sia limitata rispetto alla variabilità che si registra per gli altri indicatori, indipendentemente dallo scenario considerato. Considerando l'area di La Spezia ed in relazione allo scenario RCP4.5 si può affermare che è previsto un aumento della temperatura media di 1.5-2 °C, un leggero aumento del parametro R20, una marcata riduzione del parametro FD, un leggero aumento dei summer days (SU95p), una diminuzione nelle precipitazioni totali invernali ed estive (soprattutto estive). Infine l'indice R95p non subisce particolari cambiamenti.

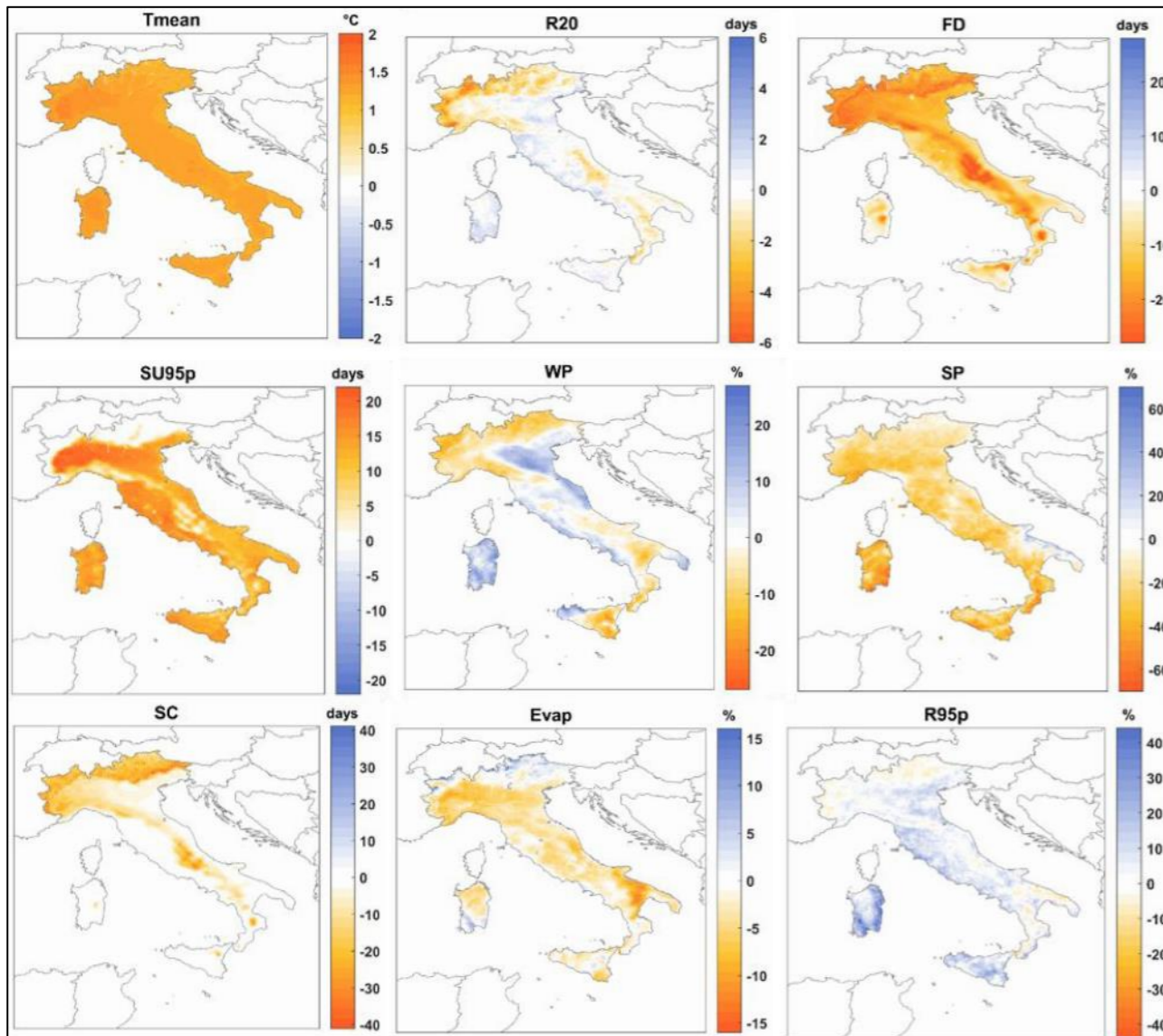


FIGURA 4-50: MAPPE DELLE ANOMALIE (COSMO RCP4.5 2021-2050 VS 1981-2010) (FONTE: CMCC)

Lo scenario RCP8.5 è in linea con quello RCP4.5 per quanto riguarda i cambiamenti nella temperatura media (Tmean), nei frost days (FD) e nei summer days (SU95p). Tuttavia la diminuzione dei frost days è più marcata per lo scenario RCP8.5. L'indice R20 subisce un maggior aumento. Per quanto riguarda le precipitazioni è previsto un aumento di quelle invernali ed una diminuzione di quelle estive. Infine per quanto riguarda gli eventi estremi, è stimato un aumento dell'indice R95p.

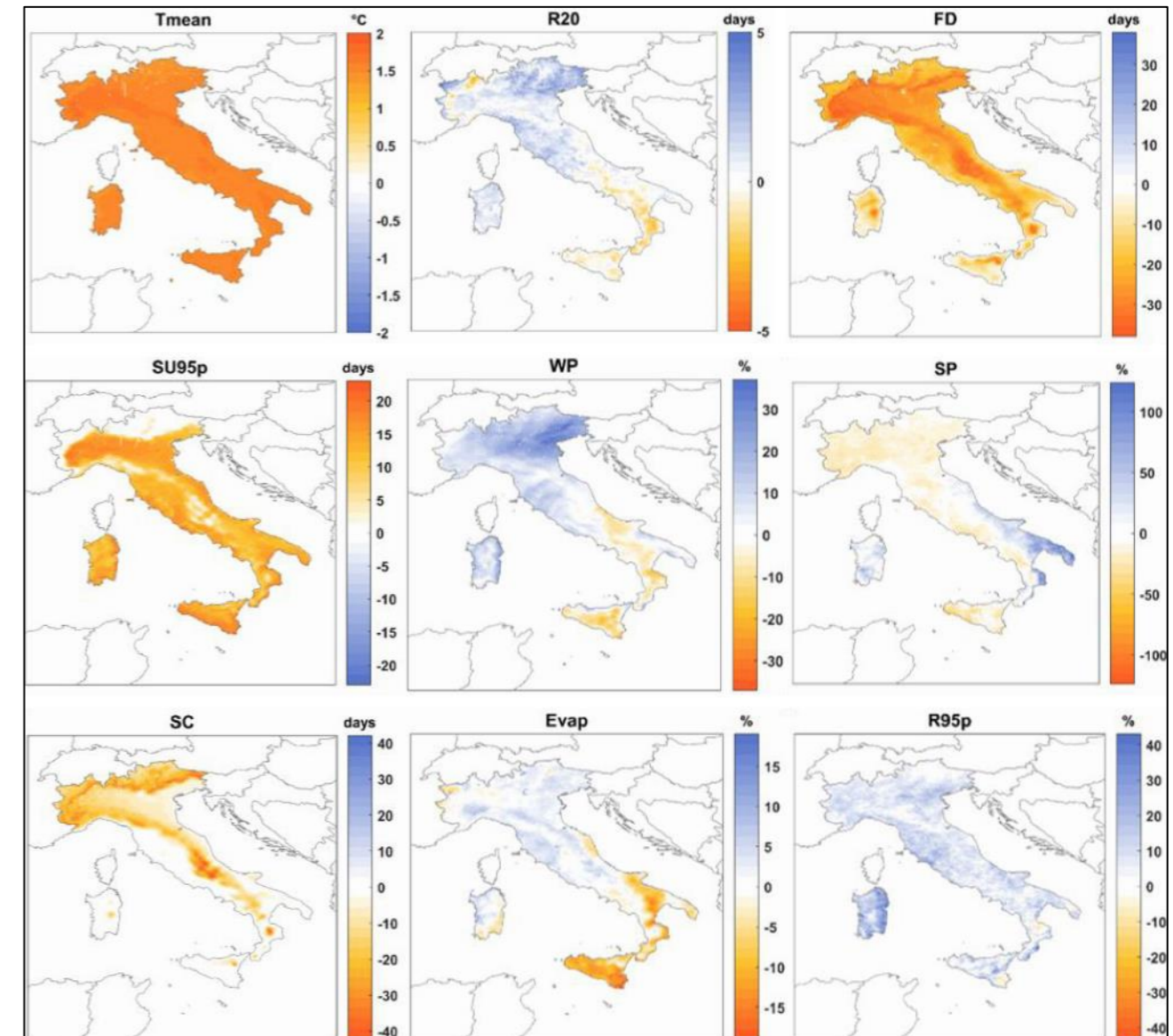


FIGURA 4-51: MAPPE DELLE ANOMALIE (COSMO RCP8.5 2021-2050 VS 1981-2010) (FONTE: CMCC)

I valori degli indicatori sono stati raggruppati in categorie omogenee denominate "cluster di anomalie". La zonazione climatica delle anomalie ha individuato cinque cluster di anomalie (da A a E). In **Figura 4-52** è mostrata tale zonazione relativamente allo scenario RCP4.5 ed in **Tabella 4-11** sono riportati i valori medi degli indicatori per singole classi. Gran parte della Liguria ricade nel cluster B ma una piccola porzione di territorio, in cui si trova La Spezia, ricade nel cluster C. Tale cluster è caratterizzato da un aumento della temperatura media di 1.2 °C, una stazionarietà nell'indice R20, un valore di -6 per i *frost days*, un valore di 12 per i *summer days*, una diminuzione delle precipitazioni invernali (-5 %) ma soprattutto estive (-18%) ed un aumento del 4 % nell'indice R95p (indicatore di precipitazioni estreme). Per quanto riguarda lo scenario RCP8.5, la **Figura 4-53** illustra la configurazione dei cluster individuati mentre in **Tabella 4-12** sono riportati i valori medi trovati per ciascuno degli indicatori. L'area di La Spezia ricade nel cluster C (definito come piovoso-caldo estivo). Infatti è interessata da un aumento delle precipitazioni invernali ed estive. Inoltre si ha un aumento notevole dei *summer days* ed una riduzione complessiva dell'evaporazione. Infine è emerso un aumento significativo delle precipitazioni estreme (13 %).

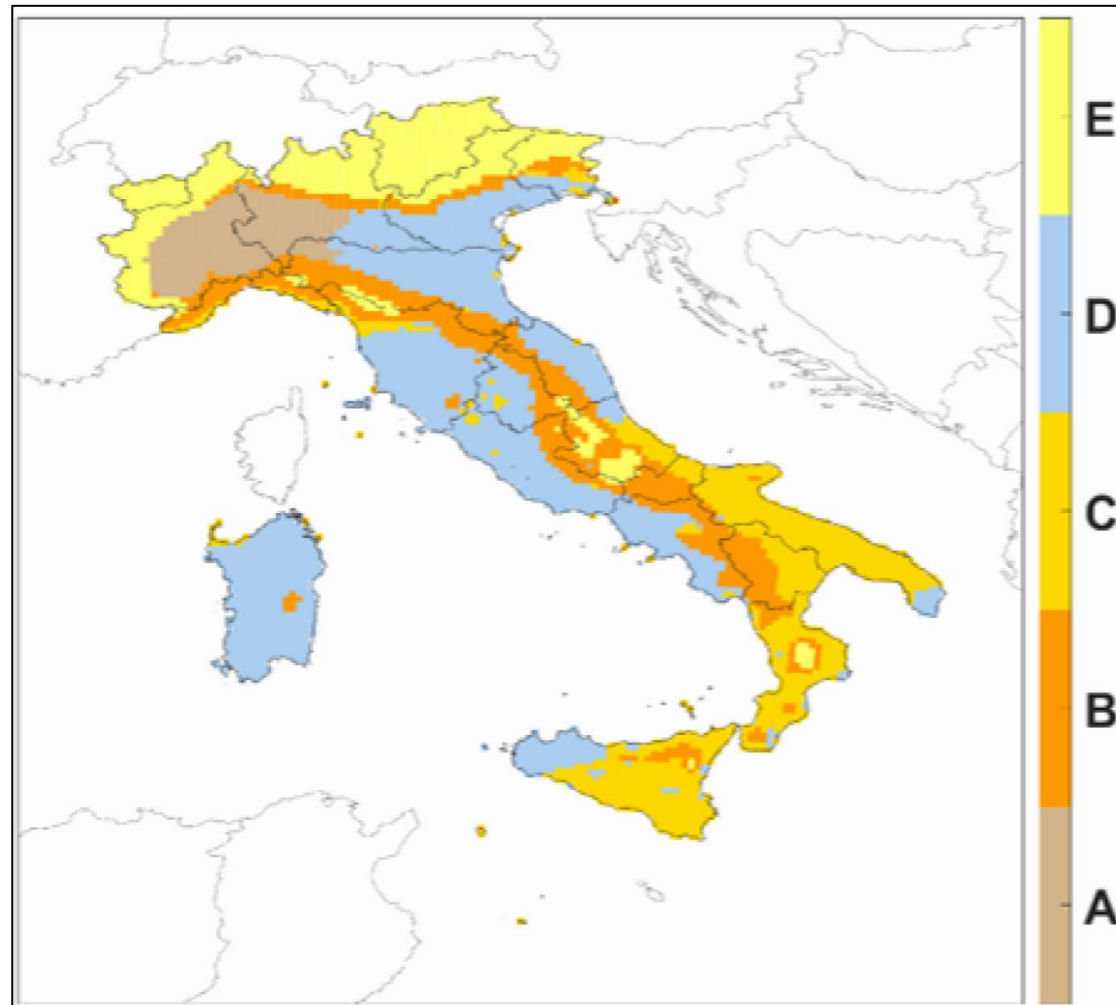


FIGURA 4-52: MAPPA DEI CLUSTER INDIVIDUATI (RCP4.5) (FONTE: CMCC)

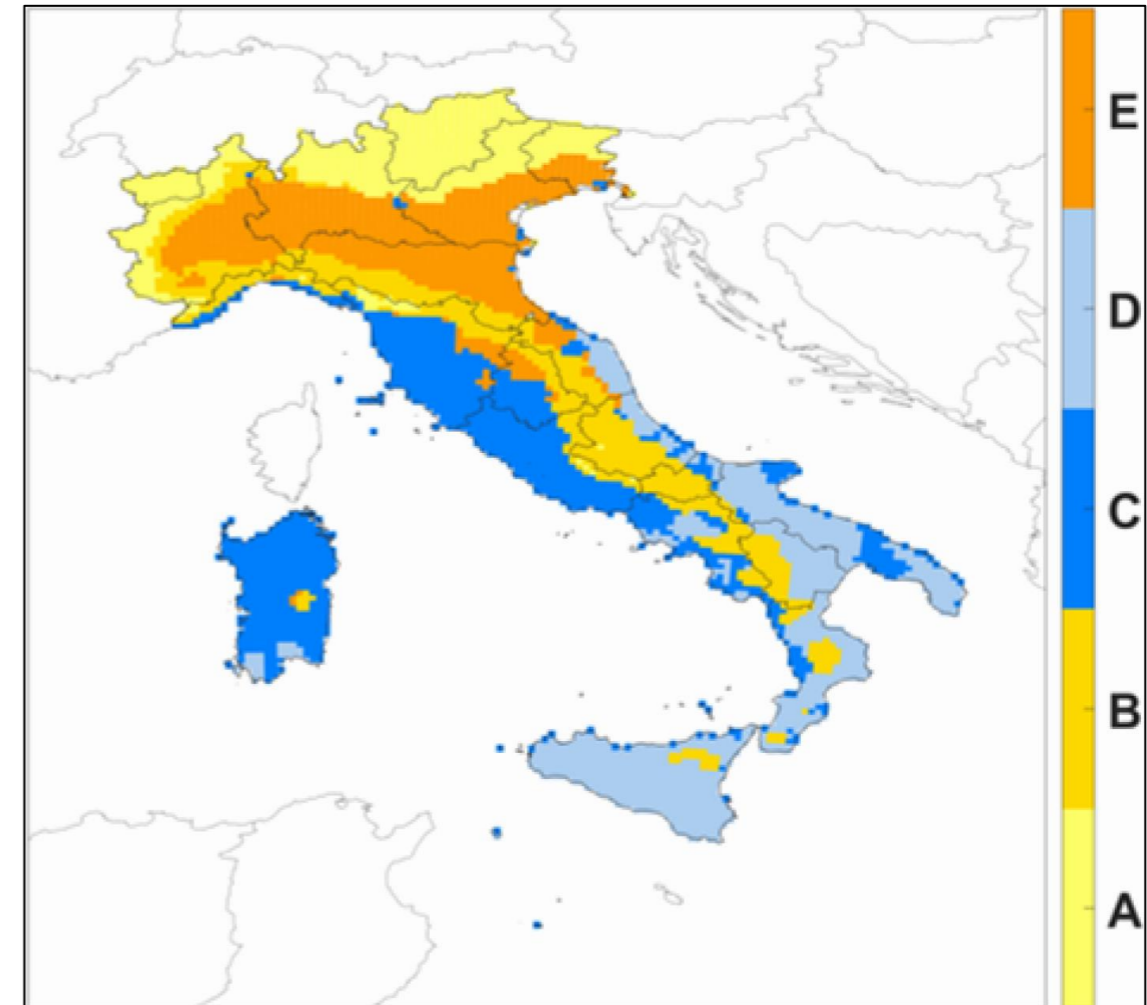


FIGURA 4-53: MAPPA DEI CLUSTER INDIVIDUATI (RCP8.5) (FONTE:)

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

TABELLA 4-11: VALORI MEDI DEI CLUSTER INDIVIDUATI (COSMO RCP4.5 2021-2050 vs 1981-2010)

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

TABELLA 4-12: VALORI MEDI DEI CLUSTER INDIVIDUATI (COSMO RCP8.5 2021-2050 vs 1981-2010)

Dall'intersezione delle 6 macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale (Figura 4-47) e i 5 cluster di anomalie (Figura 4-52 e Figura 4-53), sono emerse 13 principali "aree climatiche omogenee" per i due scenari considerati nello studio, ossia le aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura. In Tabella 4-13 sono descritte le caratteristiche delle aree trovate per lo scenario RCP4.5. Il comune di La Spezia, ricadente nella macroregione 1, è interessato da una riduzione rilevante delle precipitazioni estive e dei *frost days*. Tuttavia tale macroregione risulta piuttosto eterogenea in termine di aree climatiche omogenee presenti.

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

TABELLA 4-13: DESCRIZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE PER MACROREGIONE (COSMO RCP4.5) (FONTE: CMCC)

Nella tabella seguente vengono illustrate le caratteristiche delle aree climatiche omogenee in relazione allo scenario RCP8.5. In questo caso il comune di La Spezia ricade nell'area 1C, facente capo alla macroregione 1. Il tratto comune a queste aree è una riduzione delle precipitazioni estive ed un aumento di quelle invernali. Contestualmente una riduzione dei *frost days*.

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

TABELLA 4-14: DESCRIZIONE DELLE AREE CLIMATICHE OMOGENEE PER MACROREGIONE (COSMO RCP8.5) (FONTE: CMCC)

4.2.9.2 Aree marine

La caratterizzazione climatica delle aree marine, sia in termini di clima attuale che di proiezioni climatiche future, è stata finalizzata ad individuare le aree del Mediterraneo che potrebbero essere esposte a variazioni climatiche simili in riferimento agli indicatori utilizzati. Il metodo di analisi applicato ha seguito le seguenti fasi:

1. zonazione climatica: individuazione delle "macroregioni climaticamente omogenee" con condizioni climatiche simili per il periodo di riferimento (1987-2010);
2. analisi delle anomalie climatiche attese sulla base delle proiezioni climatiche future (2021-2050) per lo scenario climatico RCP8.5;
3. zonazione delle anomalie climatiche future sulla base delle variazioni climatiche attese per il periodo 2021-2050 (RCP8.5);
4. individuazione delle "aree climatiche omogenee", attraverso la sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee e della zonazione delle anomalie, per definire aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Per effettuare la zonazione climatica sono stati utilizzati tre indicatori ovvero la temperatura superficiale dell'acqua, il livello del mare e l'acidità dell'acqua. I risultati ottenuti sono illustrati in **Figura 4-54**. Il Mar Ligure rientra nella macroregione climatica marina 1M caratterizzata da valori più bassi di temperatura superficiale e di livello del mare.

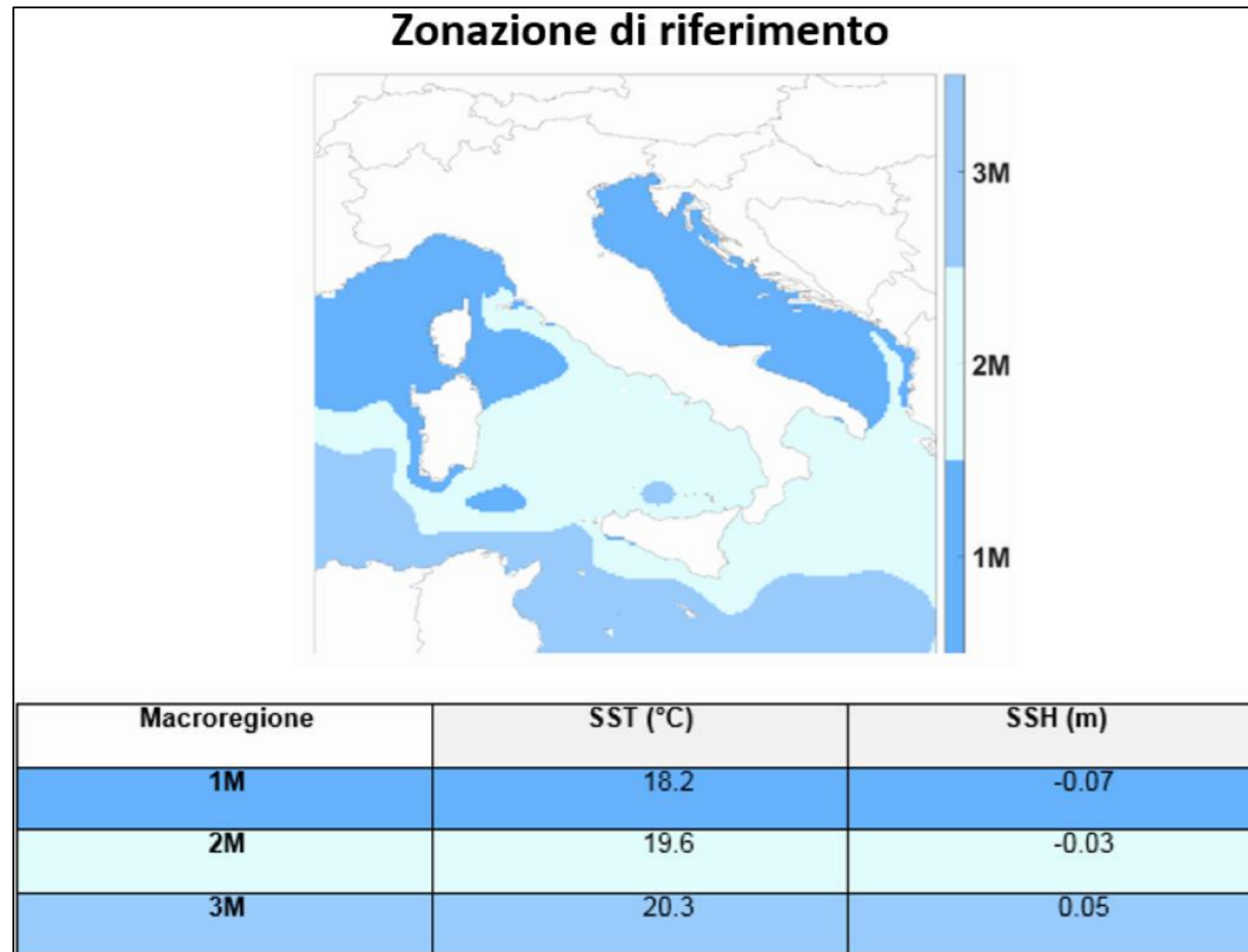


FIGURA 4-54: ZONAZIONE CLIMATICA MARINA SUL PERIODO CLIMATICO DI RIFERIMENTO CONSIDERANDO UN BOX SUL MEDITERRANEO CENTRALE

Successivamente sono state individuate aree caratterizzate da anomalie climatiche simili per temperatura superficiale e livello del mare, indicate rispettivamente come SSTA e SSHA. Le distribuzioni spaziali di queste anomalie sono illustrate in **Figura 4-55**. L'area marina di La Spezia, ricadente nel Mar Ligure cluster F, è caratterizzata da un aumento di +1.2 °C di temperatura superficiale e circa 9 cm di aumento del livello del mare. Mediante la tecnica della cluster analysis le anomalie statisticamente simili sono state raggruppate per effettuare la zonizzazione delle anomalie (**Figura 4-56**). Infine incrociando i dati relativi alle macroregioni climatiche omogenee con i cluster, si è pervenuti all'individuazione di aree climatiche omogenee (**Figura 4-57**).

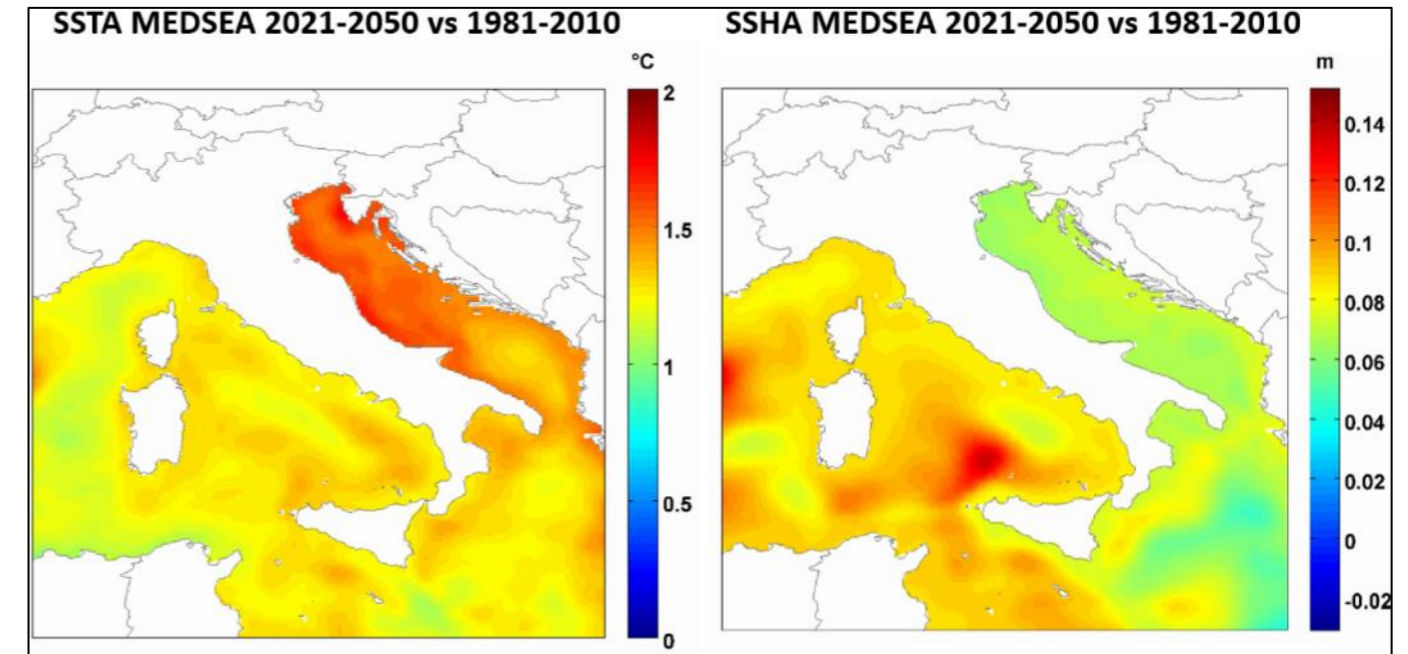


FIGURA 4-55: DISTRIBUZIONE DELLE ANOMALIE DEGLI INDICATO SSTA E SSHA PREVISTE PER IL PERIODO 2021-2050 RISPETTO AL PERIODO 1981-2010 (SCENARIO RCP8.5)

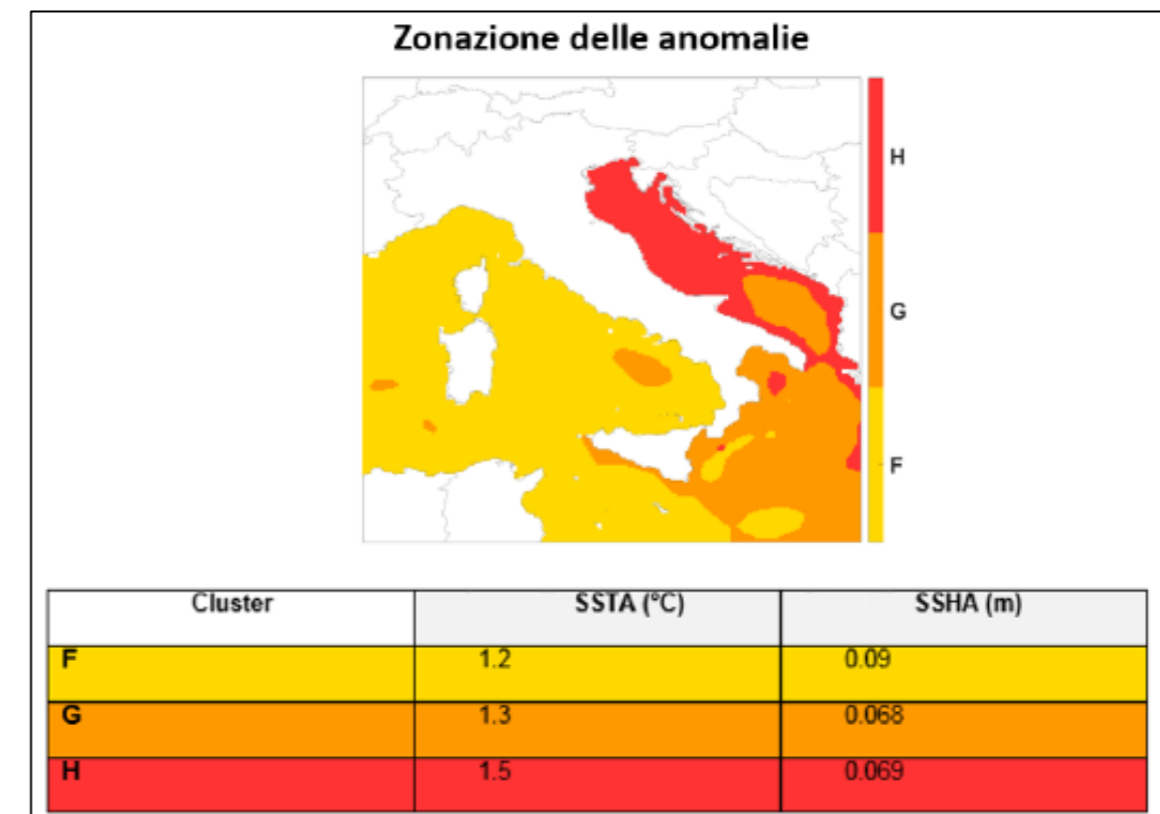


FIGURA 4-56: ZONAZIONE CLIMATICA DELLE ANOMALIE DEGLI INDICHI SSTA E SSHA PER IL PERIODO 2021-2050 RISPETTO AL PERIODO 1981-2010 (SCENARIO RCP8.5)

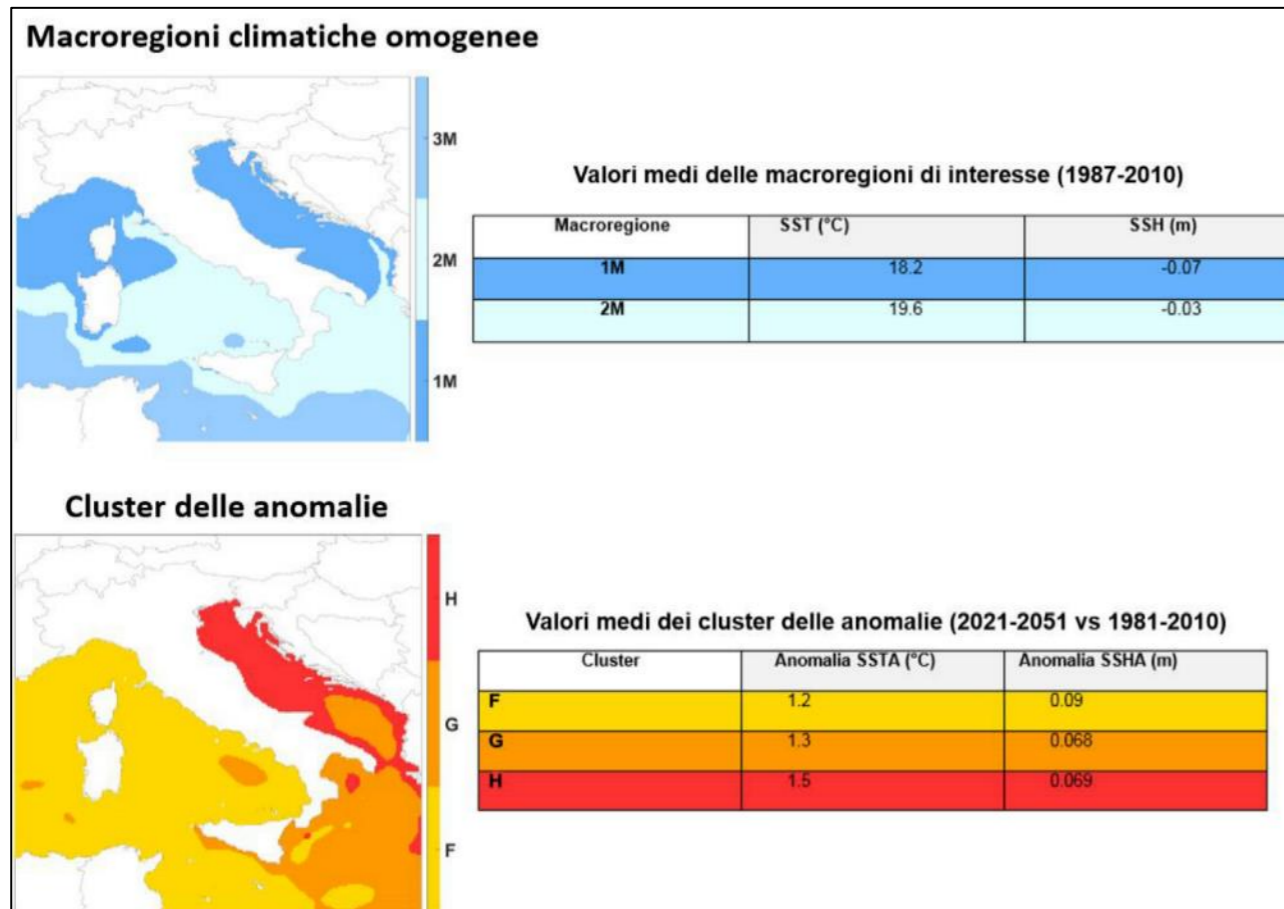


FIGURA 4-57: ZONAZIONE CLIMATICA MARINA DELLE ANOMALIE (2021 vs 2050, SCENARIO RCP8.5) PER LA MACROREGIONI CLIMATICHE 1M E 2M.

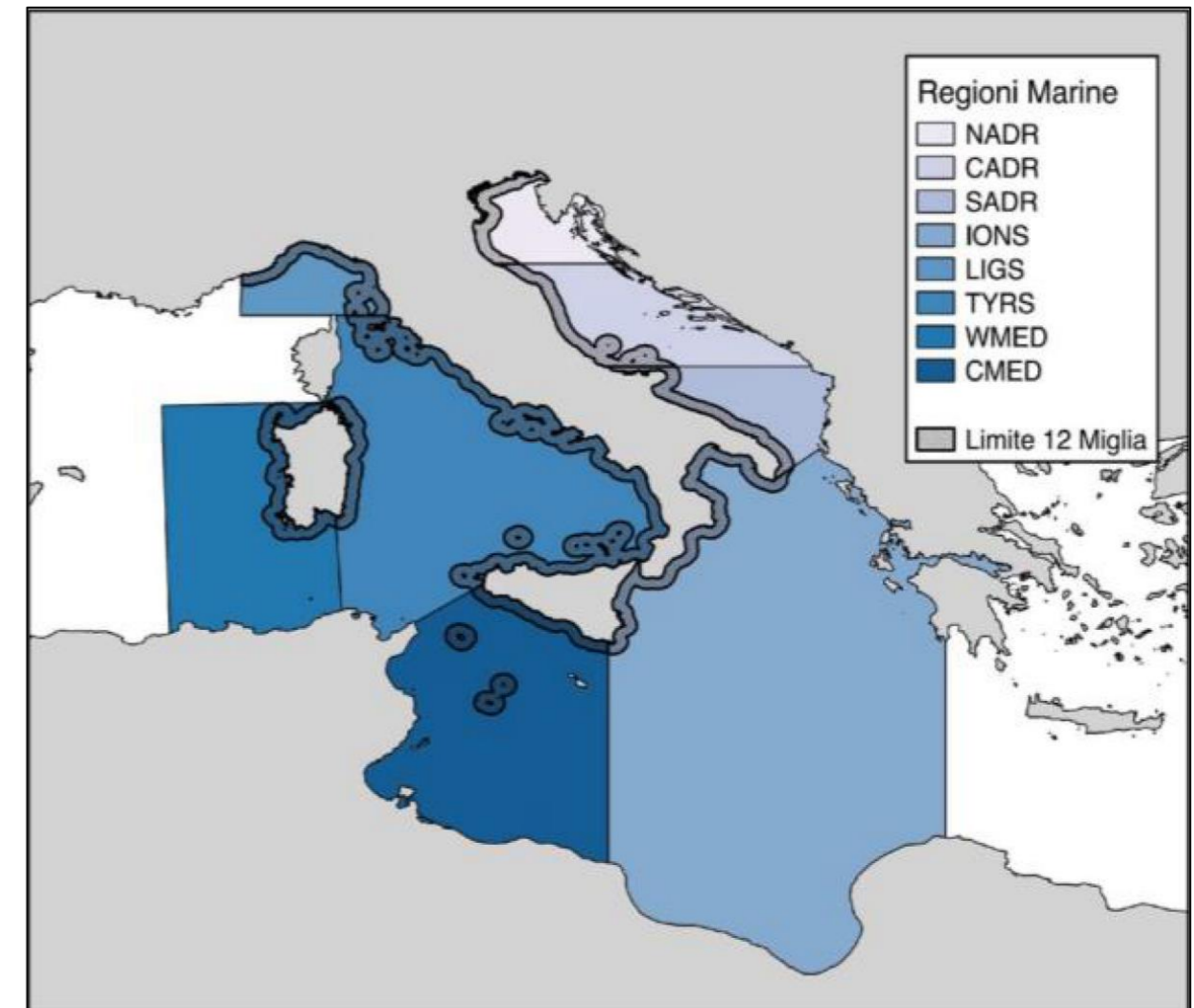


FIGURA 4-58: DIVISIONE DEI MARI ITALIANI IN SPECIFICHE REGIONI MARINE (CMCC).

Nel documento PNACC è inoltre riportata un'analisi di dettaglio delle proiezioni climatiche future per le aree marine della fascia costiera. I mari italiani sono stati suddivisi in 8 regioni marine con specifici codici. La regione LIGS corrisponde al Mar Ligure (Figura 4-58). Le Figura 4-59 e Figura 4-60 riportano il confronto tra le climatologie mensili di temperatura superficiale dell'acqua e livello del mare tra il periodo 1981-2010 e quello 2021-2050. Per quanto riguarda la regione LIGS è previsto un aumento di circa 1.3 °C di temperatura superficiale ed un aumento di circa 8 cm del livello del mare.

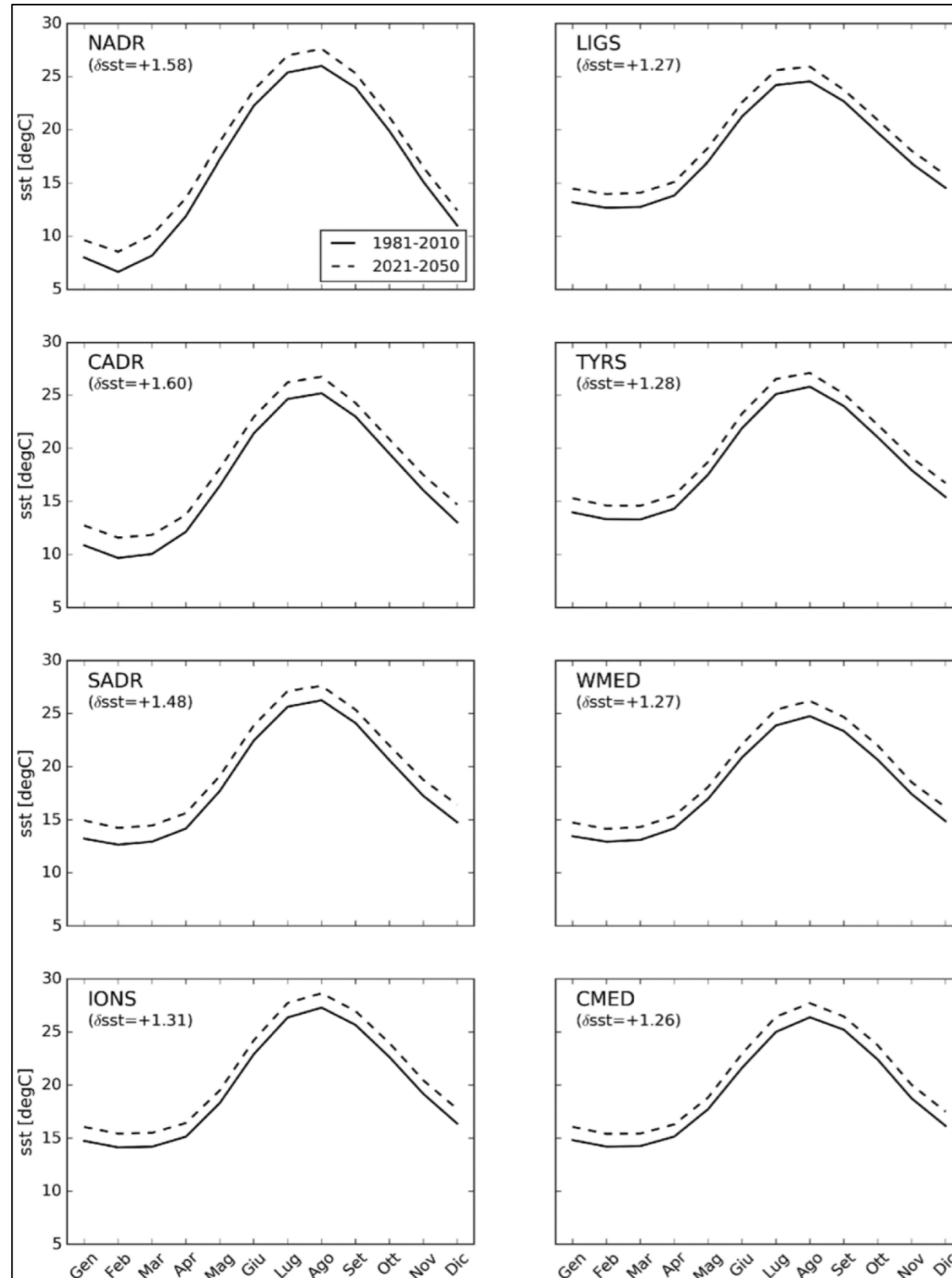


FIGURA 4-59: CONFRONTO DELLE CLIMATOLOGIE MENSILI DI TEMPERATURA SUPERFICIALE DELL'ACQUA TRA IL 1981-2010 E LO SCENARIO RCP8.5 NEL PERIODO 2021-2050.

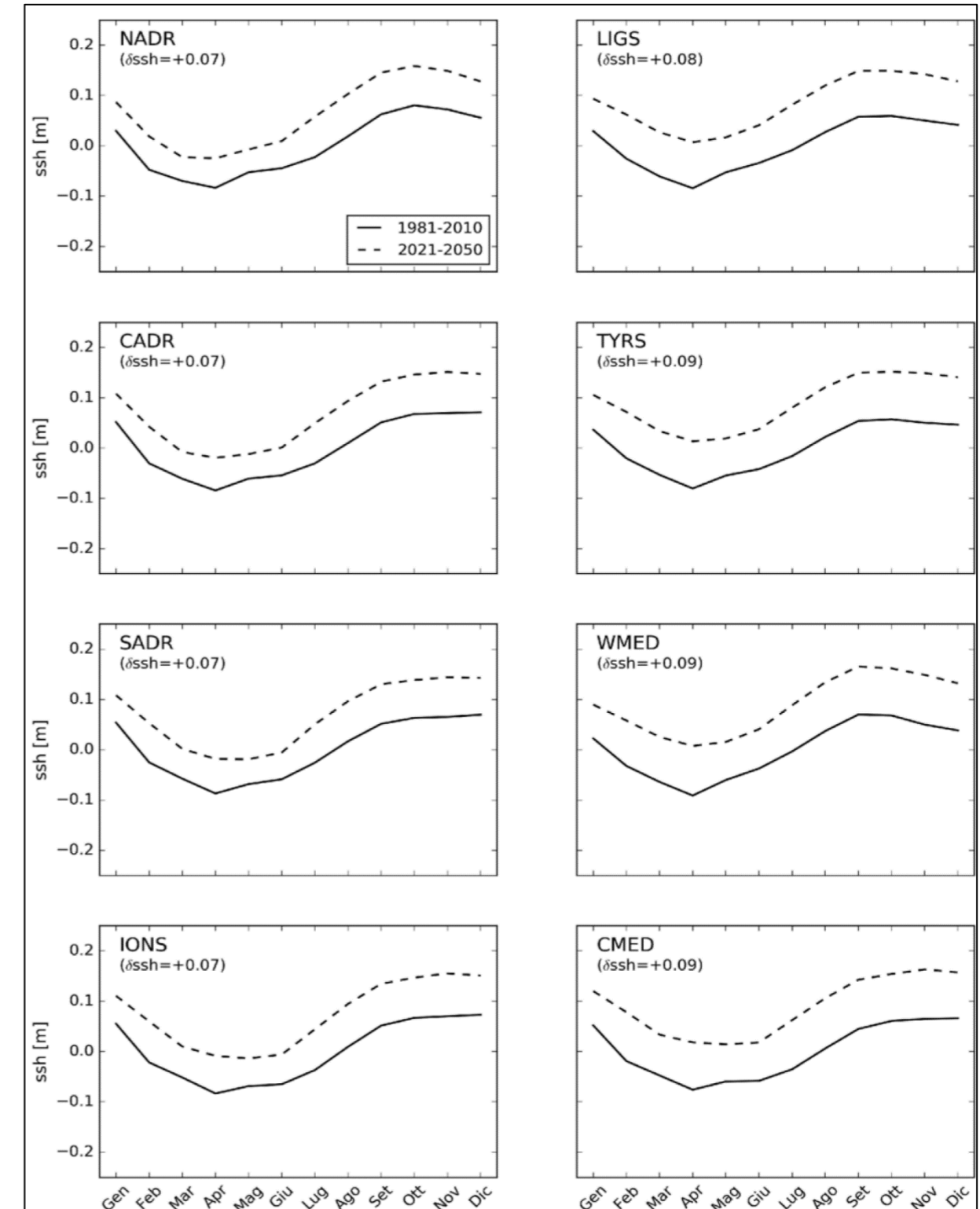


FIGURA 4-60: CONFRONTO DELLE CLIMATOLOGIE MENSILI DEL LIVELLO DEL MARE TRA IL 1981-2010 E LO SCENARIO RCP8.5 NEL PERIODO 2021-2050.

4.2.10. Conclusioni operative

Alla luce delle analisi sviluppate nei paragrafi precedenti nella **Tabella 4-15** si sintetizzano i cambiamenti climatici attesi nell'area di La Spezia espressi come media nell'intervallo temporale 2021÷2050 rispetto al clima attuale rappresentato dai valori medi nel periodo 1981÷2010.

I dati riportati fanno riferimento allo scenario RCP4.5 per i parametri meteorologici terrestri e allo scenario RCP8.5 per quelli marini e sono desunti dal "Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici".

Temperatura media annue	+ 1.2 °C
Giorni con precipitazioni intense	0 giorni/anno
Frost days	-6 giorni/anno
Summer days	12 giorni/anno
Precipitazioni invernali cumulate	-5 %
Precipitazioni estive cumulate	-18 %
Copertura nevosa	-1 giorni/anno
Evaporazione	-3 mm/anno
95° percentile delle precipitazioni	4 %
Temperatura del mare	+ 1.2 °C
Livello del mare	+ 9 cm

TABELLA 4-15: SINTESI DELLE VARIAZIONI CLIMATICHE ATTESE NELL'AREA DI LAS SPEZIA (FONTE CMCC)

4.3. ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA

L'analisi dello stato ambientale di riferimento per la componente atmosfera è stata condotta prendendo in considerazione l'intero ambito portuale, risultando inappropriata la focalizzazione su specifiche aree di piccola estensione, per le quali non sarebbe possibile un report preciso dei parametri misurati.

4.3.1. Normativa di riferimento

4.3.1.1 Normativa nazionale

4.3.1.1.1 Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155

La normativa italiana relativa all'inquinamento atmosferico ha subito una radicale revisione attraverso il recepimento della Direttiva 2008/50/CE, avvenuta tramite il D. Lgs. n. 155 del 13/08/2010, che ha abrogato quasi tutte le norme precedentemente vigenti. Fanno eccezione le disposizioni relative alle emissioni e alle loro autorizzazioni che continuano ad essere normate dal D. Lgs. 152/06 e successive modifiche tra le quali, di particolare importanza risultano essere quelle apportate dal D. Lgs. n° 128 del 29/06/2010.

L'obiettivo del D. Lgs. 155/10 (art. 1) è quello di istituire un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, al fine di:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Gli inquinanti che il decreto ritiene opportuno monitorare e per i quali vengono definiti specifici riferimenti normativi sono: biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10, PM2,5, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Gli strumenti definiti dal decreto per la gestione della qualità dell'aria sono:

- zonizzazione e classificazione del territorio;
- sistemi di valutazione della qualità dell'aria;
- piani per la riduzione dei livelli di inquinamento, per il mantenimento e per la gestione dei eventi acuti.

La zonizzazione e la classificazione del territorio spetta alle Regioni e alla Province Autonome e ha l'obiettivo di individuare porzioni di territorio omogenee dal punto di vista della valutazione della qualità dell'aria ambiente per ciascuno degli inquinanti normati. La suddivisione del territorio viene effettuata prioritariamente attraverso l'individuazione degli agglomerati (area urbane caratterizzate da specifiche caratteristiche di unitarietà spaziale e di densità di popolazione) e in seconda battuta delle altre zone. I criteri per la zonizzazione sono definiti dettagliatamente nell'Appendice 1 del decreto.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente all'interno di ogni agglomerato/zona spetta alle Regione e alle Province Autonome ed è fondata su una rete di misura e su un programma di valutazione in cui vengono indicate le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva. La possibilità di impiegare metodologie diversificate è stabilita per ogni inquinante in base alla definizione di soglie di valutazione superiore e inferiore. Al di sopra delle soglie di valutazioni superiore la valutazione della qualità dell'aria ambiente può essere effettuata esclusivamente mediante rilievi in postazioni fisse. Al di sotto di tale soglia le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il benzo(a)pirene, le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione. Al di sotto della soglia di valutazione inferiore è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva. Il superamento delle soglie di valutazione superiore e delle soglie di valutazione inferiore deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti. Il superamento si realizza se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti. Nella **Tabella 4-16** per ognuno degli inquinanti previsti dalla norma, vengono indicate le soglie di valutazione inferiore e superiore.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente è il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti dal D. Lgs. 155/10. In presenza di un superamento dei limiti normativi spetta alle Regione e alla Province Autonome predisporre i piani e le misure da adottare per assicurare il contenimento delle concentrazioni al di sotto delle prescrizioni normative. Gli interventi devono essere definiti secondo criteri di efficienza ed efficacia e devono agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano le aree in cui si è riscontrato il superamento, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o dell'agglomerato, né di limitarsi a tale territorio. Le modalità e i contenuti dei piani, differenziati per inquinante e per tipologia di limite di riferimento sono definiti negli allegati e nelle appendici del decreto.

Le tipologie di limiti previste dal decreto sono sintetizzate nella **Tabella 4-17** mentre dalla **Tabella 4-18** alla **Tabella 4-27** per ogni inquinante si riportano i limiti applicabili e i rispettivi valori.

Inquinante	Parametro di riferimento	Soglia valutazione superiore	Soglia valutazione inferiore
SO ₂	Protezione della salute umana	60% del val. lim. sulle 24 ore (75 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)	40% val. lim. sulle 24 ore (50 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)
SO ₂	Protezione della vegetazione	60% del livello critico invernale (12 µg/m ³)	40% del livello critico invernale (8 µg/m ³)
NO ₂	Protezione della salute umana	70 % del val. lim. orario (140 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	50 % del val. lim. orario (100 µg/m ³ da non superare più di 18 volte)
NO ₂	Protezione della salute umana Media annuale	80 % del valore limite annuale (32 µg/m ³)	65% del valore limite annuale (26 µg/m ³)
NO _x	Protezione della Vegetazione	80 % del livello critico annuale (24 µg/m ³)	65 % del valore limite critico (19.5 µg/m ³)

Inquinante	Parametro di riferimento	Soglia valutazione superiore	Soglia valutazione inferiore
Pm10	Media su 24 ore	70 % del valore limite (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 % del valore limite (25 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)
Pm10	Media annuale	70 % del valore limite (28 µg/m³)	50 % del valore limite (20 µg/m³)
Pm2.5	Media annuale	70 % del valore limite (17 µg/m³)	50 % del valore limite (12 µg/m³)
Pb	Media annuale	70 % del valore limite (0.35 µg/m³)	50 % del valore limite (0.25 µg/m³)
C ₆ H ₆	Media annuale	70 % del valore limite (3.5 µg/m³)	40 % del valore limite (2.0 µg/m³)
CO	Media su 8 ore	70 % del valore limite (7 mg/m³)	50 % del valore limite (5 mg/m³)
Arsenico	In percentuale del valore obiettivo	60% (3.6 ng/m³)	40% (2.4 ng/m³)
Cadmio	In percentuale del valore obiettivo	60% (3 ng/m³)	40% (2 ng/m³)
Nichel	In percentuale del valore obiettivo	70% (14 ng/m³)	50% (10 ng/m³)
B(a)P	In percentuale del valore obiettivo	60% (0.6 ng/m³)	40% (0.4 ng/m³)

TABELLA 4-16 - SOGLIE DI VALUTAZIONE SUPERIORE E INFERIORE

Tipologia di limite	Definizione
Valore limite	Livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato
Livelli critici	Livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani
Valore obiettivo	Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita
Esposizione media	Livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione. Permette di calcolare se sono stati rispettati l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione e l'obbligo di concentrazione dell'esposizione
Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione	Riduzione, espressa in percentuale, dell'esposizione media della popolazione, fissata, in relazione ad un determinato anno di riferimento, al fine di ridurre gli effetti nocivi per la salute umana, da raggiungere, ove possibile, entro una data prestabilita
Obiettivi a lungo termine	Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente
Soglie di allarme	Livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati

Tipologia di limite	Definizione
Soglie di informazione	Livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive

TABELLA 4-17 - TIPOLOGIE DI LIMITI PREVISTE DAL D. LGS. 155/10

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Protezione della salute umana	MEDIA massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	1.1.2010
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18.000 µg/m³ *h come media su 5 anni	1.1.2010
Obiettivi a lungo termine			
Finalità	Periodo di mediazione	Obiettivo a lungo termine	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 µg/m³	non definito
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40, (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6.000 µg/m³ *h	non definito
Soglia di informazione			
Periodo di mediazione		Soglia di informazione	
1 ora		180 µg/m³	
Soglia di allarme			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
1 ora		240 µg/m³	

TABELLA 4-18 - LIMITI PREVISTI PER L'OZONO (O3)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 ora	350 µg/m³, da non superare più di 24 volte anno civile	-	-
1 giorno	125 µg/m³, da non superare più di 3 volte per anno	-	-
Livello critico			
Livello critico annuale (anno civile)		Livello critico invernale (1° ottobre-31 marzo)	Margine di tolleranza
20 µg/m³		20 µg/m³	Nessuno
Soglia di allarme			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
3 ore		500 µg/m³	

TABELLA 4-19 - LIMITI PREVISTI PER IL BISSIDO DI ZOLFO (SO2)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 ora	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 µg/m ³	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Soglia di allarme			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
3 ore		400 µg/m ³	

TABELLA 4-20 - LIMITI PREVISTI PER IL BISSIDO DI AZOTO (NO₂)

Livello critico	
Periodo di mediazione	Livello critico
Anno civile	30 µg/m ³

TABELLA 4-21 - LIMITI PREVISTI PER GLI OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	5.0 µg/m ³	5 µg/m ³ (100%) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

TABELLA 4-22 - LIMITI PREVISTI PER IL BENZENE (C₆H₆)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Media max giornaliera calcolata su 8 h	10 mg/m ³	-	-

TABELLA 4-23 - LIMITI PREVISTI PER IL MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	0.5 µg/m ³	-	-

TABELLA 4-24 - LIMITI PREVISTI IL PIOMBO (Pb)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	
Anno civile	40 µg/m ³	20% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2010

TABELLA 4-25 - LIMITI PREVISTI PER POLVERI INALABILI (PM₁₀)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino allo 0% entro il 1/1/15	1° gennaio 2015
Anno civile	20 µg/m ³ Valore indicativo da definire con decreto		1° gennaio 2020

Per il Pm_{2,5} sono definiti anche degli obiettivi e degli obblighi per l'indicatore di esposizione media

TABELLA 4-26 - LIMITI PREVISTI PER IL PM_{2.5}

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore obiettivo
Arsenico	Media annuale	6.0 ng/m ³
Cadmio	Media annuale	5.0 ng/m ³
Nichel	Media annuale	20.0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	Media annuale	1.0 ng/m ³

TABELLA 4-27 - LIMITI PREVISTI PER ARSENICO, CADMIO, NICHEL, B(A)P

4.3.1.1.2 Decreto legislativo 24 dicembre 2012, n. 250

Il D.Lgs. 250/2012 apporta alcune modifiche al D. Lgs. 155/2010 che nascono dall'esigenza di superare alcune problematiche emerse da una prima applicazione di quest'ultimo. Il provvedimento, lasciando sostanzialmente inalterato l'impianto strutturale del D. Lgs. 155/2010, cerca di sopperire ad alcune carenze normative e di correggere delle disposizioni rivelatesi problematiche nella loro applicazione. Il nuovo Decreto è composto da 20 articoli ed un allegato. Di seguito le modifiche più significative che apporta.

L'articolo 1 garantisce una maggiore coerenza con alcune definizioni contenute nella normativa europea (Dir. 2008/50/CE e 2004/107/CE). Nello specifico rivede il concetto di "valore limite", sopprimendo il riferimento alle conoscenze relative alle migliori tecniche sostenibili.

Il valore limite è ora definito come il "livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e in seguito non deve essere superato". Inoltre da segnalare la modifica apportata dall' Art. 15 il quale introduce una nota all' Allegato XI, paragrafo 1, sezione PM_{2.5} - Fase 1 della tabella alla terza colonna, dopo le parole "entro il 1° Gennaio 2015". In particolare la nota identificata come 3-bis dice: " La somma del valore limite e del relativo margine di tolleranza da applicare in ciascun anno dal 2008 al 2015 è stabilito dall'allegato I, parte (5) della Decisione 2011/850/UE, e successive modificazioni" (Tabella 4-28).

Anno	LV + MOT
2008	30
2009	29
2010	29
2011	28
2012	27
2013	26
2014	26
2015	25

TABELLA 4-28 - VALORE LIMITE + MARGINE DI TOLLERANZA COSÌ COME RIPORTATO ALL'ALLEGATO I PARTE (5) DELLA DECISIONE UE 2001/850/UE

4.3.1.2 Normativa regionale

4.3.1.2.1 **Deliberazione della Giunta regionale n. 1144 del 15 ottobre 2004**

Approvazione zonizzazione del territorio ai sensi del DM 60/02 e adeguamento del sistema di monitoraggio della qualità dell'aria.

4.3.1.2.2 **Deliberazione della Giunta regionale n.1175 del 7 ottobre 2005**

Approvazione, ex art.6 del DLgs 183/04, della zonizzazione del territorio regionale per l'ozono e delle azioni finalizzate a valutarne le concentrazioni in aria ambiente.

4.3.1.2.3 **Deliberazione del Consiglio regionale n. 4 del 21 febbraio 2006**

Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra.

Il D. Lgs. 155/2010, (art. 9, comma 1) che recepisce la direttiva comunitaria 2008/50/CE, conferma l'obbligo per regioni e province autonome, obbligo già introdotto con il D. Lgs. 351/1999, di predisporre un piano per la qualità dell'aria nel caso in cui i livelli anche di uno solo degli inquinanti normati - biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, materiale particolato PM10 e PM2.5 - superino un corrispondente valore limite o valore obiettivo. Il Consiglio regionale, con la deliberazione n.4 del 21 febbraio 2006, ha approvato il Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra, il quale definisce strategie per:

- conseguire, per l'intero territorio regionale, il rispetto dei limiti di qualità dell'aria stabiliti dalle normative europee entro i tempi previsti;
- mantenere nel tempo, ovunque, una buona qualità dell'aria ambiente mediante:
- la diminuzione delle concentrazioni in aria degli inquinanti negli ambiti territoriali regionali dove si registrano valori di qualità dell'aria prossimi ai limiti con particolare attenzione alle problematiche relative a ozono, PM, benzene e IPA;
- la prevenzione dell'aumento indiscriminato dell'inquinamento atmosferico negli ambiti territoriali regionali dove i valori di inquinamento sono al di sotto dei limiti;
- perseguire un miglioramento generalizzato dell'ambiente e della qualità della vita, evitando il trasferimento dell'inquinamento tra i diversi settori ambientali;
- concorrere al raggiungimento degli impegni di riduzione delle emissioni sottoscritti dall'Italia in accordi internazionali, con particolare riferimento all'attuazione del protocollo di Kyoto;
- favorire la partecipazione e il coinvolgimento delle parti sociali e del pubblico.

4.3.1.2.4 **Deliberazione di Giunta regionale n. 946 del 3 agosto 2007**

Revisione della zonizzazione e adeguamento disposizioni del Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra di cui alla deliberazione del Consiglio regionale n. 4/2006.

4.3.1.2.5 **Deliberazione di Giunta regionale n.1196 del 26 settembre 2008**

Monitoraggio ed attuazione del Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra - Valutazione della qualità dell'aria anno 2007.

4.3.1.2.6 **Deliberazione della Giunta regionale n.44 del 24 gennaio 2014**

Adozione zonizzazione ex art.3 D.Lgs. 155/10 di attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

4.3.1.2.7 **Deliberazione di Giunta regionale n. 536 del 10 giugno 2016**

Riesame della classificazione delle zone e degli agglomerati di cui all'art. 4 d.lgs. n.155/2010 attuativo della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

4.3.1.2.8 **Legge regionale n.12 del 6 giugno 2017**

Norme in materia di qualità dell'aria e di autorizzazioni ambientali

4.3.2. Fonti analizzate

Lo stato iniziale dell'ambiente è stato definito considerando le informazioni di fonte pubblica disponibili alla data di redazione del presente studio ponendo particolare attenzione a quelle che riguardano specificatamente l'ambito di studio.

Le fonti pubbliche consultate sono riportate nella tabella seguente.

ORIGINE DELL'INFORMAZIONE	SOGGETTO	CONTENUTI
https://www.arpal.gov.it/homepage/altri-temi/aria-sp.html	ARPA Liguria	Report campagne di monitoraggio inquinamento atmosferico
http://www.ambienteinliguria.it/lirgw/eco3/ep/linkPagina.do?canale=/Home/040aria/010qualitaaria/060inventarioemissioniinatmosfera	Regione Liguria	Inventario Emissioni in atmosfera
http://apsp.macisteweb.com	Autorità Portuale della Spezia	Esiti monitoraggi ambientali ambito portuale

TABELLA 4-29 - SINTESI DELLE FONTI DI INFORMAZIONE UTILIZZATE PER IL QUADRO AMBIENTALE

4.3.3. Zonizzazione qualità aria

Ai sensi dell'art.3 D.lgs.155/2010 la Regione Liguria ha provveduto ad adottare, con la DGR n. 44 del 24.01.2014 la zonizzazione relativa alla qualità dell'aria per quanto attiene alla protezione della salute umana. Non è viceversa ancora stata adottata la zonizzazione relativa alla tutela della vegetazione e degli ecosistemi in attesa delle indicazioni da parte del MATTM sui criteri da utilizzare.

Nelle Figura 4-61 ÷ Figura 4-63 si riporta la rappresentazione grafica della suddetta zonizzazione in relazione a differenti inquinanti analizzati.

Nello specifico il Comune di La Spezia ricade nelle seguenti zone:

- IT0713 per SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, C₆H₆, CO;
- IT0717 per O₃ e BaP;
- IT0718 per As, Cd, Ni, Pb.

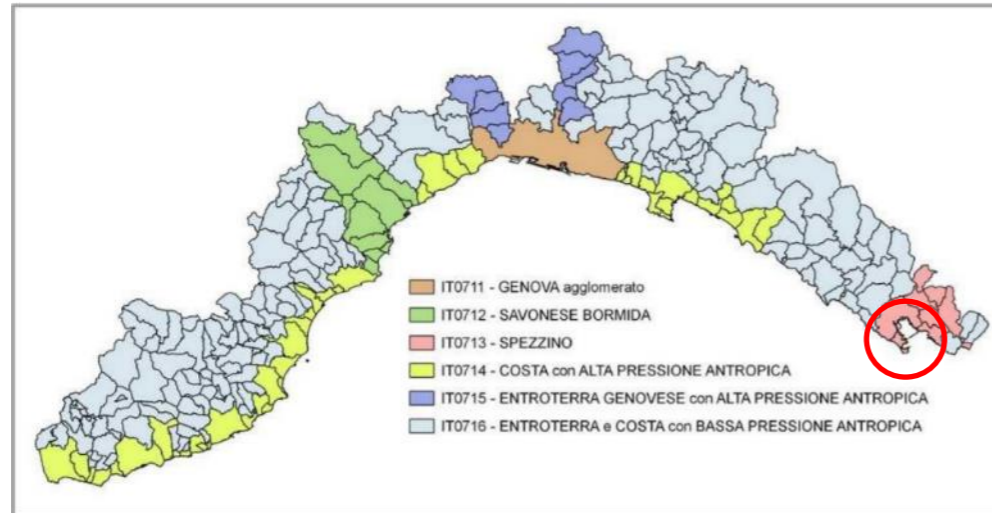


FIGURA 4-61 - ZONIZZAZIONE DGR N. 44 DEL 24.01.2014 PER SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, C₆H₆, CO

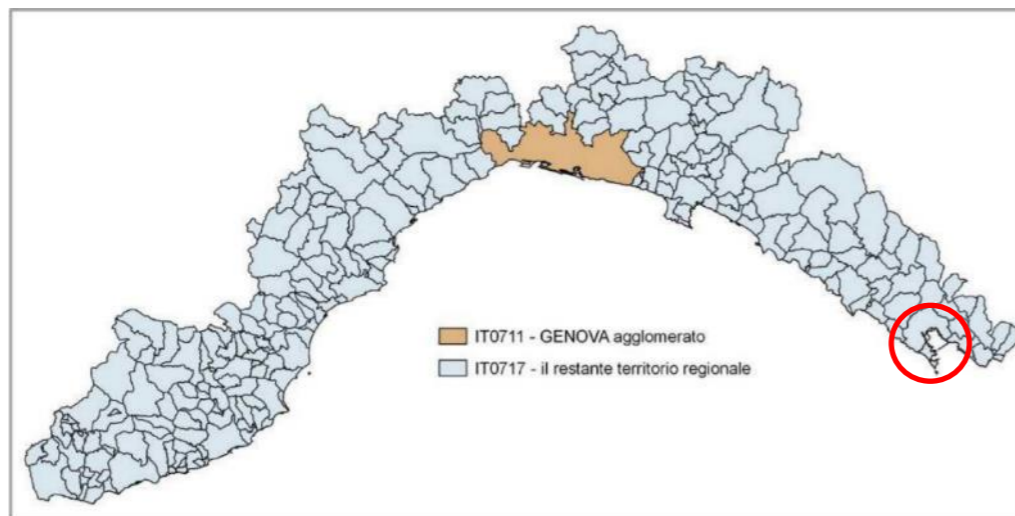


FIGURA 4-62 - ZONIZZAZIONE DGR N. 44 DEL 24.01.2014 PER O₃, BAP

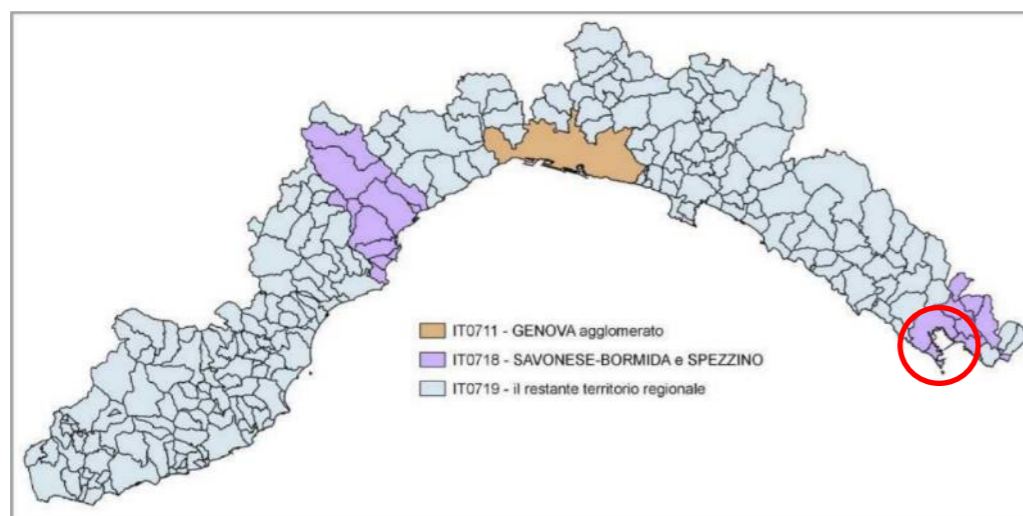


FIGURA 4-63 - ZONIZZAZIONE DGR N. 44 DEL 24.01.2014 PER As, Cd, Ni, Pb

La normativa vigente prevede che la classificazione delle zone venga riesaminata almeno ogni 5 anni, nel 2016, sulla base dei dati misurati e delle stime obiettive riferiti al quinquennio 2010 – 2014, è stata elaborata una nuova classificazione, adottata dalla Regione Liguria con la DGR n. 536 del 10.06.2016.

Il processo di classificazione delle zone prevede che, per ciascun inquinante in ogni zona del territorio regionale, venga valutato, tramite i valori misurati (o stimati) negli anni in esame, il livello di qualità dell'aria da confrontare con le soglie di valutazione superiore o inferiore fissate dalle norme (nel caso dell'ozono, dei valori obiettivo a lungo termine). Le soglie di valutazione per i vari inquinanti sono riportate in **Tabella 4-16**. Una soglia si considera superata se i livelli sono maggiori della stessa per almeno 3 anni su 5.

La classificazione di una zona è finalizzata a stabilire il regime di valutazione della qualità dell'aria per ciascun inquinante e zona ed il numero di stazioni fisse di monitoraggio, come previsto all'art.5 del d.lgs.155/2010:

- se la soglia di valutazione superiore (SVS o UAT) risulta superata nella zona, la valutazione deve obbligatoriamente essere fatta considerando misure in siti fissi. Il numero minimo di punti di misura è stabilito, in base alla popolazione della zona, all'allegato V del d.lgs.155/2010. Le misure possono essere integrate da tecniche di modellizzazione o da misurazioni indicative al fine di fornire un adeguato livello di informazione circa la qualità dell'aria dell'ambiente
- se la soglia di valutazione inferiore (SVI o LAT) risulta essere rispettata nella zona, per la valutazione possono essere utilizzate, anche in via esclusiva, tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva
- se i livelli si collocano tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore (SVS-SVI o UAT-LAT) per la valutazione dovranno essere utilizzate misurazione in siti fissi o misurazioni indicative, anche integrate da tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva
- per l'ozono le soglie di valutazione superiore ed inferiore non sono definite, la classificazione si effettua rispetto al solo valore obiettivo a lungo termine.

Gli esiti dell'attività di riesame sono sintetizzati graficamente nelle Figura 4-64 ÷ Figura 4-66. Come si può osservare per ciò che concerne gli ambiti in cui ricade il Comune di La Spezia si osserva una costanza dei livelli di inquinamento per l'SO₂, l'NO₂, il Pm₁₀ (media giornaliera), O₃ e metalli. Risultano viceversa in aumento le concentrazioni di BaP ed in diminuzione quelli di Pm₁₀ (media annuale), di Pm_{2.5} e di C₆H₆.

Rispetto al confronto con le soglie di valutazione la situazione del territorio spezzino risulta caratterizzata da:

- al di sotto della soglia di valutazione inferiore: SO₂, As, Cd, Ni, Pb;
- tra soglia di valutazione inferiore e superiore: NO₂ (media oraria), Pm₁₀ (media annuale), Pm_{2.5}, C₆H₆;
- al di sopra della soglia di valutazione superiore: NO₂ (media annuale), Pm₁₀ (media giornaliera), O₃.

Zone	SO ₂	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}	C ₆ H ₆	CO
	media giornaliera	media oraria	media annuale	media giornaliera	media annuale	media annuale	media annuale	max media su 8 ore
IT0711	▼	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
IT0712	▼	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
IT0713	▼	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
IT0714	▼	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
IT0715	▼	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
IT0716	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼

- Legenda
- ▲ In almeno una stazione valori superiori alla soglia di valutazione superiore
 - ◆ In almeno una stazione valori compresi tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore
 - ▼ In tutta la zona valori misurati o stimati al di sotto della soglia di valutazione inferiore
 - ▲ La classificazione peggiora rispetto alla precedente
 - ↔ La classificazione è uguale alla precedente
 - ▼ La classificazione migliora rispetto alla precedente

FIGURA 4-64 - CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE PER SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, C₆H₆, CO E VARIAZIONE RISPETTO ALLA PRECEDENTE

	O ₃		BaP	
Zone	valore obiettivo a lungo termine di protezione della salute		media annuale	
IT0711	▲	↔	▼	▼
IT0717	▲	↔	▲	▲

- Legenda
- ▲ In almeno una stazione valori superiori alla soglia di valutazione superiore/obiettivo a lungo termine per O₃
 - ◊ In almeno una stazione valori compresi tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore
 - ▼ In tutta la zona valori misurati o stimati al di sotto della soglia di valutazione inferiore/obiettivo a lungo termine per O₃
 - ▲ La classificazione peggiora rispetto alla precedente
 - ↔ La classificazione è uguale alla precedente
 - ▼ La classificazione migliora rispetto alla precedente

FIGURA 4-65 - CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE PER O₃, BaP E VARIAZIONE RISPETTO ALLA PRECEDENTE

	As	Cd	Ni	Pb
Zone	media annuale	media annuale	media annuale	media annuale
IT0711	▼	↔	▼	↔
IT0718	▼	↔	▼	↔
IT0719	▼	↔	▼	↔

- Legenda
- ▲ In almeno una stazione valori superiori alla soglia di valutazione superiore
 - ◊ In almeno una stazione valori compresi tra la soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore
 - ▼ In tutta la zona valori misurati o stimati al di sotto della soglia di valutazione inferiore
 - ▲ La classificazione peggiora rispetto alla precedente
 - ↔ La classificazione è uguale alla precedente
 - ▼ La classificazione migliora rispetto alla precedente

FIGURA 4-66 - CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE PER As, Cd, Ni, Pb E VARIAZIONE RISPETTO ALLA PRECEDENTE

4.3.4. Rete di monitoraggio Comune di La Spezia

Nel Comune di La Spezia sono dislocate diverse postazioni fisse per il monitoraggio degli inquinanti normati dal D. Lgs 155/2010 afferenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria gestita da Arpal in base ad una convenzione tra ENEL Produzione Spa, Provincia della Spezia, Comune della Spezia ed ARPAL medesima.

Attualmente nella zona Spezzino sono in funzione le postazioni elencate nella Tabella 4-30 attrezzate per gli inquinanti di cui agli allegati XI e XIII del D. Lgs. 155/2010. Le stazioni attrezzate per il monitoraggio dell'ozono invece sono elencate in Tabella 4-31 mentre quelle per il controllo dei metalli sono contenute in Tabella 4-32.

Zona	Stazione	Tipo stazione	SO ₂	NO ₂	PM10	PM2.5	C ₆ H ₆	CO
IT0713	Bolano (SP)	RF	y	y				
	S. Venerio - La Spezia (SP)	SI	y	y				
	Chiodo/Amendola - La Spezia (SP)	UT		y	y			
	San Cipriano/Libertà - La Spezia (SP)	UT	y	y	y	y		y
	Maggiolina - La Spezia (SP)	UF	y	y	y	y		
	Fossamastra - La Spezia (SP)	UI	y	y	y	y		
	Chiappa - La Spezia (SP)	SF		y				
	Piazza Saint Bon - La Spezia (SP)	UT		y	y		y	y
	Le Grazie - Portovenere (SP)	SI	y	y				
	Santo Stefano Magra (SP)	ST	y	y	y			
	Largo Pertini - Sarzana (SP)	UT			y			

- Legenda Tipo stazione: U = urbana T = traffico
S = suburbana F = fondo
R = rurale I = industriale

TABELLA 4-30 - ELENCO DELLE CENTRALINE FISSE DISLOCATE NELLA ZONA SPEZZINO

Zona	Stazione	Tipo stazione	O ₃	BaP
IT0717	Propata (GE)	RF	y	
	Chiodo/Amendola - La Spezia (SP)	UT		y
	Maggiolina - La Spezia (SP)	UF	y	y
	Fossamastra - La Spezia (SP)	UI		y
	Chiappa - La Spezia (SP)	SF	y	
	Località Farina - Cairo Montenotte (SV)	SI		y
	Località Mazzucca - Cairo Montenotte (SV)	SI		y
	Località Bragno - Cairo Montenotte (SV)	SI		y
	Rio Parasacco - Cengio (SV)	RF	y	
	Quiliano (SV)	SI/F	y	
	Via San Lorenzo - Savona (SV)	UT		y
	Varaldo - Savona (SV)	UF	y	
	Vado Ligure (SV)	UI/T		y

- Legenda Tipo stazione: U = urbana T = traffico
S = suburbana F = fondo
R = rurale I = industriale

Per O₃ il tipo stazione è limitato alla prima lettera (urbana, suburbana, rurale)

TABELLA 4-31 - STAZIONI ADIBITE AL MONITORAGGIO DELL'OZONO

Zona	Stazione	Tipo stazione	Pb	As	Cd	Ni
IT0718	Chiodo/Amendola - La Spezia (SP)	UT	y	y	y	y
	Maggiolina - La Spezia (SP)	UF	y	y	y	y
	Fossamastra - La Spezia (SP)	UI	y	y	y	y
	Località Farina - Cairo Montenotte (SV)	SI	y	y	y	y
	Via San Lorenzo - Savona (SV)	UT	y	y	y	y
	Vado Ligure (SV)	UI/T	y	y	y	y

- Legenda Tipo stazione: U = urbana T = traffico
S = suburbana F = fondo
R = rurale I = industriale

TABELLA 4-32 - STAZIONI ADIBITE AL MONITORAGGIO DEI METALLI

Oltre a ciò sulla base di una Convenzione con il Comune della Spezia ogni anno vengono effettuate 8 campagne di monitoraggio del benzene mediante l'utilizzo di campionatori passivi che vengono esposti per circa 2 settimane e successivamente analizzati dal Laboratorio dipartimentale di ARPAL. Inoltre il Dipartimento ARPAL della Spezia ha a disposizione 2 Laboratori Mobili per il monitoraggio della Qualità dell'Aria attrezzati con strumentazione di ultima generazione. A seguito di accordi con gli Enti Locali ogni anno effettua, sulla base di indicazione di questi ultimi, campagne della durata di circa 30 giorni, ovvero:

- 4 per il Comune della Spezia;
- 5 per la Provincia della Spezia;
- 4 per l'Autorità Portuale della Spezia.

Infine a seguito di alcune richieste di Enti locali Arpal negli ultimi anni ha effettuato monitoraggi mirati per l'analisi di polveri e deposizioni atmosferiche in aree specifiche della zona portuale.

Nel seguito vengono riassunti gli esiti delle attività di monitoraggio delle postazioni prossime all'ambito di studio.

4.3.4.1 Postazioni fisse

Per descrivere i livelli di inquinamento dell'aria nell'area di studio si sono analizzate soltanto le centraline più prossime alla stessa in modo da ottenere un quadro coerente sulla situazione ambientale. Nella tabella seguente sono elencate le 4 centraline utilizzate nello studio. L'ubicazione delle stesse è riportata in Figura 4-67.

CENTRALINA	COMUNE	CODICE	COORDINATE		TIPO STAZIONE
			LON	LAT	
Amendola	La Spezia	L150014	9°49'14.44" E	44°6'5.95" N	Traffico-urbana
San Cipriano	La Spezia	L150015	9°49'56.27" E	44° 6'39.73" N	Traffico-urbana
Maggiolina	La Spezia	L150016	9°50'37.70" E	44° 6'57.32" N	Fondo-Urbana
Fossamastra	La Spezia	L150017	9°51'25.58" E	44° 6'19.03" N	Industriale-Urbana

TABELLA 4-33 - SPECIFICHE TECNICHE DELLE CENTRALINE FISSE ANALIZZATE.



FIGURA 4-67 - UBICAZIONE DELLE CENTRALINE DI MISURA.

Di seguito si sintetizzano gli esiti delle analisi sugli inquinanti principali effettuate negli ultimi anni.

4.3.4.1.1 Biossido di azoto (NO2)

Nella FIGURA 4-68, ripresa dalla pubblicazione "Valutazione annuale della Qualità dell'ARIA – 2015 ARPAL", è riportato il trend delle medie annue di NO₂ nel periodo 2010-2015. Rispetto al parametro media annuale si evidenziano delle criticità rappresentate dal superamento del limite di legge (40 µg/m³) per l'anno 2015 nelle stazioni di Amendola a Fossamastra, viceversa la postazione di San Cipriano, che nel passato aveva avuto dei sistematici superamenti del limite normativo risulta caratterizzata nel 2014 e nel 2015 da valori inferiori a 40 µg/m³. Per la stazione di Maggiolina, stazione di fondo urbano, i livelli risultano costantemente inferiori al limite con buoni margini di sicurezza. In tutte le stazioni della rete non si sono evidenziati superamenti del limite normativo relativo alla concentrazione massima oraria. In particolare nel 2015 in nessuna delle quattro centraline analizzate si sono verificate concentrazioni superiori a 200 µg/m³ (limite normativa massimo 18 superamenti in un anno).

I dati relativi al 2016 confermano i comportamenti precedentemente individuati ad eccezione della Centralina di Fossamastra in cui si assiste ad una riduzione delle concentrazioni, nella TABELLA 4-34 si riportano le concentrazioni medie annuali e i valori massimi orari registrati nel 2016 nelle suddette stazioni riportati nel report mensile delle Stazioni ARPAL relativo al mese di dicembre 2016.

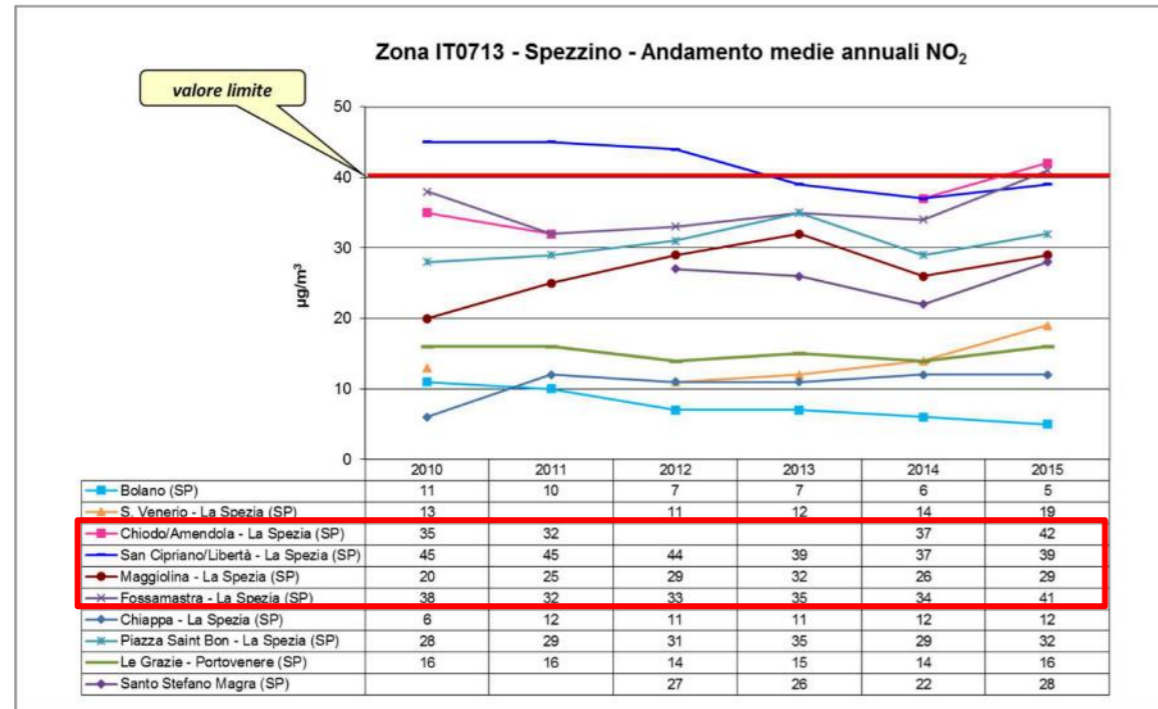


FIGURA 4-68 - ANDAMENTO DELLE MEDIE ANNUALI DI NO2

STAZIONE	CONCENTRAZIONE MEDIA ANNO [µg/m³]	CONCENTRAZIONE MAX ORARIA [µg/m³]
AMENDOLA	43	120.6
SAN CIPRIANO	36	131.5
MAGGIOLINA	28	95.6
FOSSAMAISTRA	33	58.3

TABELLA 4-34 – CONCENTRAZIONI NO2 - 2016

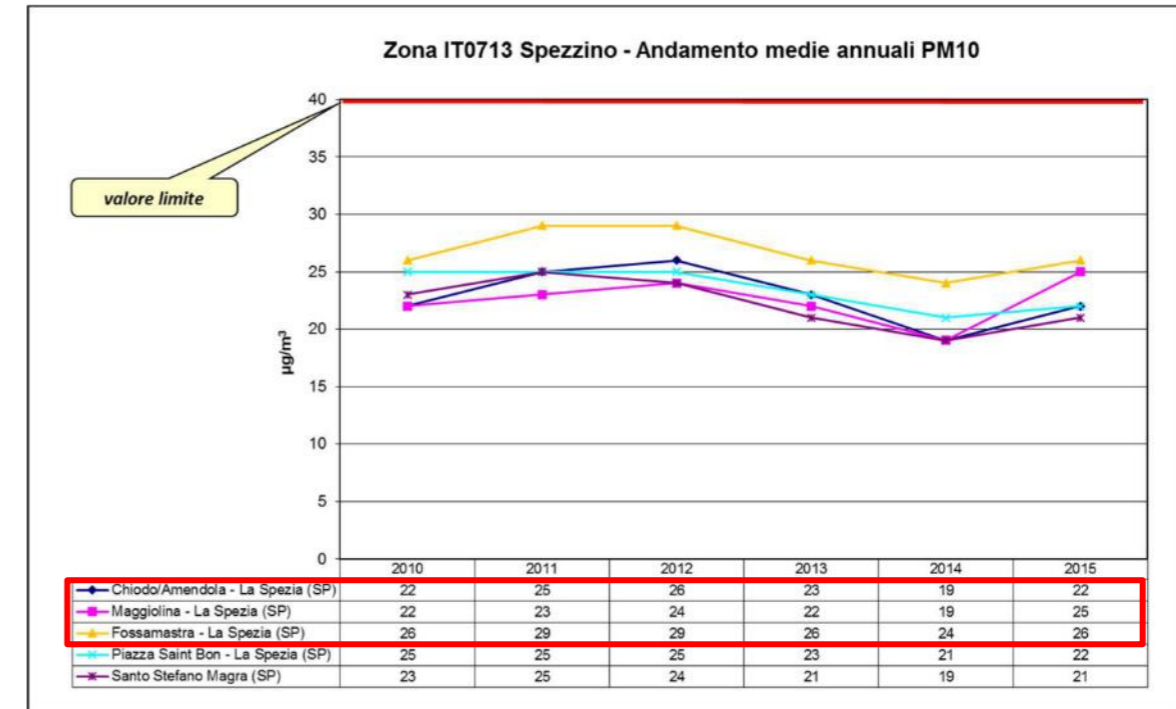


FIGURA 4-69 - ANDAMENTO DELLE MEDIE ANNUALI DEL PM10

STAZIONE	Limite di legge		2014		2015		2016	
	Med Anno [µg/m³]	Med 24h N sup 50 µg/m³	Med Anno [µg/m³]	N sup 50 µg/m³	Med Anno [µg/m³]	N sup 50 µg/m³	Med Anno [µg/m³]	N sup 50 µg/m³
AMENDOLA	40	35	19	1	22	0	21	2
SAN CIPRIANO			25	0	25	2		
MAGGIOLINA			19	0	25	1	22	3
FOSSAMAISTRA			24	3	26	1	22	2

TABELLA 4-35 – CONCENTRAZIONI PM10 – 2014÷2016

4.3.4.1.2 Polveri sottili - PM10 e PM2.5

Come emerge dalle Figura 4-69 e Figura 4-70, riprese dalla pubblicazione "Valutazione annuale della Qualità dell'ARIA – 2015 ARPAL", e dalle Tabella 4-35 e TABELLA 4-36 ricostruite in base a dati riportati nelle Valutazioni Annuali e nel report mensile delle Stazioni ARPAL relativo al mese di dicembre 2016, le concentrazioni di polveri rilevate dalle postazioni delle rete ARPAL prossime all'ambito di studio risultano costantemente conformi ai limiti normativi con buoni margini di sicurezza, per tutti i parametri oggetto di controllo.

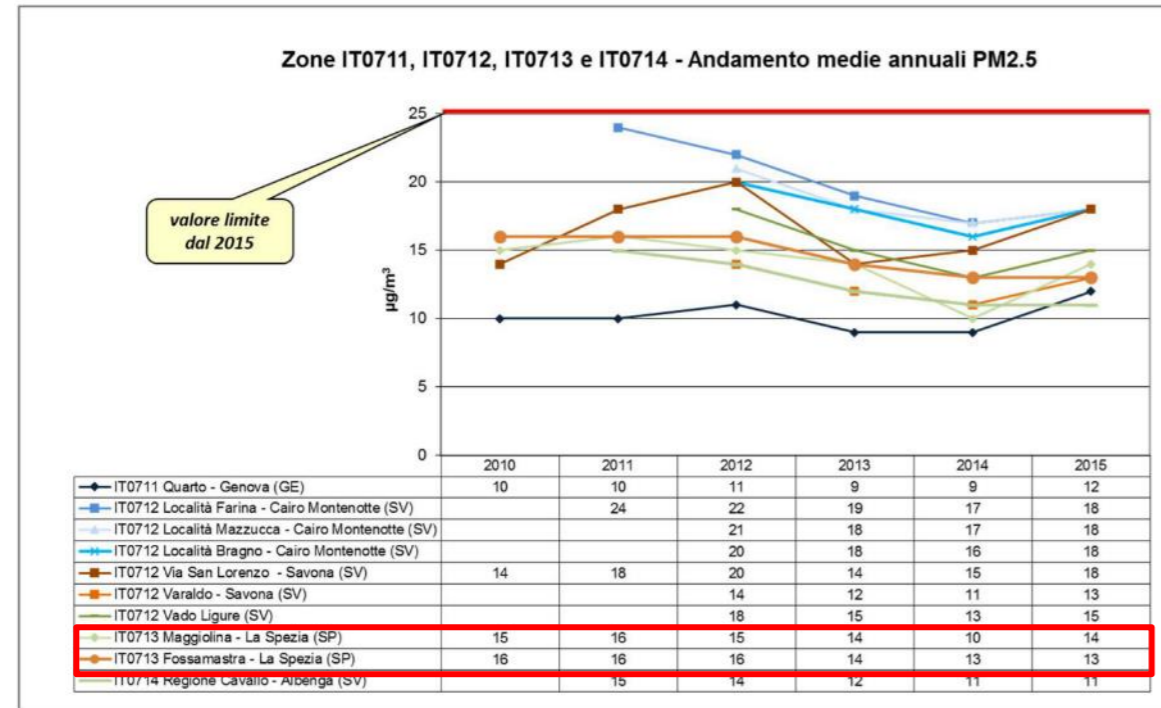


FIGURA 4-70 - ANDAMENTO DELLE MEDIE ANNUALI DEL PM2.5

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Med Anno [µg/m³]	Med Anno [µg/m³]	Med Anno [µg/m³]	Med Anno [µg/m³]
SAN CIPRIANO	25	-	16	15
MAGGIOLINA		10	14	11
FOSSAMAISTRA		13	13	10

TABELLA 4-36 – CONCENTRAZIONI PM2.5 – 2014÷2016

4.3.4.1.3 Biossido di zolfo - SO2

Nelle Tabella 4-37 ÷ Tabella 4-39 sottostante vengono riportati i valori registrati relativamente al limite di riferimento del biossido di zolfo per la protezione della salute umana e la protezione della vegetazione, misurato soltanto dalle centraline San Cipriano e Fossamastra e Magliolina. Anche in questo caso i dati derivano dall'analisi delle Valutazioni Annuali e dei report mensili delle Stazioni ARPAL relativi al 2016. I dati confermano la non criticità di tale inquinante coerentemente a quanto ormai da anni rilevato su tutto il territorio nazionale.

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Media Annuale [µg/m³]			
SAN CIPRIANO	20 (per la protezione della vegetazione)	6.4	3.4	n.d.
MAGGIOLINA		2.7	4.1	n.d.
FOSSAMAISTRA		3.6	3.4	n.d.

TABELLA 4-37 – CONCENTRAZIONI SO2 MEDIA ANNUALE – 2014÷2016

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Media oraria			
SAN CIPRIANO	24 superamenti media oraria 350 µg/m³	0 (max 127 µg/m³)	0 (max 87 µg/m³)	0
MAGGIOLINA		0 (max 33 µg/m³)	0 (max 77 µg/m³)	0
FOSSAMAISTRA		0 (max 24 µg/m³)	0 (max 41 µg/m³)	0

TABELLA 4-38 – CONCENTRAZIONI SO2 MEDIA ORARIA – 2014÷2016

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Media Giornaliera			
SAN CIPRIANO	3 superamenti media giornaliera 125 µg/m³	0 (max 24 µg/m³)	0 (max 16 µg/m³)	0
MAGGIOLINA		0 (max 10 µg/m³)	0 (max 15 µg/m³)	0
FOSSAMAISTRA		0 (max 14 µg/m³)	0 (max 21 µg/m³)	0

TABELLA 4-39 – CONCENTRAZIONI SO2 MEDIA GIORNALIERA – 2014÷2016

4.3.4.1.4 Monossido di carbonio

Analogamente al Biossido di Zolfo anche i dati relativi al Monossido di Carbonio (Tabella 4-40), desunti dall'analisi delle Valutazioni Annuali e dei report mensili delle Stazioni ARPAL relativi al 2016, confermano la non criticità di tale inquinante, risultando ampiamente conformi ai limiti normativi.

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Concentrazione media massima su 8 ore			
SAN CIPRIANO	10 mg/m³	2.1 mg/m³	1.8 mg/m³	Nessun superamento

TABELLA 4-40 – CONCENTRAZIONI CO - 2014÷2016

4.3.4.1.5 Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo e Benzo(a)pirene

Nelle Tabella 4-41 ÷ Tabella 4-45 si riportano le concentrazioni medie annuali del benzo(a)pirene e dei metalli (Ar, Cd, Ni, Pb) il confronto con i limiti normativi non evidenzia specifiche criticità per nessuno degli inquinanti analizzati. I dati riportati derivano dalla Valutazioni Annuali della qualità dell'Aria effettuate da ARPAL.

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Media Annuale [µg/m³]			
AMENDOLA	1.0 ng/m³	0.2	0.2	n.d.
MAGGIOLINA		0.2	0.4	n.d.
FOSSAMAISTRA		0.2	0.5	n.d.

TABELLA 4-41 – CONCENTRAZIONI BENZO(A)PIRENE - MEDIA ANNUALE – 2014÷2016

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Media Annuale [µg/m³]			
AMENDOLA	6.0 ng/m³	0.7	1.0 (*)	n.d.
MAGGIOLINA		0.6	1.0 (*)	n.d.
FOSSAMAISTRA		0.8	1.0 (*)	n.d.

TABELLA 4-42 – CONCENTRAZIONI ARSENICO - MEDIA ANNUALE – 2014÷2016 (*) MISURE INDICATIVE

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
	Media Annuale [µg/m³]			
AMENDOLA	5.0 ng/m³	0.6	0.9 (*)	n.d.
MAGGIOLINA		0.6	0.9 (*)	n.d.
FOSSAMAISTRA		0.6	0.9 (*)	n.d.

TABELLA 4-43 – CONCENTRAZIONI CADMIO - MEDIA ANNUALE – 2014÷2016 (*) MISURE INDICATIVE

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
		Media Annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
AMENDOLA	20 ng/m^3	4.8	2.9 (*)	n.d.
MAGGIOLINA		4.1	3.5 (*)	n.d.
FOSSAMAISTRA		4.1	3.5 (*)	n.d.

TABELLA 4-44 – CONCENTRAZIONI NICHEL - MEDIA ANNUALE – 2014÷2016 (*) MISURE INDICATIVE

STAZIONE	Limite di legge	2014	2015	2016
		Media Annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
AMENDOLA	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.004	0.004 (*)	n.d.
MAGGIOLINA		0.008	0.004 (*)	n.d.
FOSSAMAISTRA		0.006	0.006 (*)	n.d.

TABELLA 4-45 – CONCENTRAZIONI PIOMBO - MEDIA ANNUALE – 2014÷2016 (*) MISURE INDICATIVE

4.3.4.1.6 Ozono

Nelle **Figura 4-71** e **Figura 4-72** si riportano rispettivamente gli andamenti delle medie triennali del numero di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute (concentrazione media su 8 ore massima giornaliera pari a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e delle medie quinquennali dell'AOT40, mentre in **Tabella 4-46** si riportano il numero di superamenti della soglia di informazione (media oraria pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Per l'analisi delle concentrazioni relative all'ambito di studio oltre alla Stazione di Maggiolina sono anche stati considerati i dati della Stazione di Chiappa la cui ubicazione rispetto all'ambito di studio è riportata in Figura 4-73. I dati rappresentati sono stati desunti dalla "Valutazione annuale della Qualità dell'ARIA – 2015 ARPAL". Per i limiti relativi alla protezione della salute in Tabella 4-47 si riportano la verifica del rispetto dei limiti di legge relativa al 2016 effettuata in base ai dati disponibili nel report mensile delle Stazioni ARPAL relativo al mese di dicembre 2016.

Come si può osservare le concentrazioni rilevate dalle due postazioni oggetto di analisi non evidenziano, negli ultimi anni, particolari problematiche relative alle concentrazioni di Ozono.

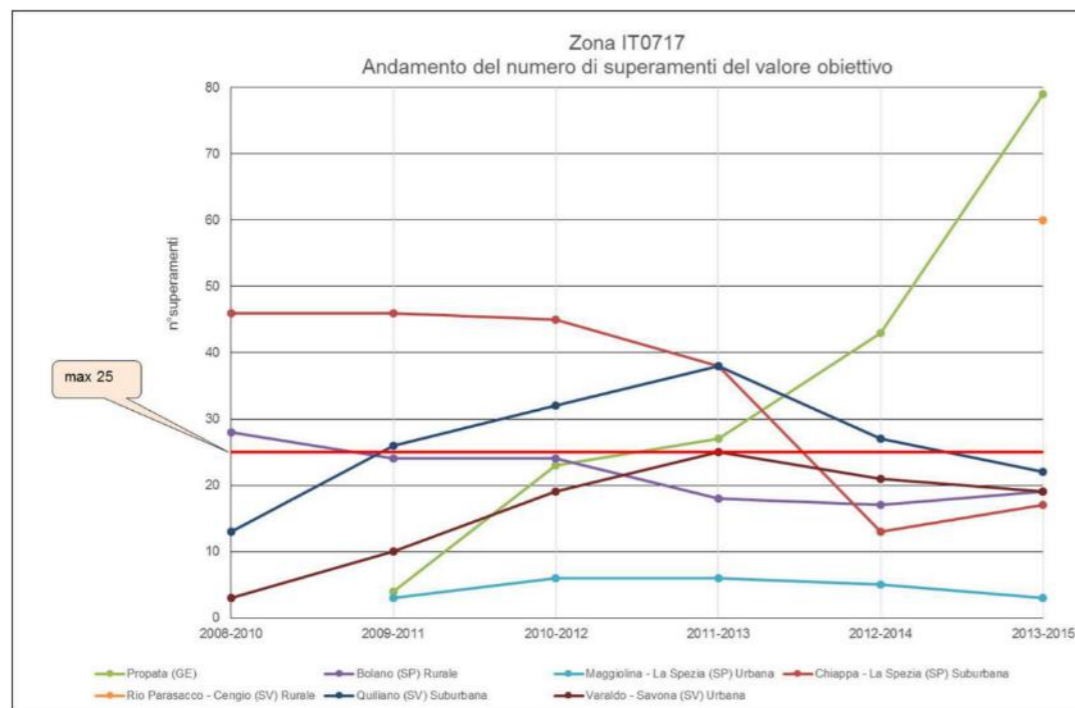


FIGURA 4-71 – OZONO SUPERAMENTI DEL VALORE OBIETTIVO - ANDAMENTO DELLE MEDIE TRIENNALI 2008-2015

Zona	Stazione	Tipo stazione	n°giorni con superamento della soglia di informazione					
			2010	2011	2012	2013	2014	2015
IT0717	Propata (GE)	R		0	2	1	1	5
	Bolano (SP)	R	0	0	0	0	0	0
	Maggiolina - La Spezia (SP)	U		0	0	0	0	0
	Chiappa - La Spezia (SP)	S	3	1	0	0	0	0
	Campo di calcio - Cengio (SV)	R	0	0	0	0	0	
	Rio Parasacco - Cengio (SV)	R						1
	Quiliano (SV)	S	0	1	2	0	4	1
	Varaldo - Savona (SV)	U	0	0	0	0	0	1

Legenda Tipo stazione: U = urbana
S = suburbana
R = rurale

TABELLA 4-46 – N° SUPERAMENTI DELLA SOGLIA DI INFORMAZIONE (2010÷2015)

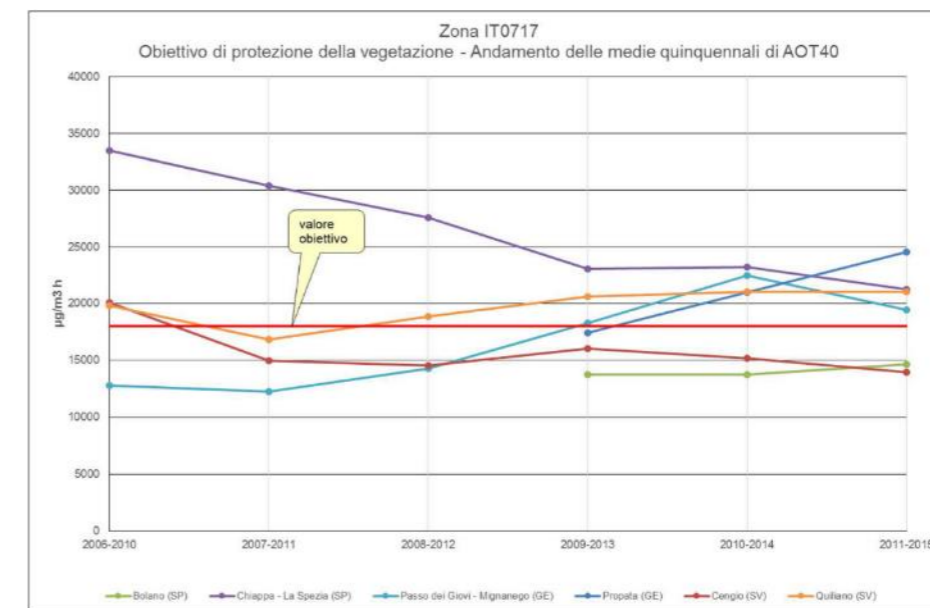


FIGURA 4-72 – OZONO AOT40 – ANDAMENTO DELLE MEDIE QUINQUENNALI 2006÷2015



FIGURA 4-73 - POSIZIONE DELLA CENTRALINA CHIAPPA RISPETTO ALL'AREA DI STUDIO.

STAZIONE	N.sup. soglia di informazione (media oraria 180 µg/m³)	N.sup. soglia di allarme (media oraria 240 µg/m³ su 3h)	N. Sup. valore bersaglio (media max giornaliera su 8 h: 120 µg/m³) limite = 25
MAGGIOLINA	0	0	0
CHIAPPA	0	0	10

TABELLA 4-47 – VERIFICA LIMITI O3 - 2016

4.3.4.2 Postazioni mobili

Di seguito vengono presentati i dati delle campagne mobili effettuate negli ultimi anni (2014-2017) per il Comune della Spezia e per conto dell'Autorità Portuale di La Spezia all'interno dell'ambito di studio.

In Figura 4-74 sono riportati i punti in cui sono stati effettuati i rilevamenti di interesse per il presente studio.

Nella Tabella 4-48 sono riportate nel dettaglio le campagne effettuate indicando per ognuna l'ubicazione del mezzo mobile e l'intervallo temporale di campionamento.

Gli esiti delle attività sono sintetizzati nelle Tabella 4-49 e Tabella 4-50. In specifico nella Tabella 4-49 sono indicati i valori medi rilevati nell'ambito della campagna. I livelli di concentrazione che risultano superiori ai limiti annuali, laddove previsti dalla normativa (40 µg/m³ per NO2, 40 µg/m³ per Pm10, 25 µg/m³ per Pm2.5), sono evidenziati in grassetto. Nella Tabella 4-50 sono invece riportati i confronti con i parametri specifici previsti dalla normativa per i diversi inquinanti.

Il quadro complessivo che emerge indica livelli di inquinamento sostanzialmente conformi ai limiti di legge.

I livelli di inquinamento più significativi sono stati registrati in corrispondenza delle postazioni che, per la loro ubicazione, risultano maggiormente influenzate dalle emissioni da traffico (P1, P3 e P7).



FIGURA 4-74 - UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA CON LABORATORI MOBILI NELL'AMBITO DI STUDIO DAL 2014 AL 2017

PUNTO	INDIRIZZO	ANNO	PERIODO
P1	Viale San Bartolomeo - Marina del Canaletto	2014	18/04/2014 ÷ 06/08/2014
		2015	17/01/2015 ÷ 17/03/2015
		2016	25/02/2016 ÷ 30/03/2016
		2017	20/04/2017 ÷ 28/05/2017
P2	Largo Fiorillo/Varco Portuale Porta Rocca	2014a	08/08/2014 ÷ 03/09/2014
		2014b	06/09/2014 ÷ 07/10/2014
		2016	08/06/2016 ÷ 11/07/2016
P3	Piazza G.B.Paita – v.le S.Bartolomeo	2015	19/03/2015 ÷ 16/04/2015
P4	Via della Concia – civico 46	2015	21/05/2015 ÷ 15/06/2015
		2016	01/04/2016 ÷ 02/05/2016
		2017	08/09/2017 ÷ 11/10/2017
P5	Banchina ENEL TERMINAL – v.le S.Bartolomeo	2014	05/09/2014-05/10/2014
P6	via Carducci- Parcheggio Palaspezia'	2015	01/09/2015 ÷ 05/10/2015
P7	'Via Piave – civico 2'	2015	18/04/2015 ÷ 19/05/2015
		2016	04/05/2016 ÷ 06/06/2016

TABELLA 4-48 – ELENCO DELLA CAMPAGNE DI MISURA CON LABORATORI MOBILI NELL'AMBITO DI STUDIO DAL 2014 AL 2017

INQ	P1-2014	P1-2015	P1-2016	P1-2017	P2-2014a	P2-2014b	P2-2016	
NO ₂ [µg/m ³]	36.7	37.4	29.1	26.1	21.2	24.4	19.3	
CO [mg/m ³]	0.6	0.8	0.5	0.3	0.7	0.3	0.8	
O ₃ [µg/m ³]	58.7	35.4	45.0	49.9	55.2	44.0	54.6	
SO ₂ [µg/m ³]	-	-	2.3	1.2	-	-	1.6	
PM ₁₀ [µg/m ³]	19.0	24.0	20.9	17.7	16.4	18.9	19.0	
PM _{2.5} [µg/m ³]	11.4	17.1	12.2	11.0	7.9	12.4	11.3	
INQ	P3-2015	P4-2015	P4-2016	P4-2017	P5-2014	P6-2015	P7-2015	P7-2016
NO ₂ [µg/m ³]	42.3	26.1	30.7	28.3	28.1	26.2	38.0	35.4
CO [mg/m ³]	1.0	0.6	0.5	0.8	0.3	1.1	0.6	0.8
O ₃ [µg/m ³]	48.5	51.6	47.3	35.2	49.4	43.0	50.7	43.5
SO ₂ [µg/m ³]	-	1.4	2.1	2.4	-	2.1	1.0	1.6
PM ₁₀ [µg/m ³]	29.6	36.7	34.9	30.6	21.4	17.7	40.2	20.7
PM _{2.5} [µg/m ³]	18.9	25.6	18.0	15.2	12.7	11.0	24.0	11.4

TABELLA 4-49 - VALORI MEDI NEL PERIODO DI CAMPIONAMENTO (POSTAZIONI MOBILI 2014 ÷ 2017 AMBITO DI STUDIO)

INQ	PARAMETRO	P1-2014	P1-2015	P1-2016	P1-2017	P2-2014a	P2-2014b	P2-2016	
NO ₂	N° sup. valore limite orario	0	0	0	0	0	0	0	
CO	N° sup. valore limite prot. della salute umana	0	0	0	0	0	0	0	
O ₃	N° sup. soglia di informazione	0	0	0	0	0	0	0	
O ₃	N° sup. soglia di allarme	0	0	0	0	0	0	0	
O ₃	N° sup. valore bersaglio	0	0	0	0	0	0	0	
SO ₂	N° sup. soglia di allarme	-	-	0	0	-	-	0	
SO ₂	N° sup. valore limite 1h	-	-	0	0	-	-	0	
SO ₂	N° sup. valore limite 24h	-	-	0	0	-	-	0	
PM10	N° sup. valore limite giornaliero	0	0	1	0	0	0	0	
INQ	PARAMETRO	P3-2015	P4-2015	P4-2016	P4-2017	P5-2014	P6-2015	P7-2015	P7-2016
NO ₂	N° sup. valore limite orario	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	N° sup. valore limite prot. della salute umana	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₃	N° sup. soglia di informazione	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₃	N° sup. soglia di allarme	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₃	N° sup. valore bersaglio	0	0	0	0	0	0	0	0
SO ₂	N° sup. soglia di allarme	-	0	0	0	0	0	0	0
SO ₂	N° sup. valore limite 1h	-	0	0	0	0	0	0	0
SO ₂	N° sup. valore limite 24h	-	0	0	0	0	0	0	0
PM10	N° sup. valore limite giornaliero	0	6	4	1	0	0	4	0

TABELLA 4-50 – CONFRONTO CON I PARAMETRI DI LEGGE (POSTAZIONI MOBILI 2014 ÷ 2017 AMBITO DI STUDIO)

Si segnala che presso la postazione P1 (Viale San Bartolomeo – Marina del Canaletto) è stata effettuata una sperimentazione, conclusasi nel 2014, di trattamento programmato del manto stradale con l'impiego di BIOFIX, un biofissante, brevettato dalla EUROVIX, che dovrebbe ridurre la risospensione delle polveri depositate sulla superficie stradale. Nella Figura 4-75 si riporta l'ubicazione dell'ambito di trattamento con il BIOFIX e delle postazioni di monitoraggio finalizzate alla verifica della sua efficacia.

La sperimentazione si è basata su alcune campagne di monitoraggio nelle due postazioni indicate in presenza e assenza di trattamento. I dati sono stati confrontati con quanto rilevato contestualmente dalle postazioni di Fossamastra e Magliolina per minimizzare l'influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni delle polveri. Gli esiti delle analisi hanno evidenziato una diminuzione del Pm10, ragionevolmente riconducibile all'azione del BIOFIX, del 17%. ARPAL nel suo rapporto evidenzia che in ogni caso l'esito dello studio andrebbe confermato da ulteriori rilievi che estendano i tempi di monitoraggio anche in diversi periodi dell'anno.

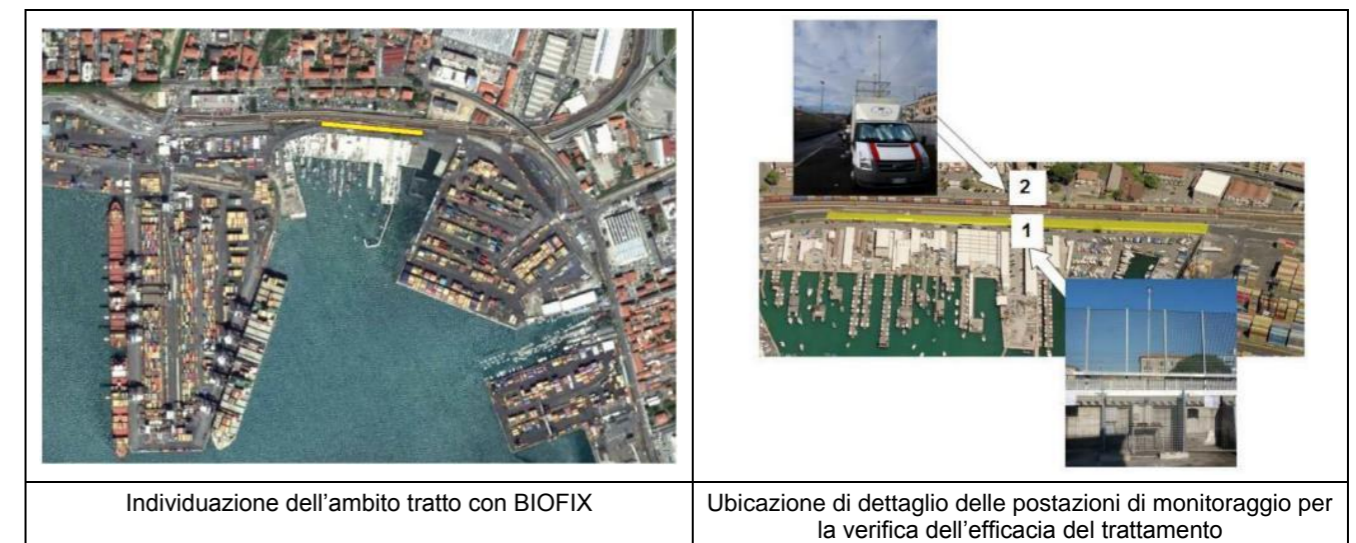


FIGURA 4-75 – SPERIMENTAZIONE TRATTAMENTO CON BIOFIX

4.3.4.3 Monitoraggio benzene

Sulla base di una Convenzione con il Comune della Spezia, Arpal effettua ogni anno 8 campagne di monitoraggio del benzene, mediante campionatori passivi, della durata di 2 settimane circa. In particolare il monitoraggio è effettuato in corrispondenza di 38 punti disposti su una maglia approssimativamente regolare con passo di circa 500 m a cui si aggiungono 8 punti fuori maglia con valenza storica e particolari criticità.

In Figura 4-76 si riporta l'ubicazione delle postazioni di monitoraggio maggiormente prossime all'ambito di studio ed il relativo codice.

Nelle Figura 4-77 ÷ Figura 4-80 si riportano i livelli di concentrazioni medi annuali rilevati nei diversi ambiti oggetto di monitoraggio. In Tabella 4-51 sono contenuti i valori di concentrazione media annuale registrati nei punti di monitoraggio prossimi all'ambito di studio. I livelli, per tutti gli anni analizzati, risultano conformi al limite di normativo di 5 µg/m³. Le concentrazioni più significative sono state documentate nella postazione di via Veneto / via Crispi.



FIGURA 4-76 - UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO BENZENE MAGGIORMENTE PROSSIMI ALL'AMBITO DI STUDIO

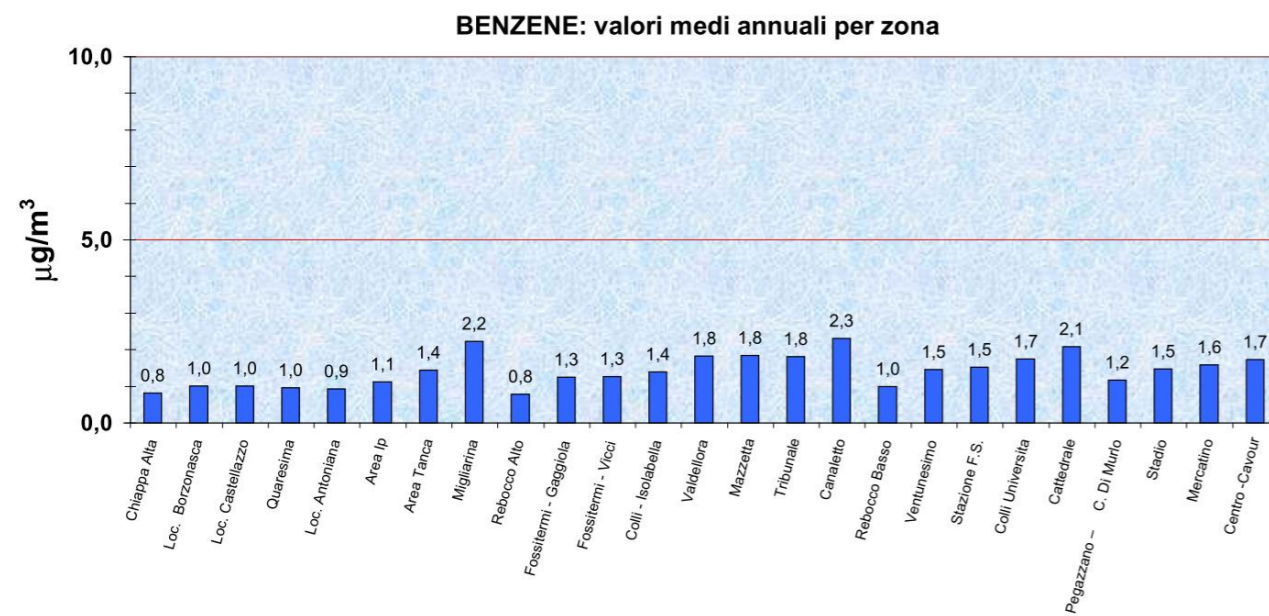


FIGURA 4-77 – VALORI MEDI ANNUALI BENZENE PER ZONA 2013

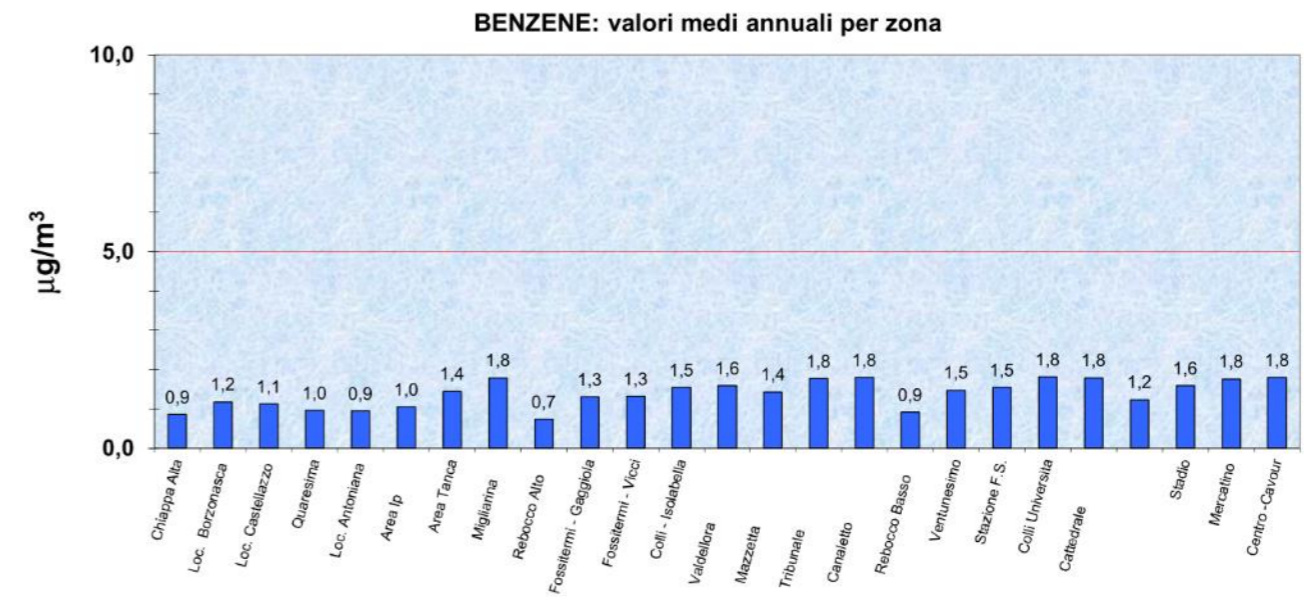


FIGURA 4-78 – VALORI MEDI ANNUALI BENZENE PER ZONA 2014

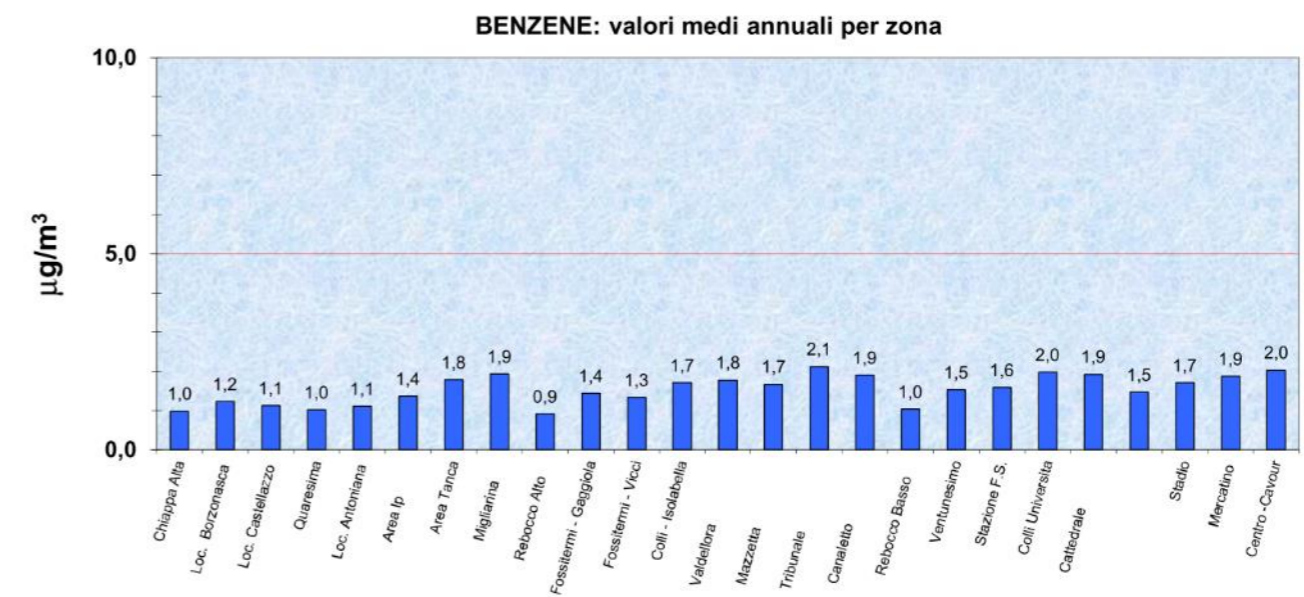


FIGURA 4-79 – VALORI MEDI ANNUALI BENZENE PER ZONA 2015

BENZENE: valori medi annuali per zona

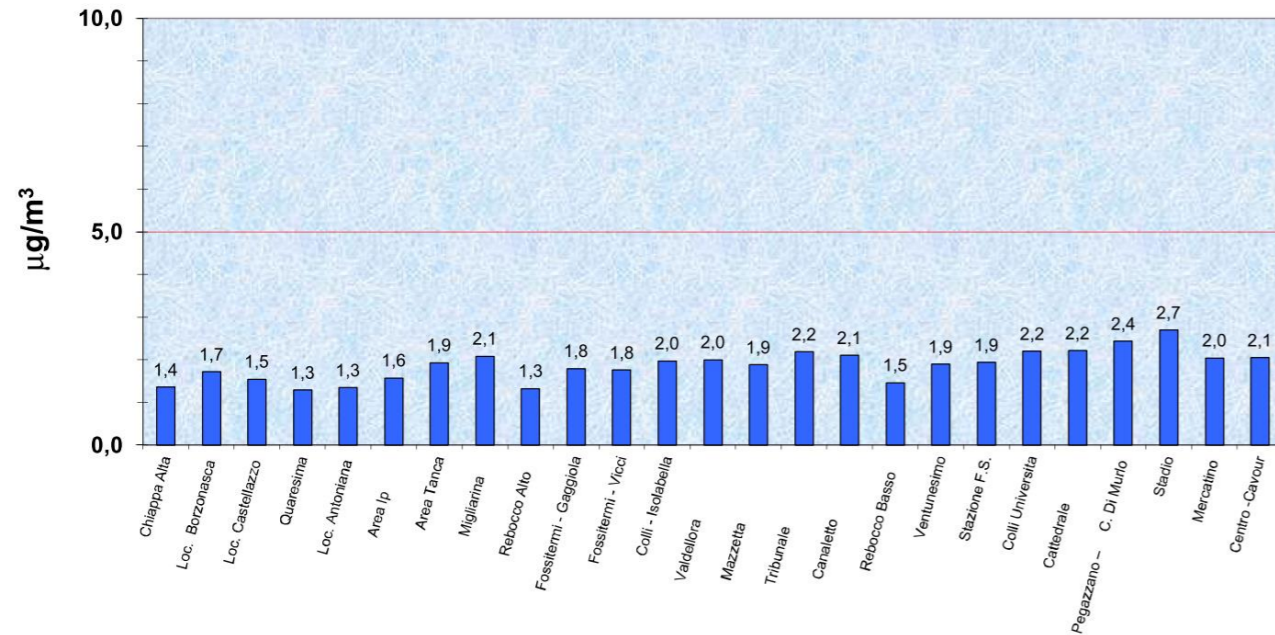


FIGURA 4-80 – VALORI MEDI ANNUALI BENZENE PER ZONA 2016

CODICE	INDIRIZZO	2013	2014	2015	2016
25	viale Italia - Circolo Uff. M.M.	1.7	1.8	1.9	2.0
29	piazza Europa / via XXIV Maggio	1.6	1.3	1.8	2.1
32	viale Italia - Ist. Nautico	2.4	2.4	2.5	2.7
35	via Mantegazza	1.7	2.0	2.2	2.3
38	via Palmaria	2.1	2.0	1.9	2.2
1P	via Veneto / via Crispi	3.4	4.2	4.3	4.8
2P	via XXIV Maggio / via Piave	2.3	1.9	2.3	2.4
6P	piazza Chiodo	1.8	2.1	2.1	1.9

TABELLA 4-51 - PUNTI DI MONITORAGGIO PIÙ VICINI ALL'AMBITO DI STUDIO – CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI

4.3.4.4 Campagna di monitoraggio con deposimetri in area retroportuale

Arpal su richiesta dell'Assessorato all'Ambiente del Comune della Spezia ha condotto nel periodo ottobre 2009 - marzo 2010 una serie di campagne attraverso l'uso di deposimetri per verificare l'eventuale presenza nelle deposizioni atmosferiche di sostanze collegabili alle attività di movimentazione di carbone dalle navi, effettuate presso la darsena Enel, nel quartiere Fossamastra. Il piano sperimentale ha previsto 4 siti di misura di cui 3 in prossimità della zona di scarico del carbone ed 1 di controllo sul tetto dell'edificio dell'Arpal - Dipartimento della Spezia (Tabella 4-52). In Figura 4-81 ne è riportata l'ubicazione con uno zoom sull'area di Fossamastra (Figura 4-82).

SITO	UBICAZIONE	LATITUDINE	LONGITUDINE	Altezza rispetto al suolo (m)
01	Terrazzo "Battagli Nautica"	44°6'21.02" N	9°51'25.71" E	6
02	Tetto Palazzo Nuova Darsena	44°6'16.92" N	9°51'27.94" E	15
03	Tetto Corpo di Guardia "Comprensorio Logistico di Pagliari MM"	44°6'8.57" N	9°51'33.77" E	10
04	Tetto Arpal Dipartimento della Spezia	44°7'14.82" N	9°49'59.49" E	17

TABELLA 4-52 - SITI IN CUI SONO STATI EFFETTUATI I MONITORAGGI [26]



FIGURA 4-81 - UBICAZIONE SITI DI MONITORAGGIO



FIGURA 4-82 - UBICAZIONE SITI DI MONITORAGGIO (ZOOM SULL'AREA DI FOSSAMAISTRA)

Nel periodo di osservazione sono state effettuate 9 campagne di durata variabile tra gli 8 e i 27 giorni. Sui campioni è stata effettuata l'analisi quantitativa di alcuni metalli ovvero arsenico, cadmio, nichel, selenio, piombo e vanadio e quella qualitativa attraverso l'uso del SEM (Microscopio Elettronico a Scansione). Inoltre si è provveduto ad analizzare campioni di carbone prelevato dalle navi. Le analisi quantitative sui metalli ricercati non hanno evidenziato correlazioni significative tra la deposizione raccolta nei deposimetri e il carbone scaricato nello stesso periodo. Inoltre le analisi effettuate al SEM evidenziano che gli spettri dei campioni raccolti da deposizione non sono sovrapponibili o collegabili agli spettri dei campioni di carbone prelevato dalle navi. Si è inoltre effettuata una ricerca qualitativa dello zolfo considerato un indicatore della presenza di carbone, all'interno del quale è presente in quantità comprese tra lo 0.3 % e l' 1.3 %. Effettivamente piccole quantità di zolfo sono state trovate a partire dalla terza campagna in tutti i campioni. Tuttavia il fatto che si sia determinata presenza di zolfo anche nel deposimetro di controllo (edificio Arpal) e durante la campagna di bianco (nessuno scarico dalla nave) rende difficilmente ipotizzabile un collegamento causale tra la presenza di zolfo in atmosfera e gli scarichi di carbone. In ultima analisi si sottolinea che durante il periodo di monitoraggio si sono avute importanti precipitazioni che indubbiamente hanno diminuito la disperdibilità in aria del materiale scaricato.

4.3.4.5 Campagna di monitoraggio polveri a Fossamastra

A seguito delle richieste degli Enti Locali è stata effettuata un'altra campagna di monitoraggio nel periodo 31/03/2012 - 15/06/2012. Scopo di quest'ultima è stato quello di valutare la qualità dell'aria nella zona di Fossamastra, relativamente alle polveri totali sospese (PTS), ed un eventuale contributo ad esse dovuto alla movimentazione del carbone al molo ENEL. Il piano sperimentale ha previsto una serie di postazioni, di cui 5 mobili ed 1 fissa (Tabella 4-53), sia all'interno dell'area industriale che all'esterno di essa la cui ubicazione è mostrata in Figura 4-83. L'unica postazione fissa è quella di Fossamastra che afferisce alla RRQA (Rete Regionale della Qualità dell'Aria) in cui sono effettuate misure di PM₁₀ e PM_{2.5}. Inoltre Banchina 1 indica la postazione Arpal mentre Banchina 2 quella CESI. Quest'ultima infatti ha messo a disposizione di Arpal parte della strumentazione di misura.

POSTAZIONE	INQUINANTE
Terminal Ravano	PTS
Diffusore	PTS
Via Privata Enel	PTS
Banchina 1	PTS
Banchina 2	PTS
Fossamastra	PTS,PM ₁₀ ,PM _{2.5}

TABELLA 4-53 - POSTAZIONI DI MISURA UTILIZZATE NEL PIANO SPERIMENTALE.



FIGURA 4-83 - UBICAZIONE DELLE POSTAZIONI PREVISTE DAL PIANO SPERIMENTALE

Nella figura seguente sono riportati gli andamenti dei valori medi giornalieri di PTS rilevati in tutte le postazioni. In grigio sono indicati i periodi di stazionamento delle navi carboniere e quindi di movimentazione del carbone. Le concentrazioni di PTS, oggi non più normate, non presentano particolari criticità anche in presenza dello scarico del carbone e comunque non hanno mai superato i limiti di 150 µg/m³ come media annuale e 300 µg/m³ come media giornaliera così come previsto dal DPCM del 28/03/1983 (applicabile sino al 2004). Le maggiori concentrazioni si sono avute al Terminal Ravano. Inoltre le banchine 1 e 2 (ovvero le postazioni più prossime al molo ENEL) hanno registrato livelli più bassi rispetto alla postazione Fossamastra e via Privata ENEL.

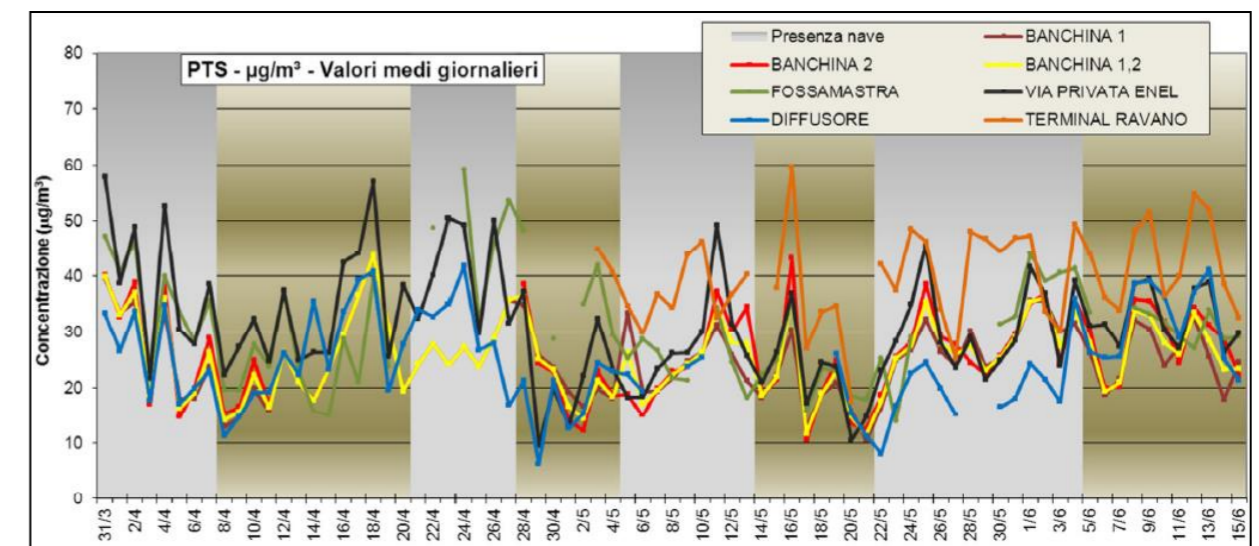


FIGURA 4-84 - ANDAMENTO DEI VALORI MEDI GIORNALIERI DI PTS RILEVATI IN TUTTE LE POSTAZIONI

Le frazioni granulometriche (PTS, PM₁₀ e PM_{2.5}) misurate nella postazione di Fossamastra mostrano l'andamento di Figura 4-85. È osservabile che PTS e PM₁₀ per buona parte dei giorni hanno lo stesso andamento indipendentemente dalla presenza della nave carboniera. Inoltre per quanto riguarda il PM₁₀ non si supera mai il limite giornaliero di 50 µg/m³ e per il PM_{2.5} il valore limite annuale di 25 µg/m³ neanche nei periodi di movimentazione del carbone.

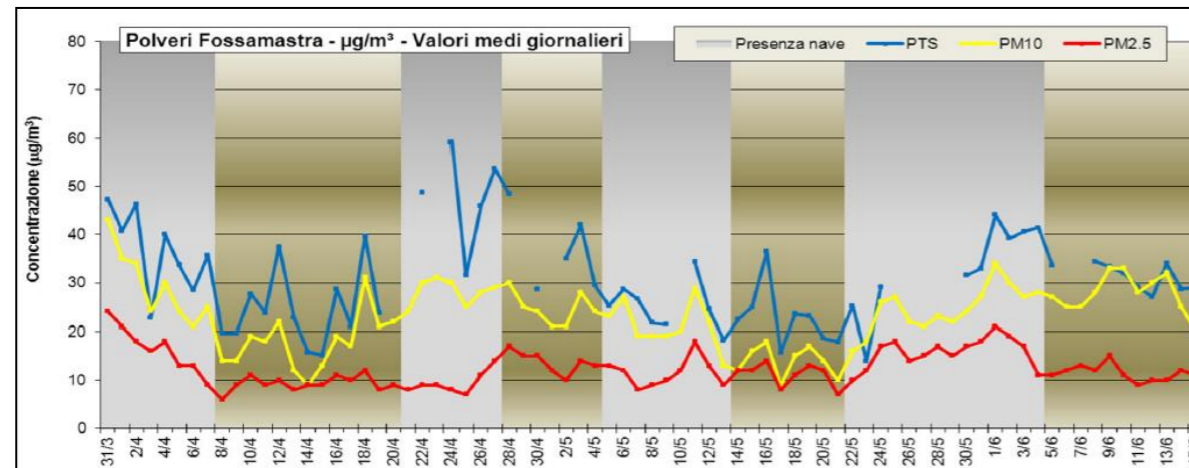


FIGURA 4-85 - ANDAMENTO FRAZIONI GRANULOMETRICHE (PTS, PM10, PM2.5)

Le conclusioni riportate nel documento a seguito delle analisi effettuate sottolineano l'impossibilità di identificare una specifica sorgente di PTS ma piuttosto una concorsualità di varie sorgenti come traffico veicolare, movimentazione di container, scarico del carbone, nautica da diporto e riscaldamento domestico.

4.3.4.6 Analisi qualitativa di polveri

Al fine di integrare le informazioni ottenute dal monitoraggio con deposimetri in aree retroportuali, i cui risultati sono stati esposti nel paragrafo 4.3.4.4, Arpal ha effettuato uno studio preliminare prelevando materiale particolato da superfici esposte per valutarne le composizioni chimiche. I prelievi sono stati effettuati in 2 aree nautiche interessate da fenomeni di sporco, ubicate presso la "Marina del Canaletto" (Scafi M. Cerreti) e presso lo scarico del canale di restituzione dell' ENEL (Scaforimessa Minosa).

I due punti ricadono in casistiche diverse ovvero nel primo caso i prelievi sono stati effettuati su imbarcazioni sotto tettoia non utilizzate/lavate da almeno un anno (non dilavate ma con limitate deposizioni atmosferiche) mentre nel secondo sulla superficie di imbarcazioni a mare (esposte ai fenomeni meteorici, ma senza limitazioni nelle deposizioni). Il profilo analitico ricercato è stato finalizzato alla ricerca dei seguenti inquinanti: metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Cr, V), IPA (Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene). Per valutare il profilo di PCDD/F si è effettuata una normalizzazione per cui si è ottenuta la % di ciascun congenere rispetto alla concentrazione totale di diossine o furani (Figura 4-86). Come emerge dalla figura i due profili sono simili per cui si può concludere che le polveri hanno la medesima origine. Inoltre i dati in letteratura indicano che sono profili molto comuni e che spesso vengono considerati come "fondo".

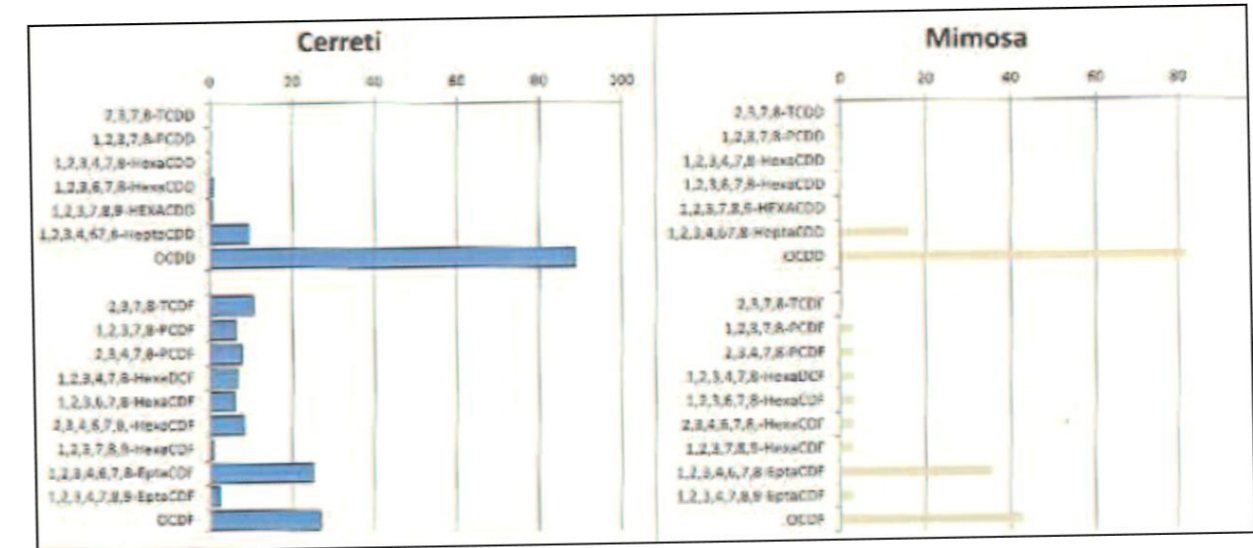


FIGURA 4-86 - PROFILI OTTENUTI PER DIOSINE E FURANI

Nella figura sottostante invece viene riportato il confronto tra i valori di concentrazione dei composti IPA nei due campioni analizzati. Si può vedere che la distribuzione degli IPA ricercati nei due campioni sia molto simile ad eccezione del Benzo(a)pirene e del Benzo(k)fluorantene.

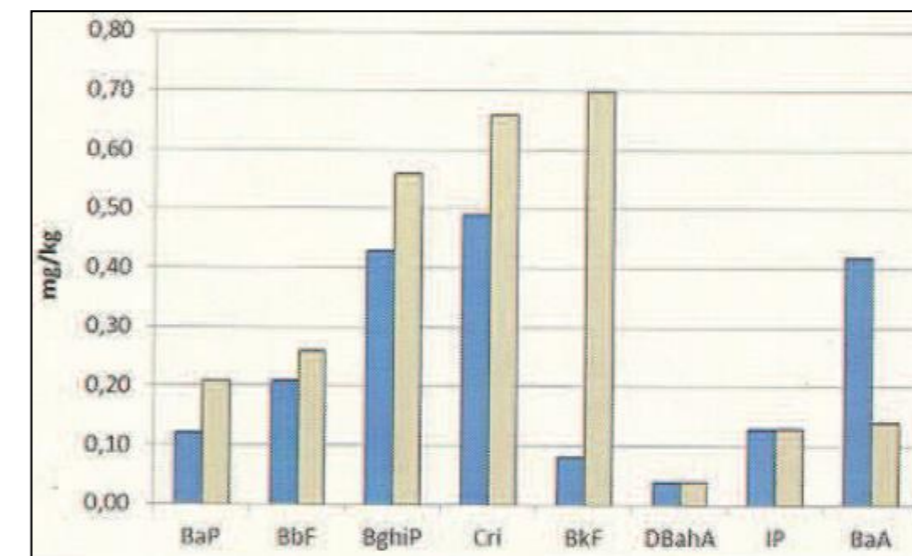


FIGURA 4-87 - CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI DEI COMPOSTI IPA NEI DUE CAMPIONI

Inoltre per il suo valore diagnostico si è valutato il rapporto:

$$\text{Indeno}(1,2,3)\text{pirene} / \text{Benzo}(g,h,i)\text{perilene} + \text{Indeno}(1,2,3)\text{pirene}$$

I risultati indicano per Cerreti un valore di 0.23 e per Mimosa 0.19. Questi valori sono tipici di quelli riscontrati nella combustione di benzina (0.09-0.22), oli lubrificanti usati (0.18) e in generale dal traffico (0.19-0.50). Anche in questo caso si può ritenere che non ci sia una peculiarità sito-specifica.

Infine i risultati ottenuti sulle concentrazioni di metalli sono stati confrontati con quelli ottenuti nella campagna di monitoraggio polveri presso la zona di Fossamastra precedentemente descritta [26] e non sono state rilevate particolari differenze.

4.3.4.7 Studio ARPAL sul potenziale impatto associato allo stazionamento delle navi di crociera

ARPAL per valutare il potenziale impatto sull'atmosfera associato allo stazionamento a motore acceso delle navi da crociera ha analizzato le concentrazioni registrate nella rete cittadina per il monitoraggio della qualità dell'aria in concomitanza di alcuni stazionamenti verificatisi nel primo semestre del 2017. Gli esiti preliminari dello studio sono contenuti nel Nota ARPAL 0020272 del 11/07/2017.

Le analisi effettuate evidenziano che durante la permanenza di navi da crociera in concomitanza di condizioni meteorologiche tipiche del periodo estivo (termiche con venti diurni da S-SE e campo di pressione livellato), si riscontrano, in alcuni casi, presso la postazione di Via San Cipriano valori significativamente più elevati di alcuni inquinanti rispetto al resto della rete. La Centralina di San Cipriano, come si può osservare in **FIGURA 4-67** risulta chiaramente sotto vento in presenza di brezze di mare per eventuali emissioni in corrispondenza del Molo Garibaldi/Calata Paita.

Gli incrementi dei livelli di concentrazione si manifestano su intervalli brevi, dell'ordine del minuto, e, nei casi analizzati, non hanno determinato superamenti dei limiti normativi. A titolo esemplificativo nelle figure seguenti, trattate dalla nota precedentemente citata, sono chiaramente visibili gli incrementi dei livelli di concentrazioni in corrispondenza della Centralina San Cipriano il 2 luglio giorno in cui si sono verificati due accosti contemporanei con stazionamento a motori accesi in periodo diurno delle navi da crociera.

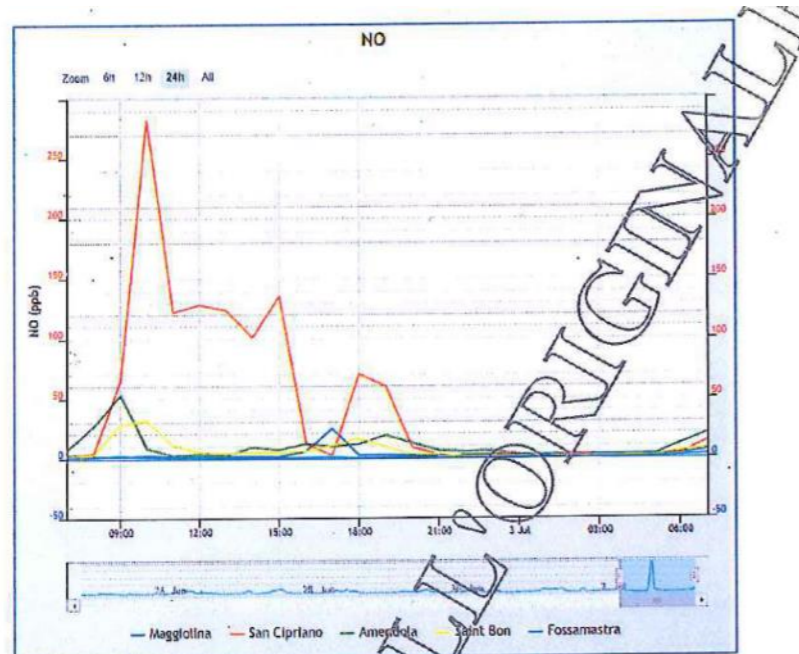


FIGURA 4-88 – ANDAMENTO ORARIO CONCENTRAZIONI NO DELLE POSTAZIONI DI LA SPEZIA IN DATA 02/07/2017

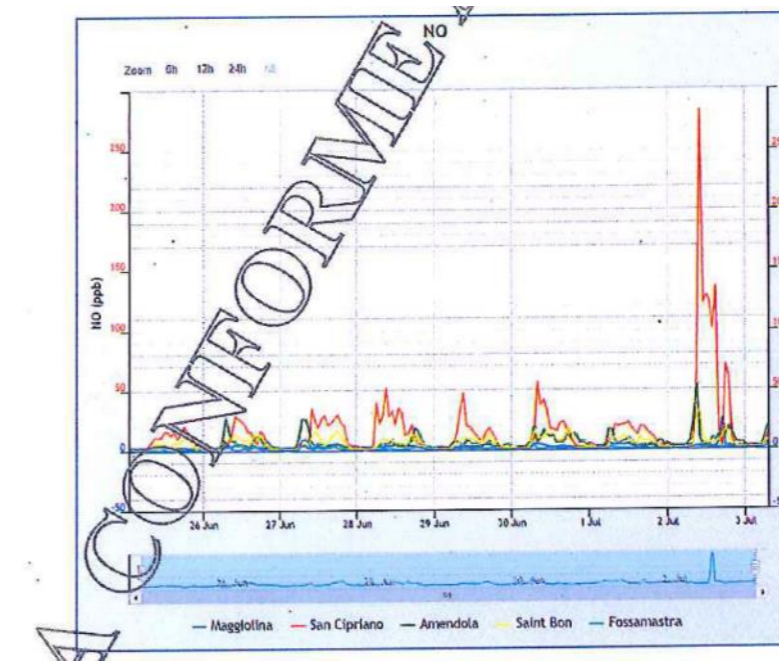


FIGURA 4-89 – ANDAMENTO ORARIO CONCENTRAZIONI NO DELLE POSTAZIONI DI LA SPEZIA DAL 25/6 AL 3/07

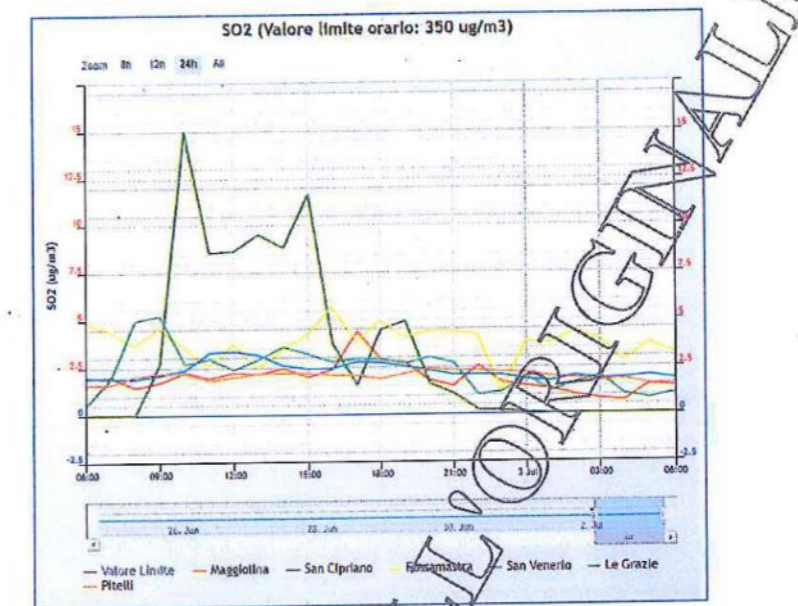


FIGURA 4-90 – ANDAMENTO ORARIO CONCENTRAZIONI SO2 DELLE POSTAZIONI DI LA SPEZIA IN DATA 02/07/2017

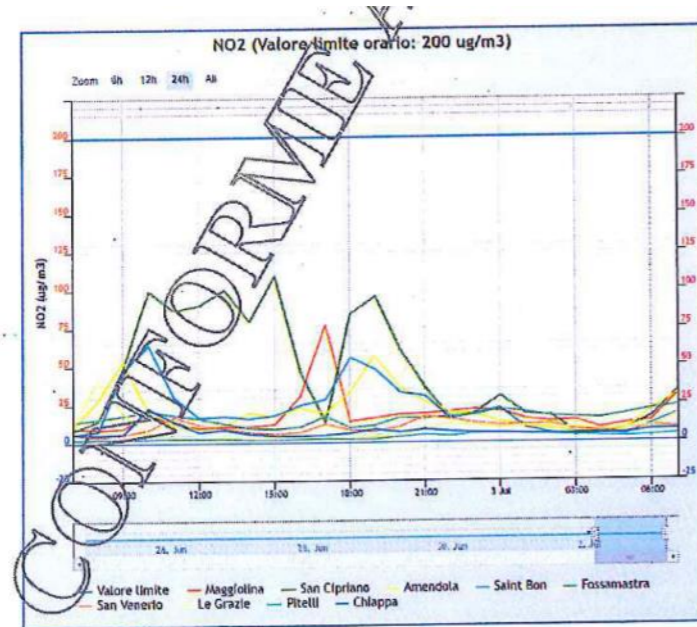


FIGURA 4-91 – ANDAMENTO ORARIO CONCENTRAZIONI NO2 DELLE POSTAZIONI DI LA SPEZIA IN DATA 02/07/2017

4.3.5. Inventario delle emissioni

A livello nazionale l'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera, realizzato da ISPRA, si configura come il principale strumento per la verifica del rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico (Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), Convenzione della Commissione Economica delle Nazioni Unite sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero (UNECE-CLRTAP) e Direttiva UE sulla limitazione delle emissioni) fornendo alle istituzioni centrali e periferiche un supporto alla comprensione delle problematiche inerenti i cambiamenti climatici e l'inquinamento atmosferico; tale supporto risulta indispensabile per la pianificazione e l'attuazione di efficaci politiche ambientali.

Le Regioni, analogamente, realizzano l'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA). L'inventario della Regione Liguria analizza i seguenti inquinanti: ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), PM₁₀ e PM_{2,5}, composti organici volatili (COV), benzene (C₆H₆), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), ammoniaca (NH₃) ed alcuni metalli (Arsenico, Piombo, Nichel, Cadmio, Cromo, Mercurio, Rame, Selenio, Zinco). Inoltre l'Inventario comprende anche i dati emissivi dei principali gas serra (anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O)). L'Inventario è periodicamente aggiornato ad oggi sono disponibili le seguenti annualità: 1995, 1999, 2001, 2005, 2008 e 2011.

Nelle Figura 4-92 e Figura 4-93 sono rappresentate le emissioni totali relative ai diversi inquinanti analizzati nei diversi anni per i quali l'inventario è disponibile per il Comune di La Spezia. Come si può osservare nella maggior parte dei casi è evidente una tendenza alla diminuzione.

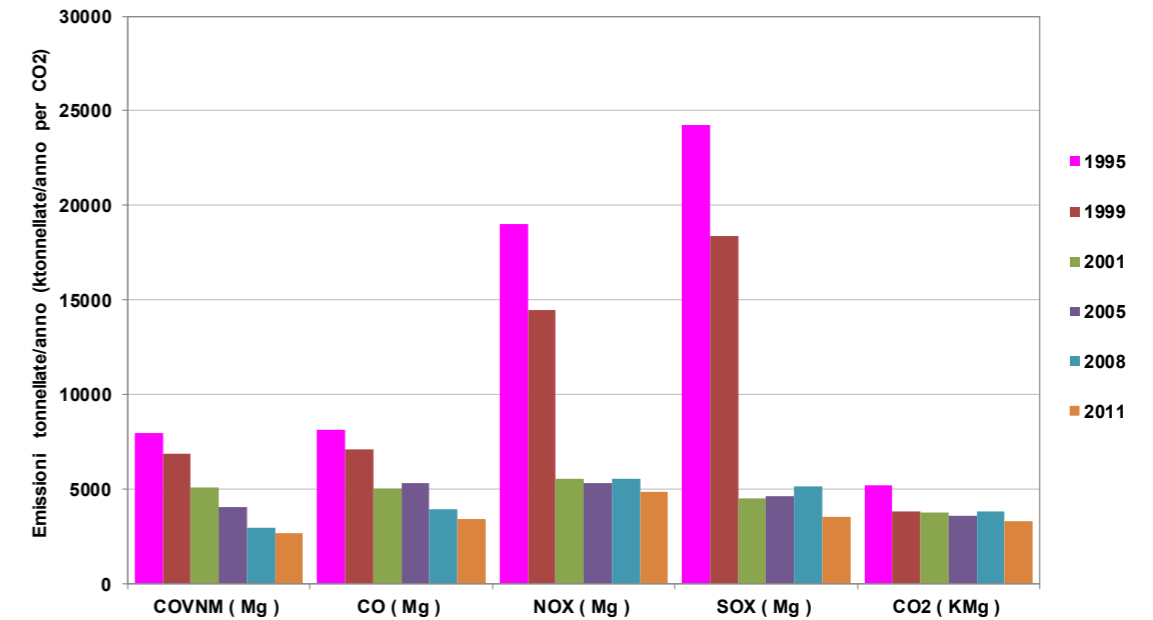


FIGURA 4-92 – EVOLUZIONI EMISSIONI TOTALI – COMUNE DI LA SPEZIA

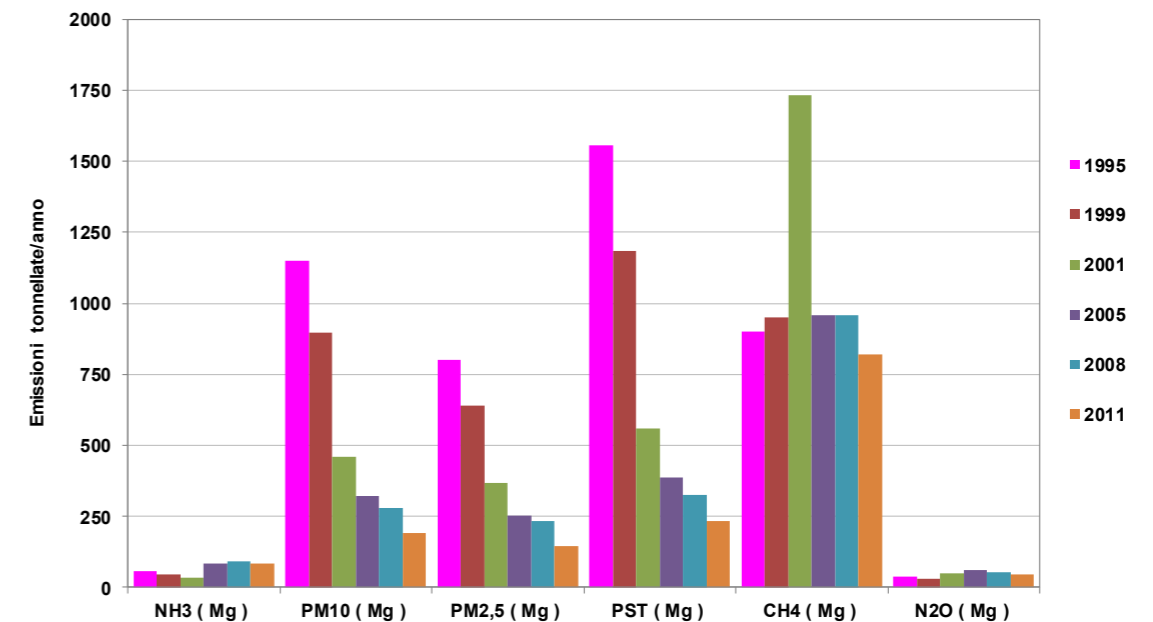


FIGURA 4-93 – EVOLUZIONI EMISSIONI TOTALI – COMUNE DI LA SPEZIA

Relativamente all'ultimo inventario disponibile (201) si è ritenuto opportuno fornire i dati disaggregati in funzione dei macrosettori di riferimento:

- Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche;
- Impianti di combustione non industriali;
- Trasporti;
- Altre sorgenti mobili e macchine;
- Trattamento e smaltimento rifiuti;
- Agricoltura;
- Altre sorgenti/assorbenti in natura;

- Impianti di combustione industriale e processi con combustione;
- Processi senza combustione;
- Altro trasporto interno e immagazzinamento di combustibili liquidi;
- Uso di solventi.

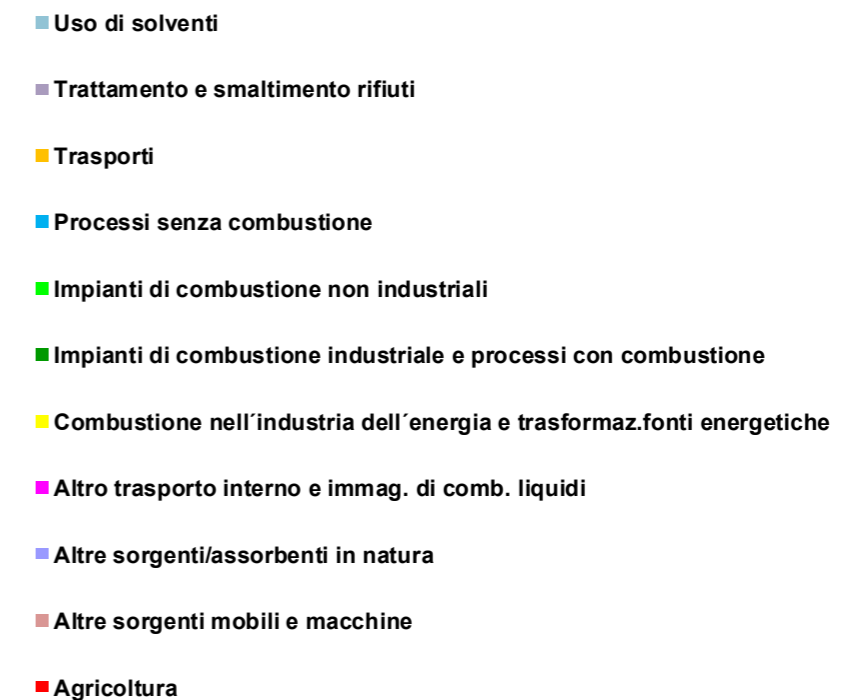
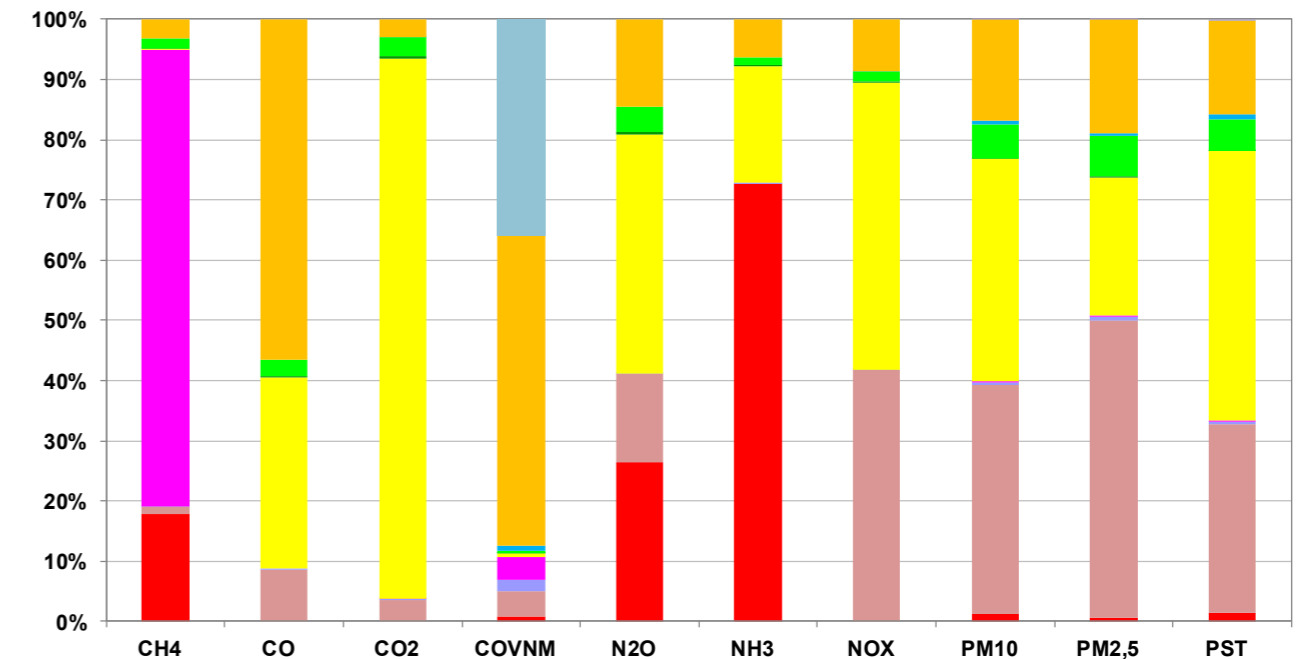
I valori sono riportati in Tabella 4-54, in Figura 4-94 si riporta invece il contributo percentuale di ogni settore nelle emissioni complessive degli inquinanti.

Analizzando la figura appare evidente che il settore preponderante nel carico emissivo di tutti gli inquinanti ad eccezione dei COVNM, CH4 e NH3 sia la "Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche". Un contributo significativo è anche fornito dal settore dei trasporti con valori relativamente elevati di monossido di carbonio e materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}).

Si segnala inoltre il contributo non trascurabile del settore "Altre sorgenti mobili e macchine" all'interno del quale sono anche contabilizzate le emissioni afferenti alle attività portuali, il cui dettaglio ed il peso percentuali rispetto alla totalità delle emissioni è riportato in Tabella 4-55.

Emissioni in tonnellate/anno						
	Agricoltura	Altre sorgenti mobili e macchine	Altre sorgenti /assorbenti in natura	Altro trasporto interno e immag. di comb. liquidi	Combustione nell'industria dell'energia e trasformaz.fonti energetiche	Impianti di combustione industriale e processi con combustione
CH4	146.63	10.43	0.33	621.77	1.07	0.17
CO	0	290.78	7.56	0	1085.32	6.87
CO2	0	120476.65	110.91	29.29	2987883.8	9783.24
COVNM	22.32	107.57	50.85	103.8	13.82	0.45
N2O	11.53	6.36	0.02	0	17.31	0.17
NH3	61.25	0.02	0.1	0	16.4	0.18
NOX	0	2030.5	0.21	0	2324.14	15.52
PM10	2.42	72.68	0.92	0.27	70.98	0.15
PM2,5	0.76	72.63	0.92	0.04	33.79	0.15
PST	3.52	72.68	1.24	0.57	104.21	0.15
	Impianti di combustione non industriali	Processi senza combustione	Trasporti	Trattamento e smaltimento rifiuti	Uso di solventi	
CH4	13.51	0	26.76	0	0	
CO	88.66	0	1929.93	0	0	
CO2	106812.37	31.83	97843.71	0	0	
COVNM	10.05	23.86	1368.26	0	952.99	
N2O	1.83	0	6.35	0	0	
NH3	1.02	0	5.33	0	0	
NOX	80.06	0.29	417.11	0	0	
PM10	10.73	1.27	32.17	0.16	0	
PM2,5	9.92	0.7	27.65	0.02	0	
PST	12.09	1.91	36.53	0.33	0	

TABELLA 4-54 - EMISSIONI (TONNELLATE/ANNO) DEGLI INQUINANTI MONITORATI PER CIASCUN MACROSETTORE – COMUNE DI LA SPEZIA



5 PST

FIGURA 4-94 - CONTRIBUTO DI OGNI MACROSETTORE ALLE EMISSIONI ANNUE – COMUNE DI LA SPEZIA

Inquinante	Emissioni attività portuali tonnellate/anno	% rispetto al totale delle Emissioni
COVNM	96.14	4%
CO	255.44	7%
NOX	1895.93	39%
SOX	262.78	7%
CO2	109752.7	3%
NH3	0	0%
PM10	66.04	34%
PM2,5	66.04	45%
PST	66.04	28%
CH4	9.76	1%
N2O	2.79	6%

TABELLA 4-55 - EMISSIONI ATTIVITÀ PORTUALI – COMUNE DI LA SPEZIA

4.3.6. Emissioni allo stato di fatto dell'area oggetto di approfondimento

Le analisi modellistiche svolte per la caratterizzazione dello stato attuale per la qualità dell'aria, dato l'ambito di studio tipicamente ampio che viene utilizzato per la valutazione della componente atmosfera, hanno considerato sia le emissioni più vicine all'area di intervento che le emissioni di sorgenti presenti nel porto che concorrono alla determinazione dei livelli di concentrazione nell'area, quali ad esempio i flussi di veicoli commerciali interni all'area portuale, o il traffico ordinario sulle viabilità principali. Tale approccio permette una valutazione della sovrapposizione degli effetti, che meglio descrive la condizione reale dell'ambito di studio.

4.3.6.1 Strumenti per la definizione comparativa degli impatti

L'obiettivo delle valutazioni ambientali previste è quello di comparare gli impatti sulla componente atmosfera associati all'attuale esercizio dell'area portuale oggetto di approfondimento a quelli prevedibili negli scenari di progetto.

Tale confronto verrà sviluppato attraverso due metodologie differenti in funzione delle sorgenti analizzate.

Per ciò che concerne le emissioni dei macchinari interni all'area portuale deputati alla movimentazione delle merci (navi in stazionamento, gru, reach stacker, locomotori diesel...) per l'area commerciale e lo stazionamento delle navi da crociera per l'area crocieristica, verranno effettuati dei bilanci emissivi che, note le emissioni unitarie di ogni singolo macchinario e le relative modalità di impiego, consentiranno di stimare le emissioni globali nei diversi scenari considerati.

Per ciò che riguarda i flussi veicolari, interni e esterni all'ambito portuale, indotti dall'attività sia commerciale sia turistica, verranno sviluppate delle valutazioni modellistiche che consentiranno di produrre delle mappe al continuo delle concentrazioni di inquinanti direttamente riconducibili alle sorgenti considerate nei diversi scenari di riferimento. Il grafo stradale considerato riguarda, oltre alle viabilità interne, le viabilità esterne principali che collegano il porto all'autostrada.

Le valutazioni modellistiche saranno effettuate con il modello CALINE, costituito da una catena di modelli diffusivi per la valutazione della qualità dell'aria per sorgenti lineari sviluppati da CALTRANS (California Department of Transportation).

Il modello si basa sull'equazione di diffusione Gaussiana e utilizza il concetto di zona di mescolamento (mixing layer) per caratterizzare la dispersione di inquinante sopra la carreggiata stradale. L'obiettivo è valutare gli effetti sulla qualità dell'aria in prossimità delle infrastrutture stradali.

Date le emissioni di traffico, la geometria del sito ed i parametri meteorologici, il modello è in grado di stimare in modo realistico le concentrazioni di inquinanti atmosferici in prossimità dei ricettori situati vicino alla carreggiata stradale (entro una fascia di 150-200 metri di distanza dall'asse stradale).

Le previsioni possono essere fatte per diversi agenti inquinanti, tra i quali anche il PM10.

Il modello è applicabile per ogni direzione di vento, orientazione della strada e locazione dei ricettori.

I singoli tratti stradali, denominati links, sono suddivisi in una serie di elementi dai quali vengono calcolati i singoli contributi di concentrazione; la stima della concentrazione totale (C) in corrispondenza del singolo ricettore considerato è data dalla somma di tutti i singoli contributi infinitesimali "dC" attribuiti al segmento infinitesimale di emissione "dy" e ripetendo l'operazione per tutti i tratti elementari in cui è scomposta la linea di emissione.

Il codice di calcolo considera il contributo congiunto dei segmenti di emissione contenuti entro la distanza di $\pm 3\sigma_y$ dal punto ricettore, in quanto i contributi al di fuori di tale range non sono in grado di apportare un contributo significativo. La concentrazione totale in corrispondenza di un singolo ricettore è data da:

$$C = \frac{1}{\sqrt{2\pi}u} * \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{SGZ_i} * \sum_{k=-CNT}^{CNT} \left[\exp\left(\frac{-(z-H+2+kL)^2}{z*SGZ_i^2}\right) + \exp\left(\frac{-(z+H+2+kL)^2}{z*SGZ_i^2}\right) \right] * \sum_{j=1}^5 (WT_j * QE_i * PD_{ij}) \right\}$$

dove:

n = numero totale di elementi;

CNT = numero di riflessioni multiple richieste per la convergenza

u = velocità del vento

L = altezza della "mixing zone"

SGZ_i = parametro di dispersione verticale iniziale internamente alla "mixing zone"

σ_{zi} = parametro di dispersione verticale per l'elemento i-esimo

QE_i = fattore di emissione parte centrale dell'elemento i-esimo

WT_j = parametro di correzione del fattore di emissione

H = altezza della sorgente di emissione (variabile da -10 a +10 metri)

PD_{ij} = funzione della densità di probabilità

Z = altezza del punto ricettore

Inoltre, il codice di calcolo considera i seguenti tre fattori per il computo della concentrazione totale:

FACT 1: considera la diluizione e la dispersione verticale determinate dal vento e da σ_z

FACT 2: considera la dispersione orizzontale σ_y

FACT 3: considera i fenomeni di riflessione multipla del pennacchio che si originano in presenza di un'altezza ridotta dello strato di rimescolamento.

La zona denominata "mixing layer" è interessata da fenomeni dispersivi indotti sia da turbolenza meccanica (moto veicolare), sia termica (scarichi gassosi a temperatura elevata), ed è definita come la regione al di sopra del manto stradale, aumentata di tre metri per ciascun lato della carreggiata, al fine di tenere conto della iniziale dispersione orizzontale creata dalla scia dei veicoli e la conseguente diluizione degli inquinanti.

I parametri di dispersione utilizzati dal codice di calcolo CALINE sono rappresentati dalla dispersione verticale σ_z e da quella orizzontale σ_x, raccordati da due curve espresse da funzioni di potenze che tengono conto della rugosità e del flusso di calore sensibile generato dagli scarichi degli automezzi.

La rugosità, nel caso oggetto di studio, in considerazione alla tipologia di copertura superficiale delle aree attraversate dalle infrastrutture e in un'ottica cautelativa, si ricorda che all'aumentare della rugosità aumentano anche i fenomeni turbolenti e la conseguente diluizione, è stata posta pari a 0.1 m.

La dispersione verticale è direttamente proporzionale al tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della mixing zone, ed inversamente proporzionale alla velocità del vento.

Le curve di dispersione verticale utilizzate sono costruite usando un valore di σ_z finale (a 10 Km di distanza) uguale a quello che si verifica in condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio passivo; inoltre, i valori di σ_z considerano la rugosità e il flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi degli automezzi.

Il parametro di dispersione orizzontale σ_y sottovento alla sorgente deriva dal metodo di Draxler.

Sono inoltre fornite speciali opzioni per modellizzare la qualità dell'aria vicino a intersezioni stradali, aree di parcheggio, strade di livello, in rilevato e in trincea, ponti e canyons stradali.

A seconda della tipologia di tratto stradale considerata variano le concentrazioni degli inquinanti, in particolare quelle stimate in corrispondenza dei ricettori ubicati in prossimità del bordo carreggiata:

- per le strade di livello "AT Grade", il modello di dispersione non permette agli inquinanti di disperdersi al di sotto del piano stradale, assunto a quota zero rispetto al piano di campagna;
- per le strade in trincea "Depressed", il modello di dispersione aumenta il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone proporzionalmente alla profondità della sede stradale rispetto al piano di campagna; in tale situazione si ottengono, per i ricettori prossimi al bordo carreggiata, valori di concentrazione superiori al caso standard "AT Grade", in quanto la dispersione verticale aumenta con il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone;
- per le strade in viadotto "Bridge", il modello di dispersione permette all'inquinante di fluire al di sopra ed al di sotto del piano stradale; avendo a disposizione un maggiore volume per la dispersione, le concentrazioni degli inquinanti in prossimità dei ricettori più prossimi al bordo carreggiata risultano inferiori rispetto al caso standard "At Grade";
- per le strade in rilevato "Fill", il modello di dispersione pone automaticamente l'altezza a zero in modo tale che le correnti di vento seguono il terreno in modo indisturbato.
- per i parcheggi "Parking Lot", il modello di dispersione considera i fenomeni di slow moving e di cold-start dei veicoli, caratteristici di tali situazioni di traffico.

Il modello, nella sua versione CALINE 4, consente all'utente di scegliere se fornire l'angolo che individua la direzione del vento, oppure selezionare l'opzione (*Worst case wind*) che ricerca l'angolo di vento che corrisponde al caso peggiore. La versione CALINE 3QHCR consente di effettuare simulazioni con un approccio rigorosamente short time fornendo al modello il decorso temporale, ora per ora, dei parametri di meteorologici per un intero anno.

CALINE è appropriato per le seguenti applicazioni:

- sorgenti autostradali;
- aree urbane o rurali;
- distanze di trasporto minori di 50 km;
- tempi medi di osservazione da 1 ora a 24 ore.

La stima consente di valutare le concentrazioni orarie e giornaliere e di verificare pertanto eventuali fenomeni di criticità sul breve periodo.

Per effettuare i calcoli il modello richiede i seguenti dati di input:

- numero di veicoli orari;
- fattori di emissione dei veicoli;
- velocità dei veicoli;
- composizione della linea di traffico;
- configurazione della sorgente (strada lineare, intersezione, ponti, ecc.);
- condizioni meteorologiche.

Le simulazioni numeriche saranno effettuate utilizzando l'implementazione online del modello EPA originale disponibile sulla piattaforma di calcolo plan2run e raggiungibile all'indirizzo <http://www.plan2run.eu>.

La piattaforma consente l'interfacciamento diretto con i sistemi GIS nelle fasi di input e output dei dati modellistici e garantisce il costante aggiornamento del modello alla versione corrente disponibile sul sito EPA.

4.3.6.2 Individuazione delle sorgenti e definizione delle loro caratteristiche emissive

Le sorgenti oggetto di approfondimento necessarie alla definizione del quadro emissivo possono essere suddivise in due macro categorie:

- sorgenti esterne all'ambito portuale;
- sorgenti interne all'ambito portuale.

Le sorgenti esterne all'ambito portuale sono rappresentate esclusivamente dal traffico indotto dall'esercizio dell'area portuale determinato sia dalla movimentazione di merci sia dalla movimentazione di persone. Le merci risultano movimentate sia su ferro, sia su gomma, mentre per ciò che concerne la movimentazione delle persone le analisi considerano esclusivamente la movimentazione su gomma.

Alle sorgenti interne all'ambito portuale afferiscono tutti i macchinari in esso presenti deputati alla movimentazione delle merci. In particolare:

- traffico veicolare dei mezzi pesanti all'interno dell'area portuale;
- navi in stazionamento;
- attrezzature e mezzi di movimentazione dei container;
- traffico ferroviario lungo i binari presenti all'interno dell'area portuale (locomotori diesel).

Nei paragrafi successivi per tutte le sorgenti individuate vengono descritte le metodologie utilizzate per la definizione dei loro fattori di emissione unitari.

Nelle valutazioni, in prima approssimazione, le emissioni associate ai macchinari elettrici sono considerate nulle.

4.3.6.2.1 Emissioni veicolari

Le emissioni inquinanti del parco circolante dipendono da una serie di caratteristiche, non sempre facilmente definibili, quali tipologia del veicolo, stato di manutenzione, velocità, caratteristiche geometriche del percorso, stile di guida, ecc.. Per tale motivo a livello internazionale sono stati sviluppati programmi di ricerca finalizzati a individuare metodologie di stima delle emissioni affidabili e semplici da applicare.

In particolare l'Unione Europea, tramite numerose misure di emissione effettuate nei vari paesi europei, per diverse tipologie e marche di veicoli, ha definito dei fattori di emissione ovvero dei coefficienti che consentono di ottenere le emissioni inquinanti a partire dai soli dati di traffico e composizione del parco circolante.

I coefficienti utilizzati, espressi in g/veic*Km (ovvero grammi emessi per ciascun veicolo lungo un tratto stradale di un chilometro), si riferiscono agli inquinanti maggiormente significativi per il traffico veicolare e sono valutati in funzione della velocità media di percorrenza dei veicoli.

In generale le emissioni dei veicoli possono essere espresse come somma di 3 contributi:

$$E_{Tot} = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

in cui:

E_{hot} = emissioni a caldo, ossia dei motori che hanno raggiunto la temperatura di esercizio;

E_{cold} = emissioni a freddo, ossia durante il riscaldamento del veicolo, convenzionalmente tali emissioni si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70 °C.

E_{evap} = emissioni per evaporazione relative ai soli COVNM (composti organici volatili non metanici), significativa solo per i veicoli a benzina.

In ragione delle caratteristiche tipologiche delle infrastrutture analizzate si è fatto riferimento ai fattori di emissione a caldo, risultando sostanzialmente trascurabili, almeno in prima approssimazione, le emissioni a freddo e evaporative.

I fattori di emissione sono valutati attraverso l'impiego del modello COPERT V, COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport (<http://emisia.com/>).

Le analisi si concentrano sui seguenti inquinanti:

- Ossidi di Azoto – NO_x;
- Polveri Inhalabili – Pm10;

e considerano le diverse tipologie di mezzi (autovetture, commerciali leggeri, commerciali pesanti), di alimentazione (benzina, gasolio, GPL, metano) e di omologazione alle diverse direttive in materia di emissioni veicolari (Euro 0, I, II, III, IV, V, VI).

Per ciò che concerne il Pm10 sono considerate anche le emissioni associate ai fenomeni di usura dei freni, pneumatici e manto stradale in base ai coefficienti di emissione proposti dal "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2016".

La composizione del parco veicolare è ipotizzata a partire dal Parco Veicolare medio italiano fornito dall'Autoritratto ACI 2016. Il peso specifico delle categorie veicolari è pesato in funzione dell'effettiva percorrenza medie delle stesse.

Le movimentazioni su gomma dei container sono effettuate esclusivamente attraverso trattori stradali in grado di movimentare container con massa massima di 32 tonnellate. Nello specifico i valori fanno riferimento alle emissioni medie dei trattori stradali di peso compreso tra 28 e 60 tonnellate.

Nelle tabelle seguenti si riportano per macro tipologie veicolari, ossia Autovetture, Veicoli Commerciali leggeri (<3.5 tonnellate) e Veicoli Commerciali pesanti (> 3.5 tonnellate) e Bus privati, i coefficienti di emissione ottenuti in funzione delle diverse velocità di transito.

Velocità [km/h]	Emissioni in g/km*veicolo			
	AUTOVETTURE		LDV	
	NOx	Pm10	NOx	Pm10
30	0.6497	0.0445	1.7894	0.1381
40	0.5329	0.0410	1.4732	0.1206
50	0.4648	0.0384	1.2423	0.1079
60	0.4201	0.0364	1.0697	0.0999
70	0.3923	0.0351	0.9504	0.0966
80	0.3785	0.0343	0.8836	0.0979
90	0.3774	0.0342	0.8702	0.1039
100	0.3887	0.0346	0.9130	0.1145
110	0.4127	0.0357	1.0166	0.1298
120	0.4511	0.0373	1.1873	0.1497
130	0.5071	0.0396	1.4297	0.1743

Tabella 4-56 – Emissioni medie al 2016 – VEICOLI LEGGERI

Velocità [km/h]	Emissioni in g/km*veicolo					
	HDV		HDV container (*)		BUS	
	NOx	Pm10	NOx	Pm10	NOx	Pm10
30	12.9193	0.5724	18.5271	0.5312	24.2102	0.8696
40	8.3537	0.3762	11.9785	0.3722	13.8187	0.5444
50	6.6275	0.3031	9.3053	0.3006	10.2989	0.4238
60	5.7449	0.2657	7.8151	0.2618	8.5669	0.3599
70	5.2363	0.2445	6.8536	0.2405	7.5706	0.3202
80	4.9299	0.2321	6.1775	0.2290	6.9512	0.2932
90	4.7482	0.2250	5.6743	0.2236	6.5528	0.2736
100	4.6527	0.2213	5.2843	0.2221	6.2969	0.2588
110	4.6324	0.2203	5.0986	0.2226	6.1402	0.2472
120	4.6324	0.2203	5.0986	0.2226	6.0568	0.2381
130	4.6324	0.2203	5.0986	0.2226	6.0455	0.2342

(*) considerano esclusivamente le emissioni di mezzi articolati > 28 Tonnellate

Tabella 4-57 - Emissioni medie al 2016 – VEICOLI PESANTI

L'estrapolazione al futuro, necessaria per il calcolo delle emissioni negli scenari di progetto, è effettuata a partire dai dati relativi alla vetustà del parco veicolare circolante nell'ipotesi che tale caratteristica si mantenga costante e che rimanga altresì costante la distribuzione relativamente alla cilindrata e alla tipologia di combustibili utilizzati.

Nella tabella seguente si riportano i dati relativi alla vetustà del parco circolante al 2016 (fonte ACI) e l'estrapolazione ai due orizzonti temporali di riferimento degli scenari analizzati 2025 e 2035. Note le date di entrata in vigore delle diverse direttive comunitarie in materia di emissioni veicolari (Tabella 4-59) è possibile definire la composizione dei parchi veicolari nei due scenari temporali di riferimento. Il metodo utilizzato per la proiezione del parco veicolare è da considerarsi cautelativo in quanto non considera l'incremento in termini percentuali, significativo negli ultimi anni, di veicoli alimentati con combustibili intrinsecamente meno inquinanti (Metano e GPL). Gli esiti delle valutazioni, ossia i coefficienti di emissione relativi ai due scenari di riferimento (2025 e 2035) sono riportati nel seguito.

CLASSI DI VETUSTÀ – 2016 (fonte ACI)								
	FINO AL 2000	2001 – 2003	2004 - 2006	2007 – 2008	2009 – 2010	2011 – 2012	2013 - 2014	2015 - 2016
AUTOVETTURE								
BENZINA	39%	15%	13%	9%	8%	6%	4%	6%
GASOLIO	11%	12%	21%	14%	11%	10%	9%	13%
VEICOLI COMMERCIALI e BUS								
BENZINA	54%	14%	9%	6%	5%	8%	2%	2%
GASOLIO	36%	14%	14%	10%	7%	6%	5%	8%
CLASSI DI VETUSTÀ – 2025								
	FINO AL 2009	2010 – 2012	2013 - 2015	2016 - 2017	2018 - 2019	2020 - 2021	2022 - 2023	2024 - 2025
AUTOVETTURE								
BENZINA	39%	15%	13%	9%	8%	6%	4%	6%
GASOLIO	11%	12%	21%	14%	11%	10%	9%	13%
Direttive di riferimento	34% EII 33% E III 33% E IV	50% E IV 50% E V	50% E V 50% E VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI
VEICOLI COMMERCIALI e BUS								
BENZINA	54%	14%	9%	6%	5%	8%	2%	2%
GASOLIO	36%	14%	14%	10%	7%	6%	5%	8%
Direttive di riferimento	34% EII 33% E III 33% E IV	50% E IV 50% E V	50% E V 50% E VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI
CLASSI DI VETUSTÀ – 2035								
	FINO AL 2019	2020 – 2022	2023 - 2025	2026 - 2027	2028 - 2029	2030 - 2031	2032 - 2033	2034 – 2035
AUTOVETTURE								
BENZINA	39%	15%	13%	9%	8%	6%	4%	6%
GASOLIO	11%	12%	21%	14%	11%	10%	9%	13%
Direttive di riferimento	17% E III 17% E IV 33% E V 33% E VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI
VEICOLI COMMERCIALI e BUS								
BENZINA	54%	14%	9%	6%	5%	8%	2%	2%
GASOLIO	36%	14%	14%	10%	7%	6%	5%	8%
Direttive di riferimento	17% E III 17% E IV 33% E V 33% E VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI	Euro VI

Tabella 4-58 – Classi di vetustà: 2016 (fonte ACI) e 2025-2035 (Ipotesi progettuale)

	Autovetture	LDV	HDV
Euro I	1.1.1993	1.1.1993	Immatricolati dopo il 1.1.1993 o il 1.10.1996 (a seconda dei gas emessi)
Euro II	1.1.1997	1.1.1997	Immatricolati dopo il 1.1.1997
Euro III	1.1.2001	1.1.2001	immatricolati dopo il 1.10.2001
Euro IV	1.1.2006	1.1.2006	immatricolati dopo il 1.10.2006
Euro V	1.9.2009 per omologazione 1.1.2011 per immatricolazione	1.9.2009 per omologazione 1.1.2011 per immatricolazione	Gennaio 2008
Euro VI	Obbligatoria per le immatricolazioni dal 1° settembre 2015	Obbligatoria per le immatricolazioni dal 1° settembre 2015	Gennaio 2013/2014

Tabella 4-59 – Date direttive in materia di emissioni veicolari

Velocità [km/h]	Emissioni in g/km*veicolo			
	AUTOVETTURE		LDV	
	NOx	Pm10	NOx	Pm10
30	0.4378	0.0285	1.0580	0.0677
40	0.3488	0.0272	0.8799	0.0583
50	0.2958	0.0264	0.7755	0.0516
60	0.2590	0.0259	0.7042	0.0471
70	0.2337	0.0255	0.6584	0.0450
80	0.2177	0.0253	0.6370	0.0451
90	0.2100	0.0252	0.6412	0.0475
100	0.2104	0.0252	0.6751	0.0521
110	0.2192	0.0254	0.7455	0.0590
120	0.2379	0.0257	0.8619	0.0681
130	0.2687	0.0262	1.0311	0.0794

Tabella 4-60 – Emissioni medie al 2025 – VEICOLI LEGGERI

Velocità [km/h]	Emissioni in g/km*veicolo					
	HDV		HDV container (*)		BUS	
	NOx	Pm10	NOx	Pm10	NOx	Pm10
30	6.7457	0.2006	10.4836	0.2682	12.9770	0.2608
40	4.1939	0.1630	6.7738	0.2078	6.9318	0.1973
50	3.2331	0.1467	5.2648	0.1808	4.9519	0.1718
60	2.7351	0.1379	4.4256	0.1657	3.9626	0.1579
70	2.4382	0.1331	3.8875	0.1570	3.3809	0.1493
80	2.2477	0.1307	3.5115	0.1524	3.0071	0.1434
90	2.1215	0.1299	3.2330	0.1507	2.7538	0.1392
100	2.0396	0.1302	3.0178	0.1509	2.5767	0.1360
110	2.0120	0.1309	2.9140	0.1517	2.4510	0.1337
120	2.0120	0.1309	2.9140	0.1517	2.3622	0.1319
130	2.0120	0.1309	2.9140	0.1517	2.3524	0.1313

(*) considerano esclusivamente le emissioni di mezzi articolati > 28 Ton

Tabella 4-61 - Emissioni medie al 2025 – VEICOLI COMMERCIALI PESANTI (LDV)

Velocità [km/h]	Emissioni in g/km*veicolo			
	AUTOVETTURE		LDV	
	NOx	Pm10	NOx	Pm10
30	0.3606	0.0252	0.8319	0.0403
40	0.2876	0.0243	0.6749	0.0373
50	0.2452	0.0238	0.6024	0.0354
60	0.2155	0.0235	0.5582	0.0343
70	0.1944	0.0233	0.5317	0.0337
80	0.1804	0.0232	0.5212	0.0337
90	0.1727	0.0231	0.5286	0.0342
100	0.1714	0.0230	0.5594	0.0353
110	0.1770	0.0231	0.6230	0.0369
120	0.1906	0.0232	0.7327	0.0390
130	0.2142	0.0233	0.8976	0.0417

Tabella 4-62 – Emissioni medie al 2035 – VEICOLI LEGGERI

Velocità [km/h]	Emissioni in g/km*veicolo					
	HDV		HDV container (*)		BUS	
	NOx	Pm10	NOx	Pm10	NOx	Pm10
30	3.6653	0.1429	5.1483	0.1709	7.0451	0.1677
40	2.0574	0.1240	3.0304	0.1405	3.4749	0.1396
50	1.4845	0.1170	2.2223	0.1291	2.4001	0.1284
60	1.1853	0.1134	1.7854	0.1232	1.8440	0.1222
70	1.0023	0.1113	1.5109	0.1197	1.5031	0.1184
80	0.8802	0.1099	1.3221	0.1173	1.2744	0.1157
90	0.7946	0.1090	1.1843	0.1158	1.1117	0.1138
100	0.7344	0.1085	1.0790	0.1146	0.9915	0.1124
110	0.7130	0.1084	1.0316	0.1141	0.9000	0.1112
120	0.7130	0.1084	1.0316	0.1141	0.8292	0.1104
130	0.7130	0.1084	1.0316	0.1141	0.8266	0.1102

(*) considerano esclusivamente le emissioni di mezzi articolati > 28 Ton

Tabella 4-63 - Emissioni medie al 2035 – VEICOLI PESANTI

4.3.6.2.2 Emissioni navi in stazionamento

Le emissioni associate alle attività di stazionamento delle navi sono stimate in base alle indicazioni fornite nella pubblicazione "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2016" ed in particolare nella parte relativa all' "International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing, military (shipping), and recreational boats".

Le emissioni unitarie, espresse in termini di g di inquinante in funzione delle energia consumata dal motore, sono riportati nella Tabella 4-64. Le emissioni sono differenziate in funzione della tipologia di motore (main - principale o auxiliary - ausiliario), della fase di movimentazione (cruise - crociera o manoeuvring/hotelling manovra/sosta in porto), del tipo di motore (gas turbine - turbina a gas, high-speed diesel - diesel ad alta velocità, medium-speed diesel - diesel a media velocità, slow-speed diesel - diesel a bassa velocità, steam turbine - turbina a vapore) e del tipo di combustibile (BFO/Bunker Fuel Oil - olio combustibile, MDO/Marine Diesel Oil - diesel marino, MGO/Marine Gas Oil - gas marino).

I coefficienti di emissione forniti riguardano gli NOx, le polveri, e i composti organici volatili non metanici (NMVOC). Relativamente agli ossidi azoto vengono forniti tre diversi coefficienti di emissioni (NOx 2000, NOx 2005 e NOx 2010). I fattori di emissione NOx 2000 sono rappresentativi della flotta prima dell'applicazione delle linee guida (Marpol Annex VI) del International Marine Organisation's (IMO's) Marine Environment Protection Committee, mentre il NOx 2005 e NOx 2010 sono ottenuti dai fattori di emissione NOx 2000 con una riduzione del 3,4% e del 6,8% per tenere conto di nuovi motori introdotti entro il 2005 e il 2010.

Nel 2008 il Marpol Annex VI è stato rivisto indicando obiettivi più stringenti per il contenimento delle emissioni di NOx da attuarsi in tre step:

- step I: motori diesel (> 130 kW) installati su navi costruite dopo il 1/1/2000 e prima del 1/1/2011;
- step II: motori diesel (> 130 kW) installati su navi costruite dopo il 1/1/2011;
- step III: diesel engines (> 130 kW) installati su navi costruite dopo il 1/1/2016.

I limiti emissivi previsti per i 3 step sono sintetizzati nella **Tabella 4-65**.

Engine	Phase	Engine type	Fuel type	NO _x EF 2000 (g/kWh)	NO _x EF 2005 (g/kWh)	NO _x EF 2010 (g/kWh)	NMVOC EF (g/kWh)	TSP PM ₁₀ PM _{2.5} EF (g/kWh)	Specific fuel consumption (g fuel/kWh)
Main	Cruise	Gas turbine	BFO	6.1	5.9	5.7	0.1	0.1	305.0
			MDO/MGO	5.7	5.5	5.3	0.1	0.0	290.0
		High-speed diesel	BFO	12.7	12.3	11.8	0.2	0.8	213.0
			MDO/MGO	12.0	11.6	11.2	0.2	0.3	203.0
		Medium-speed diesel	BFO	14.0	13.5	13.0	0.5	0.8	213.0
			MDO/MGO	13.2	12.8	12.3	0.5	0.3	203.0
	Slow-speed diesel	BFO	18.1	17.5	16.9	0.6	1.7	195.0	
		MDO/MGO	17.0	16.4	15.8	0.6	0.3	185.0	
	Steam turbine	BFO	2.1	2.0	2.0	0.1	0.8	305.0	
		MDO/MGO	2.0	1.9	1.9	0.1	0.3	290.0	
	Manoeuvring Hotelling	Gas turbine	BFO	3.1	3.0	2.9	0.5	1.5	336.0
			MDO/MGO	2.9	2.8	2.7	0.5	0.5	319.0
		High-speed diesel	BFO	10.2	9.9	9.5	0.6	2.4	234.0
			MDO/MGO	9.6	9.3	8.9	0.6	0.9	223.0
Medium-speed diesel		BFO	11.2	10.8	10.4	1.5	2.4	234.0	
		MDO/MGO	10.6	10.2	9.9	1.5	0.9	223.0	
Slow-speed diesel	BFO	14.5	14.0	13.5	1.8	2.4	215.0		
	MDO/MGO	13.6	13.1	12.7	1.8	0.9	204.0		
Steam turbine	BFO	1.7	1.6	1.6	0.3	2.4	336.0		
	MDO/MGO	1.6	1.6	1.5	0.3	0.9	319.0		
Auxiliary	Cruise	High-speed diesel	BFO	11.6	11.2	10.8	0.4	0.8	227.0
			MDO/MGO	10.9	10.5	10.2	0.4	0.3	217.0
	Manoeuvring Hotelling	Medium-speed diesel	BFO	14.7	14.2	13.7	0.4	0.8	227.0
			MDO/MGO	13.9	13.5	13.0	0.4	0.3	217.0

Tabella 4-64 - Emissioni dei motori navali [g/kWh]

Regulation	NO _x limit	Rated engine speeds (revolutions per minute)
Tier I	17 g/kWh	n < 130
	45 × n ^{-0.2} g/kWh	130 ≤ n < 2000
	9.8 g/kWh	n ≥ 2000
Tier II	14.4 g/kWh	n < 130
	44 × n ^{-0.23} g/kWh	130 ≤ n < 2000
	7.7 g/kWh	n ≥ 2000
Tier III	3.4 g/kWh	n < 130
	9 × n ^{-0.2} g/kWh	130 ≤ n < 2000
	2 g/kWh	n ≥ 2000

Tabella 4-65 - Limiti alle emissioni di NOx indicati nella revisione del 2008 del 2008 il Marpol Annex VI

La pubblicazione dell'EEA citata fornisce anche alcune indicazioni utili per definire le potenze dei motori delle navi impiegate e i loro regimi di funzionamento nel caso in cui non siano disponibili dati dettagliati.

In particolare:

- nella **Tabella 4-66** si riporta la relazione che lega, per diverse flotte navali e per le diverse tipologie di imbarcazioni, la potenza dei motori principali (espressa in kW) alla stazza delle navi (espressa in GT/gross tonnage - stazza lorda);
- nella **Tabella 4-67** si riporta la stima dei motori ausiliari in funzione dei motori principali per le diverse tipologie di imbarcazioni e per diverse flotte navali;
- nella **Tabella 4-68** sono contenuti dati caratteristici medi delle modalità di movimentazione delle diverse tipologie di navi (velocità media di crociera, tempi di manovra e di stazionamento);
- nella **Tabella 4-69** sono indicate le percentuali di impiego dei motori e di carico degli stessi (% MCR Maximum Continuous Rating) nelle diverse fasi di attività delle imbarcazioni.

Ship categories	2010 world fleet	1997 world fleet	Mediterranean Sea fleet (2006)
Liquid bulk ships	14.755*GT ^{0.6082}	29.821*GT ^{0.5552}	14.602*GT ^{0.6278}
Dry bulk carriers	35.912*GT ^{0.5276}	89.571*GT ^{0.4446}	47.115*GT ^{0.504}
Container	2.9165*GT ^{0.8719}	1.3284*GT ^{0.9303}	1.0839*GT ^{0.9617}
General Cargo	5.56482*GT ^{0.7425}	10.539*GT ^{0.6760}	1.2763*GT ^{0.9154}
Ro Ro Cargo	164.578*GT ^{0.4350}	35.93*GT ^{0.5885}	45.7*GT ^{0.5237}
Passenger	9.55078*GT ^{0.7570}	1.39129*GT ^{0.9222}	42.966*GT ^{0.6035}
Fishing	9.75891*GT ^{0.7527}	10.259*GT ^{0.6919}	24.222*GT ^{0.5916}
Other	59.049*GT ^{0.5485}	44.324*GT ^{0.5300}	183.18*GT ^{0.4028}
Tugs	54.2171*GT ^{0.6420}	27.303*GT ^{0.7014}	

Tabella 4-66 - Potenza dei motori (kW) in funzione della stazza lorda (GT)

Ship categories	2010 world fleet	Mediterranean Sea fleet (2006)
Liquid bulk ships	0.30	0.35
Dry bulk carriers	0.30	0.39
Container	0.25	0.27
General Cargo	0.23	0.35
Ro Ro Cargo	0.24	0.39
Passenger	0.16	0.27
Fishing	0.39	0.47
Other	0.35	0.18
Tugs	0.10	

Tabella 4-67 - Potenza dei motori ausiliari in funzione della potenza del motore principale

Ship Type	Ave.Cruise Speed (km/h)	Manoeuvring time (hours)	Hotelling time (hours)
Liquid bulk ships	26	1.0	38
Dry bulk carriers	26	1.0	52
Container	36	1.0	14
General Cargo	23	1.0	39
Ro-Ro Cargo	27	1.0	15
Passenger	39	0.8	14
Fishing	25	0.7	60
Other	20	1.0	27

Tabella 4-68 - Valori medi di velocità di crociera, tempi di manovra e di stazionamento

Phase	% load of MCR Main Engine	% time all Main Engine operating	% load of MCR Auxiliary Engine
Cruise	80	100	30
Manoeuvring	20	100	50
Hotelling (except tankers)	20	5	40
Hotelling (tankers)	20	100	60

Tabella 4-69 - Percentuali di impiego e di carico dei motori nelle diverse attività

4.3.6.2.3 Emissioni attrezzature e mezzi di movimentazione dei container

Le emissioni relative alla movimentazione delle merci sono stimate a partire dall'analisi dei mezzi che opereranno a tale scopo.

La movimentazione dei container avviene mediante l'impiego dei seguenti mezzi:

- RS: Reach Stacker
- RTG: Rubber Tired Gantry Cranes
- RMG Rail Mounted Gantry cranes
- Gru di banchina
- Gru mobile

Nella **Figura 4-95** si riportano alcune immagini dei macchinari impiegati per la movimentazione.

I fattori di emissioni sono desunti dall'"EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook — 2016" ed in particolare nella sezione relativa ai "Non-road mobile sources and machinery (land-based emissions)".

Il calcolo delle emissioni effettive si basa sulla seguente formula:

$$E = U \times HP \times LF \times EF_i$$

E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [g/h];

U = percentuale di effettivo utilizzo

HP = potenza massima del motore [kW];

LF = load factor;

EF_i = fattori di emissioni specifici forniti riportati nel EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2016.

Il load factor è determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178; nel caso specifico è adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment), è il più elevato riportato (cicli 1-3). I fattori di emissioni specifici sono forniti in termini di g di inquinante per kWh di energia consumata dal macchinario e variano in funzione della potenza massima del motore. Le emissioni sono differenziate in funzione dei limiti di emissione previsti dalle direttive di omologazione UE (per i motori diesel OFF ROAD 97/68/EC e 2004/26/EC), sintetizzati nella Tabella seguente.

Stage	Engine size [kW]	CO	VOC	NO _x	VOC+NO _x	PM	Diesel machinery			Tractors	
							EU Directive	Implement. date Transient	Constant	EU Directive	Implement. Date
Stage I											
A	130<=P<560	5	1.3	9.2	-	0.54	97/68	1/1 1999	-	2000/25	1/7 2001
B	75<=P<130	5	1.3	9.2	-	0.7		1/1 1999	-		1/7 2001
C	37<=P<75	6.5	1.3	9.2	-	0.85		1/4 1999	-		1/7 2001
Stage II											
E	130<=P<560	3.5	1	6	-	0.2	97/68	1/1 2002	1/1 2007	2000/25	1/7 2002
F	75<=P<130	5	1	6	-	0.3		1/1 2003	1/1 2007		1/7 2003
G	37<=P<75	5	1.3	7	-	0.4		1/1 2004	1/1 2007		1/1 2004
D	18<=P<37	5.5	1.5	8	-	0.8		1/1 2001	1/1 2007		1/1 2002
Stage IIIA											
H	130<=P<560	3.5	-	-	4	0.2	2004/26	1/1 2006	1/1 2011	2005/13	1/1 2006
I	75<=P<130	5	-	-	4	0.3		1/1 2007	1/1 2011		1/1 2007
J	37<=P<75	5	-	-	4.7	0.4		1/1 2008	1/1 2012		1/1 2008
K	19<=P<37	5.5	-	-	7.5	0.6		1/1 2007	1/1 2011		1/1 2007
Stage IIIB											
L	130<=P<560	3.5	0.19	2	-	0.025	2004/26	1/1 2011	-	2005/13	1/1 2011
M	75<=P<130	5	0.19	3.3	-	0.025		1/1 2012	-		1/1 2012
N	56<=P<75	5	0.19	3.3	-	0.025		1/1 2012	-		1/1 2012
P	37<=P<56	5	-	-	4.7	0.025		1/1 2013	-		1/1 2013
Stage IV											
Q	130<=P<560	3.5	0.19	0.4	-	0.025	2004/26	1/1 2014	1/1 2014	2005/13	1/1 2014
R	56<=P<130	5	0.19	0.4	-	0.025		1/10 2014	1/10 2014		1/10 2014
Stage V ^A											
NRE-v/c-7	P>560	3.5	0.19	3.5		0.045	2016/1628		2019		2019
NRE-v/c-6	130<=P<560	3.5	0.19	0.4		0.015			2019		2019
NRE-v/c-5	56<=P<130	5.0	0.19	0.4		0.015			2020		2020
NRE-v/c-4	37<=P<56	5.0			4.7	0.015			2019		2019
NRE-v/c-3	19<=P<37	5.0			4.7	0.015			2019		2019
NRE-v/c-2	8<=P<19	6.6			7.5	0.4			2019		2019
NRE-v/c-1	P<8	8.0			7.5	0.4			2019		2019
Generators	P>560	0.67	0.19	3.5		0.035			2019		2019

A = For selected machinery types, Stage V includes emission limit values for particle number.

Tabella 4-70 - Limiti e direttive per macchinari Diesel OFF ROAD

Engine Power (kW)	Technology Level	NO _x	VOC	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	FC
P<8	<1981	12.00	5.00	0.120	7.00	0.035	0.002	2.800	2.800	2.800	1.540	300
P<8	1981-1990	11.50	3.80	0.091	6.00	0.035	0.002	2.300	2.300	2.300	1.265	285
P<8	1991-Stage I	11.20	2.50	0.060	5.00	0.035	0.002	1.600	1.600	1.600	0.880	270
P<8	Stage V	6.08	0.68	0.016	4.80	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	270
8<=P<19	<1981	12.00	5.00	0.120	7.00	0.035	0.002	2.800	2.800	2.800	1.540	300
8<=P<19	1981-1990	11.50	3.80	0.091	6.00	0.035	0.002	2.300	2.300	2.300	1.265	285
8<=P<19	1991-Stage I	11.20	2.50	0.060	5.00	0.035	0.002	1.600	1.600	1.600	0.880	270
8<=P<19	Stage V	6.08	0.68	0.016	3.96	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	270
19<=P<37	<1981	18.00	2.50	0.060	6.50	0.035	0.002	2.000	2.000	2.000	1.100	300
19<=P<37	1981-1990	18.00	2.20	0.053	5.50	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	281
19<=P<37	1991-Stage I	9.80	1.80	0.043	4.50	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	262
19<=P<37	Stage II	6.50	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	262
19<=P<37	Stage IIIA	6.08	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	262
19<=P<37	Stage V	3.81	0.42	0.010	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	262
37<=P<56	<1981	7.70	2.40	0.058	6.00	0.035	0.002	1.800	1.800	1.800	0.990	290
37<=P<56	1981-1990	8.60	2.00	0.048	5.30	0.035	0.002	1.200	1.200	1.200	0.660	275
37<=P<56	1991-Stage I	11.50	1.50	0.036	4.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.440	260
37<=P<56	Stage I	7.70	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	260
37<=P<56	Stage II	5.50	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
37<=P<56	Stage IIIA	3.81	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
37<=P<56	Stage IIIB	3.81	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
37<=P<56	Stage V	3.81	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	260
56<=P<75	<1981	7.70	2.40	0.058	6.00	0.035	0.002	1.800	1.800	1.800	0.990	290
56<=P<75	1981-1990	8.60	2.00	0.048	5.30	0.035	0.002	1.200	1.200	1.200	0.660	275
56<=P<75	1991-Stage I	11.50	1.50	0.036	4.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.440	260
56<=P<75	Stage I	7.70	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	260
56<=P<75	Stage II	5.50	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<=P<75	Stage IIIA	3.81	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<=P<75	Stage IIIB	2.97	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<=P<75	Stage IV	0.40	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<=P<75	Stage V	0.40	0.13	0.003	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	260
75<=P<130	<1981	10.50	2.00	0.048	5.00	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	280
75<=P<130	1981-1990	11.80	1.60	0.038	4.30	0.035	0.002	1.000	1.000	1.000	0.550	268
75<=P<130	1991-Stage I	13.30	1.20	0.029	3.50	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.220	255
75<=P<130	Stage I	8.10	0.40	0.010	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage II	5.20	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage IIIA	3.24	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage IIIB	2.97	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	255
75<=P<130	Stage IV	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	255
75<=P<130	Stage V	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	255
130<=P<560	<1981	17.80	1.50	0.036	2.50	0.035	0.002	0.900	0.900	0.900	0.450	270
130<=P<560	1981-1990	12.40	1.00	0.024	2.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.400	260
130<=P<560	1991-Stage I	11.20	0.50	0.012	2.50	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.200	250
130<=P<560	Stage I	7.60	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.140	250
130<=P<560	Stage II	5.20	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.100	0.100	0.100	0.070	250
130<=P<560	Stage IIIA	3.24	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.100	0.100	0.100	0.070	250
130<=P<560	Stage IIIB	1.80	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.018	250
130<=P<560	Stage IV	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.018	250
130<=P<560	Stage V	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	250
P>560	Stage V	3.50	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.045	0.045	0.045	0.002	250

Tabella 4-71 - Emissioni motori diesel OFF ROAD



Figura 4-95 - Alcuni mezzi impiegati per la movimentazione dei container

4.3.6.2.4 Emissioni traffico ferroviario lungo i binari presenti all'interno dell'area portuale

La movimentazione su ferro all'interno dell'ambito portuale avviene mediante locomotori diesel. Le emissioni dei locomotori diesel sono stimati a partire dai limiti previsti per tale tipologia di veicoli dalle direttive 97/68/EC e 2004/26/EC (Directives on emissions from non-road mobile machinery).

I limiti di riferimento in funzione dei diversi step previsti dalla normativa sono sintetizzati nella tabella seguente.

Stage (anno di riferimento)	Limiti di emissioni espressi in g/kwh			
	CO	HC	NOx	PT
I (dal 30/06/1998)	5.0	1.3	9.2	0.54
II (dal 31/12/2000)	3.5	1.0	6.0	0.2
IIIA (dal 31/12/2005)	3.5	4.0		0.2
IIIB (dal 31/12/2010)	3.5	4.0		0.025

Tabella 4-72 - Emissioni locomotori diesel (fonte direttive 97/68/EC e 2004/26/EC)

4.3.6.3 Attuali Livelli attuali di impatto della viabilità

Per ciò che concerne le emissioni in atmosfera le sorgenti relative alle opere interambito connesse all'opera oggetto di approfondimento sono rappresentate dalla viabilità stradale interna ed esterna all'area portuale.

Le emissioni del sistema infrastrutturale su gomma interno all'area portuale e relativo ai principali assi stradali di collegamento del porto con la viabilità della città di La Spezia sono state oggetto di valutazioni modellistiche secondo le modalità descritte nel **paragrafo 4.3.6.1**. Nella Tabella seguente si riportano le principali informazioni relative alle modalità di implementazione delle simulazioni modellistiche. Le analisi si sono concentrate sugli inquinanti di origine veicolare che ad oggi presentano le maggiori criticità: NOx e Pm10.

Gli esiti delle valutazioni sono riportati nelle figure seguenti in cui, per ognuno dei parametri oggetto di simulazione, sono rappresentate le curve isoplete valutate all'interno dell'ambito di studio. I risultati dei calcoli modellistici relativi agli Ossidi di Azoto evidenziano concentrazioni media annuali che nella maggior parte del dominio di calcolo si mantengono al di sotto dei 30 µg/m³. Concentrazioni maggiori si registrano esclusivamente in corrispondenza dell'imbocco e dello sbocco della subalvea caratterizzata da una forte incidenza di veicoli pesanti. In corrispondenza del sistema ricettore, rappresentato prevalentemente dal fronte edificato lungo Viale San Bartolomeo e Viale Italia i livelli si mantengono inferiori a 20 µg/m³. Valori leggermente superiori a 20 µg/m³ si riscontrano esclusivamente in corrispondenza delle abitazioni ubicate a sud dell'imbocco della subalvea. Significativamente superiori, per ovvie ragioni, sono i livelli relativi alle concentrazioni massime orarie su base annua e al 18° valore orario su base annua. Per tali parametri i valori massimi, anche in questo caso registrati in corrispondenza dell'imbocco/sbocco della subalvea, superano i 300 µg/m³, mentre in corrispondenza del sistema ricettore lungo Via San Bartolomeo raggiungono i 200 µg/m³ per ciò che concerne il valore massimo orario e si mantengono al di sotto dei 150 µg/m³ per quanto riguarda il 18° valore su base annua.

Si ricorda che i limiti normativi previsti dalla legislazione vigente non si riferiscono alla totalità degli Ossidi di Azoto ma al solo NO2 che ne rappresenta una quota parte mediamente inferiore al 50%.

Le valutazioni pertanto indicano un contributo, da parte del sistema infrastrutturale oggetto di valutazione, al raggiungimento dei limiti relativi alla media annuale (40 µg/m³), in corrispondenza del sistema ricettore inferiore a 10 µg/m³ per gli edifici lungo Viale San Bartolomeo e Viale Italia e di poco superiore a 10 µg/m³ per gli edifici in corrispondenza dell'imbocco esterno della subalvea. Relativamente ai limiti orari (massimo 18 superamenti di 200 µg/m³) il contributo del sistema infrastrutturale oggetto di valutazione risulta, in corrispondenza del sistema ricettore, inferiore a 75 µg/m³ per gli edifici lungo via San Bartolomeo e Viale Italia e a 150 µg/m³ per gli edifici in corrispondenza dell'imbocco esterno della subalvea.

Per ciò che concerne il Pm10 il contributo, in termini di emissioni primarie, del sistema infrastrutturale al limite annuale di 40 µg/m³ risulta su tutto il dominio di calcolo inferiore 1 µg/m³, ad eccezione degli ambiti in corrispondenza dell'imbocco/sbocco della subalvea in cui i valori risultano superiori a 3 µg/m³. In merito alla concentrazione massima giornaliera (limite 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte all'anno), il contributo risulta mediamente inferiore a 3 µg/m³, anche in questo caso ad eccezione degli ambiti prossimi all'imbocco/sbocco della subalvea in cui il contributo supera i 5 µg/m³.

Modello utilizzato	CALINE 3QHCR implementato mediante l'interfaccia web www.plan2run.eu
Scenario meteorologico	RICOSTRUZIONE CAMPI DI VENTO LAMA 2015
Scenario emissivo	Dati di traffico relativi allo scenario dello stato di fatto riportati nel paragrafo relativo agli impatti della componente rumore. Coefficienti di emissione relativi al parco veicolare 2016 calcolati per le seguenti macro categorie: <ul style="list-style-type: none"> • autovetture • veicoli commerciali leggeri • veicoli commerciali pesanti • trattori stradali per il trasporto dei container • bus privati. Velocità dei veicoli 50/60 km/h all'esterno dell'ambito portuale e 30 km/h all'interno del porto.
Parametri oggetti di simulazione	<ul style="list-style-type: none"> • Media annuale NOx • Massimo orario NOx su base annuale • 18° valore orario di NOx su base annuale • Media annuale Pm10 • Massimo giornaliero di Pm10 su base annuale • 35° valore giornaliero di Pm10 su base annuale

Tabella 4-73 - Caratteristiche delle valutazioni modellistiche effettuate – scenario attuale



Figura 4-96 – Isoplete media annuale NOx – Stato di fatto

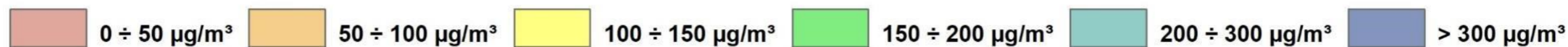
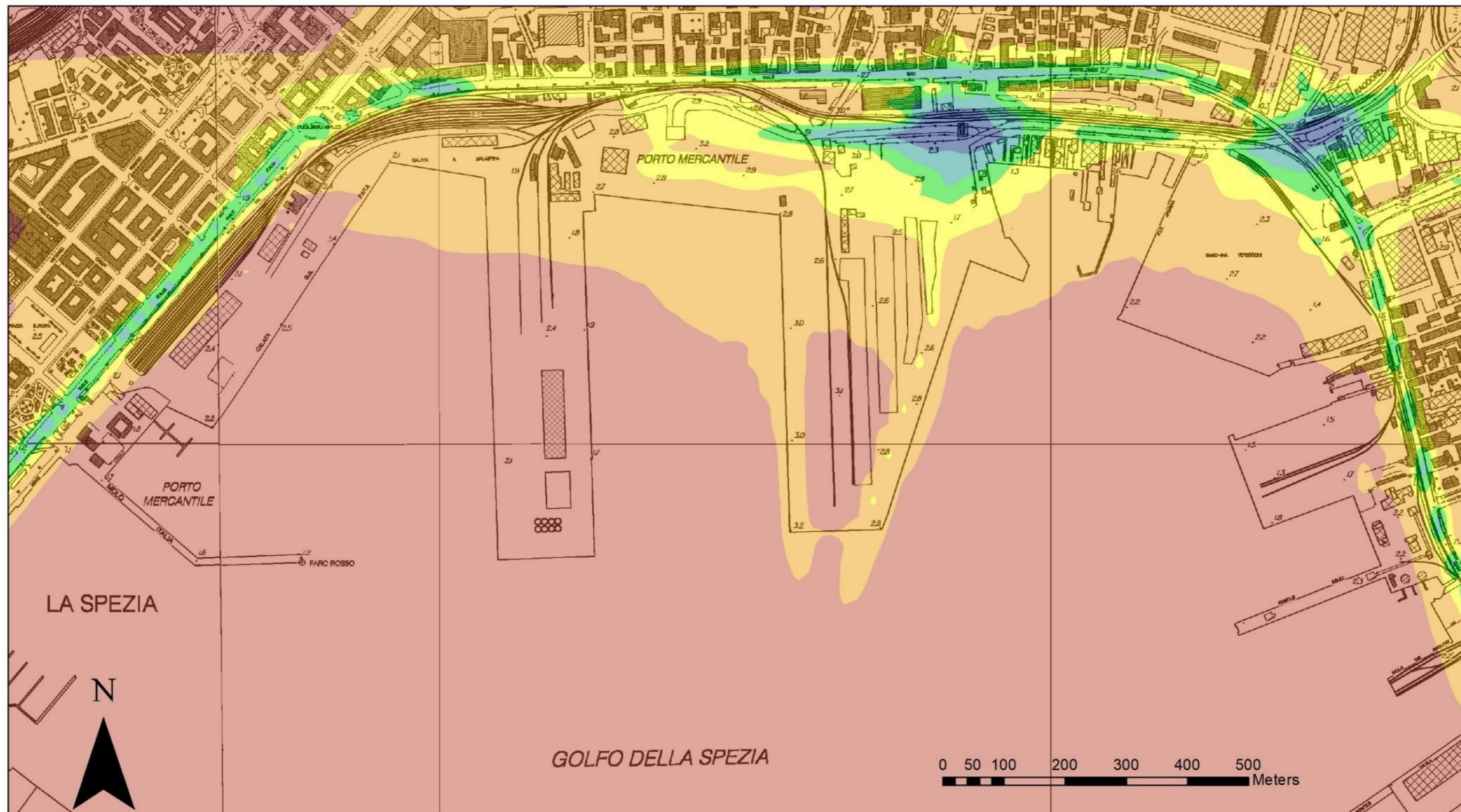


Figura 4-97 – Isoplete concentrazione massima oraria NOx – Stato di fatto

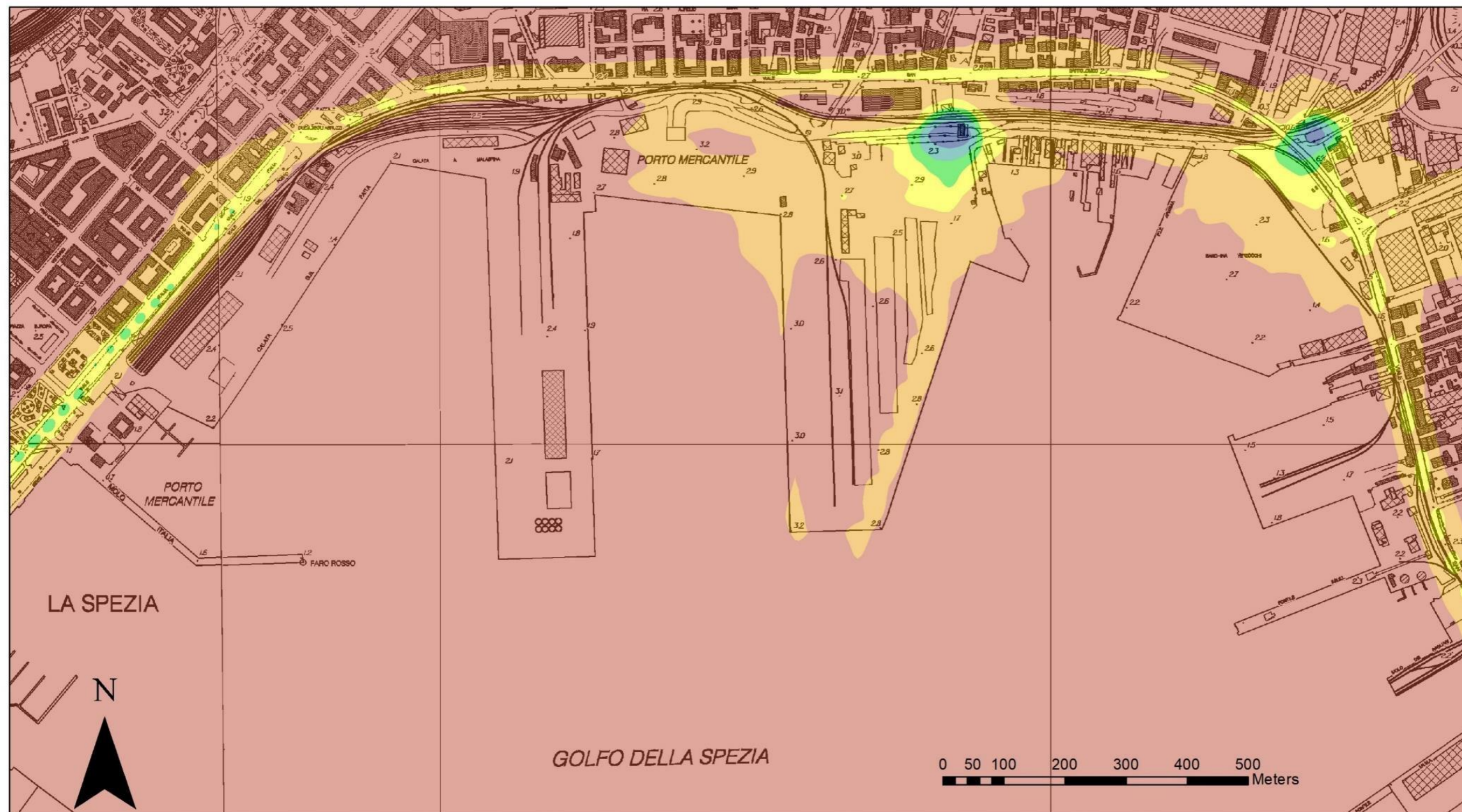


Figura 4-98 – Isoplete 18° valore concentrazione oraria – Stato di fatto

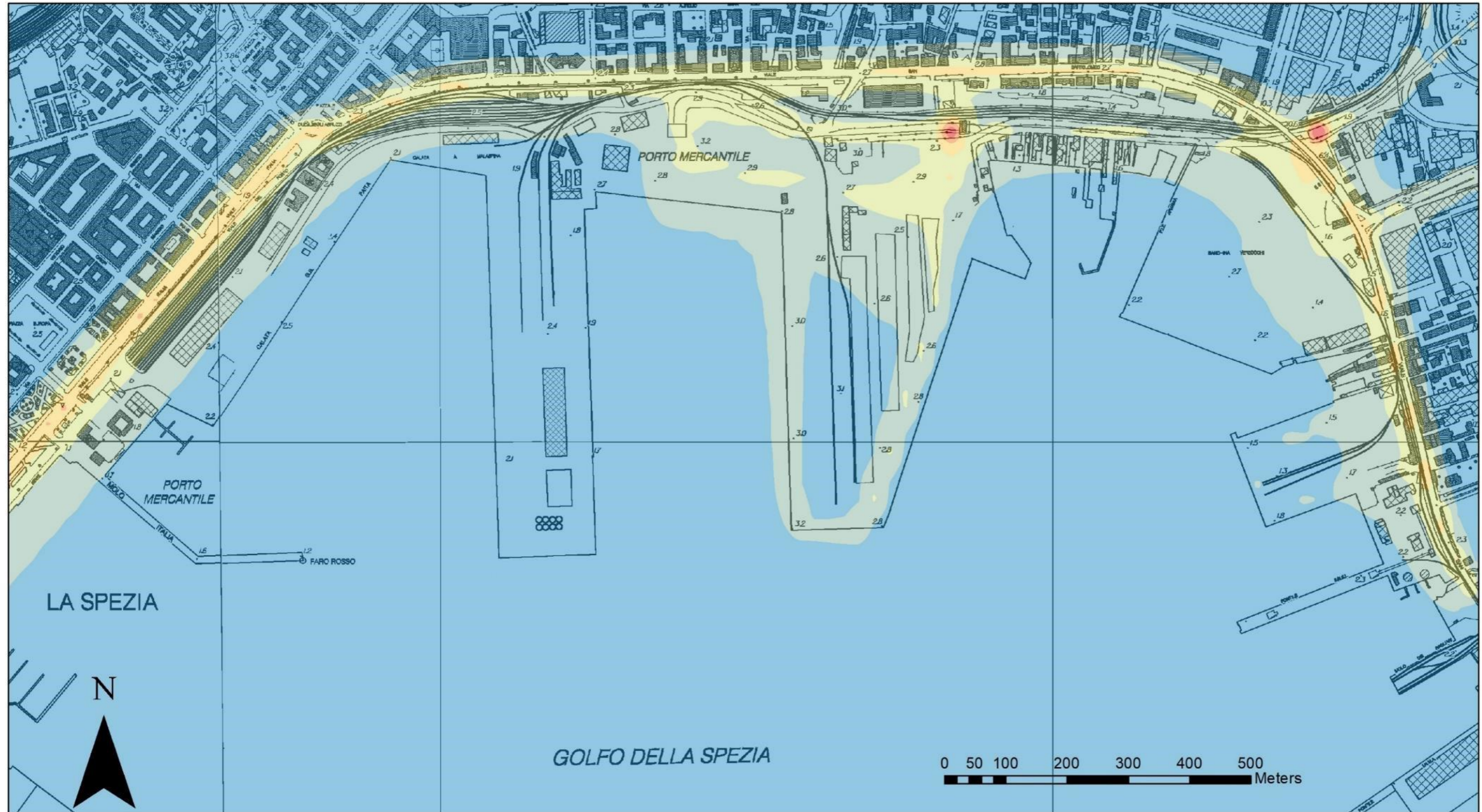


Figura 4-99 – Isoplete media annuale Pm10 – Stato di fatto

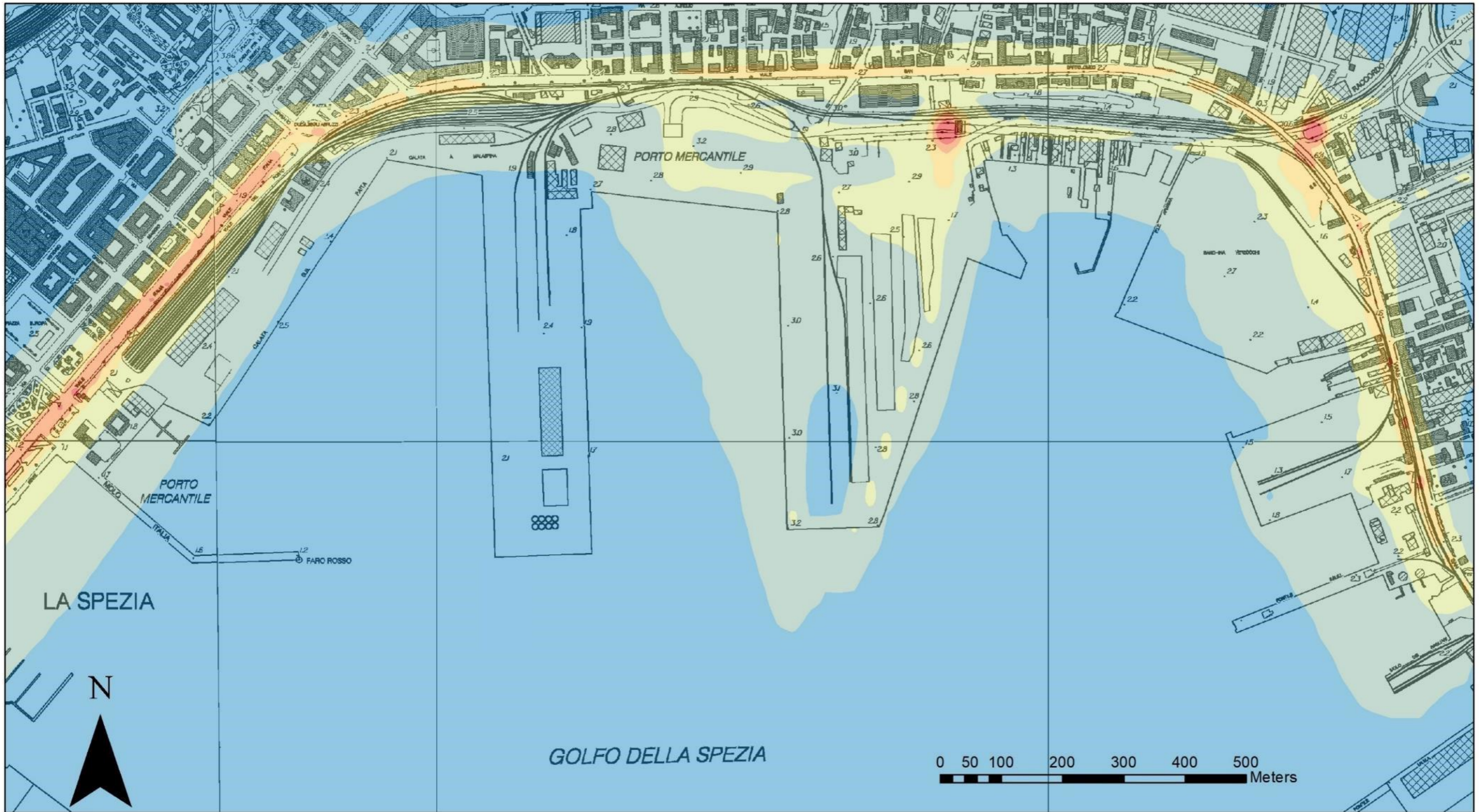


Figura 4-100 – Isoplete concentrazione massima media giornaliera Pm10 – Stato di fatto

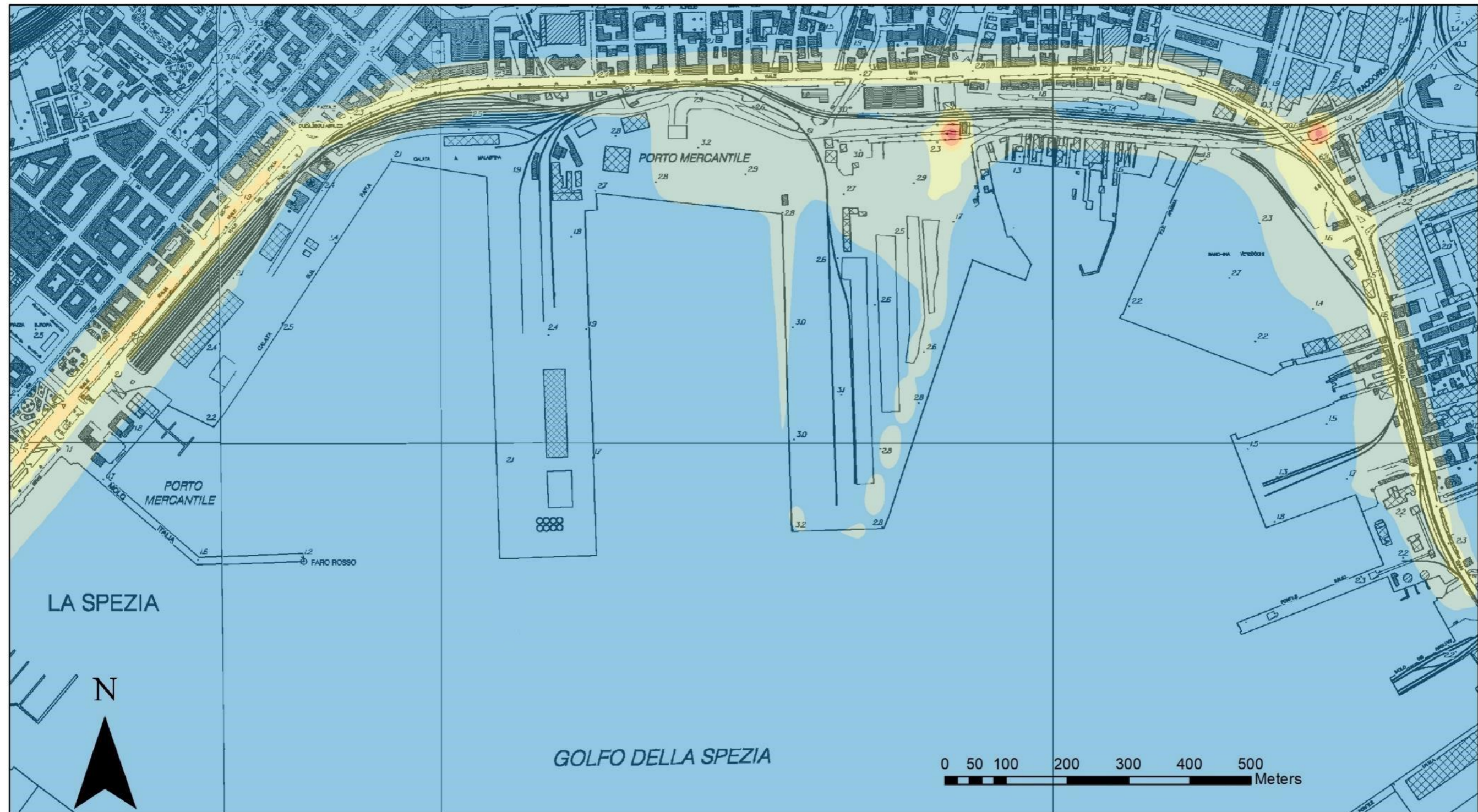


Figura 4-101 – Isoplete 35° valore media giornaliera Pm10 – Stato di fatto

4.3.6.4 Emissioni specifiche Ambito n° 5

Attualmente l'ambito n° 5, compreso tra calata Malaspina e l'Arsenale Militare, è caratterizzato da funzioni mercantili, a levante, e da funzioni turistico ricreative e logistiche a ponente. In particolare, le aree di calata Paita, interne al primo bacino portuale, sono parte integrante del porto mercantile della Spezia e risultano principalmente utilizzate per lo stoccaggio e la movimentazione di merci alla rinfusa.

Le funzioni turistico ricreative e logistiche sono costituite dalla presenza di un circolo velico, di edifici in uso alla Capitaneria di Porto, del molo Italia destinato per la parte interna al primo bacino ad ospitare natanti in uso al corpo dei Piloti e degli Ormeggiatori, nonché al Gruppo Rimorchiatori della Spezia (Servizi Portuali). Si segnala inoltre la presenza della banchina Morin con spazi dedicati alla nautica sociale (Assonautica), al noleggio di catamarani e pontili in uso ai battellieri del golfo (società specializzate ai collegamenti via mare di La Spezia con le località turistiche della provincia). Infine ad Ovest della banchina Morin è posizionata la banchina Tahon de Revel destinata ad ospitare la flotta di pescherecci della Spezia, la banchina è anche collegata al porto Mirabello da una passerella pedonale, quest'ultimo dedicato alla nautica e caratterizzato dalla presenza di una galleria commerciale e alcuni esercizi aperti tutto l'anno.

In termini prettamente emissivi dell'area portuale le uniche attività degne di attenzione sono rappresentate dalle funzioni mercantili che si svolgono nell'area Calata Paita.

Le sorgenti presenti e operanti in tale area sono dettagliate nelle tabelle seguenti in cui si riporta l'elenco dei macchinari destinati alla movimentazione dei materiali e delle navi di cui è previsto lo stazionamento in fase di carico/scarico.

Sorgente	Dotazione	Mezzi mediamente in funzione		Potenza motore in kW	Combustibile / consumi	Anno di costruzione
		Orario diurno (7-1, 18/h/attività)	Orario notturno (1-7, 6 h/attività)			
RTG diesel	0	-	-	-	-	-
RMG	0	-	-	-	-	-
RS	30(*)	2	0	250	Gasolio / 13 l/h	2012÷2014
Gru di banchina	0	-	-	-	-	-
Gru Mobile	2(**)	1(**)	0	1100	Gasolio / 33.5 l/h	2000/2009
Trattori portuali	42(*)	8.4 (***)	8.4	160	-	-

(*) dotazione complessiva LSCT (**) dotazione congiunta con area Garibaldi non considerata nei bilanci emissivi di Calata Paita (***) valore ottenuto dividendo la dotazione complessiva sulle 5 aree
RTG: Rubber Tired Gantry; RS: Reach Stacker; RMG: Rail Mounted Gantry

Tabella 4-74 - Dotazione mezzi movimentazione merci Calata Paita - Stato di fatto

Sorgente	N° di navi mediamente presenti	Ore di stazionamento	Potenza erogata dai motori in stazionamento (MW)	Tipo di motore	Tipo di combustibile
Nave cargo Tipo 1	0	-	-	-	-
Nave cargo Tipo 2	1	24	0.8	Generatori ausiliari diesel a bassa velocità	Olio a basso tenore di zolfo

Tabella 4-75 - Navi in stazionamento Calata Paita - Stato di fatto

Note le dotazioni dell'area in termini di mezzi dedicati alla movimentazione delle merci e di navi in stazionamento, attraverso i coefficienti di emissione descritti nei paragrafi precedenti è stato possibile definire in carico emissivo attuale relativo all'Ambito n° 5. Gli esiti delle valutazioni sono sintetizzati nella tabella seguente. In termini complessivi le emissioni risultano pari a 28.8 tonnellate/anno per gli Ossidi di Azoto, a 1.7 tonnellate per i NMVOC e a 0.9 per i Pm. Si ritiene opportuno sottolineare il contributo delle navi in stazionamento particolarmente significativo per ciò che concerne gli Ossidi di Azoto.

Area	Inquinante	Emissioni totali (Tonnellate/anno)		
		Movimentazione	Navi in stazionamento	Totale
Calata Paita	NOx	7.9	20.9	28.8
	NMVOC	1.1	0.6	1.7
	PM	0.5	0.5	1.0

Tabella 4-76 - Emissioni totali Ambito n° 5 - Stato di fatto

4.4. RUMORE

Le emissioni di rumore degli ambiti portuali sono notoriamente caratterizzate da una molteplicità di componenti sinergiche con profili temporali e coloriture tonali spesso almeno parzialmente sovrapponibili. Le sorgenti sonore presenti all'interno di tali ambiti sono infatti numerose e afferiscono a categorie distinte, ma presentano caratteristiche comuni tali da rendere particolarmente complessa la disaggregazione dei contributi specifici.

La stretta convivenza con il fronte residenziale urbano nel caso del Porto della Spezia rende questo aspetto di particolare interesse, anche in relazione alla presenza di una viabilità cittadina intensamente trafficata che perimetra il confine del sedime portuale e di fatto rende ancor più articolato il riconoscimento delle differenti componenti emissive. Gli elevati livelli di rumore ambientali che caratterizzano alcune di queste aree hanno indotto tutti i soggetti interessati a livello istituzionale o in qualità di operatori portuali ad attivarsi in varie fasi per la definizione del quadro emissivo mediante specifiche campagne di misura.

La definizione del quadro ambientale di questo studio è stata pertanto sviluppata sulla base delle informazioni acquisite ed elaborate dai vari soggetti coinvolti e da una serie di campagne di misura, svolte nel recente passato nell'ambito della progettazione di alcuni interventi di mitigazione del rumore, con l'obiettivo di isolare il contributo specifico delle sorgenti oggetto di risanamento. Nella tabella seguente è riportato il dettaglio delle fonti di informazione consultate per la definizione del quadro ambientale di riferimento.

ORIGINE DELL'INFORMAZIONE	SOGGETTO	CONTENUTI
http://apsp.macisteweb.com/documentazione-1/vedidoc	Autorità Portuale di La Spezia	Sintesi di alcune campagne di misura
http://urbanistica.spezianet.it/piano-urbanistico-comunale/documenti-puc/la-descrizione-fondativa/4-2-il-piano-regolatore-del-porto	Comune di La Spezia	Piano regolatore del porto
http://www.cittadellaspezia.com/mobile/La-Spezia/Attualita/Polveri-e-rumori-dal-porto-L-Autorita-140656.aspx	Quotidiano "Città della Spezia"	Polveri e rumori dal porto. L'Autorità Portuale fa il punto.
Piano Urbanistico Comunale	Comune di La Spezia	Obiettivi di sostenibilità

TABELLA 4-77 - SINTESI DELLE FONTI DI INFORMAZIONE UTILIZZATE PER IL QUADRO AMBIENTALE

4.4.1. Normativa di riferimento

La verifica della normativa nazionale, regionale e comunale applicabile, in attuazione ai principi sanciti dalla Legge Quadro sul Rumore 447/95, è il primo passo concreto con il quale esprimere le proprie attenzioni in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio interferito dall'infrastruttura autostradale in progetto.

La successiva ricognizione generale dello stato iniziale dell'ambiente, le verifiche di impatto e il confronto con i limiti applicabili permettono di identificare le aree problematiche sulle quali focalizzare la verifica degli interventi di mitigazione.

È noto che il quadro normativo sul rumore è riferibile a due livelli. Il primo, di livello locale, vede le Amministrazioni Comunali quali soggetti attivi nella definizione degli obiettivi di qualità acustica del territorio a lungo termine (classificazione acustica, piani di risanamento comunali). Il secondo, di livello nazionale, stabilisce per le infrastrutture primarie di trasporto appositi regolamenti di attuazione validi su tutto il territorio nazionale, nonché modalità e tempi per l'attuazione dei piani di risanamento.

La normativa sul rumore è stata introdotta in Italia a partire dall'inizio degli anni '90 e attualmente è quasi giunta al termine l'adozione dei regolamenti di attuazione alla Legge Quadro.

In data 1 Marzo 1991, in attuazione dell'art. 2 comma 14 legge 8.7.1986 n. 349, è stato emanato un DPCM che consentiva al Ministro dell'Ambiente, di concerto con il Ministro della Sanità, di proporre al Presidente del Consiglio dei Ministri la fissazione di limiti massimi di esposizione al rumore nell'ambiente esterno ed abitativo (di cui all'art. 4 legge 23.12.1978 n. 833). Al DPCM 1.3.1991 è seguita l'emanazione della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995 e, successivamente, il DPCM 14.11.1997 con il quale vengono determinati i valori limite di riferimento, assoluti e differenziali.

Il DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1 marzo 1991 e dalla successiva Legge Quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissioni, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea. Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione, i valori di qualità e i limiti differenziali, riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella Tabella A dello stesso decreto e che corrispondono sostanzialmente alle classi previste dal DPCM 1 marzo 1991.

I limiti stabiliti nella Tabella C del DPCM 14.11.1997 sono applicabili al di fuori della fascia di pertinenza stradale o ferroviaria in base alla destinazione d'uso del territorio. Le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture di trasporto. Le emissioni di rumore delle attività portuali dovrebbero essere disciplinate da uno specifico regolamento di esecuzione ai sensi della L.447/95, in analogia a quanto fatto per le sorgenti stradali e ferroviario, ma tale regolamento non è stato ad oggi ancora emesso.

Il rispetto dei valori limite all'interno e all'esterno della fascia infrastrutturale deve essere verificato a 1 m di distanza dalla facciata degli edifici più esposti, con le tecniche di misura indicate dal Decreto 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

DECRETO 459, 18 NOVEMBRE 1998

Questo decreto fissa i limiti di rumorosità ammessi per le sorgenti di rumore ferroviario, nonché l'estensione delle cosiddette "fasce di pertinenza" circostanti le infrastrutture ferroviarie.

In pratica, si distingue fra linee ferroviarie già in esercizio e linee di nuova realizzazione; per queste ultime, si distingue ulteriormente fra linee a bassa ed alta velocità (> 200 km/h).

Per le linee ferroviarie esistenti e per quelle di nuova realizzazione a bassa velocità, vengono previste due diverse fasce di pertinenza, con limiti differenziati. La fascia più interna ha ampiezza pari a 100m a partire dalla mezzera del binario più esterno, ed all'interno della stessa vige un limite di immissione del solo rumore ferroviario pari a 70 dB(A) diurni e 60 dB(A) notturni.

La fascia più esterna ha ampiezza di ulteriori 150m (va dunque dai 100 ai 250 m dalla mezzera del binario più esterno): entro tale seconda fascia, il limite di immissione del solo rumore ferroviario scende a 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni. All'interno delle fasce di pertinenza, il rumore NON ferroviario deve comunque rispettare i limiti di zona di cui al DPCM 14/11/97, mentre il rumore ferroviario deve rispettare i propri specifici limiti che non dipendono dalla classificazione acustica dell'area, ma solo dalla distanza dalla mezzera del binario più esterno. In base a questo decreto, dunque, viene per la prima volta stabilito il principio di "non concorsualità" fra rumore ferroviario ed "altri" tipi di rumore, all'interno delle fasce di pertinenza.

Conseguentemente, all'interno delle fasce di pertinenza ferroviarie il transito dei treni deve venire misurato mediante determinazione del SEL del singolo transito (come prescritto dal D.M.Amb. 16 marzo 1998, allegato C, p.1), e gli eventi di transito stessi debbono venire considerati come "eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona" (D.M.Amb. 16 marzo 1998, allegato A, p. 11), e pertanto esclusi al fine di determinare il livello del rumore ambientale, da confrontare con i limiti di zona.

Fuori delle fasce di pertinenza, invece, il rumore ferroviario entra a far parte del rumore ambientale complessivo, che deve risultare inferiore ai limiti di zona. In pratica, questo decreto stabilisce chiaramente la non concorsualità fra rumore ferroviario e stradale all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture ferroviarie: la concorsualità ha invece luogo al di fuori delle fasce di pertinenza, oppure fra infrastrutture dello stesso tipo (ad esempio due linee ferroviarie distinte ma vicine). Si precisa inoltre che, nel caso di nuove edificazioni in prossimità di una linea già in esercizio, gli interventi eventualmente necessari onde garantire il rispetto dei limiti suddetti sono a carico di chi realizza i nuovi edifici, e non dell'ente gestore della infrastruttura ferroviaria.

In entrambe le fasce, comunque, i ricettori sensibili (scuole, case di riposo, case di cura, ospedali) vengono tutelati con limiti molto più restrittivi (50 dB(A) diurni, 40 notturni). Per le scuole si applica solo il limite diurno. Per le linee di nuova costruzione ad alta velocità, invece, esiste un'unica fascia di pertinenza ampia 250m, all'interno della quale vigono i limiti di immissione di 65 dB(A) diurni e di 55 dB(A) notturni, tranne che per i ricettori sensibili di cui sopra, che mantengono i valori limite su indicati. E' in ogni caso consentito, laddove non sia possibile conseguire il rispetto dei valori limite suddetti, misurati all'esterno degli edifici, intervenire sull'isolamento acustico dell'involucro edilizio, in modo da garantire livelli sonori interni sufficientemente bassi.

DMA 29.11.2000 SUI PIANI DI RISANAMENTO ACUSTICO

Il decreto 29.11.2000 "Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore", ai sensi dell'Art. 10, comma 5, della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico" stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture hanno l'obbligo di:

- ✓ Individuare le aree in cui per effetto delle immissioni delle infrastrutture stesse si abbia superamento dei limiti di immissione previsti;
- ✓ Determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti
- ✓ Presentare al comune e alla regione o all'autorità da essa indicata, ai sensi art. 10, comma 5, L447/95, il piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall'esercizio delle infrastrutture.

DPR 142/2004 RECANTE DISPOSIZIONI PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO DERIVANTE DAL TRAFFICO VEICOLARE

Il DPR 30 marzo 2004, n. 142 predisposto dall'ufficio studi e legislazione del Ministero dei Lavori Pubblici, contiene le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Il decreto definisce le infrastrutture stradali in armonia all'art. 2 del DL 30 aprile 1992 n. 285 e sue successive modifiche e all'Allegato 1 al decreto stesso, con la seguente classificazione:

- A – Autostrade
- B – Strade extraurbane principali
- C – Strade extraurbane secondarie
- D – Strade urbane di scorrimento
- E – Strade urbane di quartiere
- F - Strade locali

Il decreto si applica alle infrastrutture esistenti e a quelle di nuova realizzazione e ribadisce che alle suddette infrastrutture non si applica il disposto degli Art. 2, 6 e 7 del DPCM 14.11.1997 (valori limite di emissione, valori di attenzione e valori di qualità). Da notare che il DPCM 14.11.1997 all'Art. 4 esclude l'applicazione del valore limite differenziale di immissione alle infrastrutture stradali.

Il decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore e, in particolare, fissa i limiti applicabili all'interno e all'esterno della fascia di pertinenza acustica e in ambiente abitativo. I limiti all'esterno devono essere verificati in facciata agli edifici, a 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

DECRETO 194, 18 AGOSTO 2005

Il decreto legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, per l'elaborazione e l'adozione dei piani d'azione e, infine, per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico.

Le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto relativi a infrastrutture principali (nel caso stradale con più di 6 milioni di transiti all'anno) sono tenute ad elaborare la mappatura acustica entro il 30 giugno 2007, in conformità ai requisiti minimi stabiliti dall'allegato 4 e ai criteri che verranno adottati entro 6 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto.

Entro il 18 luglio 2008 le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto relativi a infrastrutture principali devono elaborare e trasmettere alla regione o alla provincia autonoma competente i piani d'azione e le sintesi di cui all'allegato 6 "Dati da trasmettere alla Commissione".

Restano ferme le disposizioni relative alle modalità, ai criteri ed ai termini per l'adozione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore stabiliti dalla legge n. 447 del 1995 e dalla normativa vigente in materia adottata in attuazione della stessa legge.

NORMATIVA REGIONALE

Legge regionale 20 marzo 1998 n. 12

Disposizione in materia di inquinamento acustico (Bollettino ufficiale regionale del 15/04/1998 n. 6).

Deliberazione di giunta regionale n. 752 del 28 giugno 2011

Modifica della DGR n.2510 del 18 dicembre 1998

Deliberazione di giunta regionale n. 1585 del 23 dicembre 1999

Definizione dei criteri per la classificazione acustica e per la predisposizione ed adozione dei piani comunali di risanamento acustico - Soppressione artt. 17 e 18 delle disposizioni approvate con DGR 1977 del 16.6.1995

Deliberazione della Giunta regionale n. 534 del 28 maggio 1999

Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, della l.r. 20.3.1998, n. 12

Deliberazione di Giunta regionale n.2510 del 18 dicembre 1998

Definizione degli indirizzi per la predisposizione di regolamenti comunali in materia di attività all'aperto e di attività temporanee di cui all'art. 2, comma2, lettera I), l.r. 12/1998 (Disposizioni in materia di inquinamento acustico)

Deliberazione della Giunta regionale n.1754 del 19 giugno 1998

Modalità di presentazione delle domande per svolgere attività di tecnico competente in acustica ambientale e criteri per l'esame.

NORMATIVA COMUNALE

Classificazione Acustica Comunale

La Città della Spezia è dotata di piano di classificazione acustica adottato con DCC n° 99 del 27/10/99 e successivamente modificato al fine di adeguarlo al nuovo Piano Urbanistico con successiva delibera consigliare, in data 05/04/2007. Tale modifica tuttavia non è ancora vigente in quanto solo recentemente (maggio 2014) la Provincia ha emesso un parere favorevole condizionato alla modifica, per cui si è ritenuto di sottoporre nuovamente al Consiglio la modifica, che tenesse conto delle osservazioni provinciali. L'esame da parte del C.C. risulta allo stato attuale in corso.

Piano di Risanamento Acustico Comunale

La Città della Spezia è dotata di un Piano di Risanamento Acustico predisposto in forma iniziale assimilabile ad una "prima fase", approvato dal Consiglio Comunale con atto n° 16 del 21.3.2000, ma mai confermato con approvazione provinciale. Il Piano è stato sviluppato tenendo conto dei limiti di attenzione ed è finalizzato a precise aree delimitate del territorio comunale, individuate di concerto tra gli estensori e la Civica Amministrazione. Le aree su cui il piano svolgeva approfondimenti erano costituite da:

- ✓ l'ospedale di via Vittorio Veneto;
- ✓ l'Area retroportuale;
- ✓ l'Uscita della Galleria Spallanzani, che dalla mappatura acustica allora esistente risultava come il sito più rumoroso della città.

Di questi, il secondo e il terzo furono individuati come interventi prioritari, in quanto sul fronte della struttura ospedaliera sono dislocati prevalentemente uffici e servizi e non attività di cura e inoltre c'era nei programmi della Civica Amministrazione il trasferimento della struttura ospedaliera dalla attuale sede.

CONCLUSIONI

L'applicazione del quadro normativo nazionale al caso di studio si colloca in un regime di vacanza in attesa dell'emanazione dello specifico decreto previsto dalla Legge Quadro 447/95 che dovrebbe regolamentare le emissioni di rumore dalle infrastrutture marittime.

In tal senso gli impatti determinati dalle sorgenti sonore presenti all'interno dell'ambito di studio vengono trattate in coerenza con la normativa attualmente vigente, e pertanto:

- ✓ sorgenti ferroviarie regolamentate ai sensi del DPR 459/98 con fascia di rispetto A di ampiezza pari a 100 m dal binario più esterno e limite diurno 70 dBA e notturno 60 dBA, ulteriore fascia B di ampiezza pari a 150 m dal confine della fascia A e limite diurno 65 dBA e notturno 55 dBA. Per i ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) all'interno della fascia di pertinenza si applicano i limiti di 50 dBA diurni e 40 dBA notturni (per le scuole si applica il solo limite diurno).
- ✓ sorgenti stradali regolamentate ai sensi del DPR 142/04. Le viabilità presenti a ridosso del confine portuale possono essere classificate come viabilità urbane di scorrimento, categoria Da con fascia di pertinenza unica di ampiezza pari a 100 m dal ciglio stradale e limite diurno 70 dBA e notturno 60 dBA. Per i ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) all'interno della fascia di pertinenza si applicano i limiti di 50 dBA diurni e 40 dBA notturni (per le scuole si applica il solo limite diurno).
- ✓ per le sorgenti di rumore generiche interne all'ambito portuale si applicano i valori limite assoluti di emissione ed immissione e differenziali in funzione della Classificazione Acustica Comunale.

4.4.2. Ambito spaziale di studio

L'ambito 5 del PRP della Spezia, compreso tra calata Malaspina e l'Arsenale Militare, è caratterizzato da funzioni mercantili, a levante, e da funzioni turistico ricreative a ponente. In particolare, le aree di calata Paita, interne al primo bacino portuale, sono parte integrante del porto mercantile della Spezia e risultano principalmente utilizzate per lo stoccaggio e la movimentazione di merci alla rinfusa. La banchina ospita anche il fascio ferroviario oggi più utilizzato per la composizione dei treni prima dell'inoltro in linea e denominato "fascio Italia" (a confine con la recinzione doganale lungo viale Italia). All'interno dei piazzali trovano posto anche alcuni edifici ormai in disuso, un tempo destinati ad ospitare uffici dell'Azienda Mezzi Meccanici del Porto, ed il fabbricato utilizzato dalla Polizia di Frontiera e noto come Commissariato Porto. Nella parte più a mare dei piazzali si trovano anche i silos della Rolcim, ditta portuale che si occupa di movimentazione di polvere di cemento. Le restanti aree sono principalmente destinate a materiali alla rinfusa (caolino, manganese, magnesite, granulato di marmo, ecc.), a coils (rotoli in lamiera d'acciaio), a tondini di ferro o allo stoccaggio di zinco, rame e piombo in "panni".

Procedendo verso ponente, immediatamente all'esterno della cinta portuale si trova il circolo velico della Spezia ed il fabbricato precedentemente utilizzato per ospitare l'Agenzia delle Dogane ma oggi principalmente destinato all'accoglienza dei passeggeri di navi da crociera. Procedendo ancora verso ponente si trovano gli edifici in uso alla Capitaneria di Porto della Spezia.

Ad ovest della Capitaneria si stacca dalla costa il molo Italia, destinato per la parte interna al primo bacino ad ospitare natanti in uso al corpo dei Piloti e degli Ormeggiatori, nonché al Gruppo Rimorchiatori della Spezia (Servizi Portuali). Gli accosti del molo Italia a ponente non sono utilizzabili per la presenza di una scogliera a protezione del molo.

L'area di studio comprende l'area interessata dall'ambito 5, evidenziata nella figura seguente. Rispetto al contesto cittadino il fronte interessato si sviluppa lungo il sedime portuale dall'estremo ovest della passeggiata Morin all'incrocio con Viale Diaz, fino all'intersezione di Viale San Bartolomeo con la Via Privata ENEL all'estremo orientale.

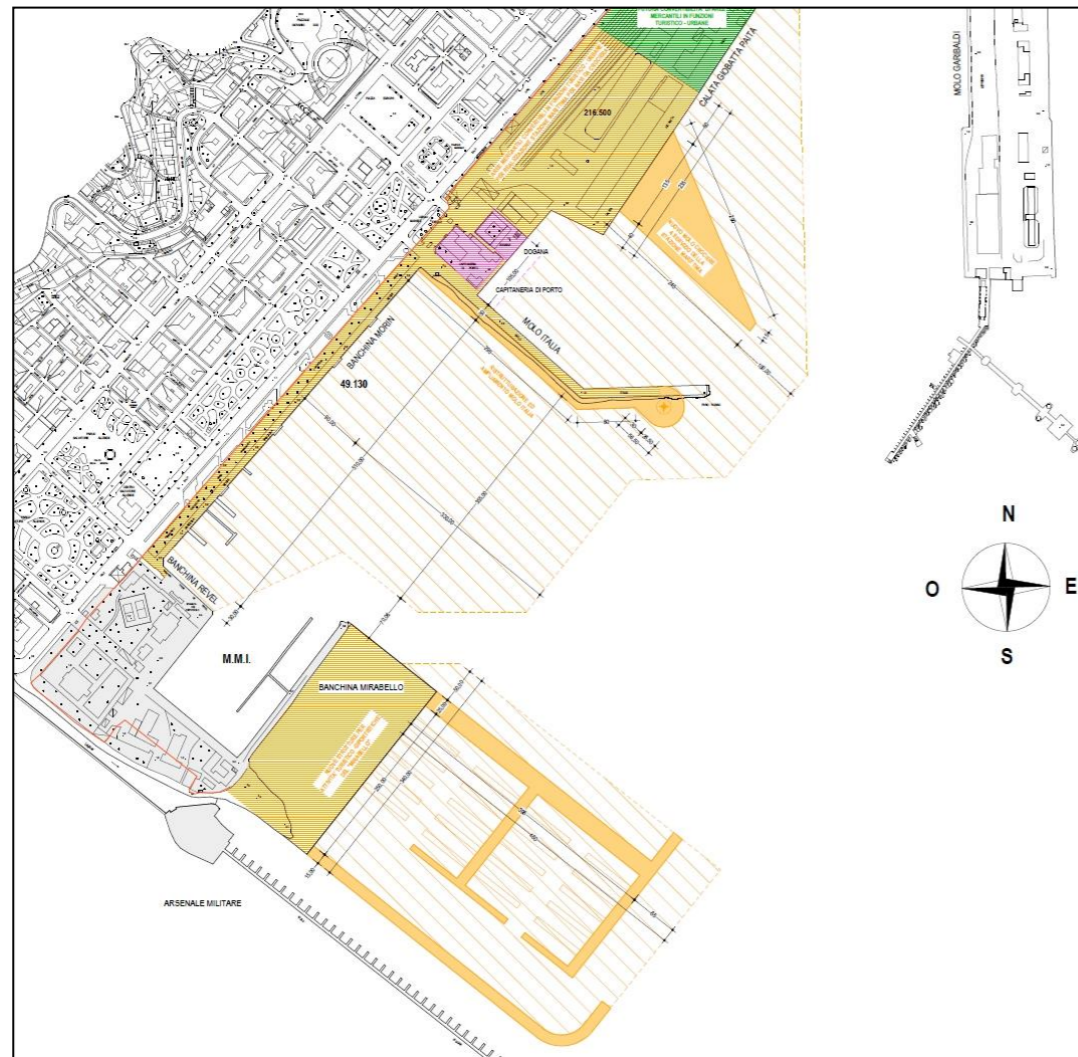


FIGURA 4-102 – DEFINIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO (TAV A.05.B PRP DELLA SPEZIA)

4.4.3. Classificazione acustica comunale e sensibilità ambientale

La Città di La Spezia è dotata di piano di classificazione acustica adottato con DCC n° 99 del 27/10/97 e successivamente modificato al fine di adeguarlo al nuovo Piano Urbanistico con successiva delibera consigliare, in data 05/04/2007. Tale modifica tuttavia non è ancora vigente in quanto in attesa di essere approvata dalla Provincia.

Nell'Ambito 5 la zonizzazione acustica prevede una classe IV per la striscia di territorio che si estende da banchina Revel ed interessa tutta la Passeggiata Morin sino all'altezza del Molo Italia. A questo punto inizia la classe V che interessa largo Fiorillo e prosegue nella parte nord dell'ambito dove sono ubicati i binari ferroviari per il trasporto container sino all'altezza di via San Cipriano dove l'ambito termina. La classe VI ricopre il territorio che va dalla fine di largo Fiorillo sino alla fine dell'ambito ed interessa la parte prospiciente il mare.

La sensibilità del territorio è strettamente correlata alla classificazione acustica comunale e, quindi, a tutti gli indicatori di stato attuale che permettono la classificazione ai sensi del DPCM 14 novembre 1997 (ricettori la cui fruizione richiede condizioni di quiete, densità di popolazione residente, densità attività economiche produttive e industriali, tipologia di traffico veicolare, ecc.).

La tabella seguente riporta la scala di sensibilità utilizzata nel presente studio, la cui mappatura di fatto coincide con la classificazione acustica comunale.

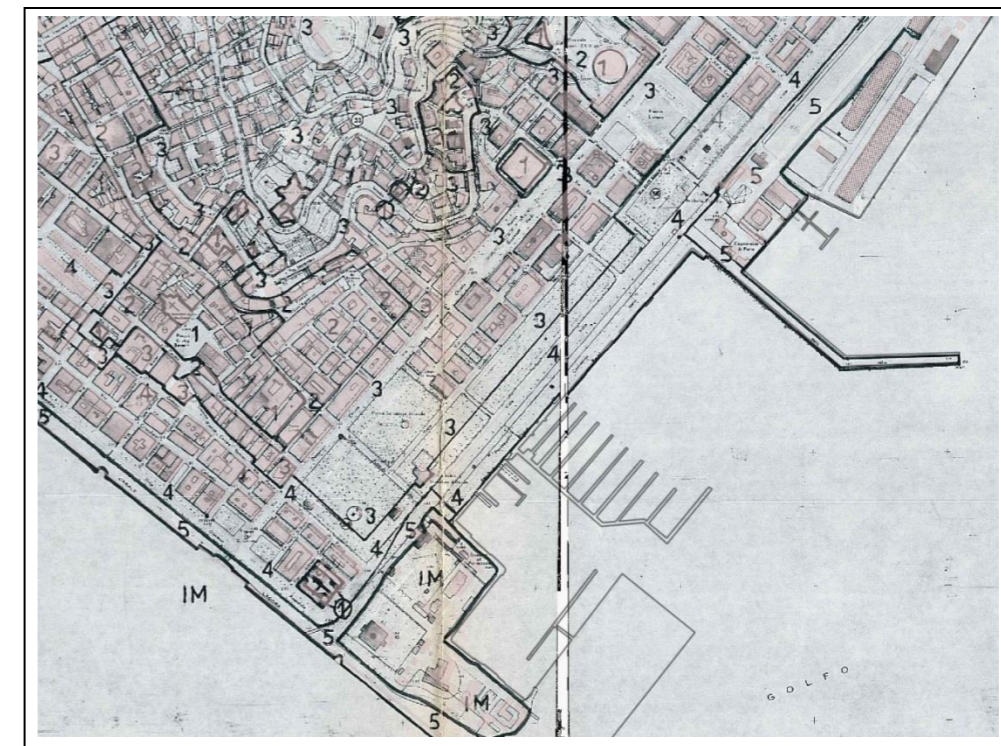
SENSIBILITÀ	CLASSE DI ZONA
Molto Alta	Aree particolarmente protette (Classe I)
Alta	Aree prevalentemente residenziali (Classe II)
Media	Aree di tipo misto (Classe III)
Bassa	Aree di intensa attività umana (Classe IV)
Molto bassa	Aree prevalentemente o esclusivamente industriali (Classi V-VI)

TABELLA 4-78 - SCALA DI SENSIBILITÀ DEL TERRITORIO

In termini di estensione territoriale l'ambito di studio è caratterizzato da un'ampia prevalenza di aree a sensibilità bassa e molto bassa, ma sono anche presenti alcuni ricettori a sensibilità molto alta, evidenziati nella Tabella 4-79 e nelle successive figure. Da ricordare inoltre, a maggior distanza dall'ambito di studio, la presenza dell'ampio complesso di pertinenza dell'Ospedale Sant'Andrea su Via Vittorio Veneto 197.

Nella tavola SPA.12.01 Carta con localizzazione dei ricettori sono codificati i ricettori di interesse per l'ambito di studio, le cui schede sono riportate nell'elaborato SPA.12.02 Censimento ricettori – Schede.

Nelle figure seguenti si riportano gli stralci della classificazione acustica comunale relativi all'ambito di studio.



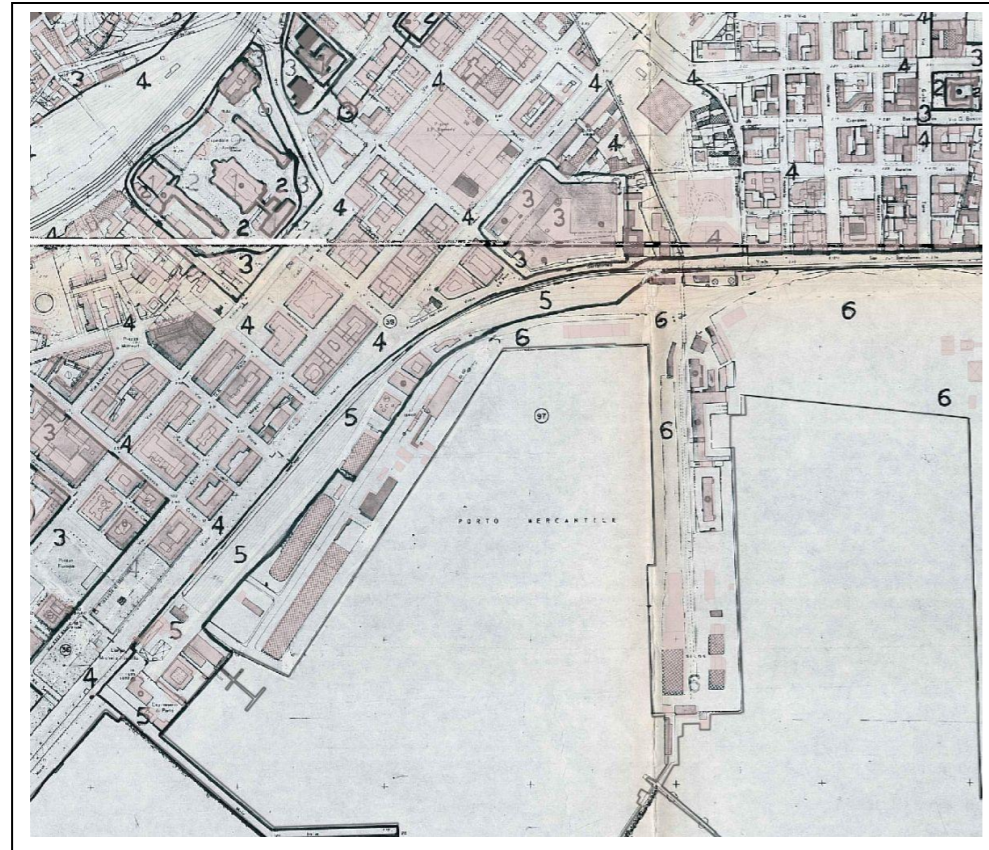


FIGURA 4-103 – STRALCIO ZONIZZAZIONE ACUSTICA

Codice	Ricettore	Indirizzo	Zonizzazione acustica	Classe di sensibilità
RSP06	Istituto di Istruzione Superiore "Capellini-Sauro"	Via Giacomo Doria, 2	Classe III	Media
RSP155	Scuola dell'infanzia "Maria Immacolata"	Corso Nazionale, 28	Classe IV	Bassa
RSP156	Scuola Primaria "La Spezia Canaletto G. Carducci"	Via Giulio della Torre, 68	Classe I	Molto alta

TABELLA 4-79 – RICETTORI SENSIBILI

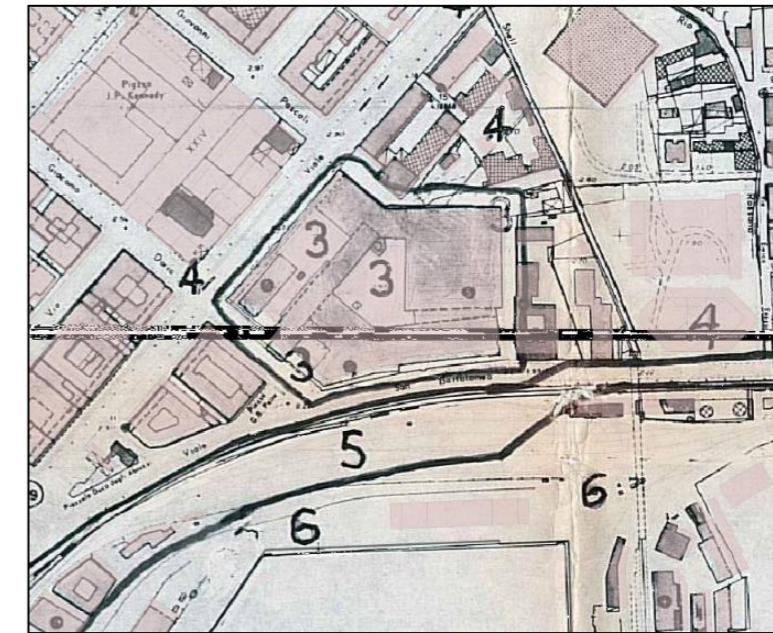


FIGURA 4-104 – LOCALIZZAZIONE RICETTORE SENSIBILE RSP06

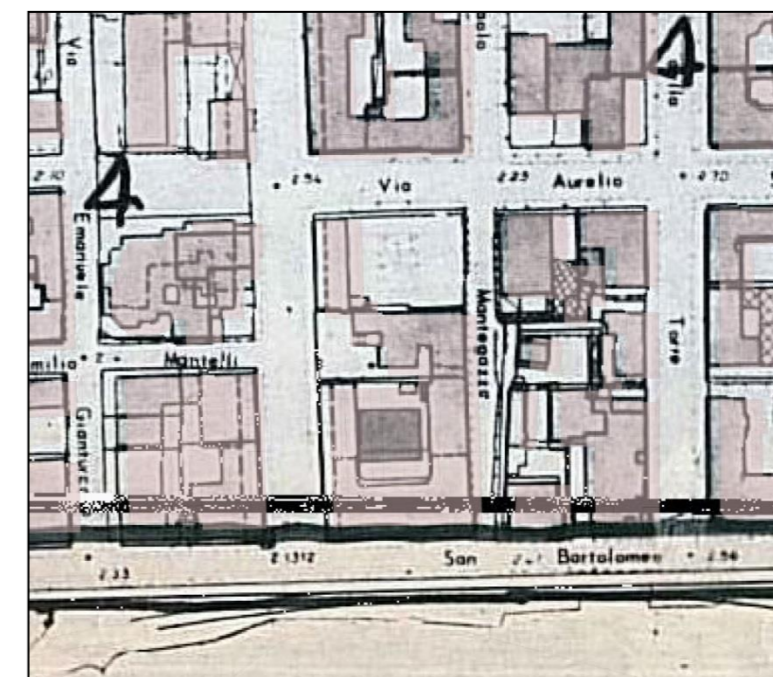


FIGURA 4-105 – LOCALIZZAZIONE RICETTORE SENSIBILE RSP155

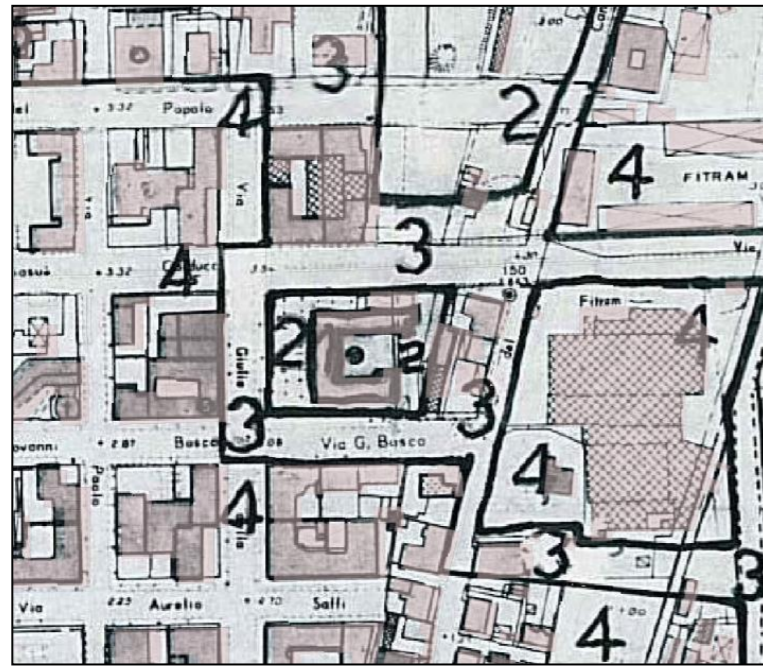


FIGURA 4-106 – LOCALIZZAZIONE RICETTORE SENSIBILE RSP156

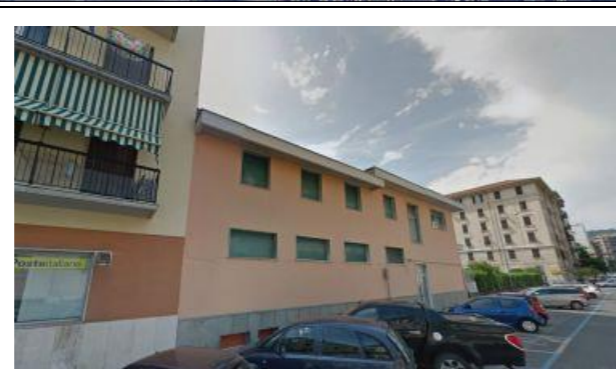


FIGURA 4-107 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RICETTORE SENSIBILE RSP06

RSP155 - Scuola dell'infanzia "Maria Immacolata"



Fotografia 3 – Vista nord



Fotografia 3 – Vista sud

FIGURA 4-108 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RICETTORE SENSIBILE RSP155

RSP156 - Scuola Primaria "La Spezia Canaletto G. Carducci"



Fotografia 5 – Vista nord



Fotografia 6 – Vista sud

FIGURA 4-109 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA RICETTORE SENSIBILE RSP156

4.4.4. Sorgenti sonore presenti all'interno dell'ambito di studio

Le analisi delle misure ed i sopralluoghi nell'area di studio hanno permesso di identificare, anche con riscontri uditivi, la presenza di un paesaggio sonoro dominato dalla componente antropica e caratterizzato da differenti tipologie di sorgenti emissive interne ed esterne all'area portuale. Le principali sono elencate di seguito:

- traffico veicolare esterno all'area portuale (viale San Bartolomeo e viabilità adiacenti);
- traffico ferroviario interno all'area portuale;
- traffico veicolare interno all'area portuale;
- emissioni derivanti dalla gestione dei container interne all'area portuale (trasporto, carico, scarico dei container);
- stazionamento e operazioni di attracco delle navi.

4.4.5. Clima acustico ante operam

La caratterizzazione acustica dello stato di fatto è stata sviluppata attingendo sia da fonti pubbliche che da rilievi fonometrici effettuati nel corso del 2013.

Tra le prime rientra il Rapporto sul clima acustico redatto dal Comune della Spezia dove si riassume la situazione acustica attingendo le informazioni dalla "Campagna di aggiornamento della mappa della rumorosità del territorio comunale" realizzata dalla società Consulenti Ambientali srl nel novembre 1994 e, più specificamente per la zona riguardante l'ambito di studio, dalla "Valutazione della rumorosità indotta dal porto mercantile della Spezia" condotta dall'ARPAL (marzo 2000). In generale è emerso che:

- le aree prospicienti le zone portuali ed industriali (da loc. Cadimare a loc. Muggiano) e le aree poste lungo le principali direttrici di traffico stradale (asse Viale Italia - via del Canaletto - via Buonviaggio; Raccordo autostradale Fornola - La Spezia; asse Viale Amendola, via Ferrari, via Fiume, via Genova) e ferroviario (Genova-Pisa) sono interessate da livelli sonori equivalenti superiori a 70 dBA;
- gran parte dell'area urbana è interessata da livelli sonori equivalenti superiori a 60 dBA, con ampia fascia di popolazione, posta a confine delle aree di cui al punto precedente, sia interessata da livelli sonori equivalenti superiori a 65 dBA.

Un'indagine più circoscritta sull'area di studio è stata effettuata analizzando le immissioni sonore delle seguenti sorgenti:

- attività industriali;
- traffico veicolare;
- ferrovia;
- attività portuali.

Nel primo caso è stata indagata la zona industriale caratterizzata sia da attività portuali (terminal container Messina, Tarros, etc.) che cantieristiche (Intermarina, Cantieri del Muggiano, etc.), sia dalla presenza di industrie (Termomeccanica, Oto Melara, Centrale Termoelettrica ENEL, etc.). I rilievi fonometrici hanno documentato gli alti livelli indotti dalle attività portuali e cantieristiche, sia nelle zone immediatamente prospicienti che in punti lontani, anche nel caso di misurazioni notturne. Questa situazione è stata anche confermata (agosto 1999) da indagini sulla rumorosità svolte dall'ARPAL presso alcune abitazioni poste lungo Viale San Bartolomeo.

Analizzando le diverse situazioni tipiche di traffico veicolare in tempi di riferimento diurni e notturni, è stato possibile evidenziare come questa sorgente sonora sia presente in modo diffuso su tutto il territorio comunale e come abbia forte impatto sui livelli di inquinamento acustico riscontrati, ponendosi come la più importante fonte di disturbo. Praticamente il 95% delle misure eseguite per la caratterizzazione della rumorosità indotta dal traffico veicolare presenta livelli superiori a 70 dBA. Inoltre, le analisi condotte dall'ARPAL sui livelli di immissione dovuti all'attività del porto mercantile mostrano come tali livelli rientrino all'interno dei limiti previsti per la zona in cui si trovano i principali ricettori, risultando inferiori ai livelli di immissione dovuti al traffico veicolare su Viale San Bartolomeo.

In ogni caso è da sottolineare che i dati sopraesposti si riferiscono a misure eseguite più di dieci anni fa quindi hanno un valore prettamente indicativo che tuttavia permette un confronto con i livelli misurati attualmente per rilevare o meno dei miglioramenti. Nel corso degli anni il Servizio Ambiente del Comune della Spezia ha svolto diverse campagne di monitoraggio acustico in tutta la città, dalle quali è emerso che, rispetto ai valori registrati un decennio fa, gli interventi su mobilità e altre sorgenti acustiche hanno prodotto un abbattimento dei livelli sonori, che tuttavia rimangono critici in talune

zone puntuali. Precisamente, tra il 2002 e il 2004, sono state effettuate alcune campagne di monitoraggio i cui risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti in situazioni precedenti.

Analizzando 46 confronti di questo tipo è emerso che ci sono stati:

- n° 10 peggioramenti
- n° 14 situazioni invariate
- n° 22 miglioramenti

Una situazione maggiormente specifica dell'area di studio è offerta da alcuni dati riportati nel documento "Piano d'azione per lo sviluppo sostenibile" realizzato nell'ambito di Agenda 21 per il Comune della Spezia. Qui sono riassunte alcune considerazioni sui livelli acustici del Comune tratte a loro volta dal documento Arpal "Valutazione della rumorosità indotta dal porto mercantile della Spezia, Relazione Tecnica, 2000". Dalla valutazione suddetta sono emerse talune criticità soprattutto nelle aree prospicienti il porto ed in particolare:

- area retroportuale (Viale S. Bartolomeo): i valori rilevati nel periodo di riferimento diurno si avvicinano molto ai 75 dBA mentre in orario notturno si sono determinati livelli compresi tra 65 e 70 dBA. È da sottolineare in questo caso la concorrenza di diversi fattori oltre alle attività portuali come ad esempio il traffico veicolare che nel periodo notturno risulta in ogni caso fortemente influenzato dal traffico pesante indotto dalle attività portuali. Per quanto riguarda la rumorosità proveniente dal Porto, benché dalle misure effettuate è emerso che si trova al di sotto dei limiti di zona, si deve comunque sottolineare che:
 - nell'intorno dell'ingresso del Porto di via Palmaria la rumorosità supera sempre i limiti di zona ed il contributo specificatamente portuale, anche se difficilmente quantificabile, è rilevante;
 - sono stati rilevati specifici rumori disturbanti (sobbalzi degli autoarticolati portacontainers, fischi e segnalazioni dei treni-merci, "cicalini" dei mezzi di sollevamento, gruppi elettrogeni delle navi in ormeggio), che pur non violando sistematicamente le soglie del DPCM 14/11/1997 rientrano sicuramente nella fattispecie del disturbo della quiete pubblica di cui all'art. 659 del Codice Penale e art. 844 del Codice Civile.
 - area ospedaliera (Ospedale S. Andrea): sono stati rilevati valori medi compresi tra 65 e 75 dBA in orario diurno, mentre in orario notturno i livelli sono compresi tra 55 e 75 dBA; le sorgenti di rumore principali sono state individuate nel traffico veicolare e ferroviario;
 - aree scolastiche (Via Prospero e Via della Torre): i valori oscillano tra i 70 e 75 dBA e sono imputabili al traffico di tipo misto (autoveicoli, mezzi pesanti, autobus, motocicli);
 - via XX Settembre, angolo Via Spallanzani all'uscita della omonima galleria: le misurazioni hanno evidenziato un sostanziale decremento dei livelli rilevati nel 1993-1994 in sede di mappatura acustica, dovuti a flussi di traffico ridotti ottenuti con l'adozione del Piano Urbano del Traffico; nelle postazioni di riferimento sono stati rilevati valori diurni di 76 dBA e notturni di 73 dBA; seppur ridotto rispetto alle condizioni misurate negli anni 1993-94, la galleria resta comunque caratterizzata in tutte le ore del giorno e della notte, da flussi di traffico notevoli, fortemente influenzati dal traffico pesante.

Nell'ambito della documentazione predisposta per la Valutazione di Impatto Ambientale del PRP nel 2001 è stata realizzata una campagna di monitoraggio acustico di cui si riportano i risultati relativamente ai punti maggiormente prossimi all'area di studio. Nella figura seguente è riportata la loro ubicazione con relativa codifica.

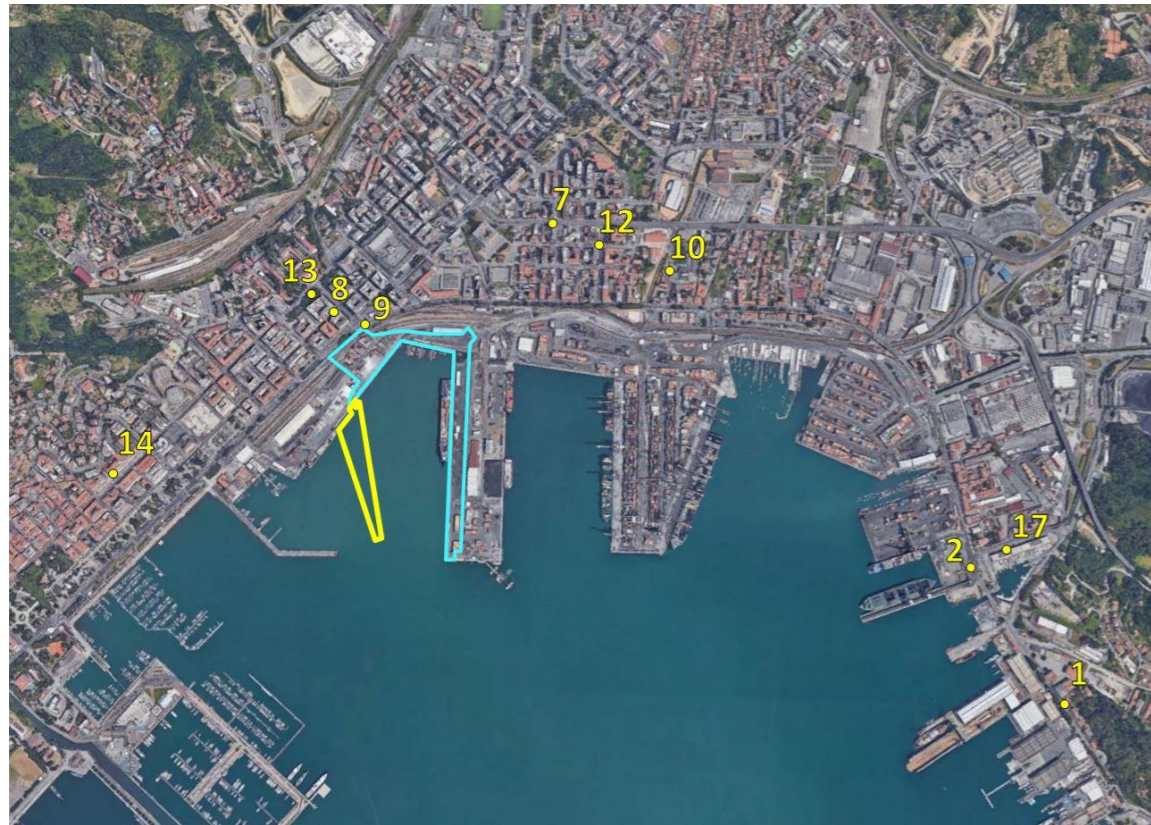


FIGURA 4-110 - UBICAZIONE PUNTI DI MISURA ESEGUITI IN SEDE DI VIA DEL PRP (IN GIALLO LA LOCALIZZAZIONE DEL NUOVO MOLO CROCIERE, ED IN AZZURRO L'AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE, FUNZIONALE ALL'ATTIVITÀ DEL MOLO)

In quasi tutti i punti si è rilevato un superamento dei limiti di classe. Maggiormente vicini all'area di studio sono i punti 8-9 in cui si sono registrati livelli sempre oltre il limite di legge.

La tabella evidenzia i punti di interesse specifico per l'intervento in progetto.

Codice punto	Codice	Postazione	Classe	Leq ₆₋₂₂ [dB(A)]	Leq ₂₂₋₆ [dB(A)]
	1	Viale S. Bartolomeo-Cantiere Oram-SEC	V (70/60)	73.5	66.6
RUM01	2	Viale S. Bartolomeo - Marciapiede davanti Scuola Scarpato	III (60/50)	71.0	63.9
	7	Via Carducci - Corso Nazionale	IV(65/55)	76.1	70.8
RUM02	8	Via XXIV Maggio - via San Cipriano	IV(65/55)	73.6	66.3
RUM03	9	Viale Italia - via San Cipriano, distributore	IV(65/55)	69.9	66.1
RUM04	10	Via Palmaria di fronte Chiesa	III(60/50)	72.4	60.0
	11	Via Carducci - via della Pianta	IV(65/55)	73.0	66.3
	12	Via G. Della Torre di fronte scuole	II(55/45)	66.6	58.1
RUM05	13	Via Veneto - Via San Cipriano	IV(65/55)	73.7	67.0
	14	Piazza Verdi - scuole elementari (prima del 30/09/01)	III(60/50)	66.5	60.8
	14	Piazza Verdi - scuole elementari (dopo il 30/09/01)	III(60/50)	68.1	61.2
	17	Viale San Bartolomeo - retro scuola elementare Scarpato	III(60/50)	55.3	57.1

TABELLA 4-80 - RISULTATI MISURE ESEGUITE IN SEDE DI VIA DEL PRP

L'accordo di collaborazione siglato tra l'Autorità Portuale e ARPAL (decreto n. 91 del 02/03/2011, rinnovato con Decreto n. 178 del 20/06/2013) per il monitoraggio dell'inquinamento acustico derivante da attività portuali fornisce dati per la valutazione del paesaggio sonoro presente nell'area, grazie a campagne di misurazioni periodiche. In particolare la campagna svolta nel novembre 2011, svolta presso l'area Terminal LSCT e su un ricettore di via San Bartolomeo 169, mettono in evidenza un superamento dei valori limite di emissione di classe VI, valutato all'interno dell'area portuale, un superamento del valore limite assoluto di immissione di classe IV presso l'unità abitativa e una flessione nei valori misurati nei giorni festivi rispetto a quelli rilevati nei giorni feriali.

La seconda campagna messa a disposizione è stata eseguita nel luglio 2012, con postazione all'interno del parcheggio limitrofo alla galleria che consente l'accesso alla Marina del Canaletto, posizione intermedia tra il perimetro dell'area portuale e la facciata delle civili abitazioni. Le misurazioni hanno rilevato la presenza di componenti tonali la cui origine non è stata tuttavia individuata. Per questo motivo si rendeva necessario un ulteriore approfondimento tramite rilievi fonometrici per stabilire la provenienza di queste componenti e il conseguente superamento/rispetto dei valori limite di classe V.

Nel 2013 sono state realizzate indagini fonometriche di 24 h per caratterizzare il clima acustico del territorio articolate in tre gruppi (figura e tabella seguenti), ovvero:

- Rilievi fonometrici lungo viale San Bartolomeo:
 - R1 - Viale San Bartolomeo 367 in data 26-27 settembre 2013
 - R3 - Istituto Nautico "Capellini-Sauro" in data 1-2 ottobre 2013
 - R6 - Viale San Bartolomeo 169 in data 16-17 ottobre 2013
- Rilievi fonometrici per la caratterizzazione della sorgente ferroviaria:
 - R2 - Recinzione adiacente il parcheggio di fronte al civico 367 di viale San Bartolomeo in data 26-27 settembre 2013.
- Rilievi fonometrici per la caratterizzazione della viabilità subalvea interna all'area portuale:
 - R5 - Rilievo di 24 h in data 2-3 ottobre 2013

Nella successiva tabella sono evidenziate le misure di interesse specifico per l'intervento in progetto.



FIGURA 4-111 - UBICAZIONE PUNTI DI MISURA ESEGUITI NEL 2013 (IN GIALLO LA LOCALIZZAZIONE DEL NUOVO MOLO CROCIERE, ED IN AZZURRO L'AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE, FUNZIONALE ALL'ATTIVITÀ DEL MOLO)

Codice punto	Postazione	Classe	Leq(day) dBA	Leq(night) dBA
RUM06	R1	IV (65/55)	66.8	61.1
RUM09	R2	Fascia A (70/60)	66.6	65.7
RUM07	R3	I (50/40)	70.4	63.7
RUM10	R5	Fascia A (70/60)	71.0	62.3
RUM08	R6	IV (65/55)	69.0	65.1

TABELLA 4-81 - RISULTATI MISURE ESEGUITE NEL 2013

Nell'ambito della stessa campagna sono state svolte misure di breve durata, limitate al periodo di riferimento diurno, finalizzate all'acquisizione delle caratteristiche emissive dell'area di scalo ferroviario e di Viale San Bartolomeo nelle ore di punta di traffico stradale.

La componente stradale è stata oggetto di un rilievo di circa un'ora nella giornata del 1 ottobre 2013, dalle 16.50 alle 17.50 circa, durante il quale è stato rilevato un livello equivalente pari a 73.3 dBA, a fronte del transito di 1635 veicoli leggeri, 35 veicoli pesanti e 400 motoveicoli.

Per quanto riguarda la componente ferroviaria, in particolare, sono stati effettuati rilievi assistiti nelle giornate dell'1 e 2 ottobre 2013 nell'ambito del fascio binari interno al sedime portuale (Figura 4-112) utilizzando un sistema di acquisizione dati composto da 3 canali microfonici (Figura 4-113).

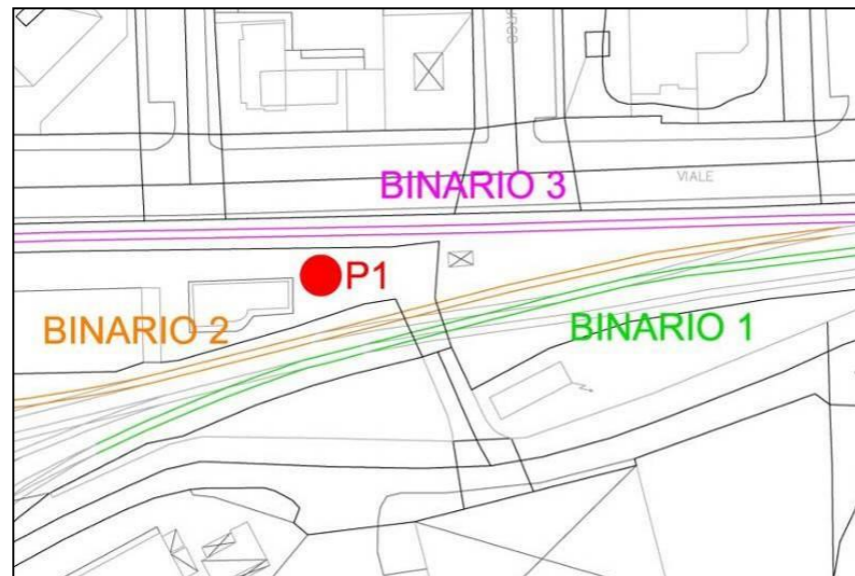


FIGURA 4-112 - LOCALIZZAZIONE PLANIMETRICA DELLA POSTAZIONE DI MISURA FERROVIARIA

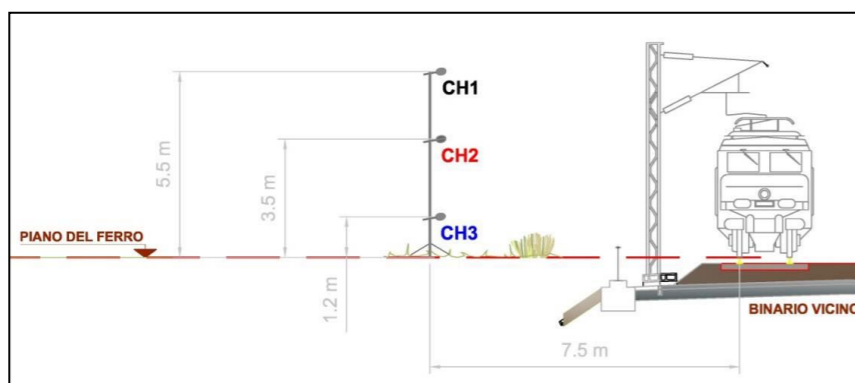


FIGURA 4-113 - LOCALIZZAZIONE IN SEZIONE DELLA POSTAZIONE DI MISURA FERROVIARIA

I campionamenti effettuati hanno consentito di definire le caratteristiche emissive di alcune operazioni tipiche delle operazioni di movimentazione e composizione dei convogli che accedono all'area portuale.

Questa campagna ha permesso di evidenziare come si riscontrino esuberanti, particolarmente evidenti anche in periodo notturno, che assumono entità ancora più rilevanti in relazione alla presenza di ricettori sensibili esposti all'impatto diretto. Infine, all'interno dell'accordo di collaborazione tra Autorità Portuale ed ARPAL (Decreto n. 126 del 25/08/2015) è stata eseguita un'ulteriore campagna nel marzo 2016.

4.4.6. Conclusioni operative

La complessità del sistema emissivo tipico degli ambiti portuali si sovrappone nel caso del Porto della Spezia ad una importante componente di rumore da traffico stradale che insiste sull'ambito edificato retroportuale più volte indicato come critico rispetto all'impatto acustico complessivo.

Il decorso storico evidenzia un miglioramento delle condizioni complessive di esposizione, ma sussiste la difficoltà nel riconoscimento delle diverse componenti emissive. Considerando che i limiti massimi ammissibili per l'area, associabili sia alla componente ferroviaria che alla componente stradale, sono complessivamente pari a 70 dBA diurni e 60 dBA notturni in relazione ai limiti delle fasce di pertinenza e all'applicazione del principio di concorsualità, si riscontrano esuberanti, particolarmente evidenti in periodo notturno, che assumono entità ancor più rilevanti in relazione alla presenza di ricettori sensibili direttamente esposti all'impatto diretto.

Ad oggi non è stata chiaramente identificata la componente emissiva direttamente riconducibile alle attività strettamente portuali, al netto del traffico stradale e della movimentazione ferroviaria, ai fini di un confronto con i limiti di legge derivanti dall'applicazione della classificazione acustica comunale, in attesa dell'emanazione del regolamento di esecuzione specifico per la disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico marittimo (art. 11 L.447/95).

4.4.7. Mappatura dei livelli di rumore di origine stradale

L'analisi dello stato attuale di rumorosità dell'area di studio, precedentemente riportata, evidenzia la complessità del quadro emissivo che insiste sul sistema ricettore presente nell'area retroportuale, soggetta agli impatti determinati dalla viabilità cittadina e da tutte le operazioni riconducibili all'operatività dello scalo portuale della Spezia.

Nell'ambito di questa complessità i modelli previsionali permettono di isolare e portare in evidenza la componente di rumore determinata dal traffico stradale, considerando in primo luogo le emissioni correlate direttamente all'intervento, come ad esempio i flussi di bus relativi all'attività crocieristica sulle viabilità prossime al futuro Molo Crociere, ma secondariamente anche le emissioni di sorgenti presenti nell'ambito che concorrono alla determinazione dei livelli di rumore in prossimità del porto, quali ad esempio i flussi di veicoli commerciali interni all'area portuale, o il traffico ordinario sulle viabilità principali. Tale approccio permette una valutazione della sovrapposizione degli effetti, che meglio descrive la condizione reale dell'ambito di studio.

4.4.7.1 Definizione del metodo di calcolo

L'impatto acustico delle diverse componenti è stato simulato con l'ausilio del modello di calcolo SoundPlan 7.1, sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti a livello internazionale. Le previsioni di impatto sono state svolte utilizzando gli standard raccomandati a livello europeo nell'ambito della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale END.

Gli standard di calcolo utilizzati sono pertanto i seguenti:

- Rumore stradale: metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), citato in «Arreté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133».
- Rumore industriale: metodo previsionale basato sulla norma ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound propagation outdoors, Part 1: Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere", 1993. "Part 2: General method of calculation", 1996.

Il modello messo a punto tiene in considerazione le caratteristiche geometriche e morfologiche del territorio e dell'edificato presente nell'area di studio, le tipologie di copertura superficiale del terreno, la presenza di schermature alla propagazione del rumore, le caratteristiche meteorologiche locali e i livelli di potenza sonora delle singole sorgenti.

La procedura di simulazione è la parte centrale e una delle più delicate dello studio acustico presentandosi la necessità di gestire informazioni provenienti da fonti diverse. È stato pertanto necessario:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DTM Digital Terrain Model" esteso a tutto l'ambito di studio;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato "DBM Digital Building Model", che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;

- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno, degli edifici e dei muri.

4.4.7.1.1 Il modello geometrico del terreno

Il modello geometrico tridimensionale del terreno DTM è stato costruito partendo dalla cartografia comunale 3D.

Gli ostacoli come terrapieni, cavalcavia, svincoli od ondulazioni del terreno sono stati inclusi nel modello geometrico.

Gli edifici sono stati disegnati partendo dalle polilinee del loro contorno geometrico in pianta ed appoggiati alla ricostruzione della geometria del terreno ad una quota pari a quella del terreno in quel punto.

L'altezza degli edifici è stata calcolata in base alla differenza tra la quota di gronda e la quota di appoggio dell'edificio, con ulteriore verifica finale in base ai riscontri visivi di campo.

4.4.7.1.2 Copertura del terreno

La classificazione dell'uso del suolo è l'informazione che permette l'assegnazione ai modelli previsionali dei coefficienti di assorbimento del terreno. Le informazioni utili alla definizione di questo strato informativo possono essere estratte dal progetto Image & CORINE Land Cover 2012 (I&CLC2012), un'iniziativa comunitaria sotto il coordinamento tecnico dell'Agenzia Europea dell'Ambiente e JRC ISPRA.

Le informazioni sono tratte da foto-interpretazione di immagini satellitari ed immagazzinate in un sistema informativo geografico. La precisione del rilievo (intesa come errore quadratico medio) è nell'ordine di 25 m mentre l'unità minima interpretata è di 25 ettari.

Il progetto ha permesso di realizzare una cartografia della copertura del suolo alla scala di 1:100.000, con una legenda di 44 voci su 5 livelli gerarchici.

Per quanto riguarda le caratteristiche di impedenza della copertura del terreno, la WG-AEN's Good Practice Guide, Toolkit 13 "Ground surface type" al Tool 13.1 precisa che la classificazione degli usi del suolo può essere orientata alla necessità di associare nel modello previsionale il più opportuno fattore di assorbimento. Gli usi del suolo di riferimento sono relativi a:

- Foresta
- Aree agricole
- Parchi
- Brughiera (vegetazione bassa con arbusti e cespugli)
- Aree pavimentate
- Aree urbane
- Aree industriali
- Corpi d'acqua
- Aree residenziali

L'assegnazione dei coefficienti di assorbimento del terreno alle classi di uso del suolo dell'area di taratura è stata basata sulle seguenti assunzioni:

- G=1 per foresta, aree agricole, parchi, brughiere (terreno fortemente assorbente)
- G=0.5 per aree residenziali con tessuto urbano discontinuo (terreno mediamente assorbente)
- G=0 per aree pavimentate, aree urbane, aree industriali, corpi d'acqua (terreno liscio fortemente riflettente)

Nell'ambito dell'area di studio si rilevano coperture superficiali che sono riconducibili interamente nella categoria caratterizzata da un coefficiente di assorbimento G=0.

4.4.7.1.3 Il metodo di calcolo del rumore stradale NMPB-Routes-96

Questo metodo di calcolo è raccomandato dal Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La legislazione nazionale italiana ribadisce quanto affermato dal testo redatto dalla Commissione della comunità europea e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 22/08/2003 in merito alle linee guida relative ai metodi di calcolo.

Per il rumore da traffico veicolare viene raccomandato il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133». Nella linea guida il metodo è denominato «XPS 31-133».

Il metodo di calcolo provvisorio è raccomandato per gli Stati membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo e per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

In NMPB il calcolo dell'emissione si basa sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi.

Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un nomogramma (Figura 4-114), che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico.

Il livello di potenza sonora corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale viene a sua volta scomposto in bande di ottava in accordo alla norma EN 1793-3:1997.

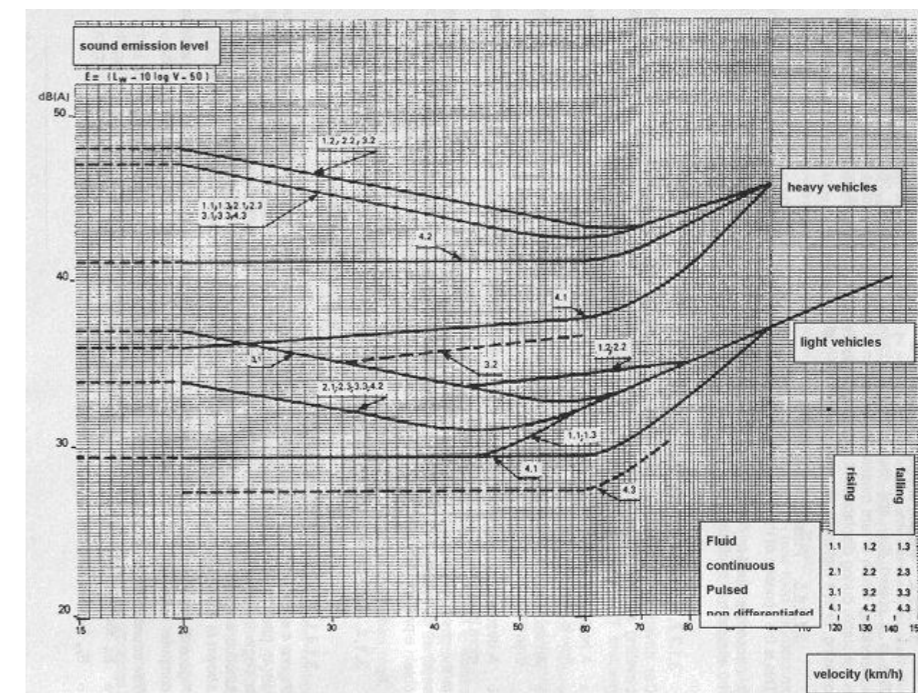


FIGURA 4-114 - NOMOGRAMMA NMPB

Da considerare inoltre che:

- la sorgente viene localizzata a 0.5 m di altezza dal piano stradale. La distanza di riferimento del livello di emissione è a 30 m dal ciglio stradale ad un'altezza di 10 m;
- il livello di emissione diminuisce con la velocità su valori bassi di transito, rimane costante per velocità medie e aumenta per velocità alte;
- le categorie di veicoli prese in considerazione sono due: veicoli leggeri (GVM fino a 3.5 tonnellate) e veicoli pesanti (GVM superiore a 3.5 tonnellate);
- non sono previsti valori di volumi di traffico caratteristici in funzione della categoria della strada e dell'intervallo di riferimento. Vengono invece distinte quattro tipologie di flusso veicolare:
 - "Fluid continuous flow" per velocità all'incirca costanti;
 - "Pulse continuous flow" per flusso turbolento con alternanza di accelerazioni e decelerazioni;
 - "Pulse accelerated flow" con la maggior parte dei veicoli in accelerazione;
 - "Pulse decelerated flow" con la maggior parte dei veicoli in decelerazione.
- la pavimentazione stradale considerata è di tipo standard, ma sono apportabili correzioni compatibili con la ISO 11819-1 in funzione del tipo di asfalto e delle velocità;

- l'influenza della pendenza della strada è inclusa nel nomogramma. Sono distinti tre casi: pendenza fino al 2%, pendenza superiore al 2% in salita e pendenza superiore al 2% in discesa.

La versione attuale di NMPB-Routes-96 citato nella norma francese XPS 31-133, può tendenzialmente sovrastimare le emissioni del parco circolante, in misura maggiore nel Nord e Centro Italia rispetto al Sud Italia.

Il confronto delle emissioni NMPB-Routes-96 con le emissioni in uso in altri paesi europei (Figura 4-115) evidenzia una buona correlazione con i dati danesi riferiti al 1981 (RMV01) e al 2002 (RMV02) e, viceversa, una sovrastima di circa 2.5 dB rispetto alle emissioni utilizzate dal metodo di calcolo tedesco RLS90. La riduzione delle emissioni determinata da un parco circolante italiano più giovane rispetto a quello considerato da NMPB-Routes-96 può tuttavia essere parzialmente compensata dalle componenti di traffico provenienti dai paesi extra europei.

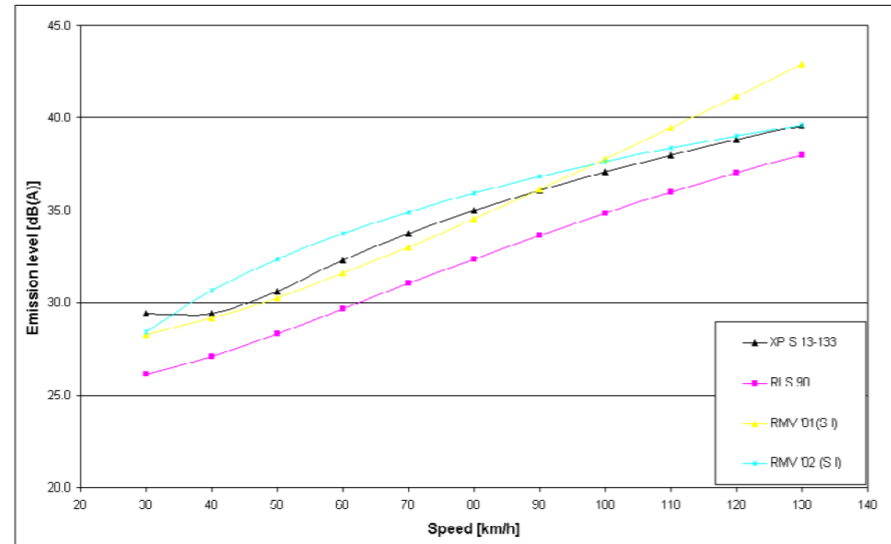


FIGURA 4-115 - EMISSIONI DEI VEICOLI STRADALI

Nella Figura 4-116 sono riportati i valori di emissione LAE per diversi metodi di calcolo per veicoli leggeri alla distanza di riferimento di 10 m e ad un'altezza di 1.5 m.

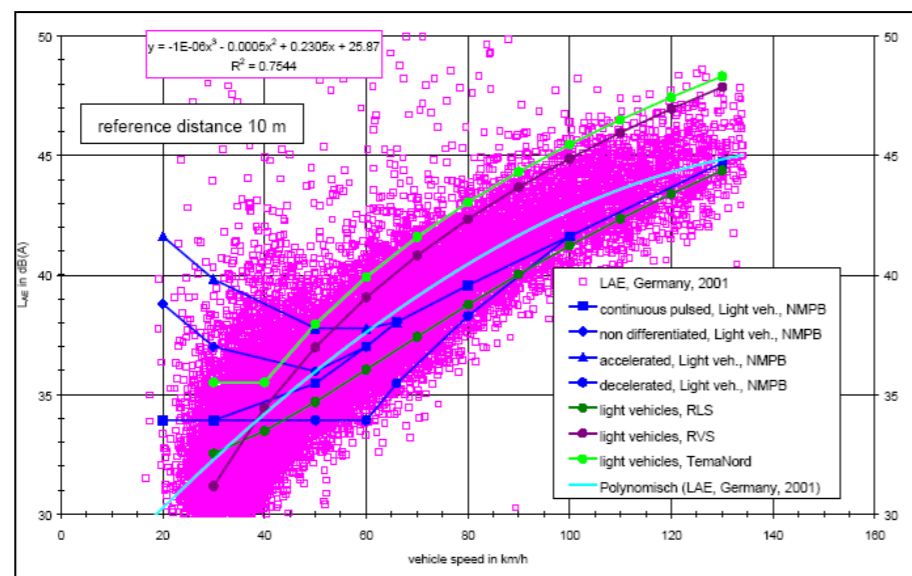


FIGURA 4-116 - VALORI DI EMISSIONE LAE IN FUNZIONE DELLA VELOCITÀ PER VEICOLI LEGGERI

Si evidenzia che i valori di esposizione LAE per gli standard NMPB e RLS sono simili per velocità superiori o uguali a 100 Km/h in caso di flusso indifferenziato, velocità e tipologia di flusso tipici di un tracciato autostradale. Per quanto riguarda la divergenza geometrica, l'assorbimento atmosferico e l'effetto del terreno NMPB96 prevede quanto segue:

- Divergenza geometrica - Il decremento del livello di rumore con la distanza (A_{div}) avviene secondo una propagazione sferica.
- Assorbimento atmosferico - Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria (A_{atm}). In NMPB le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa.
- Effetto del terreno - L'attenuazione del terreno è valutata in modo differente in relazione alle condizioni meteorologiche di propagazione. In condizioni favorevoli il termine è calcolato in accordo al metodo indicato nell'ISO 9613-2. In condizioni omogenee è introdotto un coefficiente G del terreno, che è nullo per superfici riflettenti.

4.4.7.1.4 Evoluzione delle emissioni del parco veicolare a lungo termine

In una logica di studio acustico a lungo termine è necessario considerare che il rumore può variare sia in relazione all'aumento del traffico sia al turn-over del parco circolante. In particolare, la progressiva eliminazione dei veicoli pesanti e leggeri caratterizzati dalle maggiori classi di età, avrà come conseguenza pratica una riduzione del carico rumorosità della sorgente negli scenari di progetto.

Per i paesi aderenti all'Unione Europea sono vigenti già dall'inizio degli anni '70 delle prescrizioni di omologazione che hanno obbligato i costruttori europei e gli importatori a considerare i limiti di emissione di rumore come fattore di progetto. Alla prima direttiva 70/156/CEE sono seguite successive regolamentazioni che hanno progressivamente abbassato i limiti di emissione (direttive 77/212/CEE, 84/424/CEE e 92/97/CEE) o modificato le prescrizioni tecniche del test di omologazione (Direttive 81/334/CEE, 84/372/CEE e 96/20/CEE). La Figura 4-117 visualizza la variazione dei livelli massimi ammessi dai test per i veicoli leggeri e veicoli pesanti.

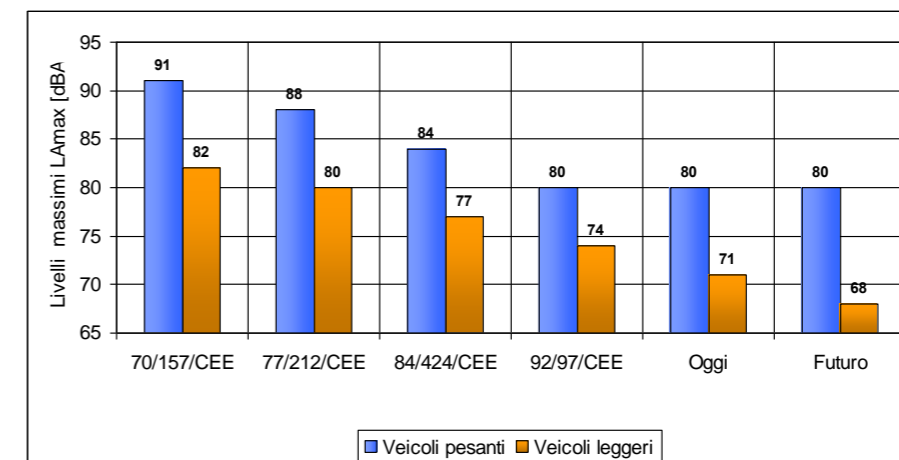


FIGURA 4-117 - EVOLUZIONE STORICA E TENDENZE DI MEDIO TERMINE

Senza entrare nel merito tecnico di conduzione dei test, descritti nella ISO 362, si ricorda che le misure degli autoveicoli vengono svolte in un campo prova rettilineo a 7.5 m dall'asse di passaggio del veicolo, condotto alla velocità di 50 km/ora e sottoposto a partire da 10 m prima della posizione del microfono ad una brusca accelerazione con differenti rapporti di marcia inseriti.

Per i veicoli pesanti e autobus i test riguardano differenti "range" di velocità. La riduzione delle emissioni in sede di omologazione non corrispondono, purtroppo, ad una pari riduzione di emissioni in tutti i range di velocità. Il confronto tra le emissioni di rumore di veicoli leggeri e di veicoli pesanti a distanza di 25 anni evidenzia infatti che le emissioni dei veicoli leggeri evidenziano piccole variazioni mentre quelle dei veicoli pesanti hanno avuto viceversa una significativa riduzione, in particolare nel campo delle velocità medio-basse (Figura 4-118).

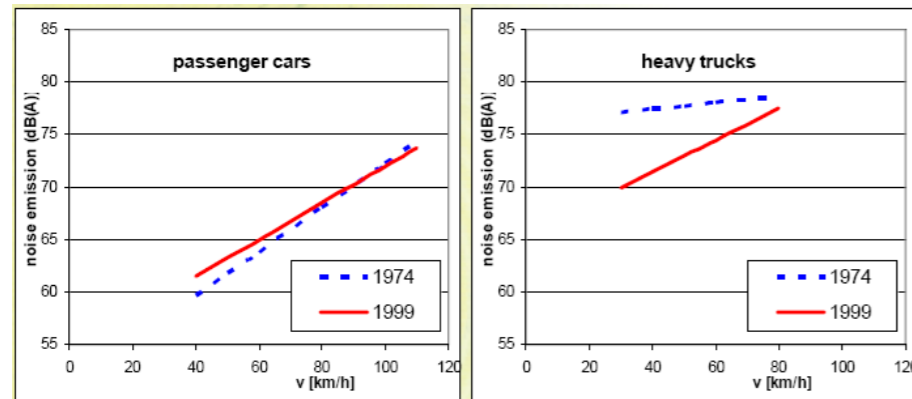


FIGURA 4-118 - EMISSIONI DI RUMORE IN FUNZIONE DELLA VELOCITÀ, VEICOLI LEGGERI E PESANTI

Le motivazioni di questo insuccesso per i veicoli leggeri sono sostanzialmente riconducibili a quattro cause:

- i limiti di omologazione sono stati definiti in modo "generoso" (in accordo alle case costruttrici) e non in relazione alla migliore tecnologia disponibile;
- i cambiamenti via via introdotti nelle tecniche di misura e nelle modalità di test hanno compensato la riduzione dei valori limite;
- la differenza tra le emissioni del "veicolo medio" e le emissioni dei veicoli ai quali sono permesse emissioni più elevate sono aumentate a causa dell'aumento di larghezza dei pneumatici (+ 1 dBA), l'aumento della percentuale di penetrazione nel mercato dei veicoli diesel (+ 1 dBA), l'aumento di immatricolazioni di veicoli SUV (+ 2 dBA).
- i test di pass-by sono rappresentativi delle emissioni di un traffico accelerato / decelerato a bassa velocità (condizioni urbane) che, come noto, sono principalmente determinate dal motore/scappamento e meno dal rotolamento.

Attualmente sono in corso di preparazione in ambito ISO i nuovi metodi di prova che potranno correggere le incongruenze manifestate dall'attuale procedura. Da considerare a tal riguardo che lo stato dell'arte permetterebbe attualmente già di ridurre da 74 dBA a 71 dBA i limiti, per poi prefigurare nel medio-lungo termine il raggiungimento di 68 dBA applicando la migliore tecnologia disponibile.

Viceversa, per i veicoli pesanti la riduzione dei limiti di omologazione ha permesso di raggiungere risultati significativi e non sono attesi ulteriori sostanziali correzioni. La valutazione del turnover del parco circolante permette di stimare una riduzione a lungo termine delle emissioni autoveicolari compresa tra 1.5-2 dBA.

4.4.7.1.5 Il metodo di calcolo del rumore industriale ISO 9613-2

Per la caratterizzazione del rumore determinato da attività industriali o ad esse assimilabili, come le attività di cantiere o le attività portuali, la Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale END indica il metodo di previsione basato sulla norma ISO 9613-2 "Acoustics - Attenuation of sound propagation outdoors, Part 1: Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere", 1993. "Part 2: General method of calculation", 1996. Tale norma tratta esclusivamente la propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore.

La Norma Tecnica ISO 9613 è riconosciuta dalla Comunità Europea come metodo di calcolo raccomandato nell'ambito dei metodi di calcolo provvisori aggiornati per il rumore delle attività industriali di cui alla Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003.

I dati di rumorosità (dati di ingresso) idonei a questo metodo di calcolo possono essere determinati mediante una delle tecniche di rilevamento descritte nelle norme internazionali ISO 8297, EN ISO 3744, EN ISO 3746:

- ISO 8297: 1994 "Acoustics - Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment - Engineering method".
- EN ISO 3744: 1995 "Acoustics - Determination of sound power levels of noise using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane".
- EN ISO 3746: 1995 "Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane".

Una maggiore accuratezza si può ottenere solo tramite caratterizzazione acustica delle singole sorgenti presenti all'interno dell'area industriale o di cantiere attraverso la conoscenza (possibilmente tramite misure dirette) dei livelli di potenza sonora in bande d'ottava.

La Norma ISO 9613 è una norma di tipo ingegneristico, rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996-2:1987 "Acoustics – Description and Measurement of Environmental Noise – Part 2: Acquisition of Data Pertinent to Land Use", che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato "A" in condizioni meteorologiche "favorevoli alla propagazione del suono"; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma ISO 9613 tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte della ISO 9613 tratta in modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica;
- l'assorbimento atmosferico;
- l'effetto del terreno (riflessioni da parte di superfici di vario genere);
- l'effetto schermante di ostacoli;
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (edifici, siti industriali).

La norma ISO 9613, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la rappresentazione di sorgenti di vario tipo come sorgenti puntiformi. In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{max}$$

dove d è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre H_{max} è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro $LAT(DW)$ in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$LAT(DW) = Lw + Dc - A$$

dove Lw è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme, Dc è la correzione per la direttività della sorgente e A l'attenuazione dovuta ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

con A_{div} attenuazione per divergenza geometrica, A_{atm} attenuazione per assorbimento atmosferico, A_{gr} attenuazione per effetto del terreno, A_{bar} attenuazione di barriere, A_{misc} attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

La condizione di propagazione favorevole è definita dalla ISO 1996-2 nel modo seguente:

- direzione del vento compresa entro un angolo di $\pm 45^\circ$ rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore, con il vento che spira dalla sorgente verso il ricevitore;
- velocità del vento compresa fra 1 e 5 m/s, misurata ad una altezza dal suolo compresa fra 3 e 11 m.

Allo scopo di calcolare un valore medio di lungo-periodo $LAT(LT)$, la norma ISO 9613 propone di utilizzare la seguente relazione:

$$LAT(LT) = LAT(DW) - C_{met}$$

dove C_{met} è una correzione di tipo meteorologico derivante da equazioni approssimate che richiedono una conoscenza elementare della situazione locale.

$$C_{met} = 0 \quad \text{per } dp < 10 (hs + hr)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(hs + hr)/dp] \quad \text{per } dp > 10 (hs + hr)$$

dove hs è l'altezza della sorgente dominante, hr è l'altezza del ricevitore e dp la proiezione della distanza fra sorgente e ricevitore sul piano orizzontale. C_0 è una correzione che dipende dalla situazione meteo locale e può variare in una gamma limitata (0 – 5 dB): la ISO 9613 consiglia che debba essere un parametro determinato dall'autorità locale.

Per quanto riguarda le attenuazioni aggiuntive dovute alla presenza di vegetazione, di siti industriali o di gruppi di edifici, la ISO 9613 propone alcune relazioni empiriche per il calcolo, che pur avendo una limitata validità possono essere utili in casi particolari.

Un aspetto importante è la possibilità di determinare un'incertezza associata alla previsione: a questo proposito la ISO 9613 ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione e tralasciando l'incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi associati a riflessioni o schermature, l'accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata in Tabella 4-82.

Altezza media di ricevitore e sorgente [m]	Distanza $0 < d < 100$ m	Distanza $100 \text{ m} < d < 1000$ m
$0 < h < 5$	± 3 dB	± 3 dB
$5 < h < 30$	± 1 dB	± 3 dB

TABELLA 4-82 - ACCURATEZZA ASSOCIABILE ALLA PREVISIONE DI LIVELLI SONORI GLOBALI

4.4.7.2 Condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del rumore

4.4.7.2.1 Il fenomeno fisico

L'influenza delle caratteristiche meteorologiche sui fenomeni di propagazione acustica è determinata, prioritariamente, dagli effetti rifrattivi prodotti sull'onda sonora mentre attraversa una atmosfera non omogenea. Ragionando in termini di raggi sonori, in analogia a quanto avviene nel campo dell'ottica per i raggi luminosi, la traiettoria del raggio sonoro risulta influenzata dalla variazione della velocità di trasmissione dell'onda nel mezzo. Tale velocità (c) in atmosfera è funzione della temperatura (t) e della proiezione della velocità del vento (u) lungo l'asse x (direzione parallela al suolo) secondo la formula:

$$c = 20.5\sqrt{T} + u\cos\theta$$

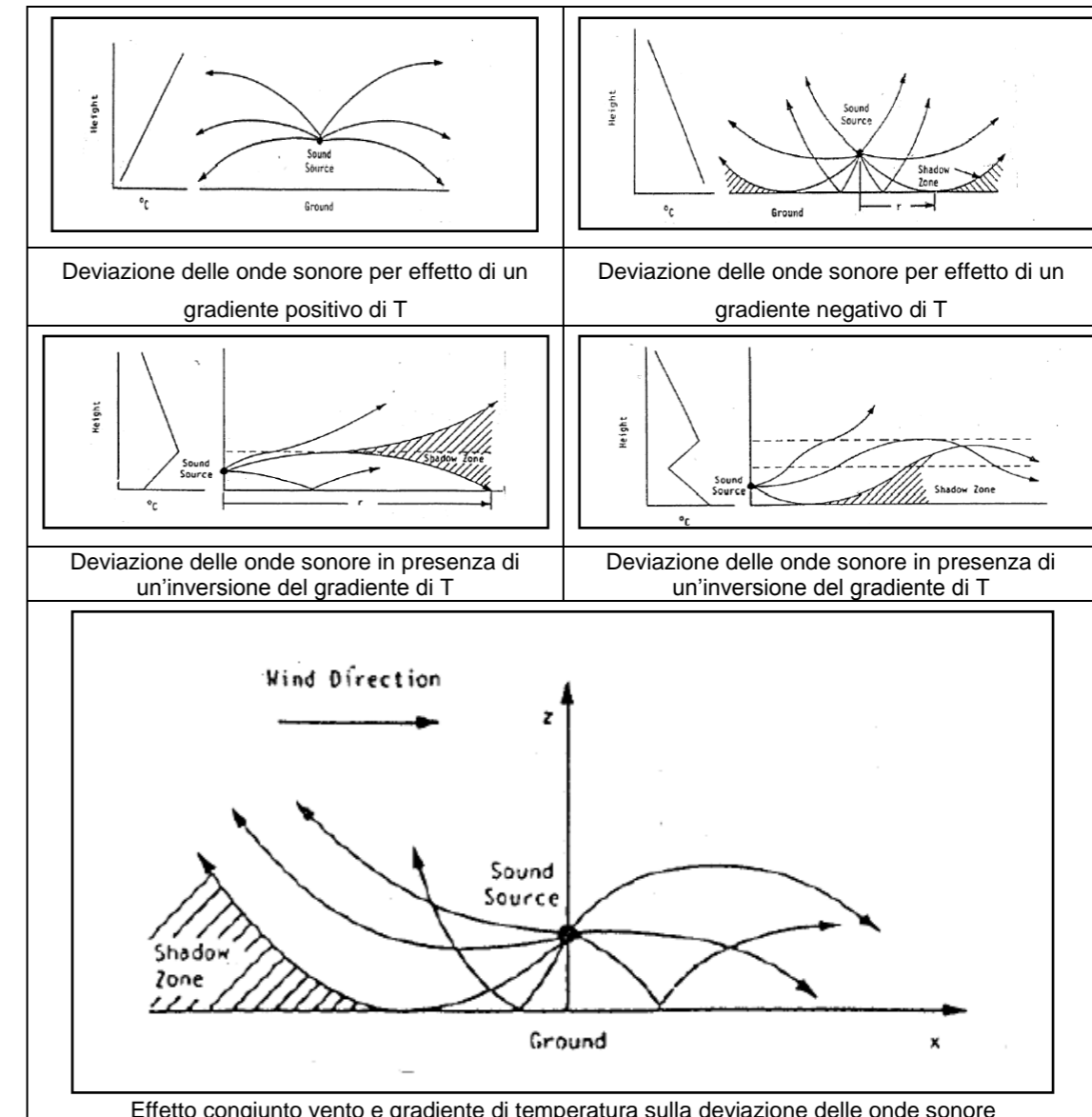
in cui θ è l'angolo compreso tra la direzione del vento e la direzione di propagazione.

In considerazione del fatto che i normali processi meteorologici, soprattutto nelle prime decine di metri dell'atmosfera a contatto con il suolo, creano gradienti verticali di temperatura e velocità del vento, appare evidente che si instaurino dei gradienti verticali della velocità del suono. Tali gradienti determinano dei profili di velocità che possono risultare costanti, decrescenti o crescenti.

In assenza di gradiente, ossia nel caso di profilo costante, i raggi sonori procedono seguendo traiettorie lineari. In presenza di un gradiente positivo i raggi curvano verso il basso. In presenza di un gradiente negativo, viceversa, i raggi curvano verso l'alto determinando, ad adeguate distanze dalla sorgente, zone di ombra acustica.

Analizzando più nel dettaglio l'influenza della temperatura dell'aria sulla propagazione del rumore si osserva che se questa aumenta con l'altezza si instaura un gradiente di velocità di propagazione positivo. Una situazione del genere si verifica in presenza di superficie del suolo fredda in quanto innervata/ghiacciata oppure semplicemente non scaldata dal sole come avviene nelle ore notturne o, ancora, al tramonto di giornate molto limpide quando il suolo si raffredda molto rapidamente per radiazione verso il cielo. Inoltre, la presenza di un gradiente di temperatura positivo può essere anche determinata dai fenomeni di schermatura della radiazione solare causati da uno strato di nubi fitte e basse. Viceversa in presenza di una riduzione della temperatura con la quota, situazione che normalmente caratterizza i bassi stati dell'atmosfera, il gradiente della velocità di propagazione del suono risulta negativo.

Gli effetti determinati dal vento sull'onda sonora, la cui velocità di norma aumenta con l'altezza dal piano campagna, possono essere diversi a seconda della posizione relativa sorgente-ricettore. Se il ricettore è localizzato sotto vento, la propagazione dell'onda sonora e il vento si sommano vettorialmente determinando un incremento della velocità di propagazione del suono con l'aumento della quota. Il fenomeno è di segno opposto, ossia consistente nella riduzione della velocità di propagazione all'aumentare dell'altezza, nelle situazioni in cui il ricettore è localizzato sopravvento. I fenomeni fin qui descritti sono graficamente esemplificati nella Figura 4-119.



Effetto congiunto vento e gradiente di temperatura sulla deviazione delle onde sonore

FIGURA 4-119 - FENOMENOLOGIA DELLA PROPAGAZIONE DEL RUMORE

4.4.7.2.2 Riferimenti normativi

Dal paragrafo precedente si è potuto appurare che i fenomeni meteorologici sono molto importanti nell'influenzare la propagazione del rumore. Alla luce di ciò nel corso degli anni la normativa ha previsto l'inclusione di tali parametri nel calcolo della propagazione del rumore da varie sorgenti. Il primo riferimento normativo che sottolinea tale necessità è la Direttiva Europea 2002/49/CE la quale nella definizione dell'indicatore armonizzato L_{den} specifica che la sua valutazione deve essere fatta per un anno medio dal punto di vista meteorologico. L'indicazione di anno medio non è tuttavia precisata da un punto di vista tecnico nella Direttiva Europea, e neppure nel suo recepimento nazionale attuato con il D.Lgs. 194/2005.

Un'indicazione di metodo è fornita dalla "Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure" prodotto dal WG-AEN (Working Group-Assesment of Exposure to Noise) della Commissione Europea, che costituisce il principale supporto per la produzione di mappe di rumore in accordo con la Direttiva 2002/49/CE.

Tale linea guida indica di valutare le condizioni meteorologiche da un punto di vista acustico, adattando quanto riportato nella ISO 1996-2:1987 (oggetto di revisione nel 2007), ed impiegando quindi la definizione di quadro meteorologico favorevole alla propagazione.

La sua valutazione si basa principalmente sulla disponibilità di informazioni non sempre reperibili, ovvero: la misura diretta dei gradienti di temperatura e della velocità del vento per mezzo di torri meteo, oppure la loro valutazione tramite le relazioni di micrometeorologia le quali, a loro volta, necessitano di particolari acquisizioni svolte con l'ausilio di anemometri tridimensionali ad ultrasuoni.

In alternativa i principali standard di calcolo forniscono indicazioni su metodi semplificati che consentono di considerare, nelle formulazioni relative alla propagazione del suono, l'effetto delle condizioni meteo.

4.4.7.2.3 La propagazione del rumore nell'area di studio

Ci sono diversi standard di calcolo utilizzati per valutare la dispersione del suono considerando fattori meteorologici, i quali variano a seconda della sorgente emissiva. Di seguito vengono elencati:

- sorgenti stradali: standard di calcolo NMPB, calcolo delle condizioni favorevoli alla propagazione del suono attraverso il metodo proposto dalla norma;
- sorgenti industriali (cantieri): standard di calcolo ISO 9613.

ISO 9613

Lo standard di calcolo definito dalla ISO 9613, indicato nella Direttiva 2002/49/CE, recepita in Italia con il Decreto Legislativo 19/08/2005 n° 194, come metodo di riferimento provvisorio per la valutazione della propagazione del rumore da sorgenti industriali, permette di calcolare la propagazione di un suono all'aperto relativamente ad un ricettore posto sottovento rispetto alla sorgente analizzata. Il livello di pressione sonora calcolato rispetto ad un ricettore viene, pertanto, definito, $L_{AT}(DW)$ in cui la notazione DW indica che il ricettore risulta posizionato sottovento rispetto alla sorgente.

Per ottenere un valore di pressione sonora sul lungo periodo (L_{AT}) in grado di considerare il fatto che il ricettore non è costantemente sottovento rispetto alla sorgente la norma prevede l'applicazione di un coefficiente correttivo degli effetti meteorologici (C_{met}), secondo la formulazione:

$$L_{AT} = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

Per il calcolo del C_{met} la norma fornisce le seguenti indicazioni:

$$C_{met} = 0 \quad \text{se} \quad d_p \leq 10(h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 \left[1 - 10 \frac{(h_s + h_r)}{d_p} \right] \quad \text{se} \quad d_p > 10(h_s + h_r)$$

dove:

h_s = altezza della sorgente sul piano campagna;

h_r = altezza del ricettore sul piano campagna;

d_p = distanza tra sorgente e ricettore proiettata sul piano orizzontale;

C_0 = coefficiente (in dB) che dipende dalle condizioni locali di velocità e direzione del vento e gradiente di temperatura.

La norma non fornisce indicazioni precise per il calcolo di C_0 rimandando la definizione dei metodi di calcolo alle autorità locali. Viene, però, indicato che il campo di variabilità di tale parametro risulta compreso tra 0 e +5 dB, con una preponderanza significativa di valori inferiori a 2 dB.

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Tedesca ha definito due metodi per la definizione del C_0 che sono implementati dal software SOUNDPLAN® utilizzato nelle valutazioni modellistiche.

Il primo metodo, impiegato in Baviera, Baden-Württemberg e Berlino, si basa sulla seguente formulazione:

$$C_0 = -10 \log \left(\frac{T_m}{100} 10^{-\frac{K_m}{10}} + \frac{T_q}{100} 10^{-\frac{K_q}{10}} + \frac{T_g}{100} 10^{-\frac{K_g}{10}} \right)$$

dove:

T_m = percentuale annuale delle condizioni di sottovento e di calma;

K_m = variazione del livello di pressione sonora associato alle condizioni di sottovento, il valore proposto è 0;

T_q = percentuale annuale delle condizioni di vento trasversale;

K_q = variazione del livello di pressione sonora associato alle condizioni di vento trasversale, il valore proposto è 1.5;

T_g = percentuale annuale delle condizioni di sopravvento;

K_g = variazione del livello di pressione sonora associato alle condizioni di sopravvento, il valore proposto è 10.

I valori di T_m , T_q , T_g sono definiti sulla base di un'analisi della distribuzione di frequenza annuale delle direzioni del vento. In pratica vengono definite 13 classi: 12 relative ad altrettanti settori angolari di ampiezza pari a 30° e una per le situazioni di calma (velocità del vento < 0.5 m/s).

Le condizioni di sottovento, vento trasversale e sopravvento sono definite come segue e rappresentate nella Figura 4-120:

- sottovento: $\pm 45^\circ$ della direzione del vento verso il ricettore e condizioni di calma;
- vento trasversale: da 45° a 135° e da 225° a 315° della direzione di propagazione;
- sopravvento: $\pm 45^\circ$ della direzione del vento apposta al ricettore.

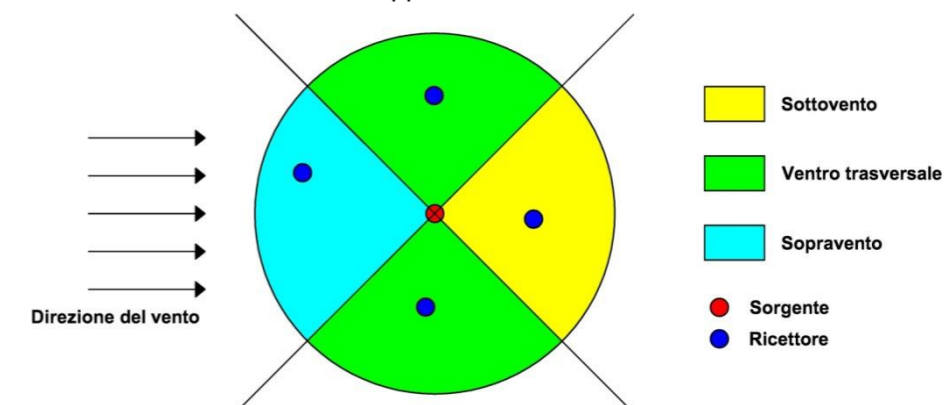


FIGURA 4-120 – SOTTOVENTO, VENTO TRASVERSALE, SOPRAVENTO SECONDO ISO 9613

Il secondo metodo, impiegato in Brandeburgo e Renania Settentrionale-Vestfalia, è molto simile al primo con la sola differenza che i valori di K_m , K_q , K_g sono sostituiti dalla funzione $\Delta L(\varepsilon)$ in cui ε rappresenta l'angolo compreso tra la direzione del vento e la congiungente sorgente-ricettore.

La suddetta funzione ha la seguente formulazione:

$$\Delta L(\varepsilon) = 5 - 5 * \cos(\varepsilon - 45 * \sin(\varepsilon))$$

In Figura 4-121 si riporta l'andamento di $\Delta L(\varepsilon)$ in funzione ε da cui si può notare che in corrispondenza che per $\varepsilon=0$, $\varepsilon=90$ e 270 e $\varepsilon=180$, si ritrovano rispettivamente i valori dei coefficienti K definiti dal precedentemente metodo rispettivamente per le condizioni di sottovento, vento trasversale e sopravvento.

Il valore di C_0 viene calcolato, a partire dai valori di $\Delta L(\varepsilon)$ calcolati per i 12 settori (ognuno di 30 gradi) delle direzioni del vento, attraverso la formula:

$$C_0 = -10 \log \left(\sum_{i=1}^{12} \frac{T_i}{100} 10^{-\frac{\Delta L(\varepsilon)_i}{10}} \right)$$

dove:

T_i = percentuale annuale delle occorrenze delle direzioni del vento relative al settore "i".

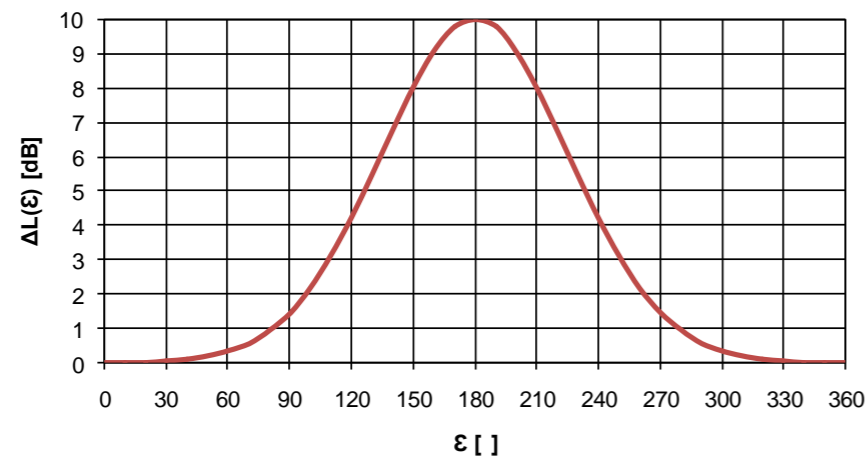


FIGURA 4-121 – ANDAMENTO $\Delta L(\epsilon)$ IN FUNZIONE ϵ

NMPB-Routes-96

Il metodo di calcolo NMPB-Routes-96, indicato nella Direttiva 2002/49/CE, recepita in Italia con il Decreto Legislativo 19/08/2005 n° 194, come metodo di riferimento provvisorio per la valutazione della propagazione del rumore da sorgenti stradali, distingue due tipi di propagazione in funzione delle condizioni meteorologiche. Il tema è approfondito nella versione aggiornata del metodo (NMPB 2008) a cui si farà riferimento nel presente elaborato.

Le due condizioni di propagazione definite dal metodo riguardano:

- rifrazione verso il basso: i livelli di rumore calcolati in questa condizione (L_F), non rappresentano i valori "massimi" che si possono determinare ma corrispondono ad una media dei valori osservanti in condizioni di propagazione favorevoli. Il metodo NMPP-2008 correla questa situazione ad un gradiente verticale delle velocità del suono di 0.07/s;
- condizioni omogenee: i livelli di rumore relativi a questa situazione (L_H) considerano la situazione ideale di atmosfera omogenea che determina la propagazione dei raggi sonori in maniera rettilinea.

Il metodo non prevede il calcolo in condizione di rifrazione dei raggi verso l'alto. Nel calcolo dei livelli sonori a lungo periodo, in un'ottica cautelativa, le condizioni di rifrazione verso l'alto vengono associate alle condizioni omogenee.

La formulazione relativa al calcolo dei livelli sonori sul lungo periodo è la seguente:

$$L_{LT} = 10 \log \left(p 10^{\frac{L_F}{10}} + (1-p) 10^{\frac{L_H}{10}} \right)$$

dove

p = probabilità dell'occorrenza delle condizioni di rifrazione verso il basso sul lungo periodo.

Il valore di p dipende dalle caratteristiche meteorologiche del sito, in particolare dalla distribuzione della direzione del vento, ed è specifico per ogni ricettore in funzione della direzione sorgente-ricettore.

L'individuazione delle condizioni favorevoli alla propagazione può essere effettuata con il metodo sintetizzato nella Tabella 4-83. L'applicazione del metodo richiede la disponibilità di un set di dati orari, come minimo annuale, con il decorso temporale dei parametri meteo che consento di definire le condizioni del campo anemologico ("U") e del profilo verticale della temperatura ("T"), combinando le quali possono essere individuate le condizioni di propagazione favorevole. La determinazione delle condizioni "T" richiede la disponibilità del dato di temperatura al suolo e in quota, al fine di poter valutare la differenza di temperatura (ΔT) in funzione della differenza di quota e, pertanto, poter utilizzare le definizioni delle condizioni "T" proposte dal metodo NMPB è sintetizzati nella Tabella 4-84. Per la determinazione delle condizioni "U", oltre alla velocità del vento e necessario verificare le condizioni di sopra/sotto vento del ricettore rispetto alla sorgente in base alla definizione riportata nella Figura 4-122.

In assenza di dati meteo in grado di fornire informazioni sulle condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione (CFP) del rumore, la Linea Guida WG-AEN (Final Draft - Version 2, 13th January 2006), Toolkit 17, suggerisce l'utilizzo delle seguenti condizioni standard:

- day (06:00- 20:00) condizioni favorevoli 50%
- evening (20:00- 22:00) condizioni favorevoli 75%
- night (22:00 – 06:00) condizioni favorevoli 100%.

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

U1	Vento forte (> 3m/s) e ricettore sopravvento	T1		Giorno, forte radiazione, superficie secca, calma di vento
U2	Vento di media intensità (1÷3 m/s) e ricettore sopravvento Vento forte e ricettore leggermente sopravvento	T2		3 delle 4 condizioni della situazione T1
U3	Assenza di vento Vento parallelo alla sorgente stradale	T3		Alba o tramonto Cielo coperto, presenza di vento e superficie non troppo umida
U4	Vento di media intensità (1÷3 m/s) e ricettore leggermente sottovento Vento forte e ricettore parzialmente sottovento	T4		Notte nuvoloso Notte presenza di vento
U5	Ricettore sottovento	T5		Notte, cielo libero, calma di vento

--	Raggi sonori fortemente curvati verso l'alto in grado di determinare una significativa attenuazione dei livelli sonori (situazione sfavorevole)
-	Raggi sonori curvati verso l'alto in grado di determinare una parziale attenuazione dei livelli sonori (situazione sfavorevole)
Z	Raggi sonori che si propagano in linea retta, assenza di fenomeni meteorologici in grado di interferire con la propagazione del suono (situazione omogenea)
+	Raggi sonori curvati verso il basso in grado di determinare un parziale incremento dei livelli sonori (situazione favorevole)
++	Raggi sonori fortemente curvati verso il basso in grado di determinare un significativo incremento dei livelli sonori (situazione favorevole)

TABELLA 4-83- MATRICE A DOPPIA ENTRATA PER LA DETERMINAZIONE DEGLI EFFETTI METEOROLOGICI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE SONORE A PARTIRE DA FATTORI METEO DIRETTAMENTE OSSERVABILI

Classe	$\Delta T/m$
T1	$\Delta T < -0.04$
T2	$-0.04 \leq \Delta T < -0.02$
T3	$-0.02 \leq \Delta T < -0.01$
T4	$0.01 < \Delta T \leq 0.015$
T5	$\Delta T > 0.015$

TABELLA 4-84 - DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI "T"

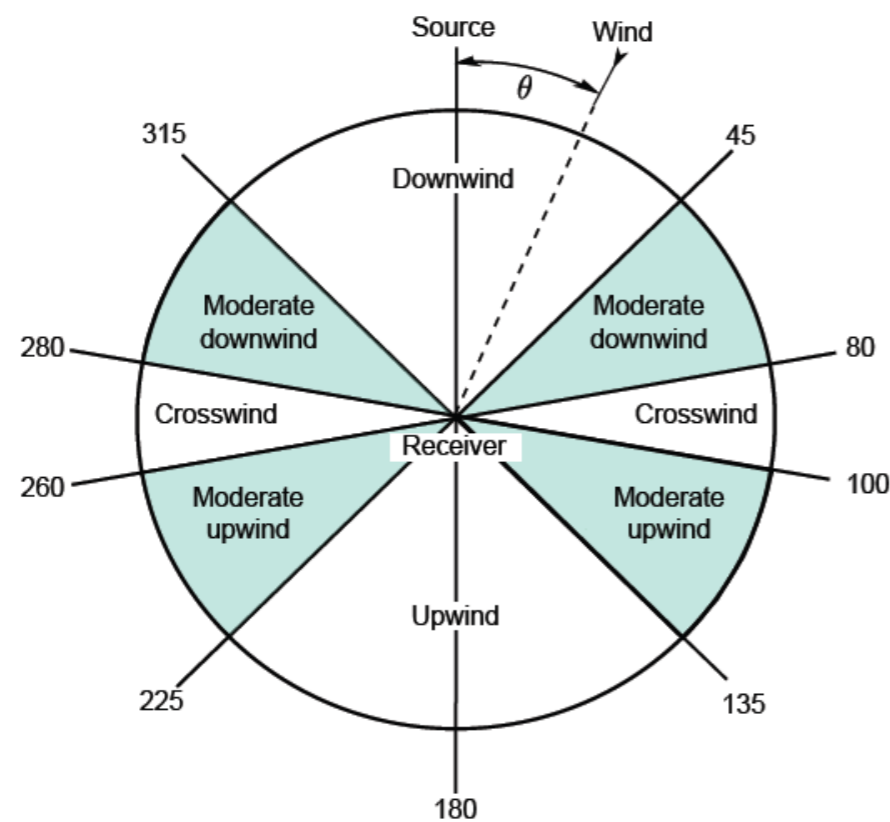


FIGURA 4-122 - DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI SOPRA/SOTTO VENTO

Al fine di poter comporre un quadro previsionale corretto sia in termini di indicatori di rumore sia di dimensionamento acustico degli interventi di riduzione del rumore, si è pertanto ritenuto opportuno verificare la possibilità di utilizzare a fini acustici i dati meteorologici specifici del sito generalmente impiegati per la trattazione dei fenomeni di dispersione in atmosfera degli inquinanti, individuando una metodologia in grado di determinare la percentuale di condizioni favorevoli alla propagazione delle onde sonore.

Una delle fonti più autorevoli che gestisce gli archivi dei dati meteorologici del Nord Italia e che è in grado di rispondere alle esigenze dei principali modelli di simulazione è il Servizio IdroMeteoClima della regione Emilia Romagna. In particolare, per la caratterizzazione meteo climatica dell'area oggetto di studio si è fatto riferimento ai dati forniti dal modello LAMA, prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell), che copre tutta l'Italia a partire dal 1 Aprile 2003. I dati utilizzati sono relativi all'anno 2015.

Per quanto riguarda la localizzazione del punto utilizzato e le caratteristiche dei parametri meteo-climatici calcolati, si deve far riferimento a quanto riportato nel par.4.2.

4.4.7.3 Ipotesi di calcolo

La mappatura dei livelli di rumore stradale, per l'Ambito 5, è stata effettuata considerando l'emissione congiunta derivanti dalle componenti di traffico interne ed esterne al porto. In particolare sono state considerate le emissioni delle principali arterie stradali che perimetrano il sedime portuale (Viale Italia e Viale San Bartolomeo), in quanto costituiscono la principale fonte di impatto da rumore sul fronte retroportuale. I flussi veicolari considerano il traffico complessivo determinato dalla somma dell'indotto portuale e della componente non riconducibile all'esercizio del Porto della Spezia. Rispetto alla ricostruzione del modello di traffico, considerando l'impostazione normativa sul rumore stradale maggiormente orientata ai valori di lungo periodo, vengono utilizzati per le simulazioni i risultati del modello Top - Down, assimilabile ad una media annuale.

La tabella seguente riporta il dettaglio dei flussi veicolari orari derivati dallo studio trasportistico e utilizzati per le simulazioni acustiche. Sebbene ai fini di un confronto con i limiti di legge applicabili le simulazioni acustiche considerino gli effetti del traffico che complessivamente insiste sugli archi stradali oggetto di analisi, per consentire un'analisi delle componenti specifiche la tabella riporta anche il traffico non riconducibile alle attività portuali.

Il confronto evidenzia che i veicoli leggeri in transito sono estranei alle attività portuali per una quota molto prossima alla totalità, mentre per i veicoli pesanti le attività portuali assumono un'incidenza maggiore, che in periodo diurno raggiunge il 40% circa nella tratta di Viale San Bartolomeo compresa tra Via Valdilocchi e l'ingresso del TdG. Nella stessa tratta in periodo notturno il traffico di veicoli pesanti portuali raggiunge una quota prossima al 75%.

Per quanto riguarda i flussi interni, non essendo disponibili dati di dettaglio sulla mobilità lungo le banchine, i valori riportati nella tabella sono stati estesi ai percorsi che si sviluppano nelle aree di carico scarico ipotizzando movimentazioni cautelative che posizionano la maggior parte dei transiti lungo i tracciati più vicini al fronte edificato.

Tratta Stradale	Flussi Veicolari Orari			
	Veicoli Leggeri		Veicoli Pesanti	
	Diurni (6-22)	Notturmi (22-6)	Diurni (6-22)	Notturmi (22-6)
<i>Viabilità esterna all'ambito portuale - Traffico totale</i>				
V.le Italia (da V. Campanella a V. San Cipriano)	1808	150	11	1
V.le San Bartolomeo (da V. San Cipriano a V. Palmaria)	1333	111	22	1
V.le San Bartolomeo (da Via Palmaria a V. Valdilocchi)	1214	101	28	3
V.le San Bartolomeo (oltre V. Valdilocchi)	1087	91	28	6
<i>Viabilità esterna all'ambito portuale - Solo traffico NON riconducibile alle attività portuali</i>				
V.le Italia (da V. Campanella a V. San Cipriano)	1803	150	6	1
V.le San Bartolomeo (da V. San Cipriano a V. Palmaria)	1327	111	17	1
V.le San Bartolomeo (da Via Palmaria a V. Valdilocchi)	1209	101	21	2
V.le San Bartolomeo (oltre V. Valdilocchi)	1087	91	17	1
<i>Viabilità interna all'ambito portuale</i>				
"A" - Ingresso V.le Italia (da V. Campanella a V. Crispi)	5	0	5	0
Tratta da rotonda crociere a "A"	5	0	5	0
"B" - Ingresso V.le Italia (altezza V. San Cipriano) (*)	-	-	-	-

Tratta Stradale	Flussi Veicolari Orari			
	Veicoli Leggeri		Veicoli Pesanti	
	Diurni (6-22)	Notturni (22-6)	Diurni (6-22)	Notturni (22-6)
Tratta da rotonda crociere a "B"	5	0	5	0
"C" - Ingresso V.le S. Bartolomeo (altezza V. Palmaria)	1	0	3	1
Tratta da "B" a "C"	1	0	5	2
"D" – Sottopasso	0	0	57	22
Tratta da "C" a "D"	0	0	54	20
"E" - Ingresso V.le San Bartolomeo (varco Ravano)	0	0	14	5
Tratta da "D" a "F"	-	-	-	-
"F" - Ingresso V.le San Bartolomeo (varco TDG)	0	0	11	4

(*) Accesso non presente nella configurazione attuale, ma previsto nello scenario progetto

TABELLA 4-85 - DATI DI TRAFFICO UTILIZZATI PER LE SIMULAZIONI DEL RUMORE STRADALE

4.4.7.4 Mappatura delle isofoniche

Le figure seguenti riportano la rappresentazione grafica dei risultati delle valutazioni previsionali di impatto della sorgente stradale. Le mappe sono calcolate ad una altezza costante dal piano campagna pari a 4 m e rappresentate nel campo di valori compreso tra 35 e 80 dBA. I ricettori direttamente esposti al rumore stradale sono inoltre campiti con un colore che ne indica il livello di massima esposizione considerando il valore più elevato riscontrato nell'insieme dei punti di verifica collocati su tutte le facciate e tutti i piani dell'edificio.

A seguire, gli stessi risultati con scala 32-77 dBA per il confronto con i livelli di soglia.

Le mappe del rumore stradale, al fine di rappresentare la sovrapposizione degli effetti nell'ambito di studio, sono state sviluppate per l'intero sistema di viabilità prospiciente il porto, in coerenza con quanto già sviluppato nelle precedenti fasi di valutazione ambientale.

L'analisi delle mappe evidenzia una situazione di sostanziale uniformità dell'esposizione del fronte edificato su Viale Italia e Viale San Bartolomeo, con livelli di impatto diurno che superano costantemente i 70 dBA, identificati come limiti della fascia A di pertinenza stradale, e in molti casi anche i 72 dBA.

Situazione analoga si riscontra in periodo notturno, con livelli inferiori di circa 10 dBA, che si collocano pertanto a cavallo dei 62 dBA, e quindi anche in questo caso al di sopra del limite applicabile oltre che della soglia di 57 dBA rilevante ai fini della concorsualità.

Da evidenziare che le mappe e le tabelle di sintesi dei dati di traffico delineano un quadro di esubero diffuso dei limiti di legge applicabili in periodo diurno e notturno per la componente di impatto da traffico veicolare, che tuttavia risulta perlopiù determinata dal traffico ordinario non riconducibile alle attività portuali.



FIGURA 4-123 - MAPPATURA LIVELLI DI RUMORE DI ORIGINE STRADALE - STATO ATTUALE - PERIODO DI RIFERIMENTO DIURNO (SCALA 35-80 DBA)

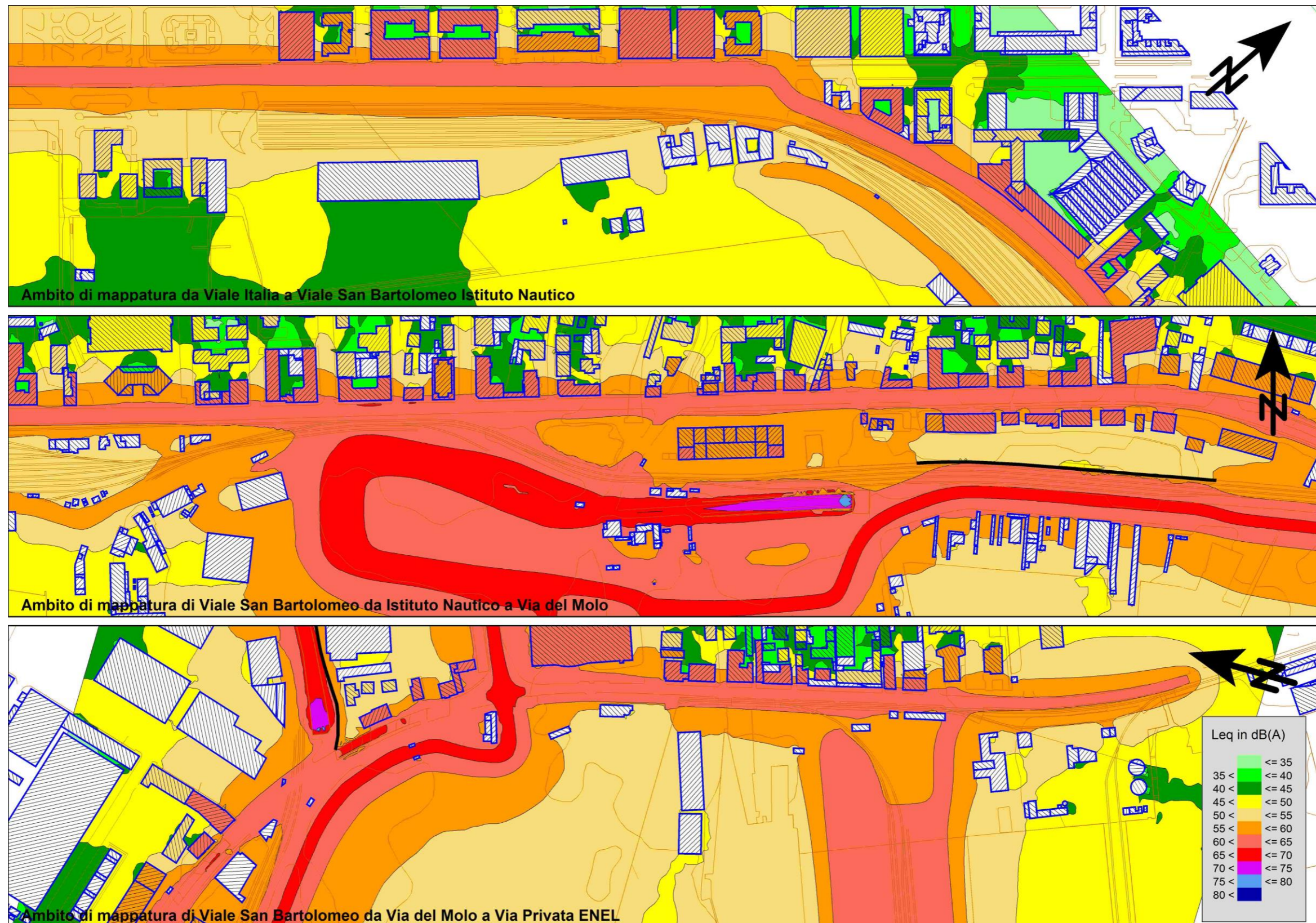


FIGURA 4-124 - MAPPATURA LIVELLI DI RUMORE DI ORIGINE STRADALE - STATO ATTUALE - PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO (SCALA 35-80 DBA)

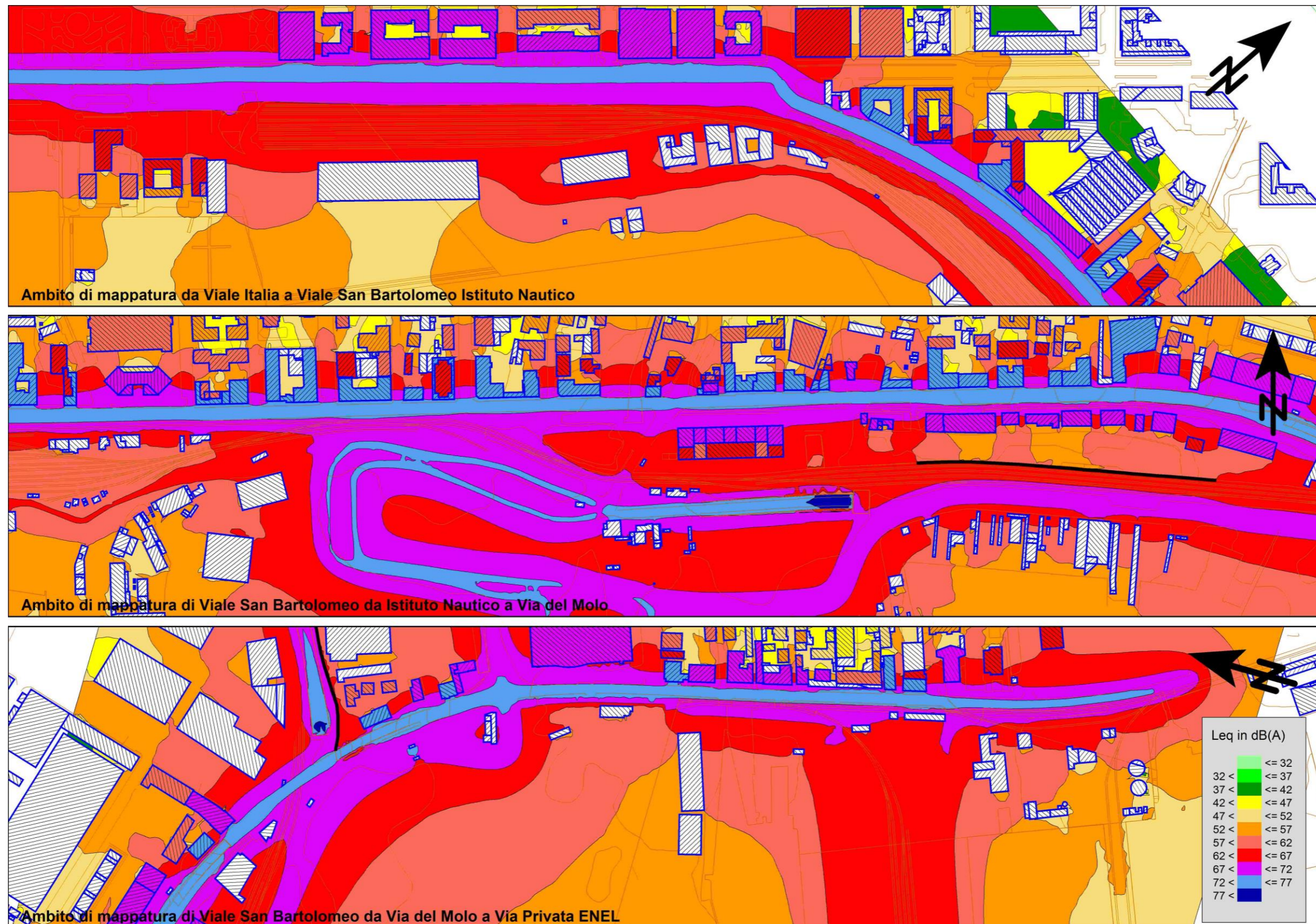


FIGURA 4-125 - MAPPATURA LIVELLI DI RUMORE DI ORIGINE STRADALE - STATO ATTUALE - PERIODO DI RIFERIMENTO DIURNO (SCALA 32-77 DBA)



FIGURA 4-126 - MAPPATURA LIVELLI DI RUMORE DI ORIGINE STRADALE - STATO ATTUALE - PERIODO DI RIFERIMENTO NOTTURNO (SCALA 32-77 DBA)

4.4.1. Sorgenti relative allo stazionamento delle navi da crociera

Le emissioni delle navi in stazionamento nelle aree portuali determinano problemi di disturbo rispetto al primo fronte edificato principalmente legati all'alto contenuto delle emissioni alle basse frequenze e, in misura variabile con la distanza, al loro contributo al livello di rumore ambientale. Il disturbo è evidentemente massimo in periodo notturno e in periodo estivo, quando spesso le finestre vengono tenute aperte.

Nell'area portuale di La Spezia si sono verificate in passato lamentele da parte dei residenti che hanno determinato l'intervento di ARPA Liguria. In particolare, l'agenzia regionale ha svolto, negli anni passati, a seguito di alcune segnalazioni, campagne di misura su un ricettore posto in via Paglieri 33 disturbato dalla rumorosità dovuta ai gruppi elettrogeni delle navi in stazionamento.

In relazione alla tipologia di intervento previsto è stato condotto uno studio per la caratterizzazione delle emissioni di rumore legate allo stazionamento in porto di navi da crociera.

4.4.1.1 Rumore alle basse frequenze

Numerosi studi hanno evidenziato che la sensibilità al rumore alle basse frequenze risulta essere molto soggettiva ma nonostante questo è ormai noto come l'esposizione prolungata a questo tipo di rumore possa causare problemi che variano dall'annoyance a vere e proprie patologie (effetti temporanei o permanenti sull'udito, problemi all'equilibrio e al sistema vestibolare, disturbi respiratori, cardiovascolari, endocrini, disturbi del sonno, fino a effetti sulla salute mentale³ 4).

Il range di frequenze tra 10 e 200 Hz contiene quello che viene definito rumore alle basse frequenze. Perché questo rumore sia udibile si devono avere livelli alti, così da superare la soglia di udibilità umana.

Il problema dell'esposizione della popolazione al rumore alle basse frequenze ha portato molti paesi europei a sviluppare criteri per la valutazione degli effetti da essa causati⁵. L'attenzione ai livelli di esposizione per questo tipo di rumore dovrà quindi essere uno dei parametri che guiderà le scelte progettuali in questo contesto.

4.4.1.2 Analisi in delle emissioni

La definizione delle emissioni di grandi navi da crociera è stata desunta da uno studio condotto dal Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova del 2008⁶ il cui obiettivo era quello di descrivere, caratterizzare e fornire una mappatura acustica di navi in transito e all'ormeggio nel porto di Venezia. Questo studio ha messo a disposizione risultati, ottenuti tramite misurazioni secondo standard nazionali ed europei. Le misure indicano come principale sorgente di rumore, quando la nave è all'ormeggio, il sistema di camini posti sopra l'imbarcazione stessa. Per questo motivo, in questa sede, la sorgente sonora è stata simulata come un parallelepipedo di dimensioni appropriate, alla cui superficie superiore è stata assegnata la potenza sonora desunta dai dati dello studio citato precedentemente. Queste potenze sono altresì in accordo con quanto fornito da altri studi a livello europeo, quali ad esempio quello svolto dal ministero dell'ambiente danese⁷ 8, o a livello mondiale⁹.

f [Hz]	dB	f [Hz]	dB
20	123	630	116
25	126	800	115
31.5	123	1000	114.5
40	122	1250	108
50	121	1600	102
63	124	2000	97
80	122	2500	90
100	119	3150	87
125	122	4000	84

f [Hz]	dB	f [Hz]	dB
160	118	5000	81
200	117.5	6300	77
250	117.5	8000	75
315	117	10000	72
400	116.9	12500	70
500	116.5	16000	70

TABELLA 4-86 EMISSIONI IN FREQUENZA DI CAMINI DI NAVE DA CROCIERA TIPO (DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA)

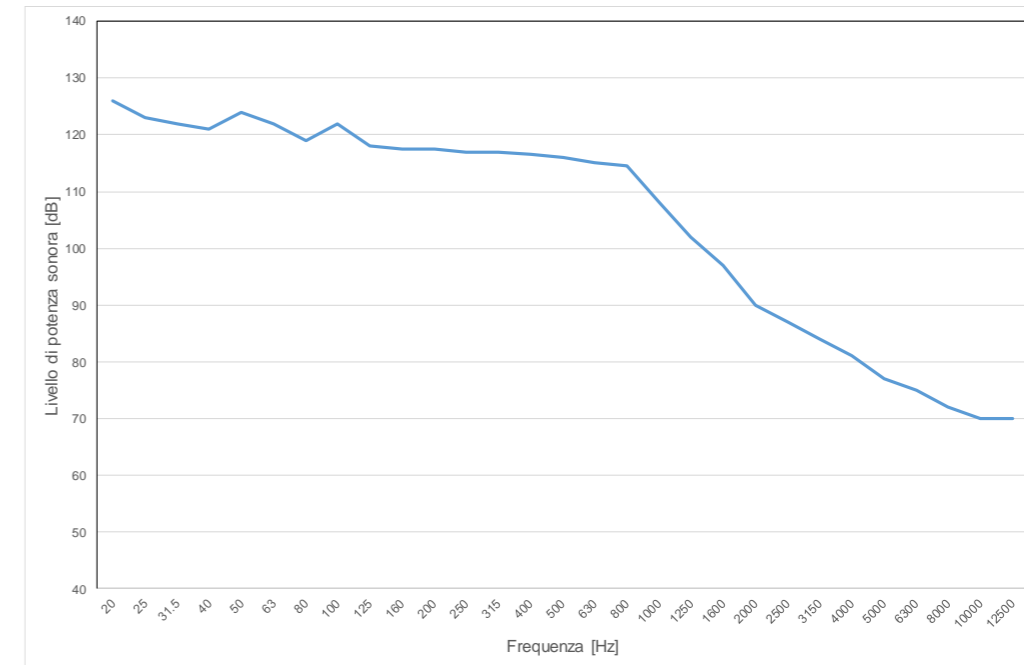


TABELLA 4-87 SPETTRO DI RUMORE DI CAMINI DI NAVE DA CROCIERA TIPO (DIPARTIMENTO DI FISICA TECNICA DELL'UNIVERSITÀ DI PADOVA)

L'intera nave è stata inserita nel modello previsionale con una geometria semplificata, per tenere conto delle riflessioni, diffrazioni e schermature che la presenza della stessa può comportare nei percorsi di propagazione delle onde sonore.

Attualmente l'attracco delle navi da crociera avviene presso il molo Garibaldi, recentemente adeguato per ospitare una nave alla volta. Si è inoltre considerato che il periodo di effettivo stazionamento della nave sia limitato a 10 ore durante il solo periodo diurno.

I risultati di calcolo sono visualizzati per mezzo di mappature 3D. Come è possibile vedere dalla mappatura delle isofoniche, tutto il primo fronte edificato è esposto a livelli di rumore compresi tra 50 – 60 dBA. Allontanandosi dal cono di emissione dei camini navali (secondo fronte edificato e ricettori posti a distanze maggiori di 300 m) i livelli si abbassano fino a diventare non significativi rispetto al rumore ambientale ante operam. Si ricorda che il rumore indotto dalle navi all'ormeggio si inserisce in un contesto già caratterizzato da livelli di rumore compresi tra 60 dBA e 70 dBA.

Al fine di meglio comprendere la significatività dell'impatto da rumore determinato dalle navi in stazionamento in banchina, è stata inoltre effettuata un'analisi sulla componente spettrale a bassa frequenza. Come è possibile notare dalla Figura 6, infatti, il range di frequenze per il quale si riscontrano i livelli massimi di emissione è compreso tra 25 e 500 Hz.

³ Berglund, B., et al. (1996). Sources and effects of low-frequency noise. The Journal of the Acoustical Society of America

⁴ Baliatsas, C., et al. (2016). Health effects from low-frequency noise and infrasound in the general population: Is it time to listen? A systematic review of observational studies. Science of the Total Environment

⁵ Leventhall, G., et al. (2003). A review of published research on low frequency noise and its effects

⁶ Caratterizzazione e modellazione acustica di navi del porto di Venezia; Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Fisica Tecnica. Pubblicato anche come atto del 35° Convegno Nazionale AIA, Milano, 11-13 giugno 2008

⁷ "Noise from ship in ports – Possibilities for noise reduction"; Danish Ministry of the Environment (<https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2010/978-87-92668-34-9/pdf/978-87-92668-35-6.pdf>)

⁸ Jakobsen, J. (2001). Danish guidelines on environmental low frequency noise, infrasound and vibration. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control

⁹ Di Bella, A. (2014). Evaluation methods of external airborne noise emissions of moored cruise ships: an overview. In Proceedings of the 21st International Congress on Sound and Vibration, Beijing, China

Le componenti a bassa frequenza sono di fatto quelle che creano la maggior sensazione di annoyance, intesa come "sensazione" in cui il soggetto si sente disturbato od impedito alle proprie attività o durante il riposo, uno stato di malessere, di fastidio, non meglio precisato, ma comune tra i soggetti esposti a rumore pressoché continuo.

In questi termini, si può notare che i livelli di esposizione dei ricettori localizzati sul primo fronte edificato alle basse frequenze possono superare i 70 dBA. L'intervento di elettrificazione dell'area portuale, annullando di fatto le emissioni provenienti dalle navi in stazionamento, potrà migliorare in maniera significativa il paesaggio sonoro dell'ambito di studio, riducendo in maniera sensibile i livelli di impatto e quindi il grado di disturbo arrecato alla popolazione esposta.

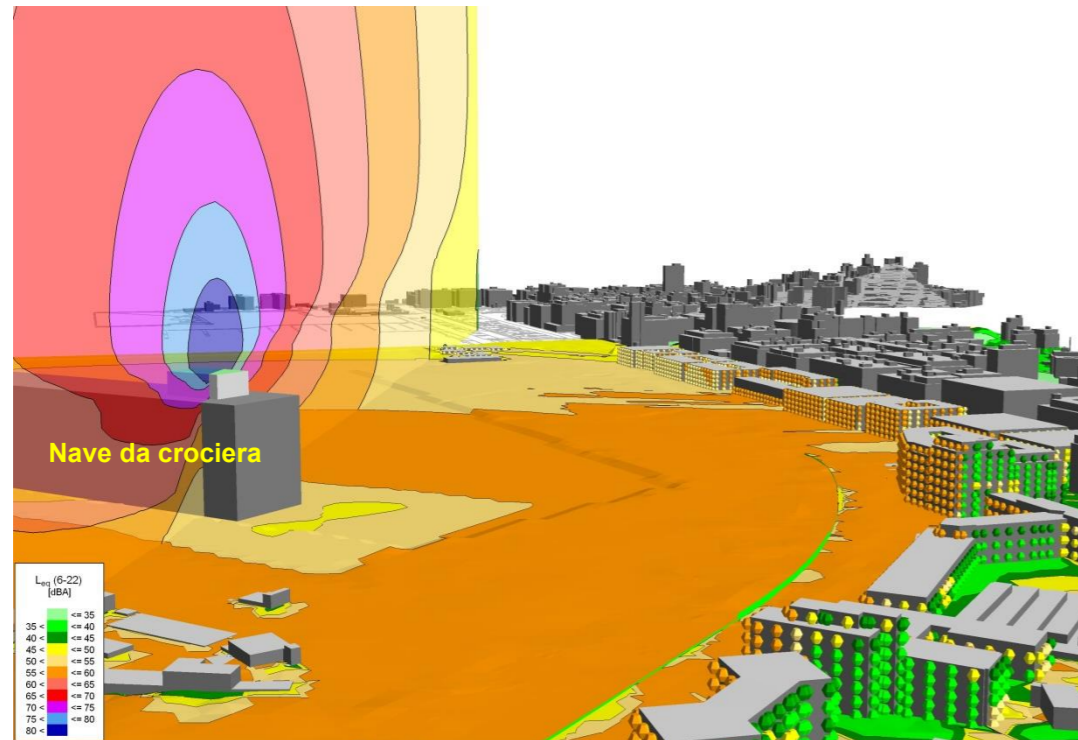


FIGURA 4-127 Leq(6-22) VISTA NORD-EST

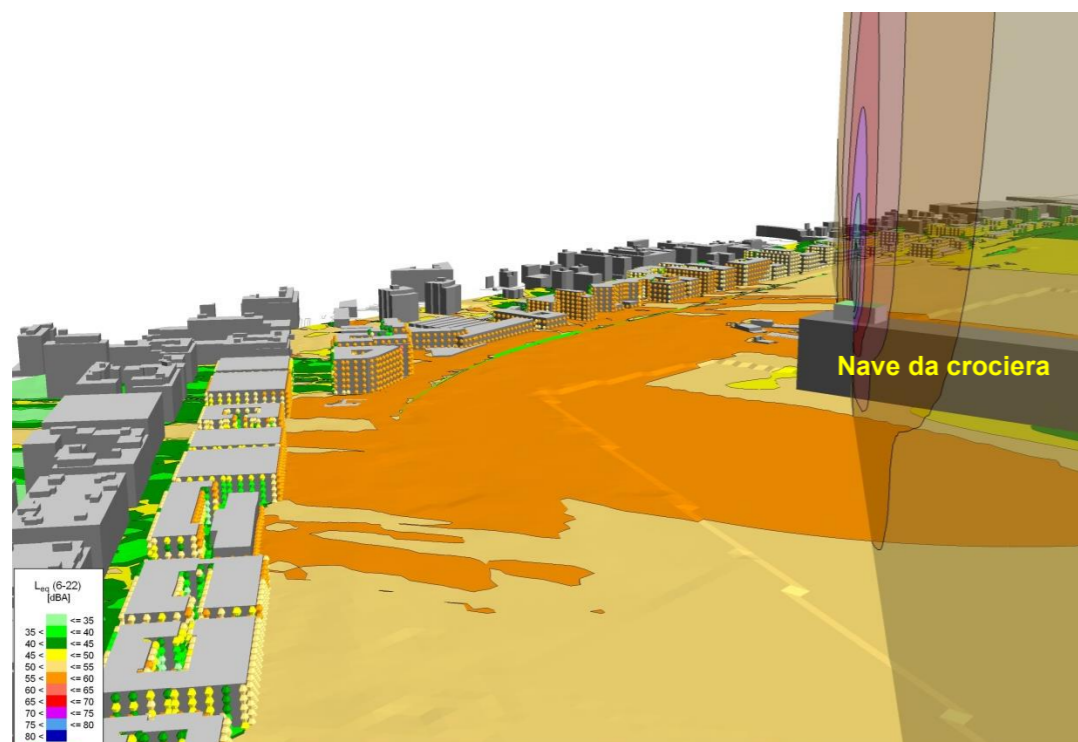


FIGURA 4-128 Leq(6-22) VISTA OVEST

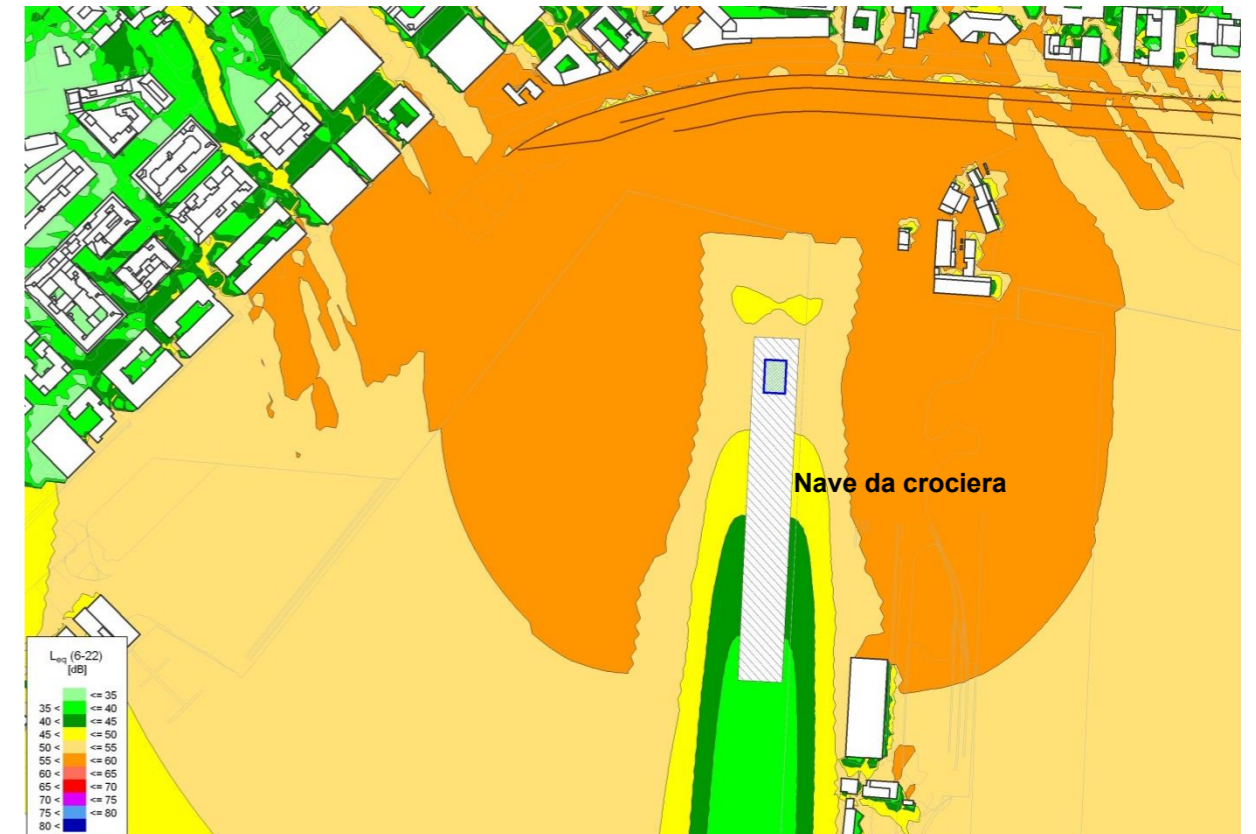


FIGURA 4-129 Leq(6-22) MAPPATURA ISOFONICHE DIURNE



FIGURA 4-130 Leq(6-22) MAPPATURE ISOFONICHE DIURNE CON RAPPRESENTAZIONE TRA 25 E 500 Hz

4.4.2. Sorgenti di rumore presenti nell'ambito portuale

4.4.2.1 Caratterizzazione delle sorgenti di rumore

L'Ambito 5 oggetto di studio è caratterizzato dalla presenza di un'ampia varietà di sorgenti di rumore dovute a macchinari e attrezzature operanti nell'area e utilizzate principalmente per la movimentazione dei container.

Per tutte le aree sono state definite le tipologie principali che si trovano ad operare, così come riportato nell'elenco seguente:

- RTG (Rubber Tyred Gantry Crane)
- STK (Stacking)
- RS (Reach Stacker)
- Gru di banchina
- Gru mobile
- Nave portacontainer
- Carrelli elevatori
- Mezzi mobili (macchine operatrici, furgoni, trattori, ecc.)

Per ciascuna di queste sorgenti è possibile assegnare una emissione di rumore desunta dalle campagne di misure specifiche effettuate nel corso del 2013.

Si riporta quindi di seguito una descrizione delle sorgenti e le principali caratteristiche tecniche ed emmissive.

4.4.2.1.1 RTG (Rubber Tyred Gantry Crane)

Si tratta di un mezzo semovente destinato allo scarico/carico dei contenitori da ralle e tir e all'impilamento dei contenitori nelle varie baie di stoccaggio presenti all'interno dell'ambito.

Il movimento di tali mezzi avviene con l'ausilio di un motore elettrico accoppiato ad un motore endotermico a ciclo diesel. Le gru di tipo RTG operano tipicamente in corrispondenza delle varie aree di stoccaggio.

Le fonti di rumore presenti nel mezzo sono identificabili in due zone distinte: il vano motore e lo scarico dei fumi. Il primo ha posizione variabile a seconda del modello, il secondo, invece, si presenta come una lunga tubazione verticale che dal vano del motore raggiunge la sommità ad una quota di circa 30-35 m. Anche per la quota a cui si trova la sorgente quest'ultimo risulta essere il maggiormente impattante. Il rumore emesso dal vano motore è infatti sensibilmente schermato dalla presenza dei contenitori, che fungono da barriera riflettente.

Si segnala, infine, la presenza di quattro avvisatori acustici ai vertici della macchina.

Di seguito viene riportata una documentazione fotografica per meglio identificare questo macchinario.

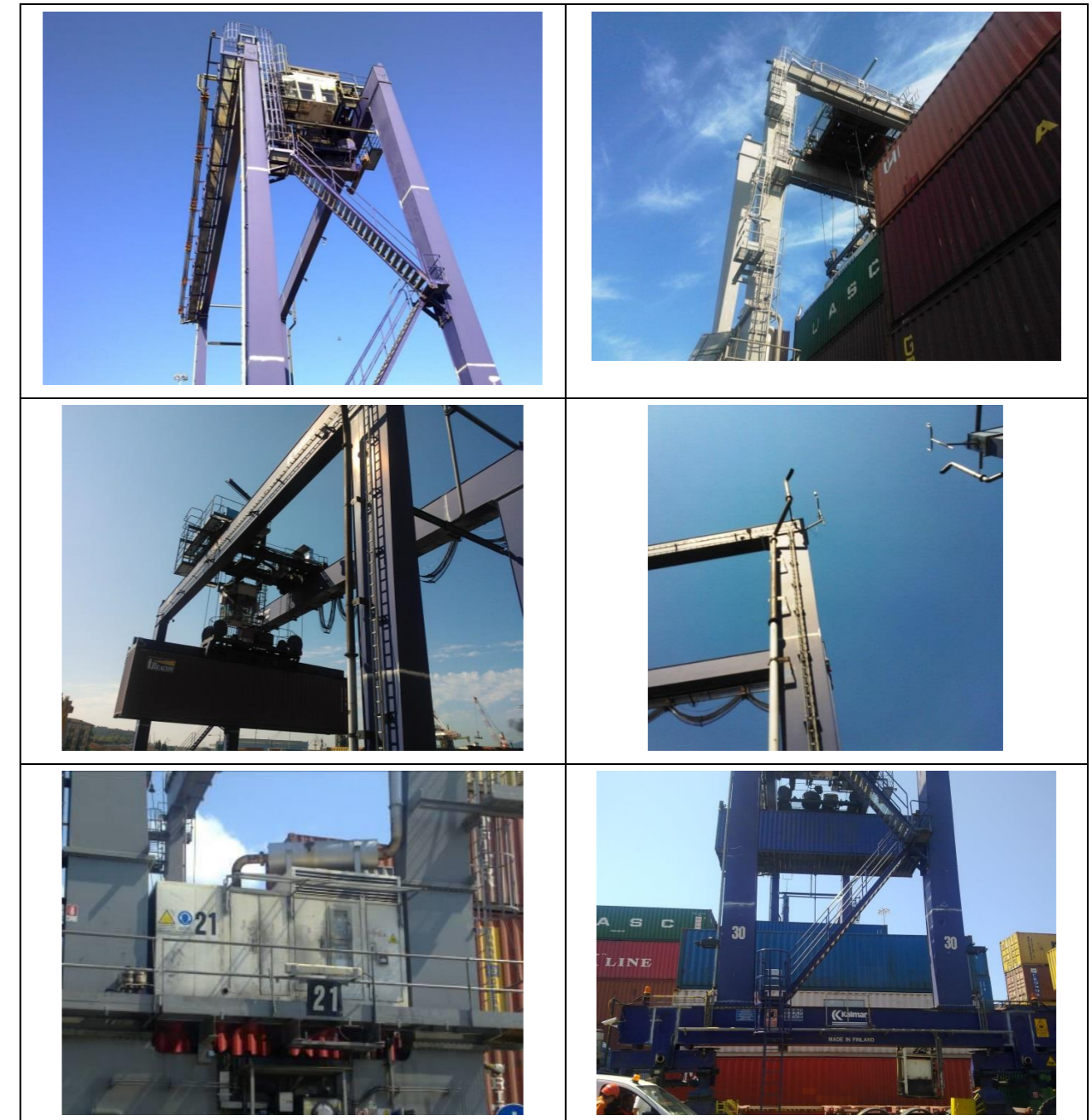


FIGURA 4-131 - RTG

Le campagne di misura hanno permesso di caratterizzare le emissioni dovute agli avvisatori acustici e da quanto emesso dallo scarico dei fumi a regime minimo/massimo del motore e durante un ciclo di discesa e salita di un contenitore.

Di seguito si riporta l'analisi delle misurazioni eseguite.

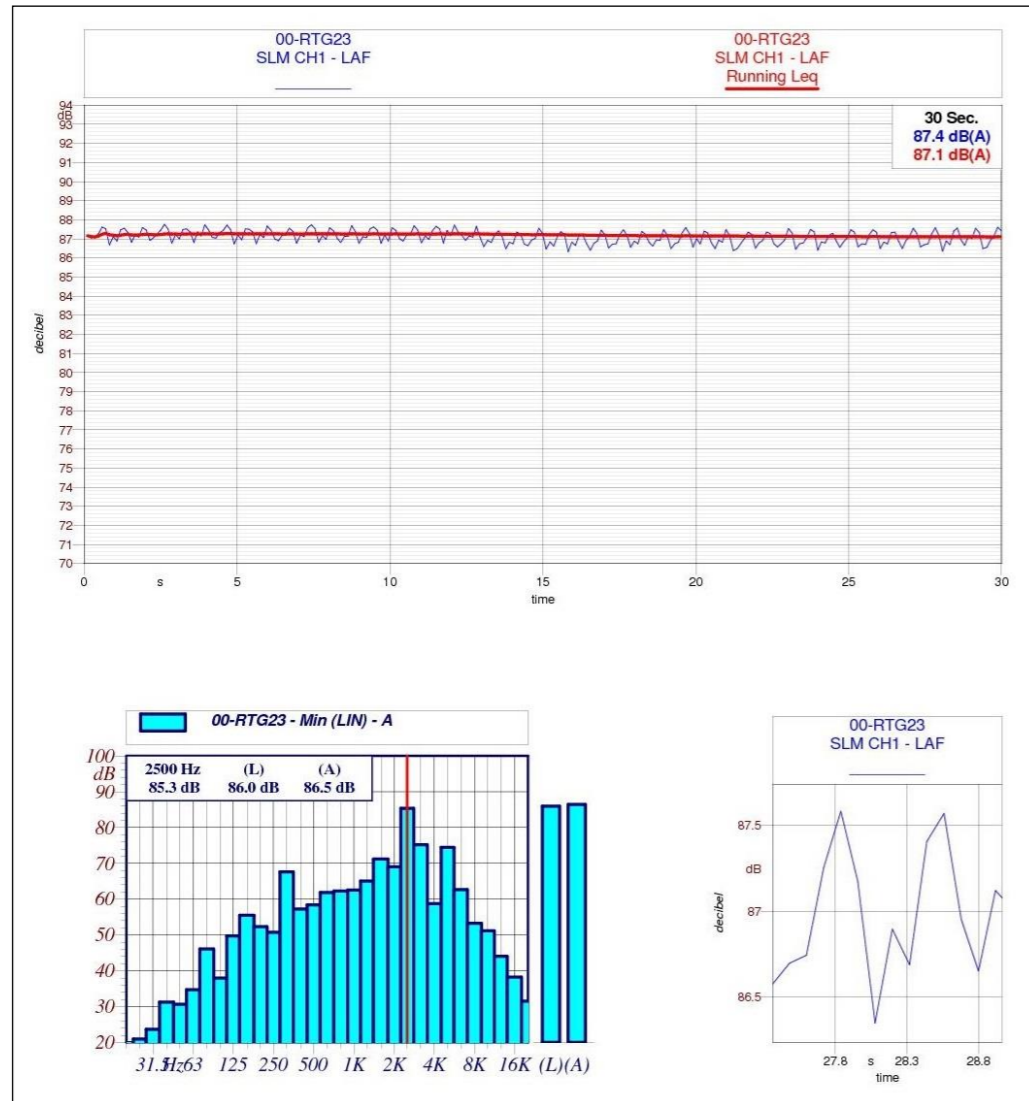


FIGURA 4-132 - CARATTERIZZAZIONE AVVISATORE ACUSTICO

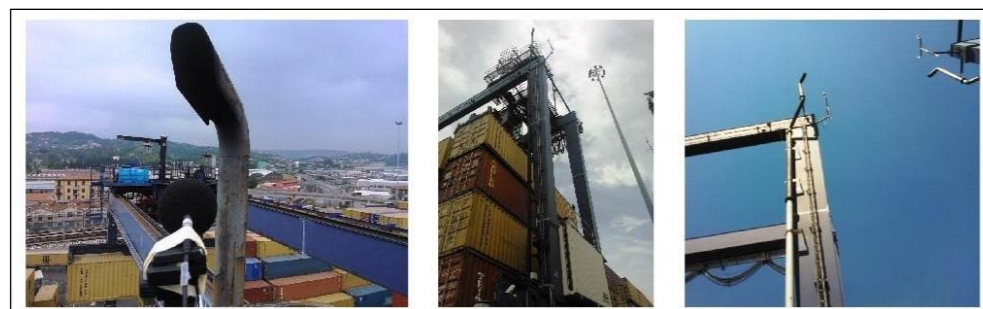


FIGURA 4-133 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA – MICROFONO POSTO A 1 M DALLO SCARICO

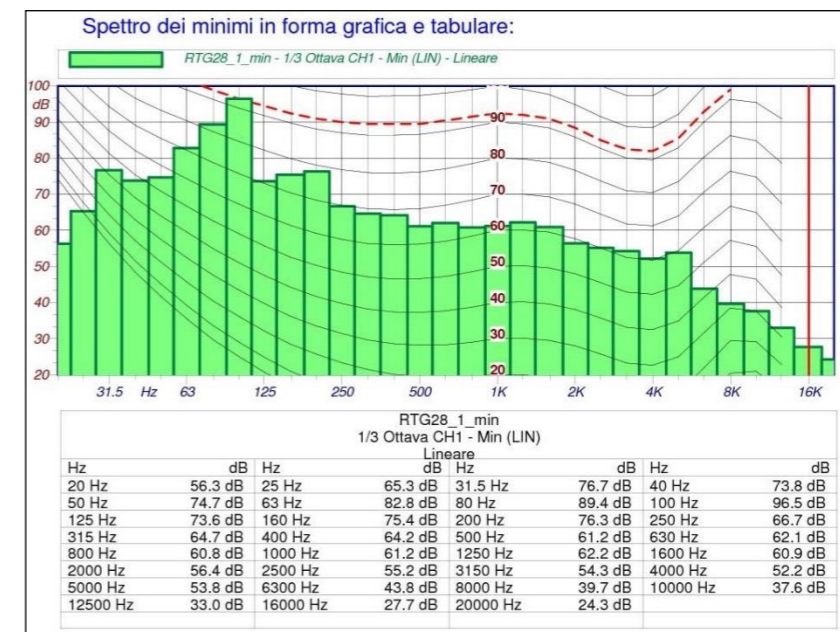


FIGURA 4-134 - CARATTERIZZAZIONE SCARICO FUMI – REGIME MINIMO

L_{Aeq} [dBA]	L_{ASmax} [dBA]	$L_{AI_{max}}$ [dBA]	$L_{AI} - L_{AS}$ [dBA]
77.9	79.2	84.7	5.5
Livelli percentili			
L_{Amax}	80.5	L_{90}	78.7
L_1	80.0	L_{95}	78.7
L_5	79.5	L_{99}	78.6
L_{50}	78.9	L_{Amin}	78.5

TABELLA 4-88 – VALORI CARATTERISTICI RILEVATI – REGIME MINIMO

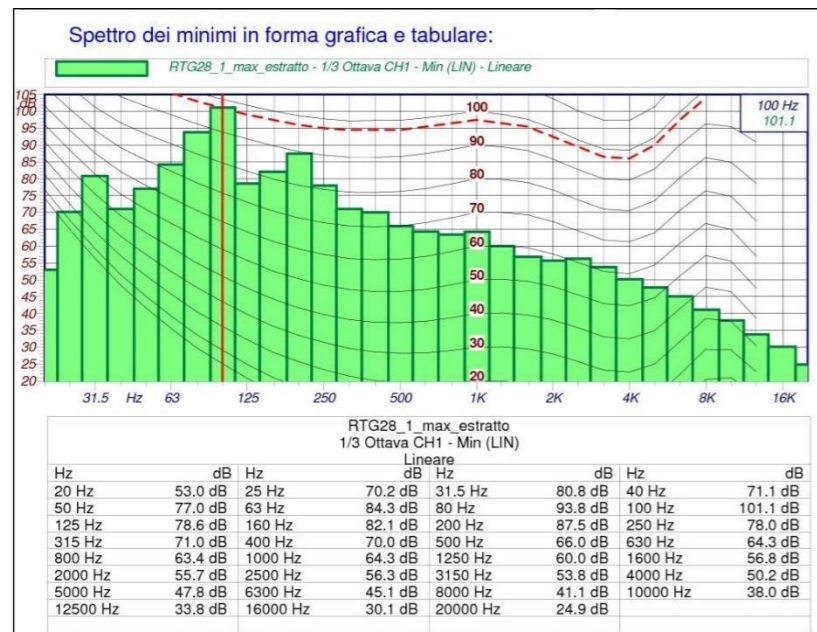


FIGURA 4-135 - CARATTERIZZAZIONE SCARICO FUMI – REGIME MASSIMO

L _{Aeq} [dBA]	L _{ASmax} [dBA]	L _{AI} max [dBA]	L _{AI} - L _{AS} [dBA]
92.3	99.5	103.0	3.5
Livelli percentili			
L_{Amax}	102.8	L₉₀	89.7
L₁	102.4	L₉₅	89.6
L₅	100.0	L₉₉	86.2
L₅₀	89.9	L_{Amin}	84.0

TABELLA 4-89 – VALORI CARATTERISTICI RILEVATI – REGIME MASSIMO

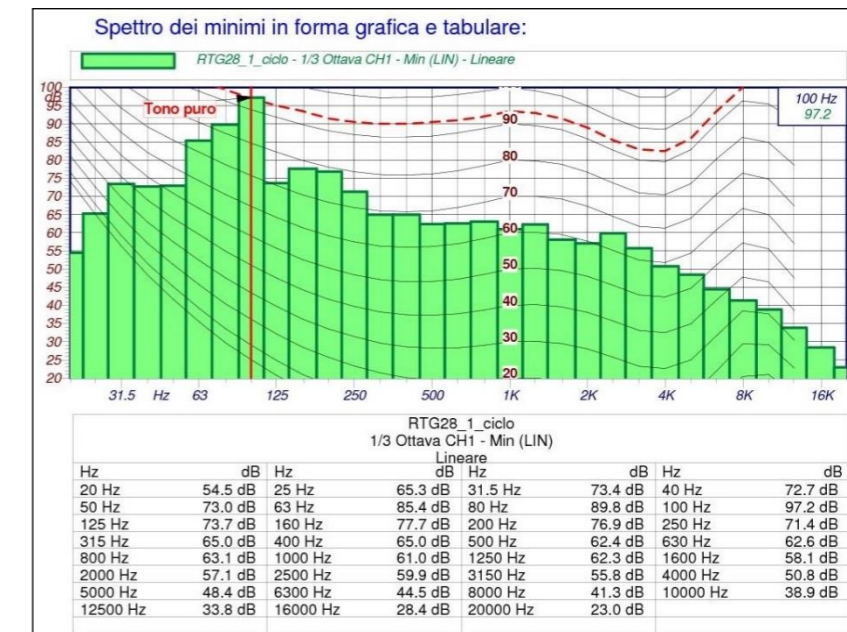


FIGURA 4-136 - CARATTERIZZAZIONE SCARICO FUMI – DUE CICLI DISCESA/SALITA DI UN CONTENITORE

L _{Aeq} [dBA]	L _{ASmax} [dBA]	L _{AI} max [dBA]	L _{AI} - L _{AS} [dBA]
88.7	99.5	103.0	2.8
Livelli percentili			
L_{Amax}	102.8	L₉₀	79.5
L₁	100.0	L₉₅	79.4
L₅	93.0	L₉₉	79.3
L₅₀	85.4	L_{Amin}	79.2

TABELLA 4-90 – VALORI CARATTERISTICI RILEVATI – DUE CICLI DISCESA/SALITA DI UN CONTENITORE

4.4.2.1.2 STK (Stacking)

I mezzi facenti parte di questa famiglia presentano un azionamento di tipo elettrico senza l'uso di motori endotermici, pertanto il rumore generato è trascurabile anche in considerazione del loro posizionamento che risulta distante dai ricettori abitativi più prossimi.

4.4.2.1.3 RS (Reach Stacker)

Sono mezzi dotati di un idoneo accessorio di sollevamento (spreader) destinato alla movimentazione di contenitori, scarico/carico da tir, ralle e treni.

Di seguito viene riportata una documentazione fotografica per meglio identificare questo macchinario.

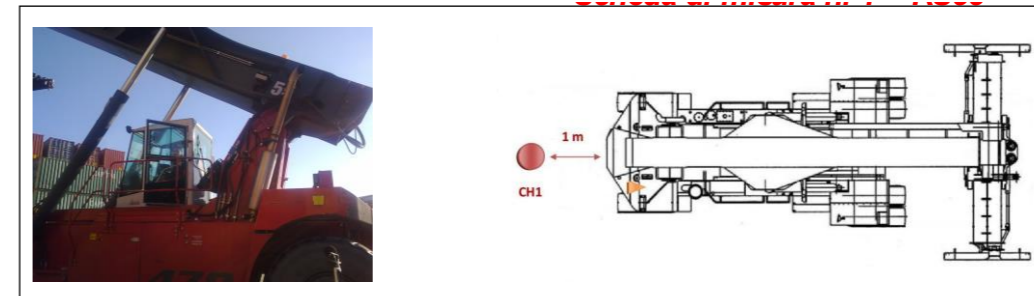


FIGURA 4-138 - LOCALIZZAZIONE PUNTO DI MISURA – AVVISATORE ACUSTICO

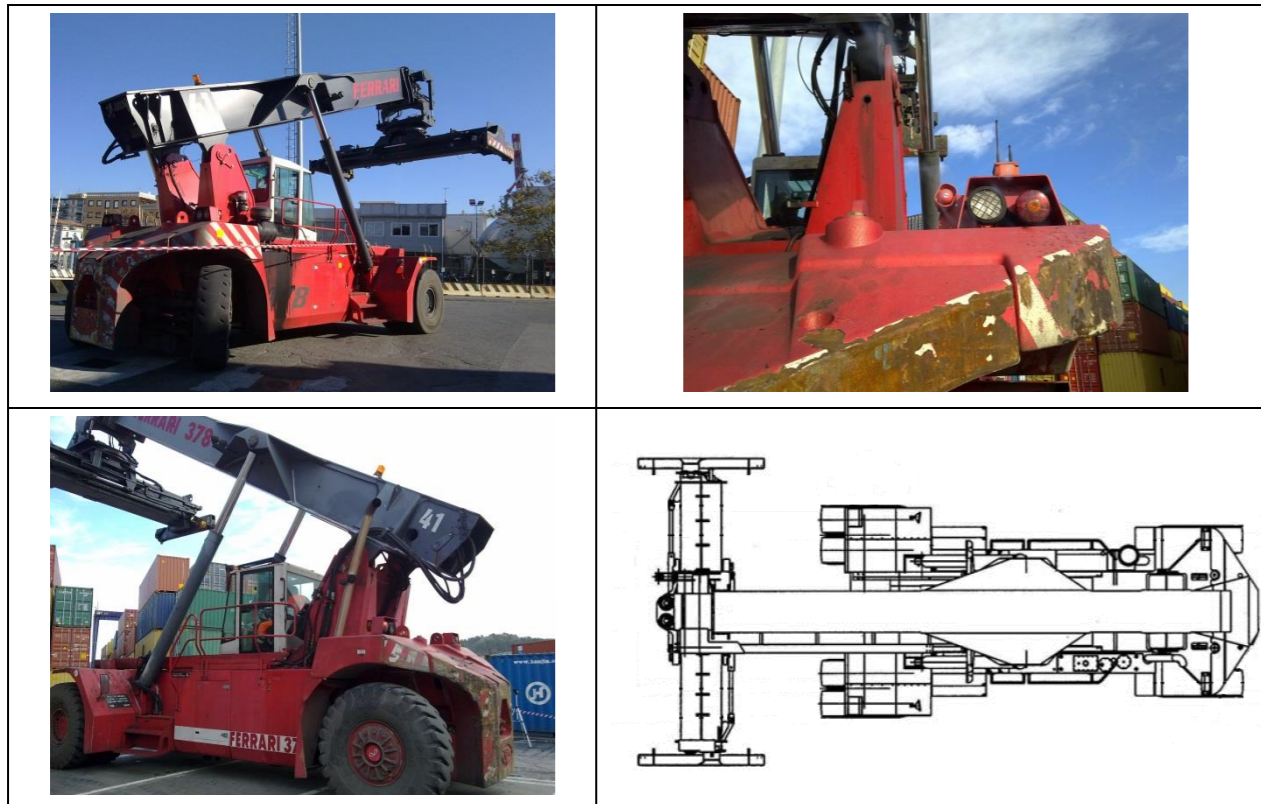


FIGURA 4-137 - RS

Questi mezzi si muovono liberamente all'interno di tutto l'ambito e sporadicamente anche in aree prossime al confine di concessione (Area Ravano).

Il rumore generato è attribuibile al motore endotermico a ciclo diesel presente nel vano motore anteriore, alla tubazione di scarico che sfocia a circa 3-4 m dal suolo, a seconda dei modelli, e all'avvisatore presente sul retro del mezzo.

I rilievi microfoniche eseguiti hanno permesso di caratterizzare questa sorgente. In particolare sono stati indagati gli avvisatori acustici e le emissioni provenienti dal motore.

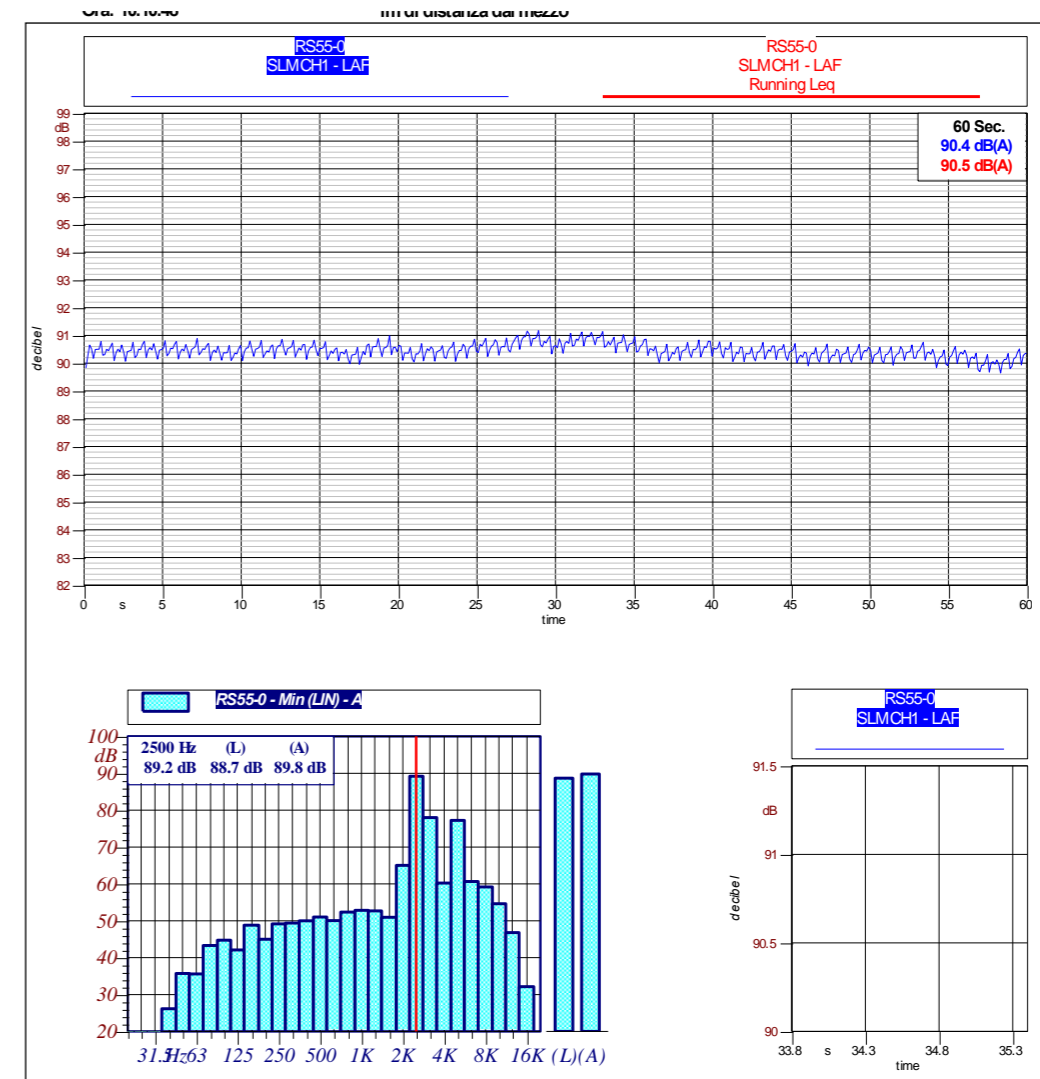
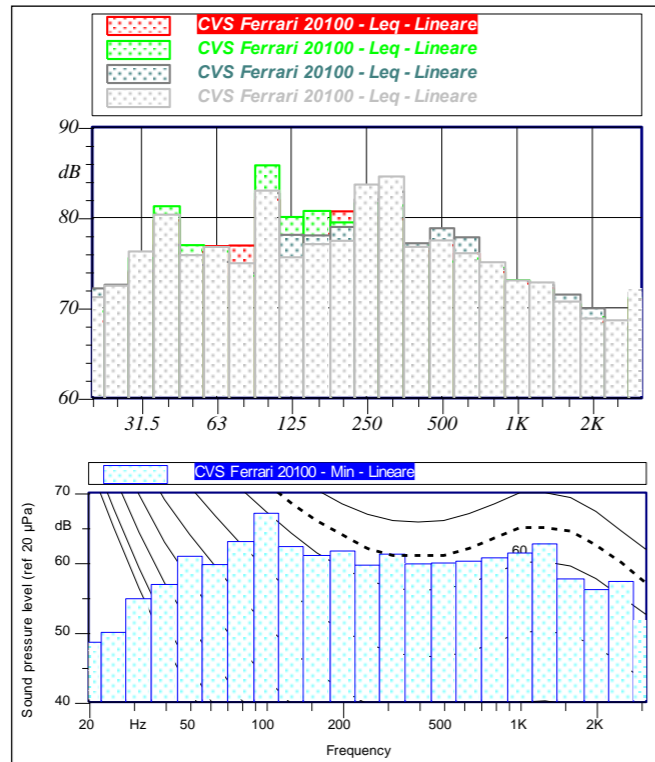


FIGURA 4-139 - CARATTERIZZAZIONE AVVISATORE ACUSTICO

Le emissioni dell'avvisatore acustico di questo mezzo raggiungono valori prossimi a 90 dBA.

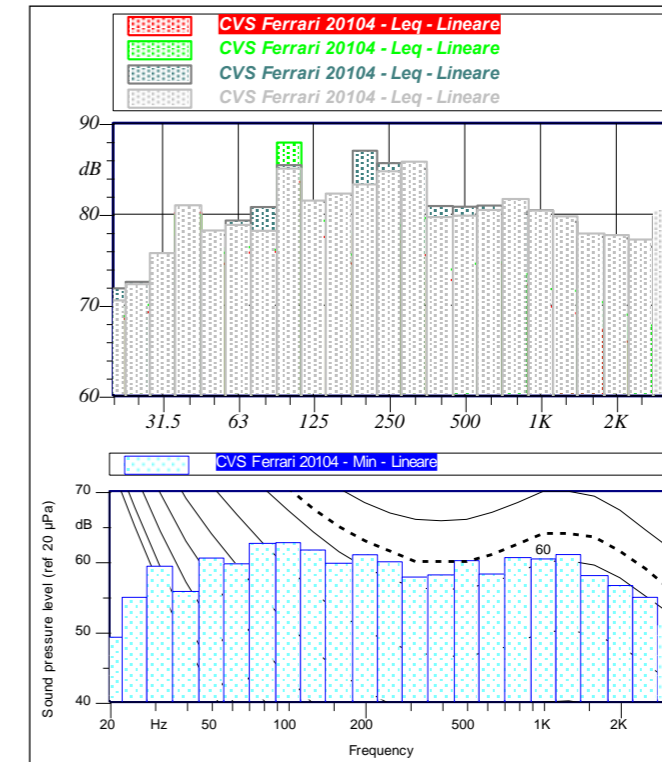
Per la caratterizzazione delle emissioni dovute al motore sono state eseguite misure attraverso il posizionamento di quattro microfoni posti a diverse distanze dal motore.

Nome misura: CVS Ferrari 20100
Località: porto della Spezia
Strumentazione: SoundBook sn 6425
Nome operatore: F Mori
Data, ora misura: 02/08/2010 11.23.33
Annotazioni: CVS Ferrari n°54
n°4 microfoni 2 per lato alla distanza di 5 m
h microfoni = 1,5 m



Leq ch1= 83.9 dBA
Leq ch2= 84.2 dBA
Leq ch3= 85.0 dBA
Leq ch4= 85.0 dBA

misura: CVS Ferrari 20104
Località: porto della Spezia
Strumentazione: SoundBook sn 6425
Nome operatore: F Mori
Data, ora misura: 02/08/2010 11.58.34
Annotazioni: CVS Ferrari n°55
n°4 microfoni 2 per lato alla distanza di 10 m
h microfoni = 1 m



Leq ch1= 81.0 dBA
Leq ch2= 82.7 dBA
Leq ch3= 90.0 dBA
Leq ch4= 90.1 dBA

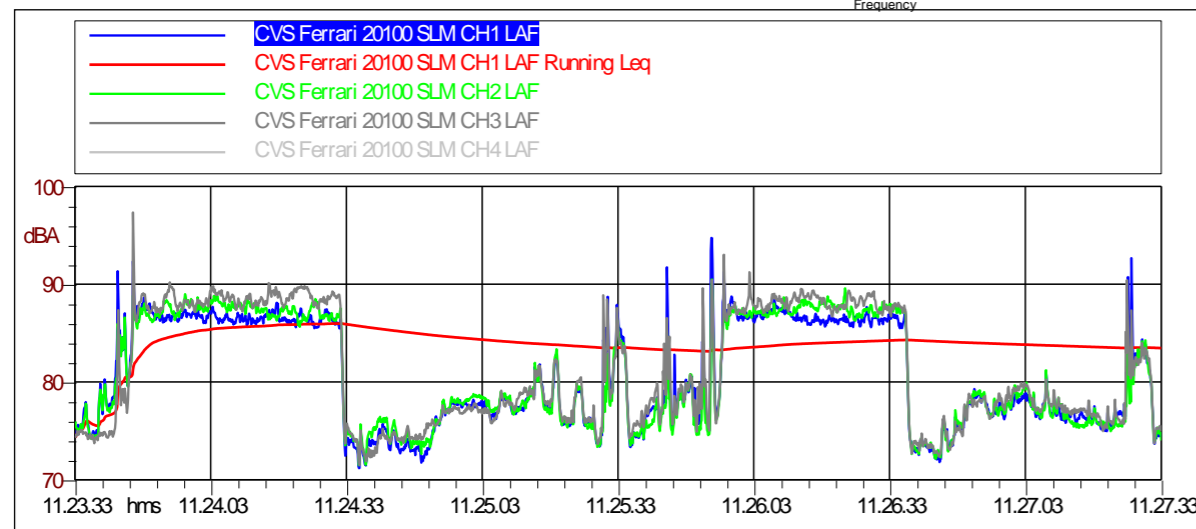


FIGURA 4-140 - CARATTERIZZAZIONE EMISSIONI MOTORE – 2 MICROFONI PER LATO A 5 M DI DISTANZA

L _{Aeq} CH1 [dBA]	L _{Aeq} CH2 [dBA]	L _{Aeq} CH3 [dBA]	L _{Aeq} CH4 [dBA]
83.9	84.2	85.0	85.0

TABELLA 4-91 – VALORI CARATTERISTICI – 2 MICROFONI PER LATO A 5 M DI DISTANZA

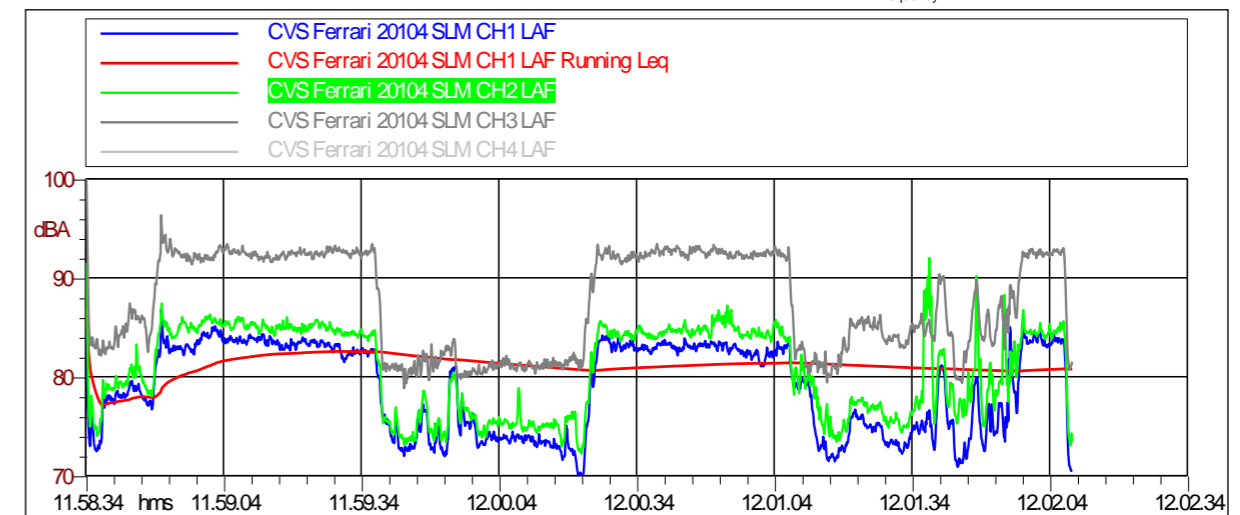


FIGURA 4-141 - CARATTERIZZAZIONE EMISSIONI MOTORE – 2 MICROFONI A 10 M E 2 A 1 M DI DISTANZA

L _{Aeq} CH1 [dBA]	L _{Aeq} CH2 [dBA]	L _{Aeq} CH3 [dBA]	L _{Aeq} CH4 [dBA]
81.0	82.7	90.0	90.1

TABELLA 4-92 – VALORI CARATTERISTICI – 2 MICROFONI A 10 M E 2 A 1 M DI DISTANZA

Per quanto riguarda le emissioni dovute al motore è stato possibile constatare che a 1 m di distanza i valori ottenuti sono circa pari a 90 dBA e che si rileva una diminuzione di circa 8-9 dBA a 10 m.

4.4.2.1.4 Gru di banchina

Gru STS

Le gru del tipo "Ship to Shore" sono destinate allo scarico/carico di contenitori dalla nave alla banchina. Le gru STS si muovono su binari e sono alimentate a mezzo di rete elettrica esterna, sono comunque equipaggiate con gruppi di continuità da utilizzarsi solo in caso di emergenza.



FIGURA 4-142

Gru RMG

Le gru di tipo "Rail Mounted Gantry Crane" sono destinate alla movimentazione delle merci in banchina. Questo tipo di gru sono alimentate elettricamente e si muovono su binari lungo un percorso rettilineo.

4.4.2.1.5 Gru mobile

Gru MHC

Questa gru di tipo semovente è alimentata a mezzo di motore endotermico a ciclo diesel accoppiato ad un generatore di corrente. Il motore e il relativo scarico dei fumi rappresentano la principale fonte di rumore presente sul mezzo. Tale mezzo viene utilizzato in modo saltuario in quanto destinato al carico/scarico di merce eccezionale, del tipo fuori sagoma o comunque fuori dagli standard per dimensioni e pesi. La movimentazione della merce eseguita è tra banchina e nave e viceversa.

Per la valutazione del rumore emesso sono state effettuate delle valutazioni tramite misure a 5 m di distanza dalla cabina a terra, così come mostrato nella figura seguente. I valori risultanti sono riportati di seguito.



FIGURA 4-143 - LOCALIZZAZIONE PUNTO DI MISURA

L _{Aeq} [dBA]	P _{Apeak} [dBA]
73.5	103.2

TABELLA 4-93

4.4.2.1.6 Nave portacontainer

Nell'ambito di studio è possibile l'accosto di navi anche di stazza considerevole (fino a 170000 t circa). Dette navi presentano livelli di emissioni sonore anche notevoli in corrispondenza dell'estremità superiore del fumaiolo, che può arrivare anche a 50 m di altezza.

Le emissioni di rumore generate da questa sorgente sono scorporabili in due componenti principali: lo scafo della nave e la sommità del fumaiolo. Il più impattante, in virtù dei livelli acustici e della quota, risulta quest'ultimo.



FIGURA 4-144 - NAVE PORTACONTAINER

Per la caratterizzazione di questa sorgente è stata eseguita attraverso un monitoraggio in continuo di circa 3 mesi. Di seguito sono riportate le analisi per una nave di grossa stazza (stazza lorda > 150000 t) e per una di stazza media (stazza lorda > 40000 t).

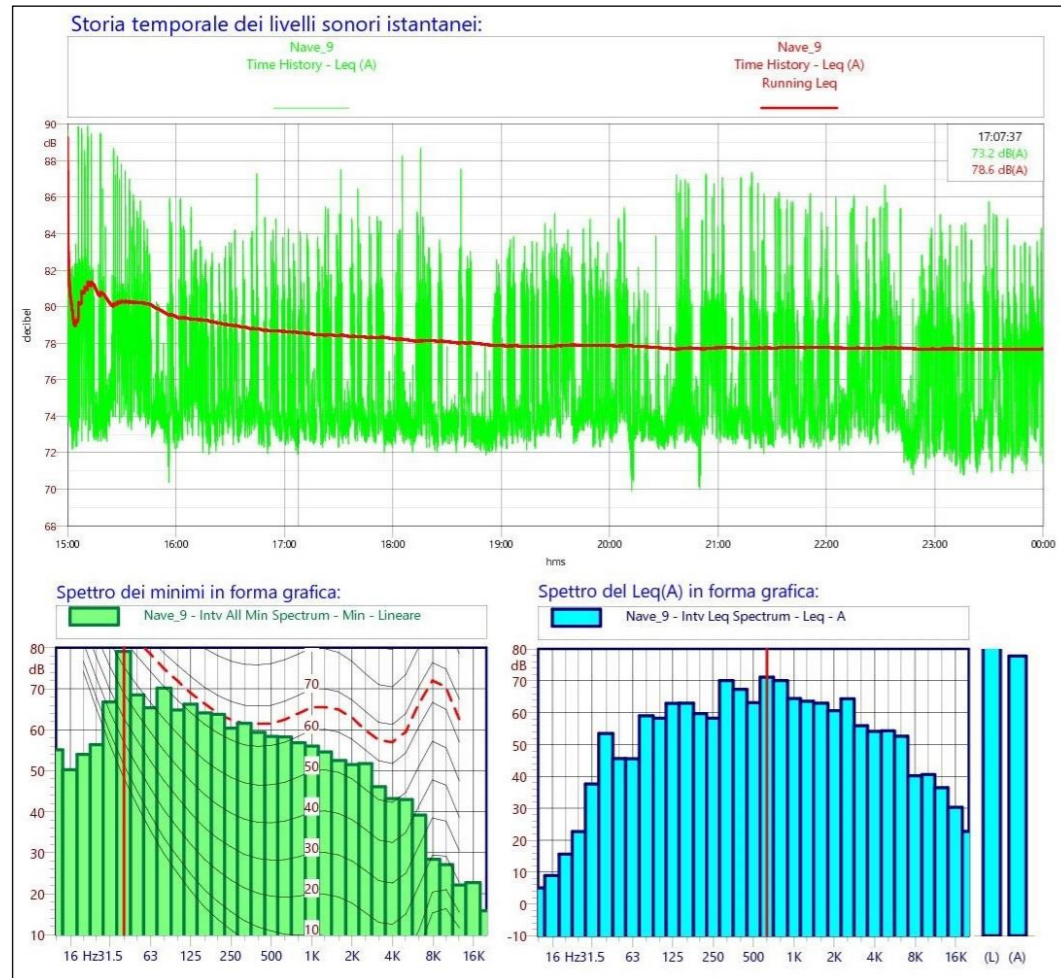


FIGURA 4-145 - CARATTERIZZAZIONE NAVE PORTACONTAINER – STAZZA LORDA > 15000 T

L _{Aeq} [dBA]	L _{AFmax} [dBA]	L _{AFmin} [dBA]	L _{AF95} [dBA]
77.7	89.9	69.9	72.7

TABELLA 4-94 – VALORI CARATTERISTICI RILEVATI – STAZZA LORDA > 15000 T

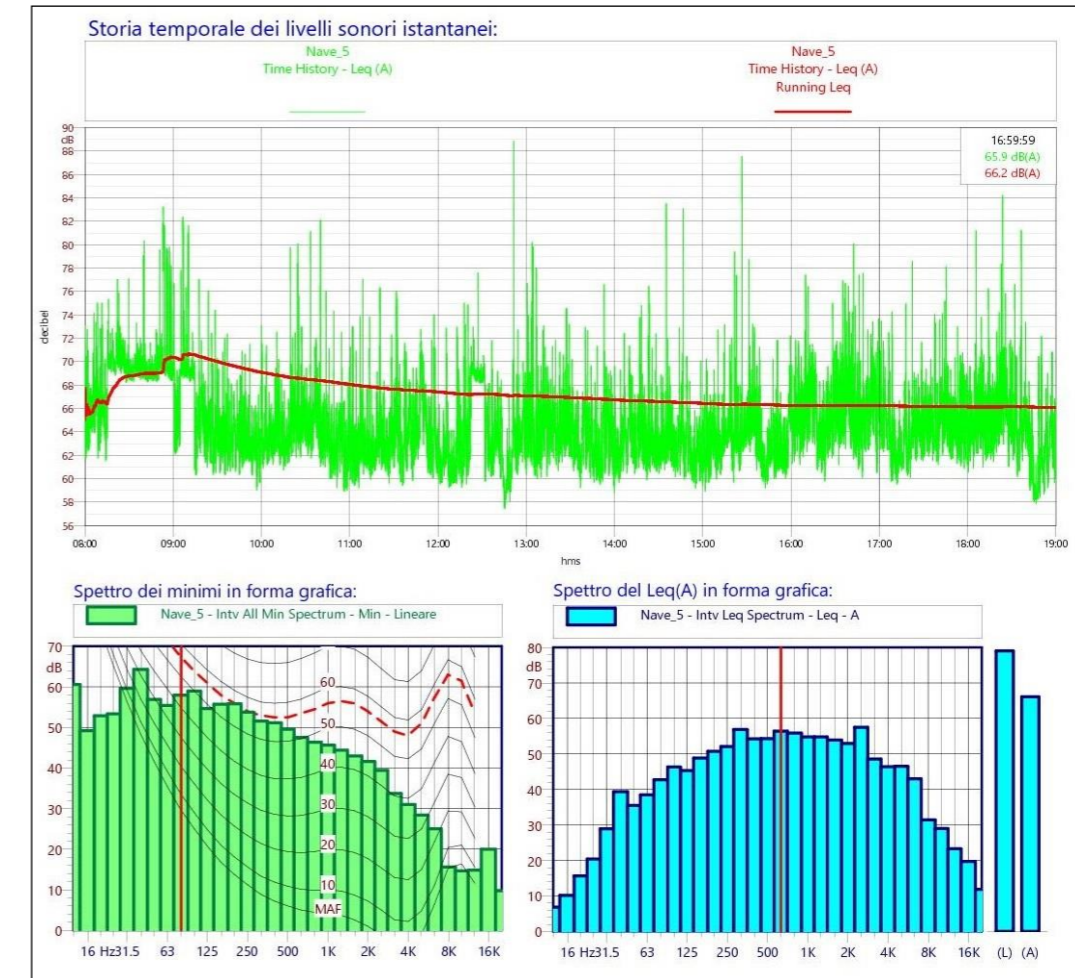


FIGURA 4-146 - CARATTERIZZAZIONE NAVE PORTACONTAINER – STAZZA LORDA > 40000 T

L _{Aeq} [dBA]	L _{AFmax} [dBA]	L _{AFmin} [dBA]	L _{AF95} [dBA]
66.1	88.9	57.4	60.6

TABELLA 4-95 – VALORI CARATTERISTICI RILEVATI – STAZZA LORDA > 40000 T

L'analisi dell'intero monitoraggio ha permesso di stimare le emissioni dovute alle 24 navi analizzate e gli intervalli in termini di livelli equivalenti sono schematizzati nella figura seguente.

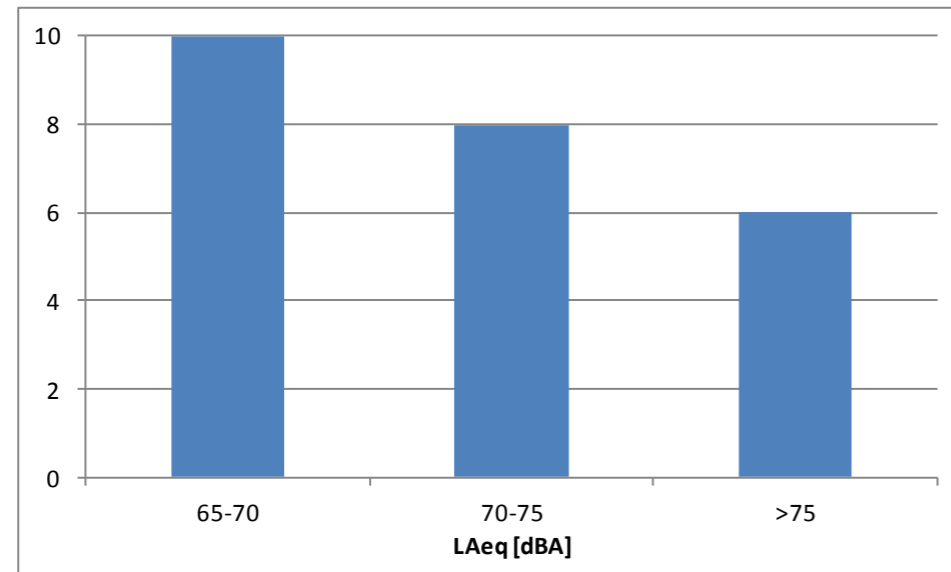


FIGURA 4-147 - ANALISI LIVELLI EQUIVALENTI NAVI PORTACONTAINER

4.4.2.1.7 Carrelli elevatori (fork lift)

Questi mezzi vengono utilizzati prevalentemente dal servizio manutenzione per la movimentazione di parti di ricambio, o comunque merce destinata alla manutenzione meccanica ed elettrica di tutti i mezzi presenti all'interno dell'ambito. L'uso di tali mezzi è del tutto non continuativo e in ogni caso limitato.

Per la valutazione del rumore è stata eseguita una misura la cui sintesi si riporta di seguito.



FIGURA 4-148

L _{Aeq} [dBA]	P _{Apeak} [dBA]
78.6	106.8

TABELLA 4-96

4.4.2.2 Localizzazione delle sorgenti e condizioni operative – Ambito 5

L'Ambito 5, compreso tra calata Malaspina e l'Arsenale Militare, è caratterizzato da funzioni mercantili, a levante, e da funzioni turistico-ricreative a ponente. In particolare, le aree di calata Paita, interne al primo bacino portuale, sono parte integrante del porto mercantile della Spezia e risultano principalmente utilizzate per lo stoccaggio e la movimentazione di merci alla rinfusa. La banchina ospita anche il fascio ferroviario oggi più utilizzato per la composizione dei treni prima dell'inoltro in linea e denominato "fascio Italia" (a confine con la recinzione doganale lungo viale Italia).

All'interno dei piazzali trovano posto anche alcuni edifici ormai in disuso, un tempo destinati ad ospitare uffici dell'Azienda Mezzi Meccanici del Porto, ed il fabbricato utilizzato dalla Polizia di Frontiera e noto come Commissariato Porto. Nella parte più a mare dei piazzali si trovano anche i silos della Rolcim, ditta portuale che si occupa di movimentazione di polvere di cemento.

Le restanti aree sono principalmente destinate a materiali alla rinfusa (caolino, manganese, magnesite, granulato di marmo, ecc.), a coils (rotoli in lamiera d'acciaio), a tondini di ferro o allo stoccaggio di zinco, rame e piombo in "panni".

Procedendo verso ponente, immediatamente all'esterno della cinta portuale si trova il circolo velico della Spezia ed il fabbricato precedentemente utilizzato per ospitare l'Agenzia delle Dogane ma oggi principalmente destinato all'accoglienza dei passeggeri di navi da crociera. Procedendo ancora verso ponente si trovano gli edifici in uso alla Capitaneria di Porto della Spezia.

Ad ovest della Capitaneria si stacca dalla costa il molo Italia, destinato per la parte interna al primo bacino ad ospitare natanti in uso al corpo dei Piloti e degli Ormeggiatori, nonché al Gruppo Rimorchiatori della Spezia (Servizi Portuali). Gli accosti del molo Italia a ponente non sono utilizzabili per la presenza di una scogliera a protezione del molo.



FIGURA 4-149 - DISTRIBUZIONE DELLE AREE OPERATIVE NELL'AMBITO 5 - AREA NORD

Procedendo ancora verso ovest la linea di costa è caratterizzata dalla banchina Morin: la banchina è aperta al pubblico, come il molo Italia, e costituisce con quest'ultimo il fronte mare della città della Spezia. Lungo la banchina gli specchi acquei danno spazio ad attività legate alla nautica sociale (Assonautica) al noleggio di catamarani e ai pontili in uso ai battellieri del golfo, società specializzate nei collegamenti via mare tra la città della Spezia e le principali località turistiche della Provincia (Lerici, Portovenere, Cinque Terre, Isola Palmaria, ecc.).

A ovest la banchina Morin si conclude con la banchina Tahon de Revel, oggi destinata ad ospitare la flotta pescherecci della Spezia e collegata recentemente al porto Mirabello attraverso una passerella pedonale strallata. Il porto Mirabello, posizionato in aree ricavate dal mare in specchi acquei antistanti il Circolo Ufficiali della Marina Militare, è principalmente dedicato alla nautica, ma offre anche una galleria commerciale e alcuni esercizi aperti tutto l'anno e raggiungibili dalla città sia attraverso il collegamento pedonale dalla banchina Revel, sia attraverso una strada a margine del canale Lagora, collegata con viale Italia e viale Amendola.



FIGURA 4-150 - DISTRIBUZIONE DELLE AREE OPERATIVE NELL'AMBITO 5 - AREA SUD

Lungo la banchina Morin sino a marzo 2013 funzionava l'unico punto di sbarco passeggeri provenienti da navi da crociera. Queste, in assenza di accosti dedicati, sostavano in rada e trasferivano i propri ospiti a terra mediante battelli-navetta il cui attracco era facilitato da una piattaforma galleggiante dedicata, la La Spezia Cruise Pier.

Le sorgenti presenti e operanti in tale area sono dettagliate nelle tabelle seguenti in cui si riporta l'elenco dei macchinari destinati alla movimentazione dei materiali e delle navi di cui è previsto lo stazionamento in fase di carico/scarico.

In termini emissivi dell'area portuale le uniche attività degne di attenzione sono rappresentate dalle funzioni mercantili che si svolgono nell'area Calata Paita.

Le sorgenti presenti e operanti in tale area sono dettagliate nelle tabelle seguenti in cui si riporta l'elenco dei macchinari destinati alla movimentazione dei materiali e delle navi di cui è previsto lo stazionamento in fase di carico/scarico.

Sorgente	Dotazione	Mezzi mediamente in funzione		Potenza motore [kW]	Anno di costruzione	L _{Aeq} [dBA]
		Orario diurno (7-1, 18h/attività)	Orario notturno (1-7, 6h attività)			
RTG diesel	0	-	-	-	-	Avvisatore: 87.1 Carico/Scarico: 88.7
RMG	0	-	-	-	-	n.d.
RS	30(*)	2	0	250	2012-2014	Avvisatore: 90.5 Carico/Scarico: 82.7

Gru di banchina	0	-	-	-	-	n.d.
Gru Mobile	2(**)	1(**)	0	1100	2000/2009	73.5
Trattori portuali	42(*)	8.4 (***)	8.4	160	-	n.d.
(*) dotazione complessiva LSCT (**) dotazione congiunta con area Garibaldi non considerata nei bilanci emissivi di Calata Paita (***) valore ottenuto dividendo la dotazione complessiva sulle 5 aree - n.d.: dato non disponibile RTG: Rubber Tired Gantry; RS: Reach Stacker; RMG: Rail Mounted Gantry						

TABELLA 4-97 - DOTAZIONE MEZZI MOVIMENTAZIONE CALATA PAITA - STATO DI FATTO

Sorgente	N° di navi mediamente presenti	Ore di stazionamento	Potenza erogata dai motori in stazionamento [MW]	L _{Aeq} [dBA]
Nave cargo Tipo 1 (stazza grossa)	0	-	-	77.7
Nave cargo Tipo 2 (stazza media)	1	24	0.8	66.1

TABELLA 4-98 - NAVI IN STAZIONAMENTO CALATA PAITA - STATO DI FATTO

4.4.3. Conclusioni operative

Le emissioni di rumore degli ambiti portuali sono notoriamente caratterizzate da una molteplicità di componenti che confluiscono nella determinazione di un campo sonoro tipico, le cui influenze sull'edificato prossimo al perimetro portuale possono essere significative.

Per quanto riguarda l'Ambito 5 il rumore ambientale è caratterizzato dalla presenza sinergica di due principali sorgenti sonore, il traffico sulla viabilità urbana (viale Italia, viale San Bartolomeo) e le attività operative all'interno dell'area portuale.

Un attento studio delle caratteristiche dell'ambito spaziale (localizzazione delle principali aree operative, definizione della classificazione acustica comunale e in generale delle sensibilità ambientali presenti e la definizione delle principali sorgenti sonore presenti) ha consentito di definire il clima acustico dell'area, anche grazie a campagne di misura svolte all'interno e all'esterno dell'area portuale. Già questo tipo di analisi ha messo in evidenza la presenza di esuberanti diffusi, particolarmente evidenti in periodo notturno, che assumono entità ancora maggiori in relazione alla presenza di ricettori sensibili direttamente esposti all'impatto diretto.

A valle di queste indagini conoscitive, è stata svolta una mappatura dei livelli di rumore di origine stradale allo stato attuale. Questo è stato possibile attraverso l'implementazione nel modello di calcolo previsionale SoundPlan 7.1, per il quale è stato necessario definire la geometria dell'ambito di studio (modello DTM), la copertura del terreno, i dati di input propri degli standard europei applicati per il calcolo delle specifiche sorgenti, le condizioni meteo di propagazione. Infine, gli studi trasportistici hanno fornito le informazioni necessarie per definire i flussi veicolari orari, sia per le viabilità interne che per quelle esterne al porto.

Le mappature così ottenute hanno messo in evidenza una sostanziale uniformità dell'esposizione del fronte edificato sul viale Italia e viale San Bartolomeo, con livelli di impatto che superano costantemente i 70 dBA, identificati come limiti della Fascia A di pertinenza stradale, e in molti casi anche i 72 dBA. Per quanto riguarda il periodo notturno i livelli si abbassano di circa 10 dBA, restando così al di sopra del limite applicabile oltre che della soglia di 57 dBA rilevante ai fini della concorsualità.

Sono state quindi svolte alcune analisi sulle sorgenti di rumore tipiche dell'attività portuale, valutandone le emissioni, il numero di dotazioni presenti e gli effettivi orari di funzionamento. La complessità e la continua evoluzione delle operazioni che queste macchine compiono all'interno dell'area portuale non consente una precisa definizione delle immissioni sonore che queste inducono sull'area circostante.

4.5. VIBRAZIONI

La definizione del quadro di riferimento ambientale per la componente vibrazioni è stata sviluppata sulla base di un'analisi del sistema delle sensibilità presenti sul territorio in relazione alle caratteristiche delle sorgenti vibrazionali.

Non sono state individuate informazioni relative a campagne di misura realizzate in passato, pertanto è stata effettuata una specifica attività di monitoraggio finalizzata ad acquisire le informazioni necessarie a valutare il clima vibrazionale all'interno dell'ambito di studio con particolare riferimento al primo fronte edificato sul porto della Spezia e agli edifici sensibili del secondo fronte, anche con lo scopo di distinguere il contributo delle diverse sorgenti e in particolare di quelle ascrivibili alle attività del porto.

L'esecuzione dei rilievi è stata preceduta da dettagliati sopralluoghi alle aree di studio e dall'esame della cartografia predisposta in occasione degli studi ambientali. Le misure sono state svolte nel periodo compreso tra il 9 e il 10 luglio 2014 a cui è seguita l'attività di validazione dei dati, l'analisi e interpretazione dei risultati. Vengono nel seguito descritti e commentati i risultati delle indagini strumentali, unitamente ai criteri utilizzati nella scelta dei punti e sezioni di monitoraggio, le metodiche e la strumentazione utilizzate, le modalità di validazione e analisi dei dati acquisiti.

4.5.1. Normativa di riferimento

La normativa e le disposizioni tecniche seguite nello svolgimento delle attività di monitoraggio delle vibrazioni sono:

- UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo
- ISO 2631-2 - Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed indotte da urti negli edifici
- UNI 9670 - Risposta degli individui alle vibrazioni - Apparecchiature di misura
- UNI ISO 5805 - Vibrazioni meccaniche e urti riguardanti l'uomo - Vocabolario
- ISO 5347 - Metodi per la calibrazione dei rilevatori di vibrazioni e di urti
- ISO 5348 - Vibrazioni meccaniche ed urti - Montaggio meccanico degli accelerometri
- IEC 184 - Metodi per specificare le caratteristiche dei trasduttori elettromeccanici per la misura di vibrazioni ed urti
- IEC 222 - Metodi per specificare le caratteristiche degli apparecchi ausiliari per la misura di vibrazioni ed urti
- IEC 225 - Filtri in banda di ottava, 1/2 di ottava e 1/3 di ottava usati nell'analisi di suoni e vibrazioni

4.5.2. Ambito spaziale di studio

La fenomenologia tipica della componente vibrazionale presenta un rapido decadimento dei livelli di impatto in funzione della distanza. In assenza di sorgenti emissive di particolare rilievo, la definizione dell'ambito di studio è limitata al primo fronte edificato in affaccio diretto sull'area portuale, ulteriormente estesa sui fronti retrostanti in presenza di ricettori che presentano elementi di potenziale criticità.

4.5.3. Sistema ricettore e sensibilità ambientale

L'area interessata si sviluppa lungo il fronte del porto dall'estremo ovest della passeggiata Morin all'incrocio con Viale Diaz, seguendo Viale Italia e Viale San Bartolomeo fino all'intersezione di quest'ultimo con la Via Privata ENEL all'estremo orientale.

L'area Ovest presenta una vocazione più tipicamente turistica, con ampia passeggiata, porticciolo civile e aree verdi. Il fronte edificato è più arretrato ed è caratterizzato da edifici di 5-6 piani di altezza sia storici in muratura che di più recente costruzione in CA.

Procedendo lungo Viale Italia in direzione Est, a partire da Piazza Europa ed in particolare in corrispondenza del Molo Italia, inizia l'area portuale industriale. Il fronte edificato è separato dall'area del porto solo dalla viabilità costiera, distando 35-40 m nel tratto di Viale Italia e 15-25 metri nel tratto di Viale San Bartolomeo. L'altezza del primo fronte edificato, costituito in prevalenza da edifici storici di 6-7 piani f.t. appare relativamente regolare, anche in corrispondenza degli edifici di più recente realizzazione, fino all'incrocio con Via del Canaletto, con l'eccezione in questo tratto rappresentata dall'Istituto Tecnico Industriale G. Cappellini, edificio scolastico di 3 piani f.t.

Oltre Via del Canaletto gli edifici storici di 2-5 piani f.t. sono stati inglobati in una matrice di edifici di più recente costruzione a destinazione d'uso varia, residenziale, commerciale e industriale, con strutture in CA e altezze diversificate. La zona industriale vera e propria è sviluppata a cavallo dell'ingresso carraio del porto in Via Valdilocchi e all'interconnessione

ferroviaria. Oltre la zona residenziale si segnala un nuovo assembramento residenziale, il quartiere Fossamastra, con edifici per lo più di 2-3 piani f.t. di in CA, in cui è presente anche una Scuola Statale per l'Infanzia su primo fronte.

Si precisa che all'interno della normativa tecnica di riferimento gli edifici scolastici sono assimilati ai residenziali in relazione alla sensibilità alle vibrazioni. Si segnala la presenza di edifici particolarmente sensibili come ospedali, ambulatori e studi dentistici solo su fronti più arretrati rispetto all'area portuale. In particolare l'Ospedale Civile della Spezia, in Via Vittorio Veneto dista più di 200 m dall'area portuale.

Le aree prospicienti il confine portuale, pertanto, presentano una sensibilità sostanzialmente omogenea e allineata con la destinazione d'uso residenziale, mentre i ricettori a sensibilità più elevata si collocano a maggior distanza.

Nel seguito è presentata una sintesi fotografica dell'area d'indagine.



Viale Italia – Fronte arretrato e giardini

Viale Italia – Primo fronte

Ospedale Civile

Ist. Tec. Ind. G. Cappellini

4.5.4. Sorgenti di vibrazioni presenti all'interno dell'ambito di studio

All'interno dell'area di studio le principali sorgenti di vibrazioni sono determinate dalle infrastrutture di trasporto.

Il primo fronte edificato in affaccio sull'area del porto è interessato dalla sorgente rappresentata dal traffico veicolare lungo Viale Italia e Viale San Bartolomeo. Il flusso veicolare è costituito in massima parte da veicoli leggeri, mentre i veicoli pesanti sono in genere limitati ai mezzi pubblici (bus di linea e camion per la raccolta dei rifiuti) e ai torpedoni turistici.

Come noto l'impatto dato dal traffico veicolare su gomma in genere è limitato proprio in virtù dell'effetto smorzante del pneumatico. Può tuttavia diventare rilevante in caso di mezzi pesanti (autoarticolati, mezzi per il trasporto terra) e in corrispondenza di discontinuità nel manto stradale, come accade ad esempio presso l'ingresso del porto industriale, all'incrocio tra Viale San Bartolomeo e Via Valdilocchi, dove il manto stradale risulta pesantemente compromesso.

Il fronte del porto, nel tratto compreso tra Piazza Europa e Via Valdilocchi, è interessato anche da una sorgente infrastrutturale di tipo ferroviario, in quanto il porto è servito da una rete ferroviaria interna per la movimentazione dei container, allacciata alla rete ferroviaria nazionale e caratterizzata da velocità di percorrenza molto basse e operazioni di composizione dei convogli. Il fronte edificato principale risulta sempre separato dall'area portuale dalla viabilità costiera, con l'eccezione del tratto a Sud di Viale San Bartolomeo, compreso tra Via Palmaria ed il cavalcavia, che risulta separato dalla rete ferroviaria da un semplice parcheggio. Nella stessa area il tracciato ferroviario si presenta in rilevato con muro di contenimento in calcestruzzo di altezza mediamente pari a circa 2 m, mentre nella restante parte del tracciato la configurazione risulta a raso.

All'interno dell'area portuale sono presenti inoltre molteplici attività legate alla movimentazione dei materiali e alle normali attività del porto. Tali attività risultano tuttavia posizionate a distanza tale da non costituire elementi di potenziale criticità rispetto al fenomeno vibrazionale.

Nella figura seguente è riportata la documentazione fotografica delle principali sorgenti di vibrazioni presenti nell'area d'indagine.

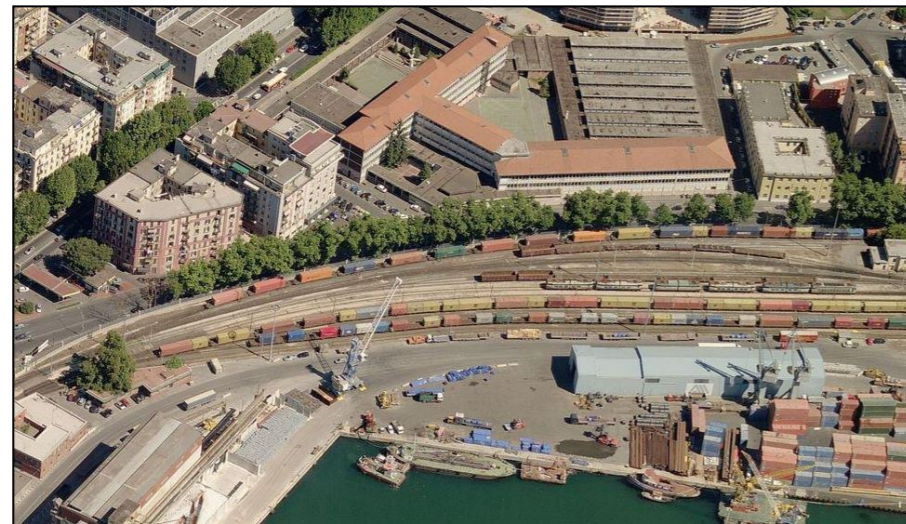


FIGURA 4-151- PRINCIPALI SORGENTI DI VIBRAZIONI NELL'AREA DI STUDIO

4.5.5. Clima vibrazionale ante-operam

Lo stato dell'ambiente è stato definito in base a specifiche campagne di monitoraggio svolte nell'ambito di studio, viceversa non sono noti dati di fonte pubblica.

L'attività di monitoraggio ha riguardato un totale di 20 rilievi di vibrazioni concentrate sul primo fronte edificato in affaccio sul porto e presso edifici potenzialmente critici sul fronte appena più arretrato.

4.5.5.1 Definizione dei punti di monitoraggio

Nell'ambito della caratterizzazione ambientale relativamente alla componente vibrazioni è stata realizzata una campagna di monitoraggio per un totale di 20 punti monitorati, tutti nel comune della Spezia. L'analisi si è concentrata sui punti di interesse specifico per l'ambito di intervento.

La definizione della localizzazione dei rilievi è stata in prima istanza pianificata a tavolino, intersecando le informazioni cartografiche del progetto, delle sorgenti esistenti e dell'edificato interessato dall'opera. Sul campo si è poi provveduto alla verifica delle informazioni cartografiche e alle eventuali correzioni e integrazioni della valutazione iniziale.

L'obiettivo primario della campagna di monitoraggio è quello di fornire un quadro ambientale dello stato attuale, valutando le diverse sorgenti attualmente presenti sul territorio che interessano l'area coinvolta nell'opera, rappresentata essenzialmente dal lungo mare e dai primi fronti edificati in affaccio sull'area del porto. È stata inoltre considerata la presenza di edifici sensibili, quali soprattutto edifici scolastici dove è presente popolazione di giovane età per lunghi periodi della giornata, l'Ospedale Civile della Spezia e in generale gli ambulatori medici e dentistici vista la presenza di strumentazione di precisione particolarmente sensibile.

Nella successiva tabella è riportato l'elenco delle postazioni di monitoraggio di interesse per l'ambito di studio relativo al nuovo Molo Crociere con il nominativo, le coordinate geografiche con sistema di riferimento WGS84 e una sintetica nota sulla zona e sulle sorgenti presenti

Punto	Long.	Lat.	Sorgenti e note sul sistema ricettore
VIB_01	9.82282	44.1017	Traffico cittadino in prevalenza di veicoli privati leggeri su Viale Italia. Presenza di uno studio dentistico al piano terra dell'edificio.
VIB_02	9.82552	44.1034	Traffico cittadino in prevalenza di veicoli privati leggeri su Viale Italia.
VIB_03	9.82621	44.1052	Traffico cittadino in prevalenza di veicoli privati leggeri su Viale Mazzini.
VIB_04	9.82663	44.1061	Scuola Media Statale Silvio Pellico. Traffico cittadino in prevalenza di veicoli privati leggeri su Via Manzoni.
VIB_05	9.82771	44.1078	Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini) su Via XXIV Maggio. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.
VIB_06	9.83273	44.1097	Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini e turistici) su Viale Italia. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.
VIB_07	9.83016	44.1076	Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini e turistici) su Viale Italia. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.
VIB_08	9.83259	44.1113	Ospedale Civile della Spezia. Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini) in Piazza Caduti per la Libertà.
VIB_09	9.83519	44.1114	Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini e turistici) su Viale Italia. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.
VIB_10	9.84206	44.1123	Giardino Scuola Materna. Traffico cittadino di veicoli privati leggeri su Via Saffi. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.
VIB_11	9.84163	44.1114	Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini) su Corso Nazionale e su Viale San Bartolomeo. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.
VIB_12	9.83729	44.1114	Istituto Tecnico Capellini. Traffico cittadino di veicoli privati leggeri e veicoli pesanti (bus cittadini) su Viale San Bartolomeo. Scalo merci ferroviario nell'area portuale.

TABELLA 4-99 LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO



FIGURA 4-152 LOCALIZZAZIONE RILIEVI VIBRAZIONI (LATO OVEST)

4.5.5.2 Strumentazione impiegata

Hardware

Le attività di monitoraggio sono state svolte con un sistema acquisizione dati così composto:

- Tablet PC Hewlett-Packard Compaq tc4200.
- Scheda di acquisizione dati National Instruments NI-9233 a 4 canali.
- Terna accelerometrica costituita da 3 accelerometri monoassiali Wilcoxon Research – Low Frequency Accelerometer 799LF - Sensibilità 500 mV/g - Accelerazione di picco 10g
- Massetto metallico per il fissaggio degli accelerometri.

La calibrazione delle catene di misura è stata eseguita utilizzando il calibratore di vibrazioni Larson Davis 394M26 operante alla frequenza 159.2 Hz e 1 g di accelerazione r.m.s.

Software

Le analisi dei dati acquisiti sono state eseguite utilizzando il software N&V Works (ver. 2.5) della Spectra s.r.l., software 32 bit per windows per elaborazione e analisi dati di rumore e vibrazioni.

Il software consente l'importazione dei dati acquisiti dalla strumentazione di misura, il calcolo degli indici di riferimento con eventuali mascheramenti multipli, l'applicazione di pesature, l'analisi statistica, l'identificazione automatica degli eventi, la stampa con modelli grafici personalizzabili in archivi, la gestione di documenti integrati con grafici, testi, immagini, file video e file audio.

La catena di misura utilizzata in relazione alla metodica di monitoraggio è raffigurata nella Figura seguente.



FIGURA 4-153 STRUMENTAZIONE IMPEGNATA NELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

4.5.5.3 Metodologia

La normativa e le disposizioni tecniche seguite nello svolgimento delle attività di monitoraggio delle vibrazioni sono:

- UNI 9614 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo
- ISO 2631-2 - Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed indotte da urti negli edifici
- UNI 9670 - Risposta degli individui alle vibrazioni - Apparecchiature di misura
- UNI ISO 5805 - Vibrazioni meccaniche e urti riguardanti l'uomo - Vocabolario
- ISO 5347 - Metodi per la calibrazione dei rilevatori di vibrazioni e di urti
- ISO 5348 - Vibrazioni meccaniche ed urti - Montaggio meccanico degli accelerometri
- IEC 184 - Metodi per specificare le caratteristiche dei trasduttori elettromeccanici per la misura di vibrazioni ed urti
- IEC 222 - Metodi per specificare le caratteristiche degli apparecchi ausiliari per la misura di vibrazioni ed urti
- IEC 225 - Filtri in banda di ottava, 1/2 di ottava e 1/3 di ottava usati nell'analisi di suoni e vibrazioni

4.5.5.4 Risultati

I livelli vibrazionali riscontrati risultano al di sotto dei livelli di riferimento indicati nella normativa tecnica UNI9614. Nella maggior parte dei casi sono stati considerati i livelli di riferimento relativi al sistema ricettore residenziale e assimilati (tra cui rientrano anche le scuole), mentre per VIB_01 e VIB_08 sono stati cautelativamente considerati i livelli di riferimento relativi alle aree critiche (presenza nel sistema ricettore di uno studio dentistico e dell'ospedale).

Nella Tabella seguente è riportata, per i punti di interesse, una sintesi dei rilievi effettuati, mentre la successiva riporta i livelli di eventi caratterizzanti le sorgenti dell'area, quali il passaggio di veicoli leggeri, di veicoli pesanti sia pubblici che privati e la movimentazione di materiali all'interno del porto tramite convogli ferroviari. Anche in questo caso i livelli riscontrati risultano inferiori ai livelli di riferimento UNI9614.

L'Allegato 1 contiene l'insieme dei report di sintesi di tutte le indagini strumentali effettuate.

Punto	LwUNI9614 [dB]			Lim_UNI9614 [dB] asse Z/XY	
	Asse Z	Asse X	Asse Y	diurno	notturno
VIB_01	46.8	45.2	48.4	74.0 / 71.0	
VIB_02	59.2	56.1	56.2	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_03	54.9	44.9	49.1	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_04	57.1	44.2	47.3	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0

Punto	LwUNI9614 [dB]			Lim_UNI9614 [dB] asse Z/XY	
	Asse Z	Asse X	Asse Y	diurno	notturno
VIB_05	62.3	42.6	44.3	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_06	53.4	56.4	56.0	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_07	63.0	47.2	49.9	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_08	52.7	52.4	51.7	74.0 / 71.0	
VIB_09	54.6	46.6	49.5	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_10	54.5	60.5	55.4	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_11	53.0	48.9	49.8	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_12	55.4	52.0	57.6	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0

TABELLA 4-100 - LIVELLI UNI9614

Punto	Evento	LwUNI9614 [dB]			Lim_UNI9614 [dB] asse Z/XY	
		Asse Z	Asse X	Asse Y	diurno	notturno
VIB_03	Transito automobile	63.3	45.8	49.8	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_04	Transito automobile	60.6	47.2	47.2	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_05	Transito veicolo pesante (BUS)	71.3	45.1	47.4	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_06	Transito veicolo pesante	65.9	56.1	57.1	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_07	Transito veicolo pesante	69.6	48.8	52.2	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_09	Transito veicolo pesante (BUS)	63.2	50.1	51.5	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_11	Transito veicolo pesante (BUS)	58.1	51.0	55.2	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_12	Treno merci nel porto	55.9	53.3	53.6	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0
VIB_12	Transito veicolo pesante (BUS)	61.7	56.8	57.4	80.0 / 77.0	77.0 / 74.0

TABELLA 1.81 - EVENTI CARATTERIZZANTI (IN EVIDENZA LA SORGENTE FERROVIARIA) – LIVELLI UNI9614

4.5.6. Conclusioni operative

Le attività di monitoraggio effettuate per la definizione dello stato di fatto dal punto di vista dell'inquinamento da vibrazioni non ha portato all'individuazione di alcuna particolare criticità all'interno dell'ambito di studio.

In relazione alle sorgenti presenti si può inoltre concludere quanto segue.

- La sorgente rappresentata dai convogli ferroviari in movimento lungo la rete ferroviaria risulta essere la più significativa dal punto di vista dell'impatto potenziale sul sistema ricettore. Tuttavia gli eventi rilevati durante la campagna di misure presso edifici a distanze tra i 20 e i 30 metri dalla sorgente, non evidenziano superamenti dei limiti di riferimento della normativa tecnica UNI9614.
- La sorgente rappresentata dal passaggio di veicoli pesanti all'ingresso/uscita del porto e all'interno dell'area portuale non risulta di particolare impatto sul sistema ricettore.
- Le altre sorgenti all'interno del porto non sono risultate apprezzabili a livello del sistema ricettore, in ragione della presenza di una sorgente intermedia significativa (la ferrovia e/o il traffico veicolare cittadino) e della distanza sufficiente al decadimento del fenomeno vibrazionale.
- Il clima vibrazionale è in genere dominato dalla componente legata al traffico veicolare lungo Viale Italia e Viale San Bartolomeo. Tale componente non è in genere direttamente legata alle attività portuali.

4.6. CAMPI ELETTROMAGNETICI

4.6.1. Generalità

Scopo dei successivi paragrafi è fornire un quadro di riferimento sullo stato attuale dell'ambiente in relazione all'inquinamento da campi elettromagnetici nell'area interessata dall'Ambito di Intervento n. 5 del nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto della Spezia. In specifico viene analizzato lo stato attuale dell'ambiente riportando una descrizione delle sorgenti di campi elettromagnetici presenti nell'ambito di studio, i dati di pubblico accesso e la sintesi di una campagna di monitoraggio eseguita ad hoc nel mese di luglio 2014, della quale si analizzano i risultati riscontrati nei punti di interesse specifico per l'intervento previsto.

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata ad acquisire le informazioni necessarie a valutare il livello di inquinamento derivante da radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti (elettrosmog) all'interno dell'ambito di studio con particolare riferimento al primo fronte edificato sul porto della Spezia e agli edifici sensibili del secondo fronte.

L'esecuzione dei rilievi è stata preceduta da dettagliati sopralluoghi alle aree di studio e dall'esame della cartografia predisposta in occasione degli studi ambientali, del catasto regionale degli elettrodotti e del catasto regionale degli impianti per teleradiocomunicazione, con particolare riferimento alla descrizione degli elementi di pressione sull'ambiente antropico e dai ricettori considerati sensibili all'elettrosmog (scuole e ospedali).

Le misure sono state svolte nel periodo compreso tra il 9 e il 10 luglio 2014 a cui è seguita l'attività di validazione dei dati, l'analisi e interpretazione dei risultati. Vengono nel seguito descritti i criteri utilizzati nella scelta dei punti e sezioni di monitoraggio, le metodiche e la strumentazione utilizzate, le modalità di validazione e analisi dei dati acquisiti.

4.6.2. Normativa di riferimento

4.6.2.1 Normativa comunitaria

- Raccomandazione 1999/512/CE del 12 luglio 1999 - "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz".
- Risoluzione 2 aprile 2009, n.8/2010 Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 27 maggio 2010, n.137 "Risoluzione del Parlamento europeo del 2 aprile 2009 sulle preoccupazioni per la salute connesse ai campi elettromagnetici (2008/2211(INI))".

4.6.2.2 Normativa nazionale

- Il D.M. 16/1/1991 - "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne" (G.U. 16/2/1991, n.40).
- Il D.M. 10/9/1998 n° 381 - "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".
- La Legge 36 del 22/02/2001 - "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- Decreto legislativo 04/09/2002, n. 198 - "Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, a norma dell'articolo 1, comma 2, della legge 21 dicembre 2001, n. 443".
- DPCM dell'08/07/2003 - "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- DPCM dell'08/07/2003 - "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n.259 "Codice delle comunicazioni elettroniche" (G.U. n. 214 del 15/09/2003) e ss.mm.
- Decreto legislativo 15/03/2010, n. 66 - Codice dell'ordinamento militare - Articolo 366 - Inquinamento elettromagnetico.
- Decreto ministeriale 29/05/2008 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

- Decreto ministeriale 29/05/2008 – “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica”. Allegato “Procedura di misura e di valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità - Art. 5 DPCM 8/07/03 (GU 200 del 29/08/03)”.
- Legge 17 dicembre 2012, n. 221 - art. 14 “interventi per la diffusione delle tecnologie digitali”
- Decreto ministeriale 13/02/2014 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare “Istituzione del Catasto nazionale delle sorgenti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente”.

4.6.2.3 Normativa regionale

- Legge regionale 20/12/1999 n. 41 – “Integrazione della legge regionale 21 giugno 1999 n. 18 (Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia). Inserimento del capo VI bis - tutela dall'inquinamento elettromagnetico” e successivi aggiornamenti.
- Decreto Dirigenziale n. 440 del 14.3.2003 "Modificazioni al decreto Dirigenziale n. 1048 del 16.5.2000 di definizione del contenuto tecnico delle domande per l'installazione di impianti di teleradiocomunicazione ai sensi della l.r. 18/1999 e ss.mm."
- Legge Regionale 5 aprile 2012 n. 9 “Modifiche alla legge regionale 6 giugno 2008, n. 16 (Disciplina dell'attività edilizia), alla legge regionale 7 aprile 1995, n. 25 (Disposizioni in materia di determinazione del contributo di concessione edilizia), alla legge regionale 4 settembre 1997, n. 36 (Legge urbanistica regionale), alla legge regionale 3 novembre 2009, n. 49 (Misure urgenti per il rilancio dell'attività edilizia e per la riqualificazione del patrimonio urbanistico-edilizio) e ulteriori disposizioni in attuazione dell'articolo 5 del decreto-legge 13 maggio 2011, n. 70 (Semestre europeo – prime disposizioni urgenti per l'economia) convertito, con modificazioni, dalla legge 12 luglio 2011, n. 106”.
- Legge Regionale 5 aprile 2012 n. 10 “Disciplina per l'esercizio delle attività produttive e riordino dello sportello unico”.
- Legge Regionale 4 febbraio 2013 N. 3 “Modifiche alla legge regionale 6 giugno 2008, n. 16 (Disciplina dell'attività edilizia) e alla legge regionale 5 aprile 2012, n. 10 (Disciplina per l'esercizio delle attività produttive e riordino dello sportello unico).”

4.6.2.4 Normativa tecnica di riferimento

- Normativa sperimentale europea CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica) “Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Bassa frequenza (0-10 kHz)”: Norma ENV 50166-1 (recepita in Italia come norma CEI 111-2 maggio 1995).
- Documento congiunto ISPESL-ISS, del 29 gennaio 1998, incentrato sulla problematica della protezione dei lavoratori e della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici ed a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.
- CEI 211-6 – Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-7 – Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.

4.6.3. Ambito spaziale di studio

I sopralluoghi alle aree di studio finalizzati al riscontro delle attuali sorgenti di CEM presenti sul territorio, unitamente alla verifica degli elementi progettuali riferibili alle emissioni di campi elettromagnetici, hanno indirizzato verso la scelta considerare come ambito di studio tutto il primo fronte edificato in affaccio diretto sull'area portuale, anche esternamente all'ambito di Intervento n. 5 del nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto della Spezia.

4.6.4. Formazione del quadro conoscitivo

Lo stato iniziale dell'ambiente è stato definito considerando le informazioni di fonte pubblica disponibili alla data di redazione del presente studio e programmando una specifica campagna di monitoraggio in corrispondenza del perimetro del “water front”. Le fonti pubbliche consultate sono riportate nella tabella seguente.

L'attività di monitoraggio ha riguardato un totale di 20 rilievi di campo magnetico e di campo elettrico per le sorgenti a bassa frequenza e 20 rilievi di campo elettromagnetico per le sorgenti ad alta frequenza dei quali si analizzano i risultati riscontrati nei punti di interesse specifico per l'intervento previsto.

ORIGINE DELL'INFORMAZIONE	SOGGETTO	CONTENUTI
http://www.arpal.gov.it/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=53&id=242&Itemid=162	ARPA Liguria	Home page campi elettromagnetici
http://www.arpal.gov.it/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=53&id=246&Itemid=163	ARPA Liguria	Monitoraggio campi elettromagnetici
http://www.arpal.gov.it/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=53&id=301&Itemid=164	ARPA Liguria	Elettrodotti
http://www.arpal.gov.it/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=53&id=302&Itemid=165	ARPA Liguria	Impianti di teleradiocomunicazione
http://geoportale.regione.liguria.it/geoservices/viewer/pages/apps/Geoportale/GeoportalView.r.html?title=Catasto+Elettrodotti+sc.+1%3A10000&resource=wms%3Ahttp%3A%2F%2Fwww.cartografiar.regione.liguria.it%2Fmapfiles%2Frepertoriocartografico%2FINFRASTRUTTURE%2F1076.asp%3FREQUEST%3DGetCapabilities%26SERVICE%3DWMS%26VERSION%3D1.3	Regione Liguria	Catasto elettrodotti
http://geoportale.regione.liguria.it/geoservices/viewer/pages/apps/Geoportale/GeoportalView.r.html?title=Impianti+di+Radiofrequenza&resource=wms%3Ahttp%3A%2F%2Fwww.cartografiar.regione.liguria.it%2Fmapfiles%2Frepertoriocartografico%2FINFRASTRUTTURE%2F1077.asp%3FREQUEST%3DGetCapabilities%26SERVICE%3DWMS%26VERSION%3D1.3	Regione Liguria	Catasto impianti di teleradiocomunicazione

4.6.5. Le sorgenti di campi elettromagnetici all'esterno dell'area portuale

Con elettrosmog si intende l'inquinamento derivante da radiazioni non ionizzanti. Le frequenze interessate variano quindi da 0 Hz, corrispondente ai campi statici, fino a 300 GHz, limite oltre il quale le radiazioni diventano ionizzanti (raggi ultravioletti, raggi X e raggi gamma) e possono indurre mutazioni genetiche.

Le radiazioni non ionizzanti vengono distinte convenzionalmente, in relazione alla sorgente e alla tipologia di campo, in radiazioni a frequenze estremamente basse (ELF – Extra Low Frequency) e in radiazioni ad alta frequenza (HF) che comprendono le radiofrequenze e le microonde.

4.6.5.1 Radiazioni a frequenze estremamente basse

L'inquinamento elettromagnetico derivante da radiazioni a frequenze estremamente basse (ELF) è tipicamente associato agli elettrodotti, ovvero all'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione per il trasporto e la distribuzione di energia elettrica.

Tutti gli elettrodotti lavorano ad una frequenza di 50 Hz, denominata frequenza di rete, indipendente dalla tensione di esercizio, che può essere di:

- 220 – 380 kV: altissima tensione;
- 40 – 150 kV: alta tensione;
- 10 – 30 kV: media tensione;
- 220 – 380 Volt: bassa tensione.

Alla frequenza di rete ci si trova sempre nella regione denominata “campo vicino” (ovvero in una regione sferica dello spazio con centro nella sorgente e di raggio pari alla lunghezza d'onda della radiazione). In questa regione il campo elettrico (misurato in Volt/metro) e il campo magnetico (misurato in μ T) si comportano come due grandezze indipendenti l'una dall'altra e vanno pertanto misurate separatamente.

In **Figura 4-154** è riportata la documentazione fotografica delle principali sorgenti ELF presenti nell'area d'indagine all'esterno del sedime portuale.



FIGURA 4-154 - PRINCIPALI SORGENTI A BASSA FREQUENZA NELL'AREA DI STUDIO

4.6.5.2 Radiazioni ad alta frequenza

L'inquinamento elettromagnetico derivante da radiazioni ad alta frequenza comprende quello relativo agli impianti di trasmissione e ricezione per la diffusione delle trasmissioni radiofoniche e televisive, che trasmettono nella banda delle radio frequenze (da 300 kHz a 300 MHz) e alla rete di telefonia cellulare, che trasmette nella banda delle microonde, più precisamente su frequenze che variano tra i 900 MHz e i 2100 MHz.

Le sorgenti in radiofrequenza servono generalmente un'area molto vasta e sono posizionati su dei rilievi, normalmente lontani dai centri abitati, che godono di una buona vista sull'area servita.

Le stazioni radio base (comunemente noti come ripetitori dei cellulari) coprono un'area molto ridotta: infatti il numero di telefonate che l'impianto riesce a supportare contemporaneamente è limitato. Questo tipo di antenna dirige la poca potenza impiegata soprattutto verso gli utenti lontani, quindi in orizzontale. L'intensità delle onde dirette verso il basso è quindi molto limitata, nelle aree sotto le antenne non si trovano mai livelli elevati di campo elettromagnetico.

Con le sorgenti di radiazioni ad alta frequenza, in relazione alle frequenze impiegate e alla collocazione degli impianti, il sistema ricevente è sempre collocato nella regione di "campo lontano", per cui il campo magnetico e il campo elettrico variano legati da una relazione costante e pertanto è sufficiente misurare indifferentemente uno dei due campi. Nella **Figura 4-155** è riportata la documentazione fotografica delle principali sorgenti ad alta frequenza presenti nell'area d'indagine all'esterno dell'area portuale.



FIGURA 4-155 - PRINCIPALI SORGENTI A BASSA FREQUENZA NELL'AREA DI STUDIO

4.6.6. Le sorgenti di campi elettromagnetici all'interno dell'area portuale

All'interno dell'area portuale, in particolare dell'Ambito 5 e adiacente Ambito 6, le principali sorgenti di CEM sono rappresentate da sottostazioni elettriche. In particolare, nell'area LSCT sono presenti sette stazioni di trasformazione/distribuzione elettrica la cui localizzazione è riportata nella **Figura 4-156**.



FIGURA 4-156 - LOCALIZZAZIONE CABINE ELETTRICHE AREA LSCT

La tabella seguente riporta i dati identificativi delle stazioni di trasformazione/distribuzione elettrica.

Codice	N° ENEL	Fornitura
1	15442512 del 08/86	Ad uso AP
2	Interna LSCT	Ad uso LSCT
3	15441211 del 04/06	Ad uso AP
4	15441229 del 07/09	Ad uso AP
5	15441184	AP-non in uso
6	E1B42529 del 03/01	Ad uso LSCT
7	15480043 del 06/03	Ad uso LSCT

4.6.7. Informazioni di fonte pubblica

Sono nel seguito riassunte le informazioni di fonte pubblica sui CEM consultate nel presente studio.

4.6.7.1 Sito Arpa Liguria – Home page campi elettromagnetici

La pagina fornisce informazioni di carattere generale sui campi elettromagnetici, sulle sorgenti responsabili della loro immissione nell'ambiente e una sintesi delle attività in merito dell'agenzia regionale.

4.6.7.2 Sito Arpa Liguria – Monitoraggio campi elettromagnetici

L'agenzia regionale, quale organo tecnico di supporto degli enti locali, effettua, attraverso i propri dipartimenti provinciali, il monitoraggio e il controllo delle emissioni di campi elettromagnetici, dovuti sia ad impianti radio e televisivi e di telefonia mobile che ad elettrodotti (L.R. 41/99 art. 72 novies).

A titolo oneroso l'agenzia può effettuare su richiesta misurazioni o valutazioni specifiche aggiuntive rispetto alla periodicità minima.

I dati relativi al monitoraggio ambientale non sono attualmente di pubblica consultazione.

4.6.7.3 Sito Arpa Liguria – Elettrodotti

Sono fornite brevi indicazioni di carattere generale relativamente alle varie tipologie di elettrodotti, in base a funzione (trasporto, distribuzione, trasformazione della tensione), tecnica costruttiva (elettrodotti aerei o interrati, a semplice o a doppia terna, etc.) e tensione di esercizio (altissima, alta, media e bassa).

Si ribadisce il ruolo dell'agenzia nel fornire un parere tecnico-ambientale, che costituirà parte integrante dell'autorizzazione dell'installazione o della modifica di elettrodotti, e nella verifica del rispetto della normativa vigente in materia di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici.

4.6.7.4 Sito Arpa Liguria – Impianti di teleradiocomunicazione

Sono fornite brevi indicazioni di carattere generale relativamente agli impianti di teleradiocomunicazione, che comprendono gli impianti di trasmissione e ricezione per la diffusione delle trasmissioni radiofoniche e televisive e le stazioni radio base per la telefonia cellulare.

Come per gli elettrodotti l'agenzia fornisce un parere tecnico ambientale che costituirà parte integrante dell'autorizzazione dell'installazione o della modifica di tali impianti. Inoltre l'agenzia verifica entro 60 giorni, il rispetto della normativa vigente in materia di inquinamento elettromagnetico in base ai dati tecnici dichiarati dal gestore ed in base alle informazioni conservate nel proprio archivio.

4.6.7.5 Geoportale Regione Liguria – Catasto elettrodotti

L'agenzia regionale realizza e aggiorna il catasto degli elettrodotti, intesi come l'insieme delle linee elettriche ad alta e ad altissima tensione, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione. La Regione Liguria, attraverso il geoportale consultabile on line, rende accessibili alcune delle informazioni ivi contenute.

Nella Figura 4-157 è riportato un estratto del catasto degli elettrodotti nell'ambito di studio.

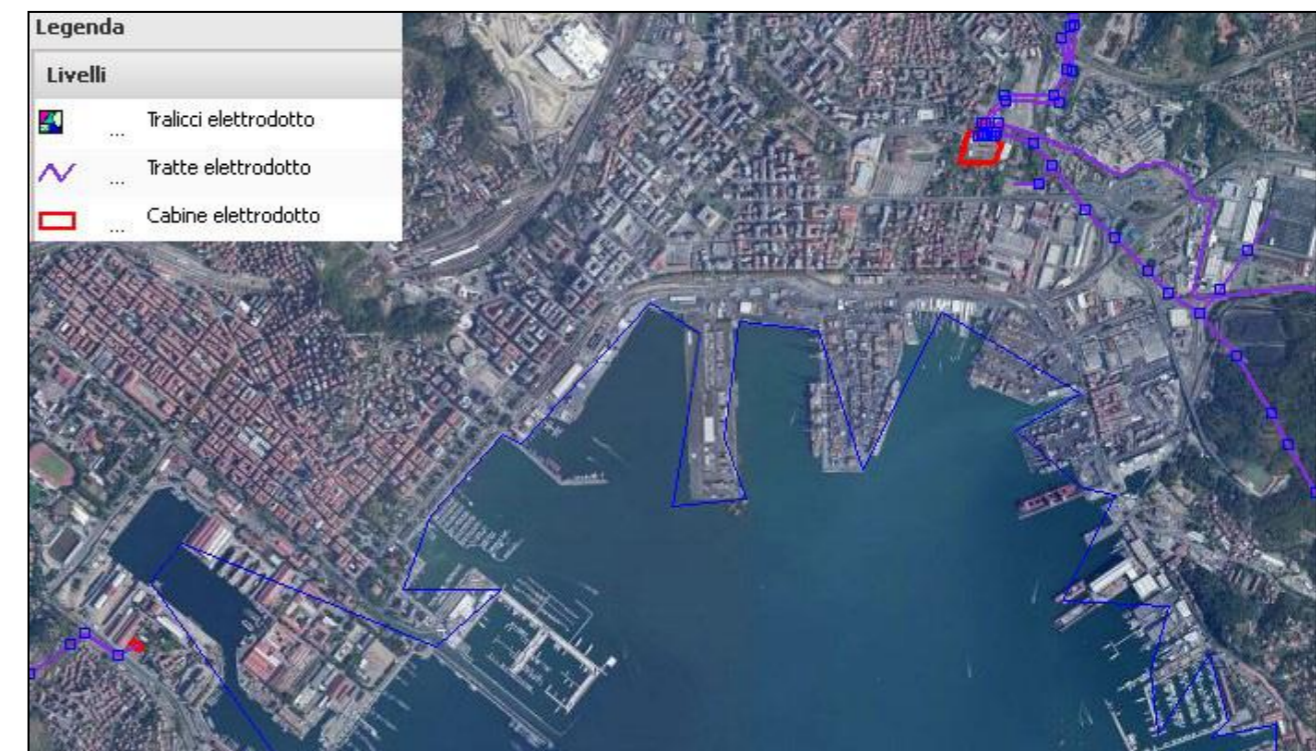


FIGURA 4-157 - ESTRATTO DEL CATASTO REGIONALE DEGLI ELETTRODOTTI

Osservando quanto riportato dal catasto degli elettrodotti, si può notare come l'ambito di studio non sia direttamente interessato da linee ad alta e ad altissima tensione. L'elettrodotto più vicino all'area di intervento, localizzato a Nord Ovest della città della Spezia, dista circa 400 m dal fronte residenziale interessato dall'opera.

4.6.7.6 Geoportale Regione Liguria – Catasto impianti di teleradiocomunicazione

L'agenzia regionale realizza e aggiorna il catasto degli impianti, quali stazioni radiobase per telefonia mobile ed impianti per emittenza radiotelevisiva, che possono comportare l'esposizione della popolazione a campi elettromagnetici a frequenze comprese tra 100 KHZ e 300 GHZ. La Regione Liguria, attraverso il geoportale consultabile on line, rende accessibili alcune delle informazioni ivi contenute.

In **Figura 4-158-Figura 4-160** sono riportati degli estratti delle sorgenti ad alta frequenza nell'ambito di studio considerando anche parte dell'Ambito 6 adiacente (in sequenza da Est a Ovest).

Osservando quanto riportato nel catasto, all'interno dell'area di studio sono molto frequenti le antenne per la telefonia, le antenne ponti radio e gli impianti in radiofrequenza. In effetti questi impianti, che spesso portano sullo stesso supporto tutti e tre i tipi di antenna, sono assai comuni nel panorama cittadino venendo installati sui tetti degli edifici più alti. Nel caso della Spezia sono presenti anche alcune installazioni su palo all'interno dell'area portuale. Ciò risponde ad una precisa esigenza di copertura del territorio, in particolare per quanto riguarda la telefonia mobile.

Al contrario le antenne di trasmissione e ricezione per la diffusione delle trasmissioni radiofoniche e televisive servono generalmente un'area molto vasta e sono posizionati su dei rilievi, normalmente lontani dai centri abitati, che godono di una buona vista sull'area servita. Il catasto non riporta la presenza di tali impianti nell'ambito di studio.

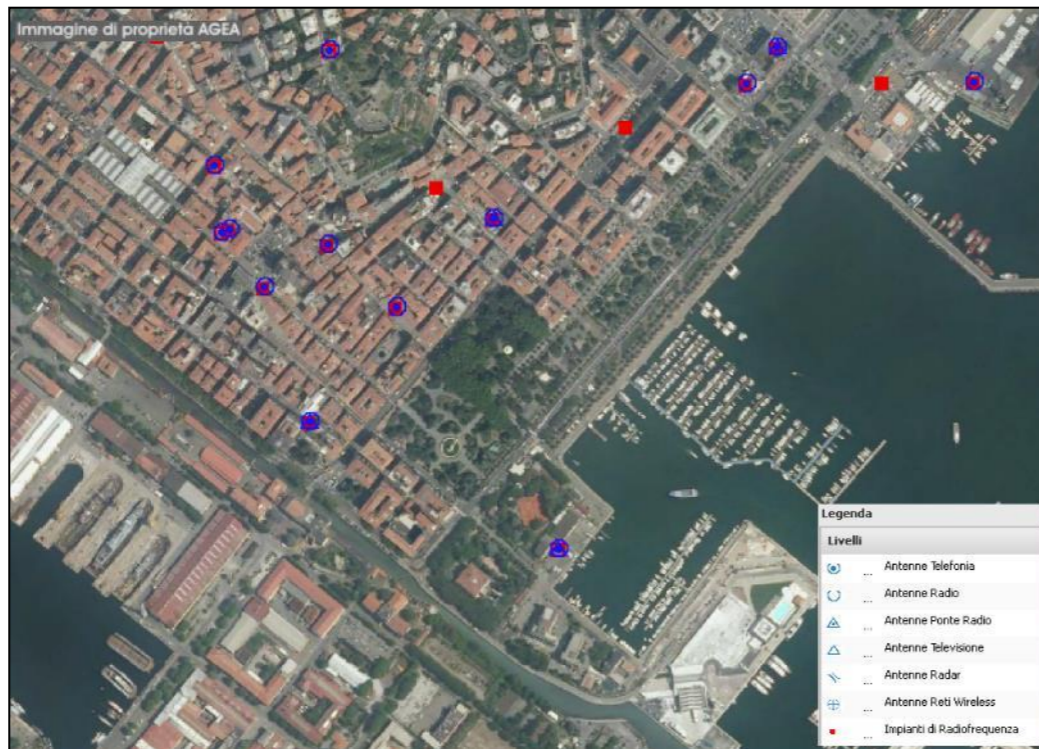


FIGURA 4-158 - ESTRATTO DEL CATASTO REGIONALE DEGLI IMPIANTI DI TELERADIOCOMUNICAZIONE



FIGURA 4-159 - ESTRATTO DEL CATASTO REGIONALE DEGLI IMPIANTI DI TELERADIOCOMUNICAZIONE

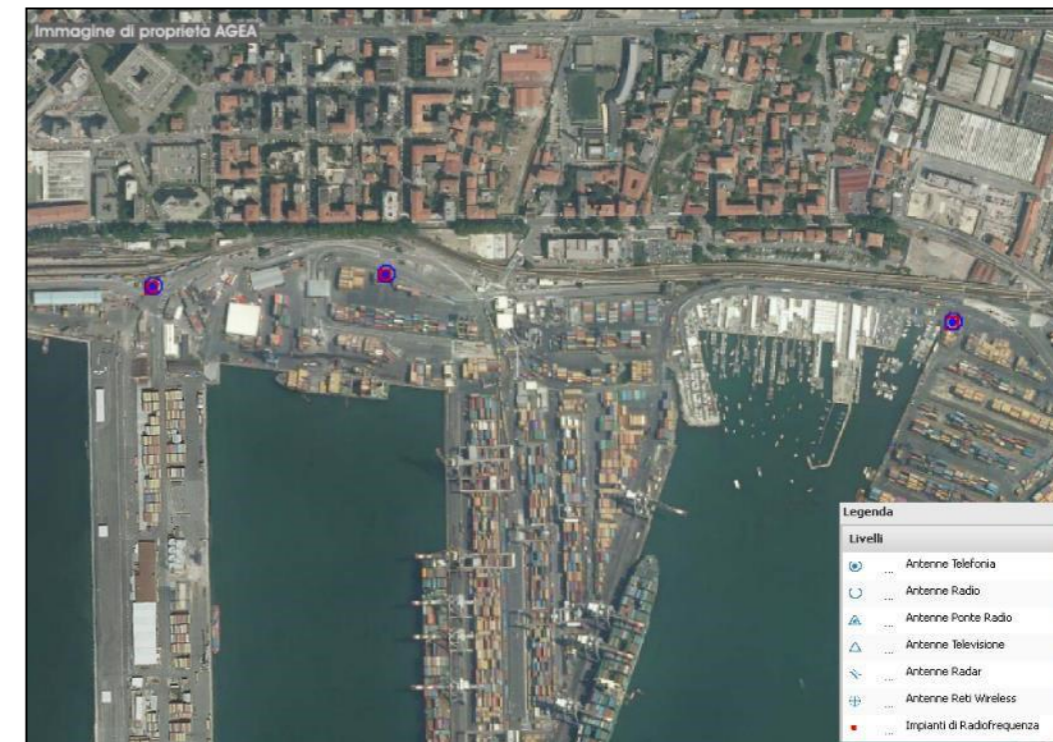


FIGURA 4-160 - ESTRATTO DEL CATASTO REGIONALE DEGLI IMPIANTI DI TELERADIOCOMUNICAZIONE

4.6.8. Attività di monitoraggio

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata alla valutazione dello stato attuale relativamente alle immissioni di campo elettrico e di campo magnetico a basse frequenze (ELF) e di campo elettromagnetico ad alte frequenze (HF) sui primi fronti edificati rispetto al Porto della Spezia.

L'ambiente elettrico e magnetico in bassa frequenza è dominato dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica, in ambito urbano rappresentata in larga parte dalla rete di utenza in bassa tensione e da alcune linee interrato in media tensione. Viceversa le principali sorgenti elettromagnetiche in bassa frequenza in ambito urbano sono rappresentate dalle stazioni radio base e dai ponti radio.

Per quanto riguarda i punti di monitoraggio sono state realizzate 20 misure di campo magnetico e di campo elettrico alle basse frequenze e 20 misure di campo elettromagnetico alle alte frequenze, concentrando i rilievi sul primo fronte residenziale del porto e in corrispondenza degli edifici sensibili. Le misure sono state effettuate nelle giornate del 9 e del 10 luglio 2014 dai tecnici:

- Dott. I. Berruti, svolgimento delle misure e analisi dati;
- Ing. P. Bottalico, svolgimento delle misure e analisi dati.

La definizione della localizzazione dei rilievi è stata in prima istanza pianificata a tavolino, intersecando le informazioni cartografiche del progetto, delle sorgenti esistenti e dell'edificato interessato dall'opera.

Sul campo si è poi provveduto alla verifica delle informazioni cartografiche e alle eventuali correzioni e integrazioni della valutazione iniziale.

Il primario obiettivo della campagna di monitoraggio è quello di fornire un quadro ambientale dello stato attuale, valutando le diverse sorgenti attualmente presenti sul territorio che interessano l'area coinvolta nell'opera, rappresentata essenzialmente dal lungo mare e dai primi fronti edificati in affaccio sull'area del porto.

È stata inoltre considerata la presenza di edifici sensibili, quali soprattutto edifici scolastici dove è presente popolazione di giovane età per lunghi periodi della giornata, e l'Ospedale Civile della Spezia.

Nella Tabella seguente è riportato l'elenco delle postazioni di monitoraggio, riferito ai punti di misura di interesse per l'ambito di studio, con il nominativo, le coordinate geografiche con sistema di riferimento WGS84 e una sintetica nota sulla zona e sulle sorgenti presenti.

Nella figura successiva è riportato lo stralcio planimetrico con la localizzazione delle postazioni di interesse.

PUNTO	LONG.	LAT.	SORGENTI E NOTE
P01	9.82300	44.1013	Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P02	9.82549	44.1037	Linee interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P03	9.82695	44.1055	Cabina elettrica di servizio in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P04	9.82639	44.1059	Scuola Media Statale Silvio Pellico - Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P05	9.82771	44.1078	Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P06	9.82934	44.1070	Colonnina Enel per illuminazione stradale, linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P07	9.83235	44.1117	Ospedale Civile della Spezia - Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P08	9.83279	44.1097	Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P09	9.83627	44.1113	Istituto Tecnico Industriale Statale Giovanni Cappellini - Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P10	9.83886	44.1114	Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P11	9.84078	44.1118	Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.
P12	9.84162	44.1114	Linee aeree e interrate in BT, stazioni radio base e ponti radio su tetti e in area portuale.

TABELLA 4-101 - LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO

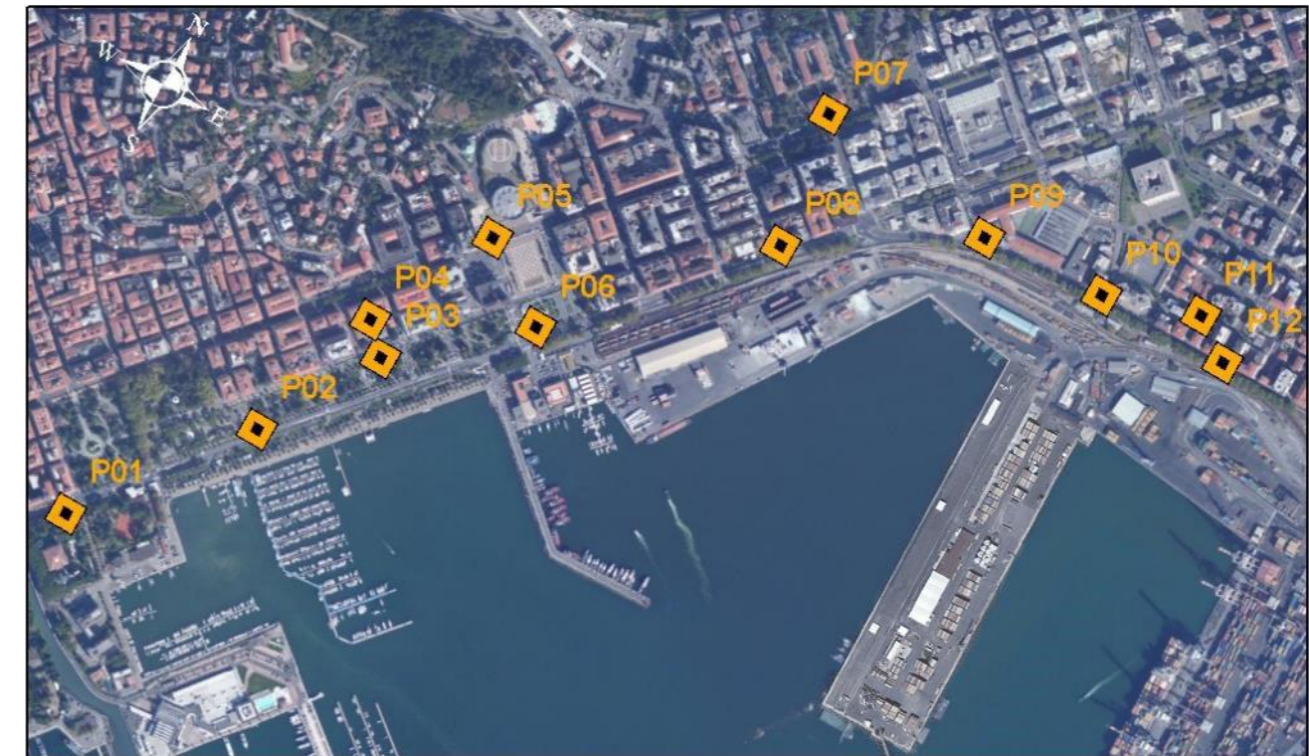


FIGURA 4-161 - LOCALIZZAZIONE RILIEVI CEM

4.6.8.1 Strumentazione impiegata

Le attività di monitoraggio sono state svolte con strumentazione Narda – Safety Test Solution in allestimento mobile. La strumentazione installata è composta generalmente da:

- sistema di misura di campi elettromagnetici;
- analizzatore di campi elettrici e magnetici per basse frequenze;
- sensore di campo elettrico per alte frequenze;
- treppiede completo di snodo in materiale non conduttore.

Le catene di misura utilizzate in relazione alle metodiche di monitoraggio sono annotate nella Tabella seguente, mentre nella Tabella successiva sono indicati i certificati di calibrazione e il centro di taratura che ha rilasciato la documentazione.

CAMPO DI FREQUENZA	CATENE DI MISURA
LF	sistema di misura di campi elettromagnetici Narda PMM 8053B; cavo di collegamento in fibra ottica; analizzatore di campi elettrici e magnetici Narda EHP-50C
HF	sistema di misura di campi elettromagnetici Narda PMM 8053B; sensore di campo elettrico Narda EP-645

TABELLA 4-102 - CATENE DI MISURA

Strumento	N° Matricola	Certificato di calibrazione	Centro di taratura
PMM 8053B	262WL00341	00341 del 20/04/2010	Narda Safety Test Solution
EHP-50C	352WN00223	00223 del 01/04/2010	
EP-645	000WX00223	00223 del 01/04/2010	

TABELLA 4-103 - CERTIFICATI DI CALIBRAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

	<p>Narda PMM 8053B</p> <p>Campo di frequenza: 5 Hz – 40 GHz in funzione del sensore</p> <p>Tempo di acquisizione: da 150 msec a 900 msec in funzione del filtro</p> <p>Calibrazione: interna al sensore su EEPROM</p> <p>Conformità: direttive 89/336 e 73/23 e alle guide CEI 211-6 e 211-7</p>
	<p>Narda EHP-50C</p> <p>Campo di frequenza: 5 Hz – 100 KHz</p> <p>Portata: 0.01 V/m – 100 KV/m, 1 nT – 10 mT</p> <p>Dinamica: > 140 dB</p> <p>Risoluzione: 0.001 V/m, 1 nT</p> <p>Calibrazione: interna EEPROM</p>
	<p>Narda EP-645</p> <p>Campo di frequenza: 100 KHz – 6.5 GHz</p> <p>Portata: 0.35 – 450 V/m</p> <p>Dinamica: > 62 dB</p> <p>Risoluzione: 0.01 V/m</p> <p>Calibrazione: interna EEPROM</p>



Nella Figura precedente è rappresentata una tipica installazione su treppiede (in materiale non conduttore) dell'analizzatore di campi elettrici e magnetici Narda EHP-50C.

Il software 8053-Logger Interface permette il collegamento dell'analizzatore al PC per l'operazione di trasferimento dei dati. I dati possono essere visualizzati con un qualsiasi editor di testo ed eventualmente sono importabili su foglio di calcolo per successive operazioni di analisi.

4.6.8.2 Metodo di misura

Tutte le operazioni relative ai rilievi sono stati eseguite prendendo a riferimento le indicazioni contenute nelle guide del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI 211-6 e CEI 211-7).

Sequenza delle operazioni di misura

a) Posizionamento del sensore

Le postazioni di misura sono state scelte in modo da caratterizzare adeguatamente il campo elettromagnetico oggetto dell'indagine, avendo cura di posizionare il sensore a sufficiente distanza da eventuali sorgenti interferenti.

Il sensore è stato fissato su un cavalletto costituito da materiale non conduttore, distante da qualsiasi struttura conduttrice o in materiale ferromagnetico (due volte la lunghezza del sensore) e da qualsiasi oggetto conduttore non permanente o ferromagnetico non permanente (tre volte l'altezza dell'oggetto).

Qualora fossero presenti erba o sterpi, questi devono essere tagliati per un raggio pari ad almeno 3 metri attorno al punto di misura.

A meno di indagini con finalità particolari, è in genere opportuno il posizionamento del sensore ad un'altezza sul p.c. compresa tra 1.1 m e 1.9 m corrispondente alle zone più sensibili del corpo umano.

L'operatore, ultimata l'installazione, si è posizionato a distanza non inferiore a 3 metri dal sensore.

b) Analisi preliminare del campo elettromagnetico

In questa fase è stato possibile verificare sul display del data-logger alcune caratteristiche del campo elettromagnetico, quali ad esempio le componenti spaziali e le frequenze caratteristiche, al fine di settare coerentemente la successiva acquisizione del dato.

c) Misurazione

La tecnica di monitoraggio applicata consiste in misure di breve periodo onde acquisire il valore RMS del vettore campo elettrico e del vettore induzione magnetica negli opportuni range di frequenza.

d) Compilazione data-sheet

Contestualmente alle operazioni di misura l'operatore ha annotato su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note.

Ciascuna scheda deve riportare il nominativo e la firma leggibile del tecnico competente responsabile delle misure.

Archiviazione dei dati

I dati rilevati in campo e archiviati nella memoria dello strumento o su computer sono stati consegnati al Centro Operativo (CO).

L'archiviazione dei dati è organizzata nel computer del centro operativo. Il trasferimento dei dati avviene utilizzando l'interfaccia del software 8053-Logger Interface, quindi i rilievi sono salvati come dati grezzi all'interno dell'apposita cartella insieme alle scansioni dei data sheet, alle foto e a tutto il materiale inerente il monitoraggio.

Analisi dati

I dati di ogni rilievo sono stati importati su foglio elettronico di calcolo al fine di realizzare l'elaborazione grafica del profilo temporale. Le informazioni grezze scaricate dallo strumento, le elaborazioni da foglio di calcolo e le annotazioni di campo confluiscono infine in un rapporto di misura univoco per ogni rilievo, in cui vengono riportati:

- identificativo del rilievo (codice, data, ora, localizzazione);
- operatore;
- principali parametri meteorologici;
- tipologia del rilievo;
- strumentazione adottata/installazione;
- caratterizzazione delle sorgenti;
- profilo temporale del rilievo;
- RMS rilevato confrontato con i limiti della normativa di riferimento
- fotografie della postazione e del ricettore;
- localizzazione planimetrica del punto di misura.

I report delle misure sono contenuti nell'ALLEGATO 2: MONITORAGGIO ANTE OPERAM: COMPONENTE CAMPI ELETTROMAGNETICI.

4.6.8.3 Risultati

Campi elettrici e magnetici a basse frequenze (ELF)

I livelli di campo magnetico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati nel DPCM 8 luglio 2003. I livelli di campo elettrico risultano ampiamente al di sotto del limite di esposizione riportato nel medesimo decreto. In **Tabella 4-104** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati, relativa ai soli punti di interesse per l'ambito di studio.

ELF	Campo Magnetico				Campo Elettrico	
	Punto	RMS [μ T]	Obiettivo qualità [μ T]	Livello attenzione [μ T]	Limite esposizione [μ T]	RMS [V/m]
P_01	0.06	3	10	100	0.1	5000
P_02	0.31	3	10	100	0.1	5000
P_03	0.03	3	10	100	0.1	5000
P_04	0.56	3	10	100	0.2	5000
P_05	0.17	3	10	100	0.3	5000
P_06	0.04	3	10	100	0.2	5000
P_07	0.04	3	10	100	0.2	5000
P_08	0.03	3	10	100	0.1	5000
P_09	0.03	3	10	100	1.0	5000
P_10	0.03	3	10	100	0.5	5000
P_11	0.11	3	10	100	0.2	5000
P_12	0.12	3	10	100	2.6	5000

TABELLA 4-104 - LIVELLI FONDO AMBIENTALE (ELF)

Campi elettromagnetici ad alte frequenze (HF)

I livelli di campo elettrico riscontrati risultano ampiamente al di sotto degli obiettivi di qualità riportati nel DPCM 8 luglio 2003. In **Tabella 4-105** è riportata una sintesi dei rilievi effettuati.

RF	Campo Elettrico			
	Punto	RMS [V/m]	Obiettivo qualità [V/m]	Livello attenzione [V/m]
P_01	0.71	6	6	20
P_02	0.83	6	6	20
P_03	0.84	6	6	20
P_04	0.72	6	6	20
P_05	0.92	6	6	20
P_06	0.92	6	6	20
P_07	0.77	6	6	20
P_08	0.98	6	6	20
P_09	1.15	6	6	20
P_10	1.36	6	6	20
P_11	0.56	6	6	20
P_12	0.86	6	6	20

TABELLA 4-105 - LIVELLI FONDO AMBIENTALE (HF)

4.6.9. Conclusioni operative

Lo stato attuale dell'ambiente relativamente all'inquinamento elettromagnetico nell'area di studio del Porto della Spezia è stato definito attraverso l'analisi e la sintesi dei dati pubblici disponibili e mediante un'apposita campagna di monitoraggio realizzata nelle giornate del 9 e del 10 luglio 2014.

I dati pubblici, messi a disposizione on line da Arpa Liguria e dalla Regione Liguria, non riportano i livelli di inquinamento monitorati dall'agenzia, ma si concentrano sulla descrizione delle sorgenti e sulla loro localizzazione attraverso la realizzazione e l'aggiornamento del catasto regionale degli elettrodotti e del catasto regionale degli impianti di teleradiocomunicazione.

Dalle informazioni del catasto regionale e dal sopralluogo si evince che nell'ambito di studio le sorgenti ELF sono rappresentate essenzialmente dalla rete di distribuzione cittadina di energia elettrica a bassa tensione, essendo gli elettrodotti ad alta e altissima tensione relegati in posizioni più periferiche della città.

Per quanto riguarda le sorgenti ad alta frequenza, in città sono diffusi sui tetti e su apposite antenne nell'area portuale gli impianti di stazioni radio base e ponti radio, mentre gli impianti di trasmissione radio-televisiva sono molto distanti dalla città e dall'ambito di studio.

La campagna di monitoraggio ha permesso, attraverso 12 postazioni distribuite lungo i primi fronti edificati residenziali e in corrispondenza dei ricettori sensibili, di valutare in modo diffuso i livelli di campo magnetico e di campo elettrico per le sorgenti di bassa frequenza (ELF) e i livelli di campo elettromagnetico per le sorgenti ad alta frequenza (HF).

Per entrambe le tipologie di sorgenti i livelli riscontrati risultano ampiamente al di sotto dei limiti di esposizione e degli obiettivi di qualità previsti dai relativi DPCM 8 luglio 2003.

4.7. INQUINAMENTO LUMINOSO

4.7.1. Normativa di riferimento

4.7.1.1 Legislazione nazionale – Sintesi dei principali riferimenti

Al momento non esiste una legge a livello nazionale trattante il tema inquinamento luminoso dal punto di vista strettamente ambientale. Esistono viceversa diverse norme che tracciano le disposizioni sull'illuminazione dal punto di vista della sicurezza stradale, sociale e sul lavoro, e sulla realizzazione degli impianti di illuminazione a regola d'arte. La legge nazionale considera realizzati a regola d'arte gli impianti conformi alle norme UNI.

4.7.1.1.1 UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche"

La norma UNI 11248: 2012, è stata elaborata con l'intento di individuare le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire alla sicurezza degli utenti delle strade. Il documento fornisce le linee guida per:

- ✓ determinare le condizioni di illuminazione in una data zona, identificate e definite in modo esaustivo nella norma UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali";
- ✓ come classificare una zona destinata al traffico per determinare la sua categoria illuminotecnica (aspetti che condizionano l'illuminazione stradale, valutazione dei rischi, ecc..)

La norma riguarda gli impianti fissi di illuminazione in zone pubbliche destinate alla circolazione, che devono offrire al cittadino condizioni di visibilità ottimali nelle ore notturne e consentire un regolare smaltimento del traffico.

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per un flusso di traffico pari al 100% di quello associato al tipo di strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente (contrasto con quanto riportato in alcune leggi regionali).

La UNI 11248 riporta i criteri di suddivisione delle zone di studio, che sono quelle parti di strada considerate per la progettazione di un impianto di illuminazione: zone a traffico veicolare, piste ciclabili e zone pedonali, zone di conflitto e zone per dispositivi rallentatori e attraversamenti pedonali.

Tra le raccomandazioni per l'illuminazione si fa riferimento al controllo dell'abbagliamento debilitante, alle condizioni atmosferiche, alla guida visiva, alle categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti.

Le specifiche riportate nella UNI di interesse per questo studio sono:

- ✓ Tabella A - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento: D Strade Urbane di scorrimento veloce 50 km/h; Categoria illuminotecnica di riferimento ME3
- ✓ Tabella B – Comparazione di categorie illuminotecniche: Categoria illuminotecnica di riferimento ME3 corrisponde a CE3
- ✓ Tabella G – Categorie illuminotecniche serie CE: Aree a traffico motorizzato in cui non è possibile ricorrere al calcolo della luminanza: Categoria CE3: E medio minimo mantenuto [lx] 15; E minimo mantenuto [lx] 0.4.

4.7.1.1.2 UNI 10819 "Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"

La Norma prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna, per la limitazione della dispersione verso l'alto di flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale, anche al fine di non ostacolare l'osservazione astronomica. La norma classifica il territorio in base agli osservatori astronomici e alla loro importanza:

ZONA 1: Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (per esempio: osservatori astronomici o astrofisici di rilevanza internazionale). Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km.

ZONA 2: Zona protetta intorno alla Zona 1 o intorno ad osservatori a carattere nazionale e/o di importanza divulgativa. Raggio dal centro di osservazione $r = 5$ km, 10 km, 15 km o 25 km, in funzione dell'importanza del centro.

ZONA 3: Territorio nazionale non classificato in Zona 1 e 2.

La norma poi classifica gli impianti e definisce una matrice di possibilità di installazione tra tipo di impianto e tipologia di territorio. Classificazione degli impianti di illuminazione: in ordine decrescente di importanza utilizzando come carattere distintivo il conseguimento della sicurezza stradale e individuale:

Tipo A: Impianti dove la sicurezza è a carattere prioritario, per esempio illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, grandi aree

Tipo B: Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati

Tipo C: Impianti di interesse ambientale e monumentale

Tipo D: Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi di illuminazione

Tipo E: Impianti a carattere temporaneo ed ornamentale, quali per esempio le luminarie natalizie

Criteri di valutazione degli impianti:

Metodo del rapporto medio di emissione superiore:

Il parametro che, in base alla zona di appartenenza e alla tipologia di impianto, viene introdotto per valutare l'inquinamento luminoso è il rapporto medio di emissione superiore R_n , definito come rapporto tra la somma dei flussi luminosi superiori di progetto $\varphi\theta, \Psi$ estesa a n apparecchi di illuminazione e la somma dei flussi luminosi totali φ_t emessi dagli stessi apparecchi, espresso in percentuale.

$$R_n = \frac{\sum_n \varphi\theta, \Psi}{\sum_n \varphi_t} 100$$

4.7.1.1.3 UNI EN12464 Aree industriali di lavoro con utilizzo anche notturno

La norma UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni" sostituisce la UNI EN 10380 datata 1994 "Illuminazione di interni con luce artificiale", andando a definire i criteri per una corretta progettazione illuminotecnica dei luoghi di lavoro in interni ed introducendo alcuni nuovi concetti atti a migliorare la qualità dell'illuminazione.

La norma UNI EN 12464-2 "Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno", specifica invece i requisiti illuminotecnici per garantire sufficienti livelli di comfort visivo e prestazione visiva ai lavoratori che svolgono la loro opera in ambienti esterni. In particolare, la norma contiene un allegato contenente le raccomandazioni sull'illuminazione in materia di sicurezza e della salute dei lavoratori.

4.7.1.2 Legislazione regionale

4.7.1.2.1 **LEGGE REGIONALE 29 MAGGIO 2007 N. 22**

Gli obiettivi che la Regione Liguria persegue con tale legge sono:

- a) soddisfare le esigenze energetiche della Regione, secondo criteri di efficienza e con il fine del contenimento dei consumi;
- b) favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'utilizzo delle fonti rinnovabili compatibili con il territorio;
- c) favorire ed incentivare forme di risparmio energetico, sviluppo della cogenerazione e del teleriscaldamento;
- d) promuovere il miglioramento dell'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti;
- e) promuovere il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici anche mediante soluzioni costruttive innovative e l'utilizzazione delle fonti rinnovabili;
- f) ridurre l'uso delle fonti convenzionali e migliorare l'efficienza degli impianti di produzione da fonte fossile;
- g) promuovere la diversificazione delle fonti privilegiando la valorizzazione delle risorse locali;
- h) promuovere e diffondere l'educazione all'uso razionale dell'energia, volta anche al risparmio delle risorse ed al contenimento delle emissioni;
- i) promuovere la ricerca, l'innovazione, lo sviluppo e la diffusione tecnologica, favorendo anche lo scambio di esperienze e di conoscenze;
- j) promuovere la formazione, l'aggiornamento e l'informazione in campo energetico;
- k) prevenire e ridurre l'inquinamento luminoso ed ottico;
- l) tutelare i siti degli osservatori astronomici ed astrofisici di rilevanza regionale e provinciale dall'inquinamento luminoso.

Il TITOLO III di tale legge è interamente dedicato all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico ed è così composto:

Articolo 15

(Definizioni)

1. Ai fini del presente titolo si intende:

- a) per inquinamento luminoso: ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte;
- b) per inquinamento ottico: ogni forma di irradiazione artificiale diretta su superfici o cose cui non è funzionalmente dedicata o per le quali non è richiesta alcuna illuminazione;
- c) per Regolamento dell'illuminazione: il Regolamento redatto dalle amministrazioni comunali che accerta la consistenza e lo stato di manutenzione degli impianti presenti nel territorio di competenza e pianifica le nuove installazioni, la manutenzione, la sostituzione nonché l'adeguamento di quelle esistenti, in accordo con il presente titolo;
- d) per osservatorio astronomico ed astrofisico: la costruzione adibita in maniera specifica all'osservazione astronomica ai fini scientifici e divulgativi con strumentazione dedicata all'osservazione notturna;

e) per fascia di rispetto: l'area circoscritta all'osservatorio la cui estensione è determinata dalla categoria dell'osservatorio medesimo.

Articolo 16

(Competenze della Regione)

1. La Regione, per garantire una omogenea applicazione del presente titolo, in osservanza del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR):

- a) esercita le funzioni di coordinamento ed indirizzo in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici;
- b) coordina la raccolta delle informazioni relative all'applicazione del presente titolo al fine di favorire lo scambio di informazioni in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici;
- c) concede contributi agli enti locali per l'adeguamento degli impianti pubblici di illuminazione esterna esistenti ai criteri tecnici previsti dal presente titolo;
- d) provvede, con proprio regolamento, a stabilire:
 - 1) i requisiti tecnici e le modalità di impiego degli impianti di illuminazione esterni ad integrazione di quanto stabilito all'articolo 20;
 - 2) i contenuti della certificazione di conformità di cui all'articolo 20 e le procedure per la presentazione della stessa ai Comuni;
 - 3) le modalità di effettuazione dei controlli di cui all'articolo 23;

e) predisporre ed aggiornare l'elenco degli osservatori e delle aree naturali protette, individuandone le relative zone di protezione.

Articolo 17

(Competenze delle Province)

1. Le Province:

- a) esercitano il controllo sul corretto e razionale uso dell'energia elettrica;
- b) adeguano gli impianti di illuminazione esterna di propria competenza al presente titolo;
- c) esercitano le funzioni di vigilanza sui Comuni circa l'ottemperanza alle disposizioni di cui al presente titolo;
- d) promuovono, anche con il concorso degli enti/organismi a diverso titolo interessati dalle presenti disposizioni, corsi di formazione ed aggiornamento tecnico e professionale per tecnici con competenze nell'ambito dell'illuminazione.

Articolo 18

(Competenze dei Comuni)

1. I Comuni:

- a) adeguano il Regolamento edilizio alle disposizioni del presente titolo;
- b) si dotano, entro cinque anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, del Regolamento comunale di illuminazione di cui all'articolo 15, comma 1, lettera c);
- c) adeguano gli impianti di illuminazione esterna di propria competenza al presente titolo;
- d) ricevono i certificati di conformità di tutti gli impianti di illuminazione esterna, anche a scopo pubblicitario;
- e) controllano che gli impianti di illuminazione, anche dei privati e quelli a scopo pubblicitario, siano conformi alla presente legge;

f) comminano le sanzioni di cui all'articolo 33.

Articolo 19

(Aree a più elevata sensibilità)

1. Sono tutelati dal presente titolo gli osservatori astronomici ed astrofisici professionali e non professionali che svolgano ricerca e divulgazione scientifica, nonché le aree naturali protette.
2. La Giunta regionale, entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, individua, anche mediante adeguate cartografie, le aree del territorio regionale che presentano una elevata sensibilità all'inquinamento luminoso. Ricadono in tali aree quelle nelle quali sono presenti osservatori di cui al comma 1 individuati su indicazione della Società Astronomica Italiana (SAI) e dell'Unione Astrofili Italiani (UAI) nonché le aree naturali protette.
3. Le aree di cui al comma 2 devono avere una estensione di raggio minimo, fatti salvi i confini regionali, di:
 - a) 10 chilometri per gli osservatori professionali;
 - b) 5 chilometri per gli osservatori non professionali;
 - c) estese quanto i confini delle aree naturali protette così come delimitate dalla vigente legislazione.
4. Nelle aree di cui al comma 2 tutti gli apparecchi non rispondenti alle norme del presente titolo esistenti alla data di entrata in vigore della stessa, vanno adattati o sostituiti o comunque dotati entro e non oltre cinque anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, di idonei dispositivi in grado di contenere e dirigere a terra il flusso luminoso.

Articolo 20

(Requisiti tecnici degli impianti di illuminazione)

1. Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata con potenza installata individuata con il regolamento di cui all'articolo 2 comma 1 lettera b) devono essere corredati di certificazione di conformità alla presente legge e devono essere:
 - a) costituiti da apparecchi illuminanti aventi una intensità luminosa massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi e oltre, o conseguire tale risultato con opportuni sistemi di schermatura;
 - b) equipaggiati di lampade al sodio ad alta e bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione;
 - c) realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, o, in assenza di queste, valori di luminanza media mantenuta omogenei e, in ogni caso, contenuti entro il valore medio di una candela al metro quadrato;
 - d) realizzati ottimizzando l'efficienza degli stessi e quindi impiegando, a parità di luminanza, apparecchi che conseguono impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interesse dei punti luce;
 - e) provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro l'orario stabilito con atti delle Amministrazioni comunali, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta % rispetto al pieno regime di operatività. La riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza.
2. I requisiti di cui al comma 1 non si applicano per le sorgenti di luce già strutturalmente protette, come porticati, gallerie ed in genere tutte le installazioni che per loro posizionamento non possono diffondere la luce verso l'alto, per quelle in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore a 2250 lumen, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lumen cadauna, per quelle di uso temporaneo che vengono spente entro le ore venti nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale e per gli impianti di modesta entità.
3. L'illuminazione di impianti sportivi deve essere realizzata in modo da evitare fenomeni di dispersione di luce verso l'alto e al di fuori dei suddetti impianti. Per tali impianti, per i quali è comunque richiesto lo spegnimento all'ultimazione dell'attività sportiva, è comunque consentito l'impiego di lampade diverse da quelle previste al comma 1, lettera b).

4. È fatto divieto di usare fasci di luce roteanti o fissi a scopo pubblicitario e qualsiasi sistema di illuminazione del paesaggio.

5. L'illuminazione degli edifici deve avvenire di norma dall'alto verso il basso. Solo in caso di illuminazione di edifici classificati di interesse storico – architettonico e monumentale e di quelli di pregio storico e culturale i fasci di luce possono essere orientati dal basso verso l'alto. In tal caso devono essere utilizzate basse potenze e, se necessari, dispositivi di contenimento del flusso luminoso disperso con schermi o alette paraluce.

6. Le disposizioni di cui al presente articolo possono essere derogate con atto motivato delle Amministrazioni locali qualora vi siano esigenze di riduzione dei fenomeni criminosi in zone urbane particolari.

Articolo 21

(Esclusioni)

1. Non sono soggette alle disposizioni del presente titolo le seguenti installazioni:

- a) i fari costieri;
- b) gli impianti di illuminazione di carceri, insediamenti militari e di pubblica sicurezza;
- c) i porti e gli aeroporti;
- d) gli impianti temporanei, purché destinati ad impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di emergenza e gli impianti destinati alla sicurezza passiva dell'edificio;
- e) gli impianti per le manifestazioni all'aperto con carattere di temporaneità, regolarmente autorizzate dai Comuni;
- f) le luminarie natalizie e per le feste patronali.

Articolo 22

(Aggiornamento dei requisiti tecnici)

1. Alle modifiche ed integrazioni dei requisiti tecnici e delle modalità d'impiego degli impianti di illuminazione di cui all'articolo 20 provvede la Regione con proprio Regolamento.

Articolo 23

(Vigilanza)

1. Gli enti competenti alla vigilanza ed al controllo possono effettuare in qualunque momento sopralluoghi e misurazioni allo scopo di determinare la qualità e quantità delle emissioni luminose, eventualmente con il supporto di ARPAL secondo le modalità stabilite con il Regolamento di cui all'articolo 16, comma 1, lettera d).

4.7.1.2.2 **REGOLAMENTO REGIONALE 15 SETTEMBRE 2009 N. 5**

Regolamento per il contenimento dell'inquinamento luminoso ed il risparmio energetico ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lett. b) della legge regionale 29 maggio 2007, n.22 (Norme in materia di energia).

Il regolamento è emanato in attuazione del Titolo III "Disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso ed il risparmio energetico" della legge regionale 29 maggio 2007, n. 22 (Norme in materia di energia) con cui la Regione Liguria individua e persegue gli obiettivi della tutela dell'ambiente notturno finalizzati allo sviluppo sostenibile della comunità regionale, promuove il risparmio energetico nell'illuminazione pubblica e privata esterna e la conseguente riduzione dell'inquinamento luminoso.

4.7.1.2.3 **D.G.R. 21/03/2012, n. 896**

Ai sensi della legge regionale 29 maggio 2007, n. 22 recante "Norme in materia di energia", ed in particolare il Titolo III "Disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso ed il risparmio energetico" che al comma 1, lettera e) dell'art.

16 prevede che la Regione predisponga ed aggiorni l'elenco degli osservatori astronomici esistenti sul territorio ligure e vista la Deliberazione della Giunta Regionale n. 1500 del 06/11/2009, come modificata dalla D.G.R. n. 840/2011, con la quale è stato istituito il suddetto elenco degli osservatori astronomici in Liguria, sono stati approvati i requisiti che devono possedere gli osservatori astronomici per essere iscritti nell'elenco di cui sopra, è stata approvata la scheda contenente la modulistica per la presentazione della domanda di iscrizione nell'elenco regionale degli osservatori astronomici, è stata istituita una Commissione Tecnica atta alla valutazione dei requisiti di cui sopra, è stato stabilito che l'aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici esistenti sul territorio ligure sarebbe avvenuto con decreto del Dirigente della Struttura competente in materia, è stata approvata la scheda con la quale il responsabile dell'osservatorio può segnalare al Comune competente per territorio, nell'ottica di una fattiva collaborazione, le fonti luminose che arrecano particolare disturbo all'osservazione della volta celeste decreta di inserire nell'elenco degli osservatori astronomici liguri i seguenti osservatori astronomici:

- 1) Osservatorio del Liceo Scientifico Cassini, con sede in Via Galata, 34 cancello - Genova;
- 2) Osservatorio Astronomico di Genova con sede in Piazzetta dell'Università Popolare - Genova;
- 3) Osservatorio Canis Major; con sede in Via Montefranco, 77 - Castelnuovo Magra (SP);
- 4) Osservatorio del Comune di Perinaldo con sede in Piazza Mons. Rossi, 1 - Perinaldo (IM);

In **Figura 4-162** è riportato l'elenco degli osservatori astronomici e delle fasce di rispetto.

Elenco Osservatori Astronomici

Il presente elenco è istituito ai sensi del comma 1, lettera e) art. 16 del Titolo III "Disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso ed il risparmio energetico" della legge regionale 29 maggio 2007, n. 22 recante "Norme in materia di energia", in base alle richieste di inserimento ad oggi pervenute, secondo le disposizioni di cui alla D.G.R. 1500/09.

Nome Osservatorio	SEDE		Fascia di rispetto
Osservatorio del Liceo Scientifico Cassini	Via Galata, 34 cancello	Genova	5 Km
Osservatorio Astronomico di Genova	Piazzetta dell'Università Popolare	Genova	5 Km
Osservatorio Canis Major	Via Montefranco, 77	Castelnuovo Magra (SP)	5 Km
Osservatorio del Comune di Perinaldo	Piazza Mons. Rossi, 1	Perinaldo (IM)	5 Km
Osservatorio Astronomico e di Fisica Terrestre "Europa 71"	Via Isonzo, 4	Sanremo	5 Km
Osservatorio Astronomico del Righi	Via Mura delle Chiappe, 44R	Genova	5 Km

FIGURA 4-162 - ZONE DI PROTEZIONE DALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

4.7.1.3 Legislazione comunale

REGOLAMENTO PER IL MIGLIORAMENTO DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA E PRIVATA ESTERNA ATTRAVERSO IL CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO E L'ABBATTIMENTO DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Tale regolamento comunale prevede che le prestazioni illuminotecniche degli impianti esterni di illuminazione dovranno essere conformi alle prescrizioni tecniche della Norma UNI 10439 "Requisiti illuminotecniche delle strade con Traffico Motorizzato" o successive modificazioni (l'attuale UNI 11248), nonché della Norma UNI 10819 "Requisiti per la limitazione dell'inquinamento luminoso" e successive modificazioni.

4.7.2. Stato attuale dell'inquinamento luminoso

Lo stato attuale dell'inquinamento luminoso è visibile attraverso la mappa riportata in **Figura 4-163**.

La mappa, riferita alle ore 23 in inverno e ad una umidità media di 85 %, è valida per un cono di 50 ° allo zenit (cioè rispetto alla verticale della posizione) e non tiene conto degli effetti di inquinamento luminoso all'orizzonte. Per considerare i valori indicati sulla mappa, resta inteso che l'osservatore non dovrebbe essere direttamente esposto ad una sorgente di luce diretta, e da almeno 20 minuti non si è esposto ad una qualsiasi fonte di luce diretta.

I valori riportati sono indicativi in quanto ottenuti mediante calcolo analitico e non basati su indicatori misurabili. Fenomeni locali, come ad esempio l'illuminazione di monumenti ed edifici pubblici o, al contrario, lo spegnimento delle luci ad una certa ora della notte, possono falsare localmente la mappatura.

Le aree acquatiche non vengono inoltre prese in considerazione: la propagazione di aloni di luce è stata fortemente attenuata volontariamente al di sopra del mare, per motivi di chiarezza. Queste mappe trattano pertanto delle zone urbane, zone industriali e artigianali, aree residenziali, porti, aeroporti, campi di aviazione, autostrade ed alcune strutture industriali di grandi dimensioni (ad esempio le centrali elettriche nucleari).

La Mappa dell'inquinamento luminoso documenta la visibilità delle stelle a occhio nudo. Il livello di inquinamento è espresso in funzione del numero di stelle visibili, secondo la legenda riportata in **Tabella 4-106**.

In corrispondenza del porto di La Spezia e del centro abitato l'inquinamento luminoso è massimo, concentrandosi la colorazione del magenta associata ad una visibilità di stelle quasi al minimo, dell'ordine di 50-100 stelle.

Presso le banchine del porto, la visibilità aumenta lievemente a 100-200 stelle, testimoniata dalla comparsa di qualche macchia tendente alla colorazione rossa.

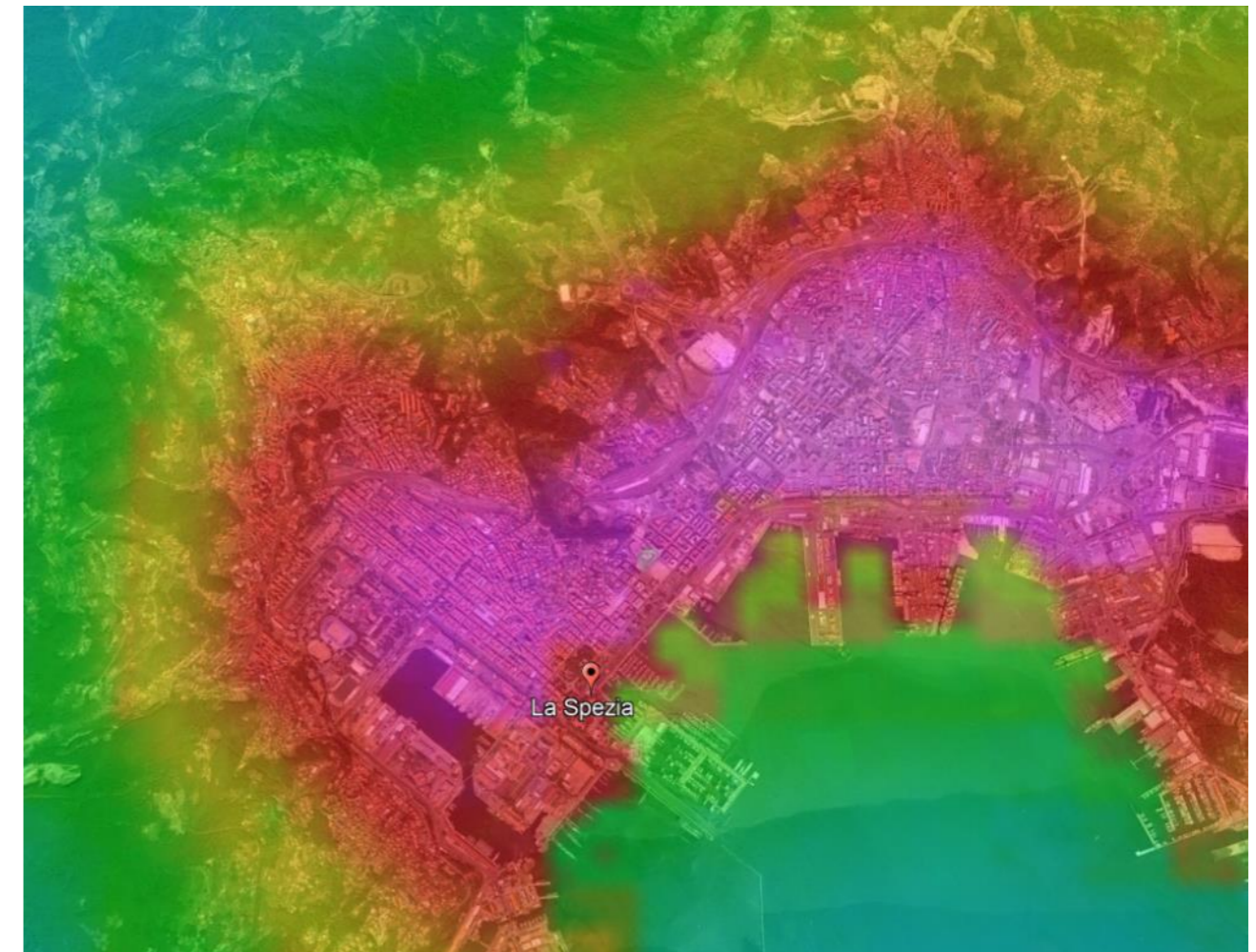


FIGURA 4-163 - MAPPA DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Zona	N° Stelle visibili	Note
Bianco	0-50 (No pianeti)	Inquinamento luminoso molto potente e onnipresente. Molto tipico dei grandi centri urbani e delle grandi metropoli regionali e nazionali.
Magenta	50-100	Le costellazioni principali cominciano ad essere riconoscibili
Rosso	100-200	Possono apparire più costellazioni e stelle. Col telescopio, si possono osservare certi oggetti del catalogo di Messier
Arancione	200-250	L'inquinamento resta presente, per cui in alcune parti del cielo appaiono più scure. Situazioni di diversi sobborghi di grandi città
Giallo	250-500	Inquinamento luminoso ancora forte. La Via Lattea potrebbe diventare visibile in ottime condizioni. Alcuni tra i più brillanti oggetti del catalogo di Messier osservabili ad occhio nudo
Verde	500-1000	Periferia lontana di città, visibile spesso la via Lattea ma ancora molto sensibile alle condizioni atmosferiche. Tipicamente gli aloni dell'inquinamento luminoso occupano solo una parte del cielo e arrivano a 40 -50° di altitudine.
Ciano	1000-1800	Via Lattea prevalentemente visibile (a secondo del tempo), ma senza splendere
Blu	1800-3000	Cielo molto buono. La Via Lattea si distingue abbastanza chiaramente. Il cielo alla verticale dell'osservatore è generalmente da buono a molto buono.
Blu notte	3000-5000	Via Lattea potente. Certi aloni di luce sono molto distanti e sparsi e non incidono sulla qualità della cielo.
Nero	Oltre 5000	Nessun problema d'inquinamento luminoso rilevabile verticalmente.

TABELLA 4-106 - LEGENDA MAPPA INQUINAMENTO

4.7.3. Sorgenti di illuminazione

I sopralluoghi alle aree di studio hanno evidenziato che esistono due sistemi di illuminazione sinergici: l'illuminazione stradale pubblica e l'illuminazione dell'area portuale con il ricorso a torri faro.

L'Ambito 5 del PRP della Spezia, compreso tra Calata Malaspina e l'Arsenale Militare, è caratterizzato da funzioni mercantili, a levante, e da funzioni turistico ricreative a ponente. Gli impianti di illuminazione ad oggi presenti sono costituiti prevalentemente da plafoniere su paline.

Nella **Figura 4-154** è riportata l'ubicazione delle torri faro attualmente in servizio nell'Ambito 5. La figura documenta le torri faro presenti nel complesso anche nell'area adiacente. In particolare sono presenti 35 torri faro di cui 4 su Calata Paita, 13 su Molo Garibaldi/Calata Malaspina, 2 su Calata Artom, 8 su Molo Fornelli e 8 su Terminal Ravano. Le aree di Marina del Canaletto, Banchina Morin e Banchina Revel non sono interessate da torri faro.

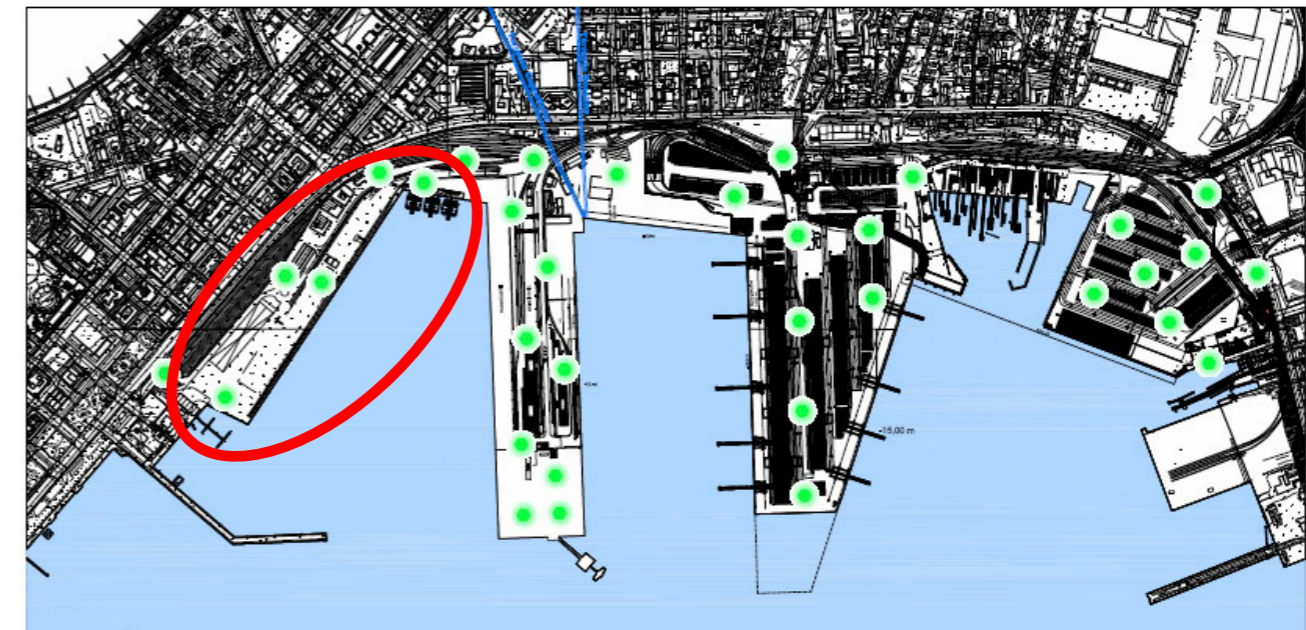


FIGURA 4-164 - LOCALIZZAZIONE TORRI FARO

4.7.4. Monitoraggio ante operam

Le misure di ante operam permettono di identificare lo stato di qualità della risorsa, di attuare un primo confronto con i valori proposti dalle normative vigenti e di caratterizzare la vulnerabilità delle aree di studio. L'importanza del tema è comprovata dalla ricchezza di contributi in merito, anche se la sensibilità nei confronti delle soluzioni tecniche da adottare per controllare e ottimizzare l'illuminazione degli spazi pubblici risulta ancora disomogenea, complice anche la difficoltà di applicazione di alcune soluzioni che vengono giudicate dalla popolazione a scapito della sicurezza (stradale, personale, ecc.).

L'attività di monitoraggio illuminotecnico è stata finalizzata ad acquisire le informazioni necessarie per verificare l'ambiente luminoso notturno del primo fronte edificato, le aree sotto illuminate o sovra illuminate, e di disporre di informazioni di indirizzo da trasferire ai progettisti al fine di controllare l'impatto delle opere in progetto.

Le variazioni dei livelli di illuminazione che potranno essere determinate dall'attuazione del progetto previsto nell'ambito 5 determinerà infatti effetti riferibili sempre al primo fronte edificato esistente.

I punti di misura hanno permesso di acquisire informazioni finalizzate a caratterizzare le emissioni delle sorgenti luminose primarie. L'esecuzione dei rilievi è stata preceduta da dettagliati sopralluoghi alle aree di studio e dall'esame della cartografia predisposta in occasione degli studi ambientali, con particolare riferimento alla descrizione degli elementi di pressione sull'ambiente antropico e delle emergenze sensibili all'illuminazione.

Le misure sono state svolte nel periodo compreso tra 9 e il 10 luglio 2014 a cui è seguita l'attività di validazione dei dati, l'analisi e interpretazione dei risultati. Vengono nel seguito descritti i criteri utilizzati nella scelta dei punti e sezioni di monitoraggio, le metodiche e la strumentazione utilizzate, le modalità di validazione e analisi dei dati acquisiti.

4.7.5. Selezione dei punti di monitoraggio e pianificazione delle misure

L'attività di monitoraggio è stata finalizzata alla valutazione del lighscape sul primo fronte edificato rispetto al Porto della Spezia. Per quanto riguarda i punti di monitoraggio è stato scelto un passo di 30 m, in quanto la letteratura riporta tale distanza come la minima unità significativa per un intervento in scala urbanistica (Di Gabriele et al, 2010).

Di conseguenza, partendo dal lato ovest dell'area portuale si è proceduto per circa 4.5 Km, effettuando una misurazione di illuminamento orizzontale ad un'altezza di 1 m dal p.c. Nella Tabella 4-107 si riportano informazioni sulle misure di interesse specifico per l'ambito di studio dell'intervento previsto, in particolare il codice e le coordinate latitudinali e longitudinali del punto di misura. Nelle successive figure è evidenziata la localizzazione sul fotopiano dei punti di monitoraggio.

Codice Punto	Coord. X	Coord. Y	Codice Punto	Coord. X	Coord. Y	Codice Punto	Coord. X	Coord. Y
P001	1565835	4883423	P029	1566384	4884060	P057	1567012	4884580
P002	1565855	4883446	P030	1566404	4884082	P058	1567041	4884584
P003	1565875	4883469	P031	1566423	4884105	P059	1567071	4884588
P004	1565895	4883491	P032	1566443	4884128	P060	1567101	4884590
P005	1565914	4883514	P033	1566462	4884151	P061	1567131	4884590
P006	1565934	4883537	P034	1566482	4884173	P062	1567161	4884591
P007	1565953	4883560	P035	1566501	4884196	P063	1567191	4884592
P008	1565973	4883582	P036	1566521	4884219	P064	1567221	4884592
P009	1565993	4883605	P037	1566540	4884242	P065	1567251	4884593
P010	1566012	4883628	P038	1566560	4884265	P066	1567281	4884594
P011	1566032	4883650	P039	1566580	4884287	P067	1567311	4884594
P012	1566052	4883673	P040	1566599	4884310	P068	1567341	4884595
P013	1566071	4883696	P041	1566619	4884333	P069	1567371	4884596
P014	1566091	4883718	P042	1566639	4884355	P070	1567401	4884596
P015	1566110	4883741	P043	1566659	4884377	P071	1567431	4884597
P016	1566130	4883764	P044	1566679	4884400	P072	1567461	4884598
P017	1566150	4883787	P045	1566699	4884422	P073	1567491	4884598
P018	1566169	4883809	P046	1566719	4884445			
P019	1566189	4883832	P047	1566739	4884467			
P020	1566208	4883855	P048	1566759	4884489			
P021	1566228	4883878	P049	1566786	4884502			
P022	1566247	4883900	P050	1566813	4884515			
P023	1566267	4883923	P051	1566840	4884528			
P024	1566286	4883946	P052	1566868	4884539			
P025	1566306	4883969	P053	1566896	4884549			
P026	1566325	4883991	P054	1566925	4884559			
P027	1566345	4884014	P055	1566953	4884568			
P028	1566365	4884037	P056	1566982	4884576			

TABELLA 4-107 – LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MISURA IN COORDINATE GAUSS-BOAGA

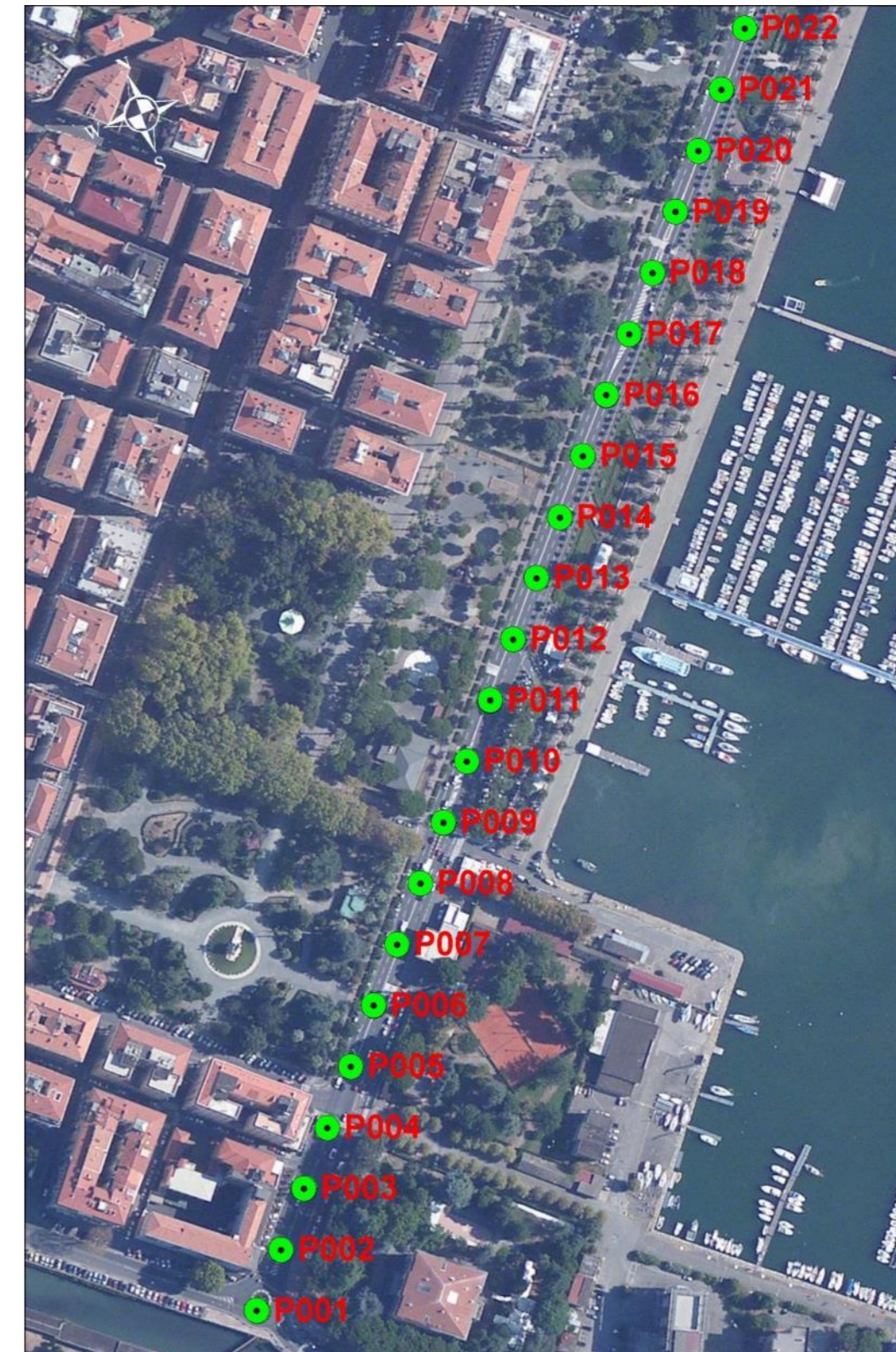


FIGURA 4-165 - LOCALIZZAZIONE SU FOTOPIANO DEI PUNTI DI MONITORAGGIO



FIGURA 4-166 - LOCALIZZAZIONE SU FOTOPIANO DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

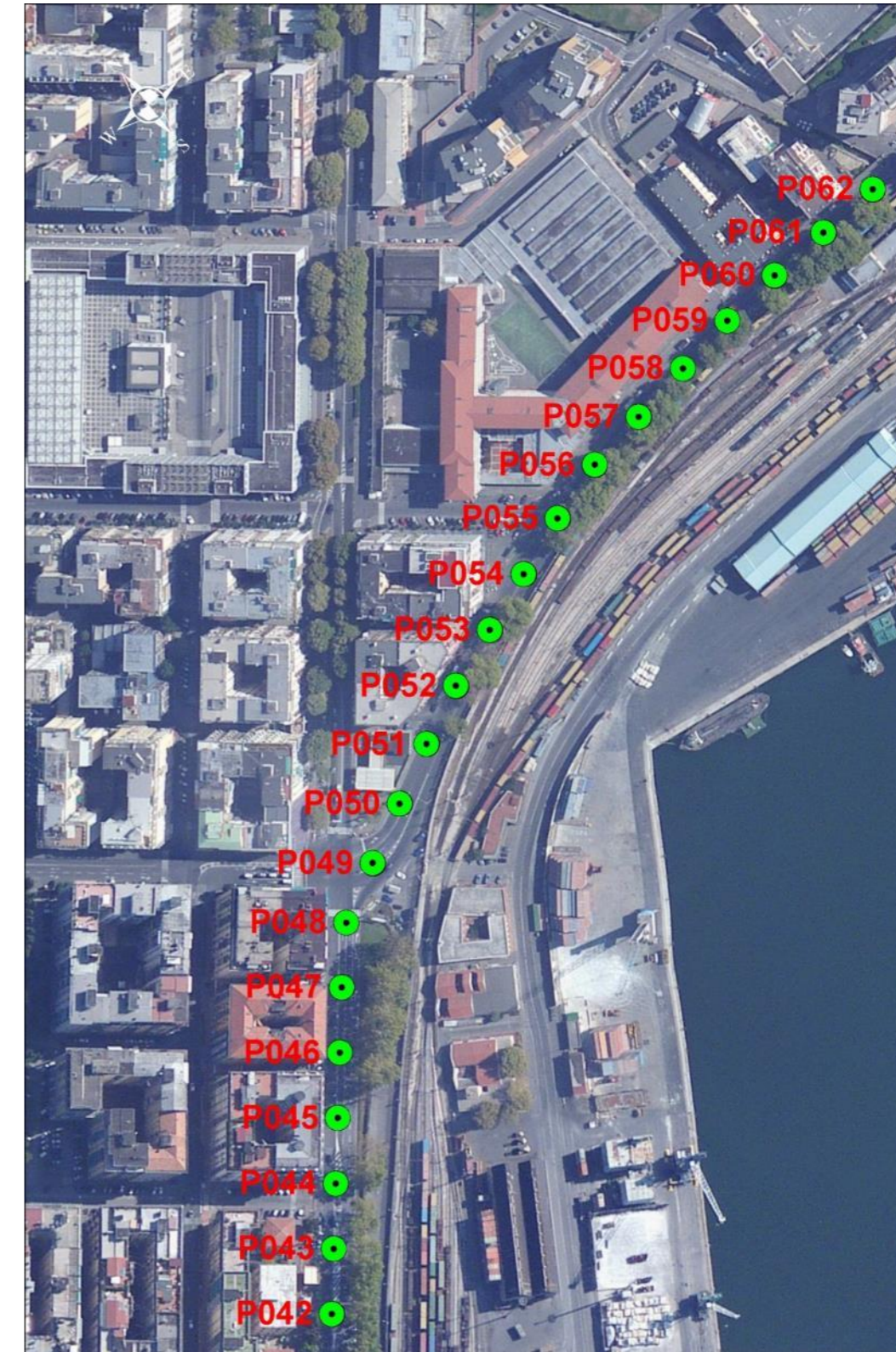


FIGURA 4-167 - LOCALIZZAZIONE SU FOTOPIANO DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

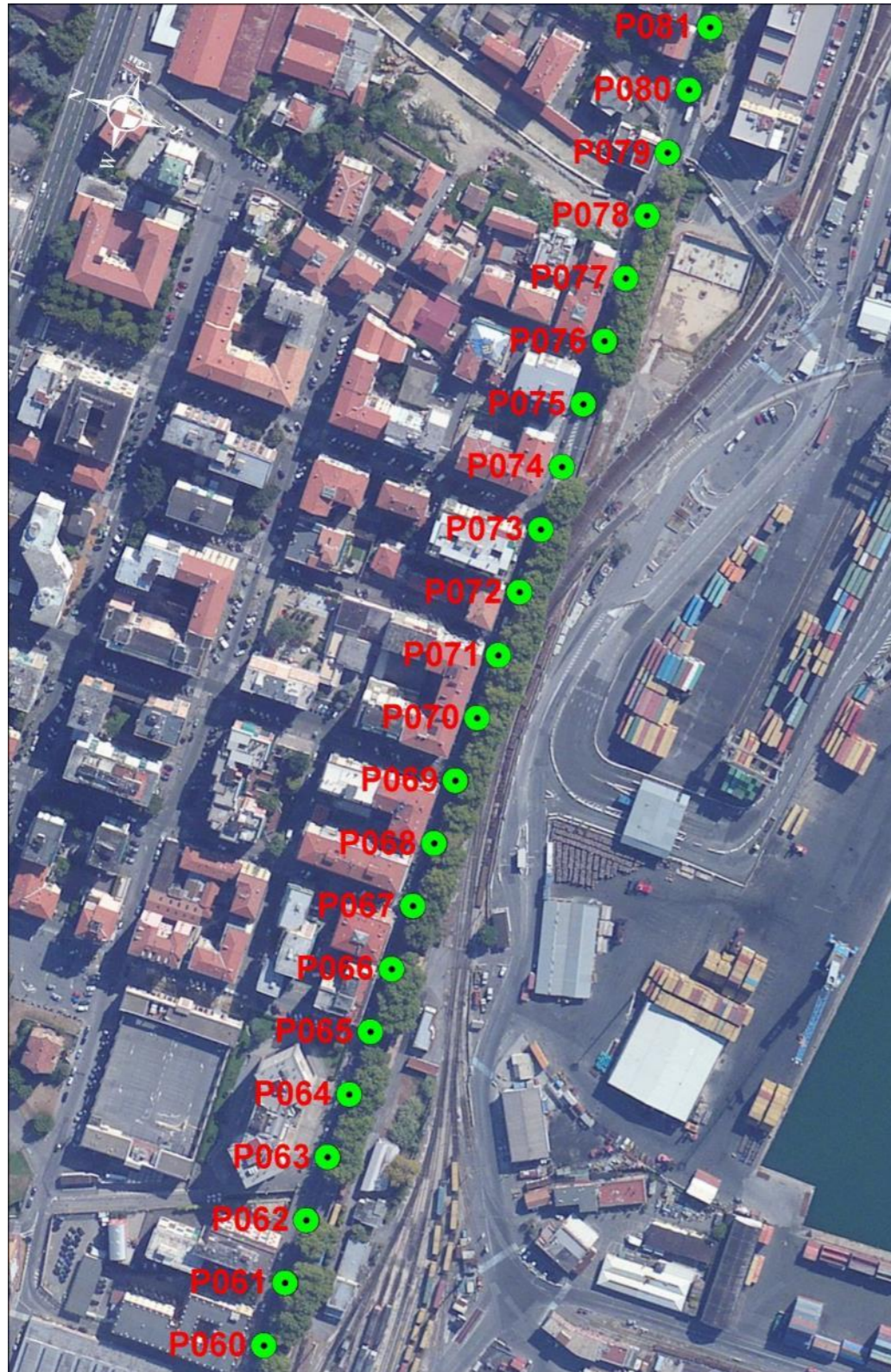


FIGURA 4-168 - LOCALIZZAZIONE SU FOTOPIANO DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

4.7.6. Strumentazione impiegata

Le attività di monitoraggio sono state svolte con un luxmetro della serie T-10A prodotto da Konica Minolta.

Gli strumenti di misura compatti della serie T-10A, sono di facile utilizzo e gestibili con una sola mano e sono in grado di misurare le fonti a luce intermittente, sono collegabili tra loro per costituire unità multiple controllate tramite PC. Il range di misura è decisamente ampio (0,01 - 299,000 lx) e commutabile automaticamente, il display LCD è di grandi dimensioni

e retroilluminato. Il design è compatto e, nonostante le piccole dimensioni, i livelli di precisione sono sempre elevatissimi. Le principali applicazioni di tale strumento sono:

- accurate misurazioni di sorgenti pulsate (PWM);
- regolazione automatica dello zero per misure rapidissime;
- funzioni automatiche di regolazione del range per vasti campi di misurazione;
- controllo automatico del livello di illuminazione per il display LCD retroilluminato;
- funzioni aggiuntive protette per errori di utilizzo accidentale;
- interfaccia USB;
- alimentazione con batterie standard AA.

Le specifiche principali del Luxmetro T-10° sono riportate nella seguente Tabella.

Tipologia	Luxmetro digitale a funzioni multiple con testa sensore staccabile
Sensore	Fotocellula al silicio
Risposta spettrale relativa	Entro il 6% (f1') dell'efficienza luminosa spettrale CIE V (λ)
Caratteristiche di correzione coseno	Entro ±1% a 10° ; entro ±2% a 30° ; entro ±6% a 50° ; entro ±7% a 60° ; entro ±25% a 80°
Unità di misura	Lux (lx) or candele per piede (fcd) (commutabili)
Campo di misura	Campo automatico (manuale 5 al momento dell'output analogico)
Funzione di misura	Illuminazione (lx). differenza di illuminazione (lx). rapporto di illuminazione (%). illuminazione integrata (lx-h). tempo di integrazione (h). illuminazione media (lx).
Campo di misura	Illuminazione 0,01 - 29.,900 lx ; 0,001 - 29,990 fcd Illuminazione integrata 0,01 - 999.900 × 103 lx-h 0.001 - 99.990 × 103 fcd-h / 0,001 - 9.999 h
Funzione Calibrazione utente	Funzione di impostazione CCF(Color Correction Factor)
Accuratezza	±2% ±1digit del valore visualizzato (basandosi sullo standard Konica Minolta)
Variatione temperatura/umidità	di Entro ±3% ±1digit (del valore visualizzato a 20°C/68°F) entro il campo operativo di temperatura/umidità
Output digitale	RS-232C
Output analogico	1mV/digit,3V con lettura massima, impedenza di output: 10K?; 90% tempo di risposta: impostazione FAST: 1ms, impostazione SLOW: 1s
Display	LCD a 3 o 4 digit con retroilluminazione
Temperatura /umidità operativa	da -10 a 40°C; umidità relativa dell'85% o meno (a 35°C) non condensante
Temperatura di stoccaggio /umidità	da -20 a 55°C; umidità relativa dell'85% o meno (a 35°C) non condensante
Alimentazione	2 batterie AA-size / adattatore AC (optional)
Durata delle batterie	72 ore o più (se si utilizzano batterie alcaline) in misura continua
Dimensioni	69 × 174 × 35 mm (2-6/16x6-14/16x1-7/16 pollici)
Peso	200 g (7,0 once) senza batteria
Accessori standard	connettore in miniatura Ø 3,5 mm (Ø 1/8 pollici) per output analogico; cappuccio sensore; cinghia, valigetta, batteria
Accessori opzionali	Testa sensore; adattatore per Multi-point; adattatore AC; software di elaborazione dati

TABELLA 4-108 - CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

4.7.7. Descrittori fotometrici

Il flusso luminoso (ϕ), misurato in lumen (lm), rappresenta l'energia irradiata in ogni secondo dalla sorgente di luce, riferita alla sensibilità spettrale relativa dell'occhio umano. Il Fattore di sensibilità visiva $k(\lambda)$ rappresenta la sensibilità media dell'occhio umano a radiazioni di differente lunghezza d'onda ma di eguale energia. La sensibilità relativa dell'occhio è massima per la lunghezza d'onda di 555 nm (colore giallo - verde).

Un watt di potenza radiante in corrispondenza di tale lunghezza d'onda equivale a 683 lumen. Per le lunghezze d'onda corrispondenti agli altri colori dello spettro visibile la sensibilità dell'occhio è minore.

Il flusso luminoso in corrispondenza di una data lunghezza d'onda sarà dato da:

$$\phi = K(\lambda) \cdot W(\lambda) \quad [\text{lm}]$$

dove $W(\lambda)$ è la potenza della radiazione della lunghezza d'onda considerata [W].

Strettamente connesso con la grandezza flusso luminoso è il parametro efficienza luminosa molto importante per quanto riguarda la scelta delle lampade in rapporto al risparmio energetico. Si definisce efficienza luminosa di una lampada il rapporto tra il flusso luminoso da essa emesso (espresso in lumen) ed il valore della potenza elettrica (espresso in watt) da essa assorbita. L'efficienza luminosa delle lampade viene dunque espressa in lm/W. Essa varia da 14 lm/W per le lampade ad incandescenza tradizionali da 100 W - 220 V a circa 200 lm/W per quelle a vapore di sodio a bassa pressione.

L'intensità luminosa (in una determinata direzione) è il flusso emesso per unità di angolo solido in quella data direzione. In generale una sorgente luminosa non irradia il flusso uniformemente in ogni direzione. Tuttavia se in una determinata direzione immaginiamo un cono molto stretto, con origine nel centro della sorgente considerata puntiforme, il flusso luminoso compreso in questo cono sarà caratterizzato da una distribuzione pressoché uniforme. La quantità di flusso luminoso in esso compresa è proporzionale all'angolo solido sotteso per cui il flusso luminoso per unità di angolo solido corrisponde al flusso emesso secondo la direzione considerata e rappresenta l'intensità luminosa della sorgente secondo tale direzione.

Il simbolo dell'intensità luminosa è I e l'unità di misura è la candela (simbolo cd).

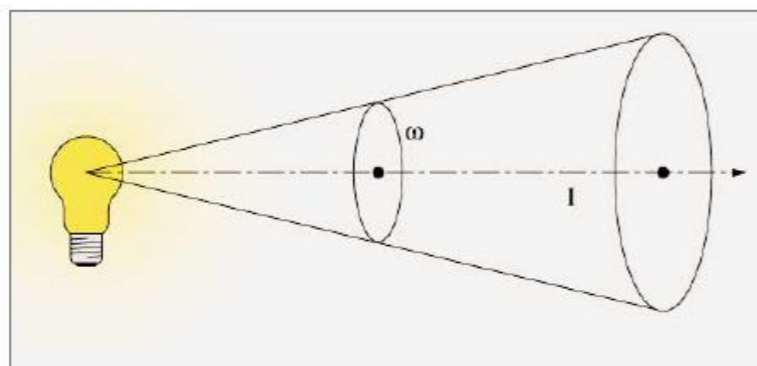


FIGURA 4-169 - RAPPRESENTAZIONE DELL'INTENSITÀ LUMINOSA

L'illuminamento è il valore del flusso luminoso che incide sull'unità di area. Il simbolo è E ; l'unità di misura è il lux. Il valore dell'illuminamento medio (E_m) in corrispondenza di un piano di area A su cui incida, distribuendosi in modo uniforme, un flusso luminoso ϕ è dato dalla relazione:

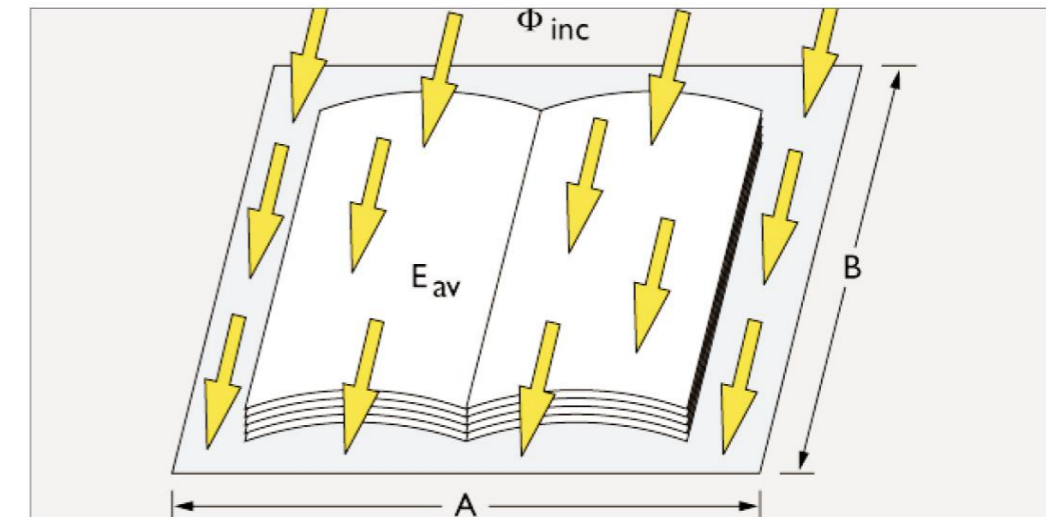


FIGURA 4-170 - RAPPRESENTAZIONE DELL'ILLUMINAMENTO

Se il flusso è espresso in lumen e l'Area in m^2 , E_m risulta espresso in lux.

Si riportano nel seguito alcuni ordini di grandezza dell'illuminamento naturale:

- in estate, a mezzogiorno, in pieno sole: circa 100.000 lux;
- in inverno, a mezzogiorno, all'aperto: circa 10.000 lux;
- luna piena con cielo senza nuvole: circa 0.25 lux.

L'illuminamento in un punto di un piano perpendicolare alla direzione di incidenza della luce è dato dalla formula seguente:

$$E_p = I/d^2$$

Cioè l'illuminamento in un punto di un piano perpendicolare alla direzione di incidenza della luce è pari all'intensità luminosa nella direzione di quel punto diviso per il quadrato della distanza fra sorgente luminosa puntiforme ed il punto stesso. Ciò esprime la cosiddetta "legge dell'inverso del quadrato".

L'illuminamento orizzontale in un punto di un piano non perpendicolare alla direzione dell'intensità luminosa è data dalla formula:

$$E_{or} = I \cdot \cos(\gamma)/d^2$$

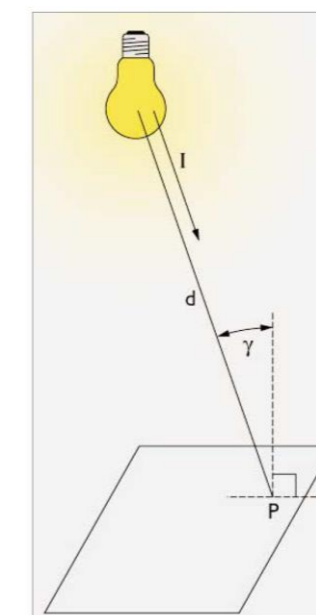


FIGURA 4-171 - ILLUMINAMENTO ORIZZONTALE IN UN PUNTO DI UN PIANO NON PERPENDICOLARE ALLA DIREZIONE DELL'INTENSITÀ LUMINOSA

La **Figura 4-172** evidenzia la differenza concettuale tra illuminamento e luminanza. Una fonte di luce (sorgente luminosa primaria) od una superficie illuminata (cioè una sorgente secondaria di luce) che emettano una determinata intensità luminosa in una data direzione sono caratterizzate da una luminanza in tale direzione.

La luminanza viene definita come il rapporto tra:

- l'intensità proveniente da una superficie luminosa nella direzione di osservazione;
- e l'area della proiezione ortogonale di quella superficie sul piano ortogonale a detta direzione.

Il simbolo della luminanza è L e l'unità di misura è la candela per metro quadrato (cd/mq)

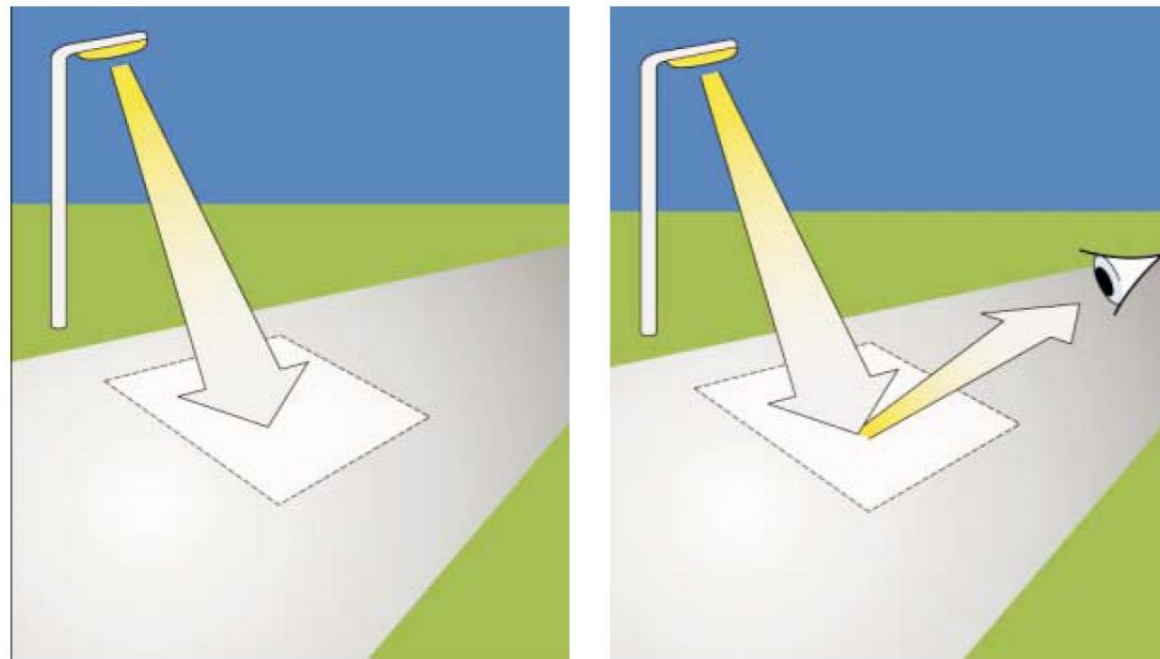


FIGURA 4-172 - DIFFERENZA ILLUMINAMENTO E LUMINANZA

4.7.8. Sintesi dei risultati delle misure

La **Tabella 4-109** contiene la sintesi dei valori di illuminamento orizzontale misurati lungo tutto il primo fronte edificato rispetto al porto della Spezia e la distanza in Km dall'inizio dell'area di studio partendo da ovest. Tali risultati, relativi ad un ampio spettro di condizioni ambientali (distanza sorgente-luxmetro, differenti coefficienti di riflessione delle superfici circostanti il punto di misura, ecc.) e di emissione (differenti sorgenti luminose) delineano un ampio campo di esistenza dei valori di illuminamento, compreso tra 1.05 e 202 lux.

Nella **Figura 4-173** si riportano i valori di illuminamento misurati nelle 157 postazioni durante il periodo notturno. Si può immediatamente notare la presenza di due valori anomali nei punti di misura P086 e P090, comunque al di fuori dell'ambito di studio individuato per l'intervento previsto. Tali valori anomali sono dovuti al fatto che tali punti di misura corrispondono a passaggi pedonali dove le sorgenti luminose sono molto più basse e con una potenza maggiore.

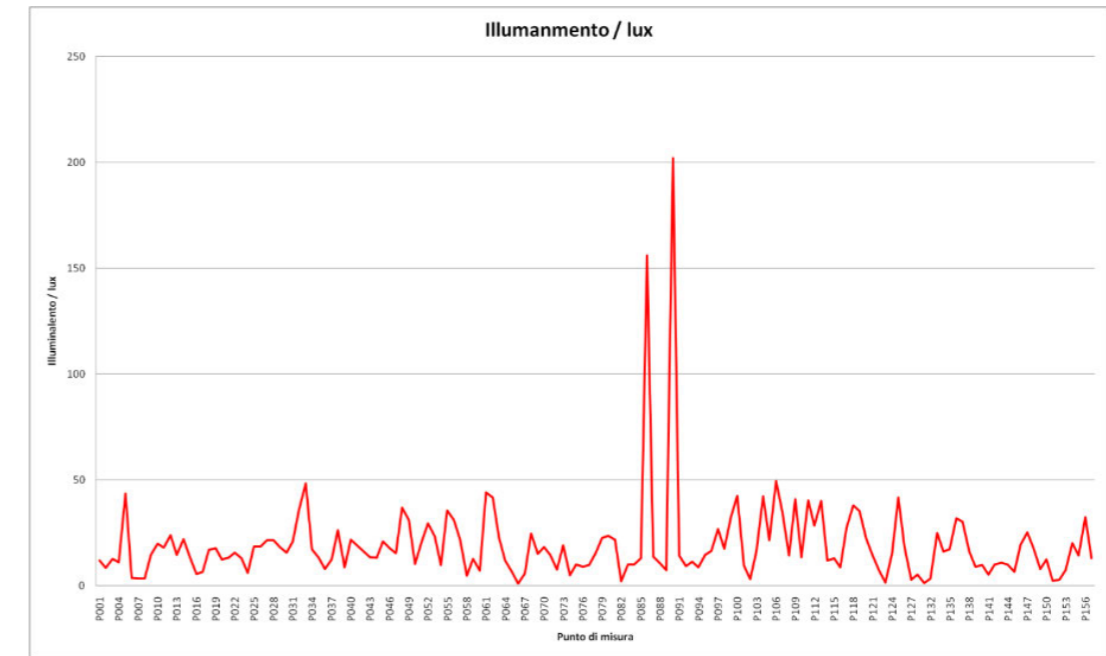


FIGURA 4-173 - VALORI DI ILLUMINAMENTO MISURATI NELLE 157 POSTAZIONI DURANTE IL PERIODO NOTTURNO

Di seguito si riportano le occorrenze dei i valori di illuminamento misurati nelle 157 postazioni durante il periodo notturno escludendo i due valori relativi ai passaggi pedonali. Il valore medio dei valori misurati è pari e 19.5 lux, quindi superiore al valore di 15 lux indicato nella UNI 11248. Si può immediatamente notare che la distribuzione è una bimodale.

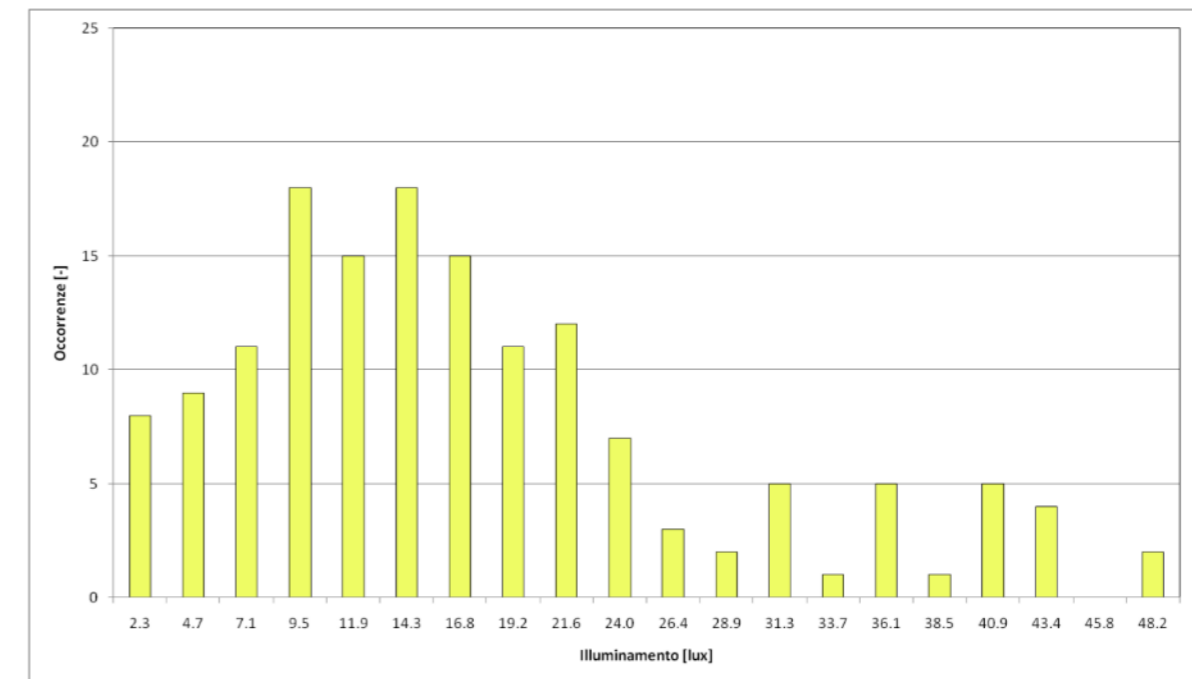


FIGURA 4-174 - OCCORRENZE DEI VALORI MISURATI

Tale distribuzione risulta come sommatoria di due distribuzioni normali associabili a due principali tipologie di sorgenti luminose come mostrato nella figura seguente.

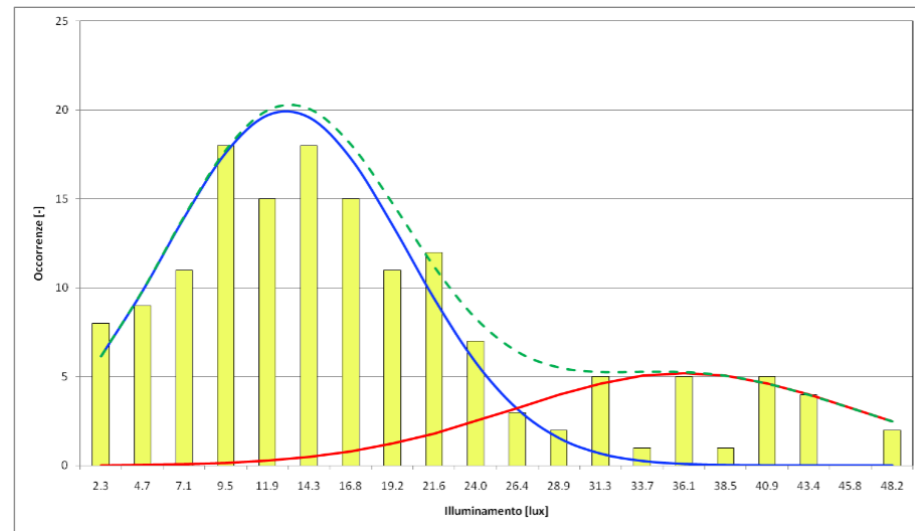


FIGURA 4-175 - DISTRIBUZIONI GAUSSIANE RAPPRESENTATIVE DELLE DUE PRINCIPALI SORGENTE LUMINOSE.

La prima di tali distribuzioni ha un valor medio pari a 13 lux e una deviazione standard di 7 lux ed è associabile all'illuminazione stradale pubblica in **Figura 4-176**.



FIGURA 4-176 - ILLUMINAZIONE PUBBLICA IN VIALE ITALIA

La seconda è invece associabile alle torri faro presenti nella zona del porto industriale (**Figura 4-177**) e ha un valore medio pari a 36 lux e una deviazione standard di 10 lux.



FIGURA 4-177 - TORRI FARO PRESENTI NEL PORTO INDUSTRIALE.

Codice Punto	Km	Illuminamento (lux)	Codice Punto	Km	Illuminamento (lux)	Codice Punto	Km	Illuminamento (lux)
P001	0.03	11.9	P029	0.87	18.3	P057	1.71	21.8
P002	0.06	8.6	P030	0.9	15.8	P058	1.74	4.76
P003	0.09	12.7	P031	0.93	21	P059	1.77	12.8
P004	0.12	11.2	P032	0.96	35.8	P060	1.8	7.12
P005	0.15	43.7	P033	0.99	48.3	P061	1.83	44
P006	0.18	3.6	P034	1.02	17.2	P062	1.86	41.6
P007	0.21	3.5	P035	1.05	13.2	P063	1.89	22.9
P008	0.24	3.5	P036	1.08	7.96	P064	1.92	11.9
P009	0.27	14.7	P037	1.11	12.4	P065	1.95	6.66
P010	0.3	20	P038	1.14	26.3	P066	1.98	1.05
P011	0.33	18	P039	1.17	8.74	P067	2.01	5.86
P012	0.36	24	P040	1.2	21.8	P068	2.04	24.6
P013	0.39	14.5	P041	1.23	19.1	P069	2.07	15.1
P014	0.42	22	P042	1.26	16.3	P070	2.1	18.3
P015	0.45	13.8	P043	1.29	13.5	P071	2.13	14.5
P016	0.48	5.5	P044	1.32	13.4	P072	2.16	7.71
P017	0.51	6.7	P045	1.35	21	P073	2.19	19.2
P018	0.54	17.1	P046	1.38	17.8			
P019	0.57	17.8	P047	1.41	15.4			
P020	0.6	12.6	P048	1.44	36.9			
P021	0.63	13.4	P049	1.47	31			
P022	0.66	15.8	P050	1.5	10.4			
P023	0.69	13	P051	1.53	21.1			
P024	0.72	6.23	P052	1.56	29.6			
P025	0.75	18.7	P053	1.59	23.3			
P026	0.78	18.6	P054	1.62	9.89			
P027	0.81	21.6	P055	1.65	35.5			
P028	0.84	21.6	P056	1.68	31.2			

TABELLA 4-109 - SINTESI DEI RISULTATI DELLE MISURE SVOLTE

4.7.9. Conclusioni operative

Lungo il primo fronte edificato che perimetra l'area portuale riferita all'Ambito 5 e all'adiacente ambito 6 sono attualmente presenti valori di illuminamento molto differenziati e compresi tra 1.05 e 202 lux. Il valore medio dei valori misurati è pari a 19.5 lux, quindi superiore al valore di 15 lux indicato nella UNI 11248 per l'illuminamento orizzontale di Classe CE3 e S1, dove concorrono sia l'illuminazione pubblica sia l'illuminazione dell'area portuale attuata con torri faro.

4.8. FATTORI ABIOTICI

4.8.1. Suolo e sottosuolo

Inquadramento geologico

In questa sezione viene presentato un approfondimento sintetico ma dettagliato circa la componente geologica che caratterizza l'ambito del Golfo della Spezia, partendo da un inquadramento regionale per arrivare a definire i depositi in corrispondenza degli ambiti progettuali in esame.

La baia del Porto della Spezia rappresenta una importante incisione della linea di costa del Mar Ligure, orientata in senso appenninico NW-SE, rappresentata dagli affioramenti più occidentali delle rocce appartenenti all'Appennino settentrionale. Quest'ultimo rappresenta, una catena caratterizzata dalla sovrapposizione tettonica di più insiemi strutturali costituiti, dall'alto verso il basso, dalle unità liguridi, dalle unità subliguridi e dalle unità umbro-toscane, queste ultime rappresentative della copertura deformata e scollata dell'avanpaese continentale apulo. Considerato ciò, questo settore del nostro appennino può essere suddiviso in tre domini principali, rappresentati dal Dominio Subliguride interposto tra il Dominio Ligure (oceanico e di transizione) e quello Umbro-Toscano (continentale) (Figura 4-178).

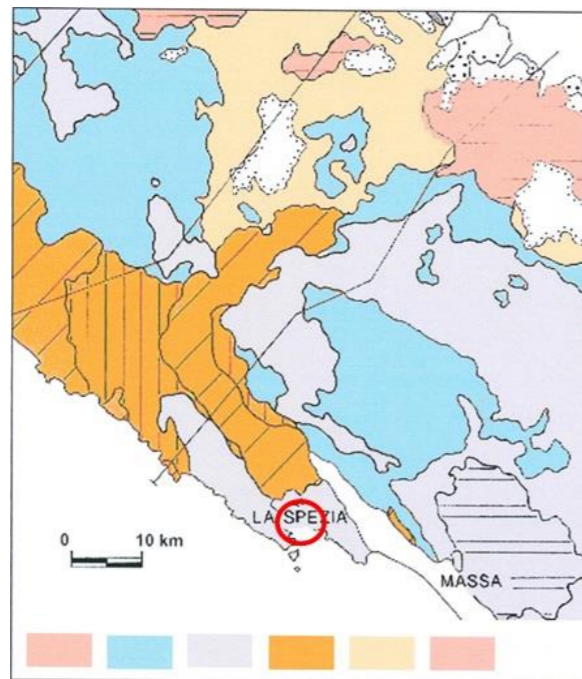


FIGURA 4-178 – SCHEMA TETTONICO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE. I RIQUADRI IN BASSO RAPPRESENTANO RISPETTIVAMENTE PARTENDO DA SINISTRA VERSO DESTRA (LIGURIDI ESTERNE INFERIORI; SUBLIGURIDI; UNITÀ TOSCANI; UNITÀ GOTTERO E BRACCO; LIGURIDI ESTERNE SUPERIORI; BACINO TERZIARIO PIEMONTESE ED EPIGURIDI)

Il territorio del Porto della Spezia è rappresentato da estesi affioramenti di rocce appartenenti a diversi domini paleogeografici. Sulla base delle informazioni acquisite in letteratura e da rilievi eseguiti direttamente sul terreno, il distretto portuale della Spezia può essere suddiviso in quattro settori principali (Zaccagna, 1928) (il settore sud-occidentale; il settore settentrionale; il settore nord-orientale ed il settore sud-orientale) caratterizzati da rocce in affioramento appartenenti ai diversi domini paleogeografici. Spostandoci dal quadrante sud-occidentale (Punta della Castagna) verso quello sud-orientale (Punta di Maralunga) seguendo la linea di costa, è possibile caratterizzare gli affioramenti come appartenenti al: Dominio Toscano e Subliguride (quadrante sud-occidentale), Dominio Ligure interno, Subliguride e Toscano (settore nord-orientale) ed estesi affioramenti di rocce metamorfiche riferibili alla successione metamorfica di Punta Bianca (settore sud-orientale).

SETTORE SUD-OCCIDENTALE

Il settore sud-occidentale del golfo della Spezia, come già accennato precedentemente è rappresentato da rocce in affioramento appartenenti al Dominio toscano (falda toscana), Subliguride e da modesti affioramenti di depositi Quaternari. Da un punto di vista litostratigrafico le rocce appartenenti al Dominio Toscano (falda toscana) sono costituite da dolomie, calcari, calcari marnosi, marne ed arenarie (Macigno), mentre le formazioni riferibili al Dominio Subliguride risultano costituite da argille, calcari ed arenarie. Per quanto riguarda i depositi quaternari, questi ultimi sono riconoscibili principalmente all'interno di piccole depressioni morfologiche, come nei pressi di Biassa e sui versanti più scoscesi della linea di costa del Mar Ligure. Questi sono formati principalmente da silt, sabbie e silt, peliti, depositi alluvionali a volte terrazzati, depositi eluvio-colluviali e depositi di frana.

SETTORE SETTENTRIONALE

Il settore settentrionale del Golfo della Spezia è caratterizzato da estesi affioramenti di rocce appartenenti al Dominio Ligure, mentre il passaggio ai domini Subliguride e Toscano sono di origine tettonica. Le litofacies affioranti in questo settore sono rappresentate da serpentiniti, gabbri, diaspri, argilliti, alternanze pelitico-arenacee ed arenarie. Per quanto riguarda i depositi quaternari, sono presenti principalmente all'interno delle incisioni fluviali e lungo la costa. In particolare il settore occidentale della città della Spezia è caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati su cui poggia l'attuale porto della Spezia.

SETTORE NORD-ORIENTALE

Il settore nord-orientale insieme a quello sud-orientale rappresentano i settori più complicati dal punto di vista geologico, a causa dei complessi rapporti di sovrapposizione tettonica che hanno interessato le rocce affioranti in questo settore. Qui si ha la sovrapposizione tettonica del Dominio Ligure su quello Sub-liguride che a sua volta sovrascorre sulle successioni metamorfiche di Punta Bianca. A causa dei processi tettonici che hanno coinvolto questo settore, le rocce affioranti risultano particolarmente tettonizzate mostrando direzioni appenniniche, antiappenniniche e meridiane.

SETTORE SUD-ORIENTALE

Il settore sud-orientale è caratterizzato dagli affioramenti di rocce metamorfiche ben visibili nei pressi di M. Montada, che affiorano con una certa continuità lungo tutto il versante sud occidentale dei versanti montuosi prospicienti alla linea di costa orientale del Golfo della Spezia. Le rocce metamorfiche riferibili alla successione di Punta Bianca sono formate quasi esclusivamente da Quarziti e Filladi che presentano giaciture sia appenniniche sia antiappenniniche.

Il territorio della Spezia è caratterizzato da importanti processi tettonici che hanno portato alla sovrapposizione di diversi domini paleogeografici. Sulla base della letteratura disponibile e da campagne di misura eseguite direttamente sul terreno, il Golfo della Spezia è caratterizzato da importanti piani di accavallamento a prevalente direzione appenninica e da una modesta tettonica estensionale, caratterizzata principalmente da elementi orientati in senso appenninico, antiappenninico ed E-W (Del Tredici *et alii*, 1997) (Figura 4-179).

Sotto il profilo geologico, la tavola geologica, tratta dal Piano Urbanistico Comunale della Spezia (Figura 4-180), rileva i seguenti depositi in corrispondenza degli ambiti progettuali in esame:

- Depositi di origine prevalentemente marina: depositi prevalentemente sabbiosi con frazioni argillose e limose subordinati a scarsi ciottoli sub-arrotondati. Presenti resti fossili e vegetali (DM) – Quaternario.
- Materiale di riporto.

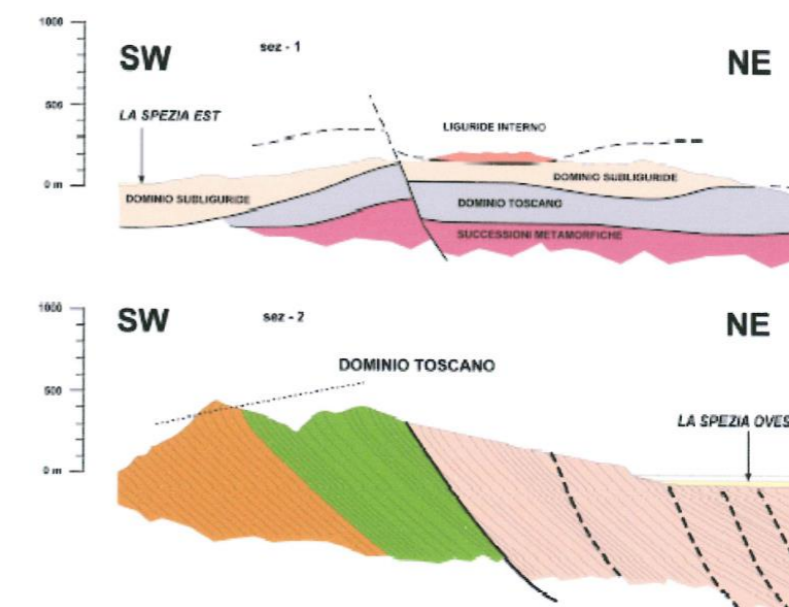


FIGURA 4-179 – SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE DI DUE SETTORI DEL DISTRETTO DELLA SPEZIA, IN ALTO (SEZ. 1) È RAPPRESENTATA LA POSSIBILE CONFIGURAZIONE DELL'AREA SETTENTRIONALE, IN BASSO (SEZ. 2) QUELLA SUD-OCCIDENTALE. IN NERO A TRATTO CONTINUO E TRATTEGGIATO SONO RAPPRESENTATE LE PROBABILI TRAIETTORIE DELLE PRINCIPALI FAGLIE NORMALI ED INVERSE

La struttura morfologica: le colline e la linea di costa

In questa sezione viene presentato un approfondimento sintetico ma dettagliato circa la componente morfologica e gli elementi costitutivi, le colline e la linea di costa, che caratterizzano l'ambito del Golfo della Spezia.

Il golfo della Spezia si presenta con una forma a ferro di cavallo, orientata in senso appenninico NW-SE, con dislivelli molto accentuati specialmente lungo i versanti orientale ed occidentale prospicienti il golfo. Specialmente il margine occidentale presenta dislivelli notevoli compresi tra i 500 ed i 700 metri sul livello del mare in pochi chilometri lineari, mentre per il versante orientale si registrano dislivelli medi dell'ordine dei 100 metri. Con un'estensione approssimativa valutabile nell'ordine dei 25 km² da Punta della Castagna a Punta di Maralunga, il golfo della Spezia rappresenta una importante incisione della linea di costa del Mar Ligure. Spostandoci da ovest verso est, seguendo la linea di costa in senso orario, le linee di cresta presentano una principale orientazione appenninica, così come le principali strutture geologiche; solo localmente direzioni antiappenniniche, mentre nel settore orientale del golfo della Spezia è possibile osservare numerose linee di cresta orientate circa E-W. Questo effetto è probabilmente imputabile alla presenza di una diversa configurazione geologica ed a un diverso stile deformativo che ha interessato i due versanti (occidentale ed orientale) del Golfo della Spezia. Nonostante gli importanti processi erosionali che hanno interessato l'area, sono ancora ben visibili le orientazioni principali delle linee di cresta dei principali rilievi, che rappresentano le linee spartiacque dei reticoli idrografici.

Solamente nel settore settentrionale (centro urbano della Spezia) i dislivelli risultano più dolci con ampie depressioni orientate NW-SE (settore occidentale della città della Spezia) e WSW-ENE (settore orientale). Nonostante la notevole antropizzazione che ha interessato il territorio è ancora facilmente individuabile l'originaria linea di costa, profondamente frastagliata ed incisa da un reticolo idrografico molto sviluppato, che comprende circa 30 bacini idrografici principali e numerosi sotto bacini caratterizzati da corsi d'acqua minori.

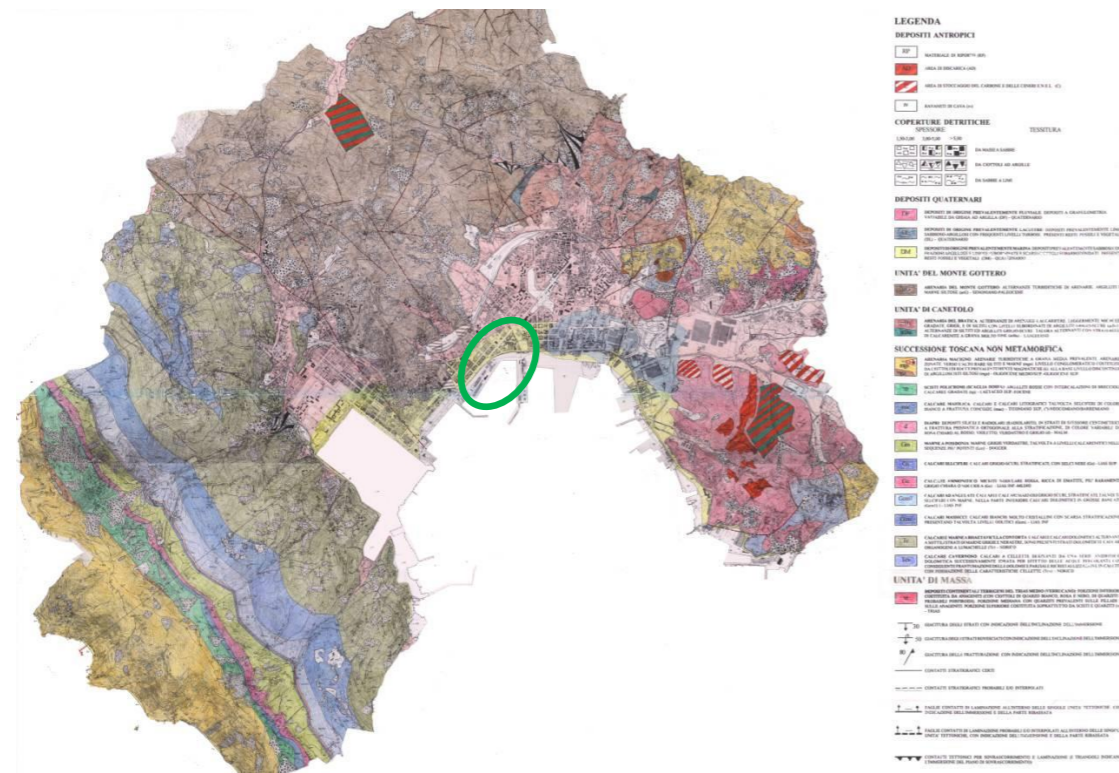


FIGURA 4-180– TAVOLA DI PUC DELLA SPEZIA “A.1. CARTA GEOLOGICA”

Sotto il profilo geomorfologico, lo strumento urbanistico locale (PUC) articola il comune della Spezia in quattro sistemi:

- 1) le colline di Pitelli collocate nella parte sud orientale del territorio comunale sono formate da suoli prevalentemente silicei con un vasto affioramento di calcare dolomitico brecciforme a sud di Pitelli verso Lerici. Il complesso del monte Val di Lochi è strutturato da rocce silicee sedimentarie che contengono quarziti;
- 2) *San Venerio - Mont'Albano - Castellazzo* che dalla foce del Termo forma le pendici del monte Beverone, ossia della testa occidentale del crinale di Vezzano, fino alla foce del Buonviaggio, quindi risale lungo i contrafforti del Monte Albano

modellando il pendio sinistro della valle Dorgia, si distende lungo la dorsale di Montalbano fino a Castellazzo dove si innestano i rami del Poggio e di Gaggiola che formano il contrafforte della Spezia. A valle di Marinasco si innesta sulla sella che conduce in Val Durasca, quindi risale il colle di Visseggi per scendere alla Foce dove incontra la faglia che dall'interno del Golfo si incunea lungo la val di Vara. Tutto questo ambiente, caratterizzato dalle forme morbide del paesaggio delle arenarie, contiene i sistemi minori di Isola, del Monte Arsà, di Sarbia e della Foce;

3) *il crinale di Portovenere* è un sistema misto, essendo composto prevalentemente da rocce calcaree ed arenacee: le prime formano tutta la sponda occidentale del golfo della Spezia modellando le alture dei monti Parodi, Biassa, Santa Croce e Coregna; le seconde si distendono nel versante marino strutturando tutto il territorio di Tramonti e Monesteroli. La massa montuosa del crinale costiero è la più elevata del territorio comunale e ha un modellato dalle forme sintetiche, ben riconoscibile nei promontori tondeggianti che formano la scena dei panorami della Spezia quando si scende dalla Val di Magra;

4) *le aree pianeggianti* sulle quali la città ha impostato le sue fondamenta si articolano in tre bacini principali: il primo forma la piana del torrente Lagora, che raccoglie le acque provenienti da Biassa e dal bacino della Chiappa; il secondo è costituito dalla piana di Migliarina dove sfociano alcuni torrenti, l'Ora, il Cappelletto, le due Dorgie Vecchia e Nuova; il terzo è il bacino di Melara con il canale che confluiva nella piana degli Stagnoni poi di Fossa Mastra, proveniente dalle colline di Pitelli e dal versante di San Venerio - Brigola. I suoli, come si evince nel capitolo sull'inquadramento geologico, sono formati da depositi alluvionali terrazzati nella parte pedemontana, da depositi lacustri nelle zona degli Stagnoni e da depositi marini sulla linea litoranea.

L'ambito oggetto di progetto ricade completamente nell'area pianeggiante, come evidenziato con bollo giallo nella figura seguente, ereditandone quindi tutti i caratteri geomorfologici.

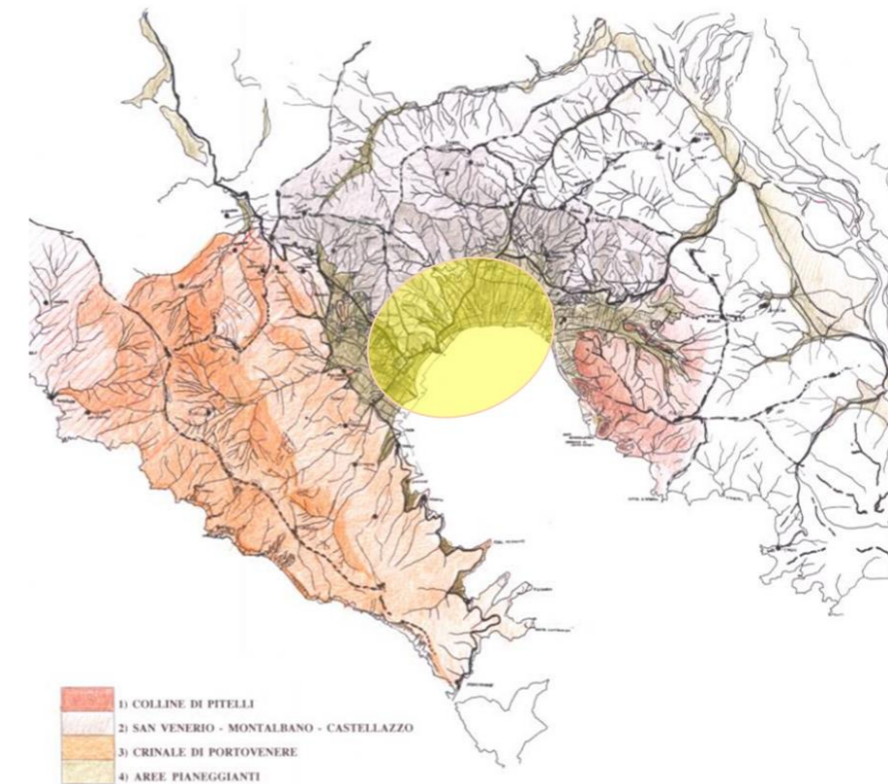


FIGURA 4-181 –PUC DELLA SPEZIA - TAV. C.2. SINTESI STRUTTURALE E MORFOLOGICA

4.8.2. Acque sotterranee

La vulnerabilità degli acquiferi dipende dalla permeabilità delle formazioni geologiche e geolitologiche, dalla loro solubilità, che dà luogo a fenomeni carsici, nonché dalle caratteristiche dell'ammasso. Le analisi di tali fattori hanno consentito la classificazione del territorio rispetto all'esposizione della risorsa idrica al rischio di inquinamento.

A scala provinciale, è possibile constatare come, a eccezione della piana del Magra, la grande maggioranza delle sorgenti captate si trovi nelle zone a bassa vulnerabilità. Sono tuttavia presenti captazioni in zone a media vulnerabilità, soprattutto

Il paesaggio dell'Appennino Ligure mostra aspetti morfologici e climatici quanto mai vari, talora singolari e comunque caratteristici di una catena montuosa geologicamente giovane non eccessivamente elevata. Le forme di modellamento recente ed attuale sono da ascrivere soprattutto all'azione dilavante ed erosiva delle acque ed ai processi gravitativi di versante che evidenziano lo stato di degradazione e l'instabilità di vaste plaghe di natura argillosa; a questa situazione di degrado spesso contribuisce anche l'attività antropica.

Come già accennato dunque il territorio del golfo della Spezia è caratterizzato da un importante sistema di reticoli idrografici principalmente orientati in senso antiappenninico ed appenninico che presentano geometrie rettangolari, a carattere torrentizio e con regime fortemente stagionale (torrente Fossa Mastra, Rio Pagliari, Rio Canalone). Parte delle acque infiltrate fuoriescono da cavità carsiche (sorgente "grotta Redarca" in località Pugliola e sorgente "grotta delle fate" in località Ameglia); sono inoltre possibili fuoriuscite occulte verso la Piana del Magra ad Est e verso mare ad Ovest. Sono presenti a terra sorgenti termo-minerali, localizzate ai margini orientali del centro urbano della Spezia, nel settore compreso tra la località Stagnoni e Punta S. Bartolomeo. E' stata accertata una miscelazione tra acque termali profonde ed acque sotterranee relativamente superficiali (solfato-clorurato/calciche e bicarbonato-calciche) nei depositi alluvionali della pianura degli Stagnoni.

Partendo dai corsi d'acqua più occidentali e spostandosi verso i più orientali sono riconoscibili una trentina di bacini idrografici che drenano direttamente verso la baia della Spezia. Nella tabella seguente sono riportati i corsi d'acqua principali che sono stati analizzati, mentre in quella successiva sono riportati i valori medi di portata dei bacini analizzati, desunte dai dati disponibili in letteratura. Dall'analisi delle portate risulta evidente che i valori massimi di portata sono stati valutati per il Canale Lagora e per il Canale Fossamastra, mentre valori minimi si ottengono per il Fosso Molini, Fosso Mortena, Fosso Cassà e per il Fosso Martina.

Corso d'acqua principale	Area km ²	Quota massima s.l.m.	Lunghezza asta km
Fosso Martina	0.10	320	0.5
Fosso L'Olivo	0.20	320	0.9
Canale di Ria	0.92	510	1.5
Fosso Baccioni	0.32	510	1.0
Fosso Mortena	0.08	130	0.3
Fosso Cassà	0.62	510	1.1
Fosso Panigaglia nord	0.11	210	0.35
Canale Fezzano	0.43	510	1.3
Canale del Netto	0.98	450	1.3
Torrente Caporaecia	2.75	550	3.3
Canale Lagora	14.55	730	6.0
Fosso Cappelletto	1.60	280	3.0
Fosso Rossano	1.23	200	2.3
Torrente Nuova Dorgia	4.01	360	4.6
Torrente Vecchia Dorgia	1.60	250	2.6
Fosso Melara	0.55	90	0.7
Canale Fossamastra	7.70	300	3.7
Fosso di Pagliari	0.70	125	1.3
Fosso Canalone	0.39	180	1.0
Fosso Pezzogrande	0.53	190	1.3
Fosso del Muggiano	0.4	190	1.3
Fosso Lizzarella	1.1	224	1.2
Fosso Portiola	0.37	235	1.3
Fosso Maccarani	0.25	180	0.9
Fosso della Costa	0.35	120	0.6
Rio Molini	0.21	-	0.2
Canale Carbognano	0.62	310	1.3
Fosso Casella	0.21	-	0.6
Canale del Lino	1.02	400	0.25
Canale Capo D'acqua	0.66	385	1.4
Fosso Ronchetta	0.29	365	1.3

TABELLA 4-110- CORSI D'ACQUA PRINCIPALI ANALIZZATI, ORDINATI IN RELAZIONE ALLA LORO POSIZIONE GEOGRAFICA, DAL PIÙ SUD- OCCIDENTALE VERSO IL PIÙ SUD ORIENTALE SPOSTANDOCI IN SENSO ORARIO LUNGO LA LINEA DI COSTA DEL GOLFO DELLA SPEZIA

Corso d'acqua	Portata minima (m ³ /s)	Portata massima (m ³ /s)	Portata media(m ³ /s)
Fosso Martina	3.3	4.0	3.7
Fosso L'Olivo	5.8	7.0	6.4
Canale di Ria	19.0	23.7	21.5
Fosso Baccioni	8.5	10.5	9.5
Fosso Mortena	2.4	2.9	2.6
Fosso Cassà	2.7	20.0	10.2
Canale Panigaglia Nord	3.3	4.0	3.7
Canale Fezzano	9.7	12.0	10.9
Canale del Netto	21.9	27.1	24.7
Torrente Caporaecia	6.7	51.3	24.5
Canale Lagora	4.9	161.6	51.4
Fosso Cappelletto	11.6	33.3	22
Fosso Rossano	5.9	28.5	14.5
Torrente Nuova Dorgia	5.7	72.3	30.3
Torrente Vecchia Dorgia	3.6	35	16.9
Fosso Melara	16.2	19.8	18.1
Canale Fossamastra	3.9	147.5	53.6
Fosso di Pagliari	7.2	18.9	12.6
Fosso Canalone	8.3	10.3	9.4
Fosso Pezzogrande	11.3	14	12.7
Fosso del Muggiano	9.1	11.3	10.2
Fosso Lizzarella	6.0	33.3	14.7
Fosso Portiola	3.7	10.0	6.7
Fosso Maccarani	5.7	7.0	6.4
Fosso della Costa	8.7	10.8	9.8
Fosso Molini	1.5	1.8	1.6
Canale Carbognano	13.6	16.9	15.4
Fosso di Casella	6.0	7.3	6.7
Canale del Lino	6.2	28.0	15.3
Fosso Capo D'Acqua	13.5	16.9	15.3
Canale Ronchetta	6.9	8.6	7.8

TABELLA 4-111- PORTATE MINIMA, MASSIMA E MEDIA DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA ANALIZZATI, ORDINATI IN RELAZIONE ALLA LORO POSIZIONE GEOGRAFICA, DAL PIÙ SUD- OCCIDENTALE VERSO IL PIÙ SUD ORIENTALE SPOSTANDOCI IN SENSO ORARIO LUNGO LA LINEA DI COSTA DEL GOLFO DELLA SPEZIA

Nell'intorno dell'area di interesse per gli ambiti progettuali in esame, scorrono sette corsi d'acqua principali, elencati nella tabella seguente con le relative caratteristiche fisiche e di portata. Analizzando la Figura 4-184 estratta dal Geoportale della Regione Liguria, che riporta il reticolo idrografico citato, emerge che l'area d'intervento è attraversata per un brevissimo tratto da un fosso con funzione di fognatura bianca, tombato per tutto l'ambito urbano, fino allo scarico in mare. L'intervento di progetto non apporterà alcuna alterazione al tratto tombato in oggetto, garantendo sia nella fase di cantiere che di esercizio l'attuale funzionalità del manufatto che scarico in mare.

Corso d'acqua	Area (Km ²)	Quota massima (m s.l.m.)	Lunghezza asta (km)	Portata minima (m ³ /s)	Portata massima (m ³ /s)	Portata media (m ³ /s)
Torrente Cappelletto	1.60	280	3.0	11.6	33.3	22.0
Fosso Rossano	1.23	200	2.3	5.9	28.5	14.5
Torrente Nuova Dorgia	4.01	360	4.6	5.7	72.3	30.3
Torrente Vecchia Dorgia	1.60	250	2.6	2.6	35	16.9
Fosso Melara	0.55	90	0.7	16.2	19.8	18.1
Fossa Maestra	7.70	300	3.7	3.9	147.5	53.6
Fosso di Pagliari	0.70	125	1.3	7.2	18.9	12.6

TABELLA 4-112- RETICOLO IDROGRAFICO RICADENTE NELL'AREA DI PROGETTO

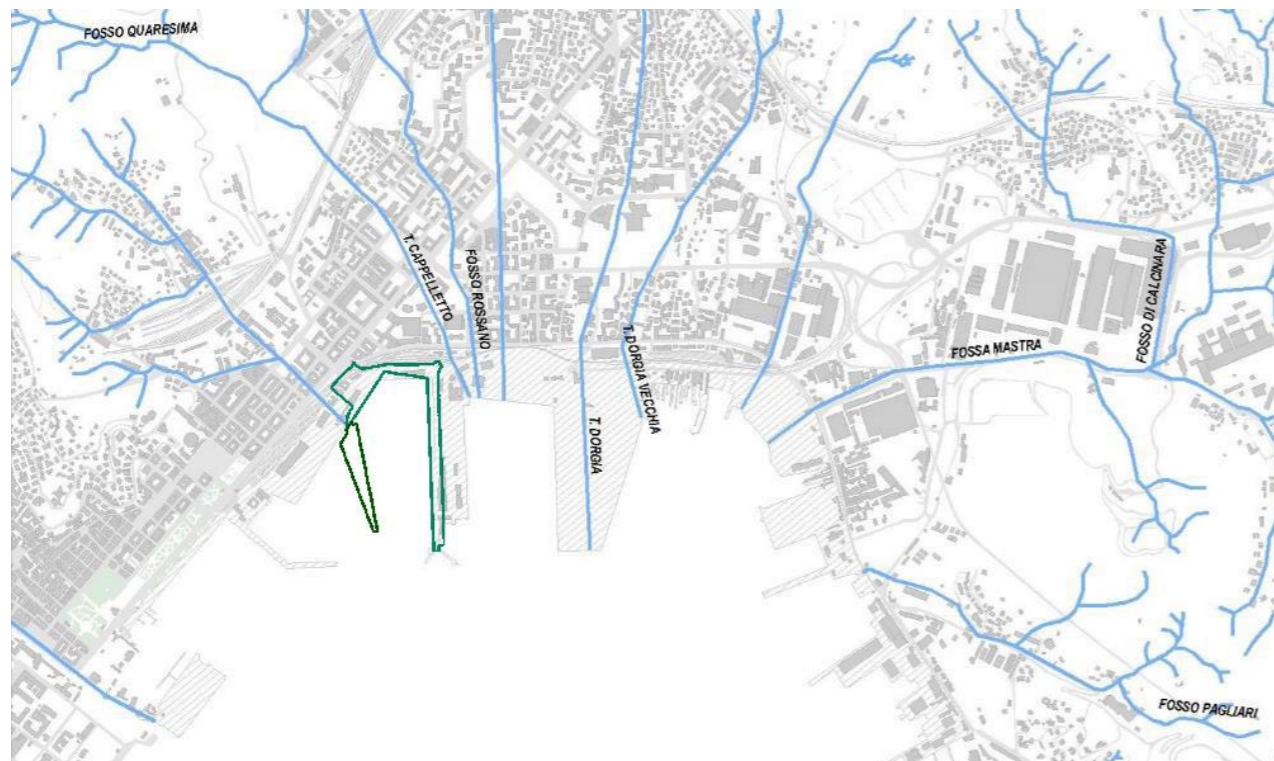


FIGURA 4-184 – IDROGRAFIA – FONTE GEOPORTALE REGIONE LIGURIA ED IN VERDE IL LIMITE DEL NUOVO MOLO CROCIERE E DELL'AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE AD ESSO AFERENTE

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) del Bacino regionale ligure, relativamente alla pericolosità da alluvione fluviale, il quale evidenzia, per i corsi d'acqua che attraversano la Città di La Spezia e defluiscono in mare, la presenza di aree inondabili al variare del tempo di ritorno (tr). Specificatamente all'area d'intervento non risulta perimetrato alcun fenomeno alluvionale.

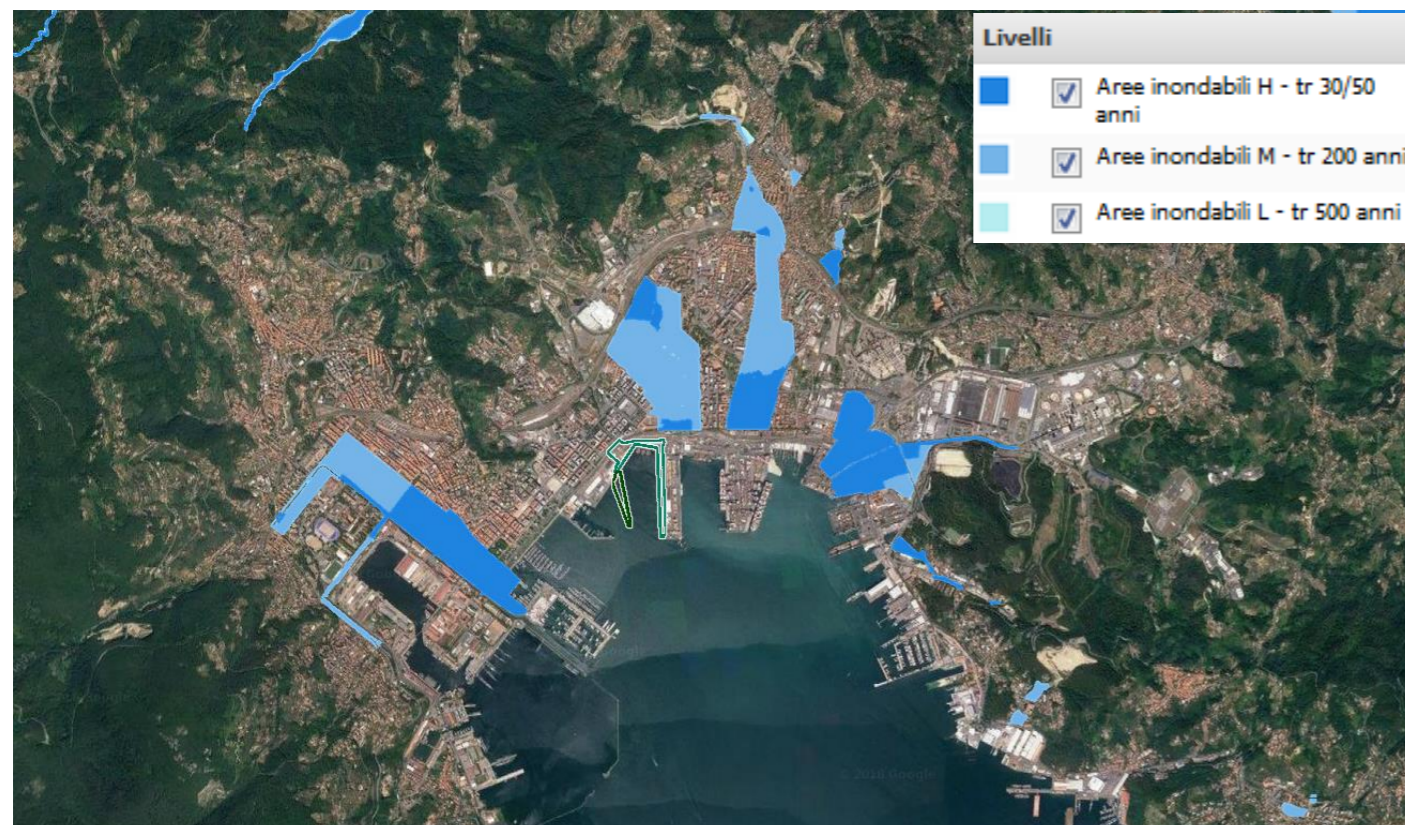


FIGURA 4-185: PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE FLUVIALE (FONTE: PGRA REGIONE LIGURIA – GEOPORTALE CARTOGRAFICO) ED IN VERDE IL LIMITE DEL NUOVO MOLO CROCIERE E DELL'AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE AD ESSO AFERENTE

Analogamente alla perimetrazione della pericolosità, è stato estratto dal PGRA il medesimo stralcio planimetrico, questa volta con l'evidenza del rischio di alluvione, definito come la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti da tale evento, il quale è classificato come segue:

- R4 (rischio molto elevato), per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- R3 (rischio elevato), per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale.
- R2 (rischio medio), per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
- R1 (rischio moderato o nullo), per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

L'analisi dell'immagine seguente evidenzia che l'area d'intervento, relativa al potenziamento ed ampliamento delle strutture portuali esistenti, non risulta interessata dalla perimetrazione del rischio idraulico conseguente ad un'alluvione fluviale.

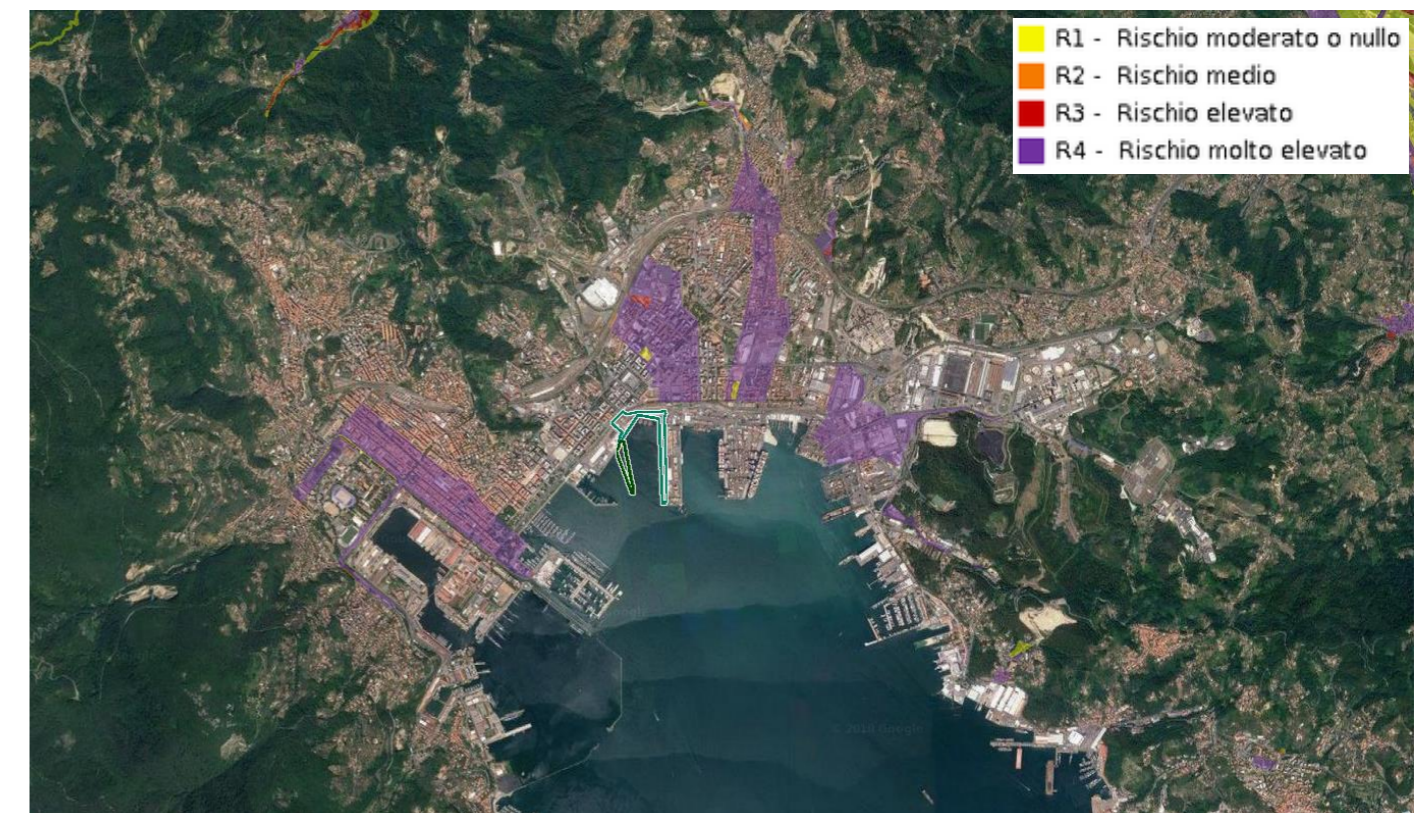


FIGURA 4-186: RISCHIO IDRAULICO DA ALLUVIONE FLUVIALE (FONTE: PGRA REGIONE LIGURIA – GEOPORTALE CARTOGRAFICO) ED IN VERDE IL LIMITE DEL NUOVO MOLO CROCIERE E DELL'AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE AD ESSO AFERENTE

4.9. AMBIENTE IDRICO MARINO, BIODIVERSITÀ ED ECOSISTEMA MARINO

Da un punto di vista geologico il Golfo della Spezia rappresenta una depressione tettonica originata da sistemi di faglie dirette di età pliocenica, allungata in direzione appenninica (NW-SE) e delimitata da strutture ad anticlinale che ne costituiscono i promontori occidentale ed orientale.

Il settore orientale è interessato anche da fenomeni carsici, evidenziati sul terreno dall'assenza di un reticolo idrografico superficiale. Unico drenaggio superficiale è rappresentato da brevi corsi d'acqua, a carattere torrentizio e con regime fortemente stagionale (torrente Fossa Mastra, Rio Pagliari, Rio Canalone). Parte delle acque infiltrate fuoriescono da cavità carsiche (sorgente "grotta Redarca" in località Pugliola e sorgente "grotta delle fate" in località Ameglia); sono inoltre possibili fuoriuscite occulte verso la Piana del Magra ad Est e verso mare ad Ovest.

Sono presenti a terra sorgenti termo-minerali, localizzate ai margini orientali del centro urbano della Spezia, nel settore compreso tra la località Stagnoni e Punta S. Bartolomeo. E' stata accertata una miscelazione tra acque termali profonde ed acque sotterranee relativamente superficiali (solfato-clorurato/calciche e bicarbonato-calciche) nei depositi alluvionali della pianura degli Stagnoni.

L'area marina è caratterizzata da fondali poco profondi, con sedimentazione recente a tessitura fine che poggia su uno spessore sottile di sedimenti fini attribuibili ad una deposizione di ambiente lagunare; al di sotto si trovano sedimenti di origine continentale (ghiaie e sabbie in matrice fine) che poggiano invece su un substrato roccioso.

Per quanto concerne la circolazione marina, esternamente alla rada ha un carattere litoraneo, con correnti a direzione NW. Questa non sembra coinvolgere il golfo della Spezia, che quindi risulta interessato da un idrodinamismo ridotto. I processi che regolano il ricambio delle acque al suo interno sono legati alla circolazione residua (dovuta all'azione combinata del vento di brezza e dello scarico termico della centrale ENEL), che determina il trasporto dalle zone più interne verso le bocche della diga, ed a componenti attive in vicinanza delle bocche, che favoriscono il rimescolamento delle acque e gli scambi tra rada e mare aperto. In tutta la Rada della Spezia è inoltre nota la presenza di diverse risorgenze naturali sottomarine, alcune delle quali, secondo informazioni raccolte sul posto, ubicate nelle seguenti località: Fiascherino (oltre Lerici), Fossa Mastra, Cadimare, Panigaglia, tra Torre Scuola e la costa (oltre la diga foranea, lato Porto Venere).

Il demanio marittimo fortemente antropizzato, ospita attività diversificate (commerciali, industriali, militari, cantieristiche, diportistiche, terminal energetici, impianti di itticoltura e mitilicoltura) che impattano direttamente un ecosistema che ospita aree di pregio già oggetto di particolare tutela ambientale (Santuario dei Cetacei, Parco di Porto Venere, Parco di Montemarcello Magra e Aree SIC).

In tale contesto, inoltre, vanno ad aggiungersi: l'apporto inquinante di origine urbana, che arriva al mare attraverso i numerosi canali (n.33) solo parzialmente depurati e concentrati soprattutto nell'area del porto commerciale (la rete fognaria cittadina, infatti, non vede ancora l'allaccio completo di tutti gli abitanti); e l'inquinamento residuo legato ad attività dismesse di tipo industriale o di trattamento rifiuti (ex fonderia di Piombo PbO e Pertusola, discarica di Pitelli, Saturnia ecc.).

4.9.1. Fondali marini

Grazie alle indagini di caratterizzazione del Golfo condotte da ISPRA ed ARPAL nel 2004 propedeutiche alla stesura del "Progetto Preliminare di Bonifica dell'area marina inclusa nella perimetrazione del Sito di Bonifica d'interesse nazionale di Pitelli" (ICRAM, 2005) è stato possibile ricostruire le caratteristiche stratigrafiche, granulometriche, chimiche ed ecotossicologiche dell'intera rada spezzina. Su questa base dati Autorità Portuale della Spezia ne ha redatto i cinque progetti di bonifica del Porto Commerciale approvati con D.M. Ambiente 16/12/2005 (per il Molo Ravano, Molo Fornelli, Bacino di Evoluzione, Molo Garibaldi, Molo Italia) e il Progetto di bonifica della banchina Revel, approvato con D.M. Infrastrutture e Trasporti n.1195 15/02/2011.

Di seguito vengono riassunti i principali aspetti inerenti i fondali dell'ambito 5 ripresi dal "Progetto Preliminare di Bonifica dell'area marina inclusa nella perimetrazione del Sito di Bonifica di interesse nazionale di Pitelli" (ICRAM, 2005).

4.9.1.1 Stratigrafia e Granulometria

In linea generale la Rada della Spezia può essere suddivisa in due zone in funzione delle diverse caratteristiche che la stratificazione dei sedimenti presenta. Nella zona più centrale della Rada, sedimenti di natura limoso-argillosa coprono sedimenti a granulometria sabbioso-ghiaiosa, sostenuti a loro volta da un substrato compatto costituito da marne argilloso-sabbiose. La stratigrafia, per quanto ricostruibile tramite indagini sismiche, appare abbastanza regolare e continua.

Lungo la costa, a ridosso delle strutture portuali, la situazione si presenta estremamente diversificata, infatti, sedimenti di natura prevalentemente sabbioso-pelitici si alternano a sedimenti pelitici e/o ghiaiosi, rendendo difficile la correlazione degli orizzonti sedimentari, se non in aree molto ristrette. Tale situazione è il risultato di un'alterazione della naturale stratificazione costituita da un substrato compatto, da un livello grossolano e da copertura pelitica, che affiorando verso la superficie, sono andati via via assottigliandosi.

Al di là delle peculiari e localizzate situazioni stratigrafiche all'interno della Rada, grazie anche alle indagini sismiche ad alta e media risoluzione, si possono individuare tre diversi livelli sedimentari così schematizzabili (dall'alto verso il basso):

- una copertura sedimentaria con uno spessore variabile tra 0 m e 10-12 m, caratterizzata da limi argillosi ed argille limose (la cui compattezza diminuisce progressivamente verso l'alto) localmente leggermente ghiaiosi e/o sabbiosi;
- un livello caratterizzato da una maggior abbondanza di frazioni grossolane costituito da sabbie, sabbie pelitiche e sabbie limoso-ghiaiose con spessore medio di circa 2 m;
- un livello profondo, raramente raggiunto dai carotaggi, costituito da marne sabbioso-argillose molto consistenti che rappresentano probabilmente il tetto del substrato compatto.

Lo strato più superficiale è caratterizzato da peliti e peliti leggermente ghiaiose la cui compattezza, relativamente elevata nelle porzioni più profonde, diminuisce progressivamente verso l'alto sino al passaggio con la copertura sedimentaria più superficiale. Questa è costituita da limi argillosi e argille limose poco consistenti integrate dalla frazione ghiaiosa e/o sabbiosa nell'estrema porzione settentrionale.

Questo livello rappresenta la copertura pelitica più superficiale ed è caratterizzato da spessori che variano da 1 m, lungo la costa orientale e settentrionale ad oltre 10 m nelle aree più depresse del golfo coerentemente con l'approfondirsi del primo riflettore.

Al di sotto della copertura pelitica superficiale è presente un livello costituito da sabbie limose, sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose spesso intercalate ad argille limose. Tale livello, verosimilmente identificabile nel "primo riflettore" (ARPAL, 2004), si rinviene a profondità modeste di circa 1-2 m, lungo la costa orientale nell'estrema porzione settentrionale mentre procedendo verso il centro del golfo si approfondisce fino ai 10-13 m. Lo spessore medio di tale orizzonte è di circa 2 m, tuttavia dall'osservazione comparata delle carte delle isopache dei due riflettori si evince che in prossimità della costa orientale e settentrionale esso tende ad assottigliarsi fino a non essere distinguibile da quello sottostante.

Il livello inferiore, costituito da marne sabbioso-argillose dotate di elevata compattezza, rappresenta probabilmente il tetto del substrato compatto, ed è presumibilmente continuo in tutta l'area; esso tuttavia è stato rilevato direttamente solo nell'area NW nel Porto Mercantile dove appare prossimo al piano del fondale, presumibilmente anche a causa dell'attività di dragaggio effettuata nella zona. Procedendo verso largo la profondità di tale riflettore aumenta progressivamente. Tale orizzonte corrisponderebbe a quello denominato "secondo riflettore" nell'elaborazione dei dati sismici acquisiti tramite Sub Bottom Profiler.

In considerazione delle principali classi dimensionali presenti, è stata utilizzata la classificazione binaria di Nota (1958) che prende in considerazione principalmente la frazione pelitica e quella sabbiosa.

I sedimenti analizzati sono a granulometria prevalentemente fine, con una discreta presenza di una frazione sabbiosa. Dalle stratigrafie dei carotaggi i sedimenti risultano in genere poco consistenti negli strati superficiali e più compatti negli strati più profondi. Le caratteristiche granulometriche si mantengono comunque abbastanza omogenee lungo la verticale, con un aumento nell'estensione della copertura pelitica e pelitica molto sabbiosa, a discapito di quella sabbiosa.

In particolare, lo strato più superficiale all'interno della rada (0-50 cm) risulta essere prevalentemente costituito da sedimenti pelitico sabbiosi con percentuali elevate della componente fine che variano tra il 70% ed il 90% ed una molto più contenuta di frazione sabbiosa che, in taluni casi, diventa anche grossolana. In prossimità della fascia più costiera della rada, in particolare in corrispondenza del settore settentrionale a ridosso delle strutture portuali comprese tra il Molo Ravano e il Molo Italia, i sedimenti si arricchiscono della componente sabbiosa, con percentuali che variano tra il 30% ed il 50%, a discapito di quella fine, a costituire delle peliti molto sabbiose.

L'accumulo della frazione sabbiosa in corrispondenza di moli o banchine, o di ambienti circoscritti, risulta sempre più evidente verso gli strati più profondi, e tende ad estendersi sia lungo la fascia costiera orientale, compresa tra la diga foranea e l'area del Molo Fornelli sia verso l'interno della rada.

Inoltre, dal metro di profondità in poi, per alcuni settori prospicienti le aree portuali, si evidenzia un incremento della frazione grossolana con sedimenti che diventano sabbie pelitiche in cui la frazione fine si riduce a percentuali comprese tra il 5% e il 30%.

4.9.1.2 Caratterizzazione chimica dei sedimenti

Dal "Progetto Preliminare di Bonifica dell'area marina inclusa nella perimetrazione del Sito di Bonifica d'interesse nazionale di Pitelli" (ICRAM, 2005), emerge una forte contaminazione della Rada, dovuta principalmente a metalli pesanti e elementi in tracce (mercurio (Hg), piombo (Pb), zinco (Zn)), composti organostannici (TBT) e rame (Cu) secondariamente da idrocarburi policiclici aromatici (IPA), idrocarburi pesanti (IC>12) e policlorobifenili (PCB).

Ad eccezione di un tratto parziale del Porto Commerciale, dal Terminal del Golfo al Molo Fornelli, la contaminazione è diffusa prevalentemente lungo tutta la fascia costiera, che maggiormente risente delle attività commerciali, industriali e cantieristiche, e della presenza di numerosi scarichi.

L'area più interna alla Rada appare meno contaminata, avendo subito in misura minore le conseguenze delle diverse attività che vi hanno insistito in passato o tuttora vengono svolte in questo tratto di costa.

Il maggior grado di contaminazione e la sua maggiore estensione si rileva nei primi 70-100 cm. Infatti, dopo il primo metro, la contaminazione si concentra quasi totalmente, a parte un paio di hot spots, in aree molto circoscritte, in prossimità di moli, banchine, insenature, dove, oltre a essere presente un'intensa attività antropica, è forte la tendenza all'accumulo dei sedimenti tra cui: Molo Ravano, Molo Garibaldi, Molo Italia, Molo Mirabello, la passeggiata Morin. Negli strati più profondi (fino a 3 m) si osserva un'ulteriore riduzione, sia dell'estensione sia del numero delle aree contaminate, tra queste ultime rimane il Molo Garibaldi.

Dalle planimetrie del "Progetto Preliminare di Bonifica dell'area marina inclusa nella perimetrazione del Sito di Bonifica d'interesse nazionale di Pitelli" (ICRAM, 2005), si evince una distribuzione della contaminazione per strato indagato che può essere schematicamente riassunta per gli ambiti 5 e 6, nella tabella sottostante.

Zona cm	Molo Garibaldi	Molo Italia	Passeggiata Morin
0- 50cm	Hg, Pb, Zn, TBT, Cu, Cd, IPA, PCB, IC>12	Hg, Pb, Zn, Cu, Cd, IPA, IC>12	Hg, Pb, Zn, Cu, Cd, IPA, PCB, IC>12
50-100	Hg, Pb, Zn, TBT, Cu, Cd, IPA, PCB, IC>12	Hg, Pb, Zn, Cu, Cd, IPA, PCB, IC>12	Zn, Cu, IPA, IC>12
100-150	Hg, Pb, Zn, TBT, Cu, Cd, IPA, PCB, IC>12	Hg, Pb, Zn, Cd, IPA, PCB, IC>12	Hg, Pb, Zn, Cu, Cd, IPA
150-200	Hg, Pb, Zn, TBT, Cu, Cd, IPA, PCB, IC>12	Hg, Pb, Zn, IPA, PCB, IC>12	Hg, Zn, Cu

TABELLA 4-113 - DISTRIBUZIONE DELLA CONTAMINAZIONE IN RELAZIONE ALLA PROFONDITÀ D'INDAGINE

Sulla base di queste risultanze analitiche Autorità Portuale nei progetti di bonifica delle aree del porto commerciale (approvati con D.M Ambiente 16/12/2005 e con D.M. Infrastrutture e Trasporti n.1195 15/02/2011 per la banchina Revel) ha stimato la rimozione ai fini della bonifica di complessivi 685.37 5mc per un costo complessivo stimato di 89.725.968,75 €.

Parte di questi interventi sono stati già realizzati e le aree corrispondenti sono già state svincolate, altri sono in corso di realizzazione o in programma, come di seguito schematizzato.

Attività di bonifica eseguite	Volume da progetto	Costo da progetto
Molo Ravano	25.875 mc	€ 3.340.410,75
Molo Fornelli	29.500 mc	€ 3.808.217,00
Molo Garibaldi	19.200 (testata)	€ 4.000.000,00
Bacino di Evoluzione	235.000 mc	€ 30.327.992,00
Banchina Revel	2500 mc	€ 72.500,00
TOT	312.115 mc	€ 41.555.400,83

Tabella 4-114 - Attività di bonifica eseguite

Attività di bonifica programmate	Volume da progetto	Costo da Progetto
Molo Garibaldi esterno	198.300 mc	€ 25.591.857,00
Molo Italia	175.000 mc	€ 22.584.992,00
TOT	373.300 mc	€ 48.176.849,00

TABELLA 4-115 - ATTIVITÀ DI BONIFICA PROGRAMMATE

4.9.1.3 Microbiologia dei sedimenti

Dall'esame dei risultati delle indagini microbiologiche, eseguite sui sedimenti nel corso delle diverse campagne di caratterizzazione dell'area marina del golfo spezzino, risulta evidente una contaminazione di origine fecale (presenza di streptococchi fecali e di spore di clostridi solfito-riduttori) in tutta l'area della rada, maggiormente localizzata nella fascia costiera, dove sono ubicati scarichi civili diretti e più in particolare nell'area compresa tra il Molo Garibaldi ed il Molo Mirabello, inclusa l'area prospiciente la foce del canale Lagora.

4.9.1.4 Ecotossicità sedimenti

Nell'ambito della caratterizzazione del Golfo condotta da ISPRA (Ex ICRAM) nel 2003/2004 è stata condotta l'analisi ecotossicologica dei sedimi della rada mediante una batteria costituita da due specie-test, il batterio marino *Vibrio fischeri* e il *Rotifero Brachionus plicatilis*.

Con la prima specie sono state analizzate due matrici ambientali costituite dall'acqua interstiziale e dalla fase solida, mentre con la seconda è stato valutato l'elutriato.

Le risposte tossicologiche ottenute sono abbastanza differenziate in funzione della specie e della matrice saggiate.

Dall'integrazione dei dati ecotossicologici emerge una situazione complessiva piuttosto negativa. La maggior parte dei sedimenti saggiati, infatti, è in grado di provocare effetti tossicologici acuti importanti, sia nella frazione solida che liquida.

Ciò denota la presenza di miscele complesse di contaminanti di natura organica ed inorganica in forma e concentrazione biodisponibile per gli organismi.

E' opportuno evidenziare, inoltre, che le risposte tossicologiche peggiori interessano le stazioni più prossime alla costa.

Conservano un potenziale ecotossicologico significativo anche le stazioni ricadenti nelle vicinanze delle aree destinate alla molluschicoltura, in prossimità della diga foranea.

4.9.2. Stato di qualità delle acque

Trattandosi di un'area non destinata alla balneazione i dati disponibili sulla qualità delle acque sono quelli raccolti nell'ambito d'indagini specifiche svolte nell'ambito del monitoraggio delle attività di dragaggio (ad opera di ISPRA, ARPAL, ISS e A.P.) e degli effetti degli scarichi della centrale termoelettrica Enel.

Nella Rada della Spezia confluiscono le acque di numerosi fossi e torrenti nei quali confluiscono anche reflui urbani depurati e non. Il più rilevante per portata è il Canale Lagora, collettore di reflui urbani del settore settentrionale della città, che sfocia in mare nel tratto adiacente alla darsena militare.

Ci sono poi diversi scarichi industriali originati essenzialmente da attività di cantieristica, produzione energetica, trasferimento e commercio di prodotti petroliferi e lavorazioni meccaniche.

Come descritto nel "Progetto Preliminare di Bonifica dell'area marina inclusa nella perimetrazione del Sito di Bonifica d'interesse nazionale di Pitelli" (ICRAM, 2005), in questo contesto sono stati individuati due principali meccanismi responsabili del trasporto delle sostanze inquinanti dalle zone più interne della rada al mare aperto:

- il primo, sostenuto da correnti oscillanti, connesse ad una sessa avente semilunghezza d'onda di 8 km e periodo tipico di 70 minuti, e particolarmente intense in prossimità delle bocche (fino a 50 cm/s) che favoriscono il mescolamento delle acque interne alla diga foranea con quelle del mare aperto;
- il secondo è, invece, alimentato da una circolazione residua ciclonica indotta da una ramificazione della corrente ligure-tirrenica che s'incunea nella rada, determinando un movimento delle masse d'acqua all'interno della diga foranea, con un'entrata dalla bocca di levante e l'uscita verso il mare aperto, principalmente dalla bocca di ponente, contribuendo così al trasporto degli inquinanti fino alle bocche.

I termini forzanti responsabili della circolazione residua interna alla diga foranea sono stati identificati nel vento di brezza e nello scarico di pompaggio della sessa.

In conclusione il golfo de La Spezia è interessato da una situazione che determina un notevole ricambio delle acque della rada che avviene prevalentemente sulla bocca di ponente e ciò dipende:

- da una corrente residua entrante sul fondo ed uscente in superficie, legata alla circolazione generale e favorita dal gradiente termico della centrale ENEL che, creando una corrente di densità nell'area antistante lo scarico, mette in movimento l'acqua nella parte più interna e profonda della rada;
- da una corrente variabile con ciclo giornaliero indotta dalla brezza locale, che durante la notte crea un flusso d'acqua in ingresso sul fondo ed uno uscente in superficie;
- da un fenomeno di "pompaggio" attraverso le bocche dovuto alle correnti indotte.

Nell'ambito dei monitoraggi alle attività di dragaggio sono stati prelevati campioni di acqua all'interno della rada e al suo esterno, come riferimento nell'ambito di una valutazione qualitativa rispetto ai parametri dalla normativa vigente.

Sulla base dei risultati ottenuti, relativamente ai valori dell'indice trofico (TRIX), compresi tra 2,71 e 5,40, è emersa una buona qualità dei campioni d'acqua analizzati, in corrispondenza delle differenti stazioni e delle profondità di prelievo.

Solo in prossimità del molo Garibaldi, in posizione più interna rispetto alle altre e, inoltre, maggiormente gravata da una scarsa circolazione e dagli apporti fognari, i valori sono risultati leggermente superiori, anche se con una qualità delle acque classificabile tra "buona" e "mediocre". L'andamento degli altri valori tende gradualmente ad un miglioramento allontanandosi dall'area portuale e dalle perturbazioni costiere di origine antropica. E' stato inoltre notato nel periodo invernale un incremento degli apporti terrigeni, che contribuisce ad un generale peggioramento della qualità delle acque.

Lo stesso fenomeno può essere considerato responsabile dei risultati delle analisi microbiologiche, che in tale periodo superano abbondantemente (fino a sette volte) il limite previsto per i batteri.

4.9.2.1 Stato di qualità del biota

Nell'ambito delle attività di monitoraggio alle attività di dragaggio progettate per verificare l'assenza di effetti negati sull'ecosistema e quindi l'adeguatezza delle tecnologie e delle misure di salvaguardia ambientale adottate è stato indagato anche il biota.

Lo schema completo delle attività di monitoraggio (comparto abiotico e comparto biotico) prevede:

- la definizione di stazioni puntuali per il prelievo di:
 - mitili e pesci per determinare l'eventuale bioaccumulo di contaminanti o i biomarkers nei pesci degli impianti della Spezia e di Lavagna (stazione di controllo);
 - campioni d'acqua per l'analisi ecotossicologica;
- l'esecuzione di profili verticali con sonda multiparametrica (l'insieme dei singoli profili condotti su un unico percorso costituisce un transetto);
- la definizione di transetti lungo i quali condurre rilievi mediante R.O.V. (Remotely Operated Vehicle) alle biocenosi sensibili esterne al Golfo spezzino: falesia del Tino e del Tinetto e Posidonia oceanica di Porto Venere.

Due stazioni fisse di monitoraggio con boe attrezzate con sonda multiparametrica posizionate nei pressi degli impianti di mitilicoltura e itticoltura interni alla rada.

Per accertare l'assenza di effetti negativi delle attività di dragaggio sull'ecosistema i dati raccolti secondo lo schema sopradescritto in fase *ante operam* (campagne di bianco) sono stati confrontati con quelli raccolti in *operam* e *post operam*.

Da questo raffronto, come descritto nella Relazione Tecnica "Attività di monitoraggio per la bonifica dei fondali antistanti il terminal Ravano nel porto della Spezia" (ISPRA, 2010), emerge uno stato del biota complessivamente paragonabile a quello di altre aree portuali e la complessiva ecocompatibilità delle metodiche operative adottate; infatti, non state registrate durante le fasi operative e post *operam*, variazioni nell'ecosistema al di fuori delle oscillazioni naturali.

Di seguito si riassumono i risultati emersi nelle indagini di monitoraggio condotte sul biota ripresi dalla Relazione Tecnica sopracitata.

4.9.2.2 Bioaccumulo Mitili

Dalle attività di monitoraggio condotte in tutte le fasi non sono emerse situazioni di particolare criticità; i valori rilevati durante le fasi operative e al termine delle stesse sono confrontabili e spesso anche inferiori (come per As e PCB) a quelle riscontrate nelle fasi di bianco.

Da tutte le campagne condotte è emersa:

- la presenza dei composti organostannici, in concentrazioni medio-alte, in tutte le stazioni di campionamento indagate, con i valori più elevati riscontrati nelle campagne di novembre 2007 e gennaio 2008. Tali valori sono confrontabili con quanto rilevato in altri siti italiani. I composti organostannici sono, infatti, normalmente presenti nelle aree portuali, in quanto costituenti delle vernici antivegetative impiegate sugli scafi delle navi (Bortoli et al., 2003).

- tra tutte le stazioni, la P0176, ubicata, nell'area interna alla diga foranea, di fronte agli ex-impianti della Pertusola, presenta generalmente concentrazioni più elevate di composti organici e metalli (in particolare il Piombo).

4.9.2.3 EROD

L'attività del sistema MFO Etossiresorufina-o-deetilasi (EROD), è un valido Biomarker con attività specifica per l'esposizione a contaminanti di tipo liposolubile, come ad esempio IPA (Jimenez-Tenorio et al., 2007) e composti organoclorurati (Goksoyr et al., 1991) potenzialmente presenti in ambiente portuale (Regoli et al., 2002).

Il confronto con i dati delle campagne di bianco non ha evidenziato particolari differenze nelle attività enzimatiche misurate; ciò permette di avvalorare l'ipotesi che non esistono significativi effetti tossicologici riferibili alle attività di dragaggio in corso, ma soltanto normali variazioni fisiologiche degli organismi. La maggiore attività EROD in primavera rispetto all'autunno risulta in accordo con quanto osservato da Stien nella baia di Cannes (Stien et al., 1998) che ipotizza una corrispondenza indiretta tra temperatura dell'acqua ed attività enzimatiche.

4.9.2.4 Metaboliti IPA della bile

I valori di metaboliti IPA nella bile riscontrati risultano, nel complesso, bassi e non mostrano alcun incremento legato alle operazioni di dragaggio. In tutte le campagne di monitoraggio, ad eccezione di Ottobre 2008, si sono registrate delle differenze nei valori medi tra i campioni della Spezia ed i campioni di Lavagna (stazione di controllo esterna al golfo) con i primi aventi valori più elevati. Questo dato, confermato anche dalla misurazione dei composti parentali, indica che gli esemplari della Spezia sono sottoposti ad input maggiore di IPA, anche se i livelli dei metaboliti possono essere considerati bassi in tutti i gruppi. I livelli più elevati sono, infatti, comunque paragonabili a quelli riscontrati nelle sogliole campionate in mare aperto, sia nel versante tirrenico che adriatico.

4.9.2.5 Concentrazione di porfirine epatiche

L'induzione delle porfirine epatiche rappresenta un sensibile Biomarker di esposizione a composti xenobiotici liposolubili e Metalli Pesanti. Nel lavoro di Casini et al. (1994) è stata riscontrata un'induzione delle porfirine epatiche in esemplari di *Zosterisessor ophiocephalus* campionati nelle aree portuali di Chioggia e Porto Marghera. L'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra le due aree oggetto di studio; le concentrazioni medie misurate sono tra loro confrontabili. Come per gli altri Biomarkers testati, non sono state riscontrate differenze significative rispetto alle campagne precedenti l'inizio del dragaggio, il che lascia supporre come non esistano al momento effetti tossicologici marcati riferibili in toto alle attività di movimentazione del fondale.

4.9.2.6 Analisi dei contaminanti

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Le analisi di bioaccumulo hanno indicato come gli IPA siano i contaminanti con maggiore importanza tossicologica essendo presenti, anche come cancerogeni in entrambi gli impianti di prelievo, con livelli comunque confrontabili a quelli rilevati in specie ittiche di aree impattate da questi inquinanti. Le concentrazioni di IPA riscontrate nei campioni di fegato degli organismi prelevati negli impianti della Spezia e di Lavagna mostrano un trend simile, con valori leggermente più alti per gli organismi degli impianti della Spezia.

Anche le concentrazioni di IPA riscontrate nei campioni di muscolo degli organismi prelevati negli impianti della Spezia e di Lavagna hanno un andamento simile, sempre con valori leggermente più alti per gli organismi degli impianti della Spezia.

In tutte le campagne di monitoraggio le concentrazioni di IPA misurate nei campioni di fegato sono maggiori di quelle riscontrate nei campioni di muscolo.

Le attività di dragaggio non hanno determinato un aumento delle concentrazioni di IPA nei tessuti analizzati che si mantengono costanti, indicando l'assenza di effetti tossicologici specifici legati alle attività di movimentazione del fondale, ma confermando la presenza di una contaminazione da idrocarburi persistente sull'area associabile alla natura industriale del porto.

Metalli (Pb, Hg, Cd)

I livelli di Metalli Pesanti rilevati nei tessuti analizzati non sono particolarmente elevati. Tutti i valori riscontrati (espressi come peso secco) risultano ampiamente al di sotto dei limiti e non evidenziano effetti tossicologici specifici legati alle attività di dragaggio.

Indagini ROV

Le campagne ROV effettuate lungo i tre transetti hanno mostrato come, nel corso del tempo ed in concomitanza con le attività di escavo, la qualità degli habitat e delle specie sia rimasta sostanzialmente invariata.

In particolare, i due transetti effettuati lungo le falesie rocciose delle Isole del Tino e del Tinetto sono caratterizzati da specie algali fotofile che popolano il substrato nei primi metri e che, scendendo in profondità, sono sostituite da specie a carattere sciafilo (spugne). Sia le alghe, che le spugne monitorate hanno mantenuto invariato il loro aspetto. Inoltre, le colonie sparse di gorgonie che già si presentavano ricoperte da residui di varia natura (organica ed inorganica), non hanno evidenziato alcun effetto.

Il transetto lungo il canale di Porto Venere, è caratterizzato dalla piccola prateria di Posidonia oceanica che è rimasta invariata, con aree a totale ricoprimento, intervallate da quelle a fondale sabbioso e/o blocchi rocciosi ricoperti da alghe fotofile, con presenza di echinodermi e del mollusco Pinna nobili (specie oggetto di tutela).

In conclusione i rilievi condotti mostrano come le attività di escavo non hanno avuto alcun effetto sulle biocenosi presenti nelle aree esterne alla rada della Spezia che, pertanto, sono rimaste inalterate a testimonianza di un'invariata condizione ambientale.

4.9.3. Ecologia portuale

Un porto è un sistema ecologico confinato per certi aspetti somigliante ai sistemi lagunari. In ambedue si notano, infatti, sistemi ecologici interposti tra marino, acqua dolce e terrestre. Nei porti si osserva la rarefazione di organismi di origine marina che da luogo al confinamento ecologico del sistema portuale.

Critica per il confinamento è la velocità di ricambio delle acque portuali, spesso dipendente dalle direzioni ed intensità degli apporti terrigeni e delle forze di marea. L'intensità dell'impatto antropico è comunque determinante per la qualità delle acque portuali. I sistemi portuali possono distinguersi in categorie in funzione della collocazione sul territorio (estuari o costieri) o dell'uso prevalente (turistici o commerciali). Per ogni tipologia esistono funzioni forzanti principali diversificate. In tutti i casi comunque, i fattori centrali che influenzano i sistemi portuali sono:

- gli apporti di acque continentali sia naturali sia antropici che dipendono dalle dimensioni dei bacini di drenaggio;
- le acque marine in entrata che dipendono anche dalla esposizione, morfologia e dimensione del bacino portuale;
- le correnti ed i venti dominanti;
- la radiazione solare;
- il movimento dei vari tipi di natanti.

Tutti questi fattori agiscono contemporaneamente sulla formazione di sedimento e relativo accumulo di nutrienti ed inquinanti. Per le caratteristiche costruttive dei porti, i bacini manifestano strutture a mosaico dei valori fisico-chimici e biologici. Così si avranno aree con acque assimilabili a quelle costiere ed altre zone con acque strettamente portuali. Gli organismi del fondo ed i sedimenti risentono ed enfatizzano la struttura a mosaico delle baie in cui hanno sede i porti.

Rilevante importanza per l'ecologia portuale ha il regime termico delle acque. Stratificazioni termiche possono verificarsi in estate con conseguenti fenomeni asfittici sui fondali e ridissoluzione dei nutrienti precedentemente intrappolati nei sedimenti ed amplificazione di tutti i fenomeni eutrofici.

4.9.4. Peculiarità ecologiche dell'area vasta: il santuario dei cetacei

4.9.4.1 Genesi ed evoluzione del "santuario"

Fuori della rada si estende l'area marina denominata "**Santuario dei Cetacei**" compresa fra la costa ligure, corsa e provenzale. In tale settore sono presenti in numero consistente capodogli e balenottere comuni, delfini, grampi, globicefali nel contesto di un ecosistema pelagico di notevole ricchezza specifica e che presenta condizioni di temperatura ed alimentazione ottimali. Il santuario si propone la tutela di questa vasta zona marittima.

Il Golfo della Spezia non è centrale per il Santuario dei Cetacei anche se, ovviamente, vanno seguite tutte le cautele e le prescrizioni previste dall'accordo del 25/11/99 ratificato con la legge 11 ottobre 2001, n. 391.

Le condizioni fisiche e climatiche rendono il tratto di mare in questione un settore molto produttivo e ricco di forme viventi: le più avanzate strategie di campionamento hanno permesso di ribaltare la concezione comune che il Mediterraneo sia nel suo complesso un mare povero delle sostanze nutritive disciolte fondamentali per la crescita delle alghe microscopiche, che sono la base della catena alimentare per tutta la comunità vivente.

I valori espressi in termini di produttività di quest'area sono viceversa molto simili a quelli delle acque atlantiche. Ciò in virtù di un favorevole sistema di correnti che garantisce il rimescolamento delle acque con la risalita delle sostanze nutritive depositate in profondità, e dell'azione dei venti invernali che ne favoriscono a loro volta la distribuzione sulla totalità della colonna d'acqua. È evidente, quindi, come sia necessario predisporre le condizioni ottimali per la conservazione di questo prezioso ecosistema, altrimenti esposto a potenziali pericoli di modificazione a causa delle attività umane che si svolgono sul mare. Il Santuario si propone la tutela di questa vasta zona marittima: un'area dove navigare con il massimo rispetto, per conoscerne meglio, ma senza disturbare, le specie protette.

La "storia" del santuario si riassume nei seguenti passaggi fondamentali.

- 1991 : Il D.M. 22 maggio 1991 "Disciplina in via provvisoria della pesca con rete da posta derivante" e successive modificazioni, prevede l'istituzione di una zona di tutela biologica ("santuario" per la protezione dei cetacei) nell'area del mar Ligure compresa tra Punta del Mesco - Capo Corso e Cap d'Antibes delimitata dai seguenti punti e la linea di costa lat. 43°35' N - long. 007° 07' E, lat. 43°01' N - long. 009°25' E, lat. 44°09' N - long. 009°38' E. Nella zona di mare individuata viene vietato l'uso delle reti da posta derivante ed è ammessa la pesca con gli altri attrezzi nei limiti della vigente normativa.
- 1993: In attuazione del decreto del 1991 i mezzi aereo navali della Capitaneria di Porto/Guardia Costiera intraprendono numerose azioni volte a perseguire il fenomeno delle reti pelagiche derivanti. Le azioni conseguono il risultato di porre sotto sequestro circa 150 chilometri di rete e di allontanare dalla zona del santuario le "spadare".
- 1998: È approvato, in Commissione Ambiente della Camera dei Deputati, un emendamento al disegno di legge governativo "Nuovi interventi in campo ambientale" approvato dal Consiglio dei Ministri il 25 Marzo 1998, con il quale si individua la nuova riserva marina Alto Mar Tirreno/Mar Ligure con l'obiettivo della massima tutela dei cetacei. L'emendamento prevede, da parte del Ministero dell'Ambiente, la promozione di opportune iniziative a livello comunitario ed internazionale per estendere l'area protetta marina alle acque territoriali dei Paesi esteri

confinanti ed alle acque internazionali.

- 1998: Regione Liguria, Wwf International-Wwf Italia, Enea S. Teresa, I.C.R.A.M., Tethys, Istituto di Zoologia dell'Università di Genova, Acquario di Genova, Osservatorio Ligure Pesca e Ambiente, Centro Regionale Educazione Ambientale, Capitaneria di Porto di Genova, Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente Ligure, Polo tecnologico marino e C.N.R. siglano un protocollo d'intesa per promuovere azioni congiunte e coordinate per lo sviluppo e la valorizzazione del santuario dei cetacei.
- 29 settembre 1998: I Ministeri dell'Ambiente, Esteri, Trasporti e Politiche Agricole, nell'ambito di una conferenza di servizi aperta ai rappresentanti delle associazioni ambientaliste e produttive ed agli enti locali firmano una proposta per l'istituzione nel Mediterraneo del santuario per i mammiferi marini. La riserva marina già individuata dovrebbe essere estesa, previ accordi, con le autorità statali francesi e monegasche ad uno spazio marino così delimitato:
 - a Ovest una linea congiungente la foce del Rodano (43° 20' 00" N, 004° 50' 30" E) e Capo Falcone, situato sulla costa occidentale della Sardegna (40°58' 00" N, 008°12'00"E);
 - a Est, una linea congiungente Capo Ferro, situato sulla costa nord orientale della Sardegna (41°09' 18" N, 009°31'18"E) e Fosso Chiarone, situato sulla costa occidentale dell'Italia (42°21' 24" N, 011° 31' 00" E).

Le finalità dell'area protetta sono così sintetizzabili.

- rafforzare la sorveglianza all'interno del santuario;
- intensificare la lotta contro tutti i tipi di inquinamento aventi impatto diretto o indiretto sullo stato di conservazione dei mammiferi marini;
- adottare strategie miranti alla progressiva eliminazione degli scarichi di composti tossici nell'area del santuario;
- regolamentare le attività di osservazione dei mammiferi marini a scopo turistico;
- limitare o vietare le competizioni di mezzi veloci a motore;
- vietare le catture deliberate e le turbative intenzionali;
- vietare, a decorrere dall'anno 2002, l'uso della rete derivante fra gli strumenti di pesca professionale;
- regolamentare l'uso di nuovi sistemi di pesca che potrebbero causare la cattura dei mammiferi marini.

La legge n.391 dell'11 ottobre 2001 ha, infine, ratificato l'Accordo relativo alla creazione nel Mediterraneo di un Santuario per i mammiferi marini, stipulato tra gli Stati interessati a Roma il 25 novembre 1999.

L'Accordo era già stato ratificato da parte di Francia e Principato di Monaco nel 2000, ed in Italia, dalla Camera, il 14 marzo 2001. La ratifica da parte italiana prevede, tra l'altro, la creazione di un Comitato di Pilotaggio, composto da tre Ministeri, tre Associazioni ambientaliste, da esperti del settore e dalle Regioni, ed il divieto alla competizione di barche veloci a motore.

In base all'art.3 della legge, "Il Santuario è costituito da zone marittime situate nelle acque interne e nei mari territoriali della Repubblica francese, della Repubblica italiana e del Principato di Monaco, nonché dalle zone di alto mare adiacenti. I suoi limiti sono i seguenti:

- a Ovest una linea che va dalla punta Escampobariou (punta ovest della penisola di Giens: 43° 01' 70" N, 06° 05' 90" E) e Capo Falcone, situato sulla costa occidentale della Sardegna (40°58' 00" N, 008°12'00"E);
- a Est, una linea che va da Capo Ferro, situato sulla costa nord orientale della Sardegna (41°09' 18" N, 009°31'18"E) e Fosso Chiarone, situato sulla costa occidentale italiana (42°21' 24" N, 011° 31' 00" E).

4.9.4.2 Caratteristiche ecologiche del santuario

Le ricerche riguardanti l'oceanografia fisica e biologica del bacino ligure provenzale hanno fatto enormi progressi negli ultimi 20 anni, grazie anche agli studi eseguiti in quest'area dalla scuola francese. Tuttavia molte lacune esistono ancora per quanto riguarda il settore della macrofauna. Si può affermare che il Mar Ligure, almeno per quanto riguarda il settore posto a tutela, è caratterizzato dalla presenza di *Meganytiphanes*, di tonni, pesce spada, balenottere e globicefali.

Con decreto 18/07/1990 il ministero della Marina Mercantile ha istituito una zona di tutela biologica in questo settore del Mar Ligure (vedi Santuario dei Cetacei).

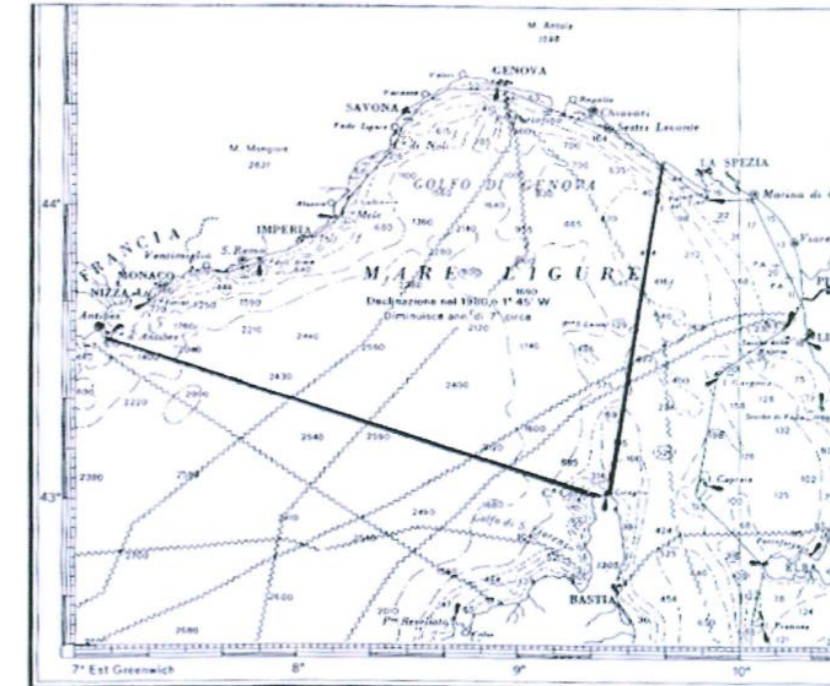


FIGURA 4-187 – SETTORE DEL MAR LIGURE (LINEE IN NERO) INTERESSATO DA TUTELA BIOLOGICA (DA RELINI ET ALII, 1992)

La filosofia alla base della protezione è il concetto di ecosistema pelagico, ecosistema che si esprime mediante due vertici significativi, i grandi perciformi ed i mammiferi marini. Nelle catene trofiche di questo ecosistema riveste un ruolo importante la presenza di *Meganytiphanes norvegica*, che costituisce il cibo preferito dalle balene; quest'ultime sono in grado di sfruttare al meglio le risorse disponibili nel bacino ligure Provenzale, infatti studi recenti (Orsi Relini et alii, 1992, Relini et alii, 2001), indirizzati allo studio della distribuzione della *Meganytiphanes norvegica*, hanno mostrato una grande concentrazione della *Balaenoptera physalus* nell'area posta a tutela.

La ricchezza di cetacei del Mar Ligure si può rintracciare in documenti antichi come ad esempio toponimi di epoca romana che definivano il tratto di costa della riviera di ponente tra i centri abitati di *Albingaunum* (Albenga) e *Albintimilium* (Ventimiglia) *Costa Balenae*.



FIGURA 4-188 – LA COSTA DELLE BALENE DURANTE L'ERA ROMANA, (DA RELINI ET ALII, 1992)

Il settore centro occidentale del Mar Ligure, individuato come riserva, corrisponde al settore più settentrionale di un vasto bacino mediterraneo occidentale i cui fondali oggi si collocano dal Mare di Alboran al Golfo di Genova, intorno alla batimetrica dei 2500 metri. Tale settore è caratterizzato, nel periodo invernale, in particolare il golfo di Genova ed il golfo del Leone, da importanti fenomeni di *upwelling* di nutrienti come conseguenza dei diffusi movimenti convettivi prodotti dalle acque marine superficiali, che a seguito dei fenomeni di raffreddamento ed evaporazione aumentano la loro densità e vengono sostituite dalle acque più calde provenienti dalle zone più profonde. Va inoltre sottolineato che le masse d'acqua superficiali e profonde del Mar Ligure sono caratterizzate da correnti a direzione occidentale, in particolare, l'acqua superficiale atlantica che arriva da Sud si spinge verso Genova per poi deviare lungo la costa a ponente, formando la corrente costiera ligure- provenzale. La circolazione ciclonica favorisce i già citati fenomeni di risalita (aree di divergenza) e quindi di rinnovo dei nutrienti.

Per quanto riguarda la produzione primaria, espressa attraverso i valori di "clorofilla a" quest'ultima è più rilevante nelle acque a largo che in quelle costiere. In rapporto ad aree a temperatura differenziata, generate da vortici di mesoscala, per quanto riguarda il phytoplankton sono state osservate dominanze di diatomee o peridinee.

Il fronte ligure provenzale influenza tutta la comunità planctonica e micronectonica in relazione alla risalita di nutrienti e all'abbondanza di produzione primaria.

Tuttavia data la presenza privilegiata di cetacei (balenottera comune e globicefalo) meritano una particolare attenzione i rappresentanti del necton e del micronecton, in quanto possono avere la funzione di organismi preda (crostacei, eufausiacei e decapodi, cefalopodi e pesci).

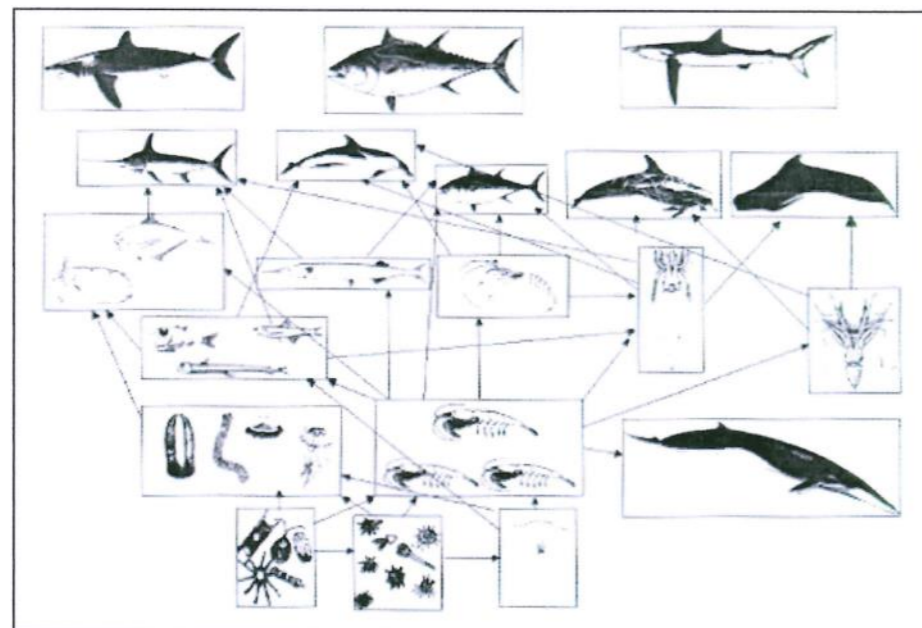


FIGURA 4-189 – PRINCIPALI RELAZIONI TROFICHE CHE CARATTERIZZANO IL SANTUARIO DEI CETACEI(DA RELINI ET ALII, 1992)

Dallo studio dei raggruppamenti naturali degli Eufausiacei nel Mediterraneo è emerso che la porzione più settentrionale del bacino occidentale è caratterizzata dall'abbondanza di *Meganyctiphanes norvegica*. Nel nord Atlantico questa specie risulta essere il cibo preferito della *Balaenoptera physalus* (Linneo) che solo in assenza di eufausiacei si rivolge ad altre prede. Analisi del materiale fecale della balenottera del Mediterraneo hanno confermato questa tendenza, infatti campagne oceanografiche eseguite nel 1990-1991 (Orsi Relini et alii, 2001) hanno evidenziato come le feci della balenottera rivelano una dieta monotona basata sul Krill del Mar Ligure (*Meganyctiphanes norvegica*).

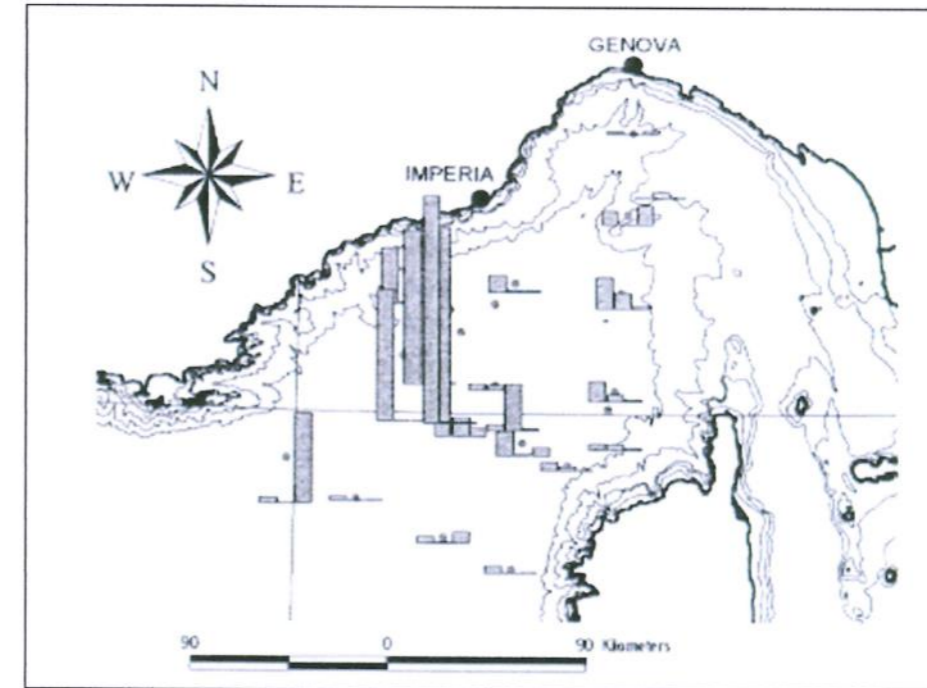


FIGURA 4-190 – KRILL RILEVATO DURANTE CAMPAGNE ESTIVE (DA RELINI ET ALII, 1992)

D'altra parte per quanto riguarda la tutela dei grandi vertebrati il problema di fondo è rappresentato dalle unità di popolazione, ossia se si tratta di unità Atlantico-Mediterranee o solo Mediterranee. È evidente che una risposta affermativa nel secondo caso renderebbe molto più pressanti le esigenze della salvaguardia. Una sub- unità della popolazione delle balenottere dell'atlantico potrebbe includere il Mar Ligure nella sua rotta di migrazione, questo sia per una consuetudine ancestrale sia per le necessità legate al ciclo riproduttivo ed alimentare, cioè una popolazione mediterranea potrebbe muoversi stagionalmente in zone diverse del bacino, trascorrendo nel Mar Ligure il periodo della primavera-estate.

Per quanto riguarda invece gli invertebrati del plancton oggi si ritiene che gli apporti di forme planctoniche dell'Atlantico siano trascurabili e le popolazioni mediterranee stiano evolvendosi in maniera indipendente. In questo contesto assume particolare importanza lo studio della distribuzione biologica e dinamica della *M. norvegica*, infatti questa specie è l'eufausiaceo più importante dell'emisfero boreale e la sua abbondanza significa ricchezza di vita pelagica.

È importante sottolineare che anche nel Mediterraneo e quindi anche nel settore ligure-provenzale questo eufausiaceo, forse sulla base di peculiari strategie adattive, forma delle concentrazioni paragonabili a quelle delle aree oceaniche, ciò determina concentrazioni degli utilizzatori di questa risorsa che vanno dai pesci e cefalopodi mesopelagici ai grandi filtratori di superficie.

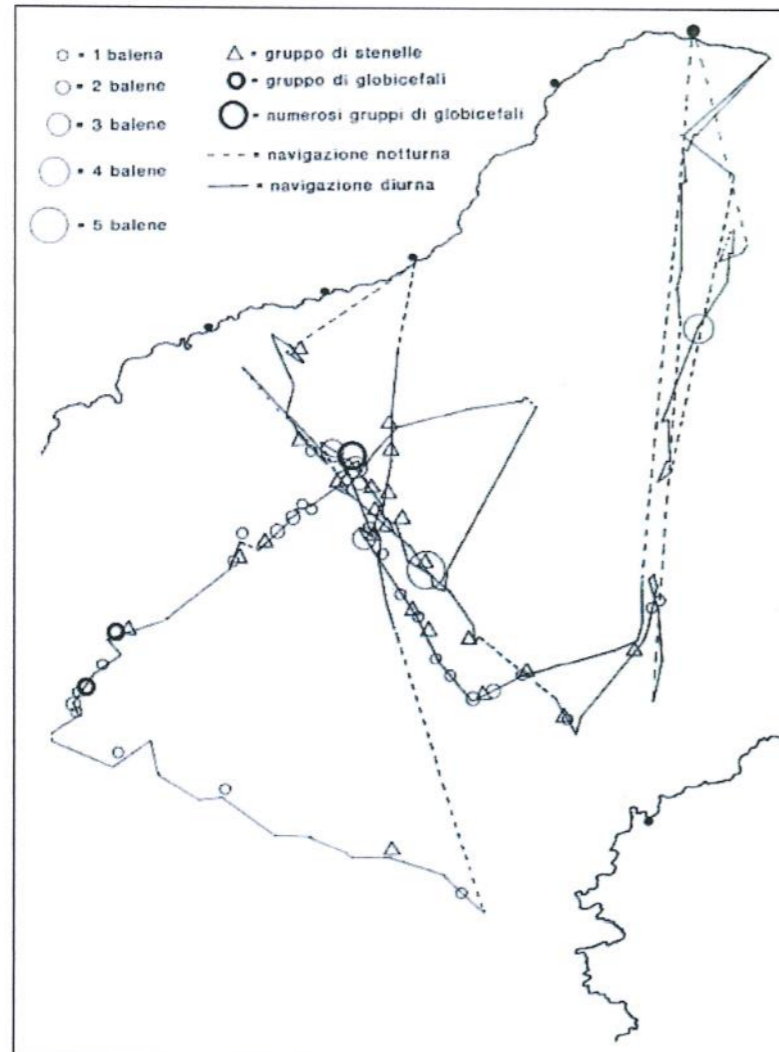


FIGURA 4-191 – AVVISTAMENTI DI BALENOTTERE, GLOBICEFALI STENELLE (DA RELINI ET ALII, 1992)

Anche la presenza di cetacei odontoceti può essere ricondotta a questa importante risorsa trofica, ciò è confermato da studi eseguiti da Orsi Relini et al., 1992 e Relini et al., 2001 che hanno evidenziato una stretta relazione tra l'abbondanza di *B. Physalus* e di *M. norvegica* nel bacino ligure-provenzale. In particolare gli studi eseguiti lungo una fascia centrale parallela alla costa ligure provenzale hanno evidenziato che la *M. norvegica* può apparire dominante sulle altre porzioni del macroplancton e del micronecton. Le stazioni più ricche indicano un'area di vasta estensione (almeno 400 Km²) di forma triangolare, con base situata in corrispondenza dell'area di divergenza.

La massima quantità di *M norvegica* è stata registrata al largo della costa di San Remo, ossia lungo quel settore che in epoca romana si chiamava Costa della Balena, infatti le aree a maggiore densità di balene è rappresentata dalla zona a maggiore abbondanza di *M norvegica*. Anche la presenza di cetacei odontoceti è in relazione alla presenza di *M norvegica*, nel caso di specie ittiofaghe e teutofaghe, è possibile che i pesci ed i cefalopodi epi-mesopelagici, di cui questi mammiferi si nutrono sono consumatori di crostacei.

Numerose fonti bibliografiche evidenziano la presenza, nell'area compresa all'interno del santuario, di giovani balenottere pertanto quest'area è stata riconosciuta come sito di nascita delle balene. Anche i pesci rappresentano una frazione molto importante della biodiversità dell'ecosistema del bacino Ligure-Provenzale. Si possono distinguere le piccole forme mesopelagiche come i rappresentanti del genere *Cyclotone* e pesci dalle dimensioni più grandi rappresentanti del necton.

Grandi pelagici attraversano le acque del bacino durante i loro flussi migratori stagionali, tra cui ricordiamo il tonno e l'allunga. È nota in oltre la presenza di squali Carcarinidi, Isuridi, Alopidi: la verdesca, lo squalo grigio, il mako, lo squalo bianco, gli squali volpe. Vengono comunemente o saltuariamente pescati: la lampuga *Coryphaena hipparus* Linneo, il pesce re *Lampris guttatus* (Brunnich), il luvaro *Luvarus imperialis* Rafinesque, il pesce castagna *Brama brama* (Bonnaterre), l'aguglia imperiale *Tetrapturus belone* Rafinesque e diversi piccoli tonni. Verso la metà degli anni ottanta, quando è stata introdotta la rete pelagica detta "spadara", una rete non selettiva che riesce a catturare qualsiasi grande pelagico dal tonnetto al capidoglio, la pesca del pesce spada ha rappresentato un serio motivo di danno per i cetacei.

Appare evidente quindi, l'esigenza di tutelare la popolazione dei cetacei, presenti in questo tratto di mare, così come l'ecosistema pelagico che ne consente la sopravvivenza. Per questo motivo si è reso necessario un uso sostenibile delle risorse e l'eliminazione di quelle attività dannose come la pesca con spadara e la navigazione ad alta velocità.

Il Golfo della Spezia non è centrale per il Santuario dei Cetacei, tuttavia data la relativa vicinanza della rada al Santuario ed il tipo di circolazione delle acque, particolare attenzione deve essere rivolta ad impedire perturbazioni che potrebbero propagare i loro effetti verso tale settore del Mar Ligure. In particolare la movimentazione non protetta dei sedimenti del fondo marino all'interno della rada potrebbe determinare la propagazione di sostanze presenti nei sedimenti a più fine granulometria (come metalli pesanti, composti organici e nutrienti), verso l'area protetta.

4.10. PAESAGGIO NATURALE E ANTROPICO

Il presente capitolo ha lo scopo di inquadrare l'evoluzione storica, lo stato attuale e i caratteri fondativi del sistema paesistico del territorio spezzino, ed in particolare del Golfo della Spezia, inteso come insieme complesso di elementi coinvolgenti le morfologie naturali ed insediative, il patrimonio storico culturale e le permanenze archeologiche.

L'analisi e la descrizione del paesaggio, effettuata mediante la lettura della documentazione e della cartografia degli strumenti urbanistici e pianificatori vigenti, è stata condotta in un primo momento attraverso l'interpretazione delle peculiarità paesistiche delle unità di paesaggio individuati a scala regionale e provinciale; in seguito si è passati all'illustrazione specifica dei caratteri degli ambiti territoriali di influenza dei progetti in esame.

In particolare si sottolinea come il Quadro di Riferimento Ambientale relativo al paesaggio antropico e naturale è stato completamente ricostruito ed aggiornato rispetto ai contenuti del SIA del 2004 e per la definizione dei caratteri paesistici sono stati presi in considerazione i seguenti documenti di settore:

- o Piano Territoriale Regionale (PTR) della Regione Liguria;
- o Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP) della Regione Liguria;
- o Piano della costa (PTC) della Regione Liguria;
- o Piano di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia della Spezia;
- o Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune della Spezia.

4.10.1. Il concetto di paesaggio

Prima di passare all'analisi e alla descrizione dei caratteri fondativi del paesaggio per gli ambiti progettuali di riferimento, è opportuno e utile, per meglio limitare e inquadrare il campo di azione di questa sezione, illustrare sinteticamente ma in modo efficace quale è oggi il concetto di paesaggio, in particolare secondo la declinazione e le disposizioni della Regione Liguria.

La Convenzione europea del paesaggio, tenutasi a Firenze il 20 ottobre 2000 definisce il paesaggio come "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni". Secondo tale definizione il paesaggio dunque non è solo da intendersi come l'insieme di caratteri naturali, morfologici ed ambientali, ma anche come il risultato di un lungo processo di trasformazione del territorio, che l'uomo durante i secoli ha operato imprimendo la sua impronta sul territorio in cui abita e vive: il paesaggio dunque è definito come un sistema complesso costituito sia dagli elementi naturali che da quelli antropici.

Anche il Codice dei beni culturali e del paesaggio all'articolo 131, riporta la seguente definizione: "ai fini del presente codice per paesaggio si intende una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni" e ancora la tutela e la valorizzazione del paesaggio salvaguardano i valori che esso esprime quali manifestazioni identitarie percepibili". Per la legislazione italiana dunque il paesaggio, così come definito dalla Convenzione europea, è una parte del territorio in cui vengono riconosciuti caratteri omogenei e coerenti tra di loro. Tali caratteri, anche in questo caso, sono sia frutto dell'azione naturale e ambientale, che prodotti dalla storia e dall'azione dell'uomo, che modifica il territorio dandogli a sua volta una forma, una funzione ed un aspetto percepito particolare e riconosciuto. Non solo, il Codice dei beni culturali e del paesaggio aggiunge una definizione in più e cioè il fatto che il paesaggio è costituito anche da tutti quei luoghi ed elementi che rappresentano nell'immaginario collettivo e nella percezione della popolazione elementi di forte valore simbolico; non solo dunque è paesaggio ciò che si vede concretamente ma anche ciò che la popolazione percepisce come identitario.

Nella relazione generale al Piano paesaggistico regionale, la definizione del concetto di paesaggio prende avvio dalle determinazioni espresse a livello comunitario e nazionale, esplicitando ulteriormente il concetto generale di paesaggio: la Regione Liguria passa da una concezione puramente estetica ad una più complessa costituita da due elementi inscindibili tra di loro: il paesaggio come realtà che ci circonda e il paesaggio come patrimonio comune di coloro che abitano la realtà. Parlare di paesaggio dal punto di vista puramente estetico vuol dire porre dunque l'accento sul paesaggio in quanto oggetto di contemplazione e quindi di interesse estetico. Assumere invece la seconda accezione non equivale a dire banalmente che è paesaggio "tutto ciò che vediamo": essa pone l'accento su quegli aspetti di un territorio che lo caratterizzano, siano essi elementi naturali che antropici, e che ci consentono di percepirlo e di descriverlo come non identico a un altro territorio e quindi come particolare e specifico. Quindi, il paesaggio è determinato da una riconoscibile organizzazione dello spazio, risultante da particolari combinazioni di fattori naturali originari e di adattamenti apportati dall'uomo nel corso del tempo, che possono essere più o meno incisivi ma che sono sempre presenti nel territorio.

Da tutte queste considerazioni preliminari parte l'organizzazione dello studio del paesaggio del Golfo della Spezia e degli ambiti influenzati dagli interventi progettuali oggetto di studio, un'analisi descrittiva dei caratteri paesistici dei luoghi che, come precedentemente dimostrato, considera e contempla il paesaggio come sistema complesso di elementi naturali ed antropici e le loro rispettive interazioni.

4.10.2. Le unità omogenee di paesaggio per gli ambiti di interesse progettuale

Per meglio definire i caratteri costitutivi e specifici del territorio ligure in generale, e per meglio individuare le peculiarità paesaggistiche del Golfo della Spezia e del porto del capoluogo si è ricorsi all'utilizzo delle unità paesaggistiche che la Regione Liguria e la Provincia della Spezia hanno adottato come ambiti omogenei di studio e analisi dei segni del paesaggio, sia esso naturale che antropico. Attraverso l'individuazione delle unità di paesaggio infatti si intende rappresentare gli ambiti spaziali omogenei di miglior interpretazione dell'integrazione delle caratteristiche fisionomiche (geologiche, podologiche, coperture della vegetazione, ma soprattutto le caratteristiche geomorfologiche) e paesaggistico-culturali del territorio.

La legge urbanistica regionale ligure n. 36 del 1997, all'articolo 9, prescrive che il quadro descrittivo del Piano Territoriale Regionale deve contenere "la lettura critica del territorio regionale, considerando i suoi aspetti morfologici, paesaggistici, ecologici, insediativi ed organizzativi...al fine di cogliere l'identità ed il ruolo del territorio regionale unitariamente considerato, nonché le peculiarità dei diversi sistemi territoriali che lo compongono." Il piano dunque ha cercato di individuare, per quanto riguarda la descrizione dei caratteri del paesaggio e la possibile evoluzione strategica dell'intero sistema, ambiti paesistici omogenei i cui confini sono stati oggetto di un lungo e intenso dibattito pianificatorio regionale. L'approccio utilizzato per la definizione degli ambiti è stato quello di distinguere la fascia costiera, riconoscendo le differenze fondamentali tra le due riviere, dall'interno del territorio regionale, riconoscendo qui le differenze fondamentali tra le Alpi e l'Appennino, e individuando due ulteriori realtà non collocabili in queste categorie per le loro peculiarità specifiche, l'area di Genova ed il Golfo della Spezia. Gli ambiti così individuati cercano di soddisfare, secondo gli intenti della Regione Liguria e partendo dalla definizione di paesaggio precedentemente descritta, la percezione diffusa e il sentirsi appartenenti ad un territorio specifico della popolazione locale, nonché la presenza di caratteri fisici e di elementi antropici e naturali particolari, che portano ad una riconoscibilità evidente dei luoghi.

La Regione Liguria individua 11 ambiti omogenei:

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 Riviera di Ponente/Imperiese | 5 Appennino Ligure di Ponente | 9 Appennino Ligure di Levante |
| 2 Alpi Liguri | 6 Genovesato | 10 Val di vara |
| 3 Riviera di Ponente/Savonese | 7 Tigullio-Paradiso | 11 Golfo della Spezia/Val di Magra |
| 4 Riviera del Beigua | 8 Riviera di levante/Spezzino | |

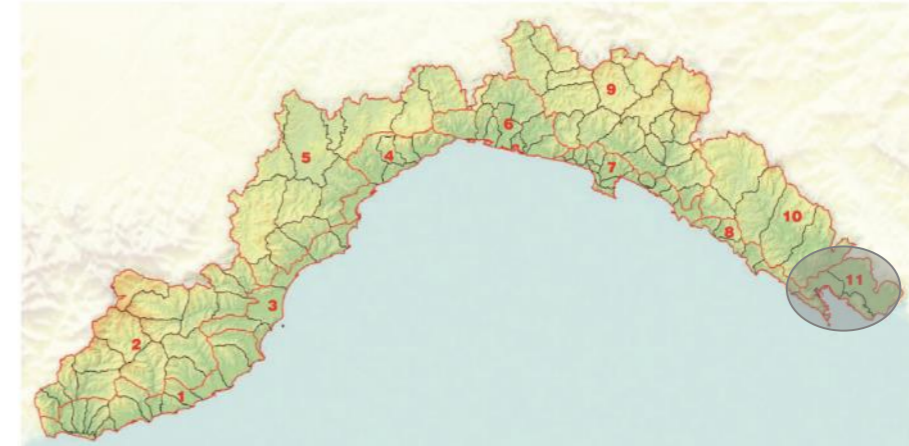


FIGURA 4-192 – UNITÀ PAESISTICHE OMOGENEE – PTR REGIONE LIGURIA

Per il caso specifico saranno presi in considerazione i caratteri del paesaggio dell'ambito di appartenenza della città della Spezia. L'ambito paesaggistico individuato dal PTR per il territorio della Spezia è l'**ambito 11 - Golfo della Spezia - Val di Magra**. L'ambito comprende il Golfo della Spezia ed il tratto terminale della Val di Magra. Dalla confluenza con il Vara fino alla foce. Comprende dunque i comuni della Spezia, Lerici, Vezzano Ligure, Arcola, Santo Stefano Magra, Sarzana, Areglia, Castelnuovo Magra e Ortonovo.

Il livello territoriale provinciale, e nello specifico la Provincia della Spezia, recepisce i macro ambiti regionali e definisce ulteriori sub-ambiti omogenei del paesaggio. A livello provinciale dunque l'unità territoriale paesistica di riferimento considerata sarà il **sub ambito del Golfo della Spezia**

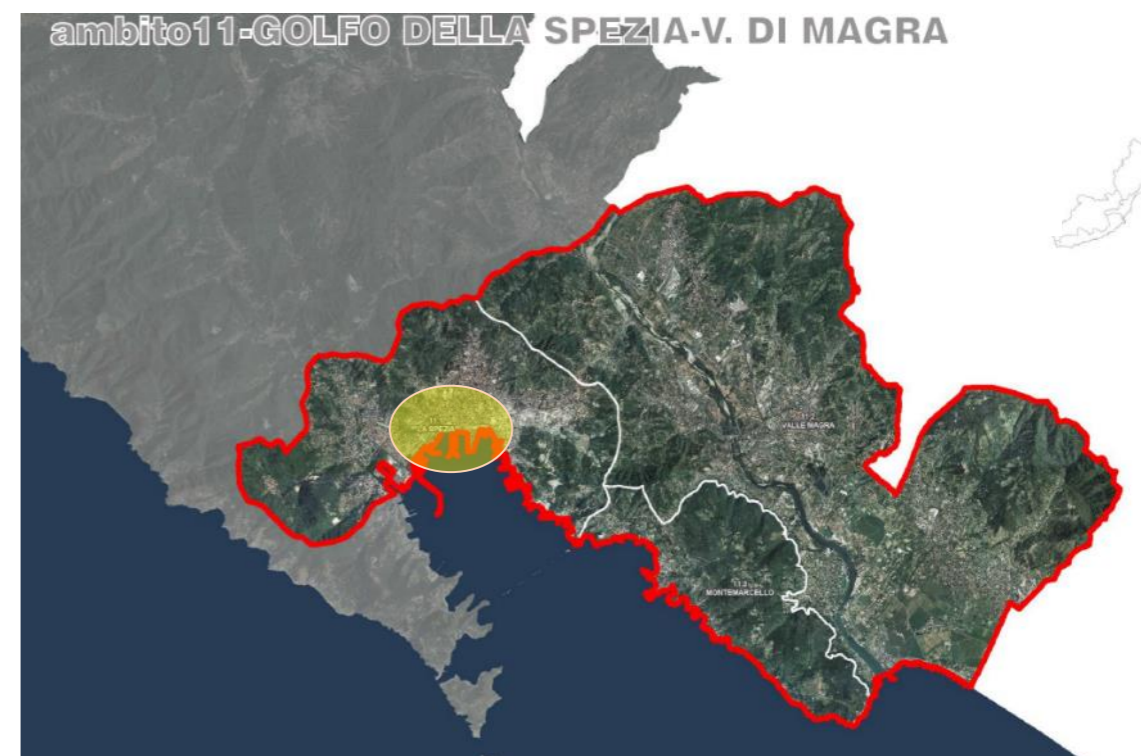


FIGURA 4-193 – AMBITO 11: GOLFO DELLA SPEZIA-VAL DI MAGRA – PTR REGIONE LIGURIA

4.10.3. L'inquadramento storico dell'evoluzione paesistico-insediativa del Golfo della Spezia

Entrando nello specifico dell'ambito del Golfo della Spezia, il toponimo Spezia è riportato per la prima volta in un atto del 1071; l'abitato sembra essere soltanto una modesta appendice rivierasca del castello di Vesigna situato sulle pendici del monte Castellazzo. Dalla metà del 1200, in seguito all'unificazione con Vesigna, Spezia inizia a svilupparsi come piccola stazione commerciale, marittima e di produzione del sale e viene acquistata dai Fieschi che vi stabilirono la loro roccaforte, iniziando, nel 1262 la costruzione di una fortificazione presso l'attuale castello di San Giorgio. Nel 1343 la città venne elevata al rango di Podesteria e nel XIV secolo si iniziò la costruzione della prima fortificazione sul crinale che conduce a Castellazzo e Sarbia, ad occidente del promontorio dei Cappuccini. Già nel XV secolo si riscontra la presenza di un arsenale militare che verrà tuttavia distrutto due secoli dopo per rinforzare le mura cittadine, mentre nel XVI secolo la città divenne prima sede di capitanato e, in seguito, di vicariato per l'amministrazione della giustizia. Nel primo decennio del 1600 inizia l'ampliamento del castello di San Giorgio, con struttura a pianta quadrata con bastioni angolari. Nel 1607 venne inoltre ampliata e ristrutturata la cortina muraria, a partire dal bastione di porta Biassa, delimitando l'organismo urbano medievale nella sua fase conclusiva.

Fino a questo periodo nessuno riusciva a rendersi conto della "portuosità" del golfo che consideravano un complesso di singoli approdi, numerosi ma tutti ugualmente sicuri. Portovenere e Lerici, rispettivamente a ponente e a levante del golfo, erano considerati i migliori porti della Liguria orientale. Solo con la realizzazione dell'Arsenale Militare Marittimo, i processi di costruzione storica del golfo interpretarono la sua natura e le sue qualità: un unico sistema omogeneo di orientamento, percezione, significato e memoria.

E' solo, infatti, nel XVII secolo però che venne assegnata una funzione strategica vera e propria al Golfo nel suo complesso ed all'intera città della Spezia, pur con la ferma opposizione della Repubblica genovese che cercherà di ostacolare il processo di crescita dell'intera area; crescita che si compirà con il trasferimento ad opera di Napoleone dall'Arsenale Militare da Genova ad appunto La Spezia.

Le planimetrie della città settecentesca e ottocentesca evidenziano l'esistenza di un nucleo arroccato sotto il castello di san Giorgio e la presenza, all'interno del perimetro edificato, di un ulteriore nucleo formato da isolati lunghi e stretti, orientati diagonalmente rispetto all'andamento delle mura quattrocentesche e seicentesche, confermato anche dalla disposizione a ventaglio delle strade ad occidente di via del Torretto. La Spezia, fino al 1810, è circondata dalle mura con un rapporto fisicamente definito tra "interno" ed "esterno"; le mura, ricostruite ed ampliate, delimitano un territorio interessato da resti romani e stratificazioni di epoca medievale.

L'evento cardine nello sviluppo urbano della città coincide con la costruzione e il progressivo ampliamento dell'arsenale militare, che delimita lo sviluppo della città verso ponente. Gli organi civili e militari dell'amministrazione napoleonica si erano intensamente occupati della città e del golfo, dando luogo ad una molteplice produzione di studi e progetti, basati sull'idea della Spezia come cardine insieme con Tolone del controllo strategico del Mediterraneo occidentale; il governo sabauda sembrò invece accantonare quest'ottica rinunciando dapprima all'accrescimento delle funzioni militari del Golfo. Solo nel 1853, il soggiorno estivo dei reali di casa Savoia sancì formalmente il "lancio turistico" della Spezia.

Tuttavia, mentre Comune, imprenditori e interessi fondiari locali sembravano orientati a promuovere una certa espansione edilizia legata al turismo d'élite, il governo piemontese imboccò decisamente la strada della militarizzazione del territorio spezzino, riprendendo in mano il progetto francese di insediamento di un stabilimento marittimo militare nel golfo per fornire il supporto logistico alla flotta sabauda, stanziata a Genova e trasferita alla Spezia nel 1857.

L'insediamento dell'Arsenale rilanciò la città della Spezia ed il suo porto, ma si deve anche sottolineare come per il sito, le forme, le dimensioni in cui esso fu realizzato, decretò la "morte" del Golfo, ovvero la fine di una valenza paesaggistica e ambientale per la sua originaria organizzazione naturale, e la fine del buon equilibrio tra ambiente naturale ed antropico del territorio. L'Arsenale fu progettato così "fuori scala" rispetto all'architettura caratteristica e alla morfologia del Golfo, che quest'ultima appare ridimensionata e rimpicciolita. A livello locale esso costituirà una barriera che impedirà l'uso e la percezione stessa dell'area di localizzazione, divenendo così una zona proibita, inaccessibile e ai giorni nostri in forte stato di abbandono e dismissione.

La costruzione dell'Arsenale provoca inoltre la rotazione verso oriente del polo industriale e dunque una nuova lettura dello sviluppo urbano invertendone il senso di fruizione: le aree più direttamente accessibili divennero quelle servite dal traffico più veloce e di conseguenza i nodi cruciali della città si spostano: i nuovi edifici pubblici e alcuni edifici direzionali "migrarono" da ponente a levante.

A partire dagli anni '60 del XIX secolo si assiste inoltre ad un progressivo ampliamento della città verso il mare, mediante imponenti riempimenti che determinarono l'assetto delle odierne aree di viale Italia, via Minzoni e dei giardini. All'inizio del XX secolo la città può essere scomposta in quattro quartieri: uno di levante, a ridosso del colle dei Cappuccini, con la piazza del Politeama; uno centrale con la piazza Civica e la Cattedrale di S. Maria Assunta; uno intermedio, organizzato su via Garibaldi con la chiesa di S. Maria della Neve, che da asse di confine diventa asse di sistema; e l'ultimo accentrato su piazza Brin. Questa espansione della città chiude la seconda fase di formazione dell'organismo urbano, fortemente direzionato verso nord; gli sviluppi successivi prevedono l'apertura di viale Umberto I e la forte espansione residenziale ed industriale nella piana di Migliarina.



FIGURA 4-194 – PIANO DEL 1932 PER LA CITTÀ DELLA SPEZIA

La struttura urbana attuale, delineata attraverso i piani Farina del 1904 e Piccinato del 1932, basato su una forte zonizzazione, ha risentito fortemente delle distruzioni causate dal secondo conflitto mondiale, le quali hanno impedito uno sviluppo coerente dell'abitato determinando l'indebolimento degli schemi ortogonali e delle suddivisioni funzionali. Le vicissitudini della città, legate a doppio filo con la presenza dell'arsenale militare, hanno inoltre determinato la scomparsa di numerosi edifici di notevole importanza storica e artistica, sia a causa delle trasformazioni urbanistiche ottocentesche sia, principalmente, in seguito ai bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale.

4.10.4. I caratteri del paesaggio naturale dell'ambito paesistico del Golfo della Spezia

L'area interessata dagli interventi di progetto si colloca all'interno dell'ambito portuale della città della Spezia dove, a seguito della progressiva espansione degli ambiti produttivi, commerciali e residenziali il risultato è un paesaggio caratterizzato dalla netta prevalenza di vaste aree urbanizzate con la presenza di limitate superfici verdi afferenti sistema delle aree verdi urbane.

4.10.4.1 Inquadramento vegetazionale a scala locale

A scala comunale, l'assetto vegetazionale ed ecosistemico è composto dai seguenti biotopi:

- i **boschi** che rappresentano un ecosistema caratterizzato da ricche e articolate comunità viventi (biocentesi), influenzate e regolate da fattori ecologici naturali e indotti (biotopo). Il bosco è generalmente descritto come "luogo degli alberi" in quanto per dimensione esso sovrasta ogni altra componente biotica presente e rappresenta una parte paesistica rilevante in quanto testimonia l'attività dell'uomo sul suolo e la capacità rigeneratrice del ciclo naturale. Il bosco climax tipico è quello di leccio che, tuttavia, come bosco puro, è riscontrabile solo in forme relittuali, mentre risulta assai più frequente in consociazione ad altre piante forestali e agrarie, segno che il territorio ha subito nutrite modificazioni. La maggior parte dei boschi sono di conifere, rappresentate da popolamenti di *Pinus pinaster* (piante non autoctone introdotte dall'uomo) che, pur avendo una grande velocità di colonizzazione, non rappresentano mai un bosco durevole a causa dell'estrema fragilità biologica. Gli esemplari di castagno sono perfettamente integrati nell'ambiente e rappresentano il frutto di disseminazioni spontanee recenti e di immissioni passate a scopi agricoli, oggi abbandonate;

- la **macchia** è rappresentata da formazioni vegetali a boscaglia sempreverde, fitte fino a diventare inestricabili, nelle quali predominano arbusti e piccoli alberi, in una associazione più o meno duratura di transizione a forme di climax diverse;
- **l'ambiente della costa** a diretto contatto con il mare è di notevole importanza dal punto di vista biologico, per la rarità delle specie presenti.

- Umbertino, Fossitermi-Scorza, Chiappa-Rebocco, Pegazzano-Buggi, ordito lungo il percorso tracciato dalle monumentali mura ottocentesche;
- come unificazione "alta" dei servizi della fascia collinare dal polo università-cattedrale-castello di S. Giorgio al polo parco del Colombaio-Stadio Comunale.

Per quanto riguarda più specificatamente l'area portuale, relativamente ai lavori che interessano la fascia di interfaccia con la città, è stato effettuato uno specifico censimento dello stato fitosanitario degli elementi arborei esistenti lungo viale San Bartolomeo.

Tale censimento ha assunto lo scopo principale di determinare lo stato di fatto in merito alla situazione vegetazionale degli esemplari arborei di maggior rilievo ed evidenziare situazioni fitosanitarie di specifico valore o criticità allo scopo di consentire lo svolgimento di opportune scelte operative nella futura fase di cantiere.

L'intero censimento è stato restituito su apposite schede analitiche di sintesi delle indagini di campo e su fotopiano riportante la precisa localizzazione degli esemplari censiti. Ciascuna scheda riporta anche apposita documentazione fotografica realizzata durante le fasi di rilievo in campo e rappresentante sia l'interesse della pianta sia, laddove ritenuto necessario, le parti dotate di specifico interesse per la presenza di anomalie e/o fitopatie evidenti.

Il censimento ha riguardato 64 esemplari arborei di cui 63 *Platanus x hybrida* ed 1 *Celtis Australys* (n.52).

Sull'intero filare sono state riscontrate problematiche diffuse a carico sia della porzione basale che delle parti aeree. Per quanto riguarda la porzione del colletto e della base del fusto, in numerosi casi è stata rilevata la presenza di inclusioni a livello del muro e della recinzione di confine dell'area portuale.

In generale, lo stato fitosanitario delle piante censite è piuttosto scarso. La maggior parte delle piante mostra i segni di capitozzature che hanno determinato la formazione di chiome molto alte, con numerose branche ascendenti, vicine ed in concorrenza tra loro. In altri casi si nota la presenza di radici affioranti, la cui formazione può essere stata determinata dall'esigenza di stabilità della pianta, ossia si sono formati dei contrafforti radicali nella parte opposta al senso di inclinazione della pianta per garantire una maggiore stabilità controbilanciando il peso decentrato. È tipico, infatti, delle piante inclinate adottare delle soluzioni morfologiche che rispondono a precise esigenze statiche facendo crescere maggiormente le zone più sollecitate.

4.10.4.2 Inquadramento faunistico a scala locale

Gli ambienti urbanizzati ospitano un basso numero di specie che, per le loro caratteristiche ecologiche, traggono vantaggio dalla presenza di manufatti o di attività antropiche; sono quindi per la maggior parte specie antropofile o sinantropiche od almeno tolleranti la presenza umana. In particolare per alcune specie si può parlare di un vero e proprio rapporto simbiotico di "commensalismo", mentre per altre specie esiste un rapporto simbiotico di "inquilinismo".

La mancata inclusione degli anfibi tra le specie degli ambienti urbani è dovuta alla considerazione che la presenza di tali animali, viste le caratteristiche del tutto sfavorevoli di tale ambiente, è per lo più occasionale e comunque di scarso rilievo. Anche per i rettili vale quanto detto a proposito degli anfibi, ma alcune specie più ubiquitarie e tolleranti l'uomo possono essere rinvenute in tale ambiente, come ad esempio la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) e la lucertola campestre (*Podarcis sicula*).

Per quanto riguarda l'avifauna delle aree urbane essa è caratterizzata da un basso numero di specie quali la tortora dal collare (*Streptopelia decaocto*), la gazza (*Pica pica*), la cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), lo storno (*Sturnus vulgaris*), la passera d'Italia (*Passer italiae*), il rondone (*Apus apus*) ed il colombo di città (*Columba livia*). Parte delle specie è legata alla presenza di edifici ed altre strutture di origine antropica idonee alla nidificazione, mentre altre hanno colonizzato microambienti all'interno della struttura urbana (siepi, filari arborei ecc.).

4.10.5. Aree di particolare interesse naturalistico

Grazie alla sua favorevole posizione geografica, con le Alpi, gli Appennini e il mare, la Regione Liguria conserva nel suo piccolo territorio ambienti naturali estremamente differenziati, così da comprendere tutte le tre aree biogeografiche presenti in Italia: alpina, continentale e mediterranea.

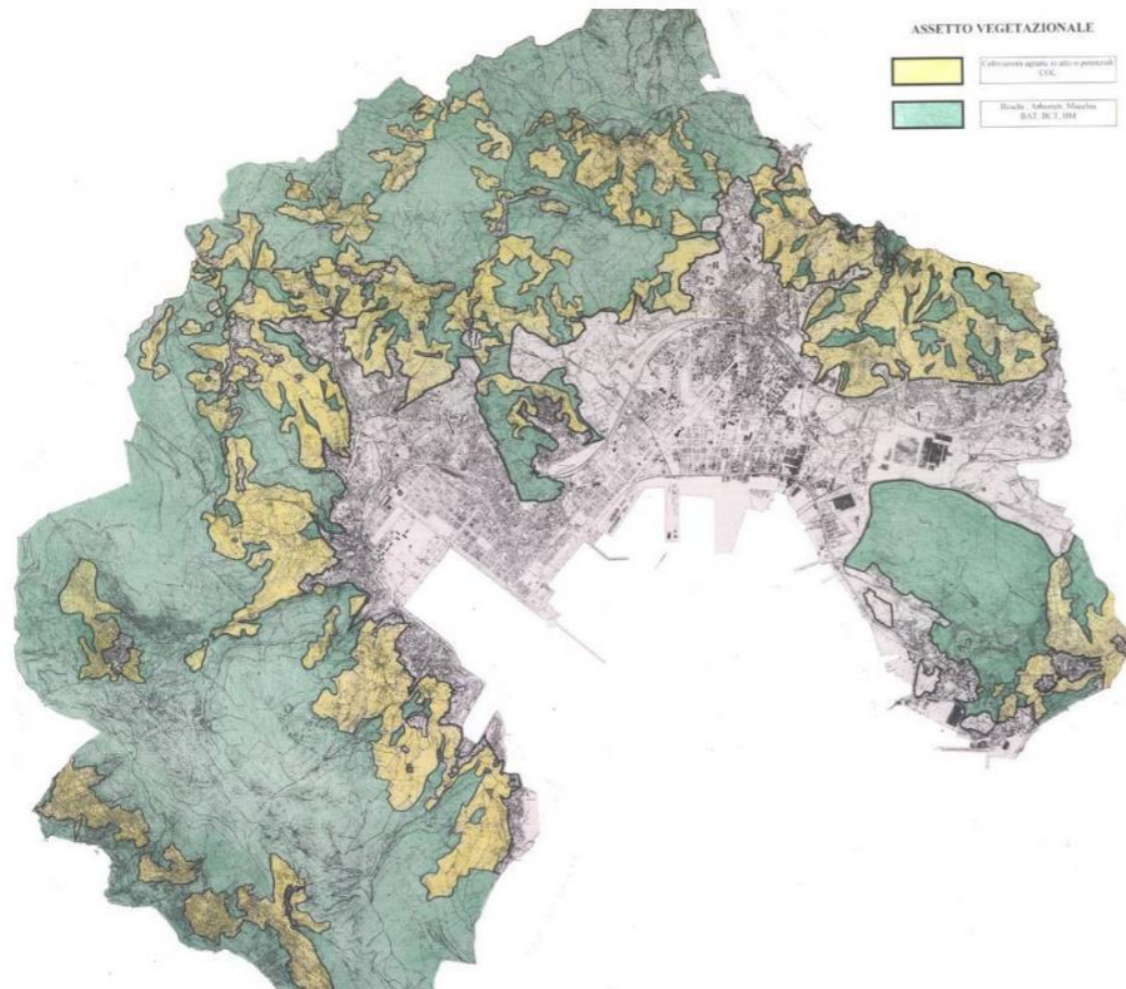


FIGURA 4-195– TAVOLA DI PUC DI LA SPEZIA “B.2 - ASSETTO VEGETAZIONALE”

Le aree verdi urbane sono in parte riconducibili al verde privato (giardini e orti) e al verde stradale (filari di arredo stradale, aree di svincolo, rotonde...) ed in parte a spazi più ampi interessati da parchi di quartiere con funzione di socializzazione e fruizione ludico-sportiva.

L'attuale configurazione del verde urbano della città della Spezia è costituita da quattro principali nuclei: i giardini storici, il parco della Maggiolina, il parco di Gaggiola e il parco del Colombaio. Il parco della Maggiolina, frutto del piano Moroni, è la principale risorsa di verde urbano dell'area di levante e costituisce un cruciale elemento di connessione ambientale tra i tessuti del "Area Centrale" e il sistema della Piana di Migliarina.

Il parco si interrompe attualmente in corrispondenza di via del Canaletto, lungo una delicata "linea di contatto" tra l'insediamento urbano consolidato su maglia ortogonale e l'unità insediativa Canaletto-via Carducci, soglia oltre la quale è predominante l'immagine tipica del "non finto" periferico.

Il parco di Gaggiola (parco della Rimembranza-anfiteatro di viale Alpi) e il parco del Colombaio sono i due elementi attualmente esistenti del "Parco delle Mura", già configurato dal vigente P.R.G.:

- come sistema di cintura ambientale tra tessuti urbani centrali e sistema extraurbano;
- come elemento di connessione verde delle unità insediative Centro Storico, Colli, Vicci-Quartiere

Oltre agli elementi naturali anche altri, agricoli e insediativi, vanno ad aumentare il patrimonio ambientale della regione: le attività umane che hanno modificato il territorio nel tempo costituiscono, infatti, parte integrante dei beni tutelati e valorizzati dagli intenti della Rete Natura 2000. La Liguria ha dato un consistente contributo alla realizzazione di Natura 2000: per il territorio ligure sono stati proposti ben 125 SIC (99 terrestri e 26 marini) e 7 ZPS. In definitiva la superficie della Rete ligure copre circa 138.000 ettari con i SIC terrestri e 20.000 ettari con le ZPS, che tuttavia sono in gran parte sovrapposte ai primi per un totale di circa 140.000 ettari di rete terrestre. A questi vanno inoltre aggiunti i circa 7.000 ettari dei 26 siti marini, per un totale di 147.000 ettari.

Gli ambiti progettuali in esame non determinano interferenze dirette con istituti di conservazione e tutela afferenti alla Rete Natura 2000.

Nell'area vasta provinciale, sono presenti il SIC Portovenere – Riomaggiore – S. Benedetto e il SIC Costa di Maralunga, identificati nella figura seguente rispettivamente con i numeri 94 e 99.



FIGURA 4-196 – RETE NATURA 2000 IN PROVINCIA DELLA SPEZIA. L'AREA DI INTERVENTO È CERCHIATA IN ROSSO

Il **SIC Portovenere – Riomaggiore – S. Benedetto** rappresenta un'area di grandissimo pregio paesaggistico e ambientale: il versante costiero, da Riomaggiore a Portovenere - caldo e mediterraneo - è costituito da promontori rocciosi, rupi calcaree inaccessibili, piccole insenature con spiagge ciottolose. Le pendici interne sono decisamente più fresche e ospitano boschi di castagno con vetusti esemplari. Nella zona di Tramonti i coltivi si mescolano ad appezzamenti abbandonati o completamente riconquistati dalla vegetazione naturale. Nella parte più interna verso San Benedetto ed in quella più orientale sono diffuse le morfologie carsiche. Tra gli endemiti di grande rilevanza sono il fiordaliso di Portovenere (*Centaurea veneris*), la festuca di Portovenere (*Festuca veneris*) una graminacea da poco descritta, e la vedovina delle Apuane (*Globularia incanescens*).

Molte specie si trovano in questa zona al limite del loro areale di distribuzione come ad esempio l'ampelodesma o lisca (*Ampelodesmos mauritanicus*), il cavolo delle rupi (*Brassica oleracea ssp. robertiana*), la felce tirrenica (*Dryopteris thyrrena*). Numerose sono le specie di orchidee tutelate da norme regionali ed internazionali. Sono circa settanta le specie di uccelli tutelati dalle normative internazionali, tra cui spiccano il gufo reale (*Bubo bubo*), il falco pellegrino (*Falco peregrinus*), il rondone pallido (*Apus pallidus*). Importanti le presenze di specie rare come il geotritone (*Speleomantes ambrosii*) e di farfalle come la cleopatra (*Goneopteryx cleopatra*) e la ninfa del corbezzolo (*Charaxes jasius*) oltre alla falena *Euplagia quadripunctaria*. L'area comprende quasi per intero l'unità geomorfologica della Lama della Spezia. Sono presenti diversi substrati: arenarie, siltiti, marne, maioliche, radiolariti, marne a posidonia, rosso ammonitico, calcari a liste di selce e flysch arenaceo.

Il **SIC Costa di Maralunga** presenta una costa bassa e rocciosa, con piccole insenature sabbioso-ciottolose, caratterizza questa stretta fascia litoranea di notevole interesse paesaggistico. Il sito è diviso in due aree dall'abitato di San Terenzio. Di particolare interesse un bosco di leccio (*Quercus ilex*), oltre a formazioni proprie delle rupi costiere e delle spiagge con specie alofile (piante amanti del sale). Si evidenziano inoltre: un piccolo frammento di steppa ad ampelodesma o lisca (*Ampelodesmos mauritanicus*), pratelli ricchi di orchidee e lembi di pineta a pino marittimo (*Pinus pinaster*) e pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*). Sono presenti numerosi uccelli tutelati da normative internazionali quali cormorani (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*, *P. carbo sinensis*), d'interesse comunitario, passero solitario (*Monticola solitarius*) assiolo (*Otus scops*), usignolo (*Luscinia megarhynchos*) e molti altri. Prevalgono calcari cavernosi, dolomie alternate a portoro, scisti argillosi e calcari marnosi. In breccie fossilifere sono stati rinvenuti resti di faune proprie di climi tropicali.

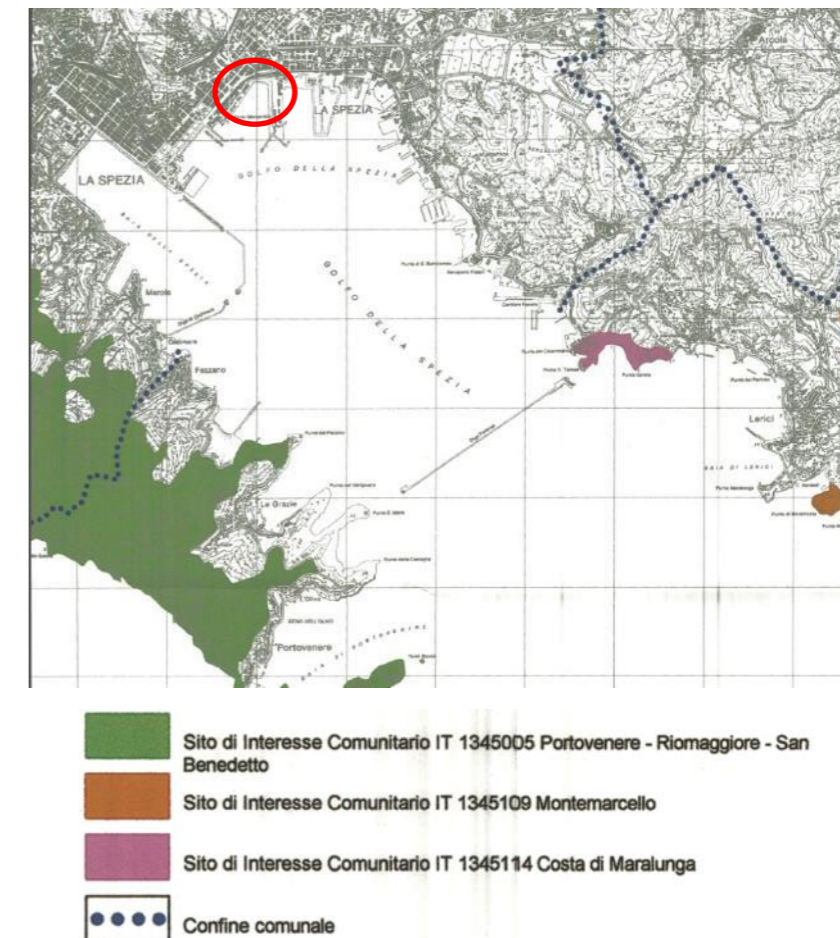


FIGURA 4-197 – SITI NATURA 2000 PROSSIMI ALL'AMBITO PORTUALE DELLA SPEZIA

4.10.5.1 I caratteri del paesaggio antropico dell'ambito paesistico del Golfo della Spezia

La struttura orografica rappresenta per la Liguria la matrice fondamentale nella composizione storica del popolamento e dei paesaggi umani. La mappa regionale della diffusione dei conici d'ombra, combinata con la serie topografica della variazione dell'esposizione dei versanti, rivela la costante collocazione degli abitati, piccoli e grandi, "al sole" cioè privilegiando sempre gli orientamenti meridionali. Anche la clinometria interagisce nella scelta del sito che spesso corrisponde ad un terrazzo morfologico, al deposito di una paleofrana o alla linea di crinale come sede di minime pendenze nell'innesto di due versanti più acclivi. In un territorio quasi esclusivamente montuoso e sostanzialmente privo di estese aree pianeggianti, come di fatto è la Regione Liguria, queste regole "antiche" appaiono determinanti e risultano quindi quali massimi ingredienti costitutivi dello scenario d'ambiente. E delle modalità insediative della regione.

Come si può osservare dalla carta sotto riportata il paesaggio antropico dell'ambito si caratterizza per la presenza di tre sistemi: i) paesaggio urbanizzato, ii) paesaggio agrario, iii) paesaggio di valore storico e culturale.

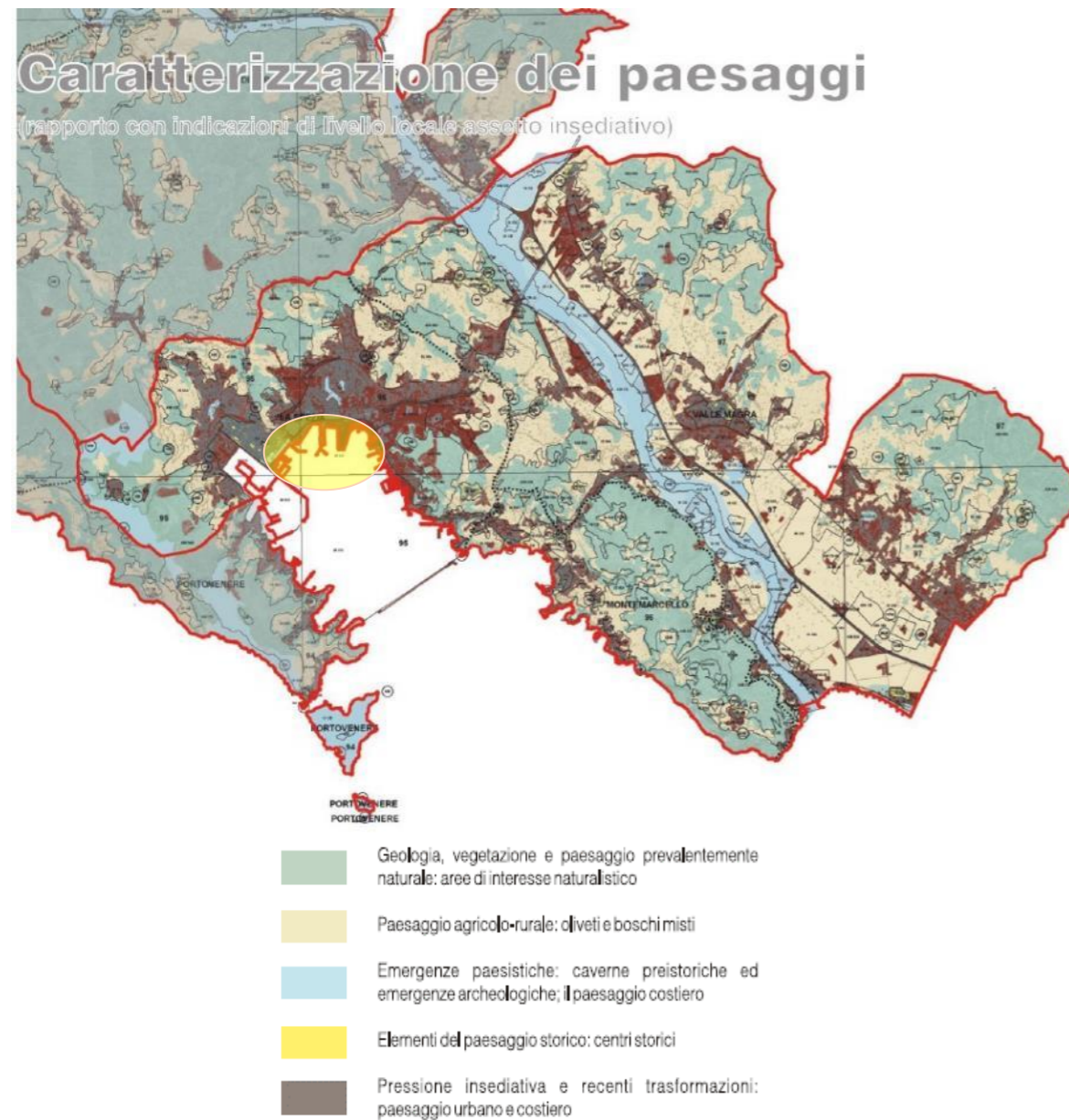


FIGURA 4-198 – PTCP REGIONE LIGURIA – CARATTERIZZAZIONE DEI PAESAGGI

Considerando il paesaggio urbanizzato va sottolineato come le colline che definiscono l'anfiteatro, presentino alcuni piccoli nuclei minori di crinale con caratteri diffusi a bassa densità, organizzati in tessuti discontinui ed omogenei; si notano anche numerose architetture isolate, sia di tipo religioso che militare.

È però la città della Spezia a caratterizzare il paesaggio costruito dell'ambito, presentandosi come l'unico vero polo urbanizzato continuo e condensato dell'ambito paesistico di riferimento. La città è dotata di un impianto urbanistico ottocentesco a maglia ortogonale, al cui interno è possibile individuare episodi architettonici di pregio. Il tessuto edilizio più recente discontinuo eterogeneo e ad alta densità è invece sostanzialmente privo di identità paesistica e si distribuisce, in forma pressoché uniforme, nella piana costiera, con un'ampia zona industriale a levante. Degno di nota nel paesaggio urbanizzato della città è l'Arsenale, che insieme alle altre attrezzature legate alla Marina Militare, ha determinato dalla fine dell'800 lo sviluppo economico e demografico della città. Il litorale di Levante è attrezzato a scopi cantieristici, militari e mercantili con infrastrutture che interrompono, anche visivamente, il rapporto città-mare. Estremamente caratterizzanti in questo paesaggio sono i segni provocati dalle infrastrutture di trasporto che si intersecano, corrono parallele, creano nodi e formano barriere che dividono nettamente il tessuto urbano.

Altri segni di forte antropizzazione sul territorio, riconducibili ad elementi di disturbo percettivo, sono rappresentati dagli oleodotti, dalle gru nell'ambito portuale e dalle ciminiere.

Per quanto riguarda il paesaggio agrario nella piana costiera, quasi completamente urbanizzata, permangono aree coltivate (seminativi e ortaggi) laddove il tessuto edilizio è più rado. Le pendici collinari affacciate sul golfo sono ricoperte invece da uliveti e, in minor misura, vigneti; queste colture, in parte caratterizzate da opere di terrazzamento, sono soggette tuttavia in questi ultimi anni a fenomeni di abbandono e dunque di riconversione a bosco. **Tale paesaggio tuttavia non risulta interessare l'area specifica del Porto della Spezia.**

Per quanto riguarda infine le emergenze storico-archeologiche si possono identificare nell'intero territorio del Golfo: morfologie residuali di insediamenti arroccati preromani, resti di insediamenti di pianura altomedievali, borghi arroccati di origine medievale con ruderi di castelli, chiese medievali legate alla viabilità antica che passava alle spalle del golfo e fortificazioni post medievali. Insediamenti preistorici sono documentati sulle colline che cingono la piana della Spezia.

Presso la città della Spezia nello specifico a Pegazzano la presenza di un insediamento indigeno (Ligure) è indiziata dal rinvenimento di una tomba a cassetta con panoplia, databile al IV – III secolo a.C. e da ceramiche comprendenti anfore greco – italiche o Dresse, che suggeriscono una continuità abitativa probabilmente fino al II secolo a.C. A seguito della conquista romana il territorio ligure venne in parte assegnato attraverso la deduzione coloniale e le assegnazioni viritiane; una parte non indifferente venne concessa in uso ai centri e alle popolazioni alleate. Nel territorio spezzino si sviluppò così ben presto un insediamento variegato costituito da fattorie, ville, vici e pagi. In particolare fra le insenature delle Grazie e del Varignano sul lato occidentale del golfo della Spezia preso Portovenere sorse la grande villa detta del Varignano della quale sono state rintracciate quattro fasi edilizie a partire dall'età tardo repubblicana. Il complesso con numerosi rifacimenti continuò ad essere occupato fino al VI secolo d.C.

Un insediamento a La Spezia è forse documentato a partire dal tardo I secolo a.C. Conferme archeologiche di permanenti insediamenti romani sul sito della Spezia sono emerse in varie occasioni: nella zona di *San Vito* (Marola) nel 1914 sono state rinvenute tre anfore vinarie romane a una profondità di nove metri, databili al I secolo d.C. (mentre una calotta cranica è stata invece trovata a 14,50 metri di profondità e pertanto databile al 1000 a.C. circa). Ancora a San Vito resti di una villa romana sono stati distrutti per la costruzione dell'Arsenale. Nella zona dell'*Antoniano* (cioè l'attuale Pieve di S. Venerio a Migliarina) esisteva un *oppidum preromano*, che forse è da identificarsi con il *Boron* indicato nella Tavola Peutingeriana come stazione navale; peraltro nella zona di Migliarina esiste una *Via di Boron* ripresa sicuramente dalla località menzionata nella Tavola Peutingeriana. Sempre nella zona della Pieve sono state raccolte ceramiche e scorie ferrose a conferma di un insediamento romano. Nel IX secolo il centro principale della zona del golfo era Vesigna, che sorgeva sul colle di Marinasco; è da Vesigna che procede verso il mare una migrazione di popolazione che, unendosi agli insediamenti già esistenti in loco, contribuirà alla formazione del primo borgo sul Poggio della Spezia e al suo sviluppo nei secoli X e XI. Nel X secolo la zona entra a far parte della cosiddetta marca Obertenga. Il borgo di Spezia in questo periodo è svincolato dal dominio genovese, quando cioè Nicolò Fieschi ne fa il centro, tra il 1256 e il 1273, di una propria effimera Signoria guelfa, estesa da Sarzana a Lavagna e in contrapposizione a Genova. Al periodo del Fieschi risalgono la prima fase di costruzione del Castello San Giorgio, sulla collina del Poggio e la fortificazione della città.

Nell'area dell'attuale porto della Spezia non risultano tuttavia allo stato attuale presenze archeologiche note: le attestazioni si collocano infatti a una distanza di circa 2 km dall'attuale porto.

Da sottolineare invece la vicinanza dell'ambito portuale con il centro storico della città della Spezia e la presenza nell'ambito portuale di progetto (ambito omogeneo n. 5) di un vincolo architettonico storico puntuale (Vincolo art. 136 D.Lgs. 42/2004: tutela, salvaguardia e valorizzazione di immobili ed aree di notevole interesse pubblico)

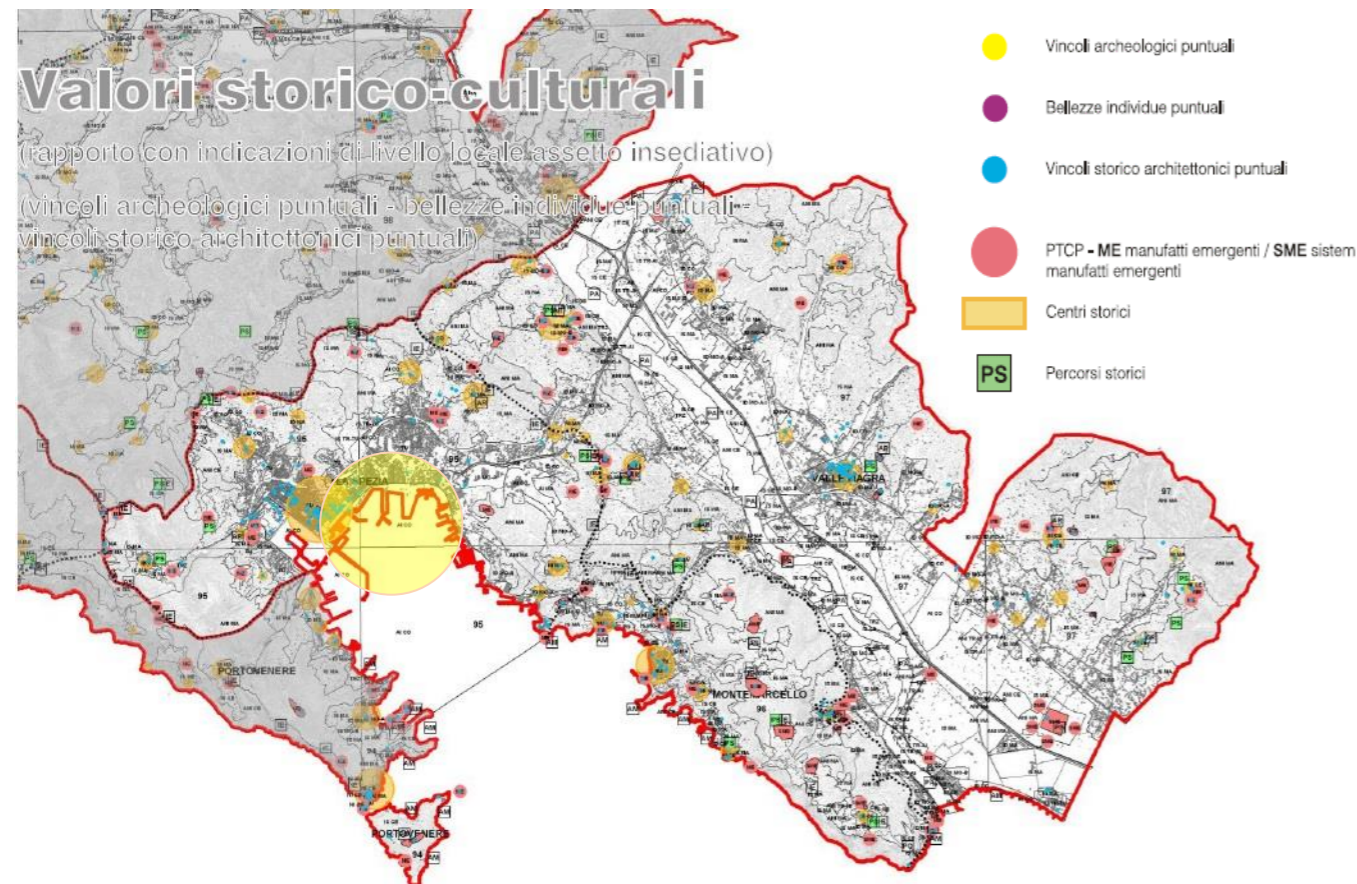


FIGURA 4-199 – PTCP REGIONE LIGURIA – VALORI STORICI E CULTURALI

4.10.6. I caratteri specifici del paesaggio per l'ambito progettuale omogeneo n 5 del Piano Regolatore Portuale (PRP)

La trattazione generale e approfondita, svolta per unità di paesaggio e sviluppata nei paragrafi precedenti, ha permesso di delineare un quadro esaustivo dei caratteri e delle peculiarità paesistico-insediative dell'ambito territoriale di riferimento nel quale va ad inserirsi la realizzazione del Nuovo molo crociere del primo bacino della Spezia ossia l'ambito omogeneo n°5 e del Piano Regolatore Portuale (PRP).

Tale ambito comprende principalmente le aree del Porto della Spezia denominate "Marina della Spezia" (ambito 5), delimitate e separate dal tessuto urbano dalle arterie viarie principali Viale Italia e Viale S. Bartolomeo.

L'ambito Marina della Spezia è la zona del Porto che si affaccia sul centro e sulla parte storica della città e che quindi presenta ed è vocata a maggiori collegamenti ed interazioni con il tessuto urbano.

Dal punto di vista paesistico-insediativo generale l'area progettuale complessiva si caratterizza dunque per essere un ambito fortemente urbanizzato in cui tessuto urbano e grandi infrastrutture, viarie, ferroviarie e portuali convivono ed entrano tra loro in relazione.

Sin dalla sua origine quest'area ha avuto questa importante caratterizzazione paesistica fortemente urbanizzata ed infrastrutturata.

Dal 1890 infatti inizia il più importante progetto strategico che tuttora determina l'assetto urbano della parte orientale della Spezia con la costruzione del porto mercantile presso la costa a valle di San Cipriano, costituito da un lungo molo e dal collegamento con la ferrovia mediante un apposito ramo realizzato presso via del Molo, dove si colloca il confine fra le nuove espansioni edilizie e quelle industriali.

La linea ferroviaria portuale, con successivi sviluppi che si protrarranno anche oltre gli anni '30, finirà col separare città e costa addossandosi al viale San Bartolomeo ed eliminando l'affaccio al mare del quartiere.

Le grandi arterie viarie di Viale Italia e Viale S. Bartolomeo creano una forte cesura tra l'ambito portuale, che vive e si sviluppa quasi come un corpo a sé ed indipendente dalla città, ed il tessuto urbano del centro storico, che si localizza in prossimità degli ambiti. Vista la vicinanza con il nucleo storico originario dalla città, non è difficile trovare intorno all'area progettuale episodi architettonici di forte valenza architettonica e storica.

Va sottolineato che l'ambito 5 della Marina della Spezia, presenta al suo interno un giardino pubblico costituente attraente zona verde entro la città Della Spezia, a cui è stato apposto un vincolo di tutela (D.Lgs 42/2004, art. 136).

Per quanto riguarda il paesaggio naturale, ad eccezione della presenza del Golfo e della costa, appositamente tutelata con apposito vincolo (D.Lgs 42/2004, art. 142), non si riscontra la presenza di elementi significativi di caratterizzazione del paesaggio naturale.



FIGURA 4-200 – FOTOGRAFIA AEREA DELL'AREA DI INTERVENTO – PUNTO DI RIPRESA DA SUD



FIGURA 4-201 – FOTOGRAFIA AEREA DELL'AREA DI INTERVENTO – PUNTO DI RIPRESA DA NORD



FIGURA 4-202 FOTOGRAFIA AEREA DELL'AREA DI INTERVENTO – PUNTO DI RIPRESA DA EST

4.11. ARCHEOLOGIA

Il presente paragrafo si struttura in una prima parte di ricerca bibliografica ed archivistica, in cui si da conto delle dinamiche del sistema insediativo antico nel golfo della Spezia nelle diverse epoche storiche ed una seconda parte di analisi dei vincoli e delle tutele di carattere archeologico presenti nell'area di studio.

4.11.1. Ricerca bibliografica ed archivistica

La ricerca bibliografica-archivistica si è svolta nel dicembre 2014, mediante la raccolta e l'elaborazione dei dati bibliografici, archivistici, cartografici e normativi di carattere archeologico.

L'area di progetto si colloca nell'arco del golfo spezzino, che nella parte più profonda era lambito dal mare che bagnava la zona detta degli Stagnoni (toponimo indicativo di area impaludata), la piana di Migliarina e quella dove si sviluppò la città medievale della Spezia.

4.11.1.1 Inquadramento territoriale e geomorfologico

Il presente paragrafo raccoglie e integra le informazioni contenute nella *Carta Geologica d'Italia 1:50.000* (su base IGM 1:50.000, F. 248 *La Spezia* e relative *Note illustrative* (Progetto CARG, 2005).

L'insenatura della Spezia è circondata da una corona collinare che si diparte dal crinale appenninico per concludersi nel promontorio di Portovenere ad ovest e in quello di Monte Marcello ad est. La parte settentrionale, compresa tra il passo della Foce e quello di Buonviaggio, che consentono i collegamenti con la val di Magra, è caratterizzata da rilievi più modesti con un crinale di altitudine media intorno ai 300 m slm. In questo tratto, tra la linea di costa e le colline, si estendono due pianure alluvionali contigue, solcate da brevi torrenti. Nella piana occidentale è nato l'insediamento della Spezia, mentre quello orientale è stata interessata solo recentemente dall'espansione urbana.

Il golfo della Spezia rappresenta il margine sudorientale di una depressione tettonica allungata secondo la direzione appenninica NO-SE compresa tra due promontori, costituiti ad ovest da una piega rovesciata che coinvolge le formazioni della Falda Toscana, ad est da un'anticlinale in posizione normale in cui sono implicate più unità tettoniche. Queste strutture sono il risultato di una fase tettonica distensiva, iniziata nel Pliocene medio-superiore e ancora attiva, che ha interessato l'Appennino settentrionale, attivatasi su una precedente fase con sovrascorrimento delle Unità Liguri su quelle Toscane.

L'area portuale della Spezia si colloca su depositi alluvionali terrazzati di età olocenica (**unità b_{n1-4}**), formati da ghiaie, sabbie e limi accumulati lungo le principali aste fluviali o torrentizie. I depositi sono numerati, in ordine crescente, a partire dal più recente (b_{n1}). I depositi dei terrazzi più vecchi (b_{n2}-b_{n4}) sono debolmente alterati. Questi depositi terrazzati rappresentano il substrato su cui si è impostato l'insediamento nell'area del porto della Spezia.

4.11.1.2 Dinamiche del sistema insediativo antico

4.11.1.2.1 Preistoria

Le prime attestazioni della presenza umana nel territorio spezzino sono rappresentate da asce in pietra verde levigata e da frammenti ceramici risalenti al Neolitico, provenienti da San Bernardino, dall'isola Palmaria e da Punta Corvo. Fra Suvero e Pieve di Zignago, su un ampio terrazzo pianeggiante denominato "La Pianaccia", una serie di raccolte di superficie hanno restituito ceramiche, industria litica e oggetti di steatite riferibili ad un insediamento all'aperto datato alla fine del Neolitico Antico; in un'area contigua a questo insediamento, scavi condotti nel 1982 permisero di recuperare anche materiali pertinenti ai gruppi eneolitici del Vaso Campaniforme.

Durante l'età del Rame o Eneolitico (3400-2000 circa a.C.), il territorio spezzino era collocato nell'area culturale delle statue-stele della Lunigiana, corrispondente ai bacini dei fiumi Vara e Magra e compreso nelle province di La Spezia e Massa Carrara. Ampiamente trattate in letteratura, le statue-stele antropomorfe furono fabbricate tra l'età del Rame e il VI secolo a.C., infisse nel terreno lungo gli itinerari strategici del territorio, forse con funzione funeraria o di differenziazione sociale dell'individuo rappresentato, od ancora a rappresentare entità protettrici o personaggi reali posti come punti di riferimento o "di guardia" alla sommità dei villaggi, in zone di caccia, di transito o di interesse economico.

Nell'area dell'Arsenale della Spezia, è documentata la presenza di due statue-stele, andate perdute e note in letteratura come La Spezia I e La Spezia II (**SITO 4**). Questa notizia trova riscontro nella presenza accertata di sepolture in grotticella artificiale risalenti alla fase iniziale dell'età del Rame, recuperate nella Grotta dei Colombi sull'isola Palmaria (Porto Venere).

Altri ritrovamenti attribuibili all'età del Rame o del Bronzo Antico sono documentati in varie località: industria litica, manufatti in serpentinite, steatite e ceramica a Monte Carmo (Mezzema); una punta di freccia, raccolta insieme a numerose schegge di diaspro rosso a Castellana (Portovenere); una punta di freccia a Monte Rocchetta (Lerici); un bifacciale a Monte Parodi (Biassa); "un pugnale in diaspro rosso con finissimo ritocco bifacciale, associato ad una punta di freccia di analoga accurata fattura", presso le mura della città di Luni. Risale all'età del Bronzo Medio-Recente una punta di lancia in bronzo recuperata a Migliarina (**SITO 22**). Infine, si attribuisce al Bronzo Finale un pugnale in bronzo rinvenuto presso Sarzana.

Poco dopo la metà del IV millennio BC, in concomitanza con l'estrazione del rame, si assistette ad un forte incremento delle attività estrattive legate allo sfruttamento di materiale siliceo utilizzato per la produzione di manufatti foliati a ritocco bifacciale, quali punte da lancio o lame per coltelli. Nella Liguria orientale il materiale siliceo più diffuso e quindi più largamente sfruttato fu il diaspro, come mostrano gli affioramenti individuati a Valle Lagorara e Boschi di Liciorno a Maissana (SP). Manufatti assimilabili a quelli individuati in queste cave provengono anche da raccolte di superficie effettuate nei pressi del fortino militare di Monte Parodi e a Monte Carmo.

4.11.1.2.2 Età del Ferro

Tra la fine del IV e gli inizi del III secolo a.C. la parte estrema della Liguria orientale fu interessata dalla pressione celtica, che spinse i Liguri a oltrepassare il fiume Magra e a inoltrarsi lungo le valli appenniniche fino alla pianura versiliese. Nella prima età del Ferro il territorio spezzino fu occupato in modo sparso e quantitativamente poco consistente dai Liguri, che insediarono le alture in posizione strategica con i cosiddetti "castellari". Ne sono un esempio i castellari di Pignone, Monte Castelfermo, Pieve di San Lorenzo e soprattutto quello di Zignago, a controllo dei collegamenti appenninici tra la valle di Vara e quelle di Magra e del Taro, che ha restituito due capanne e materiali inquadabili già dall'età del Bronzo Medio.

Nella seconda età del Ferro, oltre ai castellari ubicati sulle tradizionali sedi impervie, furono impiantati nuovi insediamenti, in collina oppure collocati a mezza costa (Minucciano, Pieve San Lorenzo), prossimi a naturali vie di comunicazione. Il fenomeno celtico resta per ora documentato dai materiali messi in luce nella necropoli di Ameglia, dalla sepoltura rinvenuta in località Pegazzano e da qualche oggetto nelle stratigrafie dei castellari. Nel comprensorio spezzino, a Pegazzano (**SITO 11**), in un'area di declivio sopra la quale si è ipotizzata la presenza di un "castellaro", è documentata una tomba a incinerazione entro cassetta litica (elemento culturale tipico della Liguria orientale, della Lunigiana e della Versilia), che conteneva un corredo costituito dalla tipica panoplia del guerriero gallico (un elmo databile non oltre il II secolo a.C., la spada ripiegata ritualmente, la punta di lancia e il giavellotto). La contestuale presenza di elementi culturali liguri e di materiali celtici evidenzia uno stato della celtizzazione in ambiente ligure, del quale è difficile ricostruire il quadro delle relazioni etniche e organizzative. Infine, proviene da Migliarina una cuspidata di lancia attribuita all'età del Ferro (**SITO 23**).

Uno dei primi abitati, testimoniato da materiali ceramici rinvenuti non *in situ*, sembra essersi formato sulla collina della Lobbia, a monte della pieve di S. Venerio (**SITO 24**). Frammenti di manufatti in bucchero e ad impasto, tracce archeologiche di un suolo antropizzato di VI secolo a.C. rinvenute in ricognizione di superficie (**SITO 25**) pongono il problema se l'area di S. Venerio abbia potuto disporre di un proprio approdo aperto a contatti marittimi o sia stato addirittura un *emporium* lungo le direttrici del traffico etrusco nel Tirreno settentrionale, provenienti da Pisa, come ritenuto da alcuni. Alla stessa fase cronologica sembrano infatti risalire le scorie di ferro e i reperti ceramici rinvenuti a sud-est della pieve di S. Venerio (**SITO 26**).

All'età sillana, e con sviluppi durante il I secolo d.C., appartiene la villa rustica *in Antoniano*, toponimo fondiario di origine romana ancora citato nei documenti di X secolo, oggi Migliarina (**SITO 5A**), i cui resti sono conservati sotto l'abside della pieve romanica di San Venerio.

L'abitato di San Vito di Marola (**SITO 6A**) e il complesso rustico-residenziale di Fezzano (Comune di Portovenere), che sfruttavano entrambi lo schema insediativo della piana incuneata fra le propaggini collinari dei Monti Castellana e Coregna, ricca di acque sorgive e con lo sbocco al mare, sono stati distrutti dai lavori di realizzazione dell'Arsenale e ne resta memori nelle relazioni redatte in quelle occasioni, nonché nei pochi reperti recuperati e conservati presso il Museo civico della Spezia.

Il complesso litoraneo rustico-residenziale di Varignano Vecchio (**SITO 8**), attivo dalla fine del II secolo a.C. fino agli inizi del V secolo d.C., fu realizzato su diverse quote per sfruttare le naturali balze rocciose digradanti verso l'insenatura del Seno del Varignano. L'insediamento era dotato di impianti produttivi, darsena privata, *fundus* coltivato a oliveto, *saltus* (boschi) e *pasqua* (pascoli).

Dopo l'antichità, la proprietà costituì, in base all'esito *-ianus* delle registrazioni catastali romane, il toponimo medievale (*Uerignano*, *Uergnana*, *Vergnanum*) e moderno (*Varignano*), dal *nomen* (*Varenius* o *Varinius*) o meno probabilmente dal *cognomen* (*Verna?*) del suo primo proprietario (un Q. *Albutius Verna*, di professione *scriba*, appare tra i *decuriones* del collegio lunense dei *fabri tignuarii* (CIL, XI, I, 135).

La frequentazione di età romana nel territorio di Porto Venere, porto ricordato dagli itinerari marittimi (*Portus Veneris*), è confermata dai cospicui rinvenimenti ceramici dei fondali fra l'isola Palmaria e la costa (dall'età repubblicana al medioevo), sia da scarichi lungo la scogliera della Grotta Byron di ceramiche databili fra II secolo a.C. e I secolo d.C.

Anche l'arco orientale del golfo spezzino, che presenta una morfologia con rilievi collinari più ripidi e insenature meno protette, fu caratterizzato da un insediamento sparso. Lungo il litorale si localizzano i siti di Muggiano (**SITO 8**) e di San Bartolomeo, forse riconducibili a *villae maritimae* a carattere residenziale.

Sulle pendici collinari lericine del Monte Rocchetta, in località La Serra (Comune di Lerici), è presente una struttura relativa ad una piccola cisterna a due navate per la raccolta e la conserva dell'acqua, tipologicamente affine a quella di Varignano, mentre il ritrovamento di materiali nelle località Senzano e Carboognano (vasellame fine da mensa: ceramica a pareti sottili e terra sigillata italica; recipienti in ceramica comune; anfore; ceramica africana da mensa; *dolia*) riconducono a insediamenti rurali di mezza collina, di dimensioni medio-piccole e con merci di importazione.

Per quanto riguarda i contesti funerari, l'unico dato relativo al comprensorio spezzino è la necropoli di età imperiale di Limone Melara (**SITO 10**). Il contesto funerario, non definito nella sua completa estensione, è verosimilmente da riferire ad un vicus costiero o, piuttosto, a diversi nuclei insediativi sparsi nell'arco centro-orientale del golfo e del suo immediato retroterra, tra cui forse lo stesso complesso di S. Venerio. Tale rinvenimento aveva riproposto il problema della localizzazione della *statio* di *Boron*, indicata dalla *Tabula Peutingeriana* come prima tappa a ponente di Luni e corrispondente, secondo le ipotesi di Ubaldo Formentini, al complesso demo-topografico rappresentato dalla frazione di S. Venerio. Le tracce archeologiche tuttavia sono troppo labili per accertare tale identificazione, lasciando aperta la possibilità di localizzare la stazione di *Boron* in una diversa località del comprensorio spezzino. La necropoli di Limone Melara rappresenta in ogni caso l'unica traccia materiale come attesta un possibile percorso stradale di età romana nel golfo della Spezia, da identificare con una variante della via pubblica *Aurelia Nova*.

Ulteriori elementi che suggeriscono, fra I secolo a.C. e I secolo d.C., un popolamento certo e diffuso sono i materiali rinvenuti nelle località S. Venerio (**SITO 27**) e Melara (**SITO 28**).

In età romana, fu praticata anche l'attività estrattiva nelle cave locali di calcare grigio dei **Monti Castellana e Muzzerone**, che fornivano materiale da costruzione. Non è al momento attestata per questo periodo la coltivazione delle cave del marmo portoro, presenti nell'isola Palmaria ed utilizzate a partire dal Medioevo.

4.11.1.2.3 Viabilità terrestre e marittima

Della viabilità romana lungo il litorale, sappiamo dalle fonti storiche, itinerarie ed archeologiche, che essa fu organizzata dall'inizio del II secolo a.C. come rete viaria ad uso militare e quindi come rete di *viae publicae*. Della *Via Aurelia*, un primo tratto (identificabile con l'*Aurelia vetus*, strada di arroccamento costiero verso il porto militare di *Pisae*) fu realizzato da C. Aurelio Cotta, console nel 241 a.C., mentre un secondo tronco (l'*Aurelia Nova*) fu tracciato nel 200 a.C. da *Pisae* a *Luna* e quindi a *Genua* (Genova), nell'ambito delle operazioni militari contro i Galli e i Liguri. Tracce indirette del passaggio della strada possono considerarsi la necropoli di Limone Melara (**SITO 10**) ed un ponte con resti di strada presso il torrente Biassa, distrutto a fine Ottocento ma del quale è certa l'ubicazione (**SITO 12**). Anche la toponomastica storica (Termo, Migliarina, Chiappa, Limone) e la documentazione archeologica di età romana contribuiscono a confermare il passaggio della viabilità romana in questa fascia di territorio. Oltrepassata La Spezia, le tracce del percorso stradale si rarefanno, forse perché il tracciato piegava verso nord per aggirare il promontorio roccioso e inospitale delle Cinque Terre. Questo tratto di costa, che pure ha restituito materiali di età romana che ne denunciano comunque la frequentazione, era raggiungibile prevalentemente via mare, con approdi riparati per piccole imbarcazioni che effettuavano navigazione di cabotaggio.

Oltre alla *Via Aurelia*, il territorio era attraversato dalla *Via Aemilia Scauri* (115-109 a.C.), che collegava *Pisae-Luna* a *Dertona* (Tortona) attraverso il paese dei Sabazi (*Vada Sabatia*, oggi Vado Ligure). Oltre a queste due direttrici principali, si suppone l'esistenza di una rete stradale minore, che sfruttava percorsi essenzialmente di crinale, nonché di un percorso appenninico *Parma-Luna* che, attraverso il passo della Cisa e la valle del fiume Magra, raggiungeva i centri di *Forum Novum* (Fornovo di Taro) e, nella pianura padana, *Parma*.

Le antiche rotte marittime, ricostruibili attraverso i materiali rinvenuti in giacimenti sia sottomarini sia terrestri, erano riportate anche negli itinerari marittimi che consentivano di trasportare merci da e per l'antica Liguria. Dalla traiettoria principale della "rotta tirrenica" (dallo Stretto di Messina al porto di *Massalia*/Marsiglia) si staccavano ramificazioni che riversavano nei porti liguri i prodotti provenienti dalle diverse aree del Mediterraneo e, al tempo stesso, venivano avviate all'esportazione merci e derrate di produzione ligure. I traffici in area locale portavano i prodotti indigeni dell'entroterra ai porti liguri principali e secondari (come *Portus Veneris*/Portovenere), e ai centri minori (borghi marinari, *mansiones*, *villae maritimae* dotate di approdi privati, *fund*).

I rinvenimenti subacquei nel golfo della Spezia sono rappresentati da due relitti: un'imbarcazione di età tardorepubblicana (II secolo a.C.) adibita al trasporto di laterizi (relitto di Porto Venere) e una nave lapidaria forse di I secolo d.C., il cui carico era costituito da semilavorati di marmo lunense (relitto di Baia della Caletta, Lerici). Le indagini subacquee effettuate nel porto della Spezia hanno invece dato esiti negativi.

4.11.1.2.4 Età medievale

L'assetto insediativo e l'organizzazione ecclesiastica dell'arco costiero del golfo della Spezia nell'altomedioevo costituiscono un tema d'indagine assai complesso. Solo a partire dal IX secolo, la maggiore disponibilità di documentazione archivistica consente di cogliere i caratteri dell'organizzazione politica e amministrativa del territorio, incentrata sui possedimenti dei marchesi Obertenghi, dei *domini* di Vezzano e del monastero di San Venerio del Tino.

La graduale organizzazione ecclesiastica, dal IV-V secolo fino al capillare ordinamento plebano dell'XI-XII secolo, permette di rinvenire tracce importanti per la ricostruzione del territorio e della viabilità. Al primo altomedioevo è riconducibile il primitivo impianto ecclesiastico sorto sull'isola del Tino, forse già connesso ad un cenobio e probabilmente contestuale alla costruzione della pieve di San Venerio *in Antoniano* (toponimo prediale di età romana), presso Migliarina (**SITO 5B**). Nonostante alcune incertezze di attribuzione cronologica della chiesa, risulta evidente dalle fonti documentarie che, tra la fase di penetrazione del Cristianesimo e il primo altomedioevo, nella parte nord-occidentale del golfo fu di grande rilievo il tema monastico, inseritosi armoniosamente nella giurisdizione del vescovo di Luni.

Se per l'VIII e il IX secolo non disponiamo di fonti scritte o archeologiche, a partire dal X secolo le fonti ricordano la comparsa, nel 950, della pieve di Santo Stefano Protomartire di Marinasco (**SITO 21**), quale sede di rogazione di un atto nel quale il vescovo di Luni Adalberto conferma il possesso di beni ad Ildeberto d'Isola.

Alla metà del XI secolo risale la prima attestazione di una chiesa sull'isola del Tino, dedicata a San Venerio e a Santa Maria e connessa ad un impianto comunitario, sorto sulla base degli ingenti patrimoni fondiari ceduti all'ente dai marchesi Obertenghi del ramo di Massa. Le donazioni tra 1051 e 1052, hanno un carattere economico, che mette in luce un ambiente agricolo, caratterizzato da insediamenti sparsi o da piccoli agglomerati, in cui il toponimo specifico è illustrato dai termini *locus* o *locus et fundus*.

Verso est, era invece l'oratorio di Sant'Antonino di Vivèra (cfr. SITO 13), confermato nel 1154 da Anastasio IV tra le dipendenze del Tino e la nuova dipendenza monastica rappresentata dalla pieve di San Venerio *in Antoniano*, ricostruita dai signori di Vezzano nel 1084.

La dominazione dei Vezzano, costruita a spese della chiesa di Luni, comprendeva l'area del golfo di Portovenere estendendosi nell'entroterra fino a Vesigna, centro castrense da cui dipendeva il nucleo originario della Spezia. Nell'area collinare retrostante la costa, un secondo caposaldo insediativo fu rappresentato dall'abitato di Carpena, retto precocemente da un consorzio comunale e dotato di un'estesa giurisdizione coincidente con il piviere di Marinasco (cfr. **SITO 21**).

Nel corso del XII secolo, con la rapida decadenza del ramo marchionale di Massa, il monastero del Tino e i possedimenti del golfo furono coinvolti nei giochi di potere tra la Repubblica di Genova, in graduale ascesa, e la chiesa lunense. Gli annali genovesi ricordano l'edificazione del *castrum* di Portovenere nel 1113, su una preesistente fondazione dei signori di Vezzano. Alla metà del XII secolo, il rapporto tra Genova e i Vezzano concludono una donazione-vendita del colle di Portovenere, dove nel 1160-61 fu recintato il borgo e costruito in posizione più efficace un secondo castello.

Per il XIII secolo, che per il golfo della Spezia segnò la definitiva affermazione della Repubblica di Genova, sappiamo dalle fonti della comparsa e dello sviluppo di villaggi e comunità rurali nel tratto nord-occidentale del golfo, sotto l'egida del cenobio del Tino: sono documentate le *villae* di Staffoli (1205), Cignano (1255) e Panigaglia (1279).

Il monastero riuscì a mantenere saldamente le dipendenze più prossime e di origine più antica (come San Giovanni della Palmaria e Sant'Antonino di Vivèra), mentre il vescovo di Luni non rinunciò a porre la propria giurisdizione per le nuove istituzioni sorte nell'area del golfo, come la cappella di San Vito di Marola (**SITO 6B**), ricostruita nel 1235 per concessione del vescovo Guglielmo dagli abitanti di Marola e *Matrono* organizzati in comune rurale, su una precedente cappella paleocristiana o altomedievale e rovinata all'epoca delle incursioni saracene e normanne. Successivamente, la cappella è citata tra gli enti ecclesiastici non esenti delle *Rationes pro subsidio Terre Sancte* del 1276 (insieme alle vicine cappelle di Corniglia, Fabiano e Volastra, dipendenti dalla pieve di Marinasco: **SITO 21**), quindi nelle liste delle decime triennali decretate da Bonifacio VIII e negli estimi del 1470-71. Gli stessi documenti riportano anche la chiesa di San Venerio *in Antoniano* (**SITO 5B**), saldamente inserita nell'organizzazione diocesana con funzione di pieve dal 1148.

Durante il XIV-XV secolo, la disgregazione del potere temporale dell'episcopato (con la decadenza del monastero di San Venerio del Tino) e la frammentazione del territorio lunigianese in una miriade di domini indipendenti, portarono al tramonto del sistema plebano. Nel corso del XIV secolo, l'autonomia del borgo della Spezia e la sua crescente influenza sotto il profilo economico avviarono una graduale trasformazione del territorio del golfo, sempre più focalizzato su una politica di stampo mercantile che richiedeva collegamenti e scali terrestri e marittimi efficienti. Secondo modalità tipiche dell'espansionismo e del controllo genovesi, l'assetto insediativo incentrato sui centri collinari (Carpena, Biassa, Vesigna) fu superato a favore di una organizzazione polarizzata sul golfo.

Nel 1343 il doge Simon Boccanegra istituì la podesteria della Spezia, a cui nel 1371 fu unita la circoscrizione di Carpena. Il *burgus Spedie*, dotato di nuove mura e di una graduale crescita urbana, ebbe nella *vicinia* di Pegazzano un'area strategica per le rotte marittime, che trovarono nello scalo di San Vito e nelle altre insenature occidentali luoghi di approdo riparati dai venti e collegati ai principali percorsi terrestri, soprattutto la via pubblica che dalla sede vescovile di Luni si dirigeva a Genova. Questo tracciato costiero collegava il borgo della Spezia all'uscita della Porta della Cittadella (poi di San Francesco) con l'approdo di San Vito e serviva i traffici commerciali connessi all'estrazione di materiale lapideo delle cave di Biassa, Fabiano e Coregna. Lungo la viabilità, che spesso ricalcò quella antica, si distribuirono gli edifici religiosi addetti alla pratica del culto e al ricovero e all'assistenza di viandanti e pellegrini (*hospitali*).

In questo periodo, la crescita dell'abitato comportò una serie di opere di riassetto idraulico, per il riordino idrografico causato dai numerosi canali lungo i quali erano distribuiti gli opifici per la macinazione del grano e delle olive, e soprattutto dallo stagno della *Sprungola* nella piana di ponente. L'economia agraria (con appezzamenti quadrilateri irregolari che derivavano dai complessi fondiari altomedievali) e gli *ortos et viridaria* distribuiti all'esterno delle mura continuarono a rivestire un ruolo di rilievo nonostante lo sviluppo crescente del centro portuale. La linea di costa fu punteggiata di torri di guardia in corrispondenza delle punte che delimitano le insenature. Di un simile impianto di segnalazione e difesa si conservano porzioni di muratura nel perimetro di un edificio colonico tra Fezzano e Panigaglia.

4.11.1.2.5 Età moderna

A seguito della graduale decadenza economica della Spezia e delle mire espansionistiche spagnole, la Repubblica di Genova avviò un programma strategico per la difesa dei confini del golfo. Intorno alla metà del XVI secolo, al rafforzamento della Bastia esistente a nord della Spezia, si aggiunsero la costruzione di un'altra fortezza in località *la calla del tonno* con funzioni di avvistamento e della fortezza di S. Maria tra il sen odi Castagna e quello del Varignano. Ulteriori nuovi interventi di fortificazione (forti, torri e guardie) furono predisposti agli inizi del XVII secolo.

Nelle rappresentazioni cartografiche relative al sistema di fortificazioni, si osservano anche l'organizzazione del territorio sotto il profilo fondiario ed insediativo, con l'indicazione dei numerosi corsi d'acqua, canali e torrenti che ancora nel XVIII attraversavano la piana spezzina. Di specifico interesse è la mappa redatta nel 1767 da Giuseppe Ferretto e Giacomo Brusco per la Repubblica di Genova, con la rappresentazione di sprugole, polle, pozzi e canali con relativi mulini e frantoi, un insediamento sparso ed una viabilità ricalcate dall'organizzazione medievale.

Agli inizi del XIX secolo, La Spezia, anch'essa parte dell'Impero francese, fu inquadrata nell'organizzazione politica e territoriale dell'Italia napoleonica. L'11 maggio 1808 Napoleone proclamò il golfo della Spezia porto militare e nel 1812 fu creato un nuovo Circondario di cui La Spezia divenne capoluogo. In questo periodo, diversi interventi furono rivolti alla riorganizzazione viaria ed urbanistica (realizzazione della carrozzabile La Spezia-Portovenere; estensione della strada n. 214 con ponte sul Lagora).

Invasa dagli Austriaci, nel 1815 La Spezia fu annessa al Regno di Sardegna col titolo di Sottoprefettura. Negli anni tra la Restaurazione e i lavori di costruzione dell'Arsenale, l'economia del Circondario continuò ad essere basata sull'agricoltura (vino, olio), sull'attività estrattiva delle cave di Biassa, Portovenere e Palmaria e sui cantieri navali.

4.11.1.2.6 Età contemporanea

Con l'Unità d'Italia si giunse alla realizzazione del Regio Arsenale su progetto dell'ing. Domenico Chiodo (1860-1862), realizzato a stralci tra 1869 e 1923. La realizzazione dell'Arsenale comportò la radicale trasformazione della morfologia del golfo, compreso il limitrofo tessuto agricolo e insediativo, come il centro di S. Vito di Marola.

4.11.1.3 Bibliografia

La redazione del presente paragrafo segue le indicazioni del format per la redazione del "Documento di valutazione archeologica preventiva", fornito dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria sulla base del medesimo documento redatto dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD).

Riferimento bibliografico	Osservazioni
AA.VV. 1992, <i>La Spezia, volti di un territorio</i> , Bari.	Di interesse generale
AA.VV. 2005, <i>La Spezia. Museo del Castello di San Giorgio. Collezioni Archeologiche Ubaldo Formentini</i> , La Spezia.	Di interesse generale
ALESSI D. 2000, <i>Catalogo dei reperti archeologici da S. Vito di Marola</i> , (Atti del convegno <i>Da S. Vito a Marola</i> , la Spezia 2000), pp. 52-62.	Utile all'esame dei dati
AMBROSI C.A. 1972, <i>Corpus delle statue-stele lunigianesi</i> , Bordighera.	Utile all'esame dei dati
AMBROSI A.C. 1972, <i>Corpus delle statue-stele lunigianesi</i> , "Collana Storica della Liguria Orientale" V, Istituto Internazionale di Studi Liguri, Bordighera.	Utile all'esame dei dati
AMBROSI A.C., CARROZZI F. 1986, <i>Appunti per servire allo studio della viabilità medievale nel territorio spezzino</i> (Atti del Convegno <i>S. Venerio al Tino: vita religiosa e civile tra isole e terraferma in età medievale</i> , Lerici-La Spezia-Portovenere 18-20 settembre 1982), La Spezia, pp. 25-46.	Utile all'esame dei dati
BARBUTO A. 1991, <i>Nostra Signora dell'Acquasanta. Un santuario, una fonte miracolosa e le tracce di un culto arcaico delle acque</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati
BARBUTO A. 2002, <i>Le origini di Marola: aspetti leggendari e realtà storica</i> , (Atti del convegno <i>Da S. Vito a Marola</i> , la Spezia 2000), pp. 18-32.	Utile all'esame dei dati
BERGICH G. 2007, <i>Una torre di guardia nel golfo della Spezia. Studio preliminare</i> , "Ligures" 5, pp. 100-104.	Utile all'esame dei dati
BERTINO A. 1995, <i>Torcularium e cella olearia nella villa romana del Varignano</i> , in Cavalieri Manasse G., Roffia E. (edd), <i>Splendida Civitas Nostra. Studi Archeologici in onore di Antonio Frova</i> , Roma, pp. 183-190.	Utile all'esame dei dati
BERTINO A. 1998, <i>La villa romana e il fondo rustico del Varignano</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati
CAMPANA N. 1998, <i>Altri ritrovamenti nelle province di Genova e La Spezia</i> , in <i>Dal diaspro al bronzo</i> , pp.182-185.	Utile all'esame dei dati
CAPELLINI G. 1873, <i>Grotta dei Colombi à l'île Palmaria, Golfe de la Spezia, station de cannibales, à l'époque de la Madeleine</i> , Bologna.	Utile all'esame dei dati
CARDINI L. 1946, <i>Nuove ricerche nella grotta dei Colombi (La Spezia)</i> , "Rivista di Scienze Preistoriche" I-4, p. 325.	Utile all'esame dei dati
CARROZZI F. 2002, <i>Da San Vito a Marola</i> , (Atti del Convegno <i>Da S. Vito a Marola</i> , La Spezia 2002), La Spezia, pp. 63-67.	Utile all'esame dei dati
CASELLI C. 1914, <i>La Spezia e il suo Golfo</i> , La Spezia 1998 (copia anastatica).	Di interesse generale
CEVINI P. 1989, <i>La Spezia</i> , Genova.	Di interesse generale
CIMASCHI L. 1961, <i>La prima campagna di scavo nella Pieve di S. Venerio</i> , "Giornale Storico della Lunigiana" XII, pp. 23-46.	Utile all'esame dei dati
<i>Dal diaspro al bronzo</i> = DEL LUCCHESI A., MAGGI R. (a c. di) 1998, <i>Dal diaspro al bronzo. L'Età del Rame e l'Età del Bronzo in Liguria: 26 secoli di storia fra 3600 e 1000 anni avanti Cristo</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati

Riferimento bibliografico	Osservazioni
DURANTE A.M., GERVASINI L. 2001, <i>Città di Luna: le ville romane di Bocca di Magra e del Varignano</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati
DURANTE A.M., CASCARINI L., GERVASINI L., LANDI S. c.s., <i>I sistemi portuali del portus Lunae e del golfo della Spezia. Elementi per una storia socio economica del territorio</i> , in PASQUINUCCI M. (a c. di), <i>Porti antichi e retroterra produttivi</i> (Atti del congresso internazionale, Livorno 26-28 marzo 2009).	Utile all'esame dei dati
DURANTE A.M., GERVASINI L., LANDI S. 2010, <i>Città e territorio: il caso di Luni</i> , in ANGELI BERTINELLI, DONATI A. (a c. di), <i>Città e territorio. La Liguria e il mondo antico</i> , (Atti del IV incontro Internazionale di Storia Antica, Genova 19-20 febbraio 2009), Roma, pp. 119-153.	Utile all'esame dei dati
FAGGIONI P.E. 1998, <i>Una relazione del 1799 sul Fezzano</i> , in <i>Sessant'anni di istruzione postelementare alle grazie di Porto Venere. La Scuola Media Giovanni di Giona</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati
FALCONI A. 1846, <i>Rime</i> , La Spezia.	Di interesse generale
FORMENTINI U. 1924, <i>Scavi e monumenti romani nel golfo della Spezia negli scritti editi e inediti di U. Mazzini</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati
FRONDONI A. 1986, <i>Architettura ecclesiastica al Tino: i dati archeologici</i> , (Atti del convegno <i>S. Venerio al Tino: vita religiosa e civile tra isole e terraferma in età medievale</i> , Lerici-La Spezia-Portovenere 18-20 settembre 1982), la Spezia, pp. 143-178.	Utile all'esame dei dati
FRONDONI A. 1995, <i>Archeologia all'isola del Tino. Il monastero di San Venerio</i> , Genova.	Utile all'esame dei dati
FROVA A. 1968, <i>Una tomba gallo-ligure nel territorio della Spezia</i> , "Rivista di Studi Liguri. Omaggio a Fernand Benoit" II, pp. 289-304.	Utile all'esame dei dati
FROVA A. 1976, <i>La Spezia-Pegazzano</i> , in MELLI P. (a c. di), <i>Archeologia in Liguria I. Scavi e scoperte 1967-75</i> , Genova, pp. 59-60.	Utile all'esame dei dati
GAMBARO L. 1999, <i>La Liguria costiera tra il III e il I secolo a.C. Una lettura archeologica della romanizzazione</i> , "Documenti di Archeologia" 18, Mantova.	Di interesse generale
GAMBARO L., GERVASINI L. 2004, <i>Considerazioni su viabilità e insediamenti in età romana da Luni a Genova</i> , (Atti del Convegno <i>Insediamenti e territorio. Viabilità in Liguria tra I e VII secolo d.C.</i> , Bordighera 2000), Bordighera, pp. 113-177.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L. 2004, <i>Il quartiere dei torchi oleari del Varignano Vecchio (Porto Venere, La Spezia)</i> , in DE MARINIS R.C., SPADEA G. (a c. di), <i>I Liguri. Un antico popolo europeo tra Alpi e Mediterraneo</i> , (catalogo della mostra), Genova, pp. 480-482.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L. 2004a, <i>Un insediamento presillano: il Varignano Vecchio (Porto Venere, LA Spezia)</i> in DE MARINIS R.C., SPADEA G. (a c. di), <i>I Liguri. Un antico popolo europeo tra Alpi e Mediterraneo</i> , (catalogo della mostra), Genova, pp. 463-465.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L. 2010, <i>Isola Palmaria (SP). Archeologia subacquea nelle acque del canale di Porto Venere (Porto Venere)</i> , in BULGARELLI F., DEL LUCCHESI A., GERVASINI L. (a c. di), <i>Archeologia della Liguria</i> , n.s. II, Genova, pp. 361-363.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L. et al. 2002, <i>Portovenere (SP). Zona archeologica del Varignano Vecchio. Indagini archeologiche nel quartiere dei torchi oleari e nella zona residenziale della villa romana</i> , "Rivista di Studi Liguri" LXVII-LXVIII, 2001-2002, pp. 47-189.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L., DURANTE A.M., GAMBARO L., LANDI S. 2007, <i>Luna e l'ager lunensis. Nuovi elementi per la conoscenza della città e del territorio romanizzato fra il golfo della Spezia e il portus Lunae</i> , in Brecciaroli Taborelli L. (a c. di), <i>Forme e tempi dell'urbanizzazione nella Cisalpina (II secolo a.C. - I secolo d.C.)</i> , (Atti delle giornate di studio, Torino 4-6 maggio 2006), Firenze, pp. 163-170.	Di interesse generale
GERVASINI L., LANDI S. 2001, <i>De villa perfecta. Il Varignano Vecchio (Portovenere-SP). Una rilettura dei quartieri residenziali e produttivi alla luce dei nuovi scavi</i> , in <i>Abitare in Cisalpina. L'edilizia privata nelle città e nel territorio in età romana</i> , II (Atti della XXXI Settimana di Studi Aquileiesi), Trieste, pp. 727-741.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L., LANDI S. 2001, <i>Un edificio di epoca presillana al Varignano Vecchio</i> , "Giornale Storico della Lunigiana" XLIX-LI (1998-2000), pp. 67-111.	Utile all'esame dei dati

Riferimento bibliografico	Osservazioni
GERVASINI L., LANDI S. 2005, <i>Un motivo decorativo inedito dal complesso residenziale presellano del Varignano Vecchio (Portovenere-SP)</i> , (Atti del Colloquio AISCOS, Lecce 18-21 febbraio 2004), a c. di Angelelli C., Tivoli, pp. 869-878.	Utile all'esame dei dati
GERVASINI L., LANDI S., GAMBARO L. 2001, <i>Un edificio di epoca presillana al Varignano Vecchio</i> , (Atti della Giornata di studi <i>Da Luna alla Diocesi</i>), "Giornale Storico della Lunigiana" n.s. XLIX-LI (1998-2000), pp. 66-111.	Utile all'esame dei dati
GIAMPIETRI A. 1998, <i>Isola Palmaria (SP). Grotta dei Colombi</i> , in Del Lucchese, Maggi R. (a c. di), <i>Dal Diaspro al bronzo</i> , La Spezia, p. 178.	Utile all'esame dei dati
GUGLIELMOTTI P. 2005, <i>Ricerche sull'organizzazione del territorio nella Liguria Medievale</i> , Firenze.	Di interesse generale
ISSEL A. 1892, <i>Liguria geologica e preistorica</i> , Genova.	Utile all'esame dei dati
<i>L'età del Ferro in Lunigiana 1978</i> = Formentini R. (a c. di), <i>L'età del ferro in Lunigiana</i> (catalogo della mostra, La Spezia giugno-settembre 1975), La Spezia.	Di interesse generale
LAMBOGLIA N. 1965, <i>Una nave di III-II secolo a.C. nelle acque di Porto Venere?</i> , "Forma Maris Antiqui" VI, pp. 243-252.	Utile all'esame dei dati
LUCCARDINI R. (a c. di) 2001, <i>Vie romane in Liguria</i> , Genova.	Utile all'esame dei dati
MANNONI T., TIZZONI M. 1980, <i>Lo scavo del Castellaro di Zigagno (La Spezia)</i> , "Rivista di Scienze preistoriche" XXXV, 1.2, pp. 249-279.	Utile all'esame dei dati
MARMORI A. 2002, <i>La chiesa di S. Vito e l'amministrazione religiosa della costa occidentale del golfo della Spezia</i> , (Atti del Convegno <i>Da S. Vito a Marola</i> , La Spezia 2002), la Spezia, pp. 45-51.	Utile all'esame dei dati
MARTINO G.P., BIAGINI M., OTTOMANO C. 2008, <i>Grotta di Byron (Portovenere)</i> , in Del Lucchese A., Gambaro L. (a c. di), <i>Archeologia della Liguria</i> , n.s. I (2004-2005), pp. 338-339.	Utile all'esame dei dati
MASSA G. 1667, <i>Della vita, origine e patria di Aulo Persio Flacco</i> , Genova.	Utile all'esame dei dati
MAZZINI U. 1896, <i>Portus Lunae</i> , La Spezia.	Utile all'esame dei dati
MAZZINI U. 1902, <i>Escursioni archeologiche fra i ruderi del palazzo civico</i> , in <i>Noterelle spezzine di Archeologia, di Storia, d'Arte</i> , la Spezia, pp. 65-68.	Utile all'esame dei dati
MAZZINI U. 1922, <i>Fezzano (frazione di Portovenere). Avanzi di costruzioni di età romana scoperti nel Piano Artiglié</i> , "NSc" 7-9, pp. 149-150.	Utile all'esame dei dati
MELLI P. (ed.) 1990, <i>Archeologia in Liguria I-III</i> , Genova.	Utile all'esame dei dati
Navigia fundo emergunt. <i>Trentatré anni di ricerche e attività in Italia e all'estero del Centro Sperimentale di Archeologia Sottomarina</i> (catalogo della mostra), Albenga 1983.	Utile all'esame dei dati
NOBILI M. 1986, <i>Gli Obertenghi e il monastero del Tino</i> , (Atti del Convegno <i>S. Venerio del Tino: vita religiosa e civile tra isole e terraferma in età medievale</i> , Lerici-La Spezia-Portovenere 18-20 settembre 1982), La Spezia, pp. 77-88.	Utile all'esame dei dati
PETRACCO SICCARDI G. 1981, <i>Toponomastica storica della Liguria</i> , Genova.	Di interesse generale
PETRACCO SICCARDI G. 1988, <i>La toponomastica prediale romana: tipologia e distribuzione areale in Liguria</i> , "Studi Genuensi" 6, pp. 45-52.	Utile all'esame dei dati
PETRACCO SICCARDI G. 2007, <i>La lingua dei Liguri e la toponomastica prediale romana</i> , in De Marinis R.C., Spadea G. (a c. di), <i>Ancora su I Liguri. Un antico popolo europeo tra Alpi e Mediterraneo</i> , Genova, pp. 191-192.	Di interesse generale
PETTI BALBI G. 1982, <i>I signori di Vezzano in Lunigiana</i> , Sarzana.	Di interesse generale
PICCIOLI R., SCANSANI A. 2008, <i>Il senso del Golfo: dalla foce della Magra alle Cinque Terre</i> , Reggio Emilia.	Di interesse generale
PISTARINO G. 1961, <i>Le pievi della diocesi di Luni</i> , la Spezia.	Utile all'esame dei dati

Riferimento bibliografico	Osservazioni
POLONIO V. 1986, <i>L'organizzazione ecclesiastica</i> , (Atti del Convegno <i>S. Venerio del Tino: vita religiosa e civile tra isole e terraferma in età medievale</i> , Lerici-La Spezia-Portovenere 18-20 settembre 1982), La Spezia, pp. 113-133.	Di interesse generale
RATTI M. (a c. di) 1994, <i>Antenati di Pietra. Statue-stele della Lunigiana e archeologia del territorio</i> , Genova.	Di interesse generale
RATTI M. 2000, <i>Sedia lanuense. Appunti e documenti per servire alla storia urbana del Quattrocento</i> , "Annali delle Biblioteche e dei Musei Civici della Spezia" numero speciale 1995, pp. 7-52.	Utile all'esame dei dati
UZZECCHINI L. 1959, <i>La necropoli romana di Limone Melara</i> , "Giornale Storico della Lunigiana" n.s. X, 1-2, pp. 13-26.	Utile all'esame dei dati
VECCHI E.M. 1995, <i>Il monastero del Tino attraverso la documentazione scritta e le fonti agiografiche</i> , in Frondoni A. (a c. di), <i>Archeologia all'isola del Tino. Il monastero di San Venerio</i> , Genova, pp. 79-100.	Di interesse generale
VECCHI E.M. 1998, <i>La Spezia-San Venerio-Migliarina</i> , in Frondoni A. (a c. di), <i>Archeologia cristiana in Liguria. Aree di culto tra IV e XII secolo</i> , 26/2, Genova.	Utile all'esame dei dati
VECCHI E.M. 2006, <i>San Venerio a La Spezia</i> , in Maffei G.L. (a c. di), <i>Pievi della Lunigiana storica</i> , Massa, pp. 74-83.	Utile all'esame dei dati

4.11.2. Vincoli e tutele

In generale, i beni archeologici sono tutelati dal D.Lgs. 42/2004, artt. 88-94 e, per quanto attiene le opere pubbliche e in materia di archeologia preventiva, dal D.Lgs. 163/2006, artt. 95-96. Nel comparto territoriale oggetto di studio sono presenti aree di interesse archeologico lungo i due tratti costieri a ponente e a levante del porto (Fezzano, Cadimare, San Vito di Marola, darsena dell'Arsenale, San Bartolomeo, Muggiano e Cala Chiappara, tutti nel Comune di La Spezia). Oltre a questi, sono presenti aree archeologiche tutelate ai sensi della vigente normativa. Si riportano di seguito le aree sottoposte a vincoli di tipo archeologico ricadenti nei Comuni di La Spezia (2), Portovenere (4) e Lerici (1).

COMUNE DI LA SPEZIA

Ruderi romani. Area sottoposta a vincolo archeologico diretto ex L. 1089/1939, art. 1, con decreto del 27/10/1979 (N.C.T. Foglio 22, partita 13353, particelle 388 e 600, partita 11102, particelle 478 e 991). L'area si colloca nelle immediate vicinanze della Pieve di San Venerio, sotto le cui absidi furono accertate nel 1959 strutture murarie e pavimentali di età romana, connesse senza soluzione di continuità ad altre strutture paleocristiane ed altomedievali.

Pieve di Santo Stefano in località Marinasco. Dichiarazione di interesse culturale del 30/12/2011 ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 42/2004, di interesse storico-artistico e, relativamente al sedime, di interesse archeologico della Pieve di Santo Stefano Protomartire, le cui prime notizie storiche risalgono al X secolo. Le indagini archeologiche effettuate nel 2008 e nel 2011 hanno evidenziato che nell'area della Pieve, al di sotto della chiesa e delle piazze attuali, si conservano testimonianze degli edifici e delle frequentazioni più antiche.



FIGURA 4-203 - AREE SOTTOPOSTE A VINCOLI ARCHEOLOGICI (WWW.LIGURIAVINCOLI.IT, ORTOFOTO AGEA 2013).



FIGURA 4-204 – IN GIALLO, RUDERI ROMANI IN LOC. PIEVE SAN VENERIO. IN GIALLO, PIEVE DI SANTO STEFANO IN LOC. MARINASCO.

4.12. STATO DELLA POPOLAZIONE E DELLA SALUTE UMANA

4.12.1. I determinanti della salute

Il concetto di salute non è immediatamente evidente e infatti ne esistono varie definizioni. Tutte queste definizioni concordano però sul fatto che la salute debba essere intesa in senso più vasto del solo non verificarsi di un trauma fisico o di una malattia. Già nella Costituzione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità OMS entrata in vigore nel 1948 la salute è definita come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattia" ed è considerata "un diritto che come tale si pone alla base di tutti gli altri diritti fondamentali che spettano agli individui". L'impostazione che ne discende assegna agli Stati e alle loro articolazioni compiti che vanno ben oltre la semplice gestione di un sistema sanitario. Essi dovrebbero infatti farsi carico di individuare e cercare di modificare, tramite opportune azioni, quei fattori che influiscono negativamente sulla salute collettiva, promuovendo al contempo quelli favorevoli. Questo studio utilizza un approccio in linea con la definizione di salute adottata dall'OMS e considera quindi la salute come uno stato di completo benessere: fisico, mentale, emotivo, sociale e spirituale.

Trattandosi di un concetto complesso, la salute ha una vasta varietà di determinanti, legati a:

- biologia (ad esempio il patrimonio genetico, il sesso e l'età dell'individuo);
- stile di vita (ad esempio l'alimentazione, l'attività fisica praticata, il fumo, il consumo di alcol, l'attività sessuale e l'eventuale uso di droghe);
- accesso ai servizi (sanità, scuola, servizi sociali, trasporti, servizi per il tempo libero);
- ambiente fisico (in particolare la qualità dell'aria, dell'acqua e le condizioni di lavoro) e a quello socio-economico (reddito, istruzione, condizione occupazionale, abitazione, equità e coesione sociale).¹⁰



FIGURA 4-205 DETERMINANTI DELLA SALUTE – FONTE: SITO WEB DELLA PROVINCIA DI UDINE

Dal punto di vista della possibilità di intervento i determinanti della salute sono classificabili in:

- non modificabili (quelli legati alla biologia);

¹⁰ Fonte: Stefanini, 2005.

- modificabili solamente a livello sociale (quelli legati all'accesso ai servizi, all'ambiente fisico e, almeno in parte, quelli legati all'ambiente socio-economico);
- modificabili direttamente dal singolo individuo (quelli legati allo stile di vita e, in parte, quelli legati all'ambiente socio-economico).

L'importanza relativa di questi determinanti non è quantificabile univocamente con precisione assoluta. Tuttavia, la letteratura sull'argomento è concorde nel sottolineare l'importanza per lo stato di salute dei determinanti modificabili dal singolo individuo.

Secondo un'autorevole stima, il contributo alla mortalità prematura dei determinanti di salute legate agli stili di vita sarebbe stimabile nel 40 per cento, quello di quelli legati alla predisposizione genetica nel 30 per cento, quello di quelli legati all'ambiente socio-economico nel 15 per cento, quello di quelli legati all'accessibilità dei servizi sanitari nel 10 per cento e quello di quelli legati all'ambiente fisico nel rimanente 5 per cento.¹¹

Altre fonti disponibili in letteratura forniscono valori diversi dell'incidenza dei vari gruppi di determinanti sullo stato di salute. Tutte queste stime concordano però nell'attribuire agli stili di vita e all'ambiente socio economico un'importanza per lo stato di salute decisamente superiore rispetto a quella rivestita dalla qualità dell'ambiente fisico.¹²

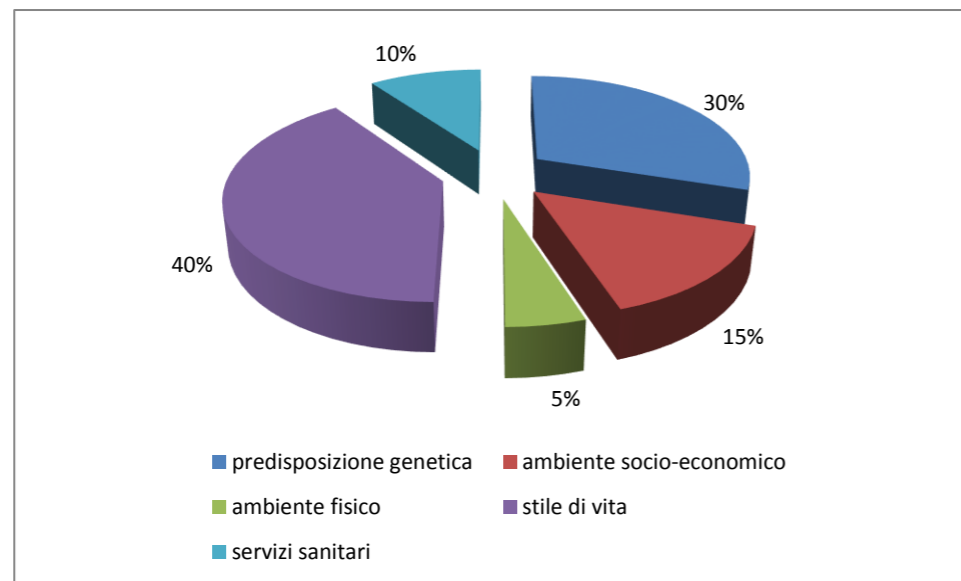


FIGURA 4-206 DETERMINANTI DI SALUTE E LORO CONTRIBUTO ALLA MORTALITÀ PREMATURA – FONTE: THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

L'incidenza dei determinanti della salute legati all'ambiente socio-economico sullo stato di salute di un individuo è mostrata in modo molto chiaro dai risultati del lavoro di Grippo e altri (2010), secondo i quali posto pari a 1 il rischio di morte di un individuo di sesso maschile di età compresa tra i 25 e i 64 anni in possesso di una laurea il rischio di morte di un individuo con le stesse caratteristiche in possesso di un diploma è di 1,2 e quello di un individuo con le stesse caratteristiche con un livello di istruzione minore o uguale alla licenza media è di 1,8.

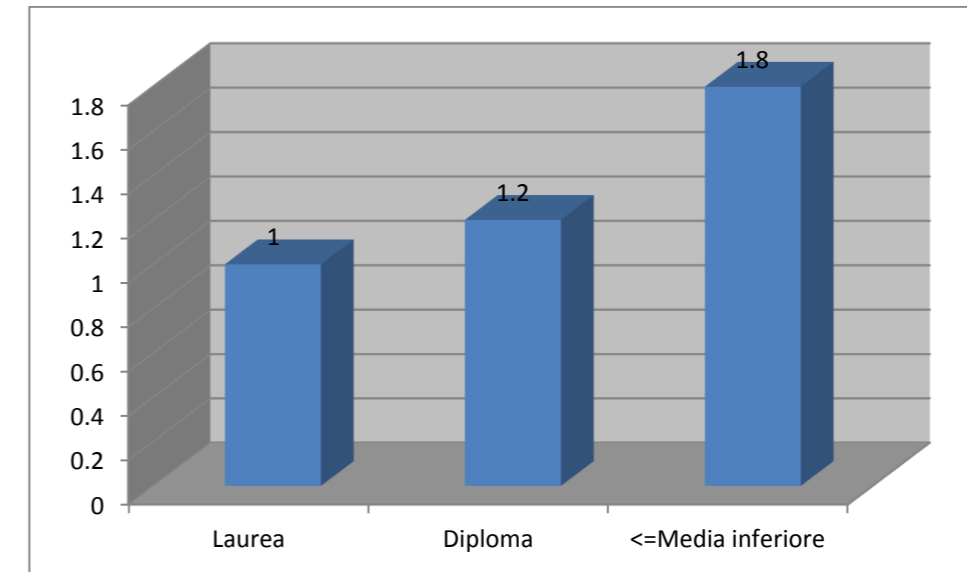


FIGURA 4-207 RISCHIO RELATIVO DI MORTE DEGLI UOMINI DI ETÀ COMPRESA TRA I 25 E I 64 ANNI PER LIVELLO DI ISTRUZIONE – FONTE: GRIPPO E ALTRI (2010)

Ai fini di questo lavoro appare particolarmente interessante notare che anche la condizione occupazionale genera conseguenze importanti sulla salute e il benessere dell'uomo. Infatti, sempre secondo la stessa fonte, posto pari a 1 il rischio di morte di un lavoratore non manuale di sesso maschile e di età compresa tra i 25 e i 64 anni, il rischio di morte di un individuo con le stesse caratteristiche disoccupato risulta pari a 1,8, quello di un lavoratore manuale a 1,5 e quello di un lavoratore autonomo a 1,3.

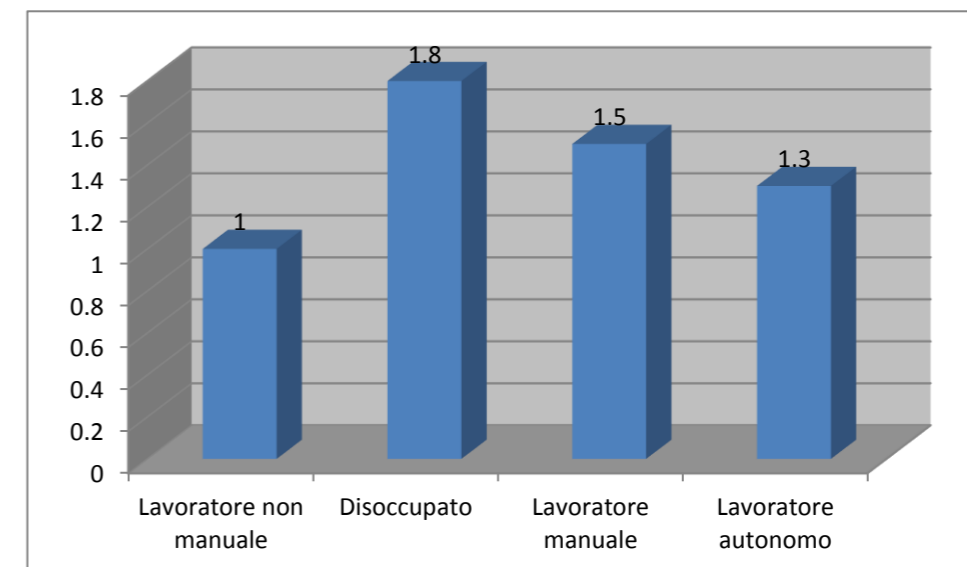


FIGURA 4-208 RISCHIO RELATIVO DI MORTE DEGLI UOMINI DI ETÀ COMPRESA TRA I 25 E I 64 ANNI PER CONDIZIONE PROFESSIONALE – FONTE: GRIPPO E ALTRI (2010)

Il sostanziale raddoppio del numero di disoccupati sperimentato dalla provincia della Spezia in seguito alla crisi del 2011 e non più riassorbito, visto al punto dedicato a dinamiche demografiche, sistema socio-economico e beni materiali, presenta quindi tra l'altro ricadute negative sulla salute della popolazione locale. L'importanza di questo problema è amplificata dal forte aumento dell'incidenza dei disoccupati di lungo periodo sul totale dei disoccupati, che in Liguria è passata dal 32,4 per cento del 2007 al 45,9 per cento del 2016. Alla luce di quanto detto l'impatto occupazionale dell'intervento in progetto assume quindi una rilevanza particolare anche per la sua capacità di incidere positivamente sullo stato di salute della popolazione interferita.

¹¹ Fonte: Steven & Schroeder, 2007.

¹² Fonte: Booske & al, 2010.

Appare interessante notare che oltre alla condizione occupazionale un altro determinante socio-economico della salute è rappresentato dalla disponibilità di risorse economiche. I dati riportati nella tabella sottostante mostrano infatti che il rischio di morte, oltre a dipendere dalla condizione occupazionale dell'individuo, è maggiore per coloro i quali giudicano scarse o insufficienti le risorse economiche che possiedono rispetto a coloro i quali le giudicano adeguate o ottime.

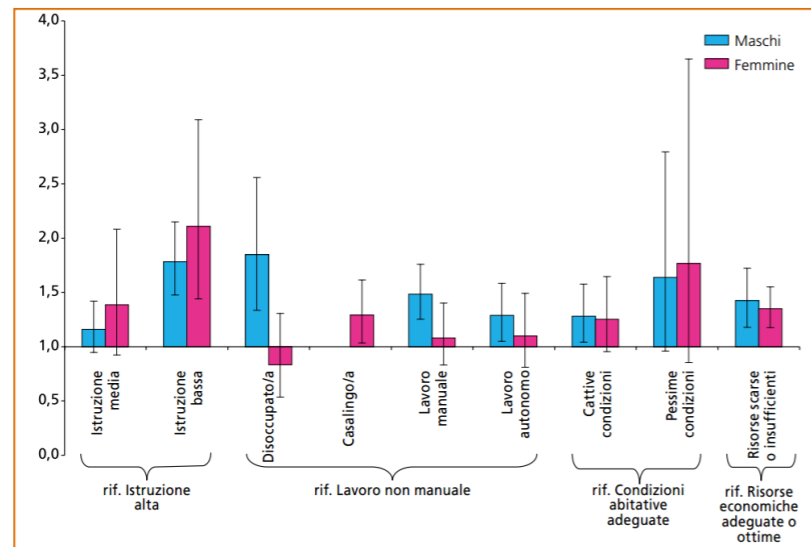


FIGURA 4-209 MORTALITÀ GENERALE PER INDICATORI POSIZIONE SOCIALE E SESSO (RISCHI RELATIVI E INTERVALLI DI CONFIDENZA AL 95%). CAMPIONE NAZIONALE DI ETÀ COMPRESA TRA 25 E 64 ANNI (ANNI 1999-2007) – FONTE: MINISTERO DELLA SALUTE

4.12.2. Lo stato di salute della popolazione

Un primo, importante indicatore dello stato di salute di una popolazione è costituito dal livello di mortalità. Una delle misure maggiormente utilizzate per descrivere la mortalità in una specifica popolazione, anche perché semplice da reperire e di immediata lettura, è rappresentata dal tasso grezzo di mortalità. Esso è definito come il rapporto tra il numero di decessi e la popolazione in questione in un determinato intervallo di tempo.

Questo indicatore dipende però anche da alcuni fattori caratteristici della popolazione in esame, quali ad esempio la sua struttura anagrafica, mentre in diverse circostanze è opportuno ricorrere a misure di mortalità comparabili tra loro. Una di queste misure è rappresentata dal tasso specifico di mortalità, determinato ad esempio come rapporto tra i decessi avvenuti internamente a una specifica classe di età e la relativa popolazione di riferimento.

Se si indicano con n_i e p_i rispettivamente l'ammontare del numero di decessi nella i -esima fascia di età e la popolazione a rischio nella stessa classe di età, e con N e P il numero totale di decessi e la popolazione totale a rischio, le espressioni per il tasso grezzo T_G e il tasso specifico T_s di mortalità sono rispettivamente:

$$T_G = P/N \times 100.000 \quad T_s = p_i/n_i \times 100.000$$

Come detto, il tasso grezzo rappresenta il rischio di morte (in questo caso espresso in termini di unità ogni 100.000 abitanti), ma presenta il limite di essere influenzato dalla composizione per età della popolazione a cui si riferisce. Per cercare di ovviare a questo inconveniente si utilizzano delle tecniche di standardizzazione che consentono di effettuare confronti tra popolazioni caratterizzate da strutture anagrafiche diverse. Le tecniche di standardizzazione dei tassi utilizzate sono due, dette rispettivamente di standardizzazione diretta e standardizzazione indiretta.

La standardizzazione diretta consiste nell'applicare all'ammontare di una specifica classe di età di una popolazione standard (o di riferimento) i tassi di mortalità specifici dell'analoga classe di età della popolazione osservata. La standardizzazione indiretta consiste invece nel determinare il numero di decessi che si avrebbero nella popolazione osservata se a ciascuna classe di età si applicassero i tassi di mortalità specifici della popolazione standard. Il rapporto tra casi osservati e casi attesi ottenuti in questo modo ci fornisce il valore di SMR (Standardized Mortality Ratio) della popolazione osservata.

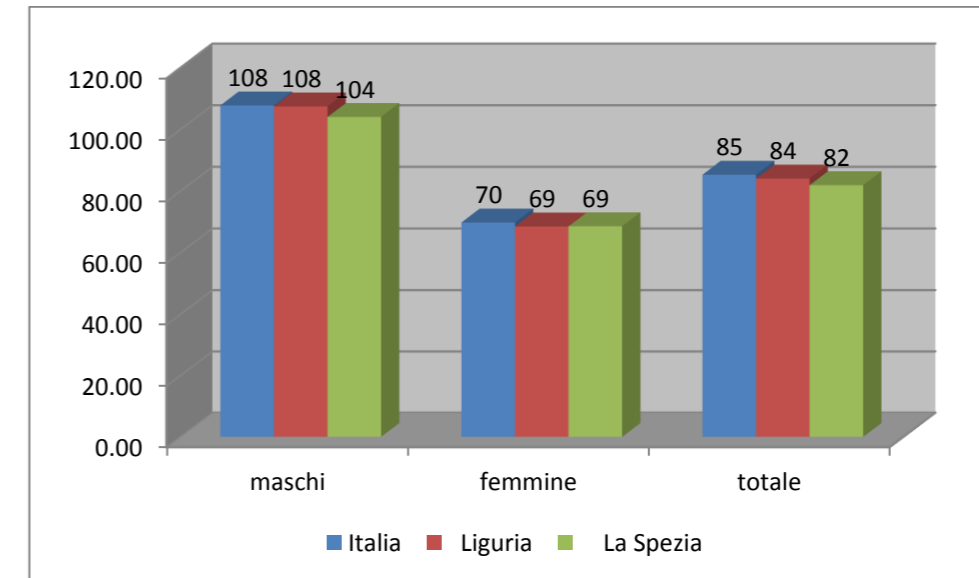


FIGURA 4-210 TASSO STANDARDIZZATO DI MORTALITÀ (PER 10.000 ABITANTI) IN PROVINCIA DELLA SPEZIA NEL 2014 – FONTE: ISTAT

Nel 2014 il tasso standardizzato di mortalità (ottenuto con il metodo diretto, per 10.000 abitanti) della provincia della Spezia è stato di 81,94. Si tratta di un valore inferiore sia alla media regionale (84,09) sia a quella nazionale (85,33). Andando a vedere i valori assunti da questo indicatore per sesso, si nota che mentre le femmine della provincia della Spezia presentano un tasso standardizzato di mortalità pari a 68,60, quasi perfettamente sovrapponibile con il valore dello stesso indicatore riferito alla popolazione della Liguria (68,52) sia con la media nazionale (69,83), il valore del tasso standardizzato di mortalità riferito ai maschi della provincia della Spezia (104,07) risulta significativamente inferiore sia al valore dell'analogo indicatore riferito alla popolazione della Liguria (107,51) sia alla media nazionale (107,82).

Come detto in precedenza, i determinanti di salute possono essere classificati a seconda che siano legati:

- all'ambiente fisico;
- alla biologia;
- all'ambiente socio-economico;
- all'accesso ai servizi (in modo particolare a quelli sanitari);
- agli stili di vita.

Lo stato dei determinanti di salute legati all'ambiente fisico è trattato ai punti dedicati ad atmosfera e qualità dell'aria, rumore e vibrazioni, campi elettromagnetici e ambiente idrico marino. Lo stato dei determinanti di salute legati all'ambiente socio-economico è trattato al punto dedicato allo stato del sistema insediativo, delle condizioni socio-economiche e dei beni materiali. Lo stato dei determinanti di salute legati alla biologia non è stato preso in considerazione in questa sede, in quanto si è ritenuto che non rientri in alcun modo tra quelli di competenza del presente lavoro. Di seguito sono invece sinteticamente discussi lo stato dei principali determinanti di salute legati all'accesso ai servizi sanitari e lo stato dei principali determinanti di salute legati agli stili di vita.

L'accessibilità ai servizi sanitari può essere misurata in vari modi. In questa sede si è scelto di considerare come indicatori rappresentativi dello stato di questo determinante di salute la densità di posti letto nei presidi ASL, il numero e la densità di medici di base e il numero e la densità di pediatri convenzionati con il Servizio Sanitario Nazionale.

Nel 2013 i posti letto per acuti disponibili presso i presidi ASL dello Spezzino erano 2,40 ogni 1.000 abitanti. Si tratta di una densità significativamente più bassa sia rispetto al valore dell'analogo indicatore riferito alla Liguria nel suo insieme, che nello stesso anno risultava di 3,10 posti letto per acuti ogni 1.000 abitanti, sia rispetto al dato medio nazionale, che nello stesso anno risultava invece di 3,1 posti letto per acuti ogni 1.000 abitanti.

A questo proposito bisogna inoltre rilevare che secondo l'indagine 2016 condotta da Il Sole-24 ore sulla qualità della vita la provincia della Spezia presenta il tasso di emigrazione ospedaliera più alto tra tutte le provincie italiane.¹³

Tra il 2002 e il 2013 il numero di medici di base in provincia della Spezia è passato da 196 a 176 (-10,2 per cento). Nello stesso periodo, il numero di medici di base in Liguria è invece passato da 1.407 a 1.211 (-13,9 per cento), mentre tra il 2004 e il 2011 il numero di medici di base in Italia è passato da 47.061 a 45.203 (-3,9 per cento).¹⁴

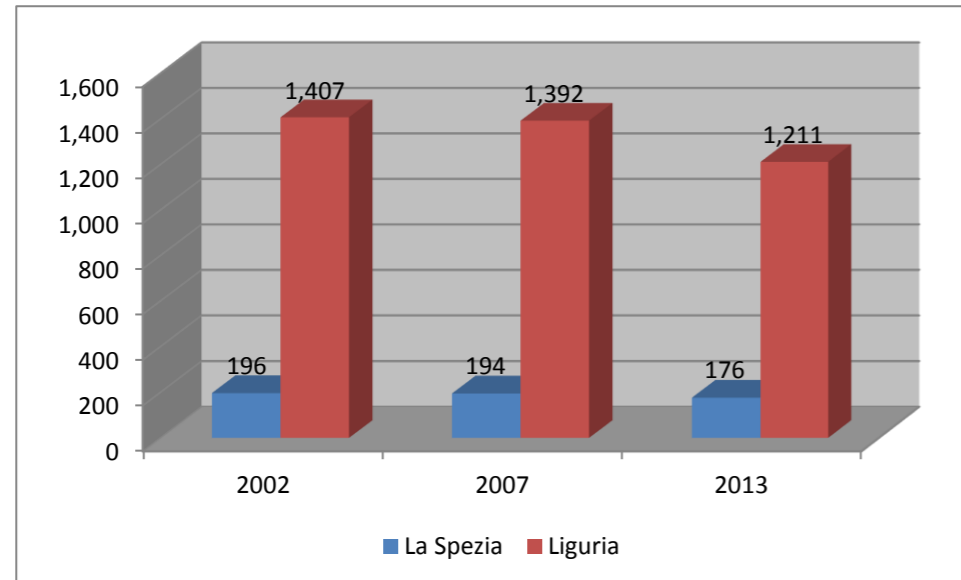


FIGURA 4-211 MEDICI DI BASE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2002 AL 2013 – FONTE: REGIONE LIGURIA

L'effetto combinato di questa diminuzione del numero dei medici di base e dell'andamento demografico descritto al punto dedicato allo stato del sistema insediativo, delle condizioni socio-economiche e dei beni materiali ha fatto sì che tra il 2002 e il 2013 il numero medio di assistiti da ciascun medico di base in provincia della Spezia passasse da 985 a 1.078 (+9,4 per cento).

Nello stesso periodo, il valore di questo indicatore riferito alla regione Liguria nel suo insieme è passato da 1.024 a 1.148 (+12,1 per cento), mentre tra il 2004 e il 2013 il numero medio di assistiti per medico di base in Italia è passato da 1.107 a 1.170 (+5,7 per cento).¹⁵

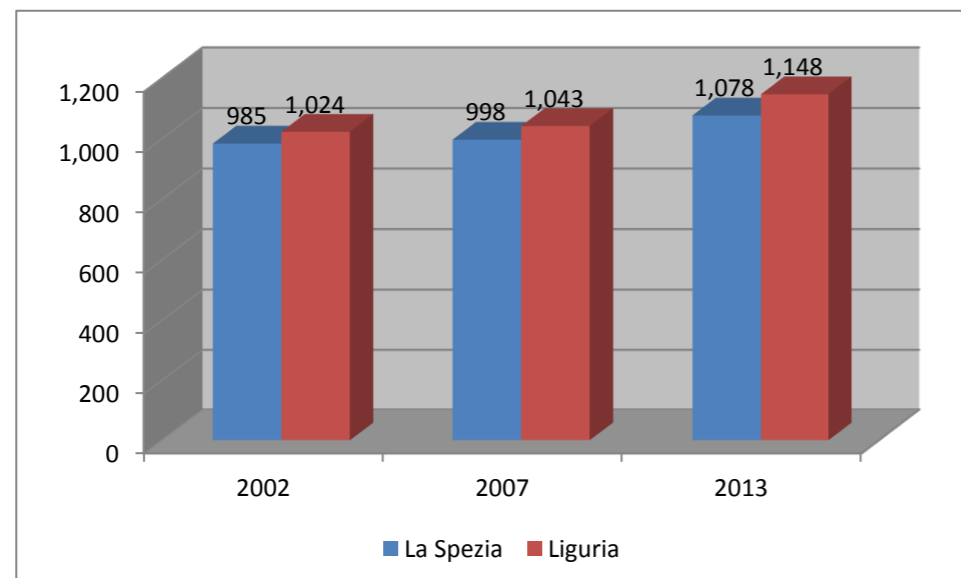


FIGURA 4-212 NUMERO MEDIO DI ASSISTITI PER MEDICO DI BASE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2002 AL 2013 – FONTE: REGIONE LIGURIA

Tra il 2002 e il 2013 in provincia della Spezia il numero di pediatri convenzionati con il Servizio Sanitario Nazionale è rimasto sostanzialmente stabile, passando da 23 a 25 (+8,7 per cento). Nello stesso periodo, il numero di pediatri convenzionati con il Servizio Sanitario Nazionale in Liguria è passato da 171 a 166 (-2,9 per cento), mentre tra il 2004 e il 2013 il valore di questo indicatore riferito all'Italia nel suo insieme è passato da 7.416 a 7.705 (+3,9 per cento).

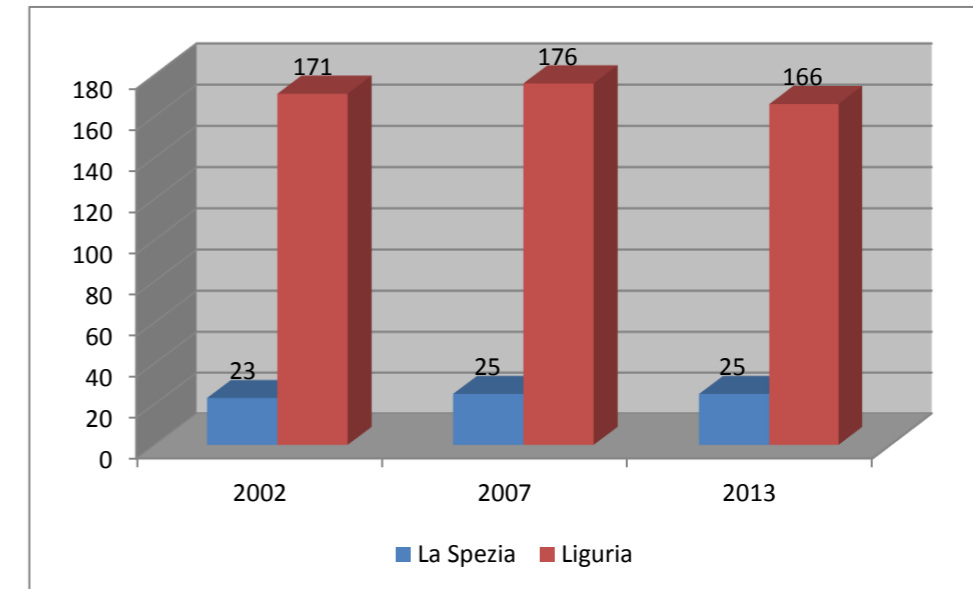


FIGURA 4-213 PEDIATRI DI BASE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2002 AL 2013 – FONTE: REGIONE LIGURIA

L'effetto combinato di questo andamento del numero dei pediatri di base e dell'andamento demografico descritto al punto dedicato allo stato del sistema insediativo, delle condizioni socio-economiche e dei beni materiali ha fatto sì che tra il 2002 e il 2013 in provincia della Spezia il numero medio di assistiti da ciascun pediatra di base passasse da 807 a 880 (+9 per cento) mentre il valore dell'analogo indicatore riferito alla Liguria passasse da 764 a 899 (+17,7 per cento). Tra il 2004 e il 2013 in Italia il numero medio di assistiti da ciascun pediatra di base è invece passato da 805 a 1.023 (+27,1 per cento).

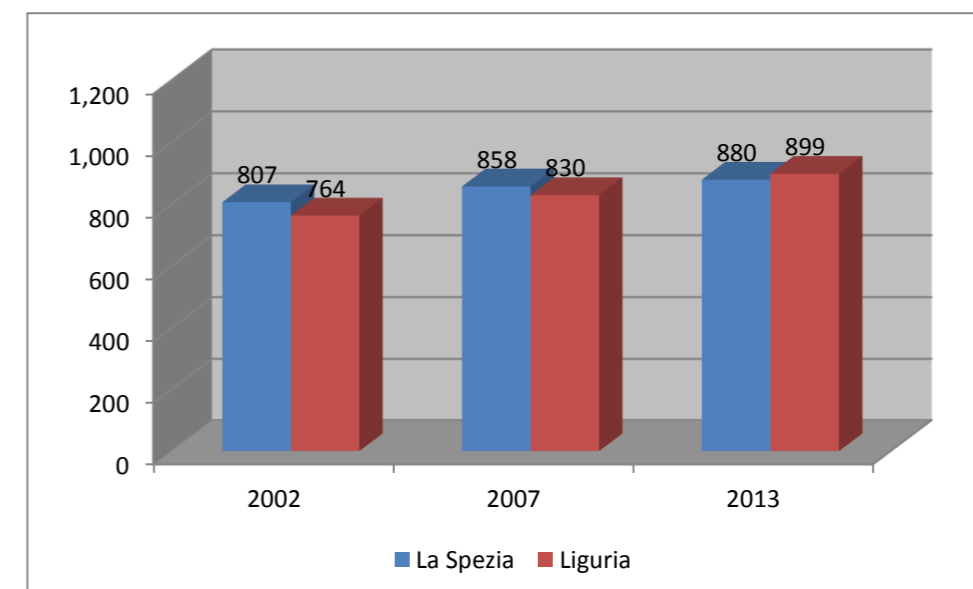


FIGURA 4-214 NUMERO MEDIO DI ASSISTITI PER PEDIATRA DI BASE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2002 AL 2013 – FONTE: REGIONE LIGURIA

¹³ Fonte: Regione Liguria, Ministero della Salute.

¹⁴ Fonte: ISTAT, Ministero della Salute.

¹⁵ Fonte: ISTAT, Ministero della Salute.

Dal punto di vista dell'accessibilità ai servizi sanitari, la provincia della Spezia presenta quindi una densità di posti letto ospedalieri per acuti significativamente inferiore rispetto alla media regionale e a quella nazionale, mentre la densità di medici e pediatri di base di questo territorio risulta superiore sia rispetto alla media regionale sia rispetto a quella nazionale.

Vista l'importanza degli stili di vita tra i determinanti dello stato di salute, non è possibile concludere questa caratterizzazione dello stato della salute e del benessere dell'uomo senza accennare alla diffusione nel territorio Spezzino di alcuni stili di vita che hanno un impatto significativo sulle condizioni di salute degli individui. Tra questi stili di vita rientrano sicuramente il fumo, l'eccessivo consumo di alcol e l'obesità.

Secondo i dati presentati dalla ASL 5 "Spezzino" in occasione della Giornata Mondiale Senza Fumo 2017 il 27 per cento della popolazione adulta (18-69 anni) del territorio dell'ASL è costituito da fumatori. Questa percentuale sale al 31 per cento tra gli uomini, al 30 per cento tra chi ha un basso livello di istruzione e al 42 per cento tra chi riferisce problemi economici. Si noti che secondo gli stessi dati nello Spezzino fuma il 49 per cento dei giovani di età compresa tra i 18 e i 24 anni. La stessa pubblicazione rileva che l'attenzione dei sanitari su questo tema non è ancora ottimale: solo un fumatore su due dichiara di aver ricevuto il consiglio di smettere.

Per quanto riguarda il consumo di alcol, secondo l'ISTAT, nel 2016 la Liguria presentava un'incidenza di consumo abituale eccedentario di alcol che la classificava tra le regioni di seconda fascia (caratterizzate da valori di questo indicatore compresi tra 11,4 e 12,8 ogni 100 persone di 11 anni e più, quindi superiori rispetto alla media nazionale di 10,4 ogni 100 persone di 11 anni e più), unitamente alle altre regioni del nord-ovest del paese e al Friuli-Venezia Giulia.

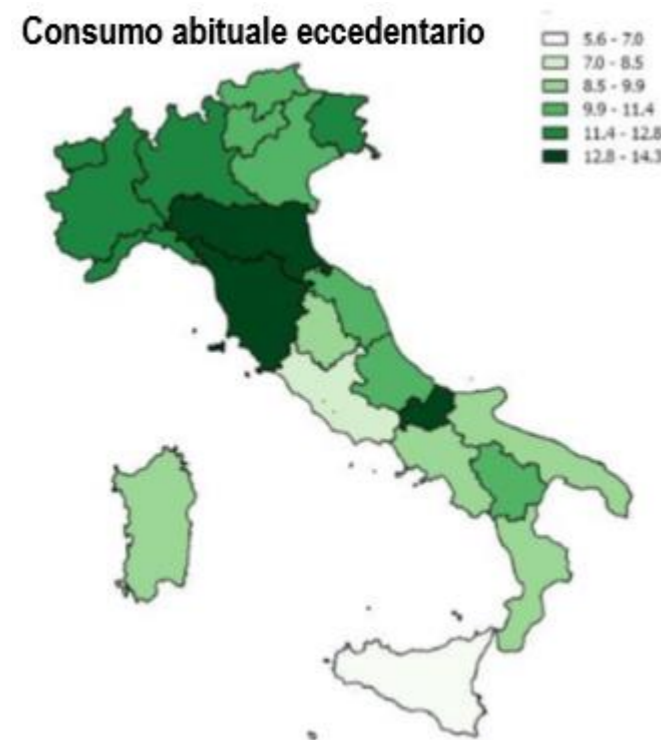


FIGURA 4-215 CONSUMO ABITUALE ECCEDENTARIO DI ALCOL PER 100 PERSONE DI 11 ANNI E PIÙ PER REGIONE DEL 2016 – FONTE: ISTAT

Infine, per quanto riguarda l'obesità si rileva che secondo i risultati della rilevazione effettuata dal sistema di sorveglianza "Okkio alla salute" al 2016 il 28 per cento circa dei bambini liguri di 8-9 anni di età presenta un eccesso ponderale. Tra di essi il 21,7 per cento risulta in sovrappeso, il 5 per cento obeso e l'1,4 per cento gravemente obeso. L'incidenza di bambini in sovrappeso risulta leggermente superiore rispetto alla media nazionale, pari al 21,3 per cento, mentre quelle di obesi e obesi gravi risultano inferiori rispetto ai corrispondenti valori medi nazionali, pari rispettivamente al 7,2 e al 2,1 per cento.

Si tratta di risultati che collocano la Liguria a un livello intermedio tra le regioni italiane lontana sia dal caso peggiore, costituito dal 44,1 di bambini campani che presentano un eccesso ponderale, ma anche dalla situazione più virtuosa che è quella della provincia di Bolzano dove solo il 14,9 per cento dei bambini presenta un eccesso ponderale.

La presenza in Liguria di una incidenza di obesità leggermente minore rispetto alla media nazionale è confermata dai dati ISTAT riferiti alla popolazione di 18 anni e più che mostrano che in Liguria la percentuale di adulti obesi è pari al 9,1 per cento, a fronte di una media nazionale del 10,4 per cento.

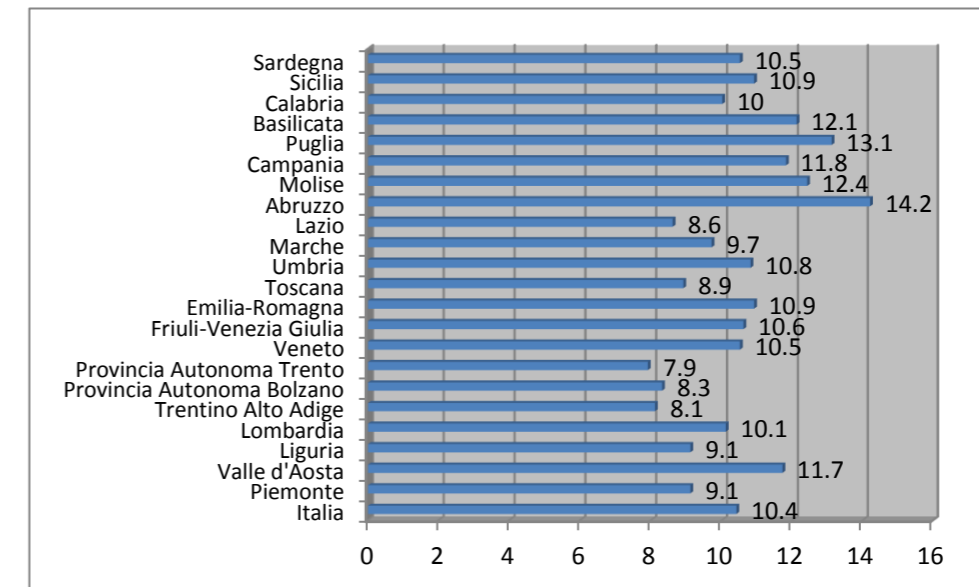


FIGURA 4-216 PERCENTUALE DI OBESI TRA LE PERSONE DI 18 ANNI O PIÙ PER REGIONE AL 2016 – FONTE: ISTAT

I dati riguardanti il livello di attività fisica forniti dal sistema di sorveglianza PASSI appaiono coerenti con la bassa incidenza dell'obesità in Liguria riscontrata dall'ISTAT. Infatti, secondo questa fonte il 48 per cento dei residenti nel territorio dell'ASL 5 "Spezzino" di età compresa tra i 18 e i 69 anni risulta fisicamente attivo, il 37 per cento parzialmente attivo e il 16 per cento sedentario.

Si tratta di un profilo marcatamente più orientato all'attività fisica sia rispetto a quello della popolazione appartenente alla stessa fascia di età della Liguria, che risulta per il 40 per cento fisicamente attiva, per il 38 per cento parzialmente attiva e per il 22 per cento sedentaria, sia rispetto a quella nazionale, che risulta solo per il 33 per cento fisicamente attiva, mentre per il 37 per cento risulta parzialmente attiva e per il rimanente 30 per cento sedentaria.

Quanto detto ci permette di concludere la popolazione della provincia della Spezia appare caratterizzata da un favorevole profilo di mortalità generale sia rispetto alla popolazione della Liguria sia rispetto a quella italiana.

L'accesso ai servizi sanitari di base risulta in linea con la media regionale e con quella nazionale mentre risultano decisamente migliori rispetto alla media nazionale i dati relativi ad attività fisica e obesità. L'incidenza del fumo risulta particolarmente elevata nel territorio della ASL 5 "Spezzino", in modo particolare tra i giovani, mentre l'incidenza di consumatori eccessivi di alcol in Liguria risulta leggermente più alta rispetto alla media nazionale.

4.12.3. Bibliografia

Booske e altri (2010), *Different Perspectives for Assigning Weights to Determinants of Health*, University of Wisconsin, Population Health Institute.

Carloni R. (2013), *Lo stato di salute della popolazione spezzina: un quadro d'insieme*, Comunicazione presentata al Convegno "Salute e ambiente nel territorio spezzino", La Spezia, 29 maggio 2013.

Grippo F, Pappagallo M, Marinacci C, Sebastiani G, Demaria M, Caranci N, Vittori P, Di Cesare M, Boldrini R, Lispi L, Costa G, *Disuguaglianze sociali nella mortalità di un campione della popolazione italiana*, Comunicazione presentata al XXXIV Congresso dell'Associazione Italiana di Epidemiologia, Firenze 9 novembre 2010.

ISTAT, *Il consumo di alcol in Italia. Anno 2016*, *Statistiche report*, 12 aprile 2017 www.istat.it

Ministero della Salute (2011), *Relazione sullo stato sanitario del paese 2009-2010*, www.rssp.salute.gov.it

Ministero della Salute (2016), *Annuario Statistico del Servizio Sanitario Nazionale. Anno 2013*, www.salute.gov.it

Okkio alla salute, *Risultati dell'indagine 2016-Regione Liguria*, www.alisa.liguria.it

Regione Liguria e Unioncamere Liguria, *Annuario statistico regionale Liguria 2014*, sito web statistica.regione.liguria.it

Stefanini A, *Effetti sulla salute delle decisioni politiche: punti di forza e criticità dello strumento VIS*, Comunicazione presentata al Convegno "La Valutazione d'Impatto sulla Salute (VIS) come azione esemplare della Rete Italiana Città Sane-OMS", Bologna 20 dicembre 2005.

SSD Epidemiologia ed Educazione e promozione alla salute – ASL 5 Spezzino, *Il fumo in ALS 5*, 31 maggio 2017 Giornata mondiale senza Fumo, www.epicentro.iss.it/passi/pdf2017/giornata_fumo_2017.pdf

Steven A, Schroeder M.D, *We Can Do Better - Improving the Health of the American People*, *The New England Journal of Medicine*, 357:1221-1228, 20 settembre 2007.

4.13. DINAMICHE DEMOGRAFICHE, SISTEMA SOCIO-ECONOMICO E BENI MATERIALI

4.13.1. La popolazione

L'andamento demografico del comune della Spezia, della provincia della Spezia e della Liguria nel periodo successivo al 1951 presenta caratteri comuni. Infatti, negli anni '50 e '60 la popolazione dell'area ha vissuto una stagione di crescita demografica, che ha portato la popolazione del comune della Spezia a passare da 111.849 a 124.547 unità (+11,4 per cento), quella della provincia della Spezia a passare da 233.264 a 244.465 (+4,8 per cento) e quella della Liguria da 1.566.961 a 1.853.578 (+18,3 per cento).

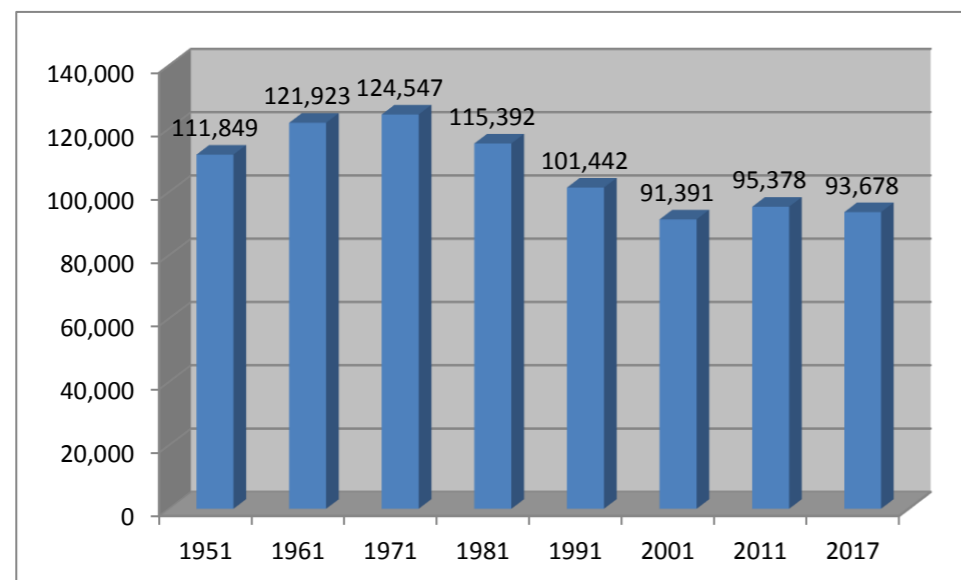


FIGURA 4-217 POPOLAZIONE RESIDENTE NEL COMUNE DELLA SPEZIA DAL 1951 AL 2017 – FONTE: ISTAT

A partire dai primi anni '70 questa fase di crescita si è esaurita lasciando il posto a una lunga stagione di contrazione demografica protrattasi per il resto del millennio che ha portato la popolazione della Spezia a ridursi nel 2001 a sole 91.391 unità (-26,6 per cento rispetto al 1971), quella della provincia della Spezia a ridursi a sole 215.935 (-11,7 per cento rispetto al 1971) e quella della Liguria a ridursi a sole 1.571.783 (-15,2 per cento rispetto al 1971).

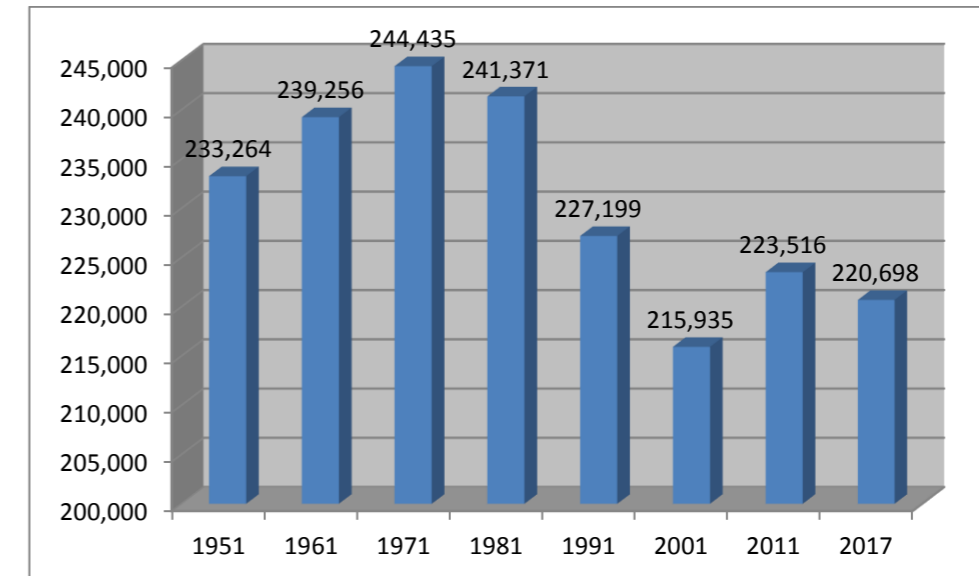


FIGURA 4-218 POPOLAZIONE RESIDENTE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA DAL 1951 AL 2017 – FONTE: ISTAT

Con l'inizio del nuovo millennio anche questa stagione di contrazione demografica si è esaurita, lasciando il posto a una nuova fase di crescita che all'inizio del 2011 ha portato la popolazione del comune della Spezia a raggiungere nuovamente le 95.378 unità (+ 4,4 per cento rispetto al 2001), quella della provincia della Spezia a raggiungere nuovamente le 223.516 unità (+3,5 per cento rispetto al 2001) e quella della Liguria a raggiungere nuovamente le 1.616.788 unità (+1,1 per cento, rispetto al 2001).

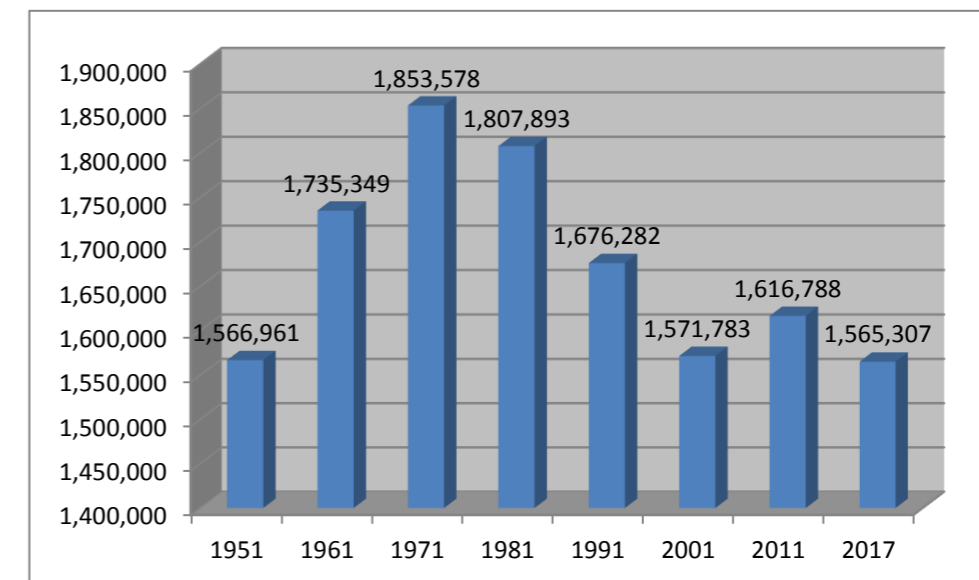


FIGURA 4-219 POPOLAZIONE RESIDENTE IN LIGURIA DAL 1951 AL 2017 – FONTE: ISTAT

La fase di modesta espansione demografica che ha interessato l'area oggetto di questo lavoro a partire dall'inizio del nuovo millennio, che peraltro appare già esaurita, è stata generata dallo stabilirsi verso di essa di quel flusso di immigrazione dall'estero che nello stesso periodo ha interessato una parte consistente del nostro paese. Infatti, tra il 2003 e il 2017 il numero degli stranieri residenti nel comune della Spezia è passato da 2.467 a 11.347 unità, raggiungendo un'incidenza di 12,1 stranieri ogni 100 residenti, quello degli stranieri residenti in provincia della Spezia da 4.585 a 19.333, raggiungendo un'incidenza di 8,8 stranieri ogni 100 residenti, e quello degli stranieri residenti in Liguria da 41.920 a 138.324, raggiungendo un'incidenza di 8,8 stranieri ogni 100 residenti. Nello stesso periodo, il saldo naturale della popolazione del comune della Spezia, della sua provincia e della Liguria è invece rimasto costantemente negativo.

La risultante dei mutamenti demografici sopra descritti è costituita da un forte invecchiamento della popolazione dell'area. Al 2017, l'11,7 per cento dei residenti nel comune della Spezia aveva un'età compresa tra 0 e 14 anni, il 61,4 per cento una compresa tra 15 e 64 anni e il rimanente 26,9 per cento una di 65 o più anni.

Il decennio 2007-2017 ha visto un leggero aumento (+0,5 per cento) dell'incidenza sul totale della popolazione del comune della macro-classe di età compresa tra 0 e 14 anni e una corrispondente diminuzione di quella della macro-classe di 65 o più anni.

Nel decennio 2007-2017 almeno nel comune della Spezia l'invecchiamento della popolazione si è quindi arrestato per effetto dei flussi migratori di cui si è detto, che come visto hanno portato l'incidenza degli stranieri sul totale della popolazione a raggiungere un valore superiore di circa il 40 per cento a quelli raggiunti dall'analogo indicatore nei contesti provinciale e regionale di riferimento.

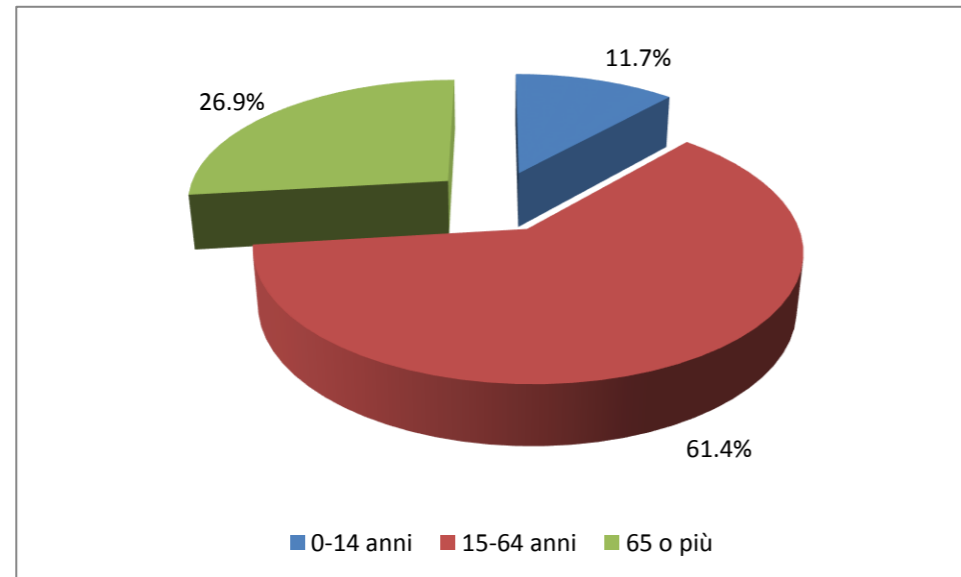


FIGURA 4-220 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DELLA SPEZIA PER CLASSE DI ETÀ AL 2017 – FONTE: ISTAT

Alla stessa data, la distribuzione per macro-classi di età della popolazione della provincia della Spezia risultava sostanzialmente analoga a quella della popolazione della città capoluogo, infatti l'11,4 per cento dei residenti della provincia aveva un'età compresa tra 0 e 14 anni, il 61,0 per cento una compresa tra 15 e 64 anni e il rimanente 27,6 per cento una di 65 anni o più. Il decennio 2007-2017 ha visto un leggero aumento (+0,3 per cento) dell'incidenza sul totale della popolazione della provincia della macro-classe di età compresa tra 0 e 14 anni, un aumento più consistente (+0,9 per cento) di quella della macro-classe di 65 anni o più e una corrispondente diminuzione dell'incidenza della macro-classe centrale di età (15-64 anni).

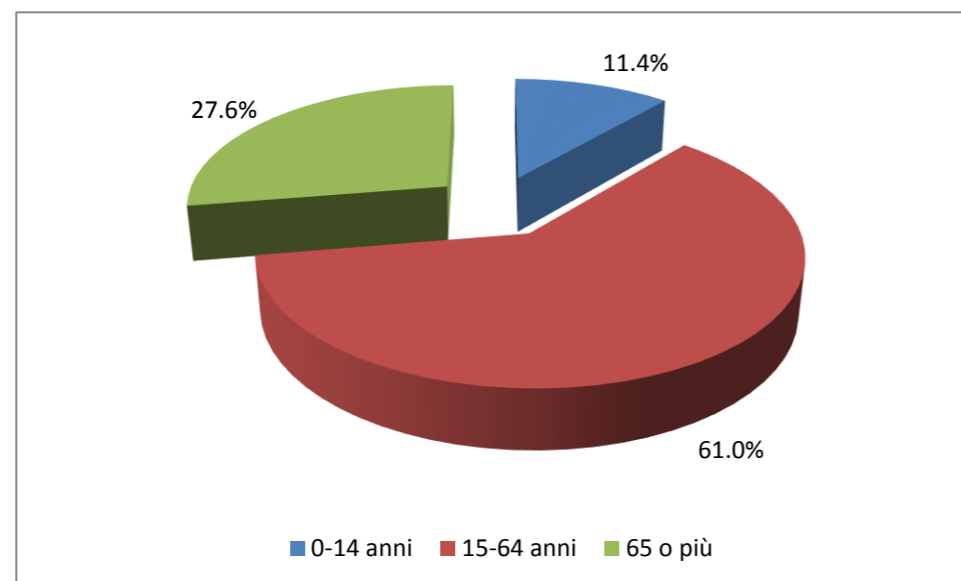


FIGURA 4-221 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE DELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA PER CLASSE DI ETÀ AL 2017 – FONTE: ISTAT

Sempre alla stessa data, l'11,3 per cento dei residenti della Liguria aveva un'età compresa tra 0 e 14 anni, il 60,3 per cento una compresa tra 15 e 64 anni e il rimanente 28,4 per cento una di 65 anni o più.

Il decennio 2007-2017 ha visto un leggerissimo aumento (+0,1 per cento) dell'incidenza sul totale della popolazione della regione della macro-classe di età compresa tra 0 e 14 anni, una diminuzione (-1,8 per cento) di quella della macro-classe di età compresa tra 15 e 64 anni e un aumento significativo (+1,7 per cento) di quella degli anziani di 65 o più anni.

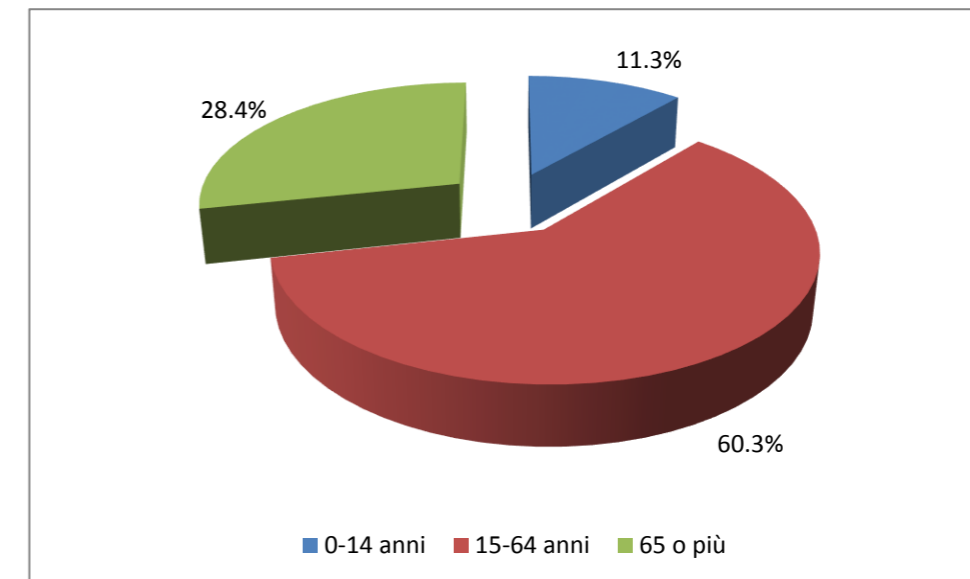


FIGURA 4-222 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE DELLA LIGURIA PER CLASSE DI ETÀ AL 2017 – FONTE: ISTAT

Il raffronto della distribuzione per macro-classi di età delle popolazioni della città della Spezia, della sua provincia e della Liguria con la media nazionale evidenzia il fatto che la popolazione dell'area appare caratterizzata da un'incidenza di anziani più elevata rispetto alla media nazionale. Infatti, sempre al 2017 il 13,5 per cento della popolazione italiana aveva un'età compresa tra 0 e 14 anni (si tratta di un'incidenza superiore di quasi 2 punti percentuali rispetto a quella riscontrabile nella popolazione della Spezia, e di oltre 2 punti percentuali a quella riscontrabile nella popolazione della sua provincia e in quella della Liguria) mentre il 64,2 per cento aveva un'età compresa tra 15 e 64 anni (si tratta di un'incidenza superiore di quasi 3 punti percentuali rispetto a quella riscontrabile nella popolazione della Spezia, di oltre 3 punti percentuali rispetto a quella riscontrabile nella popolazione della sua provincia e di quasi 4 punti percentuali rispetto a quella riscontrabile nella popolazione della Liguria) e il rimanente 22,3 per cento una di 65 anni o più (si tratta di un'incidenza inferiore di circa 5 punti percentuali rispetto a quella riscontrabile nella popolazioni della Spezia e della sua provincia, e di oltre 6 punti percentuali rispetto a quella riscontrabile in quella della Liguria).

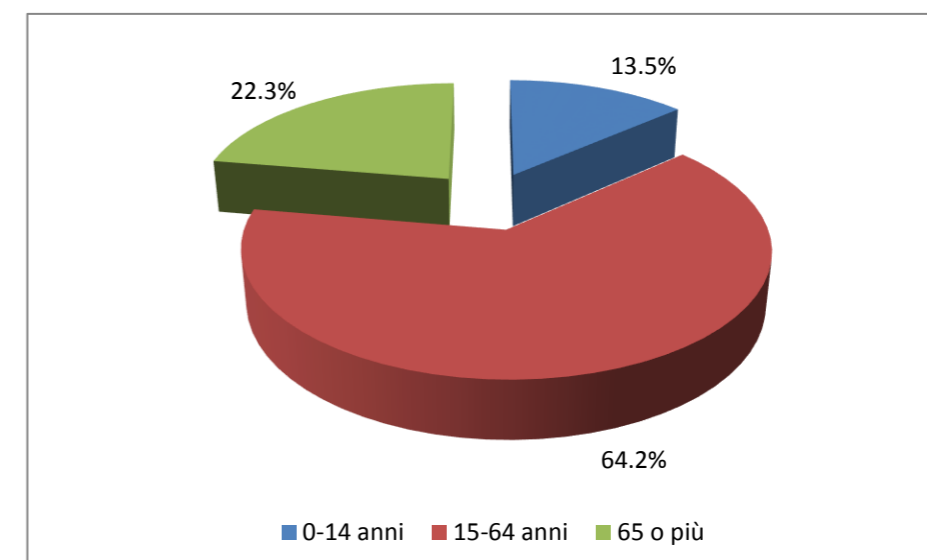


FIGURA 4-223 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE ITALIANA PER CLASSE DI ETÀ AL 2017 – FONTE: ISTAT

La piramide della popolazione per classi quinquennali di età permette di valutare in maggior dettaglio, anche visivamente, la struttura anagrafica di una popolazione. Le piramidi delle popolazioni del comune della Spezia, della provincia della Spezia, della Liguria e dell'Italia, riportate di seguito, evidenziano il fatto che La Spezia, la sua provincia e la Liguria presentano una maggiore incidenza delle classi di età più anziane rispetto alla media nazionale.

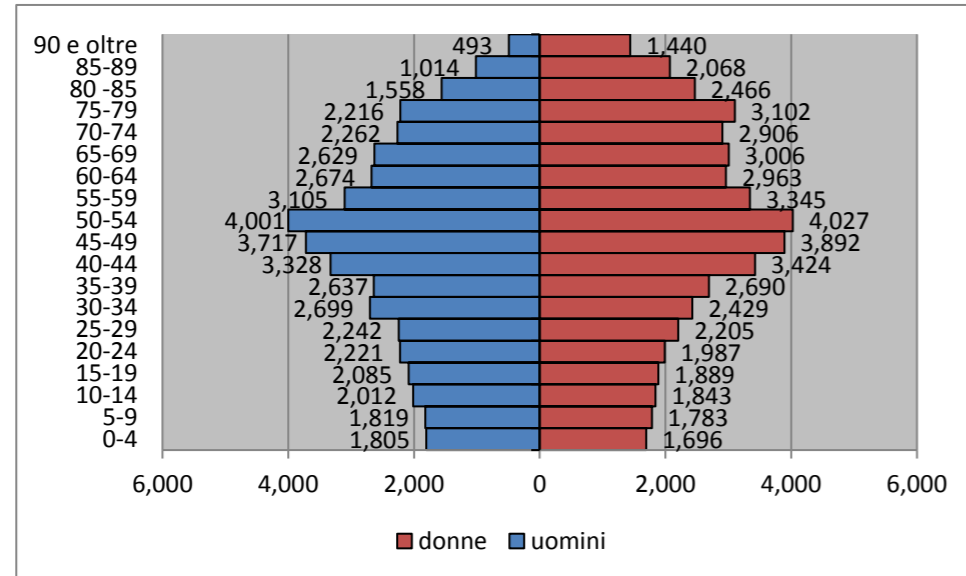


FIGURA 4-224 PIRAMIDE DELLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DELLA SPEZIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

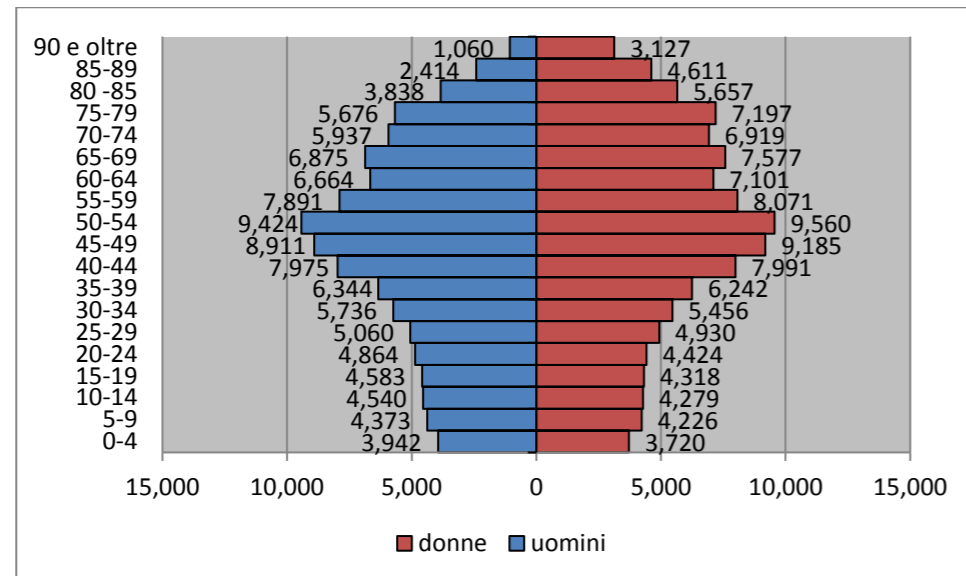


FIGURA 4-225 PIRAMIDE DELLA POPOLAZIONE DELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

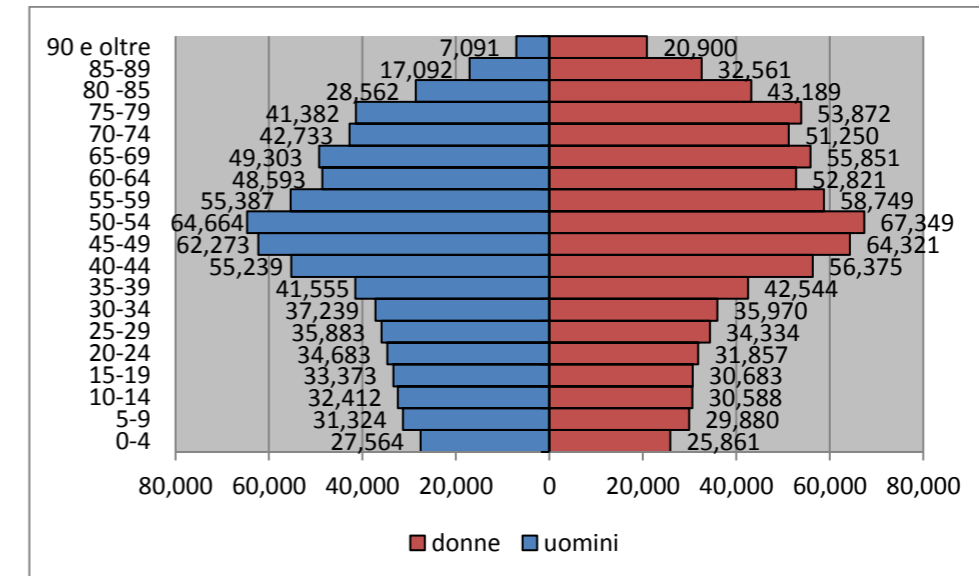


FIGURA 4-226 PIRAMIDE DELLA POPOLAZIONE DELLA LIGURIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

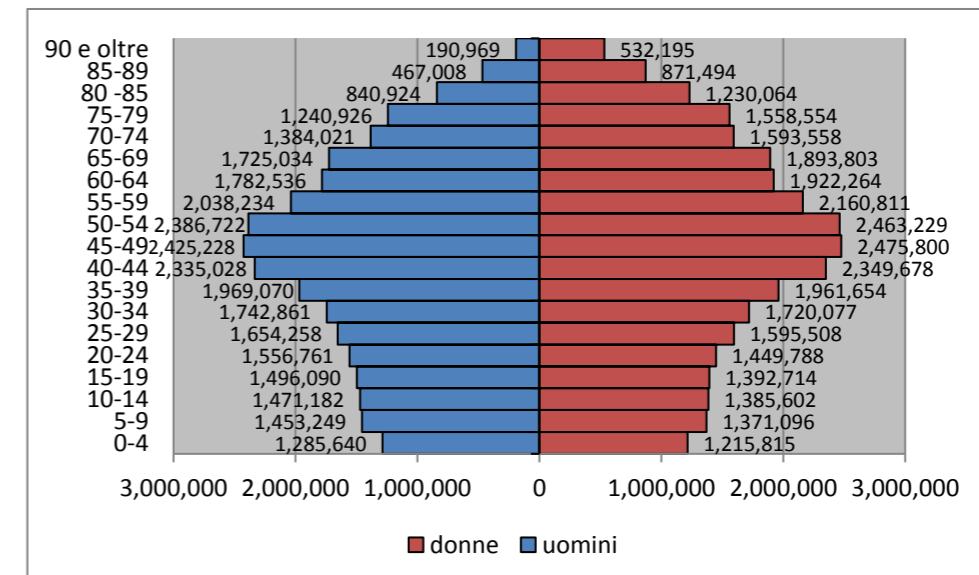


FIGURA 4-227 PIRAMIDE DELLA POPOLAZIONE DELL'ITALIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

La comprensione della struttura anagrafica delle popolazioni del comune della Spezia, della sua provincia e della Liguria, descritta dalla suddivisione per classi di età e dalle piramidi della popolazione sopra riportate, può essere completata attraverso lo studio di una famiglia di indicatori detti indici demografici. Il primo di questi indicatori a essere esaminato in questa sede è l'indice di vecchiaia che, come noto, misura il numero di residenti di 65 o più anni per ogni 100 residenti di età compresa tra i 0 e i 14 anni. L'indice di vecchiaia viene di solito considerato un indicatore piuttosto grossolano dell'invecchiamento di una popolazione. Ciò perché questo fenomeno è generalmente caratterizzato da un aumento del numero di anziani e, contemporaneamente, da una diminuzione del numero dei soggetti più giovani. Di conseguenza, il numeratore e il denominatore di questo indicatore tendono a variare in senso opposto, esaltando l'effetto del fenomeno in questione. Malgrado questo limite, l'indice di vecchiaia rappresenta un indicatore largamente utilizzato in demografia, in quanto la sua lettura coordinata con quella di altri indicatori demografici è ritenuta comunque in grado di fornire elementi utili alla piena comprensione della struttura anagrafica di una popolazione.

Nel 2017 l'indice di vecchiaia della popolazione del comune della Spezia risulta pari a 229,6. Si tratta di un valore inferiore di oltre 13 punti rispetto a quello riferito alla popolazione della provincia della Spezia nel suo insieme, pari a 242,8, e di oltre 20 rispetto a quello riferito alla popolazione della Liguria, pari a 249,8, ma superiore di oltre 64 punti rispetto alla media nazionale, pari a 165,3, che evidenzia quindi un'incidenza relativa delle coorti più anziane rispetto a quelle più giovani inferiore rispetto al contesto di riferimento ma decisamente superiore rispetto alla media nazionale.

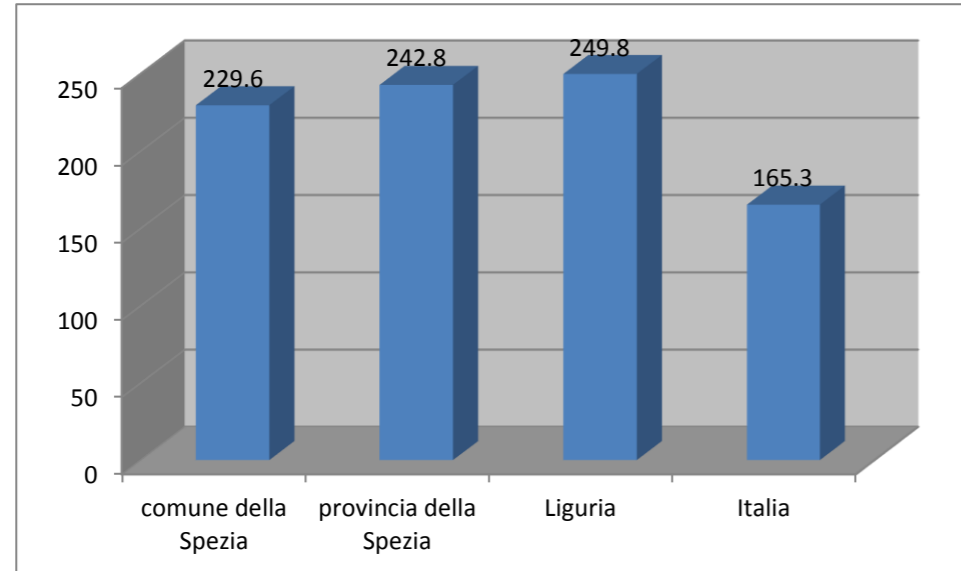


FIGURA 4-228 INDICE DI VECCHIAIA DELLA POPOLAZIONE DELLA SPEZIA E DELLA LIGURIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

Un'altra interessante chiave di lettura della struttura anagrafica di una popolazione è fornita dall'indice di dipendenza totale che, come noto, rappresenta il numero di residenti di meno di 15 o più di 65 anni per ogni 100 residenti di età compresa tra i 15 e i 64 anni. Si tratta di un indicatore del rapporto esistente nel territorio cui si riferisce tra la popolazione in età produttiva e quella al di fuori dell'età produttiva stessa.

Questo indicatore è sicuramente in grado di veicolare importanti informazioni sulle potenzialità di sviluppo di un territorio, anche se la sua significatività risente in modo piuttosto marcato della struttura economica dello stesso. Ad esempio, in società con un importante settore primario i soggetti molto giovani o anziani non possono essere considerati economicamente o socialmente dipendenti dagli adulti, in quanto spesso direttamente coinvolti nel processo produttivo, mentre al contrario nelle economie più avanzate una parte anche consistente degli individui di età compresa tra i 15 e i 64 anni, quindi considerati nell'indice di dipendenza totale al denominatore, sono in realtà dipendenti da altri in quanto studenti o disoccupati o pensionati. In ogni caso, di norma valori di questo indice superiori a 50 possono essere considerati indicativi di una situazione di squilibrio generazionale.¹⁶

Nel 2017 l'indice di dipendenza totale della popolazione del comune della Spezia risulta pari a 62,7. Si tratta di un valore inferiore di oltre 1 punto rispetto a quello riferito alla popolazione della provincia della Spezia e di oltre 3 rispetto a quello riferito alla popolazione della Liguria, ma superiore di quasi 7 punti rispetto alla media nazionale, pari a 54,6. Si noti che secondo il criterio sopra esposto anche quest'ultimo è un valore estremamente elevato, indicativo della presenza di un'importante situazione di squilibrio generazionale tra le coorti in età produttiva e quelle al di fuori di essa, giudizio che quindi deve essere a maggior ragione esteso alla popolazione della Spezia, della sua provincia e della Liguria.

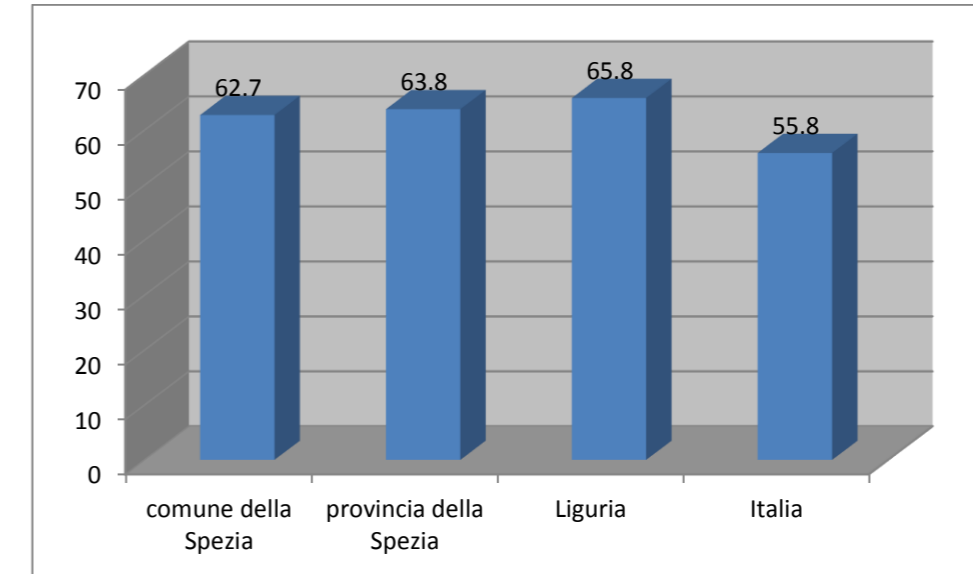


FIGURA 4-229 INDICE DI DIPENDENZA TOTALE DELLA POPOLAZIONE DELLA SPEZIA E DELLA LIGURIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

L'indice di dipendenza totale fornisce, come detto, una misura della consistenza demografica della fascia di popolazione in età produttiva rispetto a quella della fascia al di fuori dell'età produttiva stessa, senza però fornire alcuna indicazione sull'incidenza relativa di anziani di 65 o più anni e ragazzi di meno di 15 anni all'interno di quest'ultima. Questa indicazione supplementare può essere ottenuta scomponendo l'indice di dipendenza totale in un indice di dipendenza giovanile, che rappresenta il numero di residenti di meno di 15 anni per ogni 100 residenti di età compresa tra i 15 e i 64 anni, e un indice di dipendenza senile, che rappresenta il numero di residenti di 65 o più anni per ogni 100 residenti di età compresa tra i 15 e i 64 anni.

L'indice di dipendenza giovanile, pur scontando, specialmente nelle società post-industriali come la nostra, alcune semplificazioni dovute all'innalzamento della scolarità e all'ormai generalizzato tardivo ingresso dei giovani nel mondo del lavoro, può fornire utili indicazioni sulla pressione esercitata dai residenti che, per ragioni anagrafiche, risultano essere ancora a carico del contingente almeno potenzialmente in età lavorativa. La garanzia del sostentamento fornito da quest'ultimo alle generazioni più giovani viene valutata positivamente al fine della sostenibilità sociale dello sviluppo ma risulta problematica solo nei paesi a forte crescita demografica, e non rappresenta quindi sicuramente un problema nel nostro paese, in questo momento affetto semmai dal problema della bassa natalità e, di conseguenza, della scarsa numerosità delle coorti più giovani.

Nel 2017 l'indice di dipendenza giovanile della popolazione del comune della Spezia risulta pari a 19,0. Si tratta di un valore sostanzialmente in linea con i valori dell'analogo indicatore riferiti alla popolazione della provincia della Spezia, pari a 18,6, e alla popolazione della Liguria, pari a 18,8, ma inferiore di 2 punti rispetto a quello riferito alla popolazione italiana, pari a 21,0 che evidenzia un'incidenza dei ragazzi di meno di 15 anni rispetto agli adulti di età compresa tra 15 e 64 anni in linea con il contesto territoriale di riferimento ma più bassa rispetto alla media nazionale.

¹⁶ Vedi: Regione Emilia-Romagna, 2010.

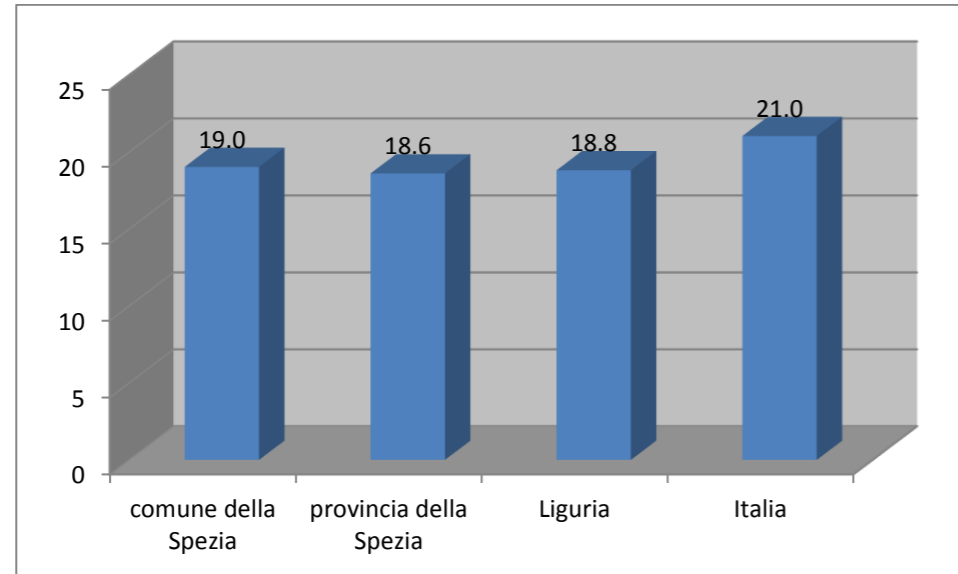


FIGURA 4-230 INDICE DI DIPENDENZA GIOVANILE DELLA POPOLAZIONE DELLA SPEZIA E DELLA LIGURIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

L'indice di dipendenza senile può invece fornire utili indicazioni sulla pressione esercitata dai residenti più anziani che, anche se per ragioni anagrafiche opposte rispetto a quelle dei più giovani, risultano essere a carico del contingente almeno potenzialmente in età lavorativa. Per valutare correttamente la significatività di questo indicatore demografico occorre tener presente come esso scenti, in molte società avanzate e in particolar modo in quella italiana, alcune semplificazioni dovute alle norme sul pensionamento in vigore fino a qualche anno fa che fanno sì che ancora oggi gli ultrasessantenni in attività rappresentino una percentuale non molto alta, anche se in crescita, della popolazione appartenente a quella fascia di età (secondo l'ISTAT, nel 2016 in Italia il tasso di attività della fascia di età compresa tra i 55 e i 64 anni era del 53,4 per cento, in decisa crescita rispetto al 2006, quando il valore dello stesso indicatore era del 33,4 per cento).

Nel 2017 l'indice di dipendenza senile della popolazione del comune della Spezia risulta pari a 43,7. Si tratta di un valore inferiore di poco più di 1 punto rispetto al valore dell'analogo indicatore riferito alla popolazione della provincia della Spezia (45,2) e di oltre 3 punti rispetto a quello riferito alla popolazione della Liguria, pari a 47, ma superiore di quasi 9 punti rispetto alla media nazionale, pari a 34,8, che evidenzia un'incidenza degli anziani di 65 o più anni rispetto agli adulti di età compresa tra 15 e 64 anni leggermente più bassa rispetto al contesto territoriale di riferimento ma significativamente più alta rispetto alla media nazionale.

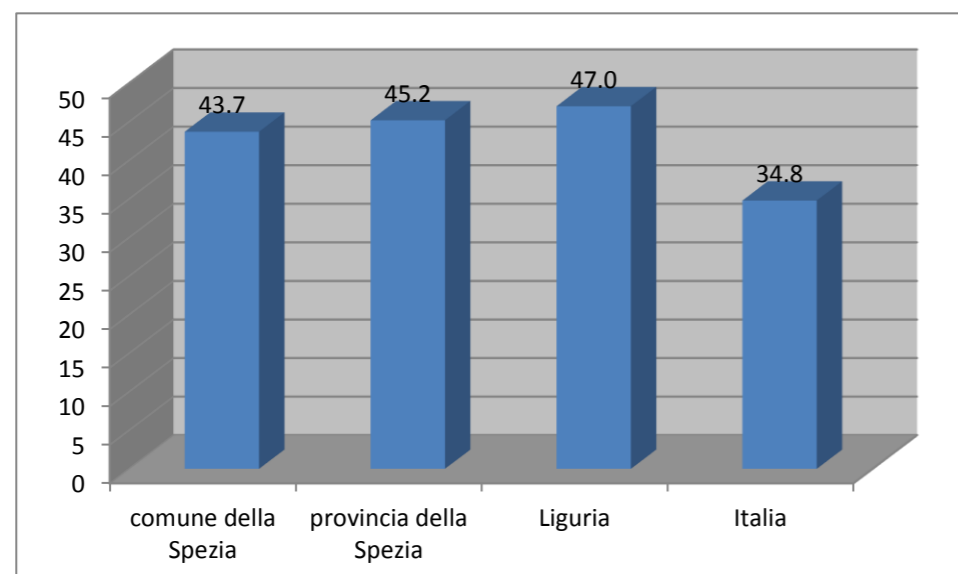


FIGURA 4-231 INDICE DI DIPENDENZA SENILE DELLA POPOLAZIONE DELLA SPEZIA E DELLA LIGURIA AL 2017 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

La lettura coordinata degli indici di dipendenza sopra riportati evidenzia quindi che la situazione di importante squilibrio generazionale tra le coorti in età produttiva e quelle al di fuori di essa che caratterizza le popolazioni della Spezia, della sua provincia e della Liguria, evidenziata dall'indice di dipendenza totale, è in larga parte generata dall'elevata incidenza delle coorti più anziane rispetto a quelle in età lavorativa, mentre l'incidenza delle coorti di età compresa tra 0 e 14 anni risulta inferiore rispetto alla media nazionale.

4.13.2. Il grado di istruzione

Il grado di istruzione della popolazione rappresenta un'informazione indicativa sia dello stato del sistema insediativo e delle condizioni socio-economiche sia, come meglio illustrato al punto dedicato a questo argomento, di quello della salute e del benessere dell'uomo.

Al censimento 2011, lo 0,4 per cento degli 88.522 residenti nel comune della Spezia di 6 anni o più era costituito da analfabeti, il 5,6 per cento da alfabeti privi di titolo di studio, il 19,4 per cento possedeva la licenza elementare, il 27,9 per cento la licenza media inferiore o di avviamento professionale, il 34,4 per cento il diploma di scuola secondaria superiore, lo 0,4 per cento un diploma terziario non universitario di vecchio ordinamento e il rimanente 11,9 per cento un titolo di studio universitario.

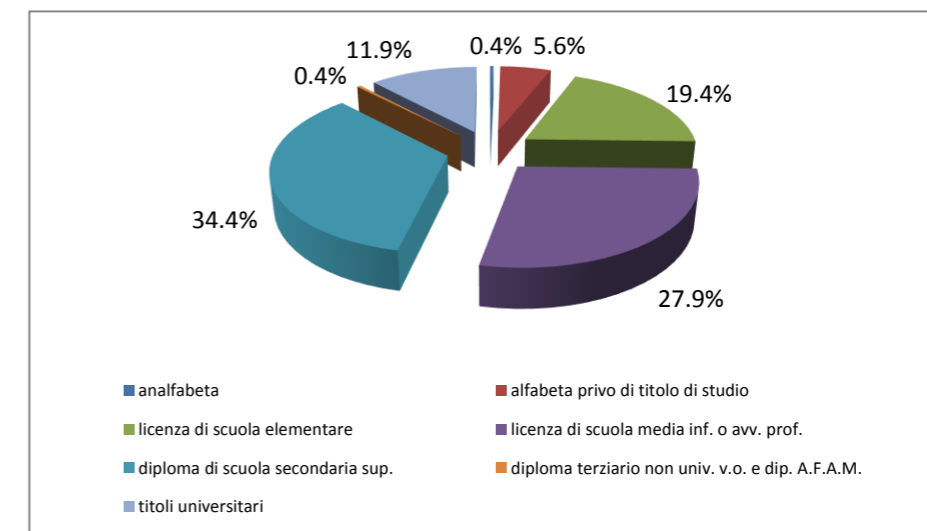


FIGURA 4-232 GRADO DI ISTRUZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NEL COMUNE DELLA SPEZIA DI 6 ANNI O PIÙ AL CENSIMENTO 2011 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

Alla stessa data, lo 0,4 per cento dei 209.362 residenti in provincia della Spezia di 6 anni o più era costituito da analfabeti, il 6 per cento da alfabeti privi di titolo di studio, il 20,8 per cento possedeva la licenza elementare, il 28,7 per cento la licenza media inferiore o di avviamento professionale, il 33,2 per cento il diploma di scuola secondaria superiore, lo 0,4 per cento un diploma terziario non universitario di vecchio ordinamento e il rimanente 10,5 per cento un titolo di studio universitario.

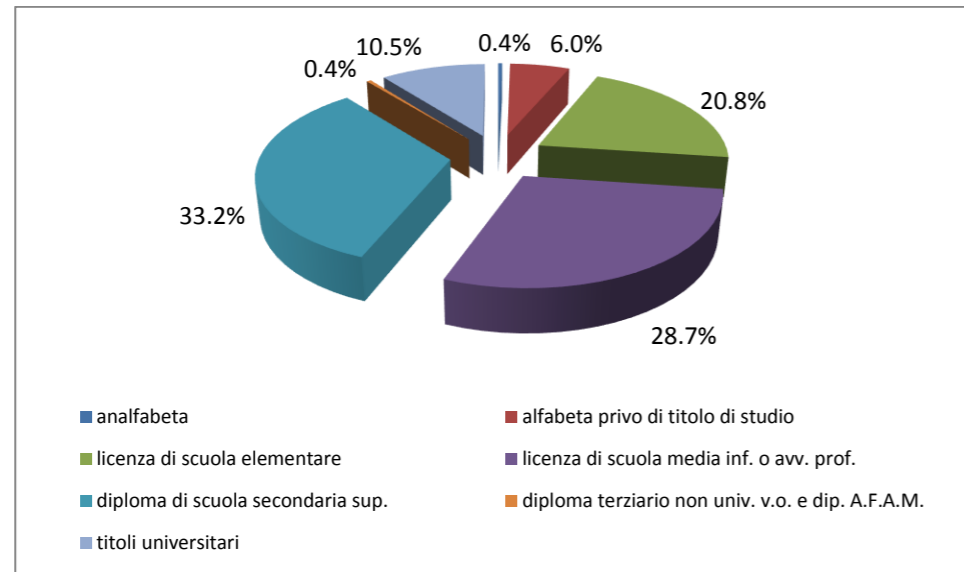


FIGURA 4-233 GRADO DI ISTRUZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA DI 6 ANNI O PIÙ AL CENSIMENTO 2011 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

Sempre alla stessa data, lo 0,7 per cento dei 1.499.595 residenti in Liguria di 6 anni o più era costituito da analfabeti, il 5,9 per cento da alfabeti privi di titolo di studio, il 20,1 per cento possedeva la licenza elementare, il 29,1 per cento la licenza media inferiore o di avviamento professionale, il 32,2 per cento il diploma di scuola secondaria superiore, lo 0,4 per cento un diploma terziario non universitario di vecchio ordinamento e il rimanente 11,6 per cento un titolo di studio universitario.

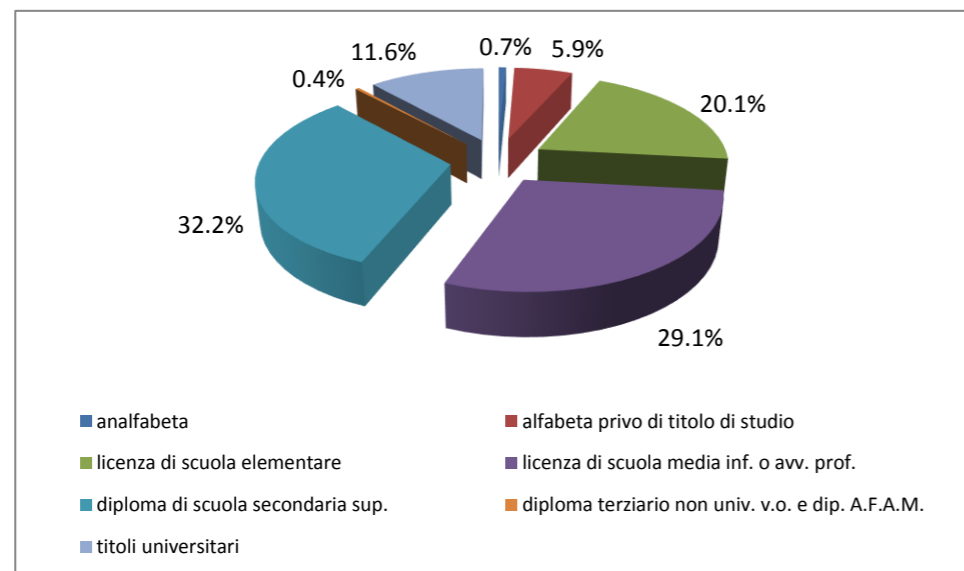


FIGURA 4-234 GRADO DI ISTRUZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE IN LIGURIA DI 6 ANNI O PIÙ AL CENSIMENTO 2011 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

Come si vede, l'incidenza di diplomati e laureati sul totale della popolazione della Spezia di 6 anni o più risulta maggiore di oltre due punti percentuali rispetto ai valori dell'analogo indicatore riferiti al contesto provinciale e a quello regionale.

4.13.3. La creazione della ricchezza

La ricchezza creata dalla struttura produttiva della provincia della Spezia può essere quantificata attraverso il Valore Aggiunto da essa generato, che, misurato a prezzi correnti, nel 2014 è stato di 5.867 milioni di euro, corrispondenti a un valore aggiunto pro capite di 26.415 euro. Si tratta di un dato superiore del 10 per cento rispetto alla media nazionale che colloca la provincia al 27° posto tra le provincie italiane e al 2° dietro Genova tra quelle della Liguria.

Al 2013 l'incidenza del settore dei servizi sul totale dell'economia provinciale risulta inferiore di 1,4 punti percentuali rispetto alla media regionale, pari all'80,7 per cento, ma superiore di quasi 5 punti percentuali rispetto a quella nazionale, pari al 74,4 per cento, mentre quella dell'industria risulta superiore di 1,6 punti rispetto alla media regionale, pari al 18,2 per cento, ma inferiore di oltre 3 punti rispetto a quella nazionale, pari al 23,2 per cento, e quella dell'agricoltura risulta inferiore di 0,2 punti percentuali rispetto alla media regionale, pari all'1,1 per cento, e di 1,4 punti percentuali rispetto a quella nazionale, pari al 2,3 per cento.

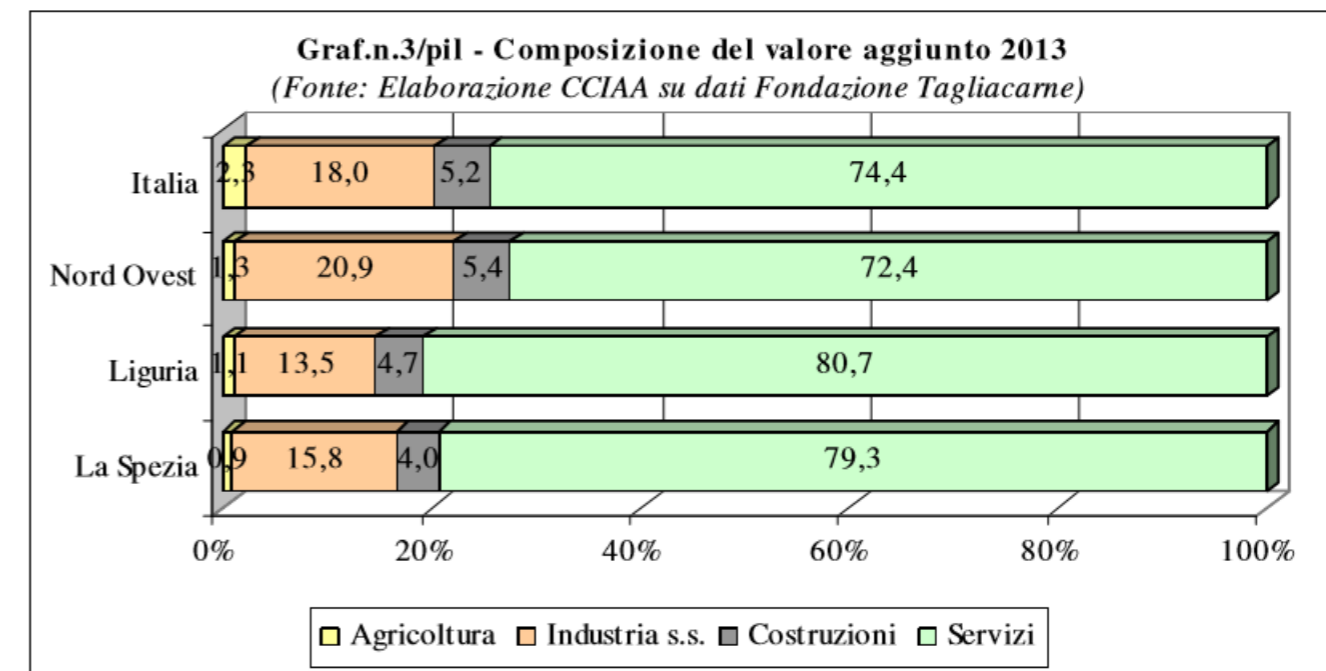


FIGURA 4-235 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEL VALORE AGGIUNTO GENERATO DALLA STRUTTURA PRODUTTIVA DELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA PER SETTORE DI ATTIVITÀ AL 2013 – FONTE: CAMERA COMMERCIO LA SPEZIA SU DATI ISTITUTO TAGLIACARNE

Ai fini di questo lavoro risulta di particolare interesse, anche se leggermente datato, l'approfondimento sul valore aggiunto generato dalle filiere delle attività economiche legate al mare nel 2013 prodotto dalla Camera di Commercio della Spezia¹⁷, secondo il quale nel 2013 in provincia della Spezia le 2.359 imprese registrate appartenenti a questa filiera (l'11,4 per cento del totale delle imprese registrate della provincia) hanno complessivamente generato un valore aggiunto di 638,7 milioni di euro, pari al 12,9 per cento del totale dell'economia della provincia¹⁸. Il 4,7 per cento di questo valore aggiunto (30,3 milioni di euro) è stato generato dalle 280 imprese appartenenti alla filiera ittica, il 22,1 per cento (141,4 milioni di euro) dalle 489 imprese appartenenti alla filiera della cantieristica, il 21,2 per cento (135,3 milioni di euro) dalle 251 imprese impegnate nella movimentazione di merci e passeggeri via mare, il 23,1 per cento (147,2 milioni di euro) dalle 1.088 imprese impegnate nei servizi di alloggio e ristorazione, il 23,6 per cento (150,8 milioni di euro) dalle 35 imprese impegnate in attività di ricerca, regolazione e tutela ambientale e il rimanente 5,3 per cento (33,6 milioni di euro) dalle 209 imprese impegnate in attività sportive e ricreative.

¹⁷ Vedi: Camera di Commercio La Spezia, (2014).

¹⁸ Nel 2014 il valore aggiunto provinciale complessivamente prodotto dalle filiere delle attività economiche legate al mare è stato di 691,9 milioni di euro (+8,3 per cento rispetto all'anno precedente) corrispondenti al 13,5 per cento sul totale del valore aggiunto prodotto, con un aumento di 0,6 punti percentuali rispetto all'anno precedente.

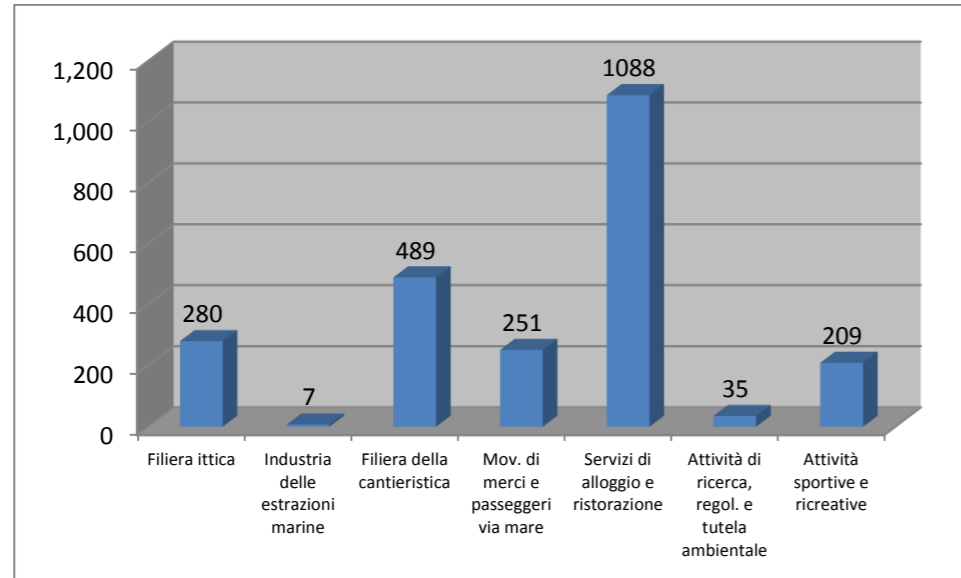


FIGURA 4-236 IMPRESE REGISTRATE NELLE ATTIVITÀ ECONOMICHE DELL'ECONOMIA DEL MARE NELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA AL 31 DICEMBRE 2013 – FONTE: FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DELLA SPEZIA

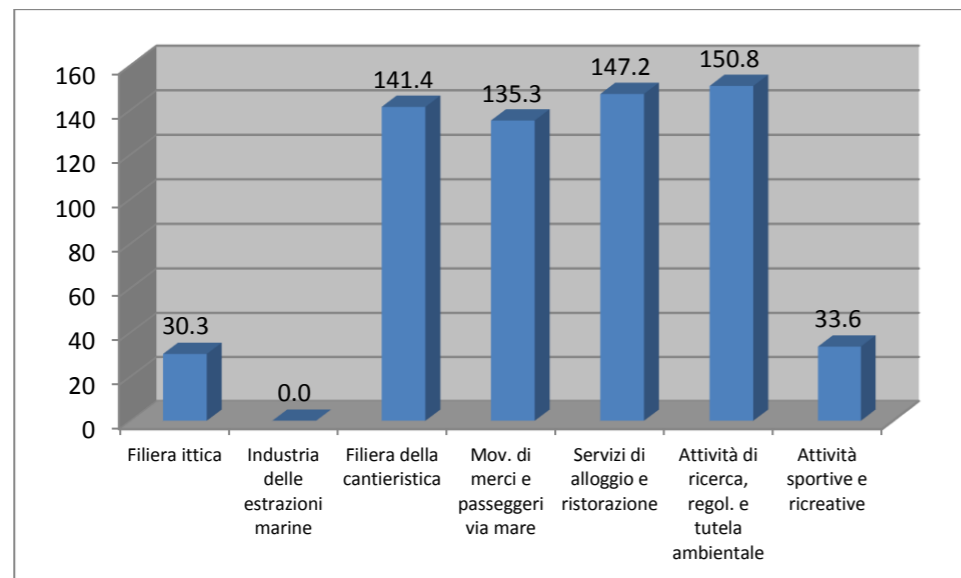


FIGURA 4-237 VALORE AGGIUNTO PER LE FILIERE DELLE ATTIVITÀ ECONOMICHE DEL MARE AL 2013 (MILIONI DI EURO) – FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DELLA SPEZIA

Questi dati evidenziano l'importanza delle attività economiche legate al mare, e in particolare di quelle legate al porto, per l'economia della Spezia e della sua provincia. Da questa importanza discende direttamente la considerazione che l'adeguamento infrastrutturale del porto della Spezia prefigurato dall'intervento in progetto contribuendo a garantire la competitività di lungo periodo di questa infrastruttura fornirà un contributo importante al benessere della popolazione di quest'area.

4.13.4. Il mercato del lavoro

L'esame dell'andamento del numero di disoccupati e del tasso di disoccupazione nell'ultimo decennio evidenzia che il mercato del lavoro della provincia della Spezia ha manifestato un discreto equilibrio tra domanda e offerta fino al 2011, per poi mostrare un deciso peggioramento negli anni successivi. Tra il 2004 e il 2011 il numero di disoccupati della provincia si è infatti mantenuto stabilmente intorno alle 4.000-5.000 unità, impennandosi poi drasticamente nel 2012 quanto ha raggiunto le 10.000 unità, livello mantenutosi sostanzialmente stabile sino al 2016.

In provincia della Spezia questo indicatore non ha quindi praticamente risentito della cosiddetta crisi dei mutui *sub-prime*, che tra il 2007 e il 2011 ha portato il numero di disoccupati in Liguria a passare da 32.000 a 43.000 (+34,4 per cento), e il valore dello stesso indicatore riferito all'Italia a passare da 1.481.000 a 2.061.000 unità (+40 per cento), ma ha fatto registrare un netto peggioramento solo a partire dal 2012.

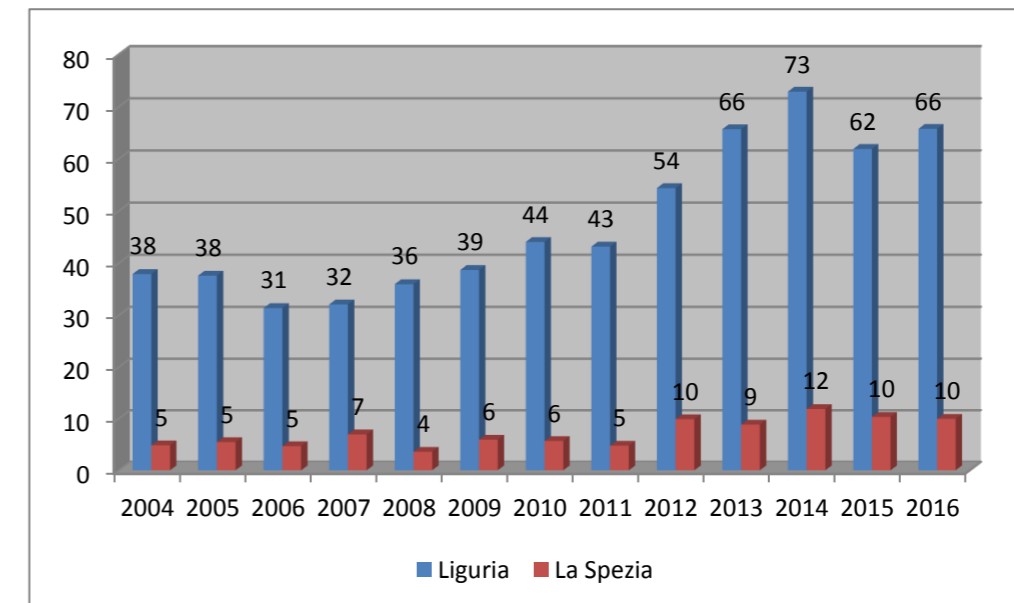


FIGURA 4-238 DISOCCUPATI IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2004 AL 2016 (MIGLIAIA) – FONTE: ISTAT

L'andamento del numero di disoccupati sopra descritto ha portato il tasso di disoccupazione delle forze di lavoro della provincia della Spezia a mantenersi stabilmente intorno al 5 per cento (valore indicativamente definito "di pieno impiego" da gran parte della letteratura economica) tra il 2004 e il 2011, per poi impennarsi fino a raggiungere un picco del 10,4 per cento nel 2014 e assestarsi su valori di poco superiori al 10 per cento nel 2015-2016.

Si tratta anche in questo caso di un andamento non del tutto sovrapponibile ne con quello fatto registrare dallo stesso indicatore riferito alla Liguria, cresciuto in maniera continua dal 4,8 per cento del 2007 al 10,8 per cento del 2014 (con la sola eccezione del 2011, quando è leggermente diminuito) per poi assestarsi su valori di poco inferiori a questo nel 2015-2016, ne con la media nazionale, cresciuta anch'essa in maniera continua dal 6,1 per cento del 2007 al 12,7 per cento del 2014 per poi ridiscendere fino all'11,7 per cento nel 2016.

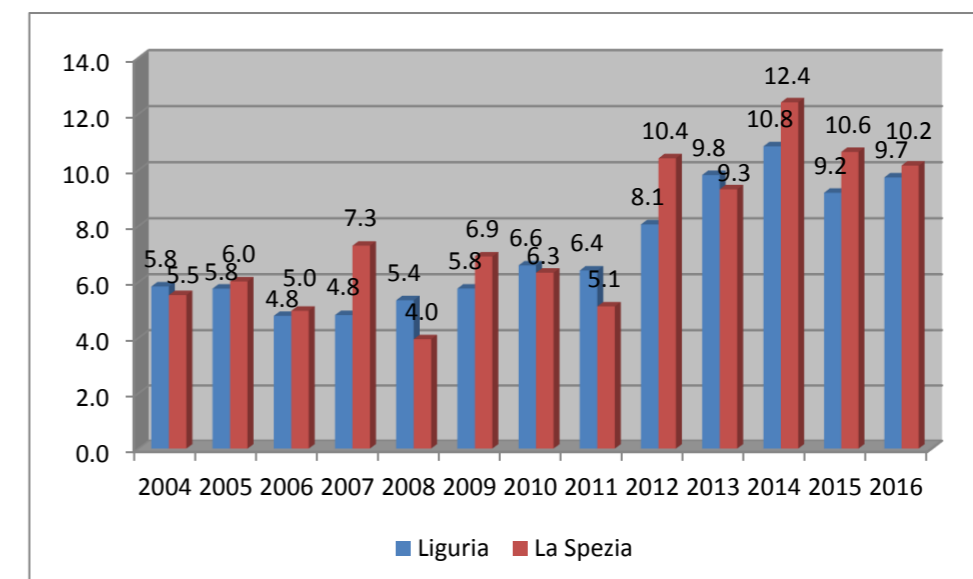


FIGURA 4-239 TASSO DI DISOCCUPAZIONE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2004 AL 2016 – FONTE: ISTAT

Nel 2016 il tasso di disoccupazione giovanile (15-24 anni) in provincia della Spezia era del 30,9 per cento. Si tratta di un valore estremamente elevato, ma inferiore di 7 punti percentuali sia rispetto al valore dell'analogo indicatore riferito alle forze di lavoro della Liguria (37,9 per cento) sia rispetto alla media nazionale, pari al 37,8 per cento. Si noti che il valore di questo indicatore riferito alla provincia della Spezia risulta in netta diminuzione rispetto ai picchi fatti registrare nel corso del biennio 2012-2013, quando il tasso di disoccupazione giovanile in provincia della Spezia aveva raggiunto valori intorno al 50 per cento.

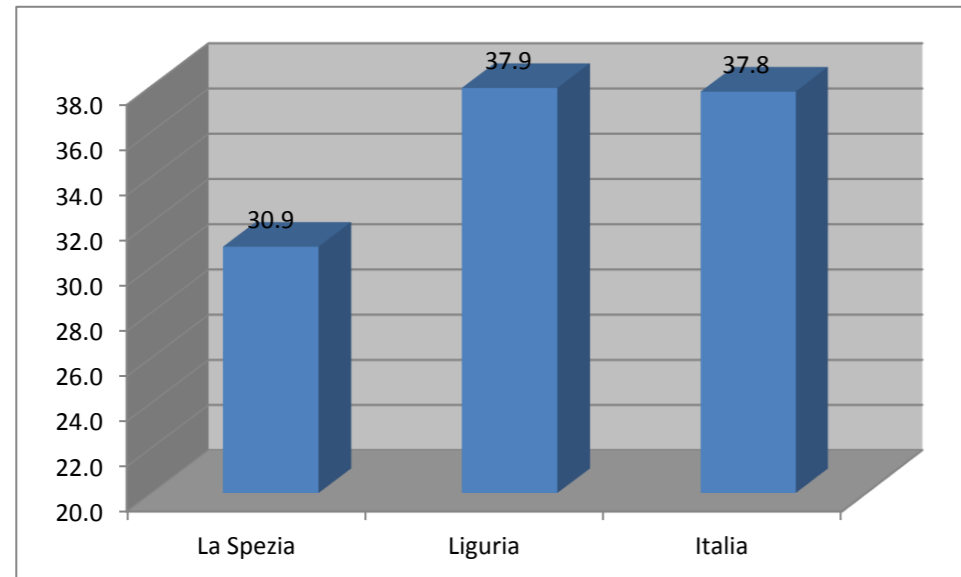


FIGURA 4-240 TASSO DI DISOCCUPAZIONE GIOVANILE (15-24) IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA AL 2016 – FONTE: ISTAT

Naturalmente il solo esame del numero di disoccupati e del tasso di disoccupazione non è sufficiente a cogliere la complessità di un mercato del lavoro in cui l'inattività dei lavoratori scoraggiati, cioè individui che sarebbero pronti a lavorare ma non cercano lavoro perché convinti di non riuscire a trovarlo, ha caratteri simili alla disoccupazione, come pure li ha l'occupazione *part-time* involontaria.

A tal fine, un primo indicatore da leggere in modo coordinato con quelli relativi alla disoccupazione presentati in precedenza è costituito dal tasso di attività, la cui diminuzione potrebbe essere indicativa della presenza di un significativo abbandono delle forze di lavoro da parte di lavoratori scoraggiati. Tra il 2007 e il 2009 il valore di questo indicatore riferito alla provincia della Spezia è effettivamente sceso di quasi 6 punti percentuali, passando dal 49,5 al 44 per cento. Tuttavia, a partire dal 2009 questo valore ha ripreso ad aumentare, fino a superare nel 2015 il valore del 2007 e assestarsi nel 2016 al 50,3 per cento.

Nello stesso periodo, il valore dello stesso indicatore riferito alla Liguria è rimasto sostanzialmente stabile intorno a livelli di poco superiori al 48 per cento, mentre quello riferito alle forze di lavoro italiane è rimasto stabilmente intorno al 49 per cento, a parte una leggera flessione tra il 2009 e il 2011.

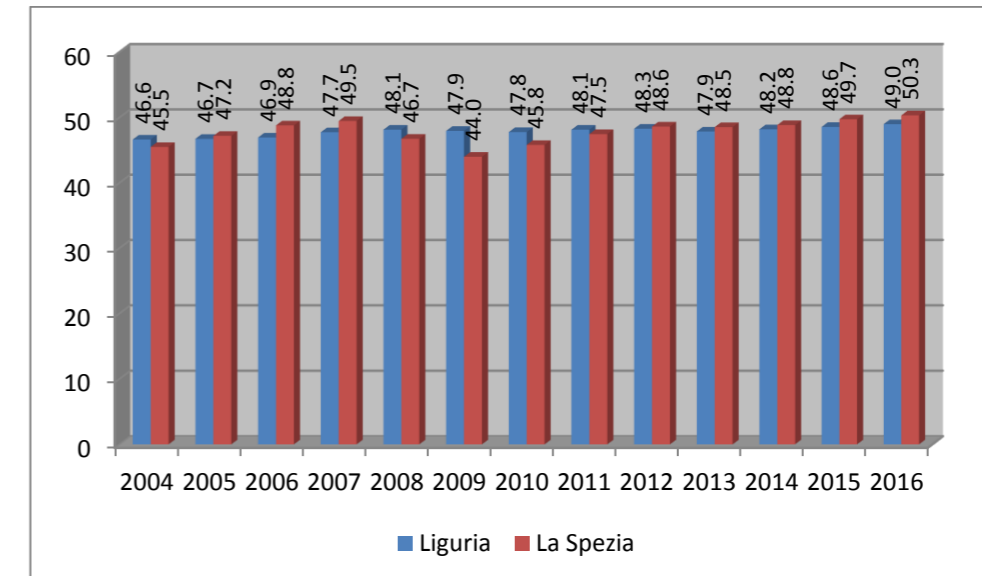


FIGURA 4-241 TASSO DI ATTIVITÀ IN (15 ANNI E PIÙ) PROVINCIA DELLA SPEZIA E IN LIGURIA DAL 2004 AL 2016 – FONTE: ISTAT

Sempre per cercare di descrivere il fenomeno dei lavoratori scoraggiati Eurostat, in accordo con gli Istituti statistici degli Stati membri della UE, ha definito tre nuovi indicatori complementari al tasso di disoccupazione, che consentono di monitorare quell'area grigia degli inattivi al confine della disoccupazione che sfugge all'usuale tasso di disoccupazione ma comprende:

- gli inattivi disponibili a lavorare subito ma che non cercano lavoro perché convinti dell'inutilità della ricerca;
- gli inattivi che cercano lavoro ma non sono disponibili a lavorare immediatamente;
- i sottoccupati part time.

La somma dei primi due segmenti rappresenta le cosiddette forze di lavoro potenziali. Le forze di lavoro potenziali rappresentano il solo di questi dati disponibile anche a livello provinciale. Secondo l'ISTAT nel 2016 le forze di lavoro potenziali alla Spezia risultano quantificabili in circa 5.000 unità, mentre in Liguria risultano quantificabili in 46.000 unità e in Italia risultano invece quantificabili in 3.344.000 unità. Si tratta di valori decisamente migliori di quelli riferiti al 2015, quando il valore dell'analogo indicatore riferito alla provincia della Spezia era pari a circa 7.000 unità, mentre quello riferito alla Liguria era pari a quasi 48.000 unità e quello riferito all'Italia a 3.555.000 unità.

Avvalendosi di questi indicatori l'Istat calcola un tasso di disoccupazione diverso da quello tradizionale, chiamato tasso di mancata partecipazione, che prende in considerazione sia al numeratore sia al denominatore anche la parte delle forze di lavoro potenziali costituita dagli inattivi che dichiarano di non cercare lavoro ma di essere disponibili a lavorare immediatamente.

Nel 2016 il tasso di mancata partecipazione riferito alla provincia della Spezia risulta pari al 14,7 per cento, mentre il valore dello stesso indicatore riferito alla Liguria risulta pari al 15,1 per cento e quello riferito all'Italia risulta pari al 21,6 per cento. Si tratta di valori che documentano una situazione del mercato del lavoro decisamente peggiore di quella mostrata dal tasso di disoccupazione ma in miglioramento rispetto agli anni immediatamente precedenti. Infatti nel 2014 il valore di questo indicatore riferito alla provincia della Spezia era pari al 18,3 per cento, mentre quello riferito alla Liguria era pari al 16,2 per cento e quello riferito all'Italia era pari al 22,9 per cento.

L'esame dell'andamento del numero di occupati nel corso del decennio appena trascorso evidenzia che tra il 2006 e il 2009 gli occupati in provincia della Spezia sono passati da 89.000 a 80.000. Sono quindi andati perduti circa 9.000 posti di lavoro, quasi tutti recuperati negli anni successivi.

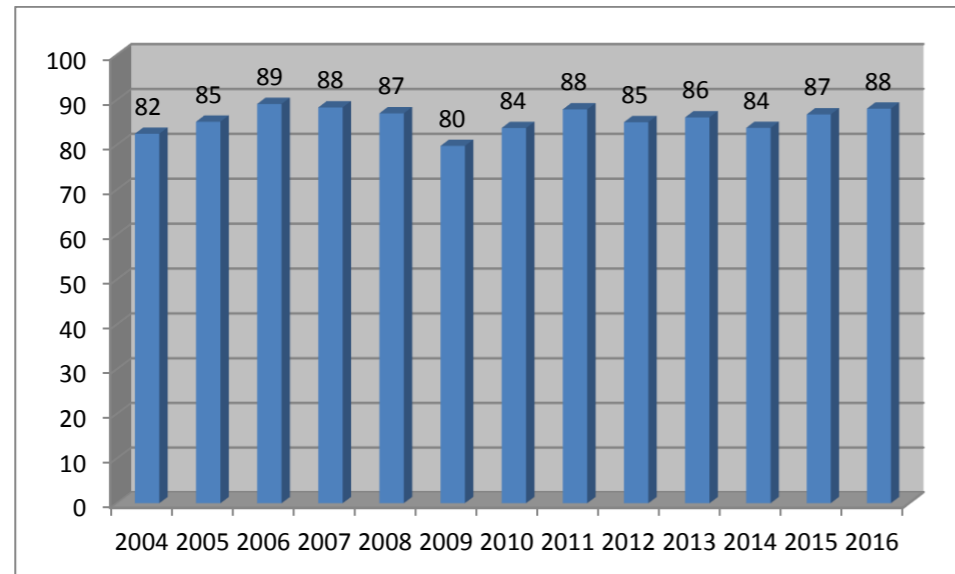


FIGURA 4-242 NUMERO DI OCCUPATI IN PROVINCIA DELLA SPEZIA DAL 2004 AL 2016 (IN MIGLIAIA) – FONTE: ISTAT

Per quanto riguarda l'incidenza occupazionale dei diversi settori produttivi, si può osservare che nel 2016 lo 0,9 per cento dei circa 88.000 occupati della provincia della Spezia erano impegnati in agricoltura, l'11,8 per cento nell'industria manifatturiera, il 5,9 per cento nelle costruzioni, il 23,8 per cento in commercio, alberghi e ristoranti e il rimanente 57,7 per cento negli altri servizi.

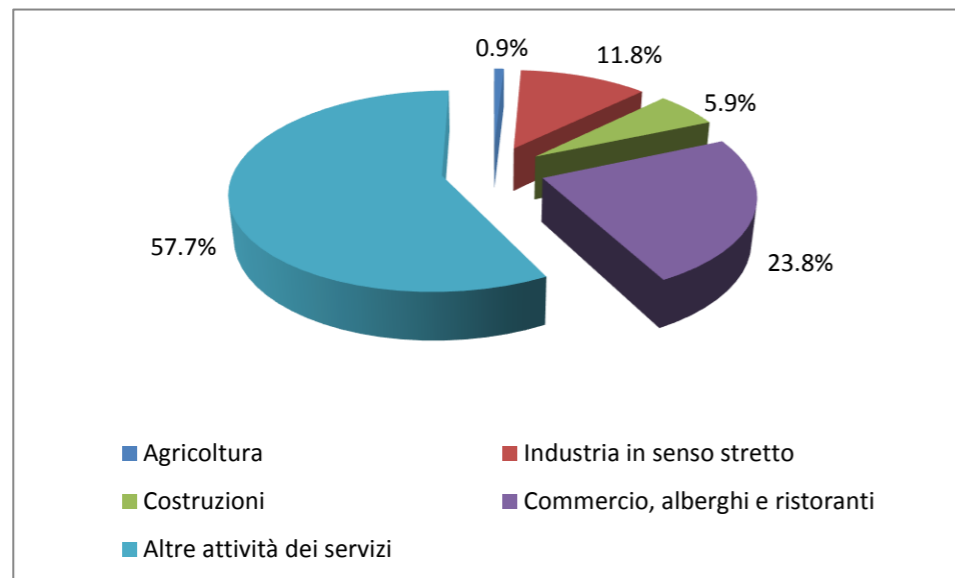


FIGURA 4-243 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEL NUMERO DI OCCUPATI IN PROVINCIA DELLA SPEZIA PER SETTORE DI ATTIVITÀ AL 2016 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

L'importanza delle filiere delle attività economiche legate al mare per l'economia della provincia della Spezia è testimoniata, oltre che dalla loro incidenza sul totale della ricchezza creata dal sistema produttivo provinciale di cui si è detto al punto dedicato a questo argomento, anche dalla loro importanza occupazionale. Sempre nel 2013, nella provincia gli occupati nella filiere delle attività economiche legate al mare erano complessivamente 11.600, corrispondenti al 14,8 per cento del totale degli occupati della provincia. Il 6,1 per cento di questi occupati (700 unità) era impegnato nella filiera ittica, il 26 per cento (3.000 unità) in quella della cantieristica, il 16,4 per cento (1.900 unità) nella movimentazione di merci e passeggeri via mare, il 28,2 per cento (3.300 unità) nei servizi di alloggio e ristorazione, il 16 per cento (1.900 unità) nelle attività di ricerca, regolazione e tutela ambientale e il rimanente 7,2 per cento (800 unità) nelle attività sportive e ricreative.

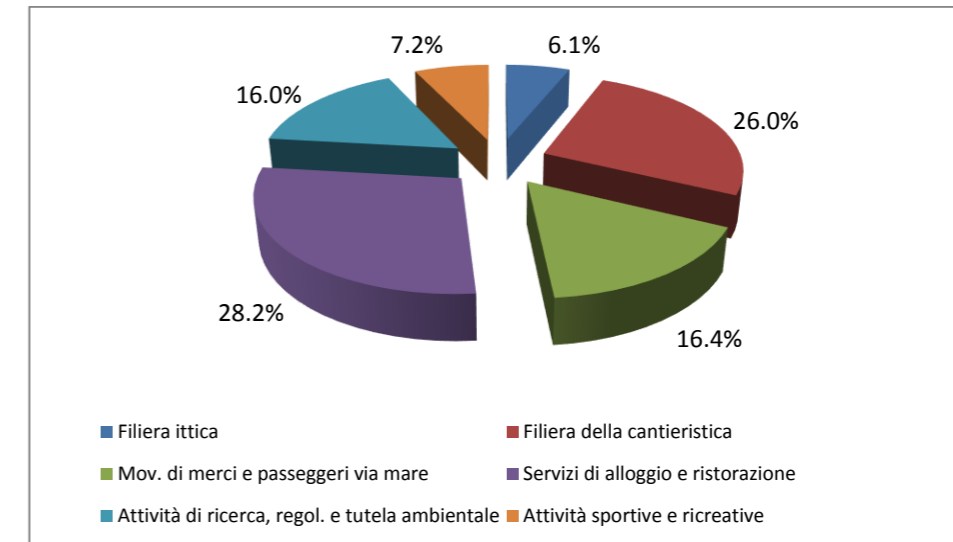


FIGURA 4-244 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEGLI OCCUPATI NELLE FILIERE DELLE ATTIVITÀ ECONOMICHE LEGATE AL MARE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA AL 2013 – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI CAMERA DI COMMERCIO LA SPEZIA

Questi dati confermano ulteriormente l'importanza delle attività economiche legate al mare, e in particolare di quelle legate al porto, per l'economia della Spezia e della sua provincia, supportando quindi ulteriormente la conclusione, riportata al punto dedicato alla creazione della ricchezza, che l'adeguamento infrastrutturale del porto della Spezia prefigurato dall'intervento in progetto contribuendo a garantire la sua competitività nel lungo periodo fornirà un contributo importante al benessere della popolazione dell'intera provincia della Spezia.

Sempre tra il 2008 e il 2014, gli occupati in Liguria sono scesi da 636.000 a 599.000. Sono quindi andati perduti circa 37.000 posti di lavoro, solo 1/3 dei quali è stato recuperato nel corso degli anni successivi. Come noto, questo trend dell'occupazione è in linea con l'andamento dello stesso indicatore sul piano nazionale, dove tra il 2008 e il 2013 sono andati perduti quasi 900.000 posti di lavoro, solo i 2/3 dei quali recuperati negli anni successivi.

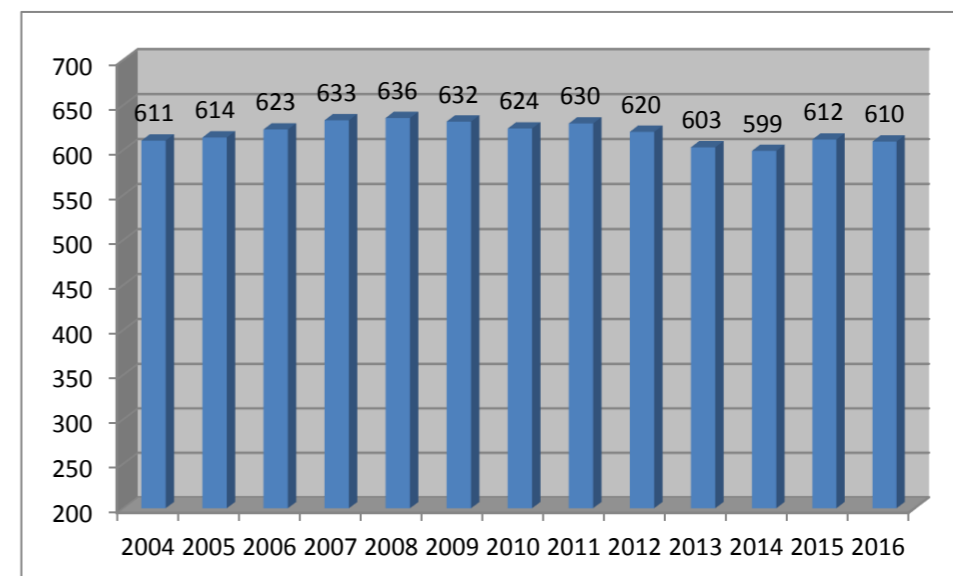


FIGURA 4-245 NUMERO DI OCCUPATI IN LIGURIA DAL 2004 AL 2016 (IN MIGLIAIA) – FONTE: ISTAT

Per quanto riguarda l'incidenza occupazionale dei diversi settori produttivi, nel 2013 l'1,7 per cento dei 610.000 occupati della Liguria erano impegnati in agricoltura, l'11,5 per cento nell'industria manifatturiera, l'8,3 per cento nelle costruzioni, il 23,6 per cento in commercio, alberghi e ristoranti e il rimanente 54,9 per cento negli altri servizi.

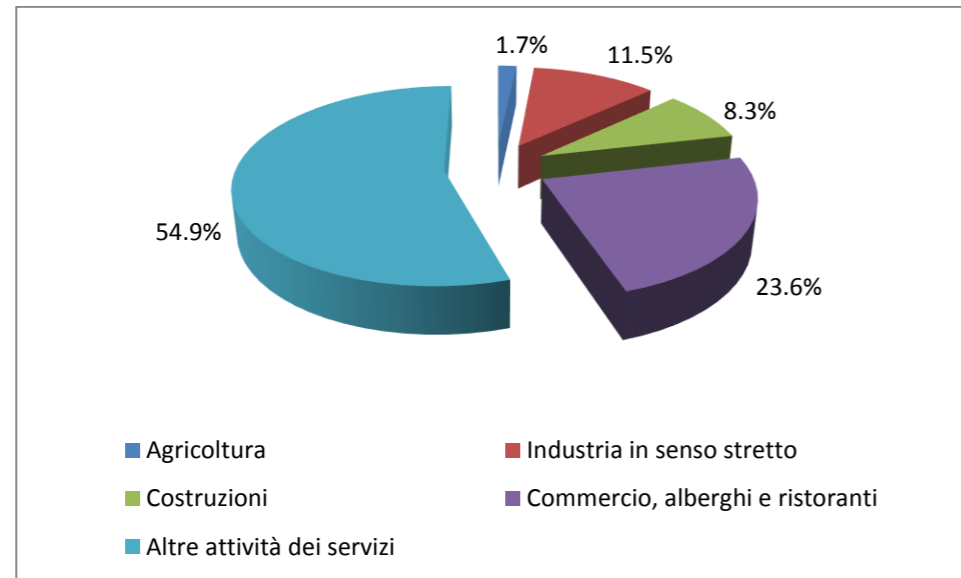


FIGURA 4-246 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEL NUMERO DI OCCUPATI IN LIGURIA PER SETTORE DI ATTIVITÀ AL 2016 –
FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI ISTAT

La provincia della Spezia presenta un'incidenza degli occupati negli altri servizi superiore di oltre 8 punti percentuali rispetto alla media nazionale (49,6 per cento), una degli occupati nell'industria manifatturiera inferiore di oltre 8 punti percentuali rispetto alla media nazionale (20 per cento) e una degli occupati in commercio, alberghi e ristoranti superiore di oltre 3 punti percentuali rispetto alla media nazionale (20,4 per cento).

Quanto detto evidenzia chiaramente l'importanza dell'impatto occupazionale positivo dell'intervento oggetto di questo studio sull'ambiente socio-economico interferito. In fase di cantiere questo impatto sarà generato dallo stabilirsi nell'area di una nuova realtà produttiva, mentre in fase di esercizio sarà generato dal fatto che l'adeguamento delle strutture portuali contribuirà a garantire la competitività di lungo periodo dell'intero porto della Spezia, che rappresenta il perno centrale di una fetta molto importante dell'economia della città e della sua provincia.

4.13.5. Il reddito

Alcuni importanti indicatori dei caratteri socio-economici di un'area possono essere desunti dalle dichiarazioni relative all'Imposta sul Reddito delle Persone Fisiche IRPEF. Si tratta di indicatori non del tutto precisi, sia in quanto alcune tipologie di reddito (quali le rendite finanziarie) non sono soggette a dichiarazione perché sottoposte ad altre forme di prelievo fiscale sia in quanto i noti fenomeni di evasione ed elusione fiscale contribuiscono a fare divergere i dati del reddito dichiarato da quelli della ricchezza effettiva, ma comunque in grado di fornire informazioni significative sulle condizioni socio economiche dell'area cui si riferiscono.

Il primo di questi indicatori è rappresentato dall'imponibile IRPEF complessivamente dichiarato dai contribuenti dell'area, che può essere assunto come indicativo delle dimensioni complessive dell'economia di questo territorio. L'imponibile IRPEF complessivamente dichiarato per l'anno d'imposta 2015 dai contribuenti della città della Spezia è stato di 1.503 milioni di euro. Sempre nel 2015, il valore dell'analogo indicatore riferito ai contribuenti della provincia della Spezia è stato di quasi 3.412 milioni di euro (il 13,7 per cento del totale regionale), mentre quello riferito ai contribuenti della Liguria è stato appena superiore ai 25.657 milioni di euro (il 2,9 per cento del totale nazionale).

Un altro indicatore significativo desumibile dalle dichiarazioni IRPEF è rappresentato dall'imponibile medio dichiarato dai contribuenti, che può essere assunto come rappresentativo del tenore di vita medio della popolazione di un territorio.

Nel 2015 l'imponibile IRPEF medio per dichiarazione alla Spezia è stato di 22.322 euro. Si tratta di un valore superiore del 3,9 per cento rispetto a quello dell'analogo indicatore riferito ai contribuenti dell'intera provincia della Spezia (21.491 euro) e dell'1 per cento rispetto a quello riferito ai contribuenti della Liguria (22.104 euro).

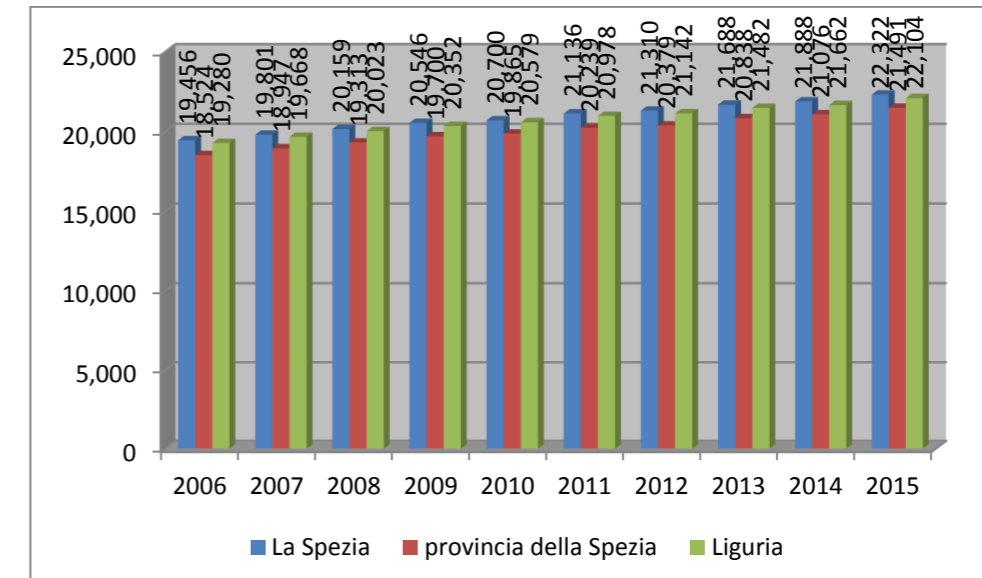


FIGURA 4-247 IMPONIBILE IRPEF MEDIO PER DICHIARAZIONE DAL 2006 AL 2015 ALLA SPEZIA E PROVINCIA – FONTE: PORTALE COMUNI-ITALIANI.IT SU DATI MINISTERO DELL'ECONOMIA E DELLE FINANZE

Appare invece interessante notare che il numero di dichiaranti nel corso del periodo 2007-2015 mostra invece una tendenza alla diminuzione. Tra il 2007 e il 2015 il numero di dichiaranti alla Spezia è infatti sceso del 5,3 per cento, quello della provincia della Spezia del 4,8 per cento e quello della Liguria del 5,9 per cento.

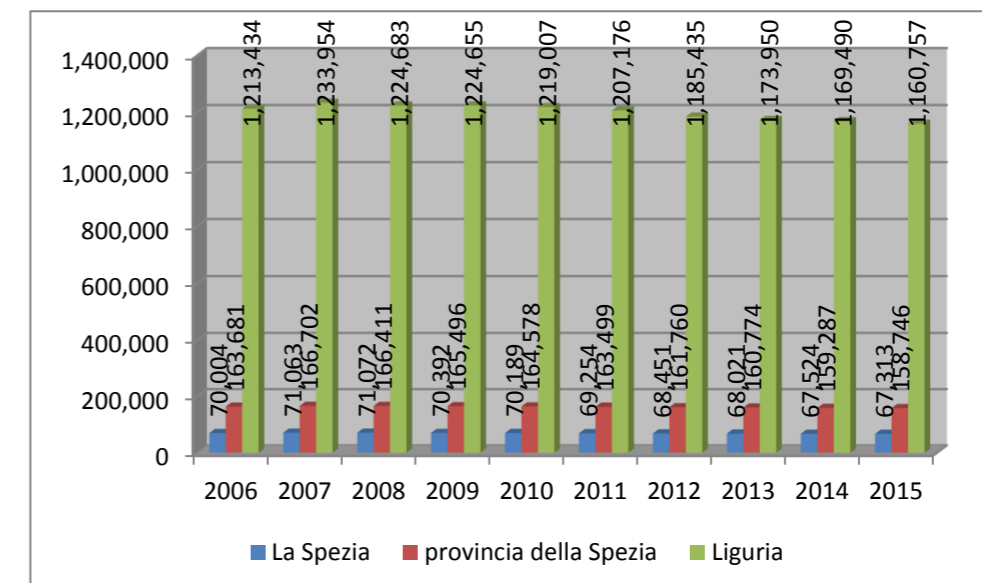


FIGURA 4-248 NUMERO DI DICHIARAZIONI IRPEF ALLA SPEZIA E PROVINCIA DAL 2006 AL 2015 – FONTE: PORTALE COMUNI-ITALIANI.IT SU DATI DEL MINISTERO DELL'ECONOMIA E DELLE FINANZE

Infine, nel 2015 il reddito IRPEF medio per residente nel comune della Spezia è stato di 15.992 euro. Si tratta di un valore superiore del 3,6 per cento rispetto al valore dello stesso indicatore riferito ai residenti della provincia, pari a 15.437 euro, ma inferiore del 2,1 per cento rispetto a quello riferito ai residenti dell'intera Liguria, pari a 16.331 euro.

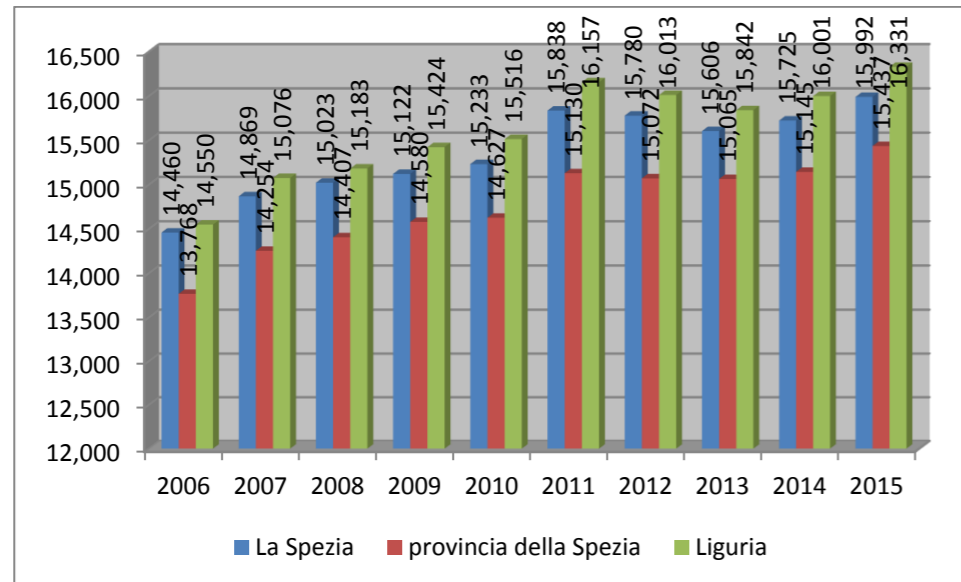


FIGURA 4-249 IMPONIBILE IRPEF MEDIO PER RESIDENTE DAL 2006 AL 2015 ALLA SPEZIA E PROVINCIA – FONTE: PORTALE COMUNI-ITALIANI.IT SU DATI MINISTERO DELL'ECONOMIA E DELLE FINANZE

4.13.6. Il movimento turistico

Nel 2016 gli arrivi negli esercizi ricettivi in provincia della Spezia sono stati 854.840 (+7,4 per cento rispetto al 2015) e le presenze 2.384.027 (+11 per cento rispetto al 2015). Il 37,2 per cento degli arrivi e il 37,9 per cento delle presenze è stato da parte di turisti italiani, mentre il rimanente 62,8 per cento degli arrivi e 62,1 per cento delle presenze è stato da parte di turisti stranieri. La durata media del soggiorno è stata di 2,8 giorni, senza particolari differenze tra italiani e stranieri. I principali mercati italiani per l'industria turistica spezzina sono la Lombardia (con il 33 per cento delle presenze) e l'Emilia-Romagna (con il 13 per cento delle presenze) mentre i principali mercati esteri sono gli Stati Uniti (con il 16 per cento delle presenze) e la Francia (con il 14 per cento delle presenze).

MOVIMENTO TURISTICO NEGLI ESERCIZI COMPLESSIVI IN PROVINCIA DELLA SPEZIA gennaio/dicembre			
	Italiani	Stranieri	Totale
Arrivi			
2015	287.347	508.474	795.821
2016	318.227	536.613	854.840
Variazione %	10,75	5,53	7,42
Presenze			
2015	812.066	1.335.332	2.147.398
2016	904.606	1.479.421	2.384.027
Variazione %	11,40	10,79	11,02

Fonte: Elaborazione dell'Ufficio Studi e Statistica della Camera di Commercio Riviera di Liguria - Imperia La Spezia Savona su dati della Regione Liguria.

TABELLA 4-116 MOVIMENTO TURISTICO NEGLI ESERCIZI RICETTIVI IN PROVINCIA DELLA SPEZIA AL 2015 E AL 2016 – FONTE: CAMERA DI COMMERCIO RIVIERE DI LIGURIA

La distribuzione delle presenze turistiche per mese mostra che il flusso turistico è concentrato per il 63,3 per cento nei mesi da giugno a settembre, prevedibilmente a causa del turismo balneare, mentre un ulteriore 22 per cento interessa i mesi primaverili da marzo a maggio.

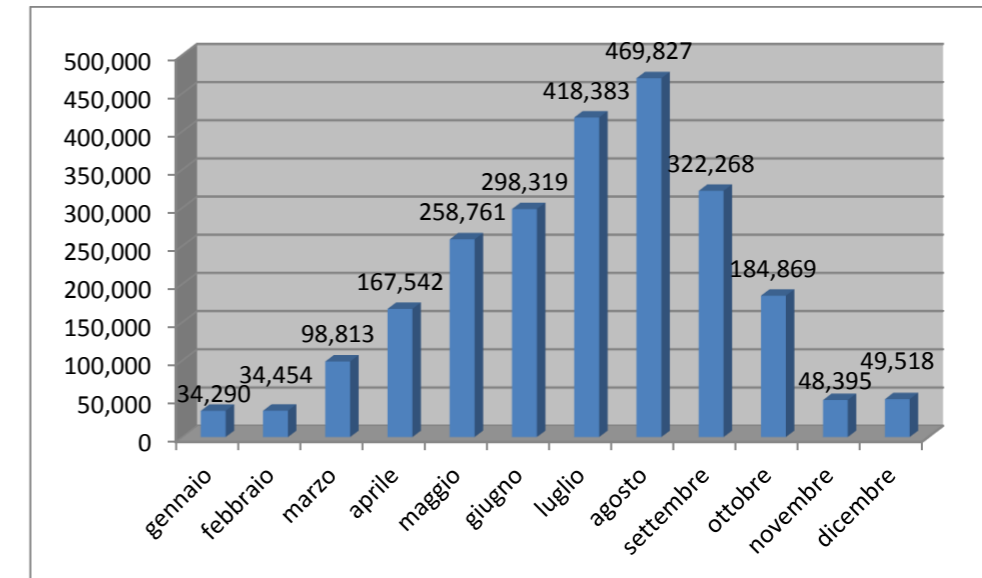


FIGURA 4-250 PRESENZE TURISTICHE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA NEL 2016 PER MESE – FONTE: REGIONE LIGURIA

Appare infine interessante notare che, come evidenziato dalla figura sottostante il traffico passeggeri generato dal porto presenta una stagionalità meno pronunciata di quella che presentano le presenze turistiche in provincia della Spezia.

Di conseguenza è possibile concludere che lo sviluppo del traffico di crocieristi generato dall'entrata in esercizio delle opere in progetto appare in grado di contribuire a un migliore utilizzo delle strutture ricettive del territorio in periodi dell'anno durante i quali presentano un'evidente capacità produttiva in eccesso.

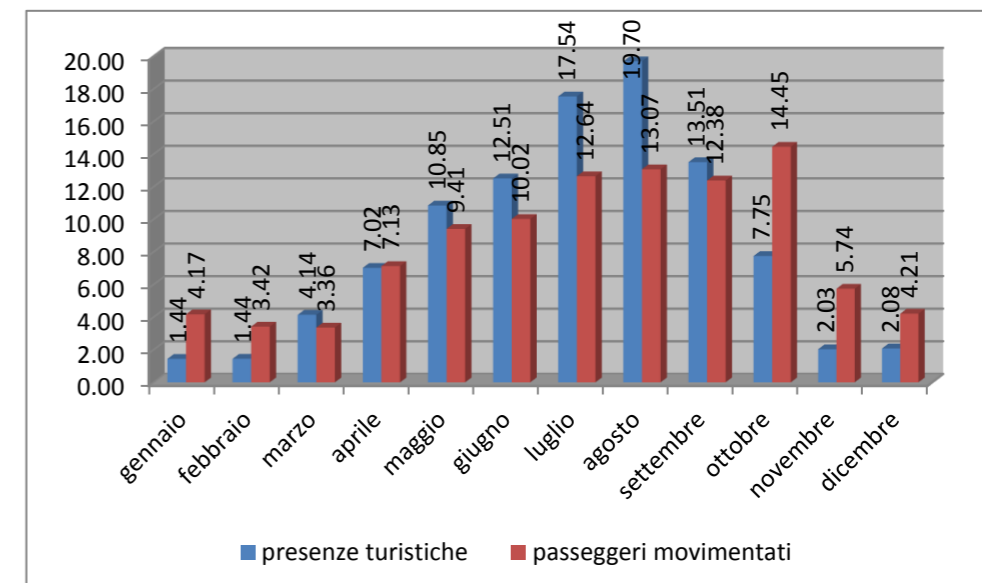


FIGURA 4-251 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DELLE PRESENZE TURISTICHE IN PROVINCIA DELLA SPEZIA E DEI PASSEGGIERI MOVIMENTATI DAL PORTO NEL 2016 PER MESE – FONTE: NOSTRE ELABORAZIONI SU DATI REGIONE LIGURIA E RISPOSTE TURISMO

4.13.7. Bibliografia

Camera di Commercio La Spezia (2015), *Rapporto economia provinciale 2014*, <http://www.sp.camcom.it/rapporto-economia-provinciale1>

Camera di Commercio Riviera di Liguria, *Rapporto statistico annuale 2016*, www.rivlig.camcom.gov.it

I.Stat, *Datawarehouse dell'Istituto Nazionale di Statistica*, www.istat.it

Portale web Comuni-Italiani.it, www.comuni-italiani.it

Regione Emilia-Romagna (2010), *Factbook Emilia-Romagna*.