



# *Risultati ARPAT su inquinamento atmosferico nel porto di Livorno*

*Bianca Patrizia Andreini*

*Settore Centro regionale per la tutela della qualità dell'aria  
(ARPAT)*

*Convegno Progetto speciale sulla sicurezza nel Porto di Livorno- 14 Febbraio 2020  
Cisternino di Città - Livorno*

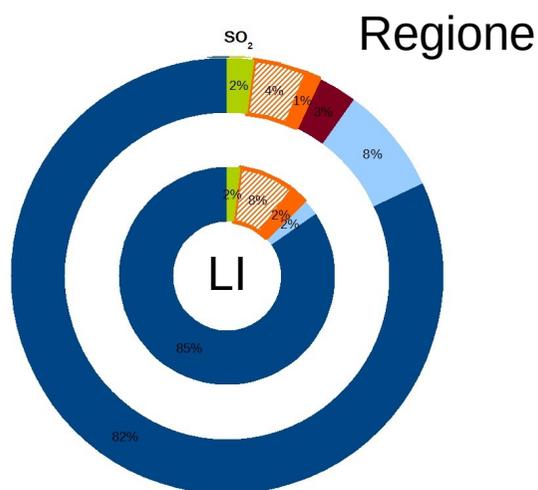
## Premessa

- Emissioni di inquinanti da attività portuale

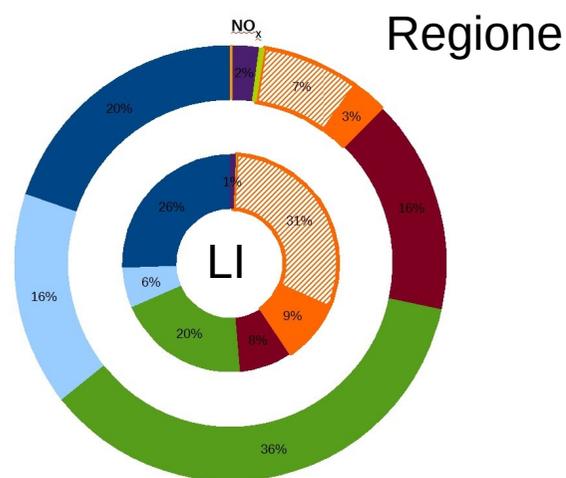
- Monitoraggio della qualità dell'aria in area portuale

- Valutazione dell'esposizione dei lavoratori

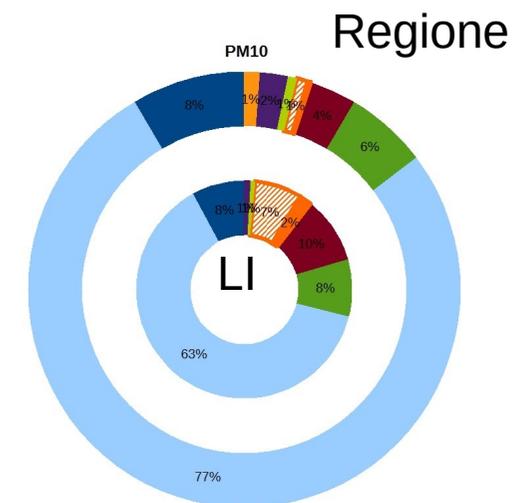
# INVENTARIO NAZIONALE SORGENTI DI EMISSIONE 2015



	Provincia	Regione
	SO <sub>2</sub> (t/anno)	
■ Industria	1.689	3.819
■ Combustione domestico/terziario	48	390
■ Estrazione, distribuzione combustibili fossili e geotermia	0,0	0,0
■ Trasporti su strada	1,5	10
■ Altre sorgenti mobili e macchine	1,3	126
■ Attività portuali	50	59
■ Attività portuale Livorno	166	166
■ Trattamento e smaltimento rifiuti	40	89
■ Agricoltura	0,0	0,0
■ Natura	0,0	8
<b>TOTALE</b>	<b>1.996</b>	<b>4.668</b>



	Provincia	Regione
	NO <sub>x</sub> (t/anno)	
■ Industria	1.872	6.120
■ Combustione domestico/terziario	436	4.899
■ Estrazione, distribuzione combustibili fossili e geotermia	0,0	0,0
■ Trasporti su strada	1.443	11.054
■ Altre sorgenti mobili e macchine	591	4.951
■ Attività portuali	645	775
■ Attività portuale Livorno	2.235	2.235
■ Trattamento e smaltimento rifiuti	9	133
■ Agricoltura	61	599
■ Natura	0,0	57
<b>TOTALE</b>	<b>7.291</b>	<b>30.822</b>

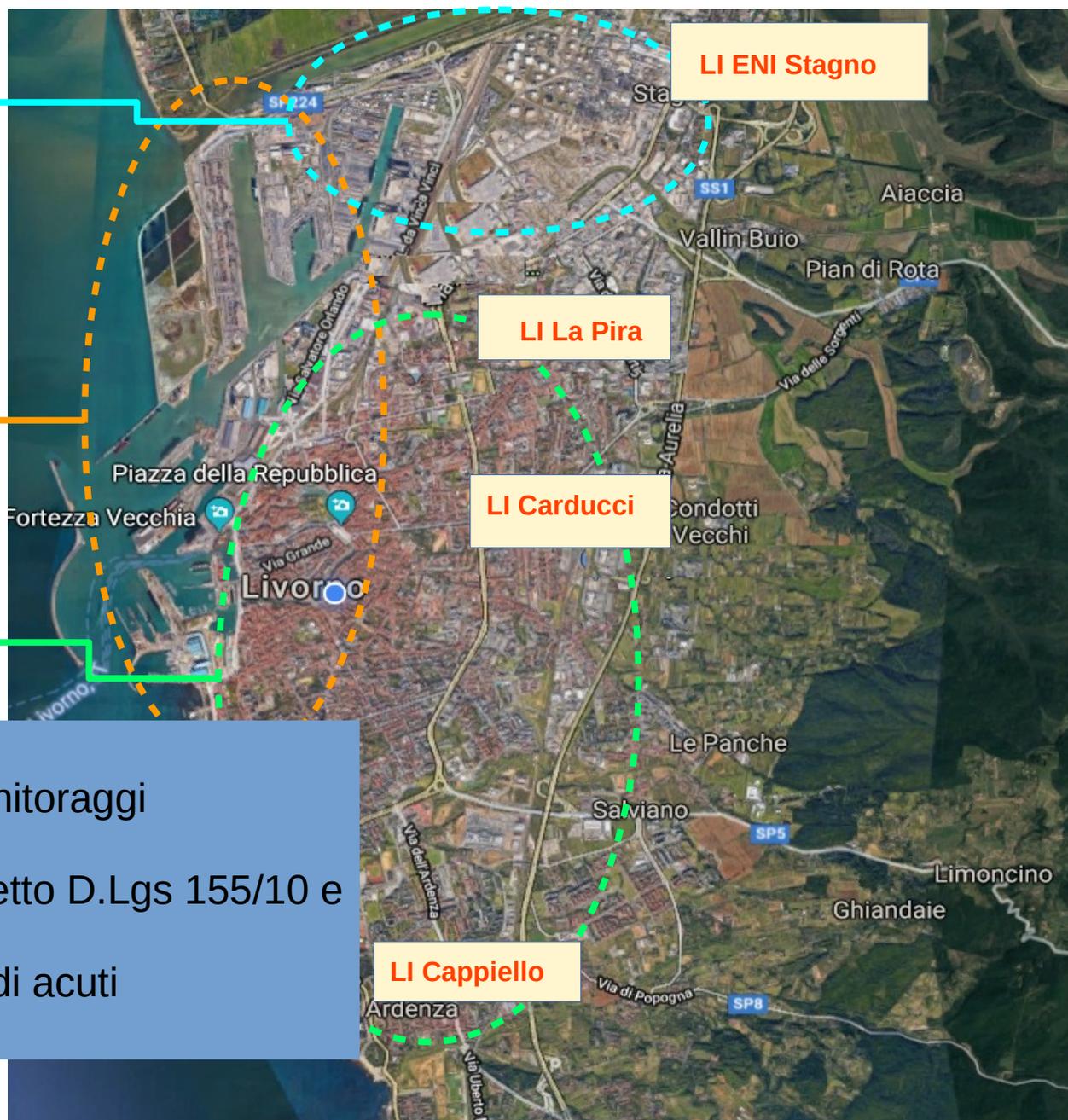


	Provincia	Regione
	PM10 (t/anno)	
■ Industria	89	876
■ Combustione domestico/terziario	720	7.967
■ Estrazione, distribuzione combustibili fossili e geotermia	0,0	1,2
■ Trasporti su strada	96	634
■ Altre sorgenti mobili e macchine	113	365
■ Attività portuali	21	25
■ Attività portuale Livorno	81	81
■ Trattamento e smaltimento rifiuti	8	76
■ Agricoltura	11	214
■ Natura	0,1	120
<b>TOTALE</b>	<b>1.138</b>	<b>10.358</b>

AREA RESIDENZIALE E  
INDUSTRIALE

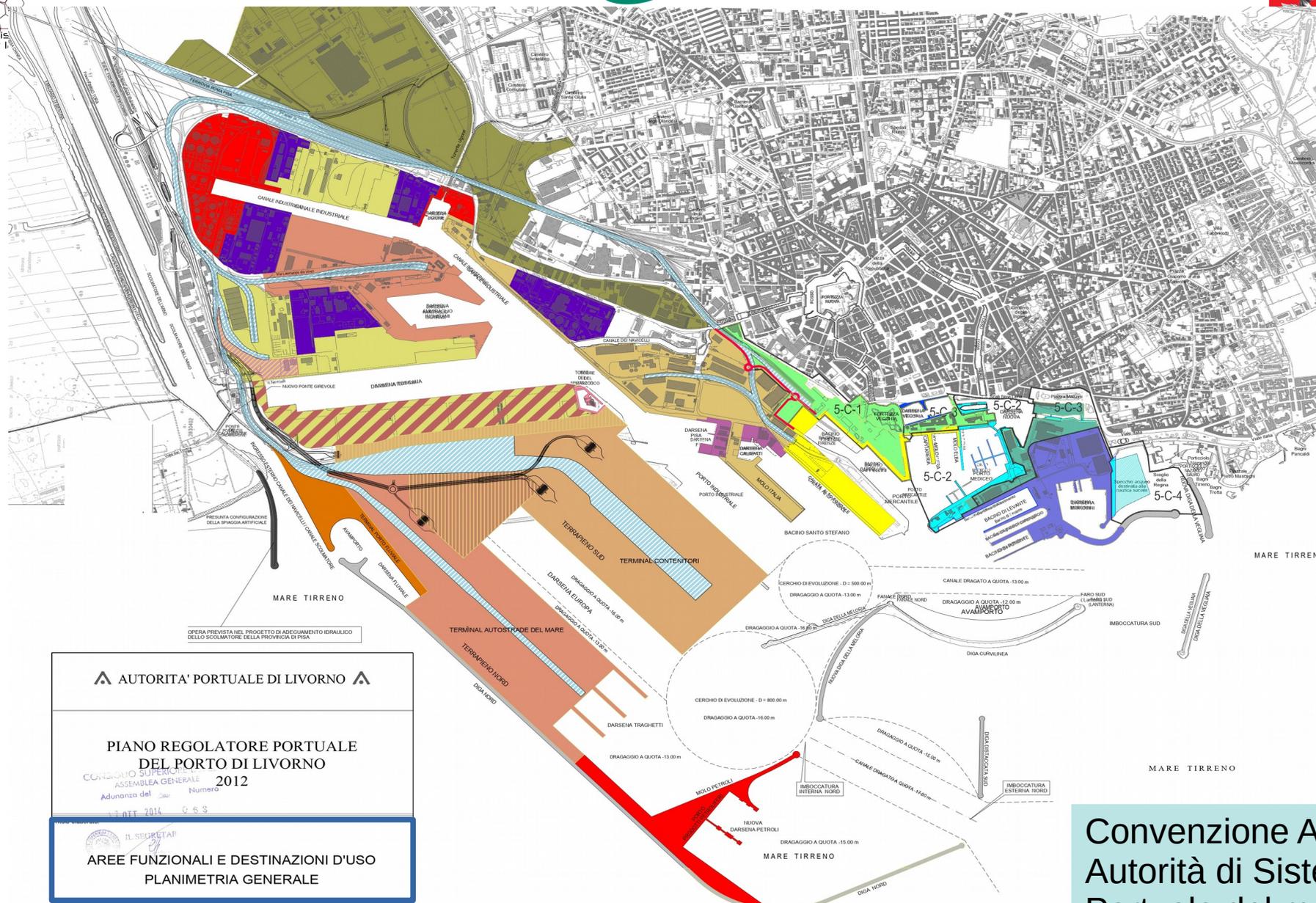
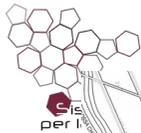
AREA PORTUALE

AREA RESIDENZIALE



## Argomenti

1. Contesto e progetto dei monitoraggi nel porto di Livorno
2. Risultati e Valutazione rispetto D.Lgs 155/10 e WHO 2000-05
3. Valutazione di alcuni episodi acuti
4. Prospettive



**AUTORITA' PORTUALE DI LIVORNO**

---

**PIANO REGOLATORE PORTUALE  
DEL PORTO DI LIVORNO**

CONSIGLIO SUPERIORE  
ASSEMBLEA GENERALE 2012  
Adunanza del 20/06/2012  
Numero 093

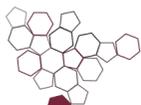
---

IL SEGRETARIO

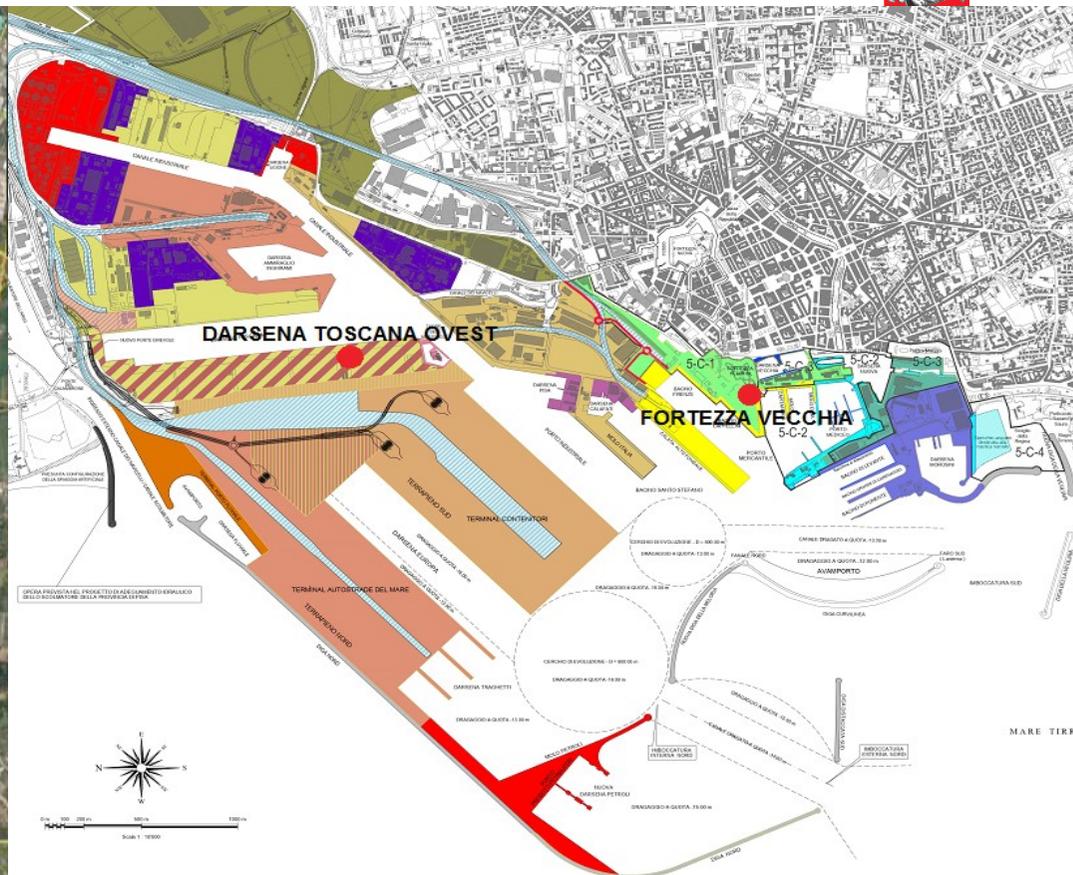
**AREE FUNZIONALI E DESTINAZIONI D'USO  
PLANIMETRIA GENERALE**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>FERROVIE</li> <li>OPERE FORANEE</li> <li>LIMITE DEMANIO MARITTIMO</li> <li>C - FUNZIONE COMMERCIALE E PORTUALE</li> <li>C.1 - MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO CONTAINER</li> <li>C.1.1 - AREA PORTO CONTENITORI: FUNZIONE PRINCIPALE CONTAINER SECONDARIA MULTIPURPOSE</li> <li>C.2 - AUTOSTRADE DEL MARE - MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO RO-RD, TRAILERS, AUTO NUOVE</li> <li>C.3 - MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO RINFUSE SOLIDE FORESTALI ED ALIMENTARI</li> <li>C.4 - COMMERCIALE MULTIPURPOSE (Merce varie ed unificabile, rinfuse solide convenzionali, auto nuove)</li> <li>C.4.1 - AREA TERMINAL COMMERCIALE MULTIPURPOSE DESTINATO PREVALENTEMENTE ALLA MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO RINFUSE SOLIDE CONVENZIONALI</li> <li>C.5 - COMMERCIALE AREA SERVIZIO MERCI UNITIZZATE</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>I - FUNZIONE INDUSTRIALE</li> <li>I.1 - RIPARAZIONE, MANUTENZIONE, TRASFORMAZIONE, COSTRUZIONE ED ALLESTIMENTO NAVALE</li> <li>I.2 - INDUSTRIA ENERGETICA</li> <li>I.3 - ALTRE ATTIVITA' INDUSTRIALI CON PRODUZIONI E MOVIMENTAZIONE DI MATERIE PRIME E PRODOTTI</li> <li>G - FUNZIONE PETROLIFERA</li> <li>G.1 - MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO DI GREGGIO E PRODOTTI PETROLIFERI</li> <li>P - FUNZIONE PASSEGGERI</li> <li>P.1 - ATTRACCO, ATTESA E SERVIZIO AI TRAGHETTI ED ALLE NAVI DA CROCIERA</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>N - FUNZIONE NAUTICA DA DIPORTO E PESCA</li> <li>N.1 - PORTI, APPROCCI PER NAUTICA DA DIPORTO</li> <li>N.2 - PORTI, APPROCCI PER PESCA COMMERCIALE, ORMEGGIO PER MEZZI DI SERVIZIO ED AUTOPORTI</li> <li>N.3 - COSTRUZIONI, RIPARAZIONE, MANUTENZIONE, TRASFORMAZIONE E SERVIZI PER NAUTICA</li> <li>FUNZIONE D'INTERESSE RETROPORTUALE</li> <li>AREE RETROPORTUALI - NON INTERESSATE ALLA</li> </ul> |
|--|---|--|

**Convenzione ARPAT-  
Autorità di Sistema  
Portuale del mar  
Tirreno settentrionale  
2017-18**



# Campagna Porto



**150 gg, 3600 ore**

Inquinante	Marca Modello	Metodo
CO	API 300 E	UNI EN 14626:2012
NO <sub>x</sub>	API 200 A	UNI EN 14211:2012
SO <sub>2</sub>	API 100 E	UNI EN 14212:2012
Benzene	Chromatec Air Toxic GC866	UNI EN 14662:2005
Ozono	TEI 49 C	UNI EN 14625:2012
PM10/PM2,5	Swam Dual Channel	UNI EN 12341:2014
Benzo(a)pirene	-	UNI EN 15549:2008
As, Ni, Cd, Pb	-	UNI EN 14902:2005

Sito	Stagione	Periodo indagine	
		Start	End
Fortezza Vecchia	Autunno	26/10/2017	20/11/2017
	Inverno	13/02/2018	28/02/2018
	Primavera	12/04/2018	02/05/2018
	Estate	04/07/2018	30/07/2018
Darsena Toscana	Autunno	22/11/2017	06/12/2017
	Inverno	11/01/2018	29/01/2018
	Primavera	06/05/2018	27/05/2018
	Estate	01/08/2018	21/08/2018

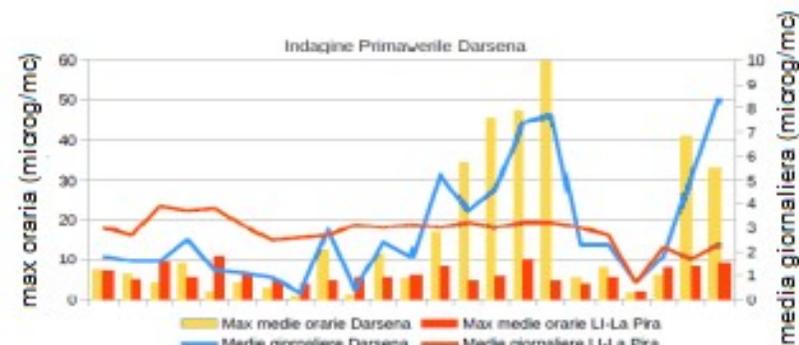


## I livelli di concentrazione di SO<sub>2</sub> rilevati presso le postazioni di Fortezza vecchia e Darsena toscana ovest

SO <sub>2</sub> Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario (ug/m3)	104	9	82	40	104
Massimo valore medio giornaliero del periodo (ug/m3)	8	3	8	14	14
Media periodo (ug/m3)	4	2	3	5	3

SO <sub>2</sub> Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario (ug/m3)	49	74	60	27	74
Massimo valore medio giornaliero del periodo (ug/m3)	11	6	8	3	11
Media periodo (ug/m3)	6	3	3	1	3

Le medie orarie presentano picchi di concentrazione oraria rilevanti; tali episodi non sono registrati dalla stazione di La Pira, non lontana dai siti di monitoraggio.

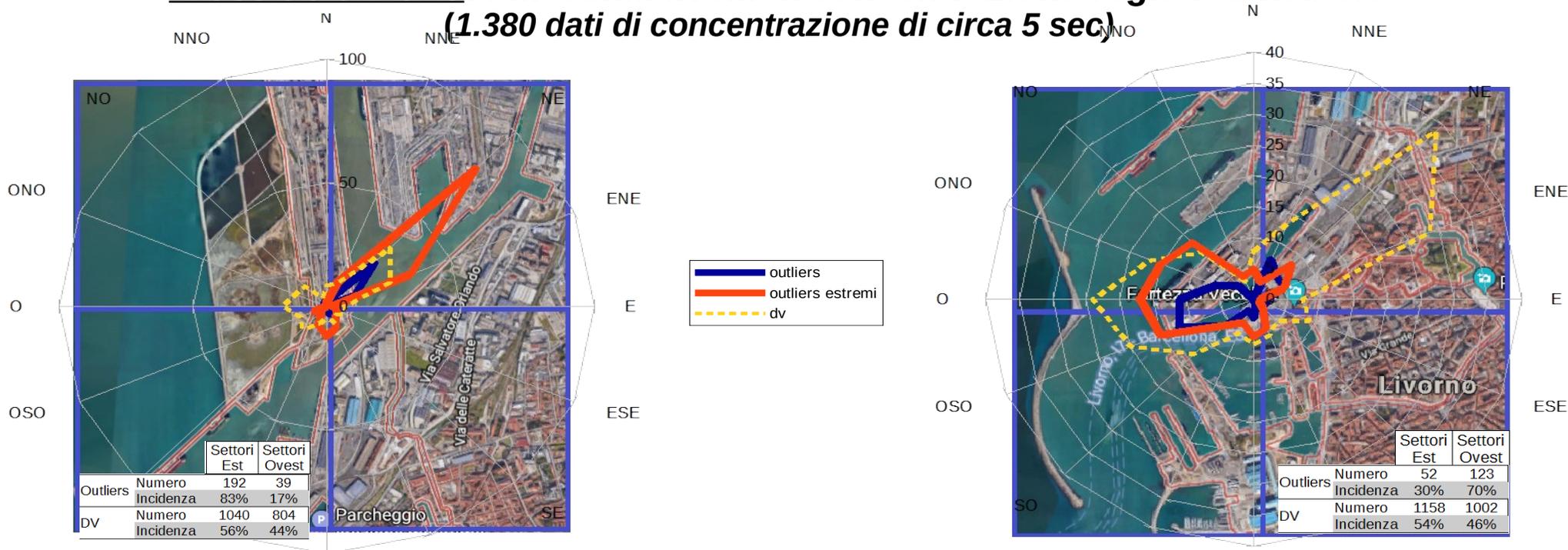


- Nessun superamento dei limiti e dei valori guida

standards in vigore in EU e standards consigliati dall'OMS/WHO

Inquinante	Concentrazione µg/mc	Periodo di riferimento	Eccedenza annua max consentita	OMS Standards µg/mc
SO <sub>2</sub>	350	1 ora	24	-
	125	24 ore	3	20
	-	10 minuti	-	500

# Biossido di zolfo: i massimi livelli di concentrazione registrati nell'ora (1.380 dati di concentrazione di circa 5 sec)



Stesse condizioni di vento (distribuzione DV e VV simili per settori Est e Ovest)

		DARSENA TOSCANA		FORTEZZA VECCHIA				Outliers	
		N. outliers da settori di Est 4 vv superiore a quelli corrispondenti ai settori di Ovest		N. outliers da settori di Ovest 2 vv superiore a quelli corrispondenti ai settori di Est				(µg/m³)	
N. outliers	56	Autunno	16,9	25,4	Autunno	11,6	16,9	Outliers	65
N. outliers estremi	175	Inverno	7,9	12,3	Inverno	6,0	8,5	Outliers estremi	110
N. outliers totali	231	Primavera	5,6	8,4	Primavera	30,3	47,9		
		Estate	3,7	5,7	Estate	25,2	38,3		

	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )_Darsena toscana ovest <b>MASSIMO ORARIO</b> (microg/mc)			
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Massimo outliers	579	463	511	226
Media outliers	247	111	83	52
Mediana serie	13	4	3	2
1. Massimo/mediana	44	116	170	113
2. Media/mediana	19	28	28	26

	Fortezza vecchia	Darsena Toscana Ovest
Intervallo temporale outliers (s)	875	1.155
Incidenza intervallo outliers su durata totale campagna	0,03%	0,04%

	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )_Fortezza vecchia <b>MASSIMO ORARIO</b> (microg/mc)			
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Massimo outliers	419	71	342	257
Media outliers	47	16	90	69
Mediana serie	4	3	5	6
1. Massimo/mediana	105	24	68	43
2. Media/mediana	12	5	18	12

## I livelli di concentrazione di NO<sub>2</sub> rilevati presso le postazioni di Fortezza vecchia e Darsena toscana ovest

NO <sub>2</sub> Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario (µg/m <sup>3</sup> )	<b>81</b>	<b>76</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>105</b>
Media periodo (µg/m <sup>3</sup> )	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>22</b>

NO <sub>2</sub> Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario (µg/m <sup>3</sup> )	<b>92</b>	<b>72</b>	<b>81</b>	<b>104</b>	<b>104</b>
Media periodo (µg/m <sup>3</sup> )	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>25</b>

Massimi giornalieri e medie di periodo sempre inferiori o simili alle altre stazioni di rete ad eccezione del periodo primavera/estate in cui sono risultati essere superiori alle stazioni fondo

	Media fondo (µg/m <sup>3</sup> )	Media traffico (µg/m <sup>3</sup> )	Media Fortezza (µg/m <sup>3</sup> )
Autunno/inverno	21	40	22
Primavera/estate	13	43	23

	Media fondo (µg/m <sup>3</sup> )	Media traffico (µg/m <sup>3</sup> )	Media Darsena (µg/m <sup>3</sup> )
Autunno/inverno	25	41	29
Primavera/estate	13	42	21

Non è stato rilevato nessun superamento del limite su massima media oraria (200 µg/m<sup>3</sup>) e media annuale (40 µg/m<sup>3</sup>)

standards in vigore in EU e standards consigliati dall'OMS/WHO

Inquinante	Concentrazione µg/mc	Periodo di riferimento	Eccedenza annua max consentita	OMS Standards µg/mc
NO <sub>2</sub>	200	1 ora	18	200
	40	1 anno	-	40

## I livelli di concentrazione di Benzene e Toluene rilevati presso le postazioni di Fortezza vecchia e Darsena Toscana ovest

### Benzene

Benzene Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Benzene Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4,9	4,0	3,0	2,3	4,9	Massimo valore medio orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5,7	5,7	2,9	5,0	5,7
Massimo valore medio giornaliero	1,6	2,2	0,8	0,5	2,2	Massimo valore medio giornaliero	1,8	1,6	0,5	0,8	1,8
Media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,9	1,2	0,5	0,3	0,7	Media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,0	0,9	0,3	0,3	0,6

La media giornaliera è inferiore a quella della stazione di rete regionale di LI-La Pira per tutte le stagioni fatta eccezione per il periodo estivo per il quale si rilevano livelli simili tra le tre postazioni. Non è stato rilevato nessun superamento del limite sulla media annuale ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e del valore guida OMS ( $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

### Toluene

Toluene Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Toluene Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25,9	19,6	21,7	139,8	139,8	Massimo valore medio orario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	52,6	315,6	88,5	13,9	315,6
Massimo valore medio giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	8,6	9,5	5,3	10,9	10,9	Massimo valore medio giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	12,7	42,5	14,4	2,4	42,5
Media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4,3	2,3	2,4	1,9	2,7	Media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5,5	5,5	2,5	0,9	3,6

Come per l' $\text{SO}_2$ , anche per il toluene si osservano picchi orari con livelli di concentrazione che in Fortezza raggiungono valori di  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e in Darsena valori di  $316 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per il toluene non esistono valori limite per la qualità dell'aria. L'OMS ha introdotto due valori guida:

- soglia di  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media settimanale
  - soglia di  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media su 30 minuti
- Non sono stati osservati superamenti dei valori di soglia OMS

## I livelli di concentrazione di PM10 e PM2,5 rilevati presso le postazioni di Fortezza vecchia e Darsena toscana ovest

PM10

PM10 Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero (ug/m3)	23	46	44	32	46
Media periodo (ug/m3)	17	17	31	24	23

PM10 Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero (ug/m3)	47	46	35	45	47
Media periodo (ug/m3)	26	26	21	27	25

PM2,5

PM2,5 Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero (ug/m3)	13	34	25	19	34
Media periodo (ug/m3)	10	13	15	15	13

PM2,5 Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero (ug/m3)	28	20	19	33	33
Media periodo (ug/m3)	15	12	11	19	14

I livelli di concentrazione massimi giornalieri e medi di periodo sono generalmente **superiori alle stazioni di rete regionale di tipo fondo** presenti nel territorio del Comune di Livorno e **comparabili con quelli rilevati nello stesso periodo presso la stazione di traffico di LI-**

Media fondo (µg/m <sup>3</sup> )	Media traffico (µg/m <sup>3</sup> )	Media Fortezza (µg/m <sup>3</sup> )
18	24	23

Media fondo (µg/m <sup>3</sup> )	Media traffico (µg/m <sup>3</sup> )	Media Darsena (µg/m <sup>3</sup> )
19	24	25

Per il PM10 non è stato rilevato nessun superamento del limite su media giornaliera (50 µg/m<sup>3</sup>) e media annuale (40 µg/m<sup>3</sup>). Risulta superata la soglia OMS di 20 µg/m<sup>3</sup> in relazione alla media di campagna. Per il PM2,5 non è stato rilevato nessun superamento del limite sulla media annuale (25 µg/m<sup>3</sup>). Risulta superata la soglia OMS di 10 µg/m<sup>3</sup> in relazione alla media di campagna e la soglia sulle 24 ore.

standards in vigore in EU e standards consigliati dall'OMS/WHO

Inquinante	Concentrazione µg/mc	Periodo di riferimento	Eccedenza annua max consentita	OMS Standards µg/mc
PM2,5	25	1 anno	-	10
	-	24 ore	-	25
PM10	50	24 ore	35	50
	40	1 anno	-	20

# PROGETTO PATOS2 (Particolato Atmosferico in TOScana fase 2)<sup>1</sup> LI-La Pira\_23/01/2014 – 31/03/2015

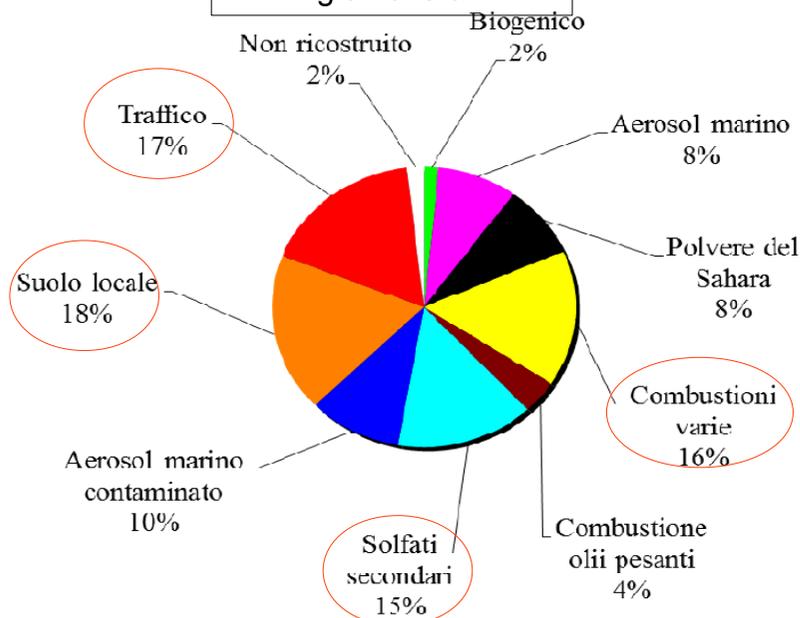
## Fasi principali

- Campionamento del particolato con diversi tipi di campionatori (campioni su base giornaliera e campioni su base oraria).
- Analisi dei campioni raccolti con diverse tecniche chimiche e fisiche
- Elaborazione dei dati tramite opportuni metodi di analisi multivariata (modello a recettore Positive Matrix Factorization, PMF).



**identificazione delle principali sorgenti  
e  
quantificazione del loro contributo**

Dati su base  
giornaliera



*Contributi assoluti delle varie sorgenti  
al PM10, mediati su tutto il periodo*

LIVORNO	Concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Traffico	3.4
Combustioni varie	3.1
Solfati secondari	2.9
Combustione di olii pesanti	0.7
Polvere del Sahara	1.7
Suolo locale	3.6
Aerosol marino	1.7
Aerosol marino contaminato	1.9
Biogenico	0.3
Non ricostruito	0.3

Dati su base oraria

<i>Frazione Fine</i>	<i>Frazione grossa</i>
Traffico	Traffico
Polvere del Sahara	Polvere del Sahara
Suolo locale	Suolo locale
Combustioni di oli pesanti	Aerosol marino
Aerosol marino	
Solfati secondari	

Il campionamento con il campionatore a  
risoluzione  
Oraria ha riguardato la sola stagione estiva

<sup>1</sup> LINEA PROGETTUALE "MISURE DEI LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DEL MATERIALE PARTICOLATO FINE PM10 DELLA REGIONE TOSCANA AL FINE DI VERIFICARE L'EFFICACIA DEGLI INTERVENTI DI RISANAMENTO E MANTENIMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA". (UNIFI – INFN)

## Conclusioni-I



Monitoraggi 2019-  
2020

Calata Bengasi

[http://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete\\_monitoraggio/scheda\\_stazione/AUTOLABORATORIO-CALATA-BENGASI-LIVORNO](http://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/scheda_stazione/AUTOLABORATORIO-CALATA-BENGASI-LIVORNO)

Monitoraggi 2020

Scoglio della Regina



## Conclusioni-2

- **mettere a sistema l'analisi approfondita delle concentrazioni degli inquinanti gassosi con valutazioni di frazioni di ora e analisi di microinquinanti sul Particolato**
- **determinazione dimensionale e con elevata frequenza del particolato**
- **monitoraggio durante le fasi di cantiere e post operam**
- **progetti appena avviati: Interreg Italia-Francia**



***Grazie per l'attenzione e***

***un grazie particolare ai colleghi del CRTQA :  
E.Bini, S.Fortunato, C.Cavazza, F.Dini, C.Collaveri***

**[www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/](http://www.arp.at.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/)**

*Convegno Progetto speciale sulla sicurezza nel Porto di Livorno- 14 Febbraio 2020  
Cisternino di Città - Livorno*



**Grazie per l'attenzione e**

**un grazie particolare ai colleghi del CRTQA :**  
**E.Bini, S.Fortunato, C.Cavazza, F.Dini, C.Collaveri**

**[www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/](http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/)**