



IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA PORTUALE DI LIVORNO

Bianca Patrizia Andreini

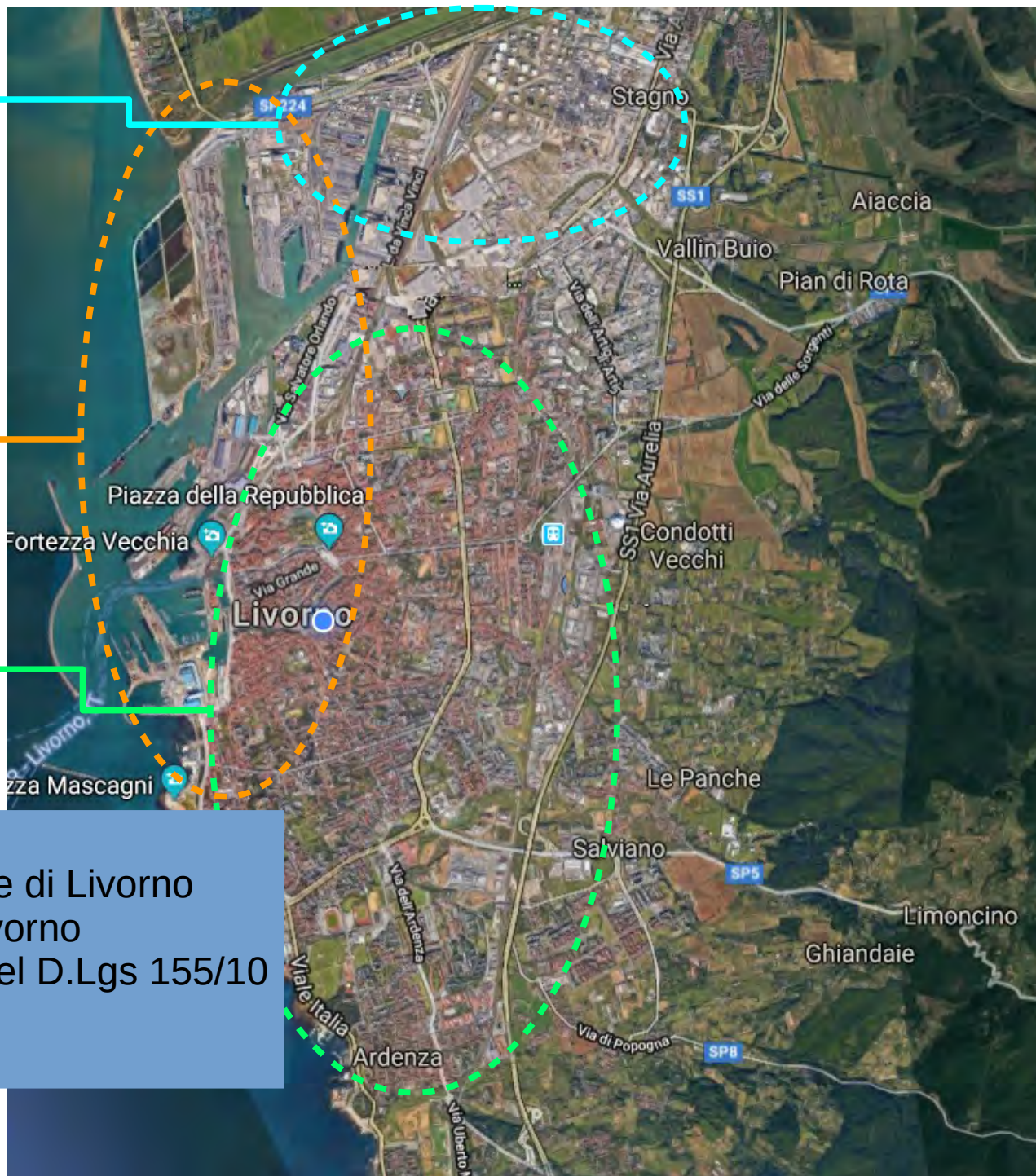
Settore Centro regionale per la tutela della qualità dell'aria
(ARPAT)



AREA RESIDENZIALE E INDUSTRIALE

AREA PORTUALE

AREA RESIDENZIALE



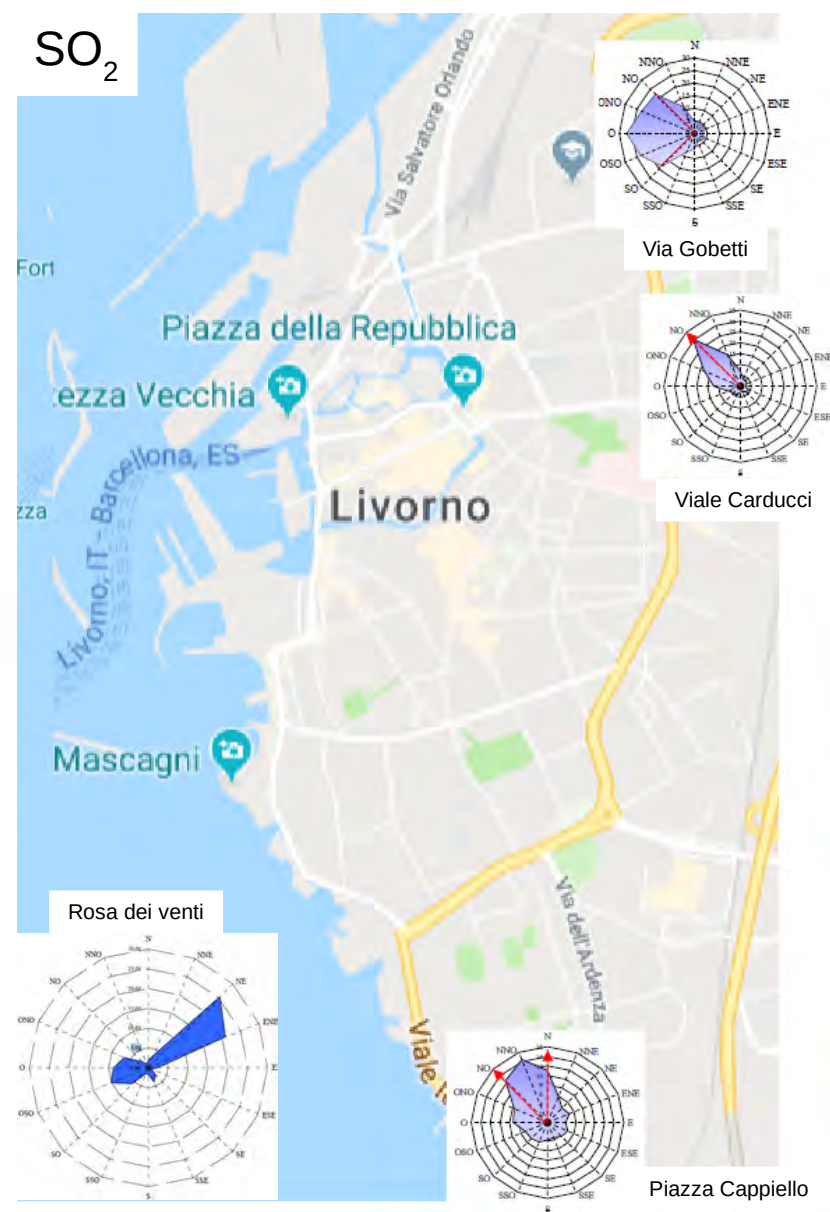
Argomenti

1. Qualità dell'aria nel Comune di Livorno
2. Monitoraggi nel porto di Livorno
3. Valutazione rispetto ai VL del D.Lgs 155/10
4. Valutazione di episodi acuti
5. Prospettive

Stazioni di monitoraggio nel Comune di Livorno antecedentemente la definizione della Rete regionale (LR 9/2010)



SO₂



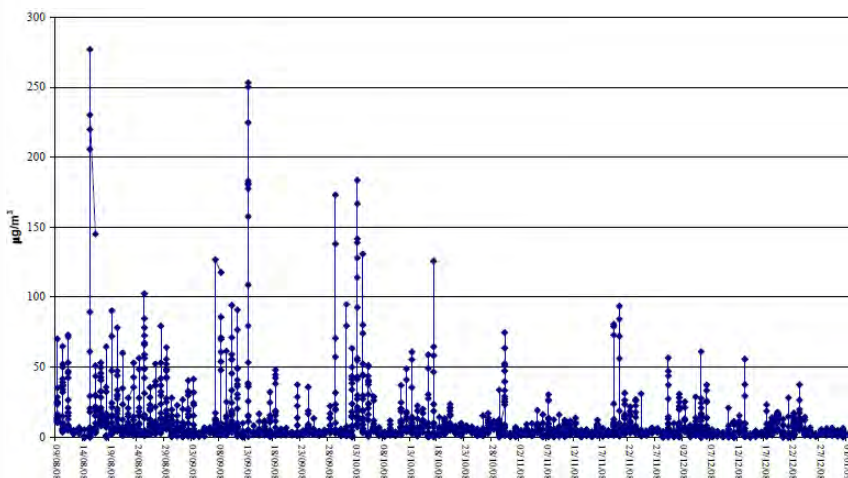
E' stato effettuato un approfondimento sui ripetuti fenomeni di picco registrati negli anni 2006-2007 per SO₂ presso numerose stazioni presenti sul territorio del Comune di Livorno. Pur essendo prevalenti i venti provenienti dai settori NE-ENE i livelli di concentrazione maggiori si osservano in corrispondenza dei settori di Ovest e sembrano circoscrivere le fonti di provenienza in:

- attività nell'area portuale
- attività nell'area industriale a nord dell'area urbana di Livorno (centrali termiche a olio combustibile e raffineria)

Campagna di monitoraggio con mezzo mobile presso l'area portuale (2008-2009)

	Media del periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massima media oraria (mg/m^3)
SO ₂	9	277 (15/08/2008)
NO ₂	27	242 (17/02/2009)

Parametro	Periodo misura
CO, NOx, SO ₂ , O ₃ , PM10,	09/08/2008 - 31/12/2009

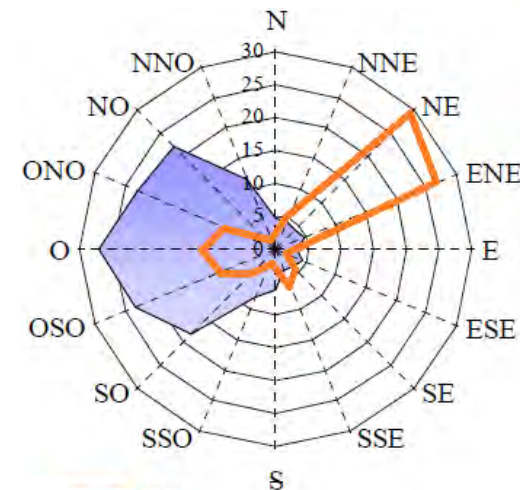


Andamento medie orarie SO₂

I dati rilevati nel corso della campagna mostrano il sostanziale rispetto dei valori limite per tutti gli inquinanti monitorati.

La concentrazione media annuale di SO₂ risultata significativamente più alta rispetto a quanto riscontrato nelle altre centraline del Comune di Livorno, mentre la massima media oraria rilevata nel corso dell'intero periodo di monitoraggio (277 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 15/8/2008) è paragonabile a quanto riscontrato presso la centralina di traffico di Viale Carducci (208 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 8/9/2009) nello stesso periodo.

L'analisi della rosa dell'inquinamento per l'SO₂ evidenzia come l'area portuale rappresenti una delle sorgenti di emissione più significative per questo inquinante.

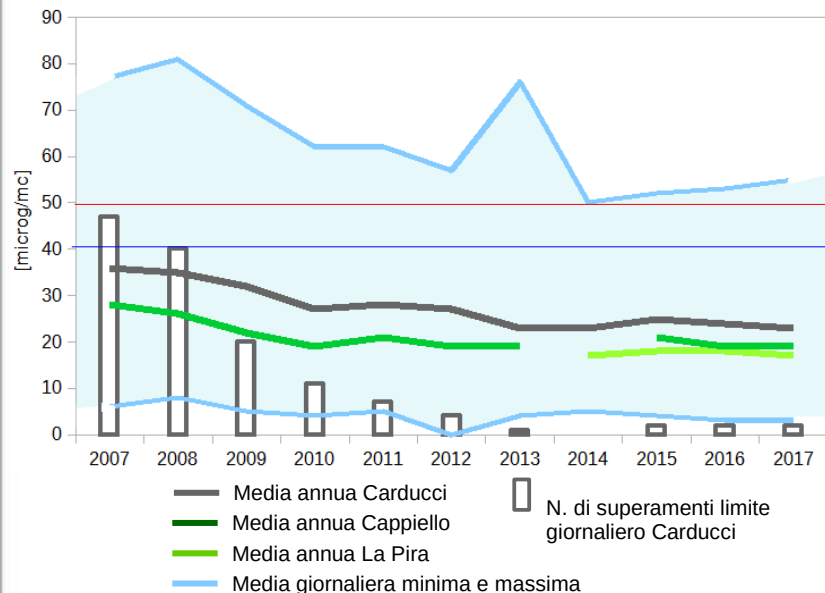


Rosa di concentrazione medie orarie SO₂

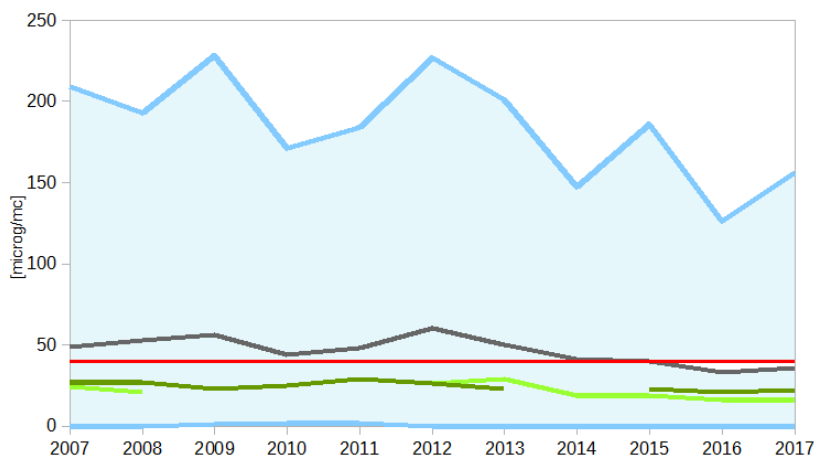
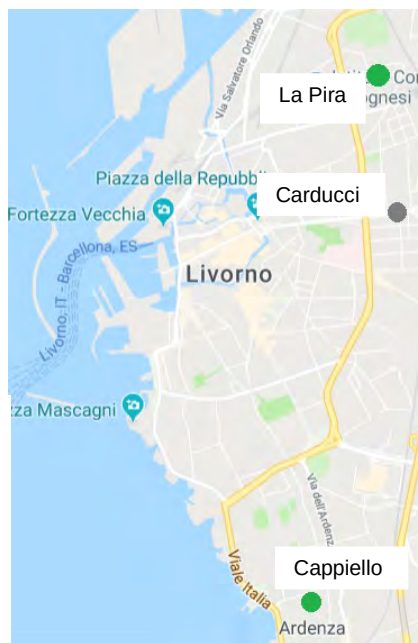
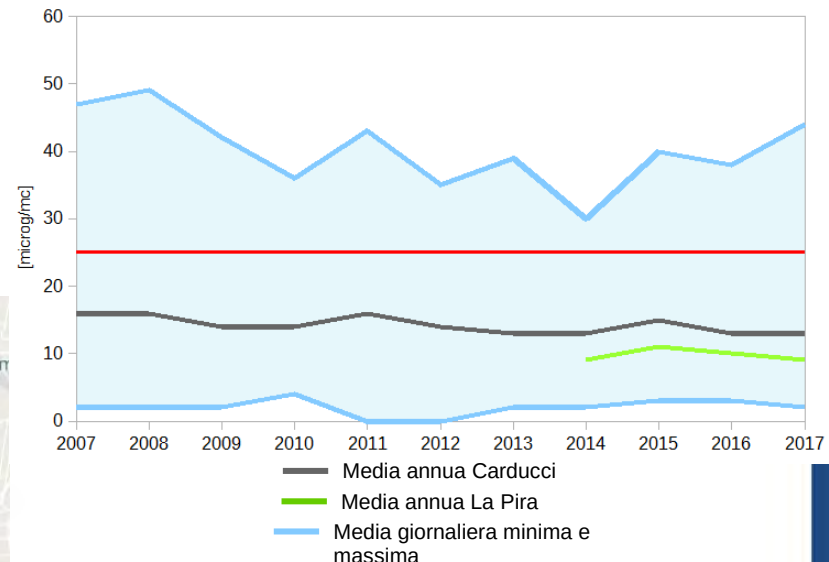
— DV
 ■ Concentrazioni medie orarie

La qualità dell'aria nel Comune di Livorno nell'ultimo decennio

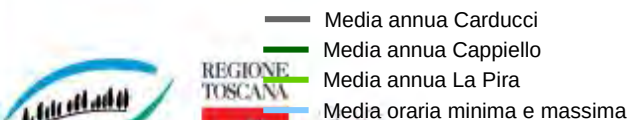
PM10 nel Comune di Livorno



PM2,5 nel Comune di Livorno



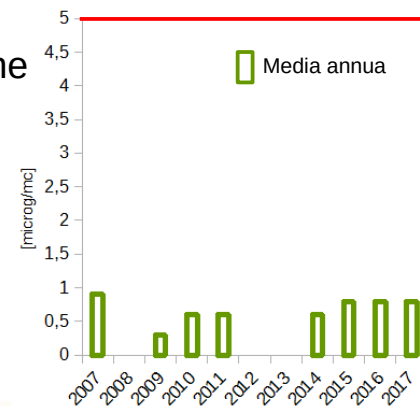
NO₂ nel Comune di Livorno



SO₂ nel Comune di Livorno



Benzene nel Comune di Livorno



I parametri monitorati

	PM10	PM2,5	NO2	SO2	CO	Benz.	IPA	As	Ni	Cd
LI-Capiello (UF)	X	X	X							
LI-La Pira (UF)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
LI-Carducci (UT)	X	X	X		X					

PROGETTO PATOS2 (Particolato Atmosferico in TOScana fase 2)¹

LI-La Pira_23/01/2014 – 31/03/2015

Fasi principali

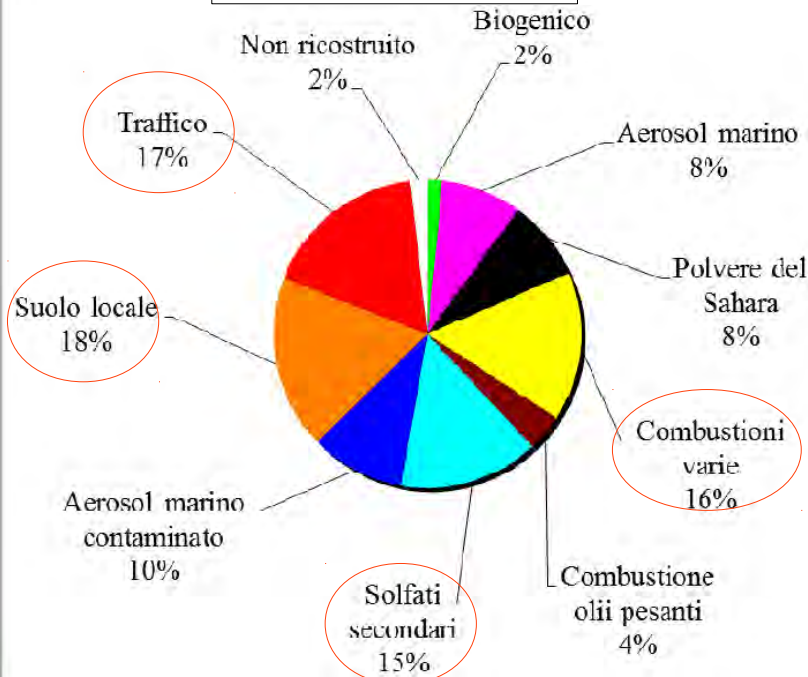
- Campionamento del particolato con diversi tipi di campionatori (campioni su base giornaliera e campioni su base oraria).
- Analisi dei campioni raccolti con diverse tecniche chimiche e fisiche
- Elaborazione dei dati tramite opportuni metodi di analisi multivariata (modello a recettore Positive Matrix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



identificazione delle principali sorgenti e quantificazione del loro contributo

Dati su base giornaliera

Dati su base oraria



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 oli 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





Frazione Fine	Frazione grossa
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

¹ 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)

Campagna Porto

Legenda

-  MMDARSENA TOSCANA
-  MMFORTEZZA
-  Raffineria
-  Area portuale

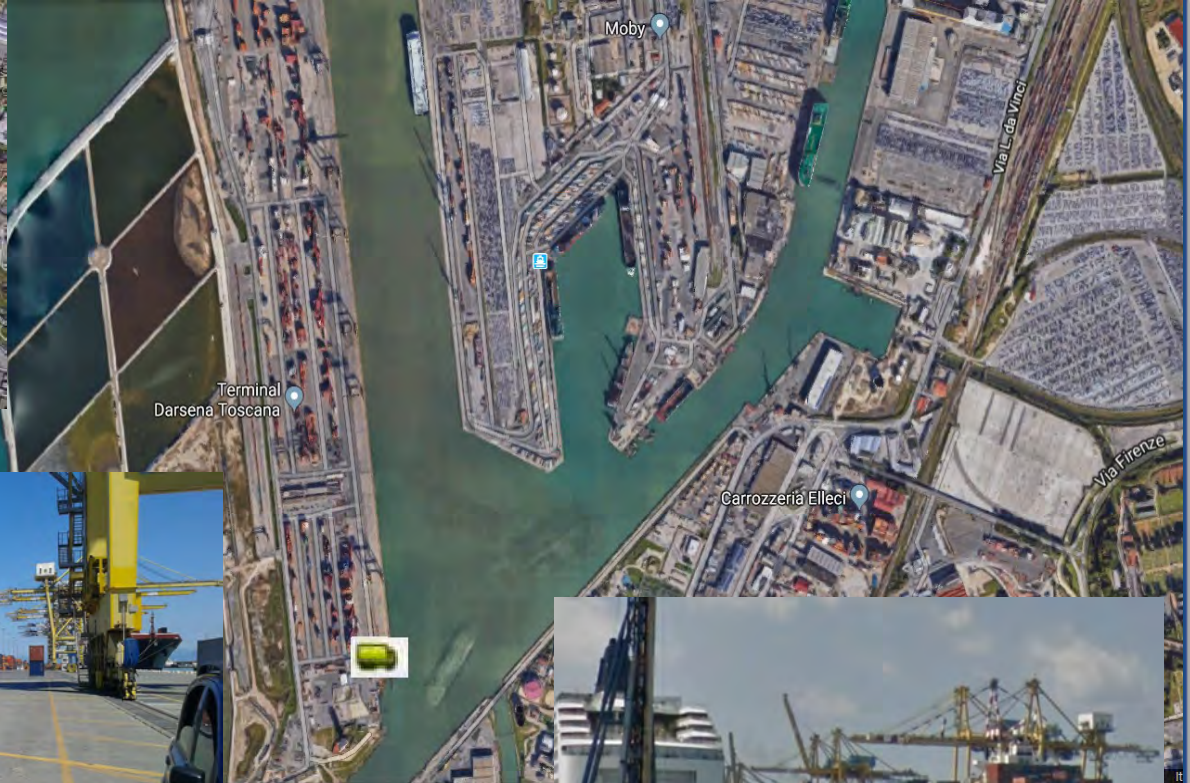
Convenzione con
Autorità di Sistema
Portuale del mar
Tirreno settentrionale
2017-18



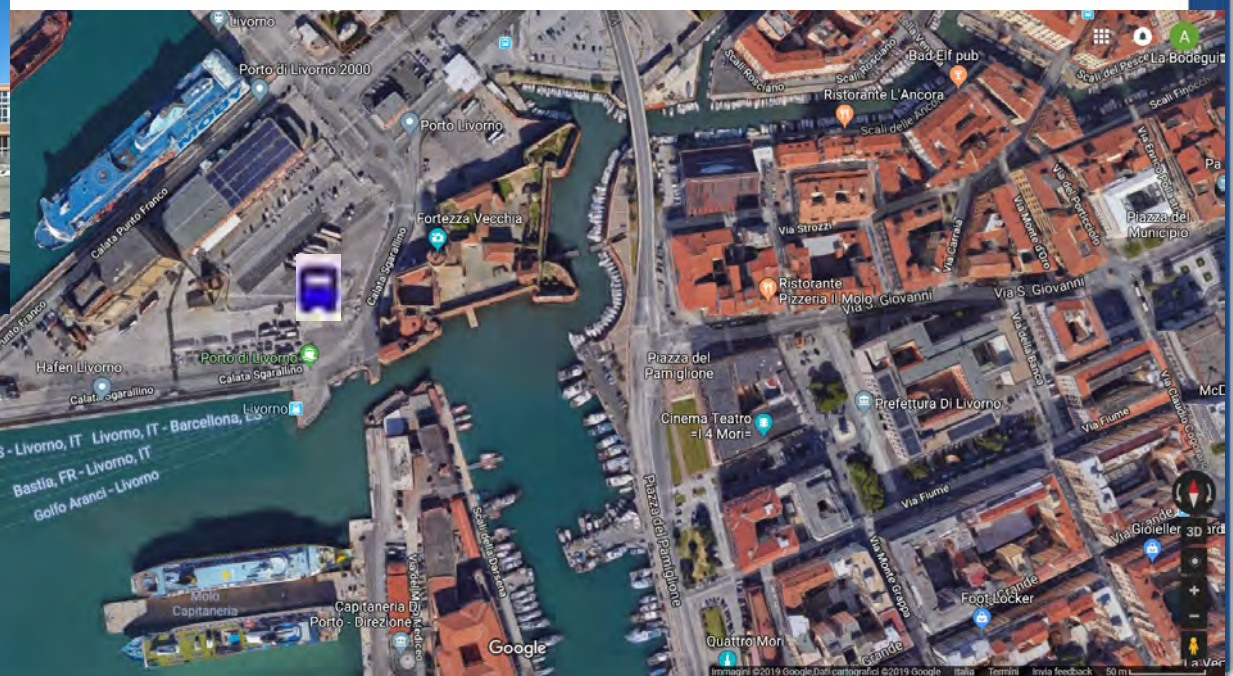
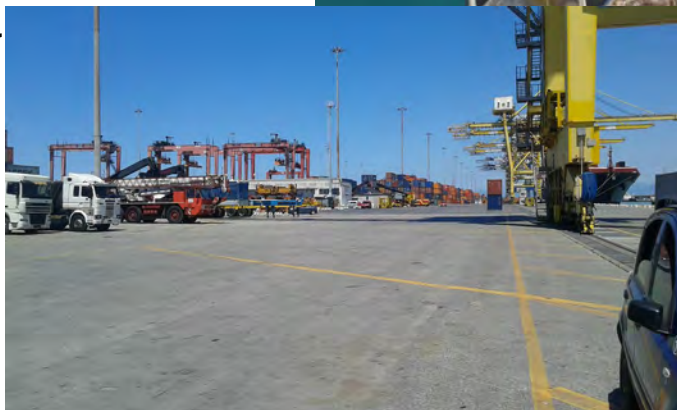
Inquinante	Marca Modello	Metodo
CO	API 300 E	UNI EN 14626:2012
NO _x	API 200 A	UNI EN 14211:2012
SO ₂	API 100 E	UNI EN 14212:2012
C ₆ H ₆ (BTX)	Chromatec Air Toxic GC866	UNI EN 14662:2005
O ₃	TEI 49 C	UNI EN 14625:2012
PM10/PM2,5	Swam Dual Channel (senza sorgente)	UNI EN 12341:2014

Sito	Stagione	Periodo indagine	
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





Darsena toscana ovest



Fortezza vecchia



Fortezza vecchia

Nessun superamento del limite su media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e media annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM10 Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23	46	44	32	46
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	17	17	31	24	23

Livelli di concentrazione massimi giornalieri e medi di periodo superiori alle altre stazioni di rete nel periodo primaverile e estivo

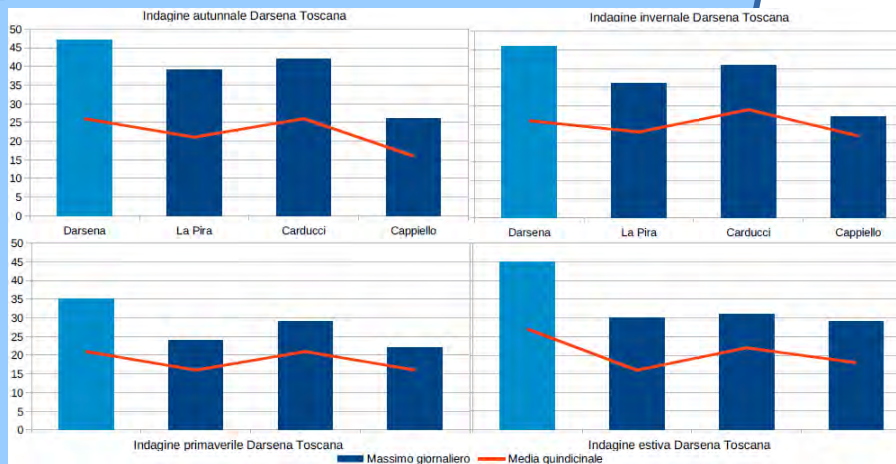
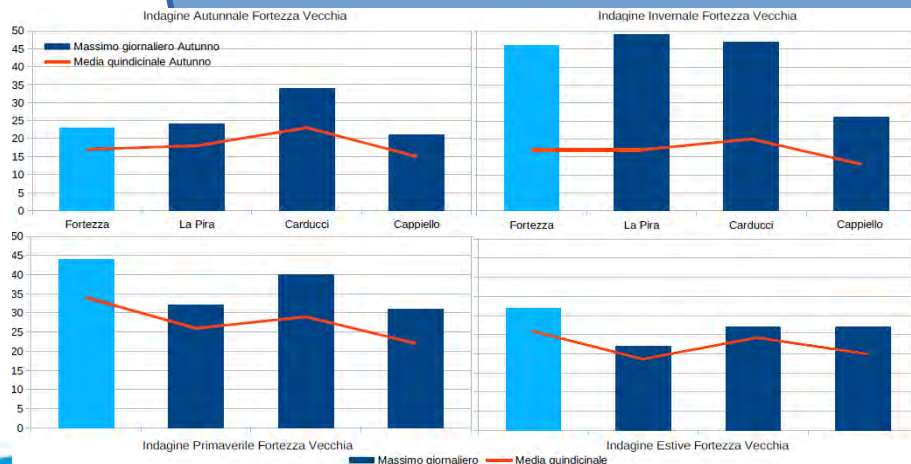
PM10

Darsena toscana ovest

Nessun superamento del limite su media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e media annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM10 Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	47	46	35	45	47
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26	26	21	27	25

Livelli di concentrazione massimi giornalieri e medi di periodo quasi sempre superiori alle altre stazioni di rete



	PM10 Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					PM10 Media quindicinale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Fortezza vecchia	23	46	44	32	46	17	17	34	24	23
LI-La Pira (UF)	24	49	32	22	49	18	17	26	17	20
LI-Carducci (UT)	34	47	40	27	47	23	20	29	22	24
LI-Cappelio (UF)	21	26	31	27	31	15	13	22	20	17

	PM10 Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					PM10 Media quindicinale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Darsena toscana	47	46	35	45	47	26	26	21	27	25
LI-La Pira (UF)	39	36	24	30	39	21	23	16	16	19
LI-Carducci (UT)	42	41	29	31	42	26	29	21	22	24
LI-Cappelio (UF)	26	27	22	29	29	16	22	16	18	18

Fortezza vecchia

Nessun superamento del limite sulla media annuale ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM2,5 Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	13	34	25	19	34
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10	13	15	15	13

Livelli di concentrazione massimi giornalieri e medi di periodo superiori o simili alle altre stazioni di rete fatta eccezione per il periodo invernale

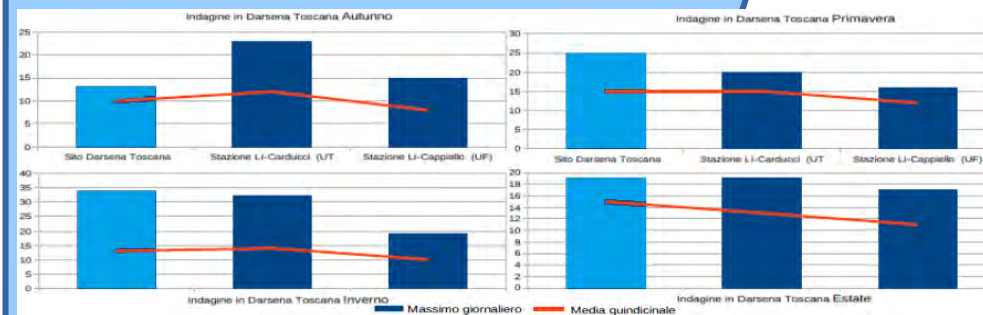
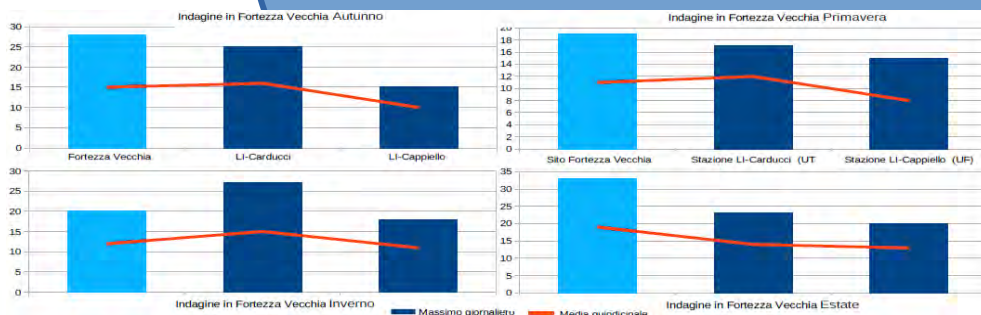
PM2,5

Darsena toscana ovest

Nessun superamento del limite sulla media annuale ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM2,5 Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	28	20	19	33	33
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	12	11	19	14

Livelli di concentrazione massimi giornalieri e medi di periodo superiori o simili alle altre stazioni di rete



	PM2,5 Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					PM2,5 Media quindicinale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Fortezza vecchia	13	34	25	34	46	10	13	15	15	13
LI-Carducci (UT)	23	32	20	32	47	12	14	15	13	14
LI-Cappiello (UF)	15	19	16	19	31	8	10	12	11	10

	PM2,5 Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					PM2,5 Media quindicinale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Darsena toscana	28	20	19	33	33	15	12	11	19	14
LI-Carducci (UT)	25	27	17	23	27	16	15	12	14	14
LI-Cappiello (UF)	15	18	15	20	20	10	11	8	13	11

Fortezza vecchia

Nessun superamento del limite su massima media oraria ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e su media annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

NO ₂ Fortezza Vecchia	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	81	76	101	105	105
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26	18	25	20	22

Massimi giornalieri e medie di periodo sempre inferiori o simili alle altre stazioni di rete ad eccezione del periodo primavera/estate: superiori alle stazioni fondo, simili alla traffico

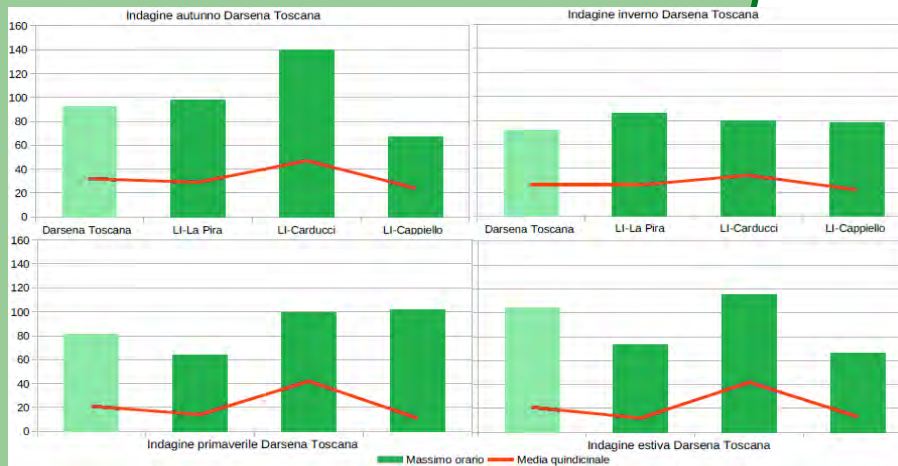
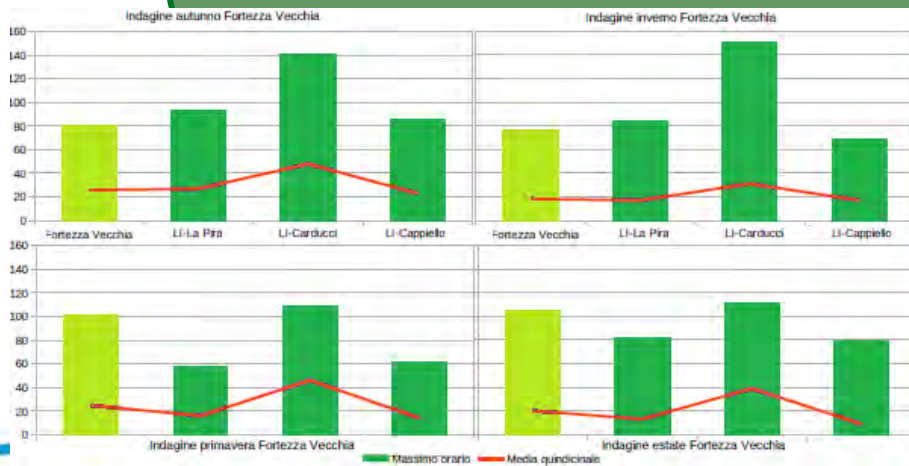
NO₂

Darsena toscana ovest

Nessun superamento del limite su massima media oraria ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e su media annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

NO ₂ Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	92	72	81	104	104
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32	26	21	21	25

Massimi giornalieri e medie di periodo sempre inferiori o simili alle altre stazioni di rete ad eccezione del periodo primavera/estate: superiori alle stazioni fondo, simili alla traffico



	NO2 Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					NO2 Media quindicinale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Fortezza vecchia	81	76	101	105	105	26	18	25	20	22
LI-La Pira (UF)	94	84	57	82	94	27	17	16	13	18
LI-Carducci (UT)	141	151	109	111	151	48	31	46	39	41
LI-Cappiello (UF)	86	69	61	79	86	23	17	14	9	16

	NO2 Massimo giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					NO2 Media quindicinale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Darsena toscana	92	72	81	104	104	32	26	21	21	25
LI-La Pira (UF)	98	86	64	73	98	29	26	14	12	20
LI-Carducci (UT)	140	80	99	115	140	47	34	42	42	34
LI-Cappiello (UF)	67	78	102	66	102	24	22	11	13	18

Fortezza vecchia

Nessun superamento del limite su massima media oraria ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e giornaliera ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂ 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

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.

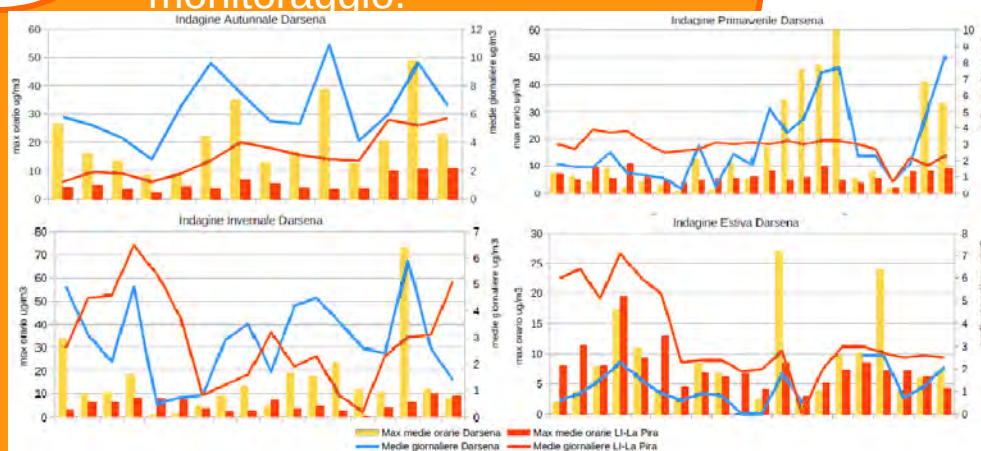
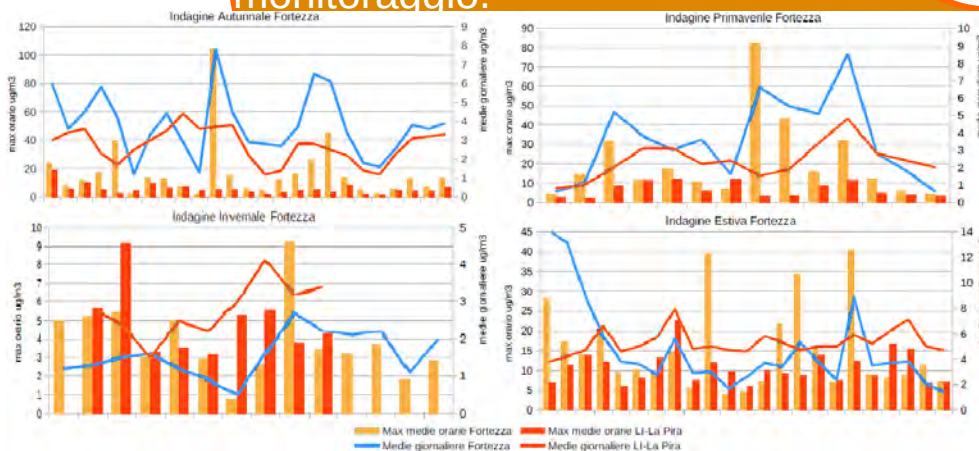
SO₂

Darsena toscana ovest

Nessun superamento del limite su massima media oraria ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e giornaliera ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO ₂ 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.



SO ₂ ug/m3	Massimo orario		Massimo giornaliero	
	Fortezza	LI-La Pira	Fortezza	LI-La Pira
Autunno	104	19	8	4
Inverno	9	9	3	4
Primavera	82	12	8	5
Estate	40	23	14	8
Annuale	104	23	14	8

SO ₂ ug/m3	Massimo orario		Massimo giornaliero	
	Darsena	LI-La Pira	Darsena	LI-La Pira
Autunno	49	11	11	6
Inverno	74	10	6	6
Primavera	60	11	8	4
Estate	27	20	3	7
Annuale	74	20	11	7



Fortezza vecchia

Nessun superamento del limite sulla media annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Benzene Fortezza Vecchia	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 giornaliero	1,6	2,2	0,8	0,5	2,2
Media periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,9	1,2	0,5	0,3	0,7

La media giornaliera è inferiore a quella di LI-La Pira per autunno, inverno e primavera mentre per il periodo estivo è molto simile.

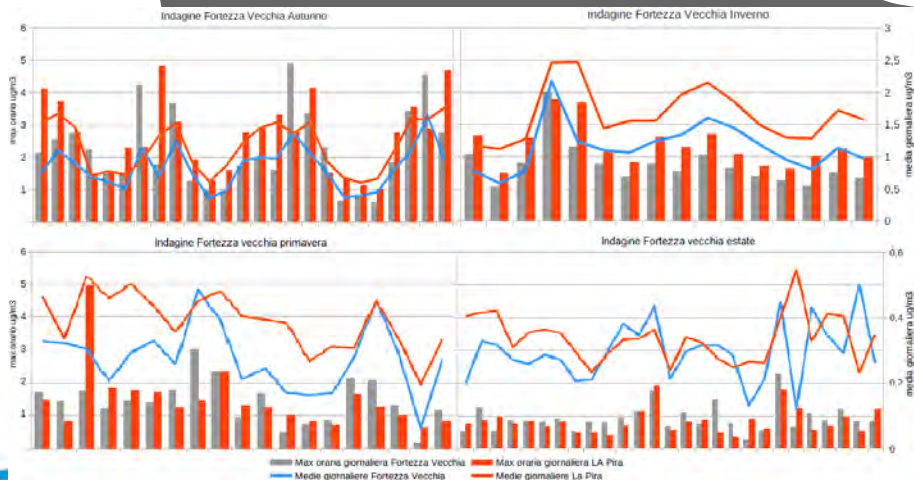


Darsena toscana ovest

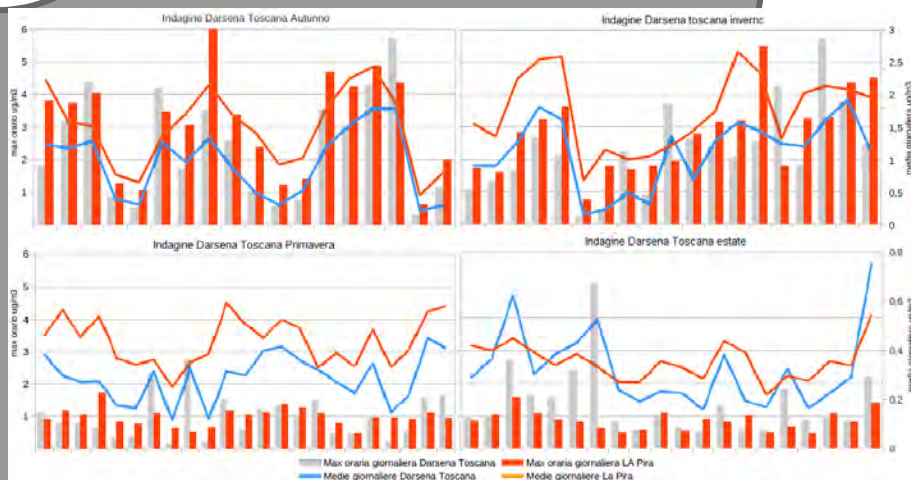
Nessun superamento del limite sulla media annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Benzene Darsena Toscana	Autunno	Inverno	Primavera	Estate	Annuale
Massimo valore medio orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5,7	5,7	2,9	5,0	5,7
Massimo valore medio giornaliero	1,8	1,6	0,5	0,8	1,8
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 di LI-La Pira per autunno, inverno e primavera mentre per il periodo estivo è molto simile.



Benzene ug/m3	Massima media giornaliera		Massima media oraria		Media periodo	
	Fortezza	LI-La Pira	Fortezza	LI-La Pira	Fortezza	LI-La Pira
Autunno	1,6	1,8	4,9	4,8	0,9	1,2
Inverno	2,2	2,5	4	3,8	1,2	1,7
Primavera	0,8	0,9	3	5	0,5	0,7
Estate	0,5	0,5	2,3	1,9	0,3	0,3
Annuale	2,2	2,5	4,9	4,8	0,7	1,0



Benzene ug/m3	Massima media giornaliera		Massima media oraria		Media periodo	
	Darsena	LI-La Pira	Darsena	LI-La Pira	Darsena	LI-La Pira
Autunno	1,8	2,2	5,8	6,0	1,0	1,5
Inverno	1,6	2,4	5,7	5,5	0,9	1,5
Primavera	0,5	0,6	2,9	1,7	0,3	0,4
Estate	0,8	0,5	5,0	1,6	0,3	0,4
Annuale	1,8	2,4	5,8	6,0	0,6	0,9



VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI CONCENTRAZIONE MEDI E MASSIMI ORARI IN RELAZIONE AI PARAMETRI ANEMOLOGICI

Le misure di direzione e velocità del vento vengono fornite come media su 10 minuti.

Il posizionamento e i sensori di direzione e velocità del vento rispondono alle norme tecniche internazionali WMO3 e EPA4.



Stazione meteo
Rete idrografica e
Mareografica nazionale
(ISPRA)

FINALITÀ: individuare, in prima istanza, la localizzazione di fonti emissive che possano contribuire ai livelli di concentrazione rilevati

INQUINANTI ANALIZZATI: NO, SO₂ e benzene (di origine prevalentemente primaria)

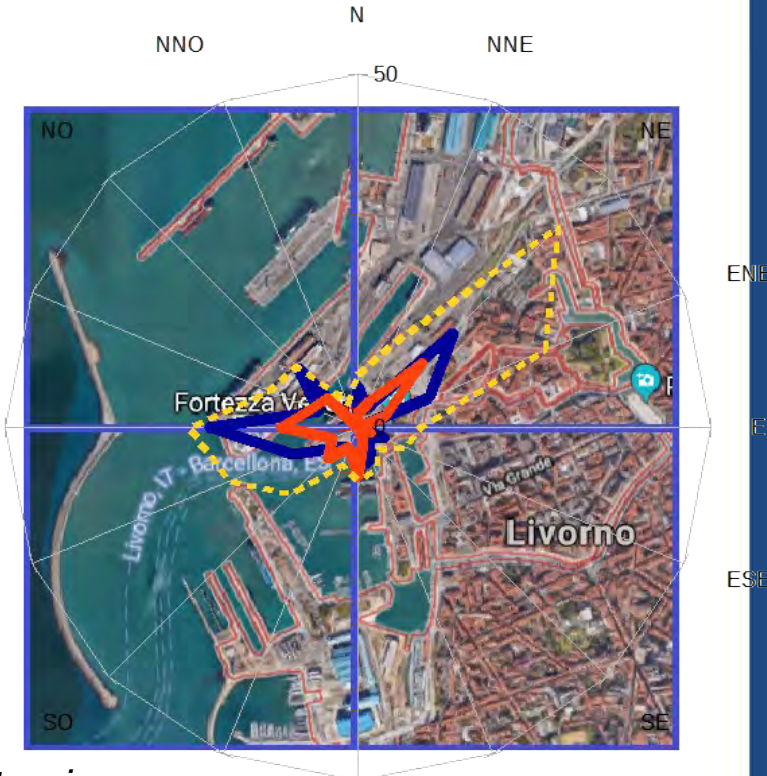
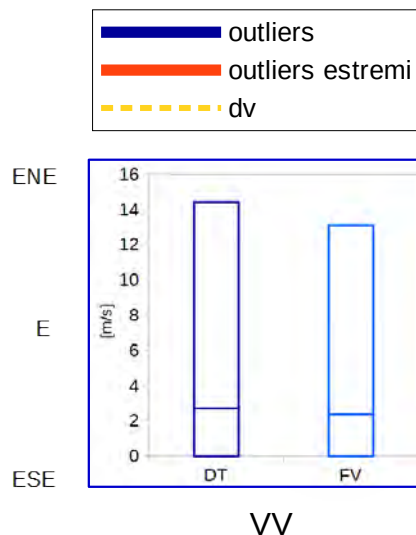
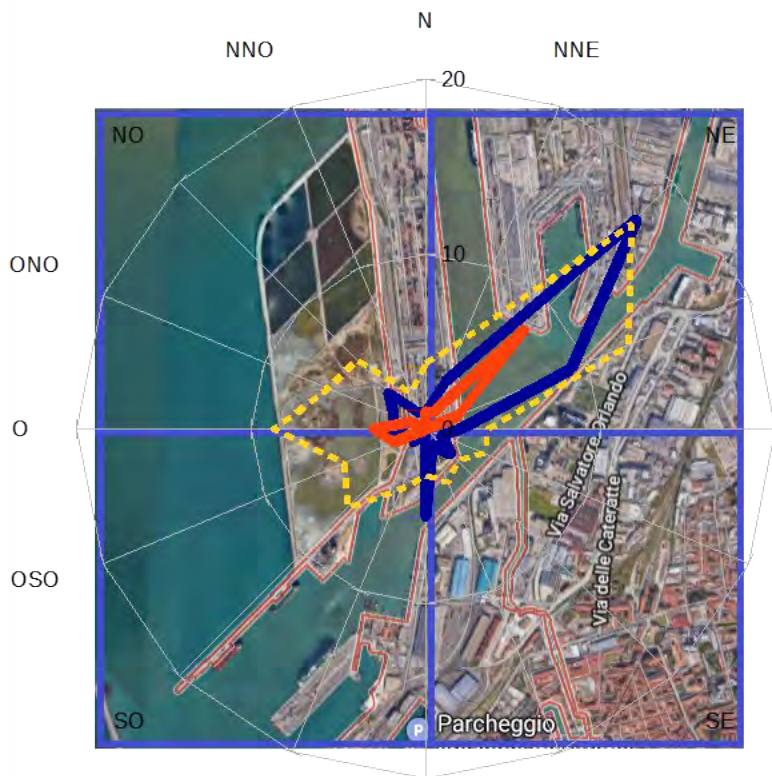
L'analisi si è focalizzata sui **livelli di concentrazione "anomali"** rispetto alla mediana della distribuzione dei valori medi registrati nel corso di ciascuna campagna di monitoraggio ("outlier").

Outlier: $Q1-1.5*(Q3-Q1)$
Outlier estremi: $Q1-3*(Q3-Q1)$

I livelli di concentrazione media oraria sono stati analizzati in corrispondenza della direzione media del vento registrata nell'arco dell'ora

I livelli di concentrazione massima in ciascuna ora (misura di 5 secondi) sono stati analizzati in corrispondenza della direzione media del vento registrata nell'arco dei 10 minuti nel corso dei quali tali dati sono stati rilevati

Monossido di azoto: i massimi livelli di concentrazione registrati nell'ora



Valutati 1380 dati di concentrazione
Di circa 5 sec ciascuno nell'intera
campagna

	Monossido di azoto (NO) Darsena toscana ovest MASSIMO ORARIO (microg/mc)			
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Massimo outliers	712	464	594	474
Media outliers	505	355	275	225
Mediana serie	89	50	27	25
1. Massimo/mediana	8	9	22	19
2. Media/mediana	6	7	10	9

	Monossido di azoto (NO) Fortezza vecchia MASSIMO ORARIO (microg/mc)			
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Massimo outliers	479	402	673	956
Media outliers	155	135	271	291
Mediana serie	10	6	19	25
1. Massimo/mediana	48	67	35	38
2. Media/mediana	16	23	14	12

Durata di ciascun valore: 5 sec

	Settori Est	Settori Ovest
Outliers	Numero 48	21
	Incidenza 70%	30%
DV	Numero 1030	810
	Incidenza 56%	44%

N. outlier	18
N. outlier estremi	51
N. outlier totali	69

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

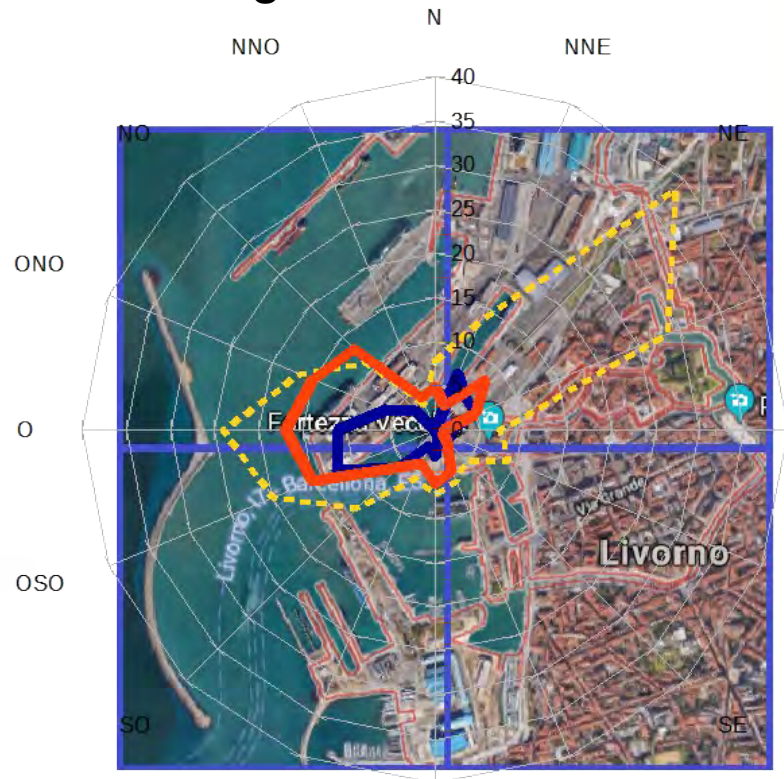
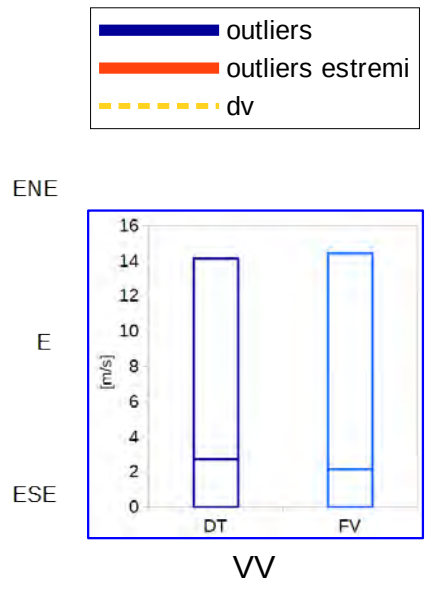
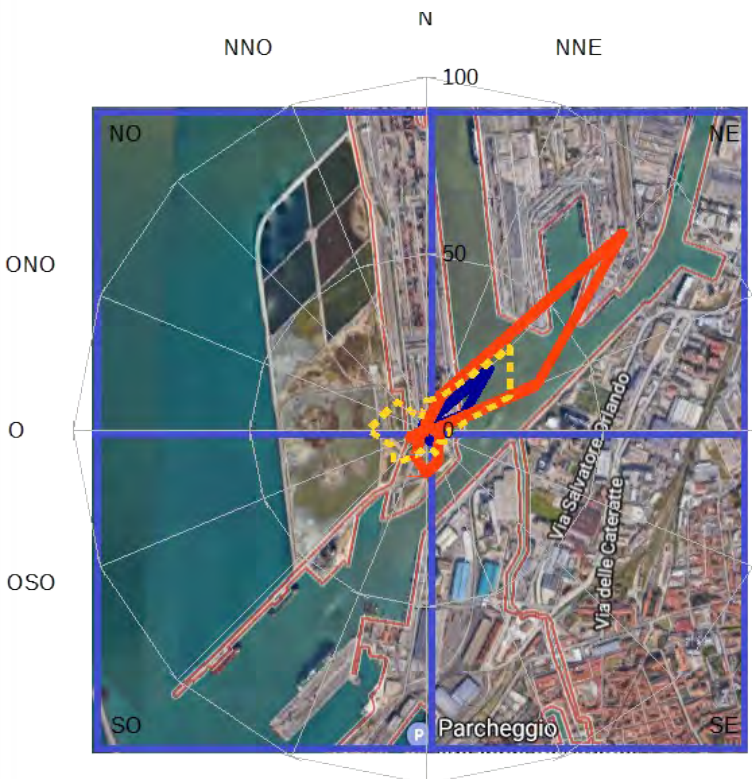
DARSENA TOSCANA
N. outliers da settori di Est 2 volte superiore a quelli in corrispondenza dei settori di Ovest

FORTEZZA VECCHIA
N. outliers da settori di Est simile a quelli in corrispondenza dei settori di Ovest

	Settori Est	Settori Ovest
Outliers	Numero 77	106
	Incidenza 42%	58%
DV	Numero 1162	998
	Incidenza 54%	46%

N. outlier	71
N. outlier estremi	112
N. outlier totali	183

Biossido di zolfo: i massimi livelli di concentrazione registrati nell'ora



Valutati 1380 dati di concentrazione
Di circa 5 sec ciascuno nell'intera
campagna

	Biossido di zolfo (SO ₂)_Darsena toscana ovest MASSIMO ORARIO (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

	Biossido di zolfo (SO ₂)_Fortezza vecchia MASSIMO ORARIO (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

Durata di ciascun valore: 5 sec

		Settori Est	Settori Ovest
Outliers	Numero	192	39
	Incidenza	83%	17%
DV	Numero	1040	804
	Incidenza	56%	44%

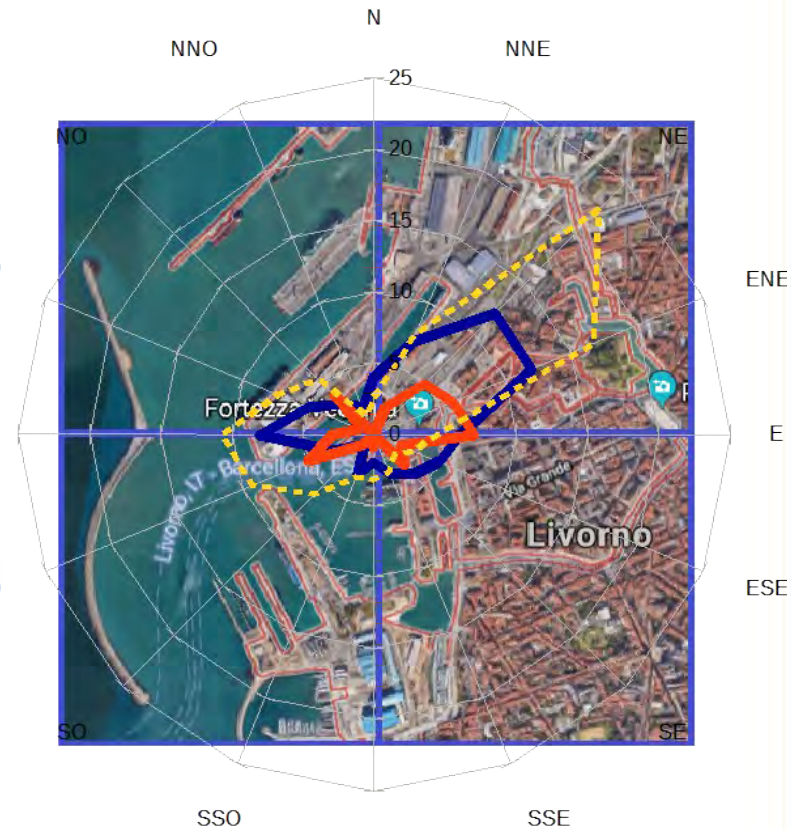
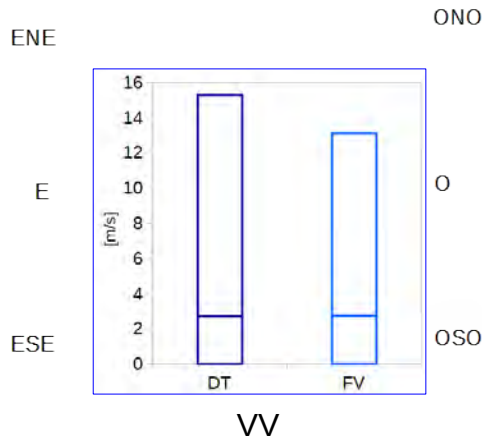
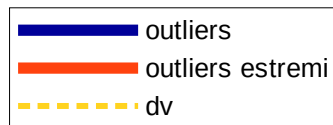
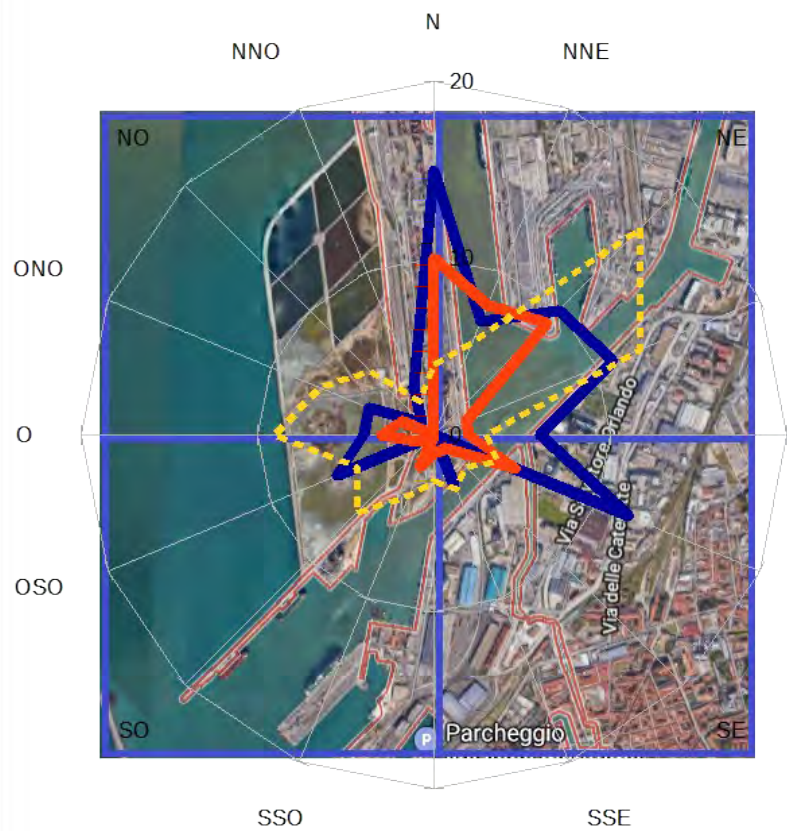
Stesse condizioni di vento
(distribuzione DV e VV simili per settori Est e Ovest)

<p>DARSENA TOSCANA N. outliers da settori di Est 4 volte superiore a quelli in corrispondenza dei settori di Ovest</p>	<p>FORTEZZA VECCHIA N. outliers da settori di Ovest 2 volte superiore a quelli corrispondenti ai settori di Est</p>
---	--

		Settori Est	Settori Ovest
Outliers	Numero	52	123
	Incidenza	30%	70%
DV	Numero	1158	1002
	Incidenza	54%	46%

N. outliers 65
N. outliers estremi 110
N.outliers totali 175

Benzene: i massimi livelli di concentrazione registrati nell'ora



Benzene (C ₆ H ₆)_Darsena toscana ovest				
MASSIME ORARIE (microg/mc)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Massimo outliers	13,5	5,8	4,2	8,0
Media outliers	4,4	3,9	1,2	1,7
Mediana serie	0,7	0,8	0,2	0,2
1. Massimo/mediana	19	7	21	40
2. Media/mediana	6	5	6	9

Benzene (C ₆ H ₆)_Fortezza vecchia				
MASSIME ORARIE (microg/mc)				
	Autunno	Inverno	Primavera	Estate
Massimo outliers	6,1	4,3	4,4	2,4
Media outliers	3,2	3,1	1,8	1,3
Mediana serie	0,7	1,1	0,4	0,2
1. Massimo/mediana	9	4	11	12
2. Media/mediana	5	3	5	7

		Settori Est	Settori Ovest
Outliers	Numero	102	29
	Incidenza	78%	22%
DV	Numero	804	1040
	Incidenza	44%	56%

		Settori Est	Settori Ovest
Outliers	Numero	78	42
	Incidenza	65%	35%
DV	Numero	1158	1002
	Incidenza	54%	46%

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

DARSENSA TOSCANA	FORTEZZA VECCHIA
N. outliers da settori di Est 3 volte superiore a quelli in corrispondenza dei settori di Ovest	N. outliers da settori di Est 2 volte superiore a quelli corrispondenti ai settori di Ovest

N. outliers	80
N. outliers estremi	40
N.outliers totali	120

N. outliers 84
N. outliers estremi 47
N.outliers totali 131

Interdipendenza tra gli eventi “estremi” registrati per i livelli di concentrazione in atmosfera di monossido di azoto, biossido di zolfo e benzene

Per entrambi i siti non si osservano particolari corrispondenze tra gli eventi “anomali” (di 5 secondi ciascuno) rilevati per ciascuno dei tre inquinanti.

NO/SO₂

Fortezza vecchia: su 183 outliers per NO e 175 per SO₂ solo 58 sono avvenuti contemporaneamente (circa il 30% dei casi)

Darsena toscana ovest: su 72 outliers per NO e 235 per SO₂ solo 46 sono avvenuti contemporaneamente (68% e 20% dei casi, rispettivamente)

NB: L'incidenza degli outliers di NO e SO₂ registrati contemporaneamente presso il sito di Darsena toscana, pur non essendo trascurabile rispetto al numero totale di eventi “anomali” individuati per l'NO, non dà indicazioni certe in merito ad una eventuale interdipendenza tra i fenomeni di picco dei livelli di concentrazione in atmosfera di monossido di azoto e biossido di zolfo in quanto numerosi eventi di tale genere per l'SO₂ (189) avvengono in maniera indipendente rispetto alle variazioni dei livelli di concentrazione in atmosfera del monossido di azoto.

Benzene/NO-SO₂

Fortezza vecchia: su 183 outliers individuati per NO, 175 per SO₂ e 120 per il benzene solo 18 e 6 rispettivamente sono avvenuti in contemporanea (in media l'8% dei casi)

Darsena toscana ovest: su 72 outliers per NO e 235 per SO₂ e 140 per il benzene solo 13 e 20 rispettivamente sono avvenuti contemporaneamente (in media il 12% dei casi)

	Fortezza vecchia			Darsena toscana ovest		
	NO vs SO ₂	NO vs Benzene	SO ₂ vs Benzene	NO vs SO ₂	NO vs Benzene	SO ₂ vs Benzene
N. outliers contemporanei	58	18	6	46	13	20
N. outliers totali (NO)	183			72		
N. outliers totali (SO ₂)	175			235		
N. outliers totali (Benzene)	120			140		
Incidenza outliers contemporanei su outliers totali	32% (su NO)	10% (su NO)	3% (su SO ₂)	64% (su NO)	18% (su NO)	9% (su SO ₂)
	33% (su SO ₂)	15% (su Benz)	5% (su Benz)	20% (su SO ₂)	9% (su Benz)	14% (su Benz)



Benzo(a)pyrene

Postazione	Periodo	Media di periodo (ng/m ³)	Media campagna (ng/m ³)	Valore obiettivo (ng/m ³)
Darsena toscana ovest	Autunno	-	0,12	1,0
	Inverno	0,30		
	Primavera	< 0,05		
	Estate	< 0,05		
Fortezza vecchia	Autunno	-	0,15	
	Inverno	0,36		
	Primavera	0,07		
	Estate	< 0,05		

LI – La Pira		
2015	2016	2017
Media annuale (ng/m ³)		
0,16	0,16	0,13

- Si osservano valori di concentrazione di Benzo(a)pyrene nel corso delle campagne invernali presso entrambi i siti mediamente 6 volte superiori a quanto rilevato nel corso degli altri periodi di campionamento. Analogamente si osserva presso la stazione di LI-La Pira e nelle altre stazioni della rete regionale.

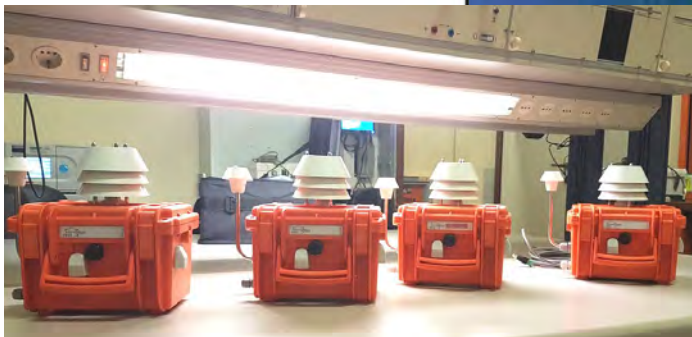
- Non emergono differenze rilevanti tra i livelli di concentrazione mediamente rilevati presso i siti in area portuale e presso la stazione di fondo dell'area nord di Livorno (LI-La Pira), né per il benzo(a)pyrene né per i metalli pesanti di cui sono riportati i dati preliminari.

Metalli pesanti (dati preliminari)

Postazione	Media campagna (ng/m ³)	Valore obiettivo (ng/m ³)
ARSENICO		
Darsena toscana ovest	0,3	6,0
Fortezza vecchia	0,4	
CADMIO		
Darsena toscana ovest	0,1	5,0
Fortezza vecchia	0,1	
NICHEL		
Darsena toscana ovest	4,2	20,0
Fortezza vecchia	3,9	
PIOMBO		
Darsena toscana ovest	3,2	500
Fortezza vecchia	3,8	
VANADIO		
Darsena toscana ovest	7,2	—
Fortezza vecchia	6,1	

	LI – La Pira		
	2015	2016	2017
	Media annuale (ng/m ³)		
ARSENICO	1,1	1,1	0,5
CADMIO	0,2	0,5	0,2
NICHEL	4,0	3,7	2,0
PIOMBO	5,6	5,0	2,8

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria nella città di Livorno con sensori smart (IBIMET)



Specifiche dei sensori integrati nelle stazioni mobili AIRQino e parametri misurati

Parametro	Sensore
Conc. CO ₂	SenseAir S8 con metodo IR (in ppm)
Conc. O ₃ in ppb	MiCS-OZ47
Conc. O ₃ in conteggi	MiCS-2614
Conc. NO ₂ in conteggi	MiCS-2714
Conc. CO in conteggi	Figaro TGS-2600
Conc. VOC in conteggi	MiCS-5524
Conc. PM _{2.5} e PM ₁₀ (µg/m ³)	NOVASENSE SDS011
Temperatura (°C) e umidità relativa (%)	DHT22



**ARPAT 2019:
2 NUOVE
POSTAZIONI
NEL PORTO**

IBIMET

ARPAT

- Centraline_SMART_Livorno.kml
 - SMART_Livorno
 - SMART02 + Mezzo mobile
 - SMART06
 - SMART07
 - SMART08
 - SMART11
 - SMART13
- Centraline_ARPAT_Livorno.kml
 - ARPAT_Livorno
 - SO₂, NO₂, C₆H₆, PM₁₀
 - ARPAT - Cappelletto (UF)
 - NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀
 - ARPAT - Carducci (UT)
 - CO, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀





Grazie per l'attenzione

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

