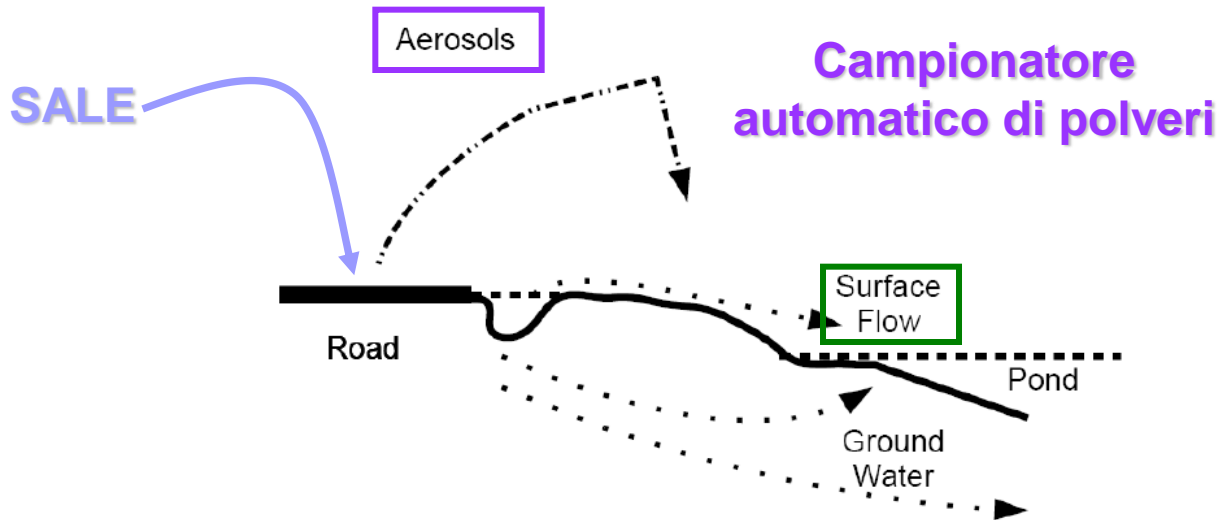


Come il sale disgelante impatta sull'ambiente

Elisa Mallocci



Stazione di monitoraggio



Sistema di campionamento del runoff stradale



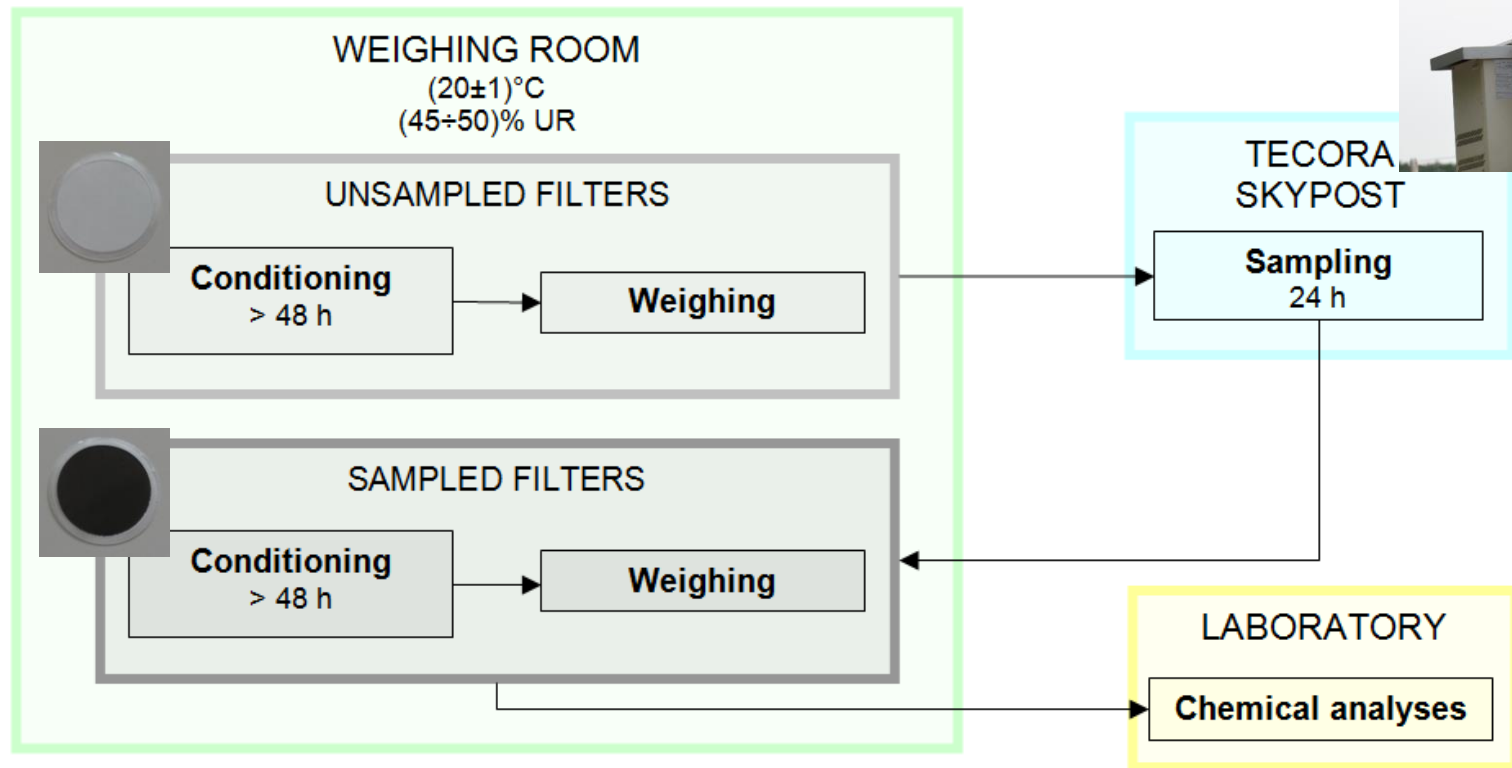
Direttiva 2008/50/CE

- I contributi ai superamenti dei valori limite per il materiale particolato PM10 dovuti alla sabbatura o salatura invernali delle strade possono essere detratti all'atto della valutazione della conformità ai valori limite per la qualità dell'aria, sempreché **siano state adottate misure ragionevoli per diminuire le concentrazioni**.
- Gli Stati membri possono designare zone o agglomerati nei quali i valori limite per il PM10 sono superati nell'aria ambiente a causa della risospensione del particolato a seguito della sabbatura o salatura delle strade nella stagione invernale.
- Gli Stati membri trasmettono alla Commissione un elenco di tali zone o agglomerati, insieme alle informazioni sulle concentrazioni e sulle fonti di PM10.
- Nell'informare la Commissione, gli Stati membri forniscono la documentazione necessaria per **dimostrare che ogni superamento è dovuto alla risospensione di particolato** e che **sono stati adottati provvedimenti ragionevoli per diminuire le concentrazioni**.
- La Commissione pubblica orientamenti per la determinazione dei contributi provenienti dalla risospensione di particolato a seguito di sabbatura o salatura delle strade.



PM10

EN 12341:2014 “Ambient air - Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM10 or PM2,5 mass concentration of suspended particulate matter”





PM10

D. Lgs. 155/2010

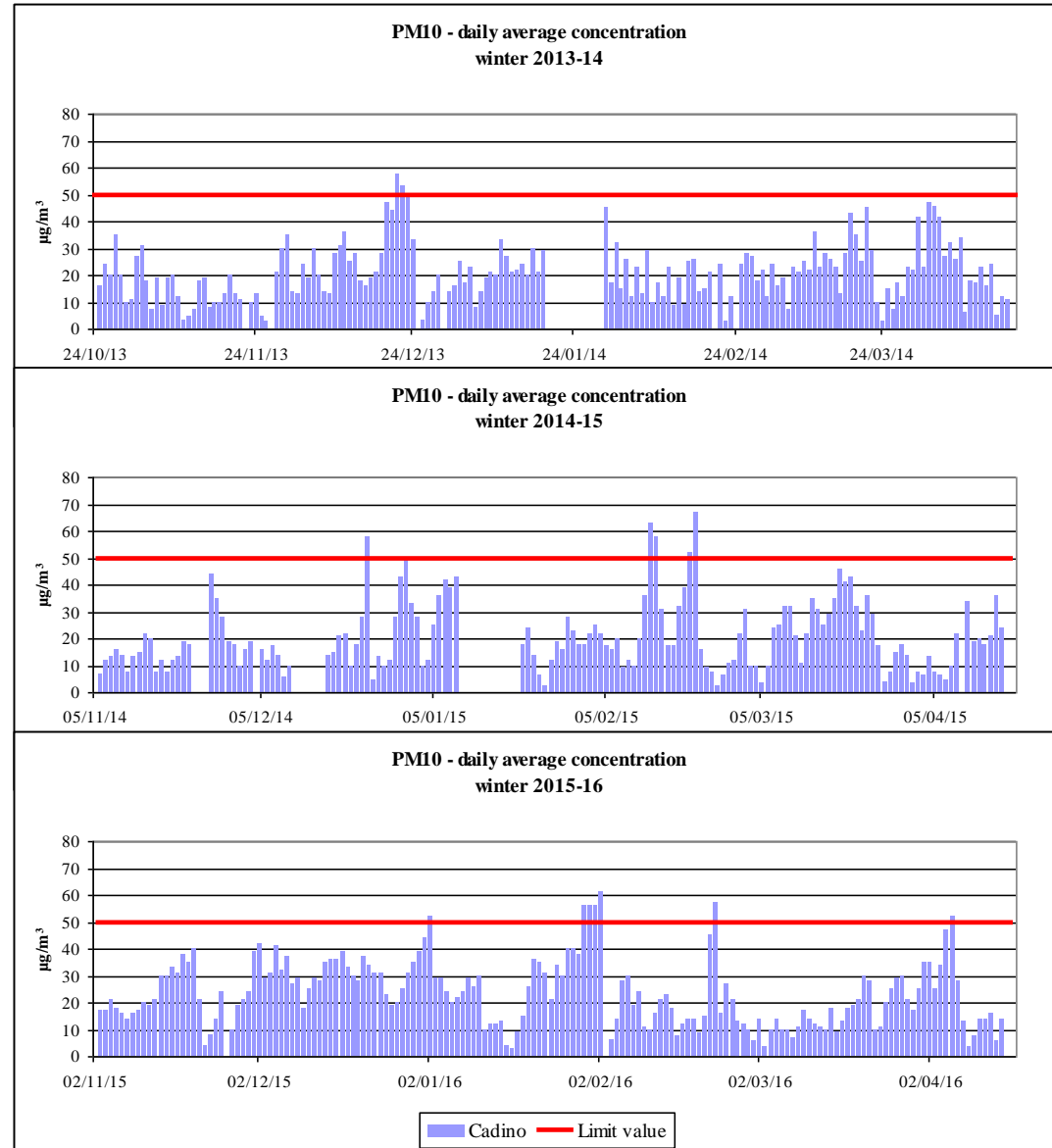
“Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”

Limite media giornaliera

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(da non superare più di 35 volte l’anno)

- Inv. 2013/14 – **2** superamenti
- Inv. 2014/15 – **5** superamenti
- Inv. 2015/16 – **7** superamenti

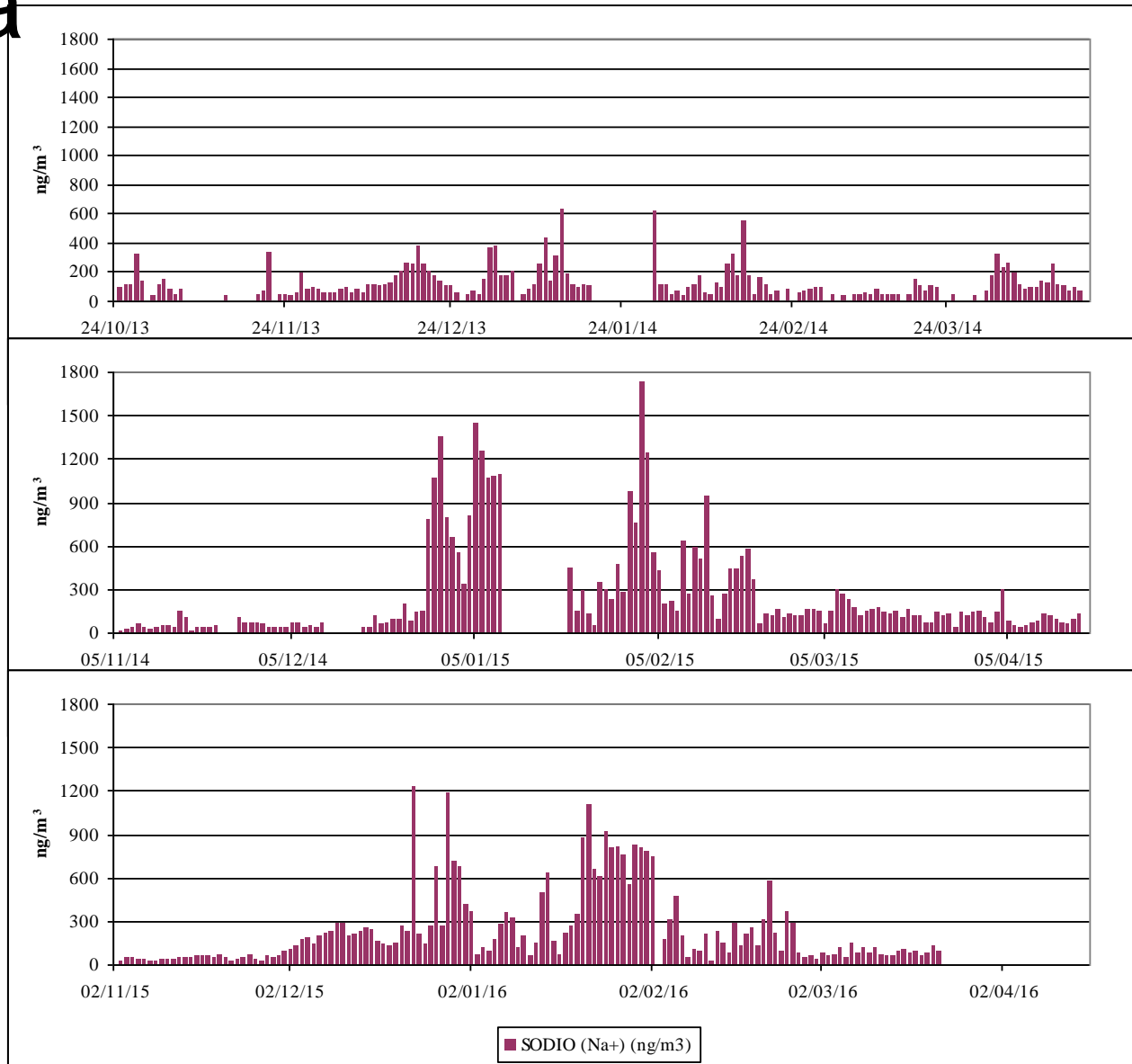




NaCl in aria

Non esistono
limiti normativi

(ng/m ³)	MEDIA	MAX
Inverno 2013/14	116	621
Inverno 2014/15	255	1730
Inverno 2015/16	237	1230

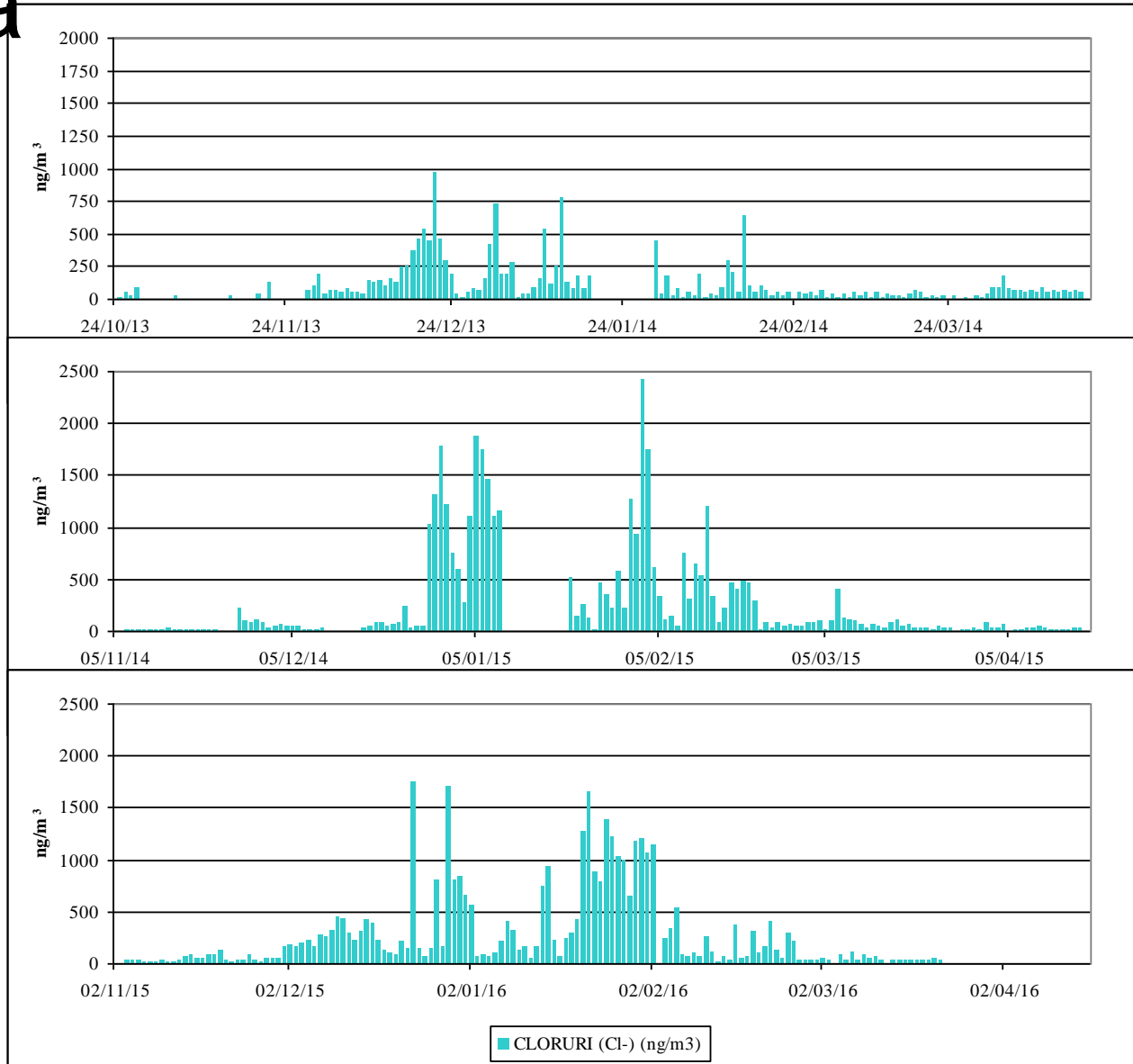




NaCl in aria

Non esistono
limiti normativi

(ng/m ³)	MEDIA	MAX
Inverno 2013/14	104	966
Inverno 2014/15	259	2420
Inverno 2015/16	275	1725





NaCl in aria

		Cl ⁻ (ng/m ³)	Na ⁺ (ng/m ³)	Cl ⁻ /Na ⁺	
				misurato	sale
Inverno 2013/14	Media	104	116	0,90	1,50
	Max	966	621	1,56	
Inverno 2014/15	Media	259	255	1,02	
	Max	2420	1730	1,40	
Inverno 2015/16	Media	275	237	1,16	
	Max	1750	1230	1,42	



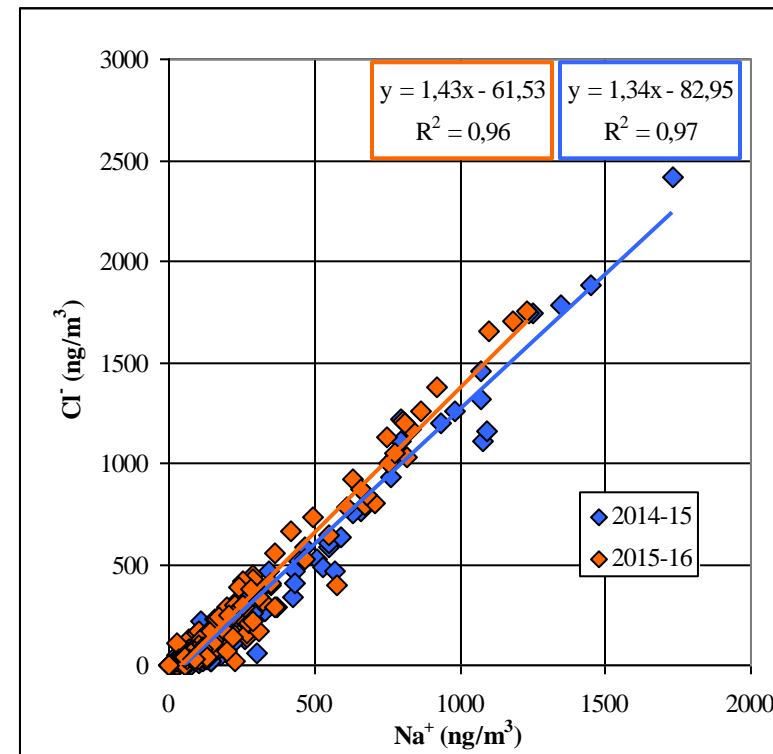
NaCl in aria

Inverno 2013/14

- Caratterizzato da frequenti piogge
- Il sale è stato quasi completamente dilavato dalla sede stradale
- Concentrazione di Na^+ e Cl^- in aria ambiente prossime allo zero
- Bassa correlazione tra Na^+ e Cl^- , non derivano dalla stessa fonte

Inverni 2014/15 e 2015/16

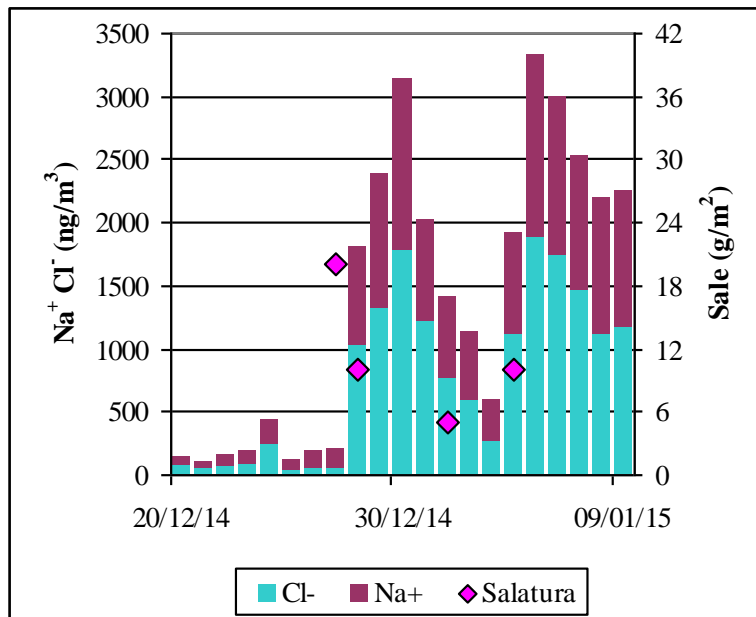
- Condizioni meteo nella norma, con alternanza di piogge di diversa intensità e assenza di precipitazioni
- Concentrazioni di Na^+ e Cl^- prossime allo zero alternate a picchi di concentrazione a seguito di attività di salatura
- Forte correlazione tra Na^+ e Cl^- ($R^2 \sim 1$)
- Rette di correlazione senza differenze significative tra i due inverni



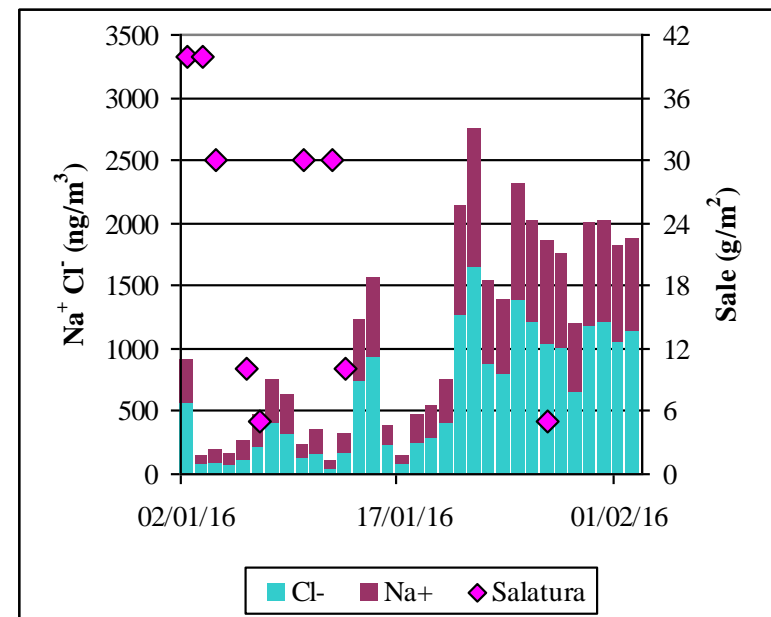


NaCl in aria

In **assenza di precipitazioni** la concentrazione di NaCl in aria aumenta immediatamente



Dopo **piogge leggere** la concentrazione di NaCl in aria aumenta a distanza di alcuni giorni dal trattamento



La concentrazione di NaCl in aria dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche che si verificano immediatamente dopo l'attività di salatura



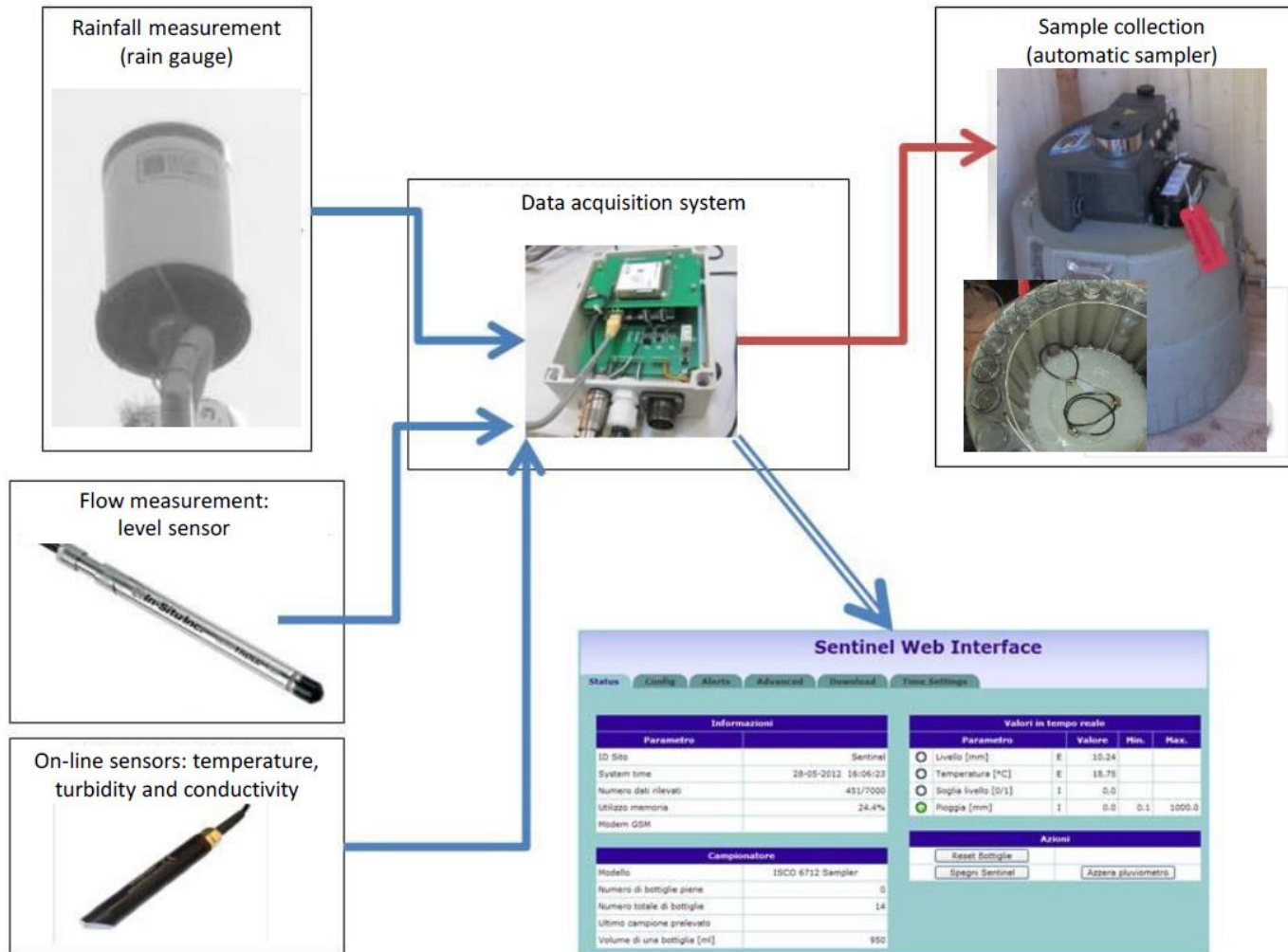
NaCl in aria

Conoscere la concentrazione in aria ambiente di Na^+ e Cl^- **non** è sufficiente per calcolare il contributo della salatura alla concentrazione di PM10

- Ad alte concentrazioni (picchi) il rapporto Cl^-/Na^+ è simile a quello della composizione del sale utilizzato, ma ciò non vale per il valore medio
- Na^+ è presente nel profilo di emissione di PM10 da traffico e nel particolato secondario
- Cl^- è presente nel profilo di emissione di PM10 della combustione della legna per riscaldamento domestico



Runoff





Indicatori

- **Intensità di pioggia** o neve, espressa in mm di precipitazione equivalente ogni 15 minuti
- **Portata** del runoff (idrogramma), calcolata dal livello dell'acqua attraverso uno stramazzo triangolare
- Andamento temporale delle concentrazione di **inquinanti**, ottenuto da un campionamento discreto durante l'evento deflusso
- “Event Mean Concentration” (**EMC**, mg/l) dei principali inquinanti nel runoff



Indicatori

Parametri analitici (collegati alle attività di **salatura**)

Parametro	Metodo di analisi
Solidi sospesi totali, cianuro totale	Standard Methods (APHA, 2012)
pH, conducibilità elettrica	Rapporti ISTISAN 2007/31
F ⁻ , Cl⁻ , NO ₃ ⁻ , SO₄⁻²	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
NH ₄ ⁺ , Na⁺ , K ⁺ , Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003
Al, As, Ba, B, Cd, Cr, Fe, P, Mn, Ni, Pb, Cu, Zn	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003

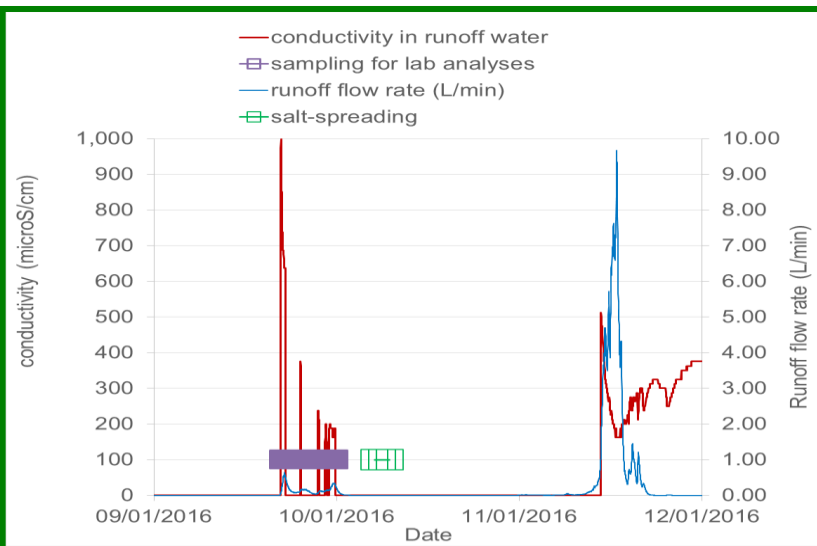
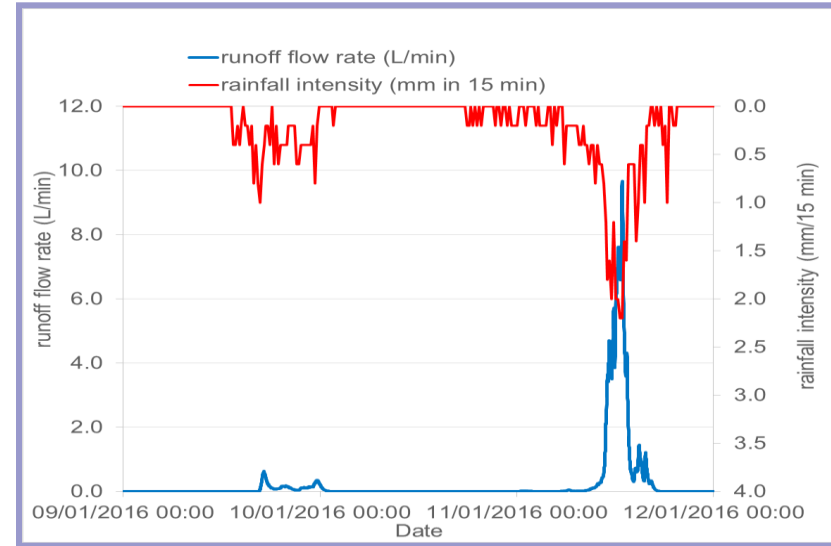


Indicatori

Andamento dell'intensità di pioggia nel tempo e conseguente flusso di runoff

Piogge ad alta intensità producono alte portate di runoff.

La superficie di strada dalla quale deriva il runoff e la lunghezza del tubo di collettamento sono ridotte. Per tale ragione, il picco di pioggia coincide con il picco di portata.



Conducibilità

La conducibilità è molto alta all'inizio, mentre decresce poi progressivamente durante eventi di runoff più prolungati a causa del progressivo dilavamento della sede stradale.

Durante eventi brevi, la conducibilità si mantiene elevata perché la breve durata dell'evento non consente il completo dilavamento del sale dalla sede stradale.



Eventi significativi

Caratterizzati da valori di portata, torbidità o conducibilità superiori ai rispettivi limiti di rilevabilità

■ Inverno 2013/14

- 11 piogge (1 neve)
- 5 runoff

■ Inverno 2014/15

- 7 piogge (3 neve)
- 4 runoff

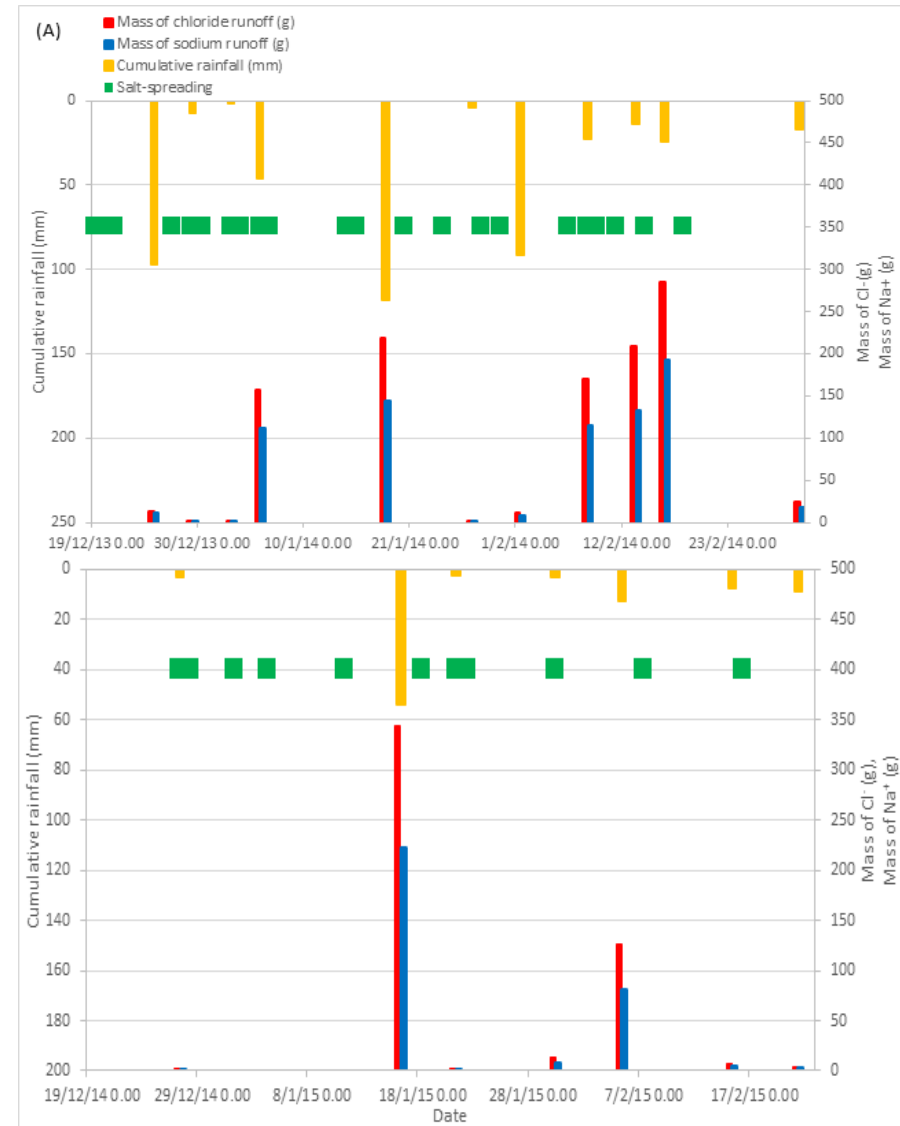
■ Inverno 2015/16

- 7 piogge
- 7 runoff



NaCl nel runoff

- Gli eventi di runoff durante l'inverno 2013/2014 hanno trasportato un'elevata quantità di sale a causa:
 - della costante e significativa presenza dello stesso sulla strada
 - dell'elevata intensità di precipitazioni
- Durante l'inverno 2014/2015, i quantitativi di cloruri e sodio sono diminuiti significativamente a causa:
 - del minor uso di sale
 - per l'assenza di precipitazioni lunghe durante l'inverno (e quindi una minore capacità di lavaggio)





NaCl nel runoff

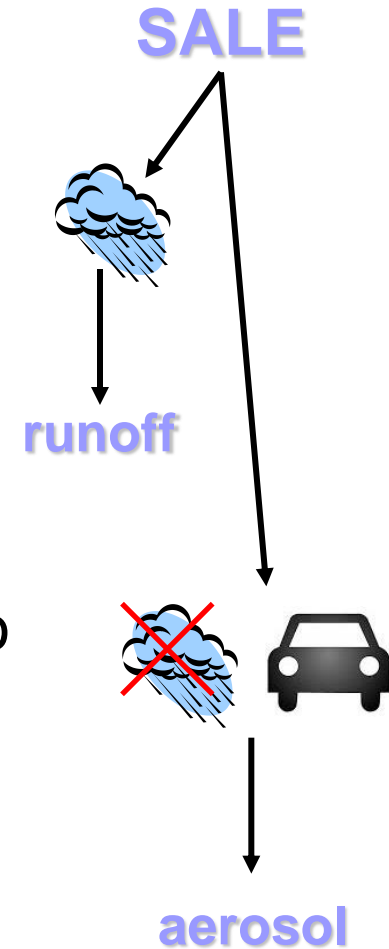
Runoff	Cl ⁻ (g)	Na ⁺ (g)
Inverno 2013/14	1093	736
Inverno 2014/15	495	318
Inverno 2015/16	316	224

- La massa di sale è un parametro chiave per valutare l'impatto della salatura (al posto della concentrazione nel runoff)
- I quantitativi di Cl⁻ e Na⁺ sono scesi considerevolmente durante l'inverno 2015/16



Conclusioni (1)

- Durante l'inverno 2013/14, le frequenti piogge hanno fatto sì che il sale presente sulla strada venisse dilavato
 - Alti quantitativi di NaCl nel runoff
 - Basse concentrazioni di NaCl in aria ambiente
- Durante gli inverni 2014/15 e 2015/16, le condizioni meteorologiche sono risultate meno atipiche, con alternanza di periodi di pioggia e tempo asciutto
 - Minor quantitativo di NaCl nel runoff
 - Picchi di concentrazione di NaCl in aria ambiente





Conclusioni (2)

- Il rapporto Cl^-/Na^+ nel sale stradale è pari a **1,5**
 - Tale rapporto si conferma anche nei quantitativi medi rilevati nel runoff nei 3 inverni
 - In aria ambiente, si riscontrano valori simili nei giorni di picco (che si verificano a seguito di attività di salatura)
 - I valori medi in aria ambiente non rispettano tale rapporto, la salatura stradale non è l'unica fonte di Na^+ e Cl^- nel PM10

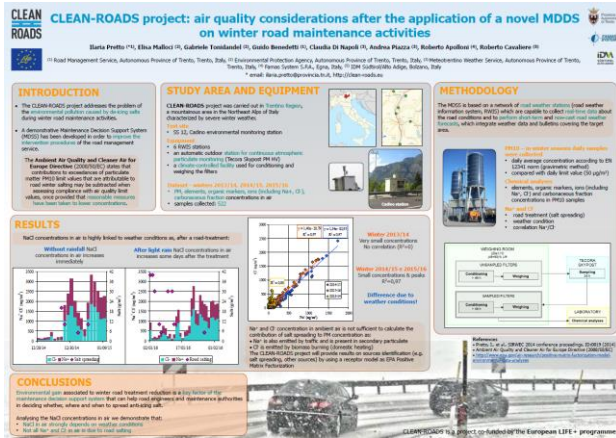


Conclusioni (3)

- Durante gli inverni 2014/15 e 2015/16, non si rilevano differenze significative nelle concentrazioni di Na^+ e Cl^- in **aria ambiente**, ed appare evidente la dipendenza dei picchi di concentrazione a seguito di attività di salatura seguita da assenza di pioggia con risospensione del sale in aria
- Il quantitativo di sale presente nel **runoff** stradale ha subito un deciso calo durante l'inverno 2015/16, riducendo quindi l'impatto sugli ecosistemi acquatici



Poster



EGU General Assembly 2016

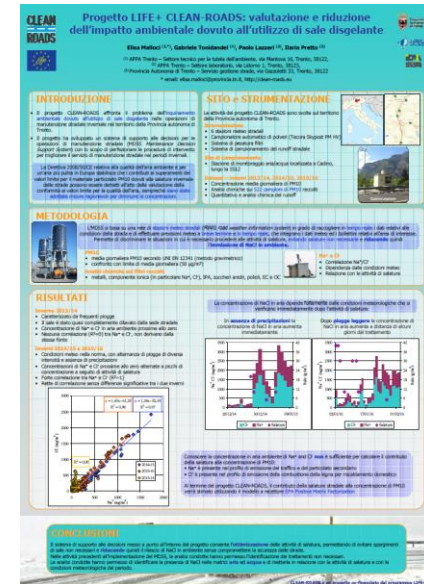
Vienna, 17-22 aprile 2016

“CLEAN-ROADS project: air quality considerations after the application of a novel MDSS on winter road maintenance activities”

PM2016 – VII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico

Roma, 17-20 maggio 2016

“Progetto LIFE+ CLEAN-ROADS: valutazione e riduzione dell’impatto ambientale dovuto all’utilizzo di sale disgelante”



SIDISA 2016 – X Simposio internazionale di ingegneria sanitaria ambientale

Roma, 19-23 giugno 2016

“Monitoring hydrographs and pollutographs in the runoff waters originated from road deicing salts”



CLEAN ROADS



Provincia
Autonoma
di Trento



idm
SÜDTIROL
ALTO ADIGE

Grazie per l'attenzione!

elisa.malloci@provincia.tn.it

APPA



Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente - TRENTO