

**PROGETTO DI TRASFERIMENTO TECNOLOGICO COOPERATIVI E DI PRIMA INDUSTRIALIZZAZIONE PER LE
IMPRESE INNOVATIVE AD ALTO POTENZIALE BANDO SPORTELLO DELL'INNOVAZIONE**

ENVIRONET

**OBIETTIVO REALIZZATIVO 2:
"Studio dei componenti"**

Obiettivo Realizzativo n.2

Studio dei componenti

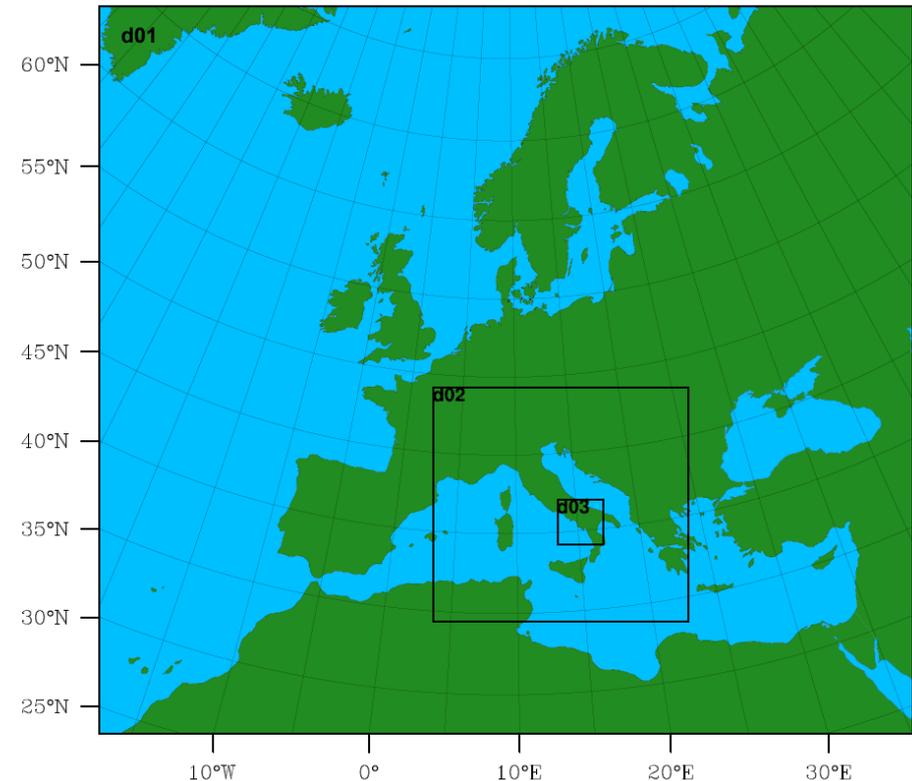
Il presente obiettivo è finalizzato allo studio delle caratteristiche dei singoli componenti che caratterizzano la centralina prototipale. In funzione degli stessi componenti sono stati progettati il contenitore e il sistema di alimentazione di EnviroNET.

Le attività, realizzate dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie (DiST) dell'Università «Parthenope» di Napoli e dalla SITE srl, sono state articolate nella seguente maniera:

- Implementazione/validazione di un modello meteorologico;
- Implementazione/validazione di un modello di qualità dell'aria;
- Analisi micrometeorologica per l'individuazione di aree sensibili;
- Identificazione delle principali fonti di inquinamento atmosferico e dell'area urbana di interesse;
- Realizzazione dei sensori di gas inquinanti;
- Progettazione contenitore ed alimentazione.

OR2.1: Implementazione/validazione di un modello meteorologico (1)

La prima parte delle attività di ricerca è stata dedicata all'implementazione del modello meteorologico Weather Forecast and Research (WRF) ad alta risoluzione spaziale sul dominio di interesse (area urbana di Napoli). Nell'ambito del progetto è stata utilizzata una configurazione con 3 domini, ciascuno dei quali definito dalle coordinate geografiche del suo centro, dalle dimensioni in metri della cella di calcolo ed dal numero di punti di griglia nelle direzioni est-ovest e nord-sud. Nel caso specifico, si adotta una configurazione con rapporto di *nesting* pari a 5. Il primo dominio, denominato D01, comprende l'Europa, l'Africa settentrionale e buona parte dell'oceano Atlantico, il secondo, D02, l'intera penisola italiana; il terzo ed ultimo dominio, denominato D03, è centrato sulla regione Campania.



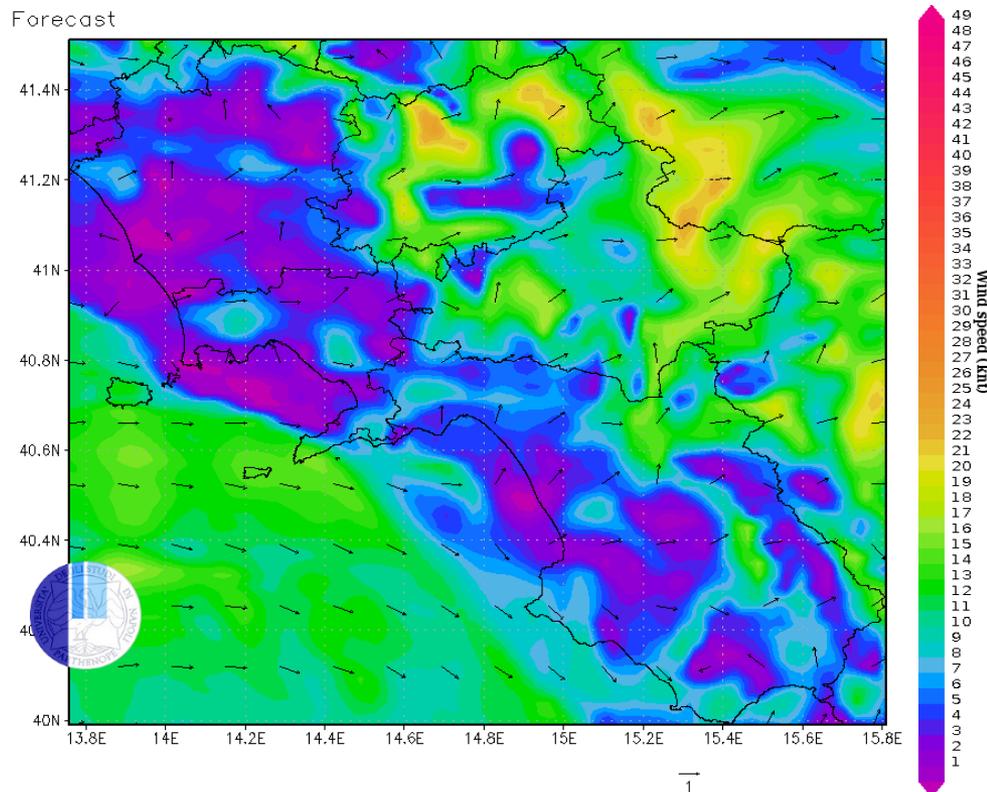
Dominio	Dim. Grigliato	Ris. Spaziale	Ris. Temporale
D01	230x209	25 km	150 s
D02	361x336	5 km	30 s
D03	301x306	1 Km	6 s

OR2.1: Implementazione/validazione di un modello meteorologico (2)

L'utilizzo del modello meteorologico WRF è finalizzato all'analisi e allo studio di scenari sulla qualità dell'aria motivo per cui si integra perfettamente con il modello di qualità dell'aria CHIMERE.

Il modello di qualità dell'aria richiede una serie di dati meteorologici derivanti dal WRF:

- Campo tridimensionale della velocità del vento
- Campo tridimensionale del tensore della diffusione turbolenta
- Campo bidimensionale della velocità di frizione
- Campo bidimensionale dell'altezza di mescolamento
- Campo bidimensionale dell'altezza di Monin-Obukhov
- Campo bidimensionale della radiazione solare totale.



OR2.2: Implementazione/validazione di un modello di qualità dell'aria (1)

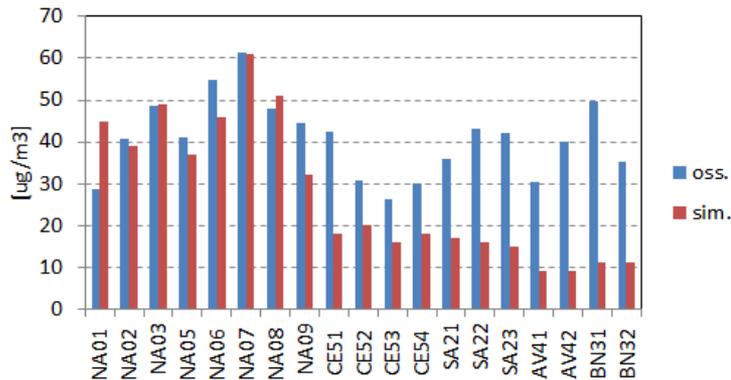
Il sistema modellistico mira a descrivere il quadro complessivo della qualità dell'aria in termini di condizioni medie su ciascuna delle celle dei grigliati di calcolo adottati; sono pertanto difficilmente riproducibili le situazioni a carattere fortemente 'locale', siano esse dovute a conformazione del territorio, condizioni meteorologiche o presenza di fonti emissive rilevanti.

L'attività ha avuto lo scopo di verificare l'affidabilità dell'inventario delle emissioni e stabilire il grado di affidabilità del sistema modellistico per la riproduzione delle concentrazioni osservate. L'analisi sistematica dei risultati costituisce quindi una verifica delle capacità predittive del sistema di previsione della qualità dell'aria e permette di individuare le aree principalmente soggette a fenomeni di inquinamento atmosferico. Oltre a questi scopi specifici i risultati delle simulazioni modellistiche costituiscono un esempio di valutazione annuale della qualità dell'aria, che può essere utilizzata per la caratterizzazione delle diverse aree dell'area metropolitana di Napoli e della Regione Campania.

La simulazione annuale della qualità dell'aria è stata eseguita con lo stesso sistema modellistico utilizzato per le attività di previsione della qualità dell'aria (CHIMERE), i cui risultati sono pubblicati sul sito web del progetto. Nelle figure successive è riportata la sintesi del confronto tra i valori simulati e quelli osservati presso le postazioni ARPA Campania per le medie delle concentrazioni di NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5} sul periodo 06/2013-05/2014. I valori simulati per le stazioni napoletane sono estratti dai risultati delle simulazioni sul dominio più risoluto.

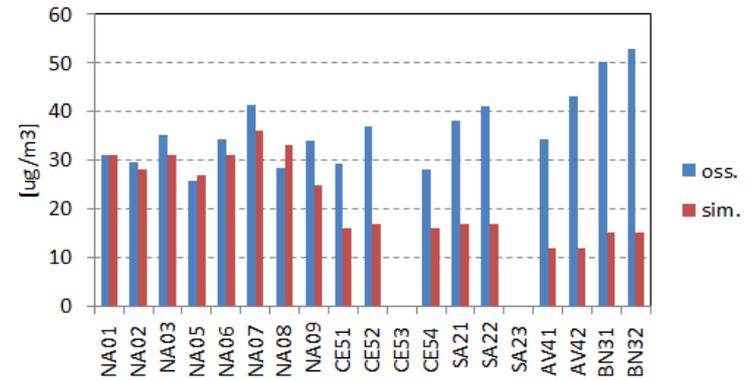
OR2.2: Implementazione/validazione di un modello di qualità dell'aria (2)

NO2



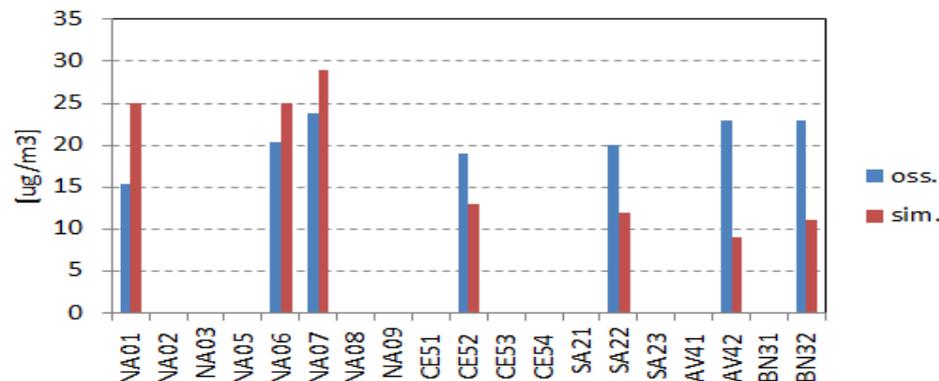
Concentrazioni medie di NO₂ per il periodo 06/2013-05/2014: confronto tra i valori simulati e quelli osservati presso le postazioni ARPA Campania.

PM10



Concentrazioni medie di PM₁₀ per il periodo 06/2013-05/2014: confronto tra i valori simulati e quelli osservati presso le postazioni ARPA Campania.

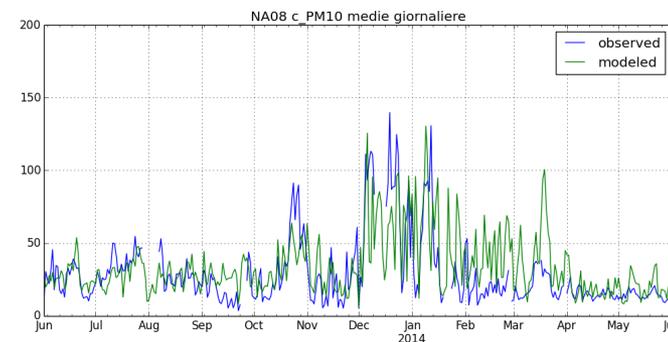
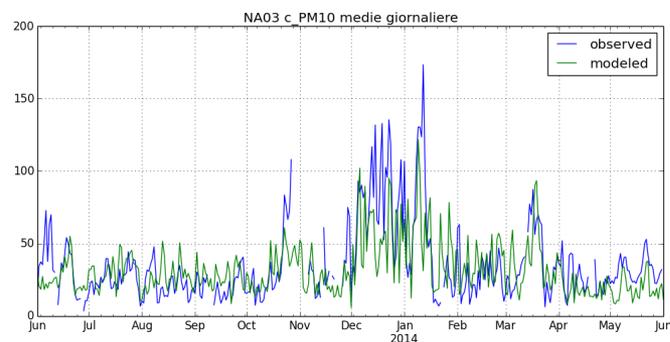
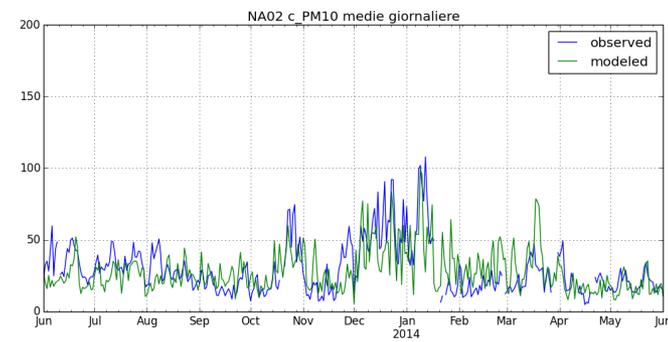
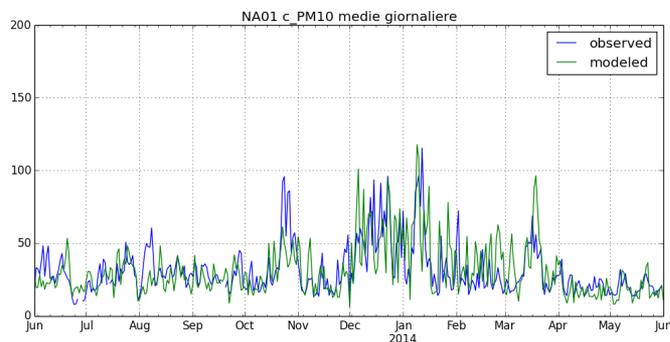
PM2.5



Concentrazioni medie di PM_{2.5} per il periodo 06/2013-05/2014: confronto tra i valori simulati e quelli osservati presso le postazioni ARPA Campania.

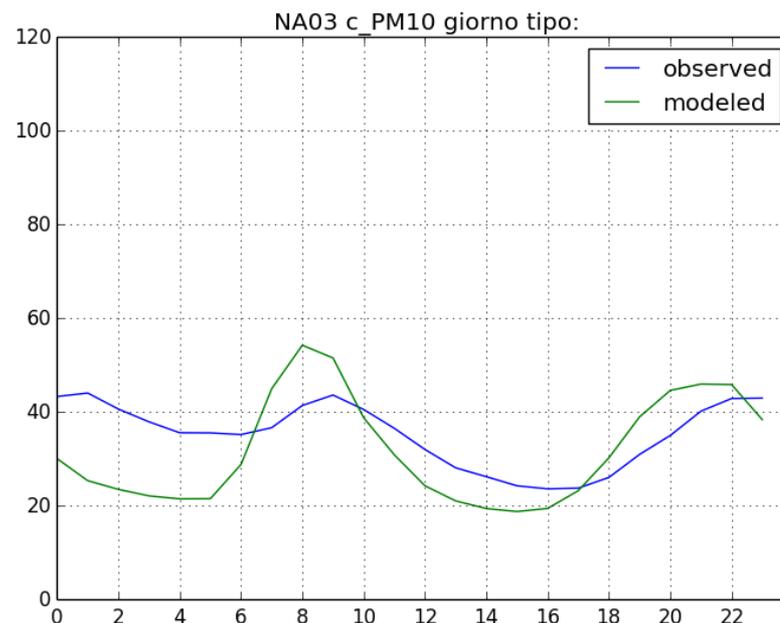
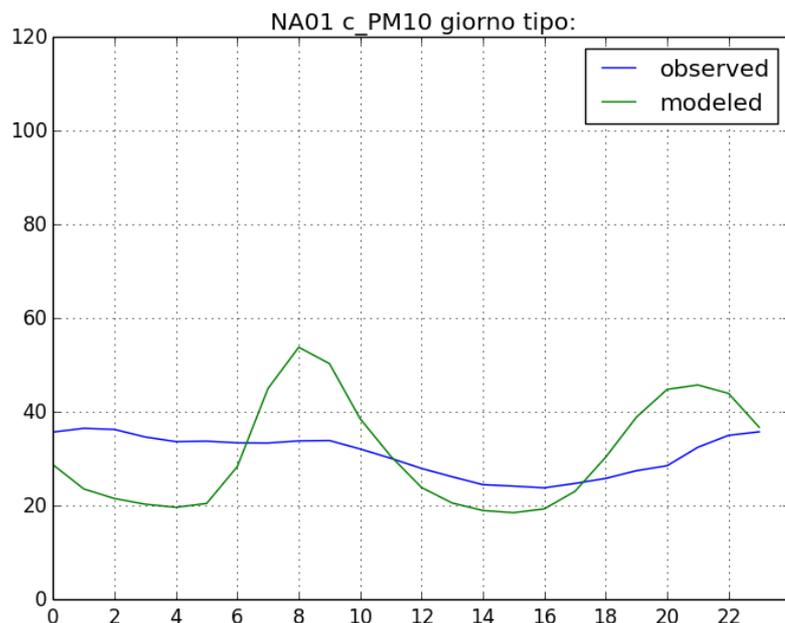
OR2.2: Implementazione/validazione di un modello di qualità dell'aria (3)

Il confronto fra le concentrazioni medie giornaliere di PM10 calcolate e le osservazioni della rete di monitoraggio di Napoli conferma i risultati positivi già rilevati per le medie annuali. Il modello riproduce correttamente sia le variazioni stagionali che la maggior parte degli eventi di breve periodo durante i quali sono rilevati rialzi delle concentrazioni.



Concentrazioni medie giornaliere di PM10 per il periodo 06/2013-05/2014: confronto tra i valori simulati e quelli osservati presso le postazioni ARPA Campania NA01, NA02, NA03 e NA08 di Napoli.

OR2.2: Implementazione/validazione di un modello di qualità dell'aria (4)



Ciclo giornaliero delle concentrazioni orarie di PM10 per il periodo 06/2013-05/2014: confronto tra i valori simulati e quelli osservati presso le postazioni ARPA Campania NA01 e NA03 di Napoli.

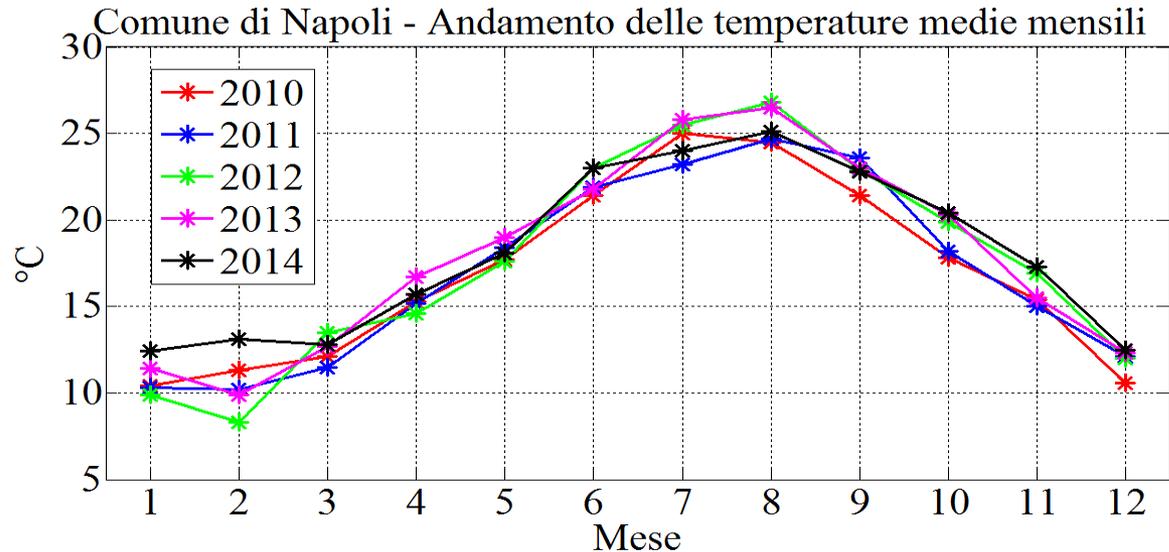
OR2.3: Analisi micrometeorologica per l'individuazione di aree sensibili (1)

L'attività svolta è finalizzata alla comprensione delle relazioni che intercorrono tra i processi micrometeorologici influenti sulle dinamiche dispersive degli inquinanti ed i fattori orografici locali. I risultati derivanti da tale attività hanno offerto la possibilità di pianificare il posizionamento delle centraline prototipali nell'area urbana di Napoli, tenendo in considerazione gli effetti delle dinamiche micrometeorologiche sul ristagno degli inquinanti. Il dataset utilizzato, relativo al periodo 2010-2014, si avvale delle misure meteorologiche effettuate presso le seguenti stazioni:

- Stazione meteorologica di Napoli Via Acton ($40^{\circ}55'14''N$, $14^{\circ}15'13''E$, 10 m slm) – Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università degli studi di Napoli "Parthenope";
- Stazione meteorologica di Napoli ($40^{\circ}50'29''N$, $14^{\circ}16'10''E$, 10 m slm) – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA);
- Stazione meteorologica di Napoli Capodimonte ($40^{\circ}52'40''N$, $14^{\circ}15'38''E$, 150 m slm) – Centro Funzionale della Campania – Protezione Civile sul territorio.



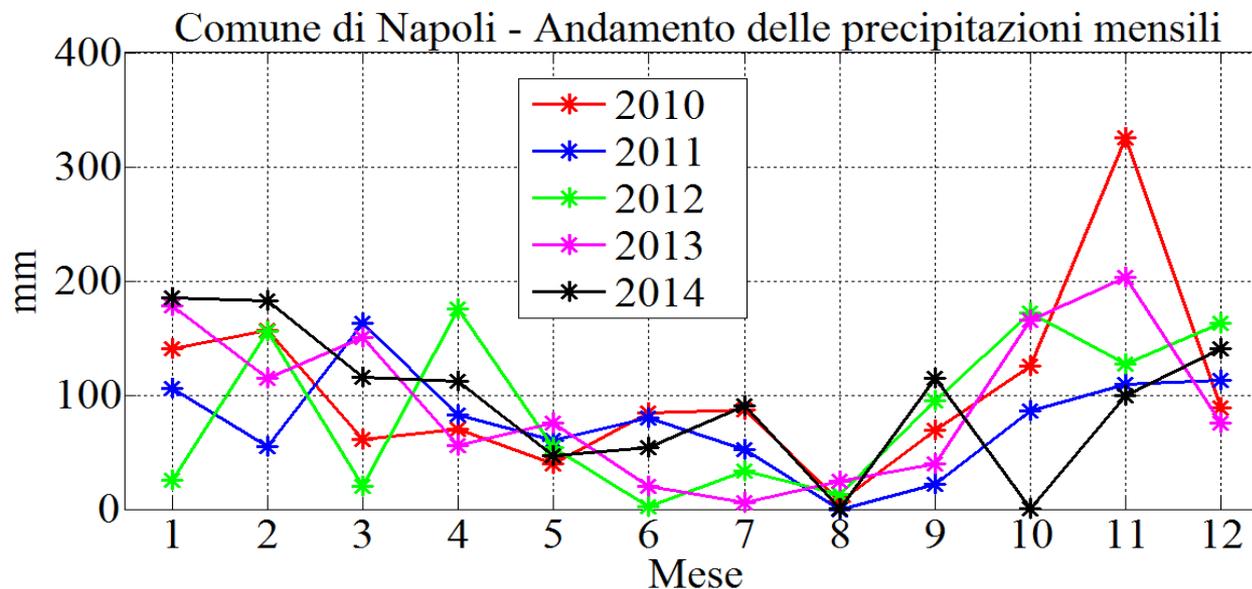
OR2.3: Analisi micrometeorologica per l'individuazione di aree sensibili (2)



Stagione	2010	2011	2012	2013	2014
Inverno (GFM)	11.2°C	10.6°C	10.6°C	11.3°C	12.8°C
Primavera (AMG)	18.1°C	18.5°C	18.4°C	19.2°C	18.9°C
Estate (LAS)	23.6°C	23.8°C	25.1°C	25.1°C	24.0°C
Autunno (OND)	14.6°C	15.1°C	16.3°C	16.0°C	16.7°C

Temperature medie osservate per le singole stagioni negli anni 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014.

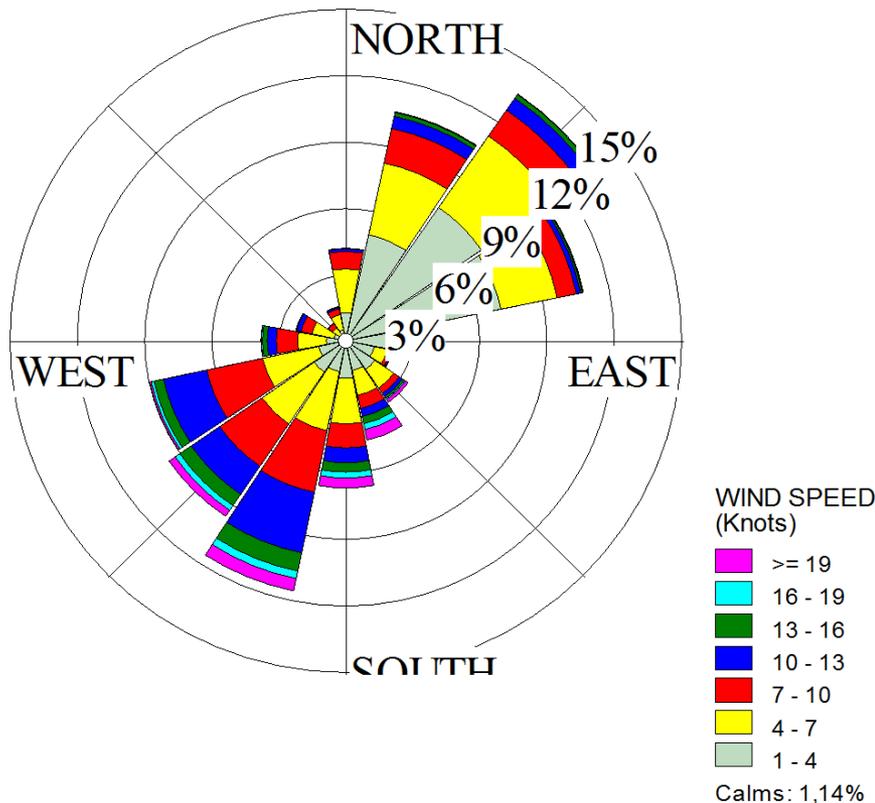
OR2.3: Analisi micrometeorologica per l'individuazione di aree sensibili (3)



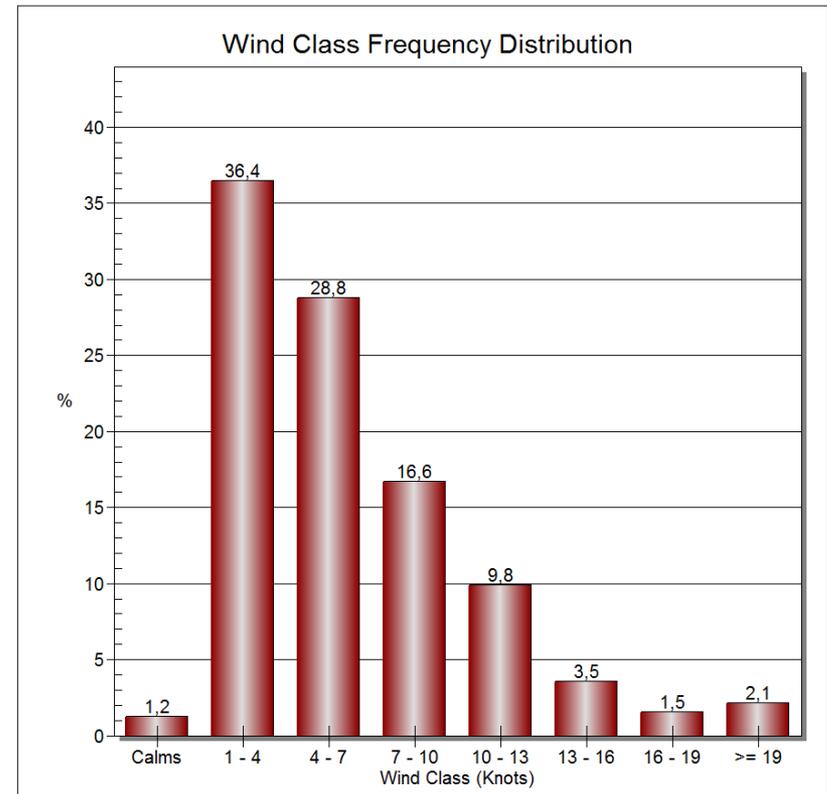
Stagione	2010	2011	2012	2013	2014
Inverno (GFM)	357.8 mm	323.4 mm	200.8 mm	443.6 mm	483.0 mm
Primavera (AMG)	194.4 mm	222.6 mm	231.0 mm	151.6 mm	213.0 mm
Estate (LAS)	163.6 mm	74.0 mm	141.6 mm	69.4 mm	205.0 mm
Autunno (OND)	539.4 mm	309.4 mm	461.8 mm	444.6 mm	241.4 mm

Precipitazioni cumulate osservate per le singole stagioni negli anni 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014.

OR2.3: Analisi micrometeorologica per l'individuazione di aree sensibili (4)



Rosa dei venti relativa al periodo 2010-2014.



Distribuzione in frequenza delle classi di vento nel periodo 2010-2014. Si noti la forte asimmetria positiva.

OR2.4: Identificazione delle principali fonti di inquinamento atmosferico nell'area urbana di interesse (1)

Una delle componenti fondamentali per l'ottenimento di risultati il più possibile aderenti alla realtà è infatti la definizione accurata delle emissioni inquinanti in termini di quantità, localizzazione geografica ed andamento temporale, da inserire in input ai modelli di dispersione e chimica dell'atmosfera che poi forniscono i campi di concentrazione e deposizione al suolo per le diverse specie inquinanti.

Le attività, secondo le normative europee EMEP-CORINAIR, sono ripartite tra antropiche e naturali in una struttura gerarchica che comprende 11 macrosettori, 56 settori e 360 categorie (attività).

I macrosettori sono i seguenti:

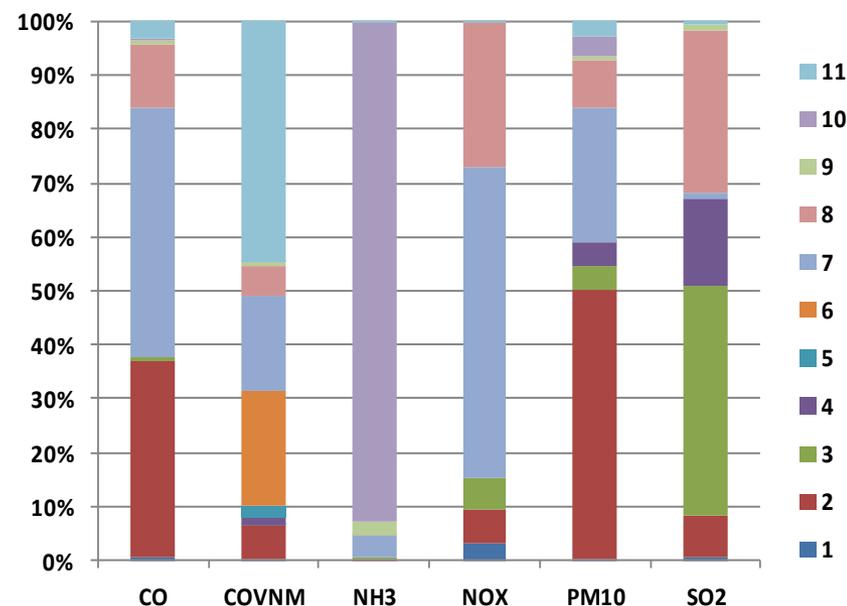
- Macrosettore 01: Combustione - Energia e industria di trasformazione
- Macrosettore 02: Combustione - Non industriale
- Macrosettore 03: Combustione - Industria
- Macrosettore 04: Processi Produttivi
- Macrosettore 05: Estrazione, distribuzione combustibili fossili/geotermico
- Macrosettore 06: Uso di solventi
- Macrosettore 07: Trasporti Stradali
- Macrosettore 08: Altre Sorgenti Mobili
- Macrosettore 09: Trattamento e Smaltimento Rifiuti
- Macrosettore 10: Agricoltura
- Macrosettore 11: Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti

OR2.4: Identificazione delle principali fonti di inquinamento atmosferico nell'area urbana di interesse (2)

TABELLA 1 REGIONE CAMPANIA: EMISSIONI TOTALI ANNUALI (TON)

Macrosettore	CO	COVNM	NH ₃	NO _x	PM10	SO ₂
1	1034	51	0	2030	35	12
2	71518	8803	76	3787	5246	215
3	2029	108	51	3500	461	1150
4	0	2161		0	491	440
5		2608			0	
6		29219			1	
7	91180	24508	817	35657	2625	35
8	23122	7550	3	16432	919	816
9	1546	884	542	103	74	22
10	217	52	19022	7	408	
11	6523	61103	22	85	290	19
Totale	197167	137048	20532	61601	10550	2709

Regione Campania: Emissioni totali annuali (TON).

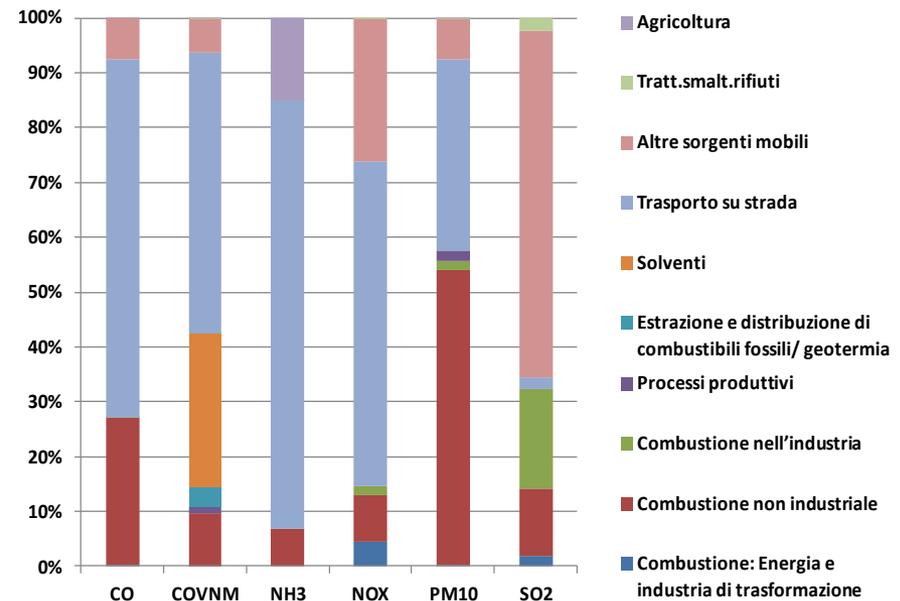


Contributi delle diverse sorgenti alle emissioni regionali di sostanze inquinanti.

OR2.4: Identificazione delle principali fonti di inquinamento atmosferico nell'area urbana di interesse (3)

Macrosettore	CO	COVNM	NH ₃	NO _x	PM10	SO ₂
1	153	8	0	478	3	5
2	11601	1499	12	912	850	37
3	18	4	0	181	28	54
4	0	187	0	0	31	0
5	0	572	0	0	0	0
6	0	4402	0	0	0	0
7	28417	8094	141	6336	550	7
8	3217	948	0	2781	118	188
9	5	41	0	11	1	7
10	0	0	27	0	1	0
Totale	43410	15756	181	10699	1582	297

Comune di Napoli: emissioni totali annuali (ton)



Contributi delle diverse sorgenti alle emissioni del comune di Napoli di sostanze inquinanti

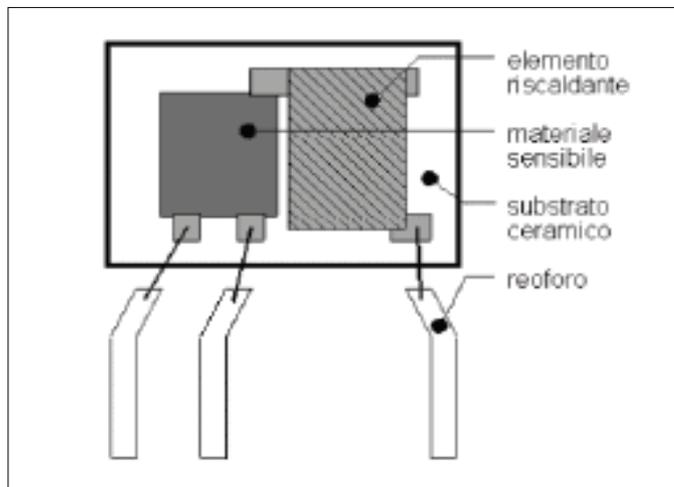
OR2.5: Realizzazione di sensori di gas inquinanti

I sistemi tradizionalmente impiegati per il controllo della qualità dell'aria sono costituiti da una complessa strumentazione analitica:

- richiede un'intensa attività di manutenzione
- risulta essere ingombrante
- alto consumo energetico

I sensori a **film spesso** offrono molteplici vantaggi:

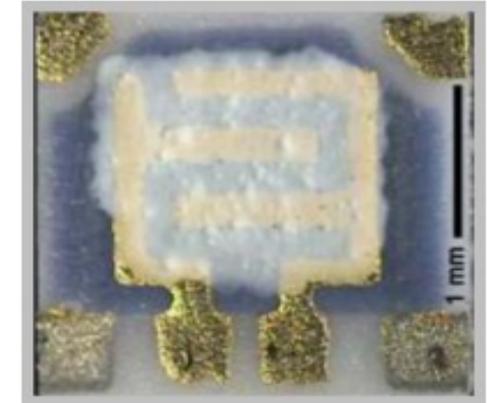
1. compattezza e robustezza
2. buona sensibilità anche per basse concentrazioni gassose
3. esiguo consumo energetico
4. bassi costi di produzione su larga scala.



FASI DI LAVORO:

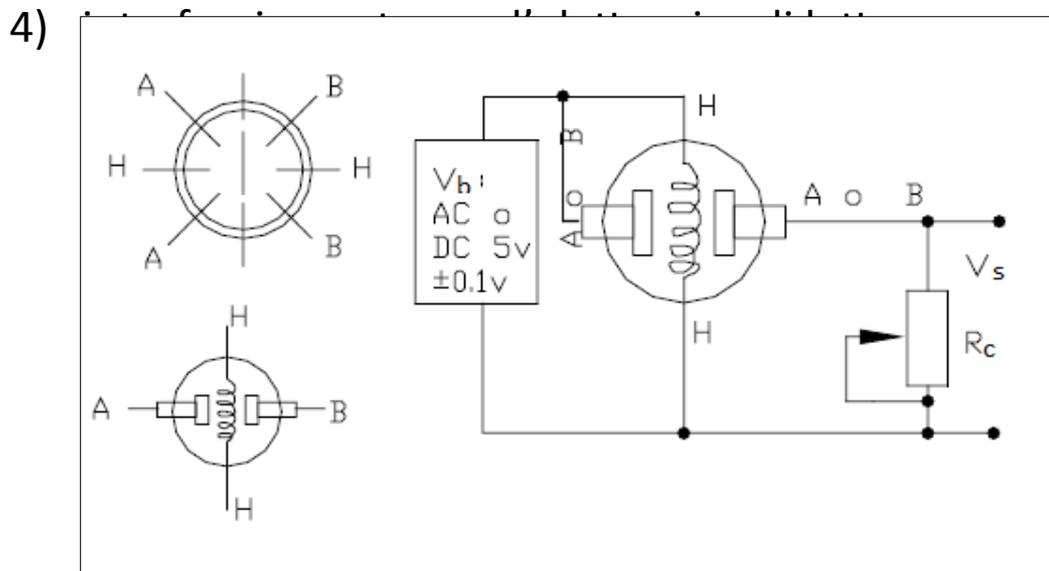
1) Stampa serigrafica su supporto di $Al\downarrow 2$ $O\downarrow 3$ di un *film* sottile costituito da:

- Elemento sensibile ($SnO\downarrow 2$)
- resina composita a base di terpeneolo ed etilcellulosa
- butil-carbitolo

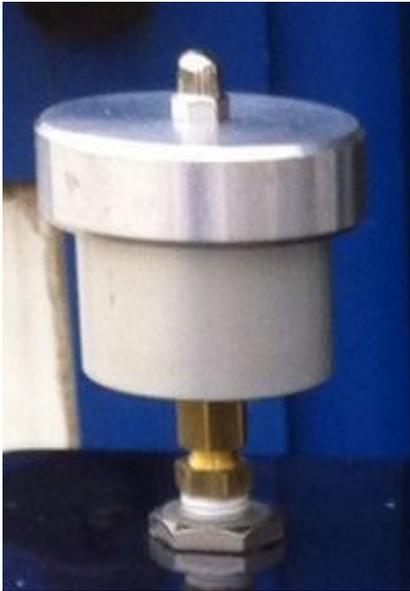


2) Trattamenti termici (calcinazione, drying, firing)

3) saldatura per termocompressione su struttura di sostegno



Schema circuitale dei sensori di CO , N
 $O\downarrow x$, $O\downarrow 3$, benzene ed idrocarburi
totali.



Per la misura del PM10 e PM2.5 sono stati utilizzati due *sensori nefelometrici* per i quali sono stati realizzati due opportune teste di prelievo.

Per il radon si è realizzato un sensore che misura le particelle alfa prodotte dal decadimento del radon.

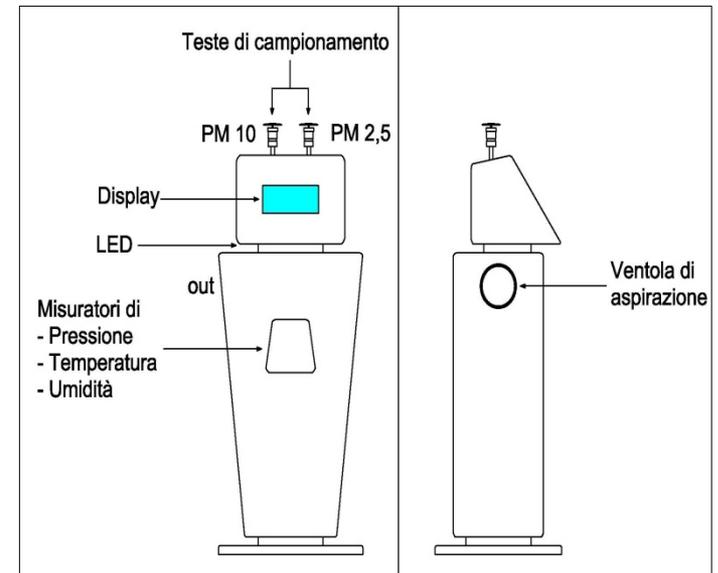
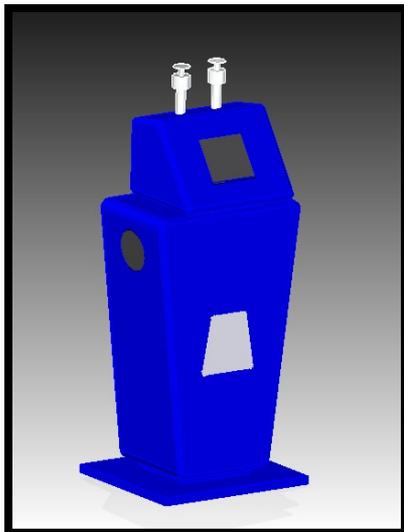
Il sensore misura anche parametri quali:

- Temperatura
- Pressione
- Umidità



OR2.6: Progettazione contenitore ed alimentazione

I sensori sono posizionati lungo tutta la struttura, mentre il sensore di radon è posizionato nella parte frontale. L'installazione di ventole di aspirazione consente un maggiore ricircolo di aria da campionare, utile anche a realizzare un raffreddamento più efficiente della strumentazione.



Si è installato un display touchscreen collegato ad un software per l'archiviazione e l'elaborazione dati per la visualizzazione in tempo reale dei dati sulla della qualità dell'aria.