

Roma, 28 maggio 2014
Workshop

La qualità dell'aria indoor: attuale situazione nazionale e comunitaria.
L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento Indoor

Le attività dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale sull'inquinamento negli ambienti confinati

Giorgio Cattani

Hanno contribuito:

Silvia Brini, Arianna Lepore

Settore ambiente urbano, servizio valutazioni ambientali

Luciana Sinisi, Francesca De Maio, Jessica Tuscano

Settore ambiente e salute, servizio valutazioni ambientali

Francesco Salvi

Servizio misure radiometriche, dipartimento nucleare, rischio tecnologico e industriale

Alessandro di Menno Di Bucchianico, Alessandra Gaeta

Servizio monitoraggio degli Impatti sull'atmosfera, dipartimento stato dell'ambiente e metrologia ambientale

Attività ISPRA

- Gruppo di studio nazionale sull'inquinamento indoor
- Partecipazione a studi ed attività promosse da organismi nazionali e internazionali
- Implementazione di banche dati
- Divulgazione scientifica
- Attività metrologica e di laboratorio

<http://www.areeurbane.isprambiente.it>

<http://www.mais.sinanet.isprambiente.it/ost/>



Belli M, Brini S, Cattani G, De Maio F, Di Menno di Bicchianico A, Lepore A, Salvi F, Simeone MG, Sinisi L, Sotgiu AM, Torri G, Tuscano J. **Qualità dell'aria negli ambienti confinati: le attività dell'ISPRA.** *RAPPORTI ISTISAN 13/39.*

Gruppi di studio ad hoc

- **“Strategie di monitoraggio dei composti organici volatili (COV) in ambiente indoor” (Rapporto ISTISAN 13/4, 2013);**
- **“Strategie di monitoraggio dell’inquinamento di origine biologica dell’aria in ambiente indoor” (Rapporto ISTISAN 13/37, 2013)**
- **“Presenza di CO₂ e H₂S in ambienti indoor-residenziali: analisi critica delle conoscenze di letteratura”, in corso di pubblicazione**
- **“Strategie di monitoraggio del materiale particolato in ambiente indoor”, in corso di pubblicazione**
- **“Influenza dei parametri microclimatici sugli inquinanti indoor”**
- **“Strategia di monitoraggio per la determinazione della concentrazione di fibre d’amianto e fibre artificiali vetrose aerodisperse in ambiente indoor” in corso di pubblicazione**

Progetto SEARCH I (2006 - 2009) e SEARCH II (2010 - 2013) indoor scolastico e salute dei bambini

- **7860 bambini, 388 classi, 100 scuole, 10 paesi**
- **PM₁₀, NO_x, aldeidi (tra cui la formaldeide) BTEX (benzene, etilbenzene, toluene e xileni)**
- **Uso, fabbisogno di energia e caratteristiche strutturali proprie degli edifici scolastici**
- **valutazione della salute respiratoria, attraverso questionari ed esami spirometrici**

Making Schools Healthy: Meeting Environment and Health Challenges



Final publication of the SEARCH II project

**SEARCH
EARCHS
ARCHSII**

School Environment
and Respiratory Health
of Children

The SEARCH initiative is supported by the Italian Ministry for the Environment, Land and Sea (MELS)

Targeting indoor air quality in sustainable patterns



A SEARCH II project working paper

**SEARCH
EARCHS
ARCHSII**

School Environment
and Respiratory Health
of Children

The SEARCH initiative is supported by the Italian Ministry for the Environment, Land and Sea (MELS)

Beregszaszi T, Burali A, Colaiacomo E,
Csobod E, Koicic A, Magyar Z, De Maio F,
Moscato U, Nemeth G, Neri M, Poscia A,
Prokai R, Rudnai P, Sinisi L, Szuppinger P,
Varro M, Vaskovi E

Making schools healthy: Meeting
environment and health challenges.

<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/search/ispra-per-indoor-scuole/progetto-search-ii>

Burali A, Calzoni J, Colaiacomo E, De Maio F,
Sinisi L. Targeting indoor air quality in
sustainable patterns

Il gruppo di lavoro nazionale “SEARCH Italia”

- **Ministero dell’Ambiente, Federazione Maugeri di Varese, ISPRA ARPA Emilia Romagna, Lazio, Lombardia, Piemonte, Sardegna, Sicilia, Federasma onlus.**
- **Programmare, organizzare ed effettuare le indagini previste dal progetto**
- **Divulgazione (dirigenti e personale scolastico, famiglie, genitori di bambini allergici e asmatici) al fine di mettere in atto comportamenti a tutela della salute attraverso azioni concrete.**
- **brochure informativa completa di allegati, in cui sono brevemente riassunti i dati delle indagini ambientali nelle scuole italiane e tutte le informazioni utili per una prevenzione attiva e consapevole.**

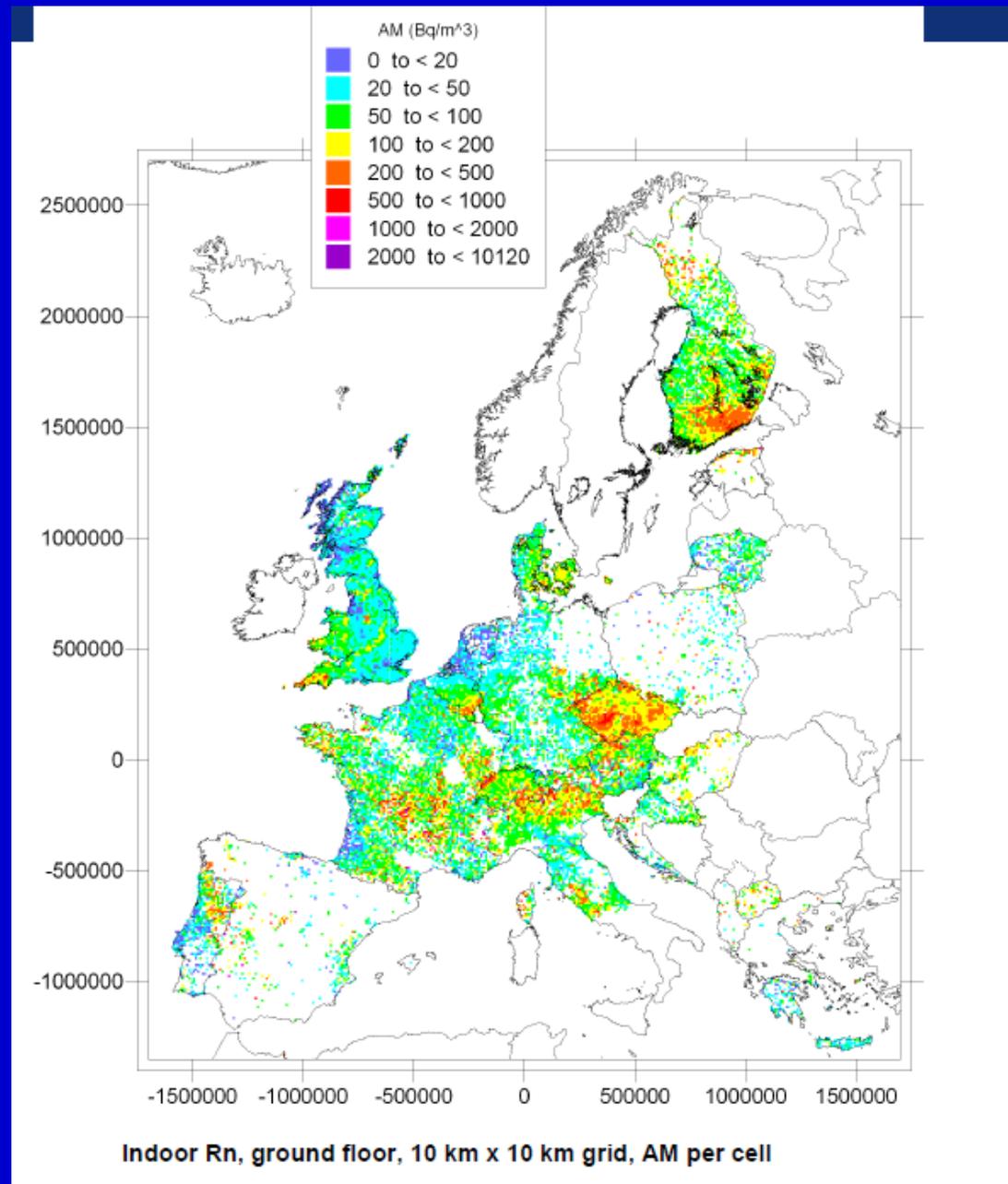
<http://www.isprambiente.gov.it/files/progetti/qualitadellarianellescuole.pdf>

Banca dati radon - convenzione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

- **coordinamento attività per lo sviluppo di una Banca dati radon, con il supporto dell'Istituto Superiore di Sanità e delle Agenzie Regionali per la protezione dell'ambiente.**
- **È stata effettuata una raccolta dei dati prodotti in Italia e il gruppo di lavoro ha definito i campi della Banca dati che verranno proposti alle ARPA/APPA per verificare la compatibilità con i database regionali.**
- **L'accordo prevede la realizzazione di un DB unico nell'ambito dell'Archivio Nazionale Radon, previsto all'interno del Piano Nazionale Radon, nel quale raccogliere e analizzare dati e informazioni nazionali**

Radon Atlas

- **Progetto JRC (Joint Research Centre della Commissione Europea) realizzazione di una mappa europea del radon. Attualmente c'è una discussione aperta sulla modalità di rappresentazione delle mappe tematiche.**
- **Medie annuali di stanze al piano terra**
- **Griglia 10x10 km**
- **Oltre 800.000 misure**

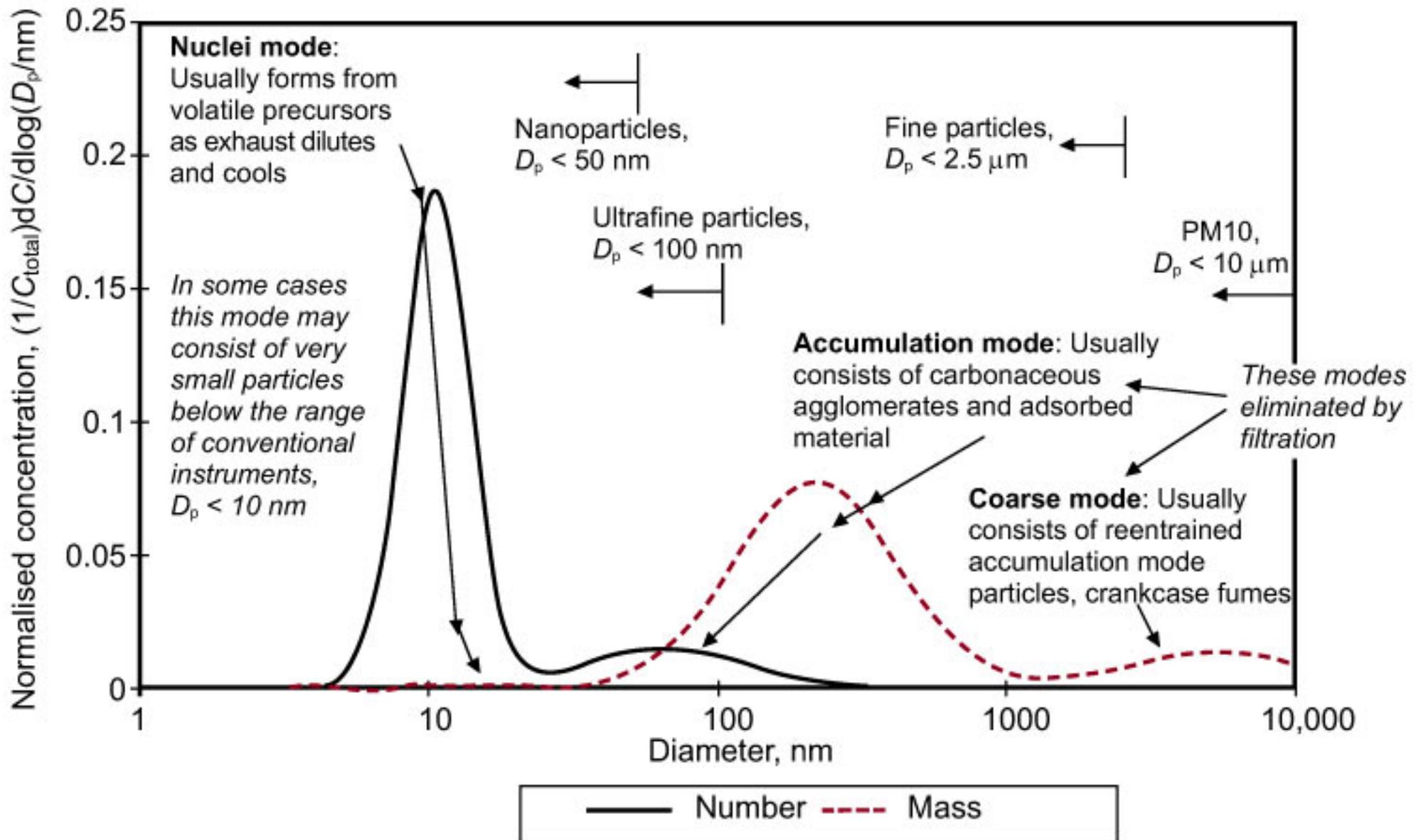


Servizio Misure

- **ISPRA fornisce un servizio di misure nell'ambito del quale possono essere richieste misurazioni della concentrazione di radon per le abitazioni, le scuole e gli ambienti di lavoro.**

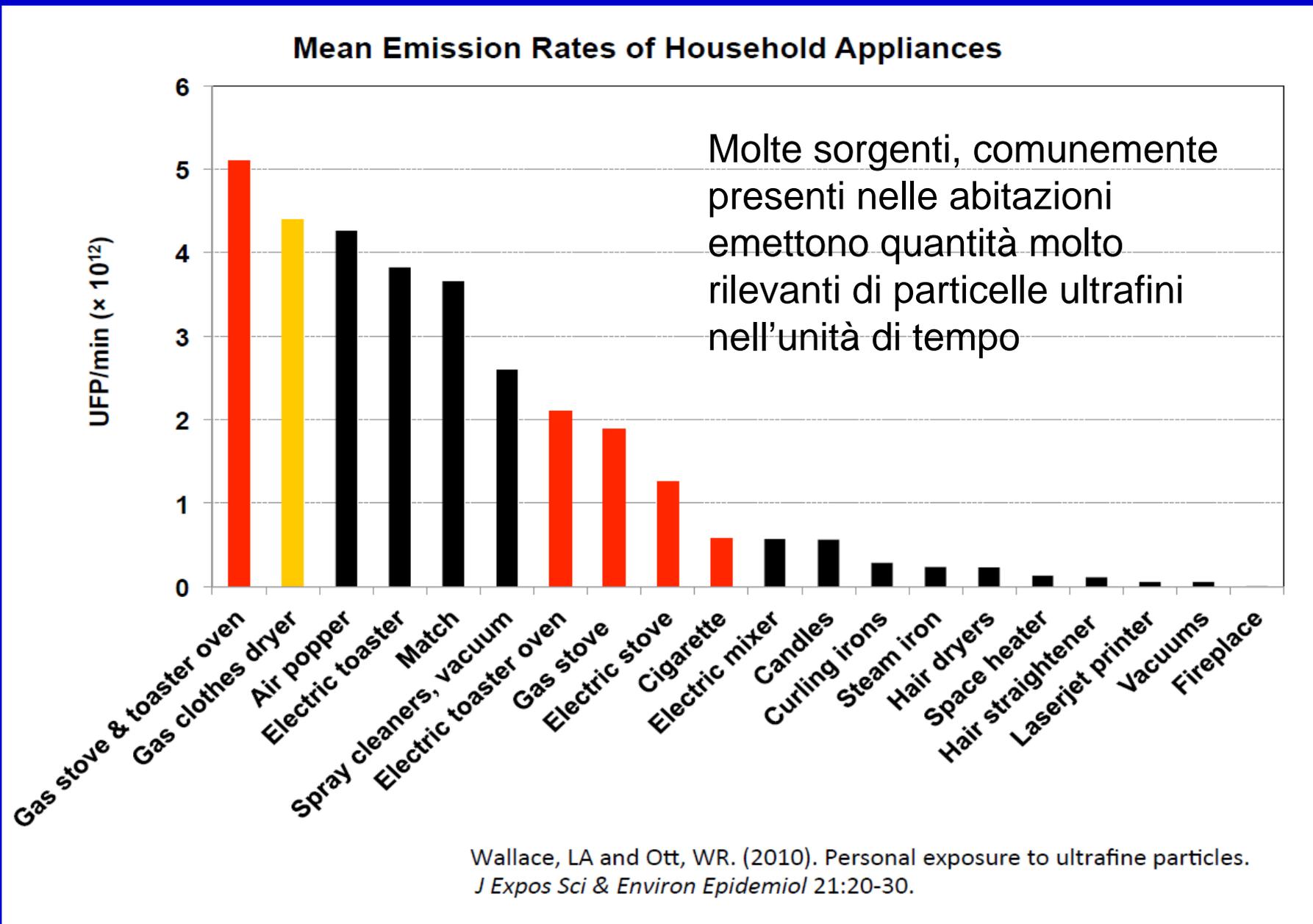
**Un focus sulle particelle ultrafini
negli ambienti indoor**

Particelle ultrafini

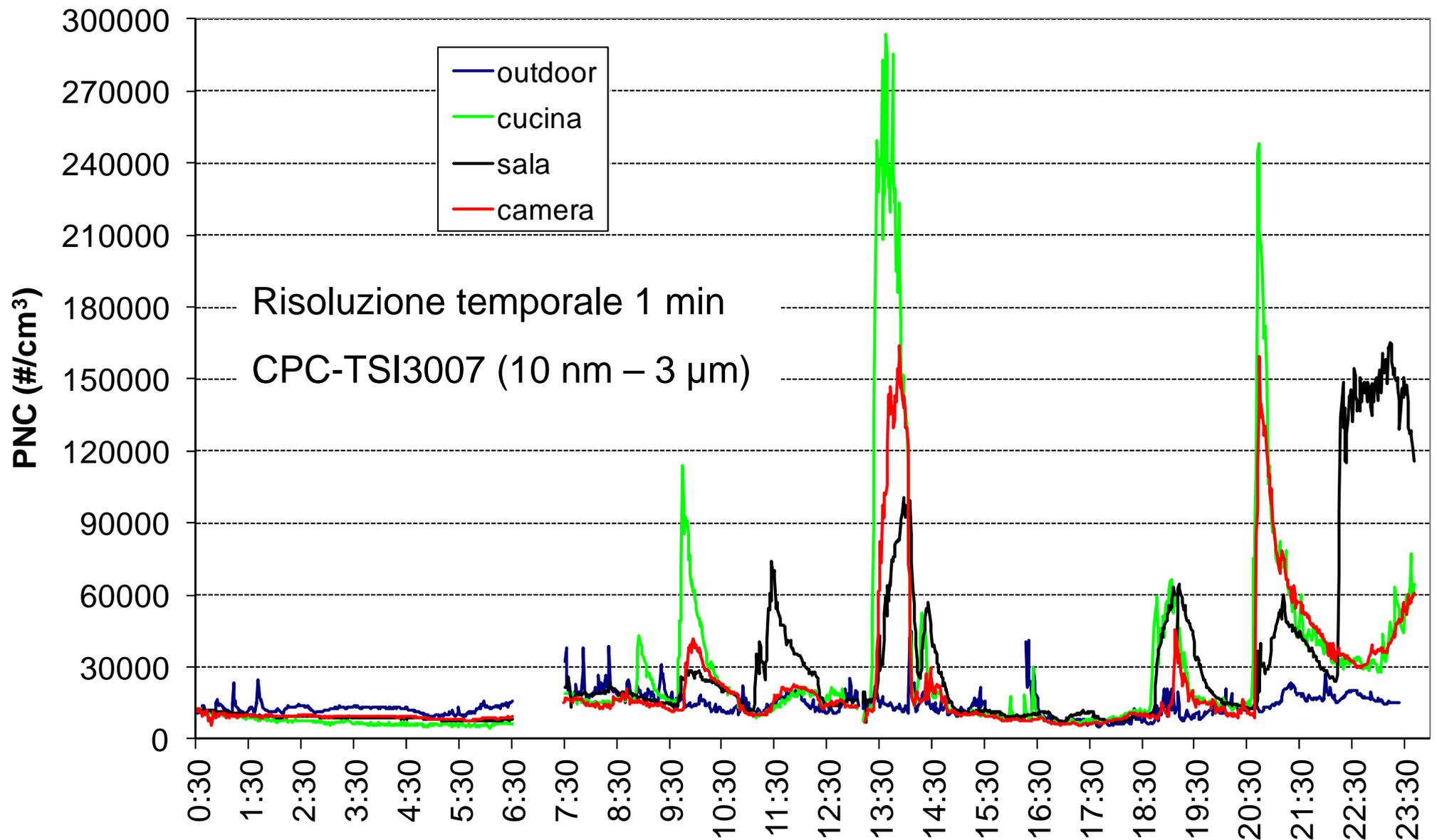


Quali sono le principali sorgenti indoor di particelle ultrafini, e in che modo influenzano la qualità dell'aria all'interno di un'abitazione?

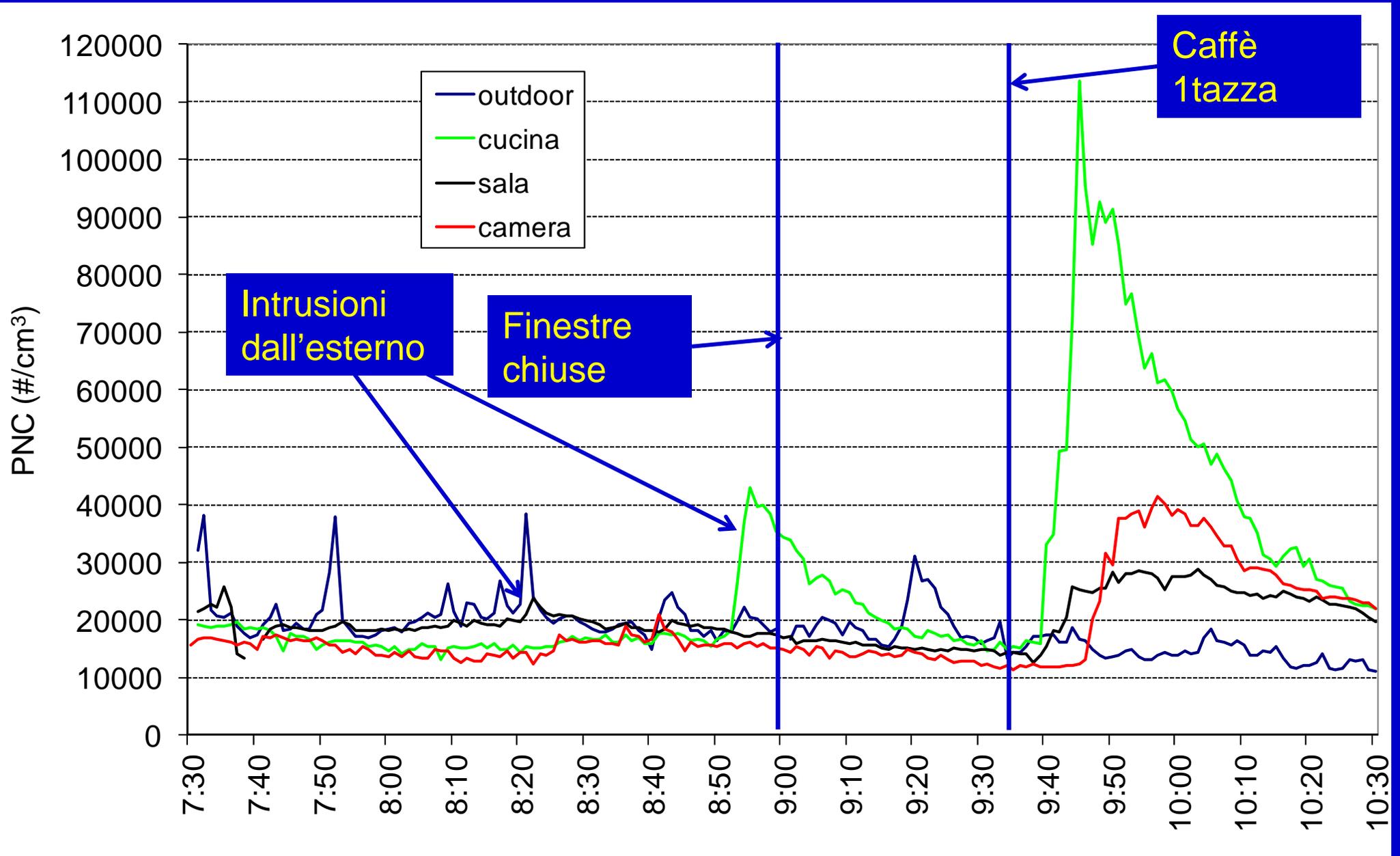
Sorgenti indoor di particelle ultrafini



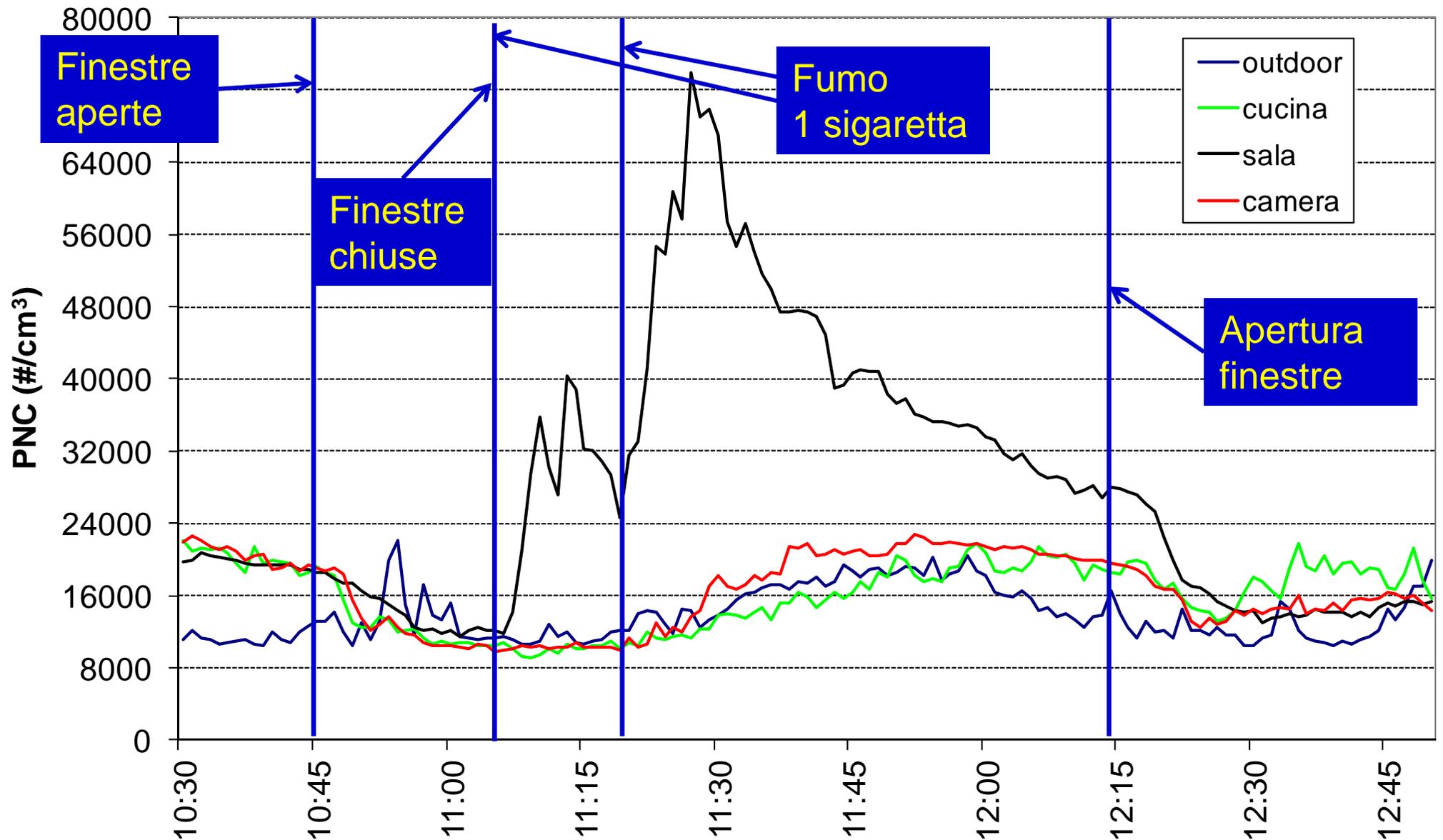
Sorgenti indoor di particelle ultrafini Dinamiche in un appartamento



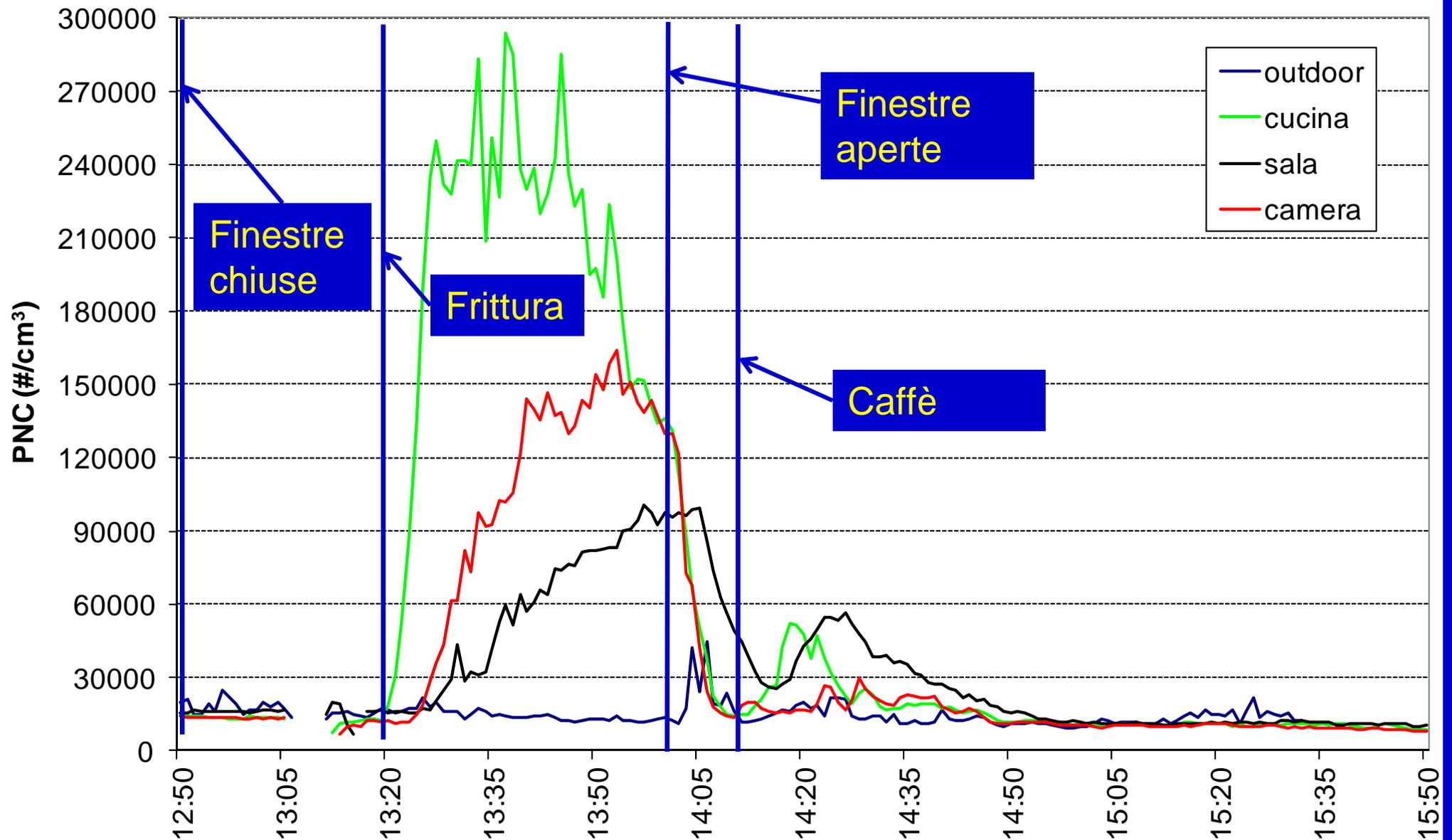
Attività di cucina e fenomeni di intrusione



Fumo di tabacco

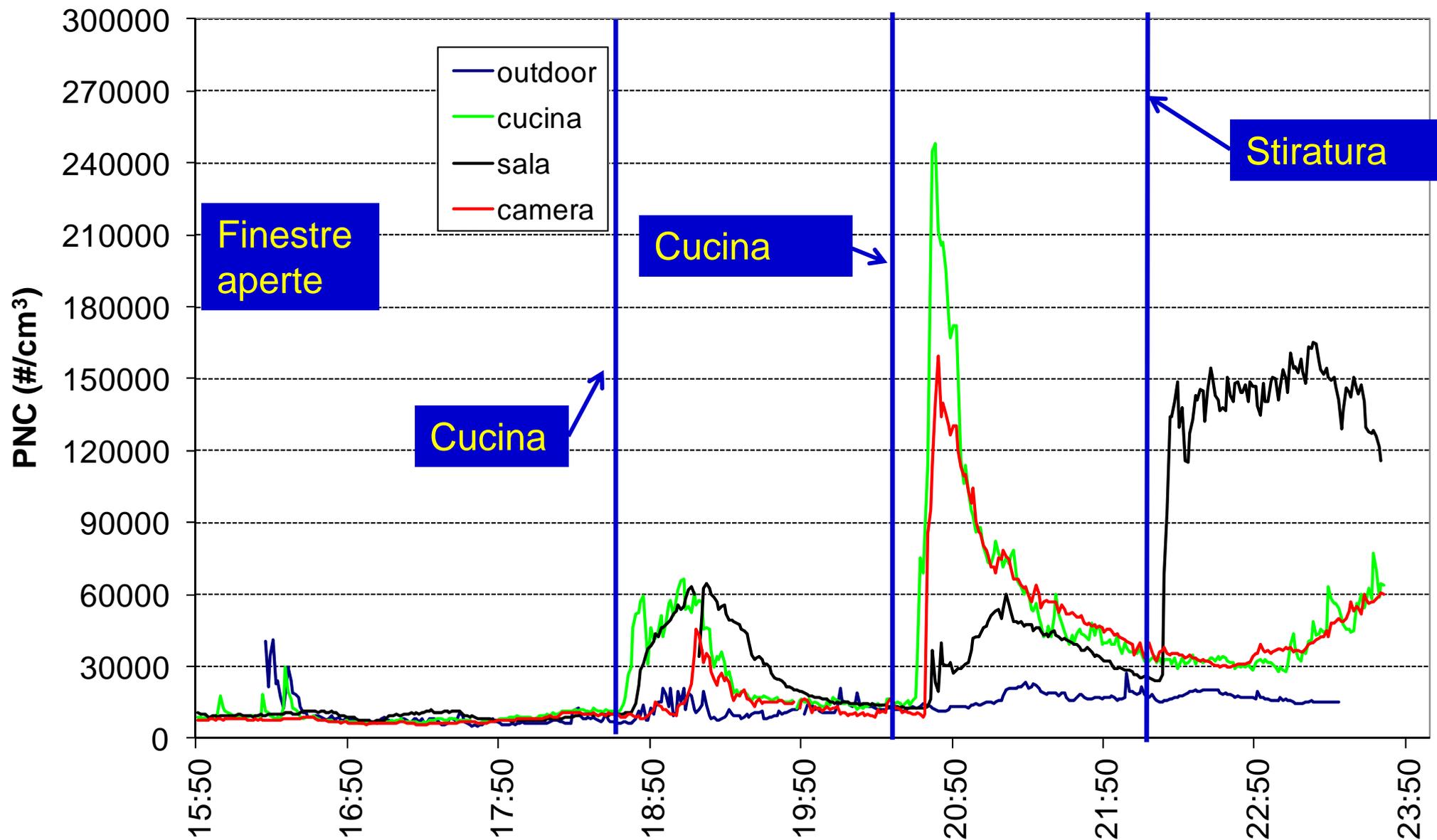


Attività di cucina - frittura



Sorgenti indoor di particelle ultrafini – dinamiche in un appartamento

Stiratura con ferro a vapore



**Qual è la potenziale esposizione a particelle
ultrafini in ambienti confinati particolari
come le automobili?**

**28 test su due percorsi
2 modalità studiate:
ricircolo naturale (i.e.
finestrini aperti) e aria condizionata
accesa con ricircolo di aria interna**

A) Percorso urbano

12,6 km

40' ($\pm 8'$)

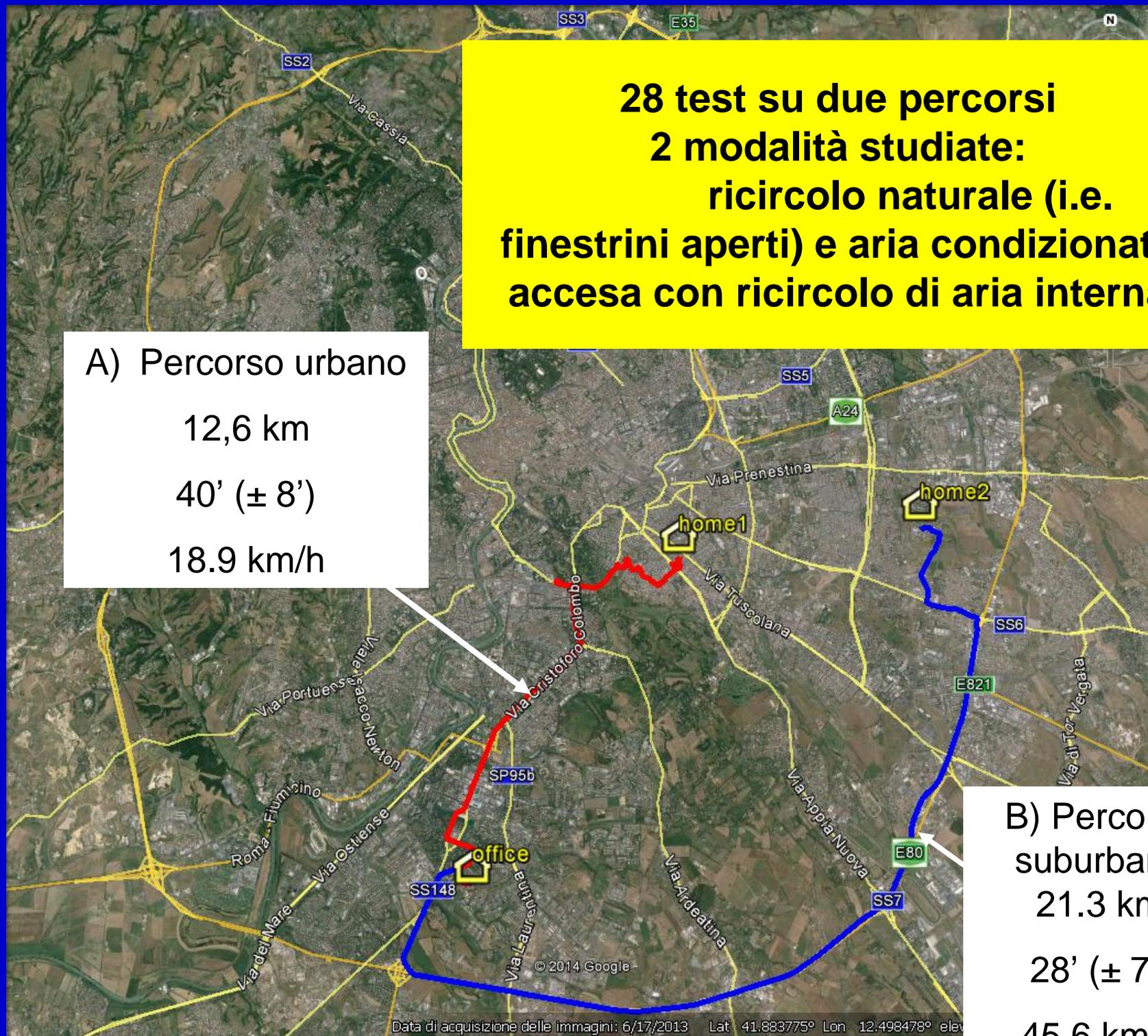
18.9 km/h

**B) Percorso
suburbano**

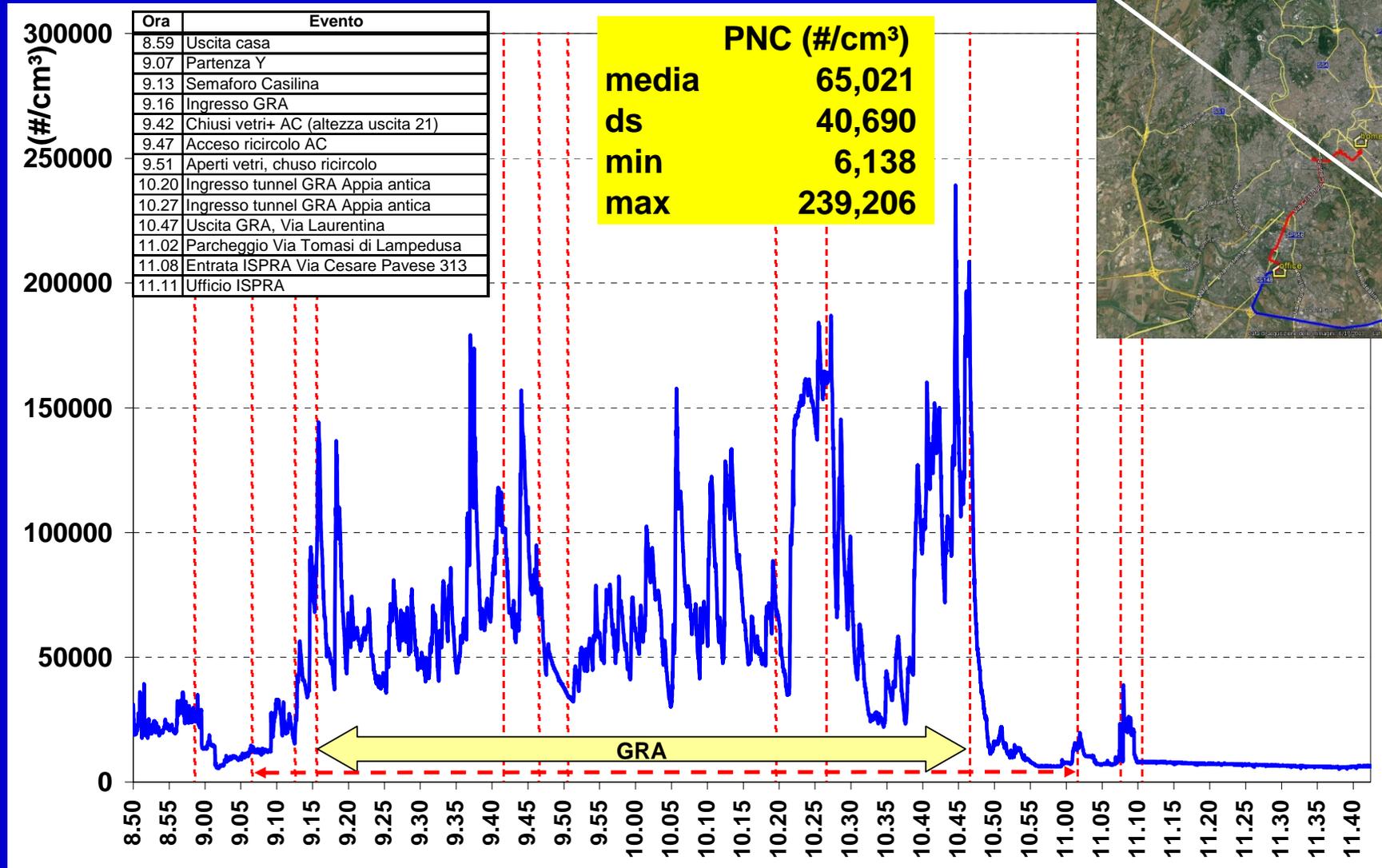
21.3 km

28' ($\pm 7'$)

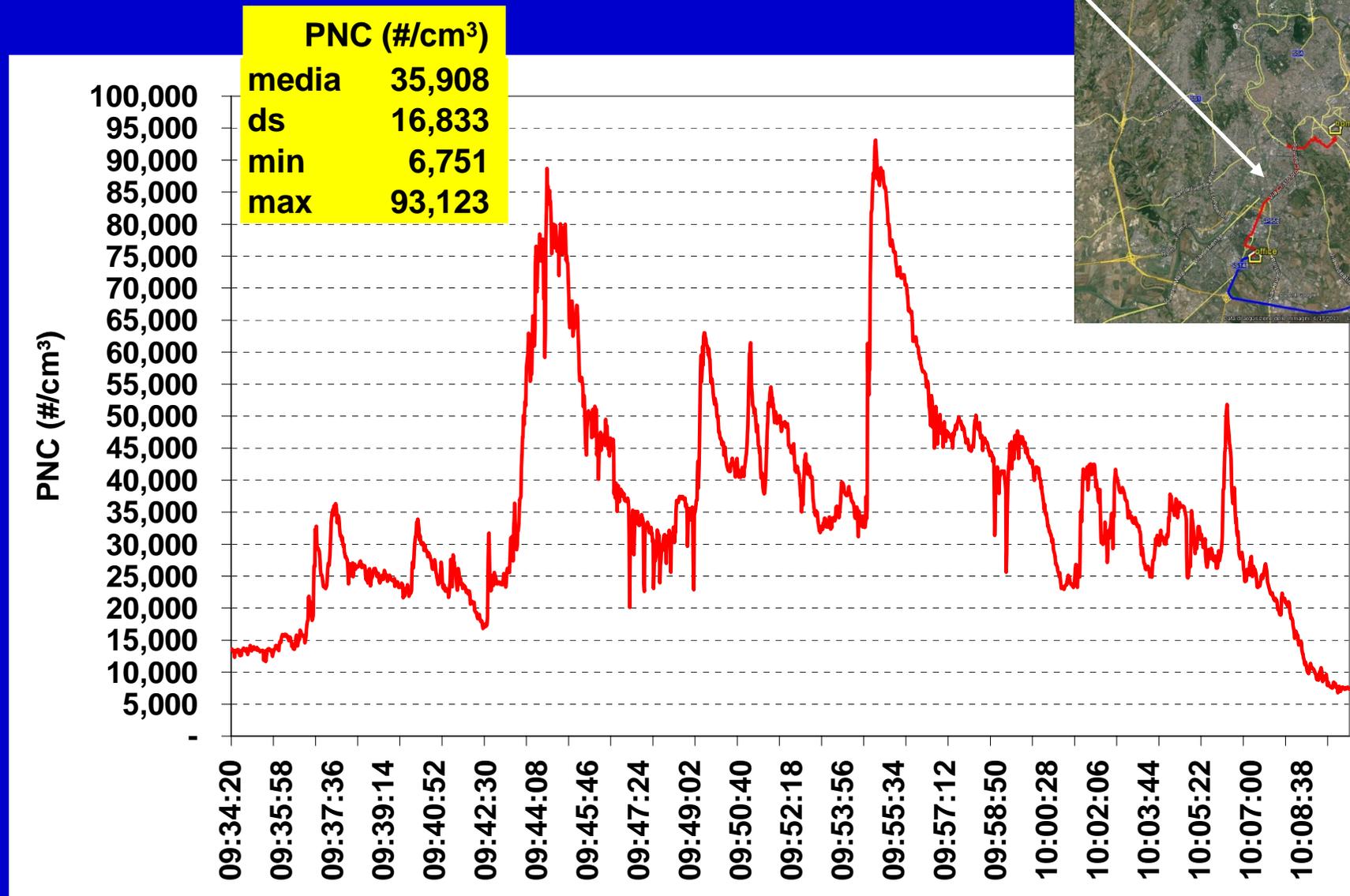
45.6 km/h



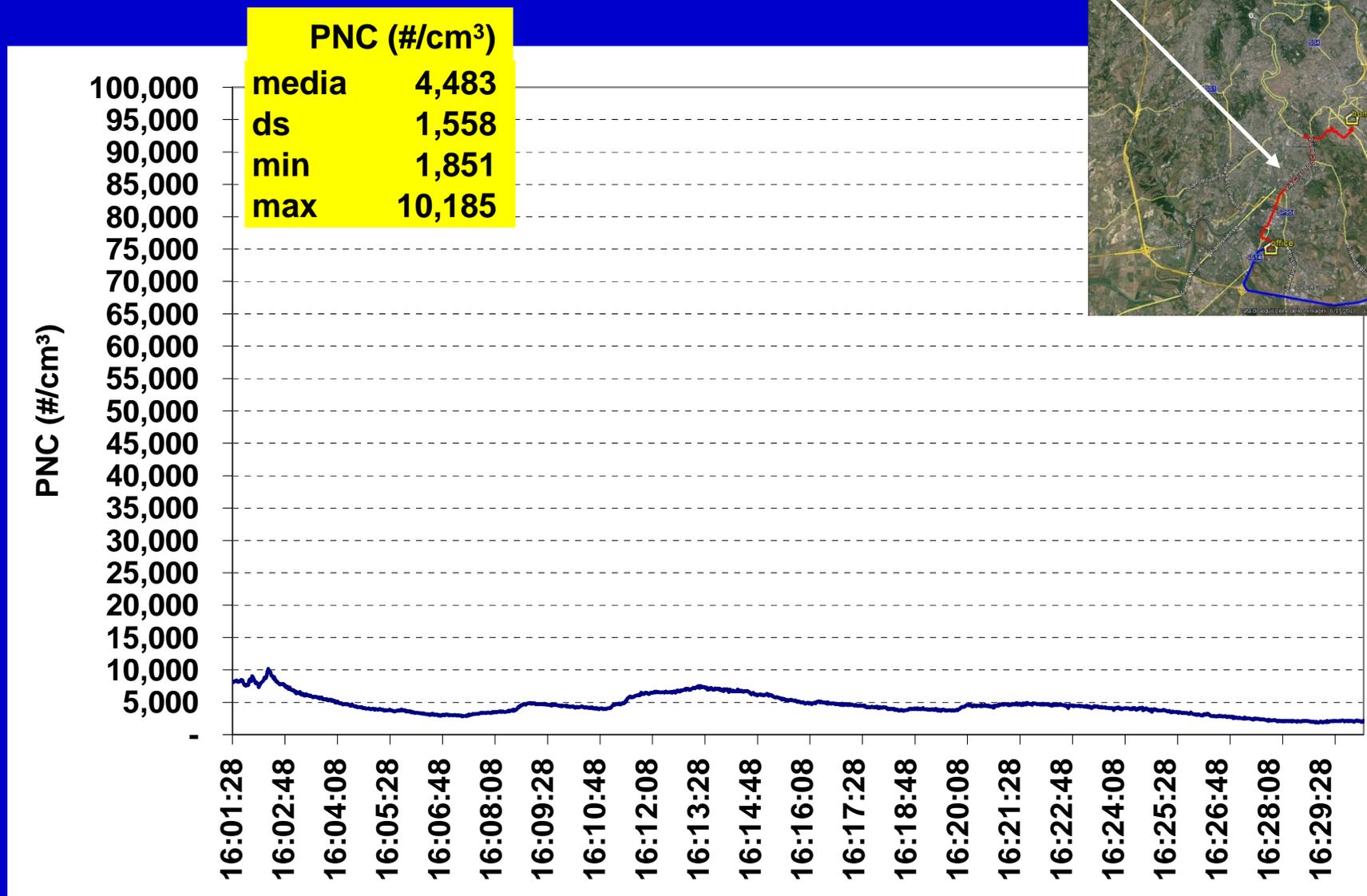
Percorso suburbano, congestione sul raccordo



Percorso urbano, ricircolo naturale, finestrini anteriori parzialmente aperti

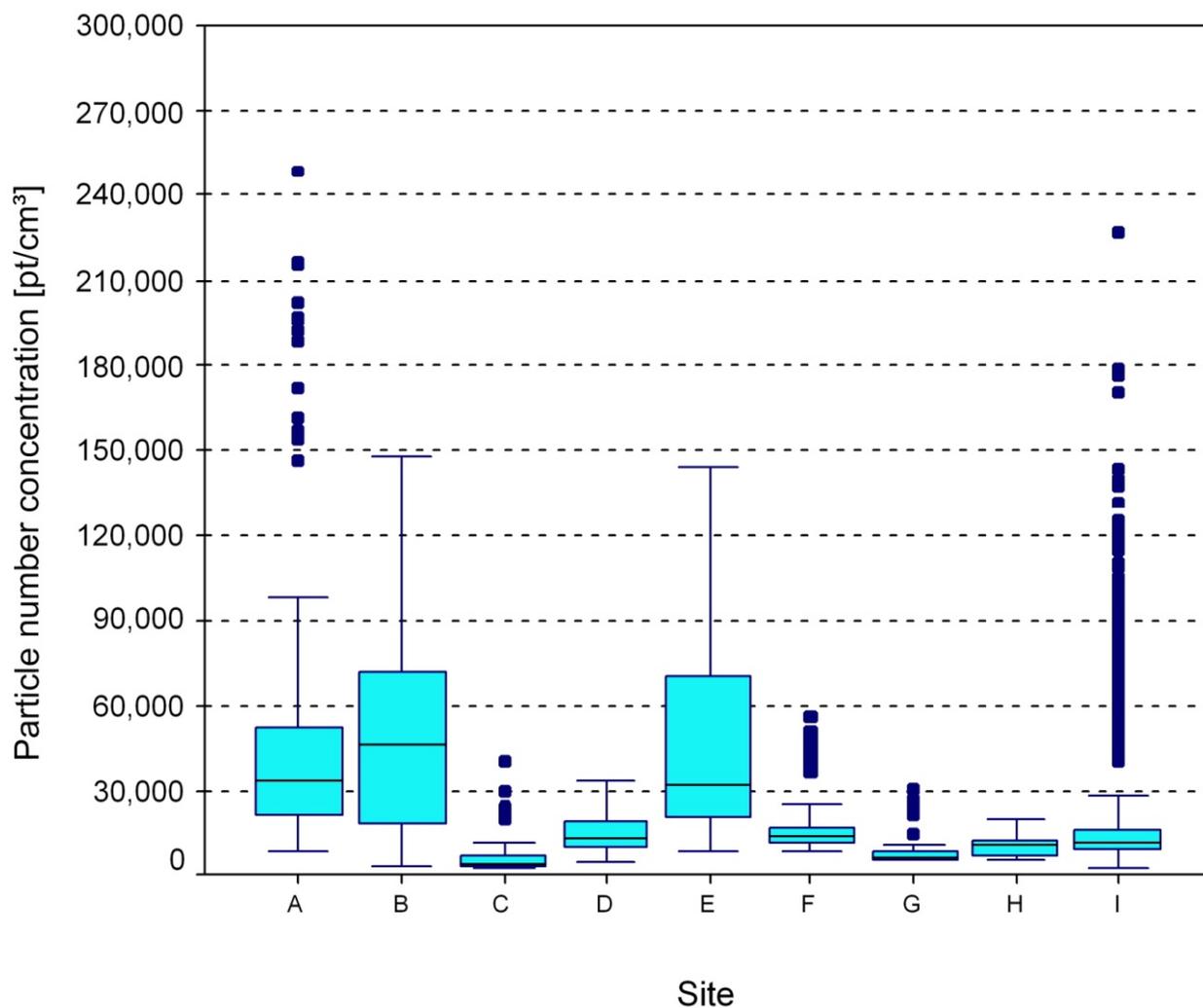


Percorso urbano, aria condizionata accesa, modalità ricircolo aria interna



**Qual è il potenziale contributo medio
all'esposizione della permanenza in ciascun
ambiente abitualmente frequentato?**

Sintesi delle misure di PNC in diversi microambienti (medie di 1 minuto) – Roma, primavera/estate 2013, giorni lavorativi (soggetti non fumatori)



- A) Veicolo percorso urbano
- B) Veicolo percorso Suburbano –GRA
- C) Veicolo percorso urbano con A/C
- D) Veicolo percorso Suburbano –GRA con A/C
- E) Cucina
- F) Sala
- G) Camera da letto (notte)
- H) Ufficio
- I) Outdoor

Stima del contributo relativo di diversi microambienti all'esposizione totale integrata in giorni lavorativi (Roma, primavera – estate 2013)

Microenvironment	Median time spent (h d ⁻¹ ; %)	Median PNC (particles cm ⁻³)	PNC exposure (particles cm ⁻³ h)	Relative contribution to total integrated exposure (%)
In-car WIN MODE	1.1 (4,6%)	33,520	36,872	12.4%
Outdoor	2.3 (9.6%)	11,876	27,315	9.2%
Home - bedroom	7.0 (29.2%)	6,602	46,214	15.5%
Home - kitchen	1.5 (6.3%)	32,296	48,444	16.3%
Home - living room	4.6 (19.2%)	14,039	64,579	21.7%
Office	7.5 (31.3%)	9,934	74,505	25.0%

Cattani G, Di Menno di Bucchianico A, Inglessis M. Car commuter's personal exposure to ultrafine particles. Environ Eng Manag J 2013 12(S11) 217-220

Il ruolo delle sorgenti indoor è rilevante ma altrettanto importante è quello delle sorgenti outdoor. È possibile utilizzare le misure ad alta risoluzione temporale per stimare il fattore di infiltrazione?

Il fattore di infiltrazione

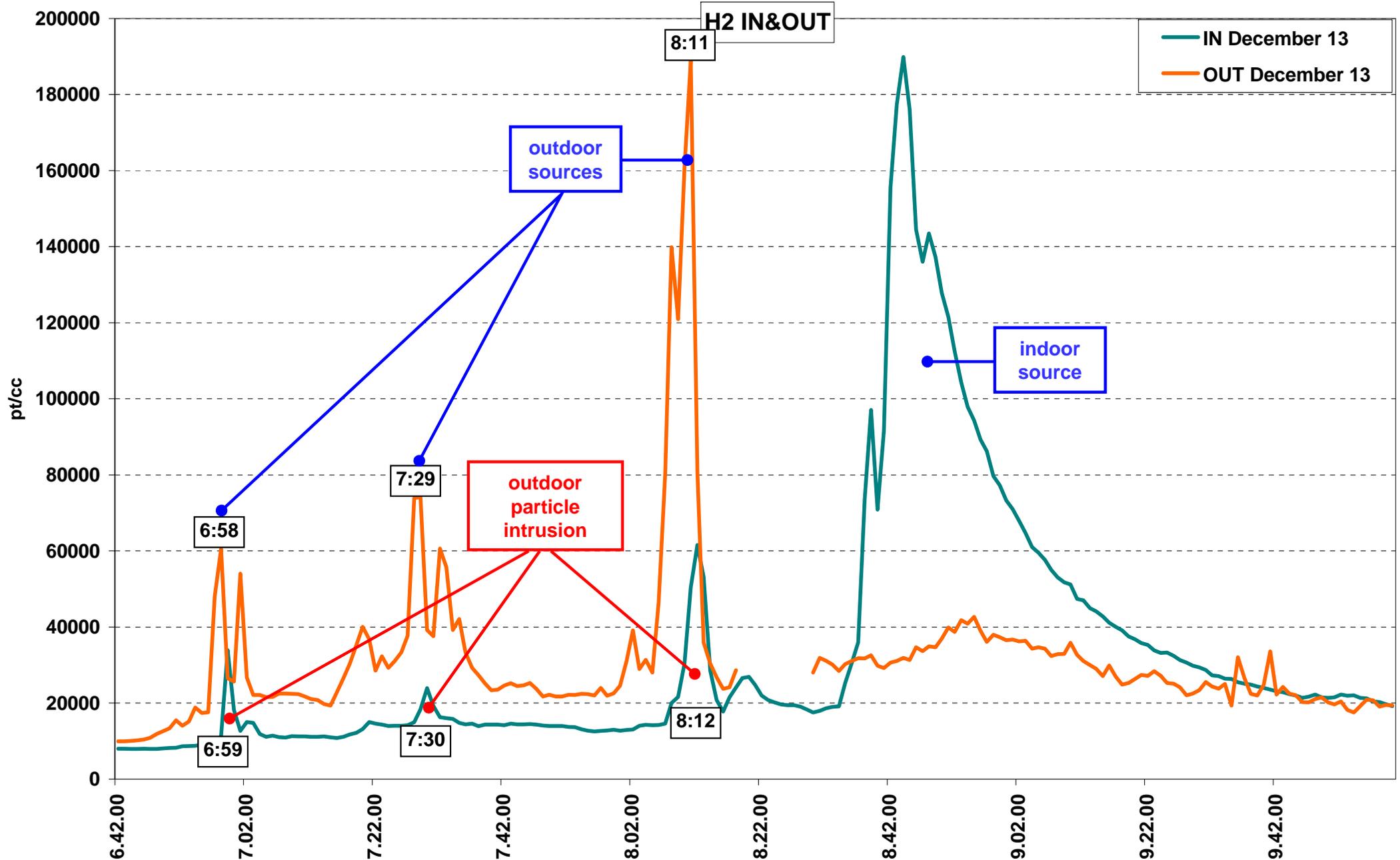
$$F_{Inf} = \frac{C_{pin}}{C_{out}} = \frac{P \cdot Aer}{Aer + k}$$

F_{Inf} :	Fattore d'infiltrazione (pt/cc);
C_{pin} :	Concentrazione particolato penetrato dall'esterno (pt/cc);
C_{out} :	Concentrazione particolato in aria ambiente (pt/cc);
C_{in} :	Concentrazione particolato indoor (pt/cc);
C_{ig} :	Concentrazione particolato generato indoor (pt/cc);
Aer :	Velocità di scambio d'aria (h^{-1});
P :	Efficienza di penetrazione (adimensionale);
k :	Velocità di deposizione (h^{-1});
Q_{is} :	Emissioni da sorgenti indoor (pt/h);
V :	Volume ambiente indoor (m^3).

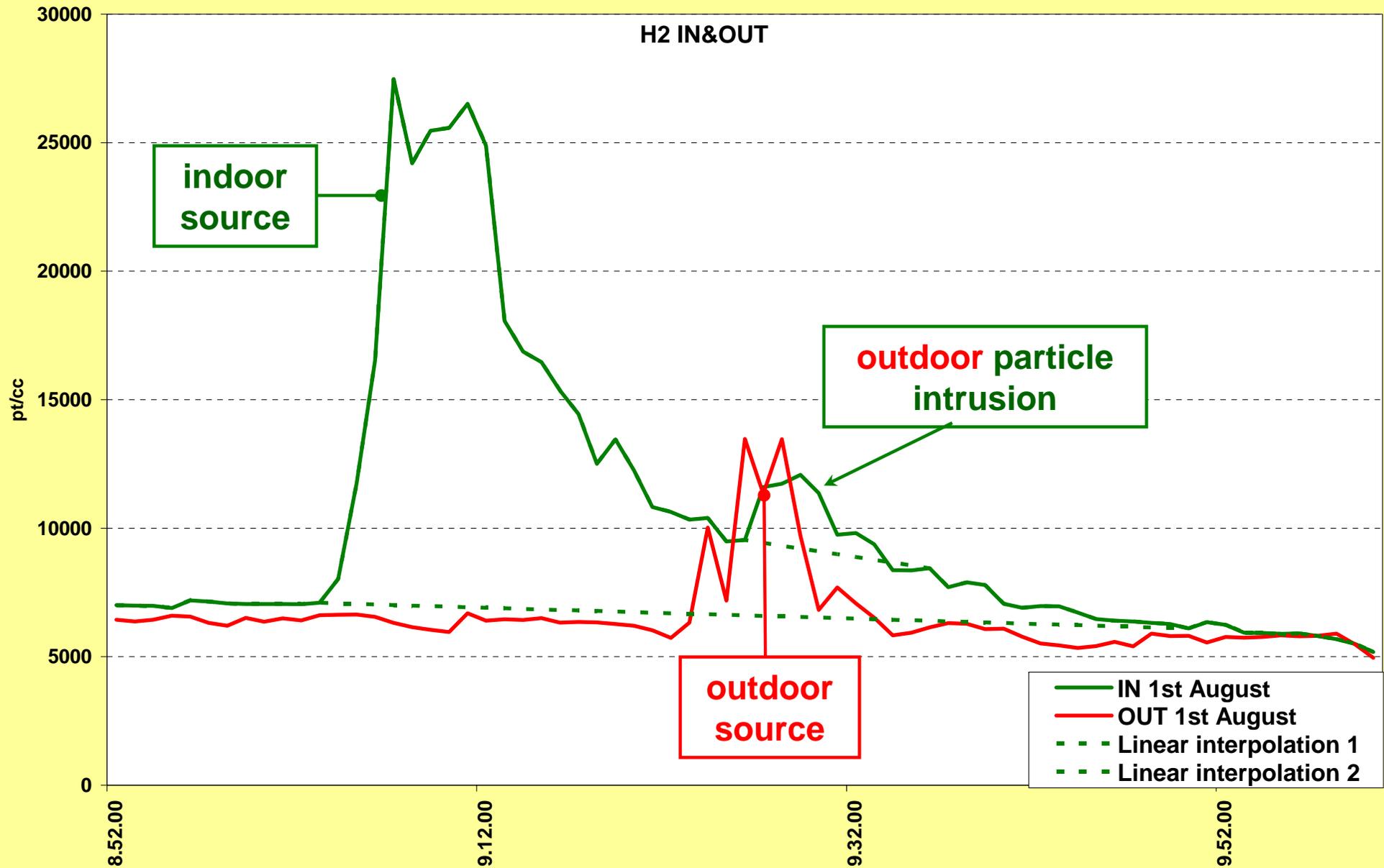
$$C_{in} = \frac{P \cdot Aer \cdot C_{out}}{Aer + k} + \frac{Q_{is}}{(Aer + k)V} = F_{Inf} C_{out} + C_{ig}$$

$$F_{Inf} = \frac{C_{in} - C_{ig}}{C_{out}}$$

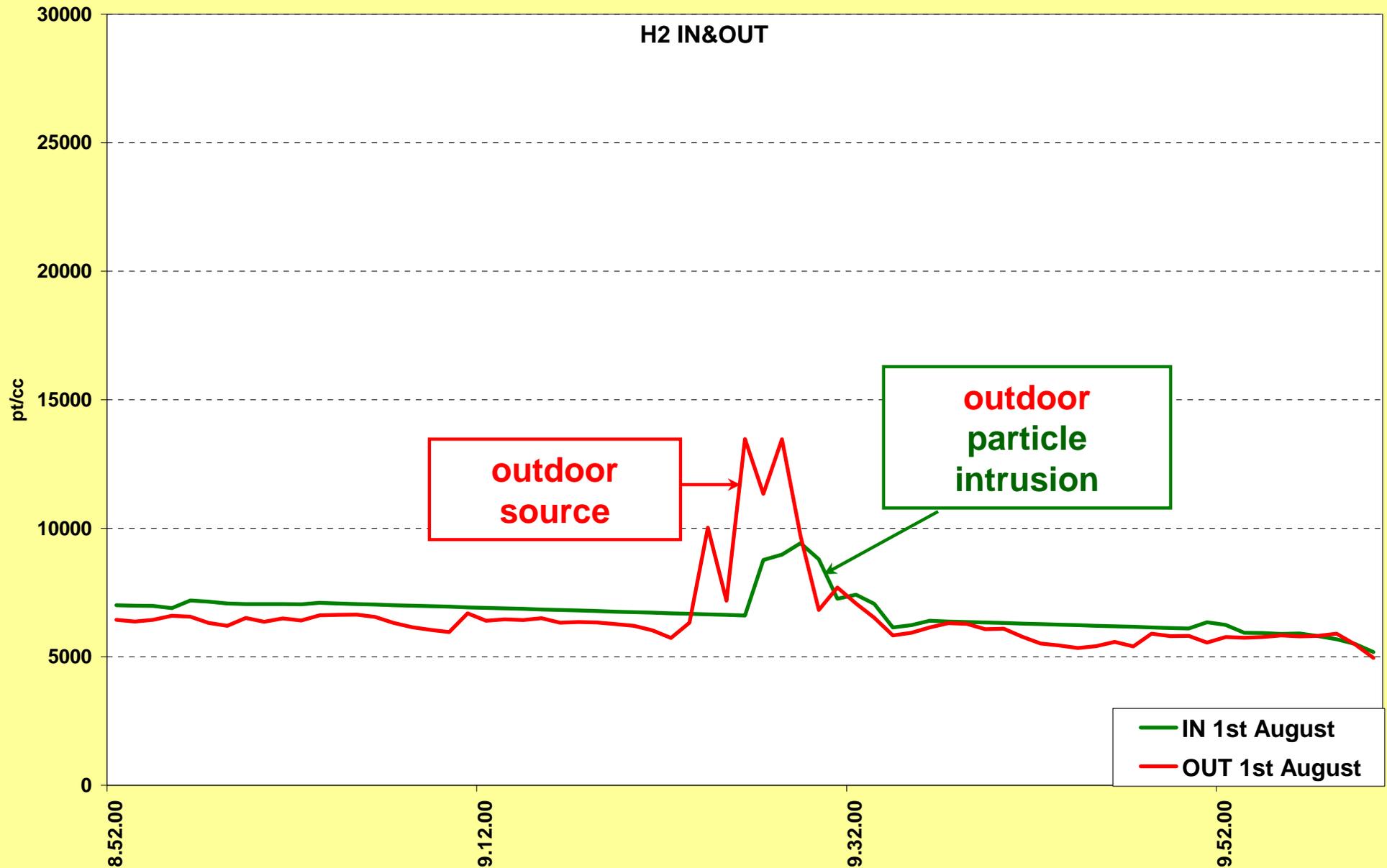
Criteria per la stima del fattore di infiltrazione in contesti reali (non test house)



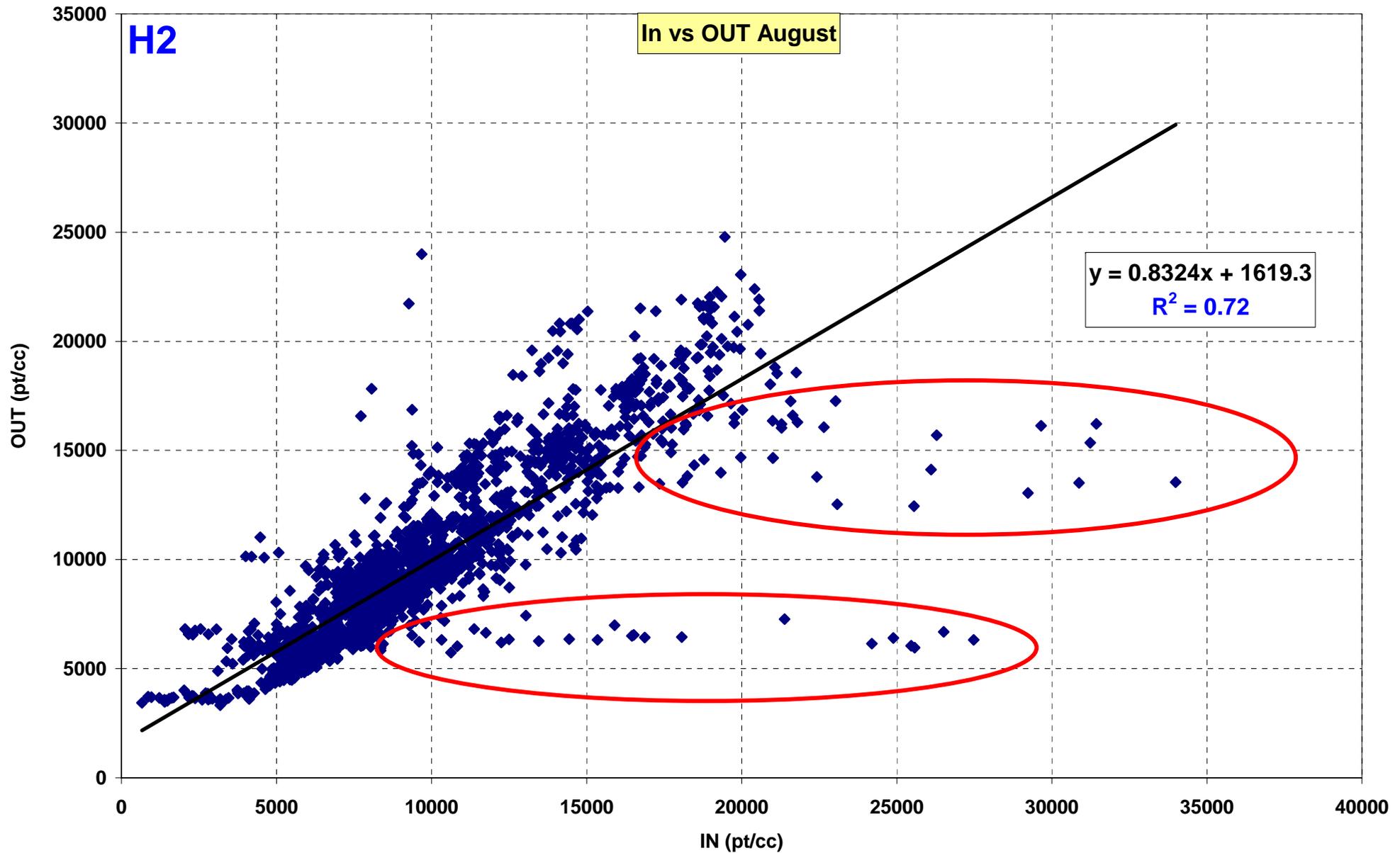
Un'intrusione outdoor si sovrappone parzialmente alla sorgente indoor



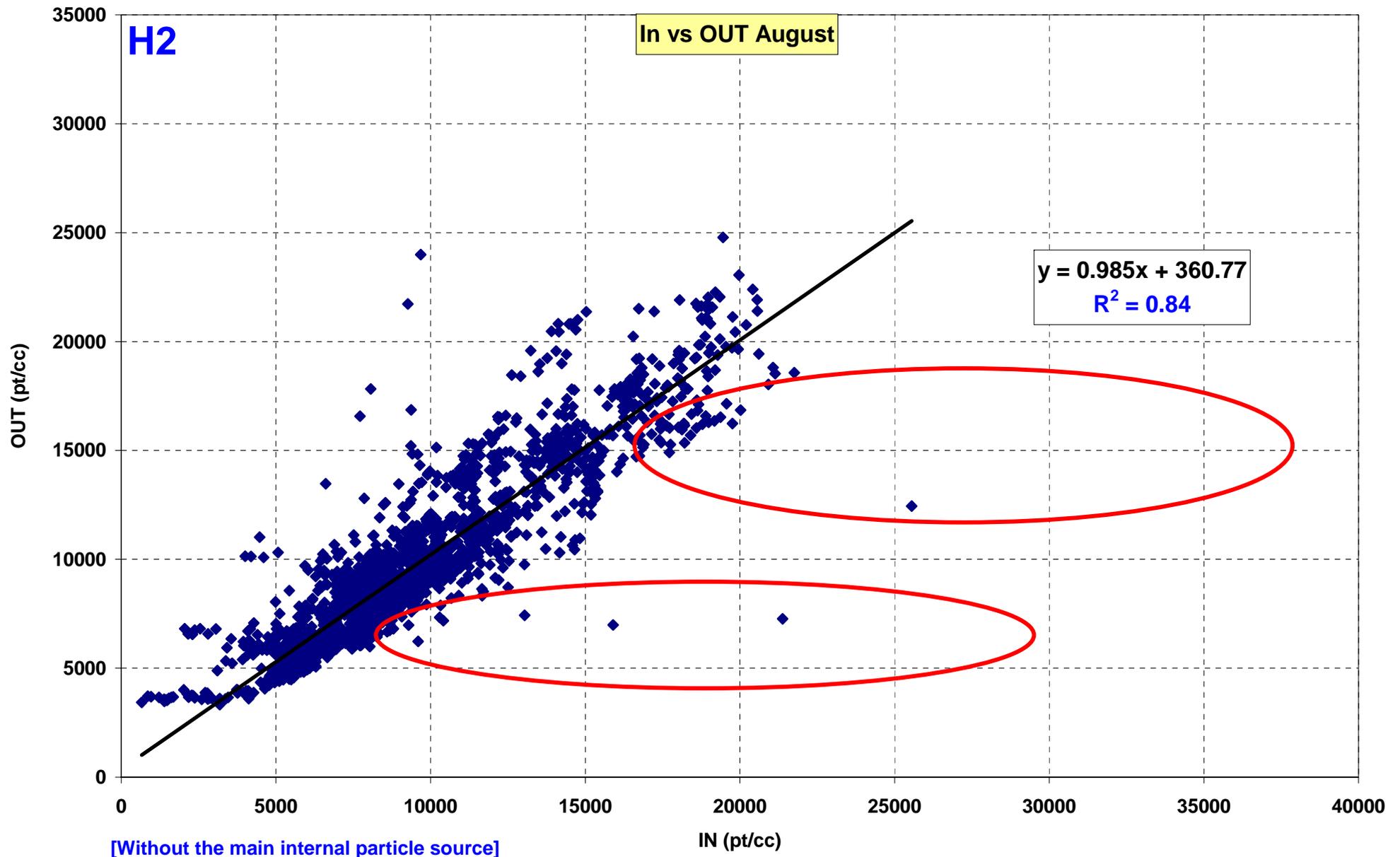
Profilo della concentrazione indoor depurato delle sorgenti interne ($C_{in} - C_{ig}$)



Correlazione outdoor/indoor prima della sottrazione delle sorgenti interne



Correlazione outdoor/indoor dopo della sottrazione delle sorgenti interne



Stima del fattore di infiltrazione – caso studio

Due appartamenti

Misure di una settimana per 4 settimane distribuite nelle 4 stagioni

Correlation between indoor and outdoor						
Home	Week	Month	Season	R^2_{I/O_r}	$R^2_{F_{inf}}$	Diff
H1	1	July	Summer	0.67	0.81	+0.14
H1	2	October	Autumn	0.51	0.61	+0.10
H1	3	November	Autumn	0.23	0.39	+0.16
H1	4	January	Winter	0.51	0.76	+0.25
H1	5	March	Spring	0.23	0.44	+0.21
H1	6	May	Spring	0.06	0.48	+0.42

House	Week	Month	Season	R^2_{I/O_r}	$R^2_{F_{inf}}$	Diff
H2	1	August	Summer	0.72	0.84	+0.12
H2	2	September	Autumn	0.06	0.23	+0.17
H2	3	December	Autumn	0.10	0.15	+0.05
H2	4	February	Winter	0.09	0.11	+0.02
H2	5	April	Spring	0.02	0.06	+0.04
H2	6	June	Spring	0.15	0.22	+0.07

highest value
lowest value

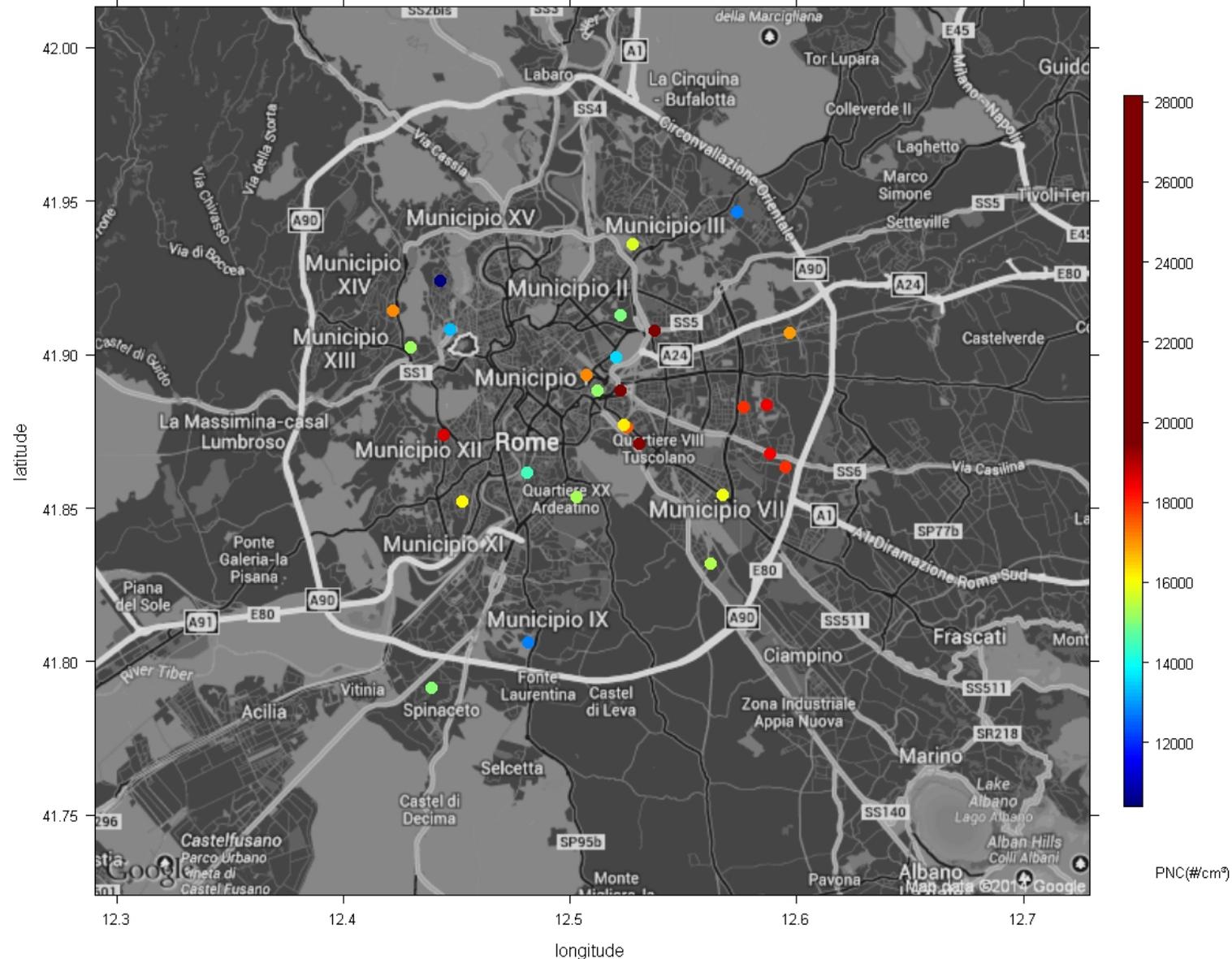
Seasonal variation in infiltration factor								
H1	I/O _{ratio}	F_{inf}	$R^2_{F_{inf}}$		H2	I/O _{ratio}	F_{inf}	$R^2_{F_{inf}}$
Summer	0.97	0.95	0.98		Summer	1.01	0.99	0.97
Autumn	0.99	0.84	0.56		Autumn	1.00	0.70	0.62
Winter	0.68	0.60	0.97		Winter	0.82	0.63	0.37
Spring	1.08	0.92	0.45		Spring	1.00	0.90	0.63
Year	0.97	0.85	0.72		Year	0.97	0.80	0.65

highest value
lowest value

**Alcuni scenari espositivi indoor
(notte, ufficio, assenza di sorgenti indoor rilevanti),
a parità di fattore di infiltrazione,
dipendono essenzialmente dalla **concentrazione outdoor****

**Che rilevanza assume ai fini della valutazione
dell'esposizione a lungo termine la variabilità spaziale della
concentrazione outdoor?**

Stima della concentrazione media annuale (aprile 2013 – marzo 2014) della PNC outdoor in 30 siti a Roma (risultati preliminari)



I vantaggi delle misure ad alta risoluzione temporale

- **Seguire l'evoluzione di fenomeni determinati da sorgenti di emissione rapidamente variabili nel tempo**
- **Individuare la sorgente responsabile del rilascio di particelle**
- **Evidenziare esposizioni acute**
- **Studiare il decadimento nel tempo delle concentrazioni rilevate determinato dall'interruzione delle emissioni o dall'attivazione di sistemi di abbattimento**
- **Migliorare la stima del fattore di infiltrazione**
- **Valutare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione**

...molte questioni aperte

- **Diverse sorgenti:**
 - **Caratteristiche chimico fisiche delle particelle**
 - **Rilevanza tossicologica**
- **Intervallo granulometrico 2 -10 nm non esplorato**
- **Distribuzione dimensionale**
- **Quale metrica? Particelle in numero vs area superficiale**
- **Quale strategia per la valutazione dell'esposizione della popolazione?**
 - **Monitoraggio personale + time activity pattern**
 - **Monitoraggio ambientale (caratterizzazione dei vari ambienti) + time activity pattern**
 - **Monitoraggio outdoor + stima variabilità spaziale**

**I dati presentati sono stati in parte raccolti nell'ambito
delle attività del Progetto CCM:**

**Metodi per la valutazione integrata dell'impatto
ambientale e sanitario dell'inquinamento atmosferico**

- **OBIETTIVO SPECIFICO 5:
Valutare a livello locale l'impatto ambientale delle particelle
ultrafini**
- www.viiias.it

Grazie per l'attenzione!