



*Gli aerosol nanoparticellati giocano un ruolo chiave nell'ambiente, nei problemi climatici, nella salute umana, nella produzione di nuovi materiali e nelle nanotecnologie. La conoscenza delle proprietà chimiche e fisiche delle nanoparticelle è critica in ciascuno di questi campi*



## **SISTEMI PER IL CONTEGGIO E LA CARATTERIZZAZIONE DI POLVERI ULTRAFINI E NANOPARTICELLE EMESSE DAI PROCESSI DI COMBUSTIONE**

**LAURA TOSITTI**

*Dip. di Chimica "G. Ciamician"*

*Università di Bologna*

**LE PROBLEMATICHE**

**E**

**VALERIA BIANCOLINI**

*Sez. Provinciale Reggio Emilia*

*ARPA-EMR*

**LA SPERIMENTAZIONE**

*Ferrara, 14 novembre 2006*



## IL LIVELLO DI CONOSCENZA RELATIVO AGLI AEROSOL E' ELEVATO, MA PARADOSSALMENTE ANCORA INSUFFICIENTE

*VERO soprattutto in relazione ai processi ed i meccanismi di formazione che passano necessariamente per la frazione nanoparticellare*

- ◆ L'esistenza delle nanoparticelle e del loro ruolo nei processi di nucleazione fu messa in evidenza alla fine dell'800 (Aitken e Wilson)
- ◆ La loro importanza venne confermata sperimentalmente negli anni 70
- ◆ Oggi: “Le nanoparticelle sono definite come particelle aventi come minimo una dimensione  $< 100$  nm (fibre), mentre le **particelle ultrafini** sono definite come particelle con tutte le dimensioni  $< 100$  nm **e sono comunemente prodotte da processi di combustione** (Donaldson et al, Particle and Fiber Toxicol. (2005))

**LE NANOPARTICELLE NON SONO UNA NOVITA',  
si tratta di evoluzione lessicale.....**



# QUALI SONO I RIFERIMENTI SCIENTIFICI IN ITALIA?

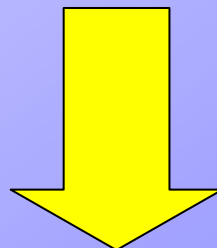
SOCIETA' CHIMICA  
ITALIANA

DIVISIONE DI CHIMICA  
DELL'AMBIENTE E DEI  
BENI CULTURALI

DUE INIZIATIVE  
SCIENTIFICHE NAZIONALI  
DI GRANDE SUCCESSO

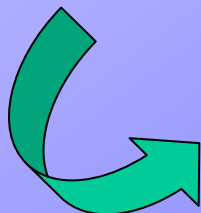
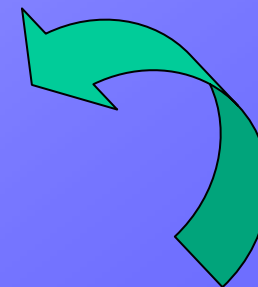
PM2004

PM2006



SOCIETA' ITALIANA  
DI FISICA

**SOCIETA'  
ITALIANA  
DI AEROSOL**



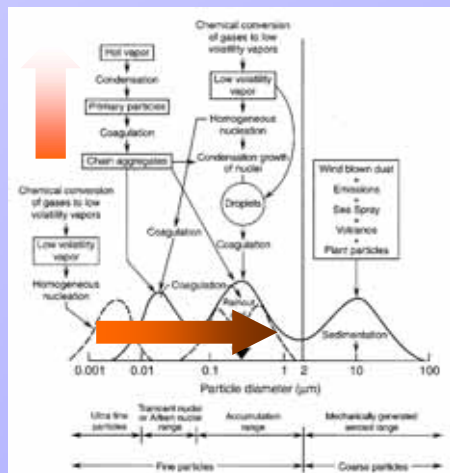
*CHIMICI, FISICI, BIOLOGI, MEDICI, EPIDEMIOLOGI, INGEGNERI.....*

*RICERCA – SANITA' – AGENZIE AMBIENTALI - INDUSTRIA*



# RAPPRESENTATIVITA' DEI SISTEMI DI MISURA

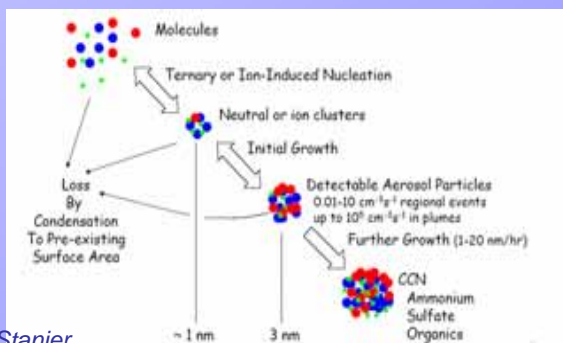
PER POTER CAPIRE NATURA E PERICOLOSITA' DELLE NANOPARTICELLE, E' NECESSARIO DISPORRE DI ADEGUATI SISTEMI DI CAMPIONAMENTO



Un **aerosol** (ambientale o di origine industriale) è una sospensione **poli-dispersa** e **metastabile** di particelle e/o goccioline in un gas.

◆ I sistemi di prelievo/misura difficilmente sono in grado di misurare allo stesso tempo e con la stessa affidabilità particelle molto grandi e particelle nanometriche

◆ Una volta formatesi, **le particelle** si alterano **rapidamente**, sia **fisicamente** (le nanoparticelle tendono a sparire nell'arco di tempo dei secondi a seguito di processi di evaporazione e di coagulazione), che **chimicamente**



Charles Stanier,  
Department of  
Chemical  
and Biochemical  
Engineering University  
of Iowa

**NON ESISTE ANCORA UNA RISPOSTA DEFINITIVA.  
Ma nemmeno per le frazioni comunemente studiate  
PM10 e PM2.5**



## IL PROCESSO DI NUCLEAZIONE:

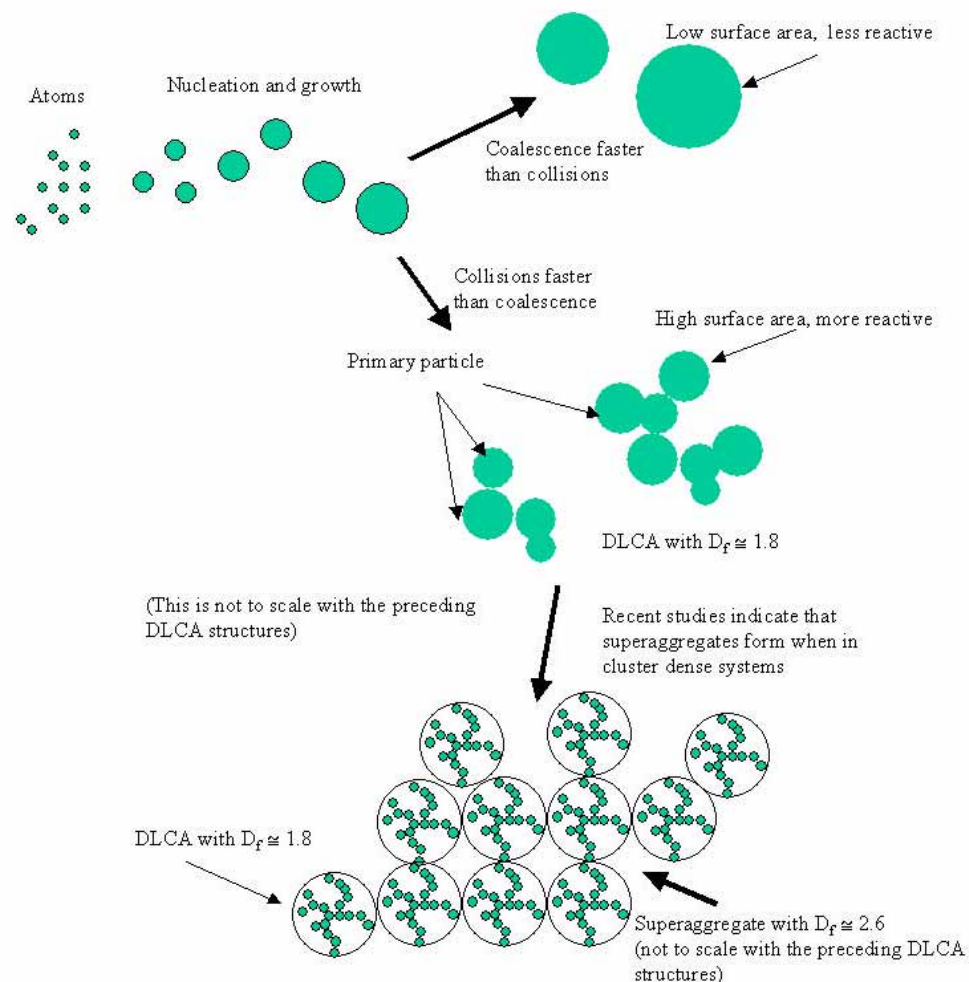
**DAL GAS/VAPORE ALLE PARTICELLE NANOMETRICHE**

**(solo processo fisico per semplicità)**

◆ **NATURA**

◆ **COMBUSTIONE ED ATTIVITA' CONVENZIONALI**

◆ **NUOVE TECNOLOGIE**



**Figure 2-1.** Nucleation and coagulative growth of aerosols – Large range of length scales is involved from 0.2 nm to 10,000 nm. DLCA stands for diffusion limited cluster aggregate.

# COSA PRODUCE (inevitabilmente) LA COMBUSTIONE?

CALORE = ENERGIA

+

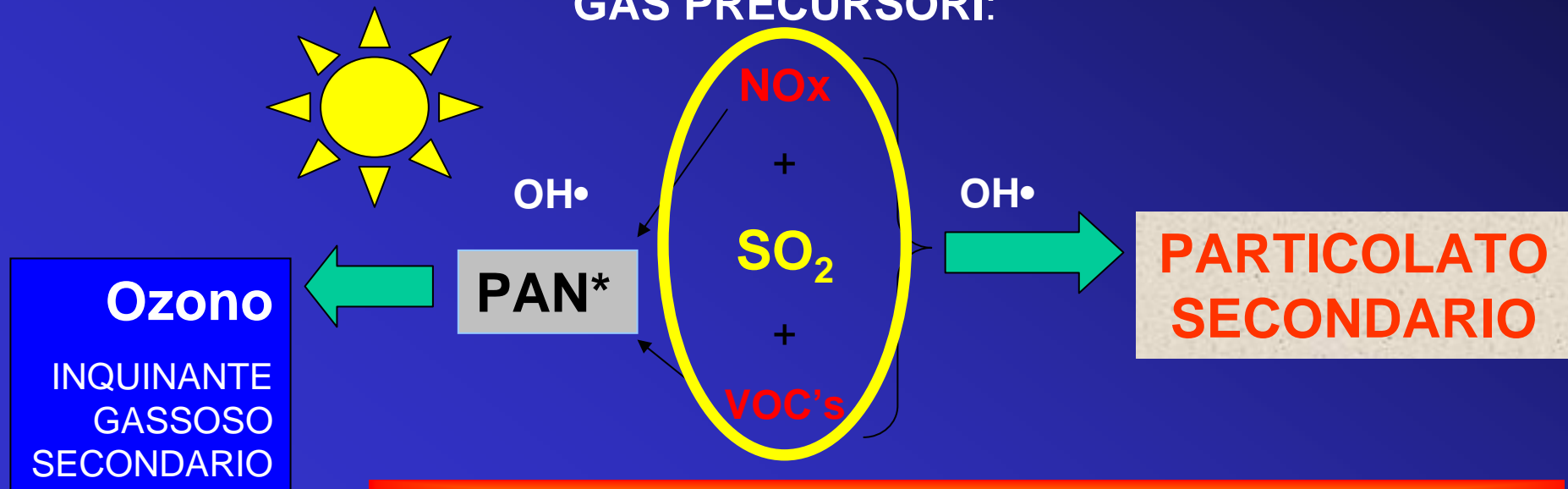
CO<sub>2</sub> (EFFETTO SERRA), H<sub>2</sub>O, CO

+

IPA, RADICALI LIBERI, C organico, C elem. (PM primario)

+

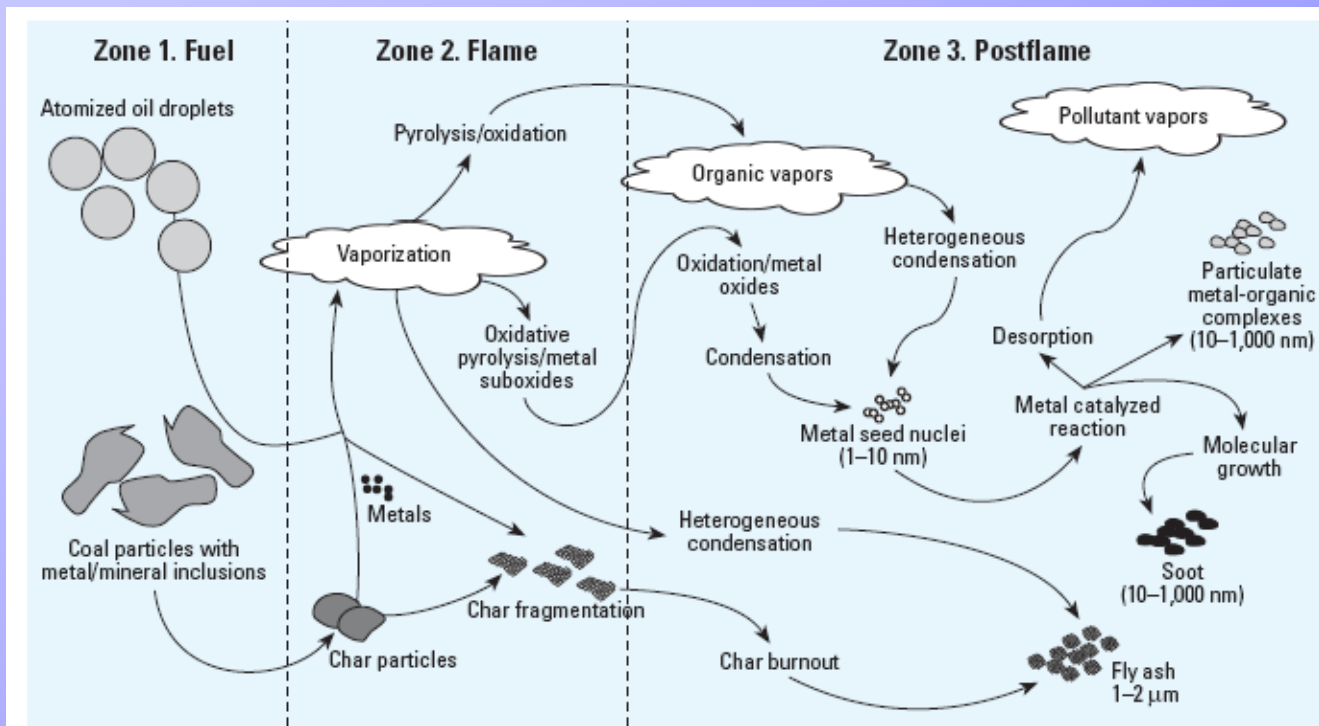
GAS PRECURSORI:



MOLTE DI QUESTE EMISSIONI PRIMARIE E SECONDARIE PROVENGONO ANCHE DA ALTRI PROCESSI INDUSTRIALI AD ALTA TEMPERATURA

\*PEROSSIACETILNITRATO





**Figure 2.** Nanoparticle formation/growth and mediation of pollutant-forming reactions in combustion systems. The combustor reaction zones described in Figure 1 effect particle formation as well as gas-phase pollutant formation. Metals and other refractory compounds are vaporized in the flame zone. They can recondense as cluster or seed nuclei in the postflame zone, where they catalyze further particle growth and pollutant formation in the cool zones.

*Origin and Health Impacts of Emissions of Toxic By-Products and Fine Particles from Combustion and Thermal Treatment of Hazardous Wastes and Materials, Stephania A. Cormier,<sup>1</sup> Slawo Lomnicki,<sup>2</sup> Wayne Backes,<sup>3</sup> and Barry Dellinger*

*VOLUME 114 | NUMBER 6 | June 2006 • Environmental Health Perspectives*

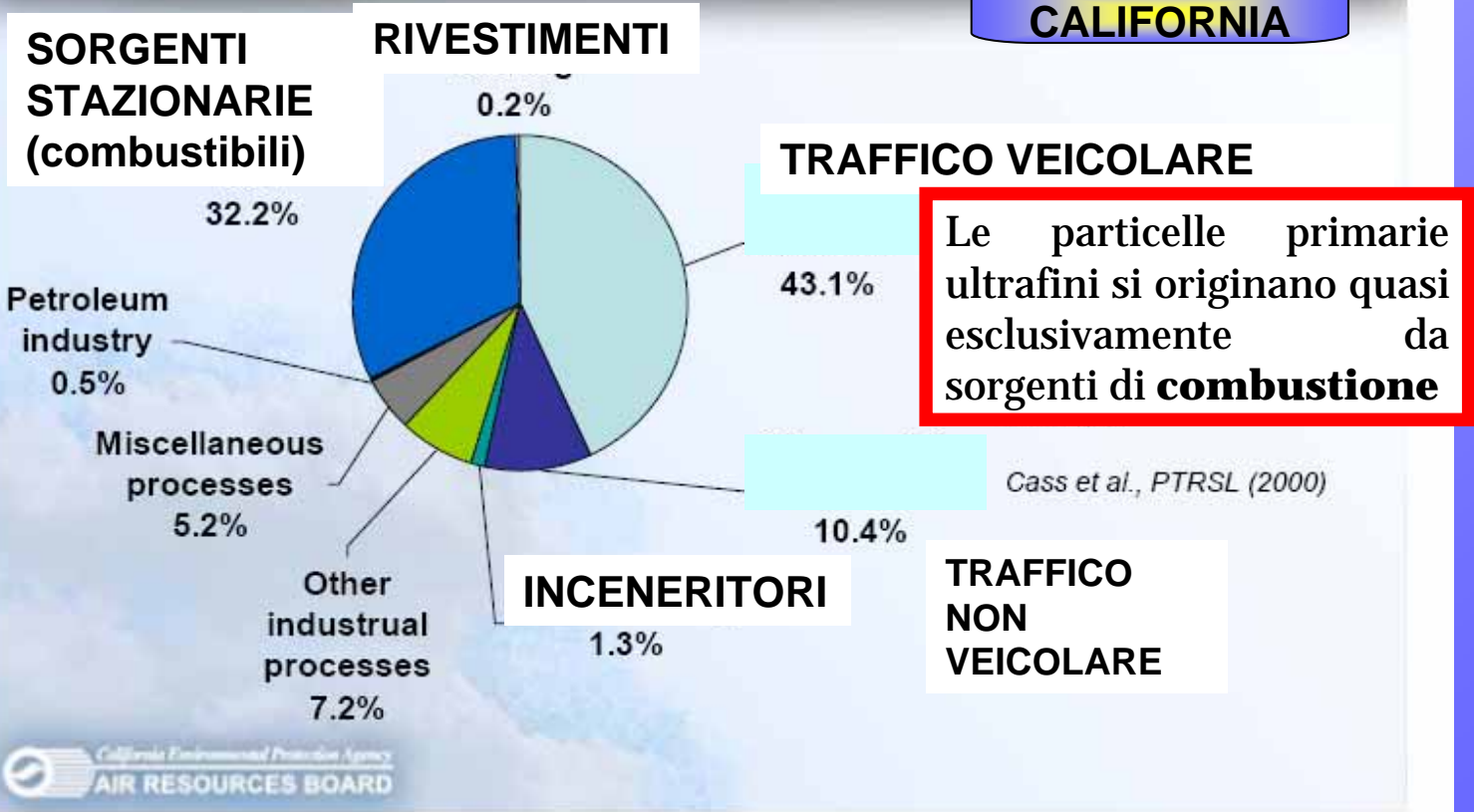


# SORGENTI DI PARTICELLE ULTRAFINI – RUOLO DELLA COMBUSTIONE E DEI PROCESSI AD ALTA TEMPERATURA

## Sources of ambient ultrafine particles (<100 nm)

Source contributions to primary ultrafine particle emissions in the South Coast Air Basin (1996)

CALIFORNIA







**Sorgenti di nanoparticelle e di particelle ultrafini**

**BACKGROUND**

**DALL'INDUSTRIALE AL DOMESTICO, PASSANDO PER LE ATTIVITA' ARTIGIANALI ED I MEZZI DI TRASPORTO**

**TEFLON PENTOLE**

**SALDATURA INDUSTRIALE ED ARTIGIANALE**

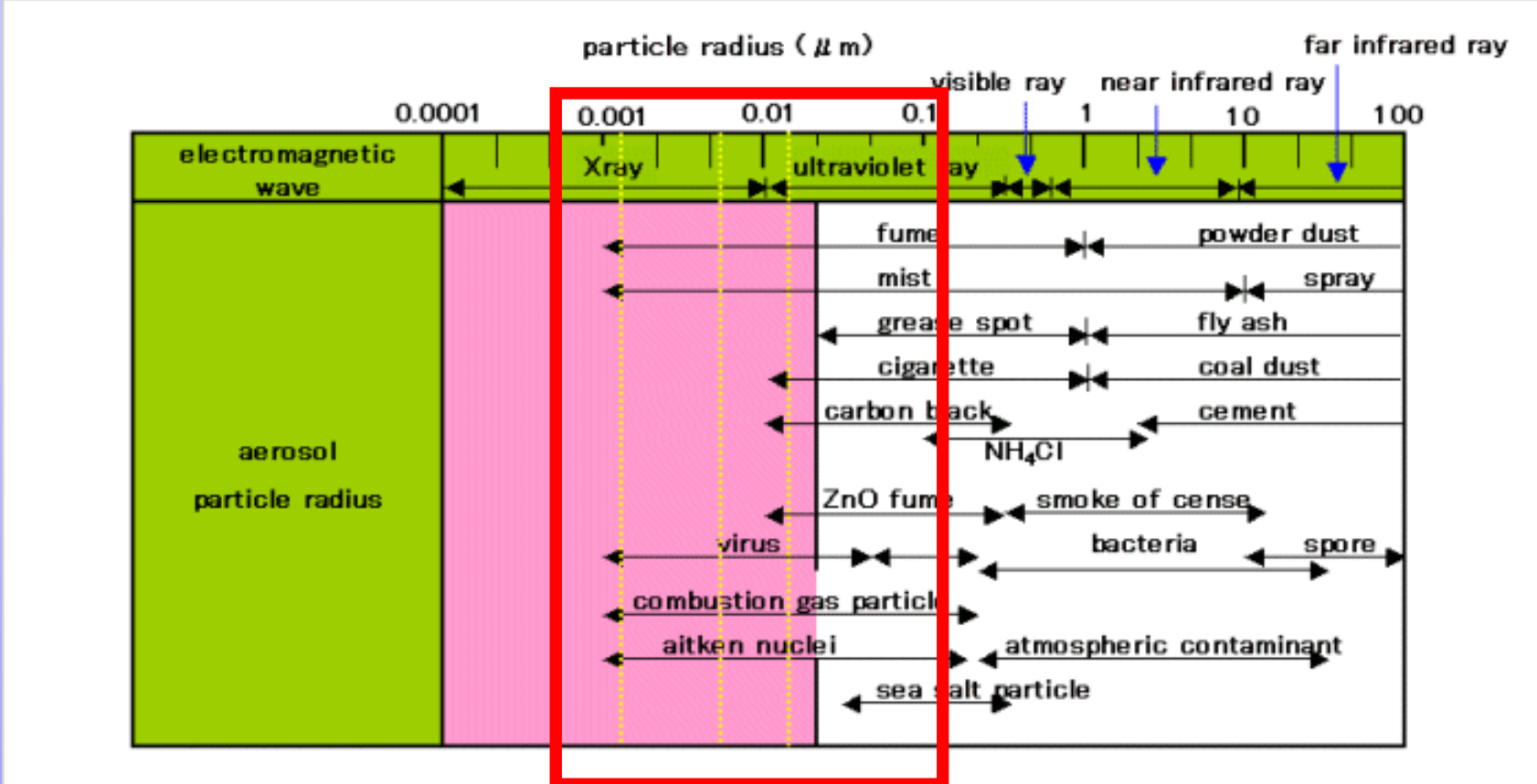
**NUOVE TECNOLOGIE**

Table 1. UFPs/NPs (< 100 nm), natural and anthropogenic sources.

Natural	Anthropogenic	
	Non-intenzionali	Intenzionali
Gas-to-particle conversions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Internal combustion engines</li> <li>Power plants</li> <li>Incinerators</li> <li>Jet engines</li> <li>Metal fumes (smelting, welding, etc.)</li> <li>Polymer fumes</li> <li>Other fumes</li> <li>Heated surfaces</li> <li>Frying, broiling, grilling</li> <li>Electric motors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlled size and shape, designed for functionality</li> <li>Metals, semiconductors, metal oxides, carbon, polymers</li> <li>Nanospheres, -wires, -needles, -tubes, -shells, -rings, -platelets</li> <li>Untreated, coated (nanotechnology applied to many products: cosmetics, medical, fabrics, electronics, optics, displays, etc.)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Forest fires</li> <li>Volcanoes (hot lava)</li> <li>Viruses</li> <li>Biogenic magnetite: magnetotactic bacteria, protists, mollusks, arthropods, fish, birds</li> <li>human brain, meteorite (?)</li> <li>Ferritin (12.5 nm)</li> <li>Microparticles (&lt; 100 nm; activated cells)</li> </ul>		



# RISULTATO.....





## VOLENDO ESSERE PIU' PRECISI CIRCA LE EMISSIONI INDUSTRIALI TRADIZIONALI..... (dati EPA)

**Table 1 – Summary of 2002 NAEI PM<sub>10</sub> and sub-PM<sub>10</sub> industrial emissions**

PM fraction Ranking	Sector description
<b>PM 10</b>	
1	Power stations >300MW – Coal
2	<b>Other Industry – Part B process – Non fuel</b>
3	Other Industry – Combustion of coal
4	Brick Manufacture – Non-Fletton
5	Iron and Steel - Sinter plant
6	Power stations >300MW – Natural gas
-	Cement, Clinker production
<b>PM 2.5</b>	
1	Power stations >300MW – Coal
2	Other Industry – Combustion – Coal
3	<b>Other Industry – Part B process – Non fuel</b>
4	Other Industry – Combustion – Natural Gas
5	Iron and Steel sintering – Iron Production
6	Power stations >300MW – Natural Gas
-	Cement, Clinker production
<b>PM 1.0</b>	
1	<b>Other Industry – Part B process – Non fuel</b>
2	Other Industry – Combustion – Natural Gas
3	Power stations >300MW – Natural Gas
4	Power stations >300MW – Coal
5	Brick Manufacture – Non-Fletton
6	Other Industry – combustion of coal
-	Cement, Clinker production
<b>PM 0.1</b>	
1	Other Industry – Combustion – Natural Gas
2	Power stations >300MW – Natural Gas
3	Iron and Steel sintering – Iron Prod.
4	<b>Other Industry – Part B process – Non fuel</b>
5	Brick Manufacture – Non-Fletton
6	Power stations >300MW – Coal
-	Cement, Clinker production

L'INDUSTRIA CERAMICA può essere assimilata all'industria dei laterizi incidendo su tutti i tagli



## ESPOSIZIONE PROFESSIONALE:

A prodotto finito, durante il packaging e la manutenzione degli impianti

già da tempo oggetto di studio, fonte di molte informazioni nel campo della **NANO-TOSSICOLOGIA** in parte esportate al campo dell'**ESPOSIZIONE AMBIENTALE**



# NANOPARTICLE ENGINEERING ED ALTRE NANOPARTICELLE “INTENZIONALI”

VENGONO SFRUTTATE LE PARTICOLARI DOTI DI **ELEVATA REATTIVITA'** TIPICAMENTE ASSOCIATE ALLA NANOSTRUTTURA, CARATTERISTICA CHE CONFERISCE AI MATERIALI ALTA **EFFICIENZA** E SINGOLARI **PRESTAZIONI** – PARADOSSALMENTE SONO QUESTE PROPRIETA' CHE RENDONO ANALOGAMENTE LE NANOPARTICELLE IN GENERE, PERICOLOSE

## ALCUNI ESEMPI:

◆ **INGREDIENTI IN PRODOTTI DI CONSUMO** (*FILLER PNEUMATICI, COSMETICI E FILTRI SOLARI, LUBRIFICANTI, PRODOTTI LUCIDANTI (abrasivi), DETERGENTI, ADDITIVI DI VETRI E PIASTRELLE DI CERAMICA A SUPERFICIE AUTOPULENTE*)

◆ **NUOVI FARMACI** A “BERSAGLIO MIRATO”

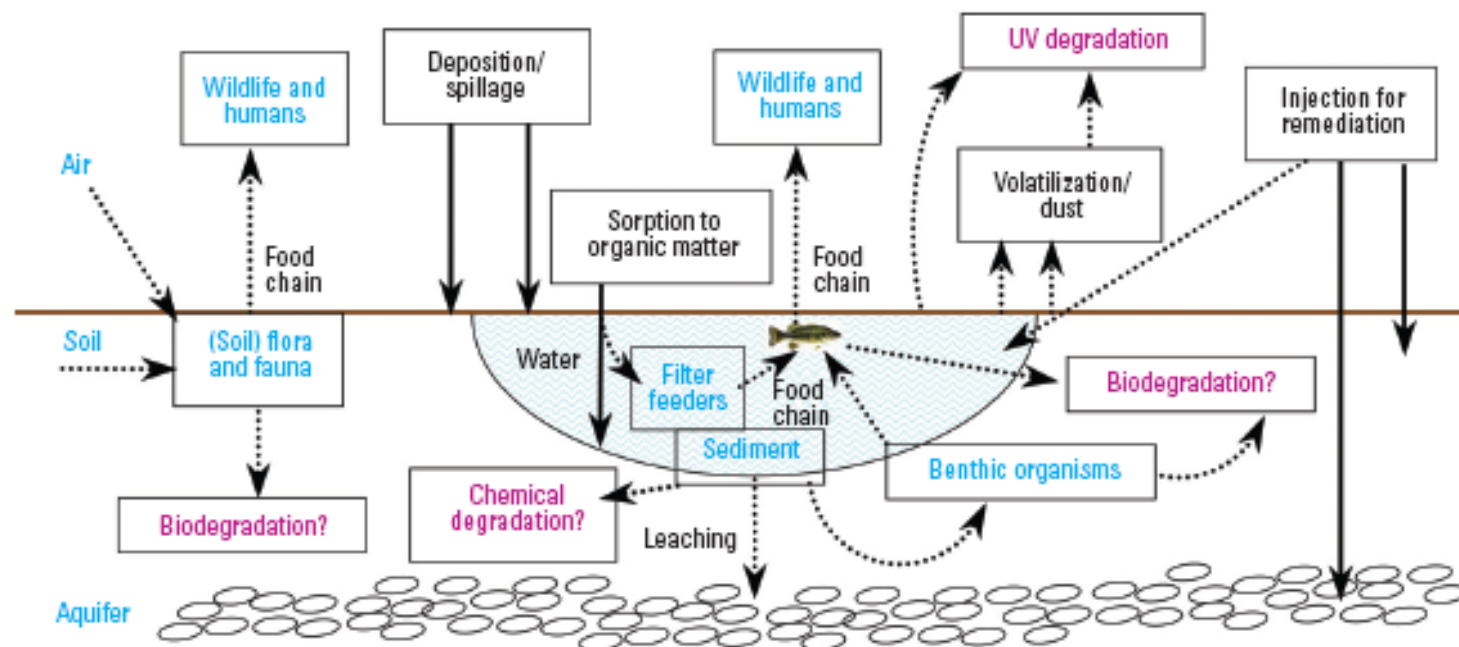
◆ **NUOVI MATERIALI** AD ALTO CONTENUTO TECNOLOGICO (*SEMICONDUTTORI, ELETTRODI PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO, CELLE SOLARI.....*)

**REMEDIAZIONE** : TECNOLOGIE PER LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO ED IL RECUPERO AMBIENTALE (*ABBATTIMENTO DEL MERCURIO IN INCENERITORI, TRATTAMENTO ACQUE CONTAMINATE DA MICROINQUINANTI...*)



## ESPOSIZIONE AMBIENTALE DA NANOPARTICELLE INTENZIONALI

**NON E' ANCORA STATA EVIDENZIATA, MA NON SI PUO' ESCLUDERE A PRIORI**



**Figure 5.** Routes of exposure, uptake, distribution, and degradation of NSPs in the environment. Solid lines indicate routes that have been demonstrated in the laboratory or field or that are currently in use (remediation). Magenta lettering indicates possible degradation routes, and blue lettering indicates possible sinks and sources of NSPs.



## COME CARATTERIZZARE LE PARTICELLE ALLE EMISSIONI?

- ◆ *A GRANDI LINEE I SISTEMI SONO QUELLI IMPIEGATI PER LE MISURE AMBIENTALI (contatori , spettrometri ed impattori), PRESENTANO PROBLEMI DI CONNESSIONE FISICA ED INTERFACCIA ALLA SORGENTE, CHE SI TROVA A TEMPERATURE DELL'ORDINE DELLE **CENTINAIA DI GRADI °C***
- ◆ *IN QUESTE CONDIZIONI POSSIAMO AVERE UN CERTO NUMERO DI NANOPARTICELLE DI FORMAZIONE IMMEDIATA, MA **SOPRATTUTTO GAS PRECURSORI***
- ◆ *IL CAMPIONAMENTO IN QUESTE CONDIZIONI CONDURREBBE AD UNA ENORME **SOTTOSTIMA DI PARTICELLATO SIA NANOMETRICO CHE SUBMICROMETRICO***
- ◆ ***PER CAMPIONARE AL MEGLIO** BISOGNA RICORRERE AD ARTIFICI CHE IN QUALCHE MODO **SIMULINO** L'ABBASSAMENTO DI PRESSIONE E DI TEMPERATURA IN MODO DA FAVORIRE CONDENSAZIONE DI GAS E VAPORI. CIO' CHE SI RACCOGLIE IN QUESTE CONDIZIONI E' UN "**AEROSOL POTENZIALE**", CHE COMUNQUE NON CONTIENE QUELLA PARTE DI AEROSOL CHE SI FORMEREBBE ANCHE PER VIA FOTOCHIMICA (LUCE SOLARE) NELL'AMBIENTE (**AD ES. SOLFATO E NITRATO D'AMMONIO**)*





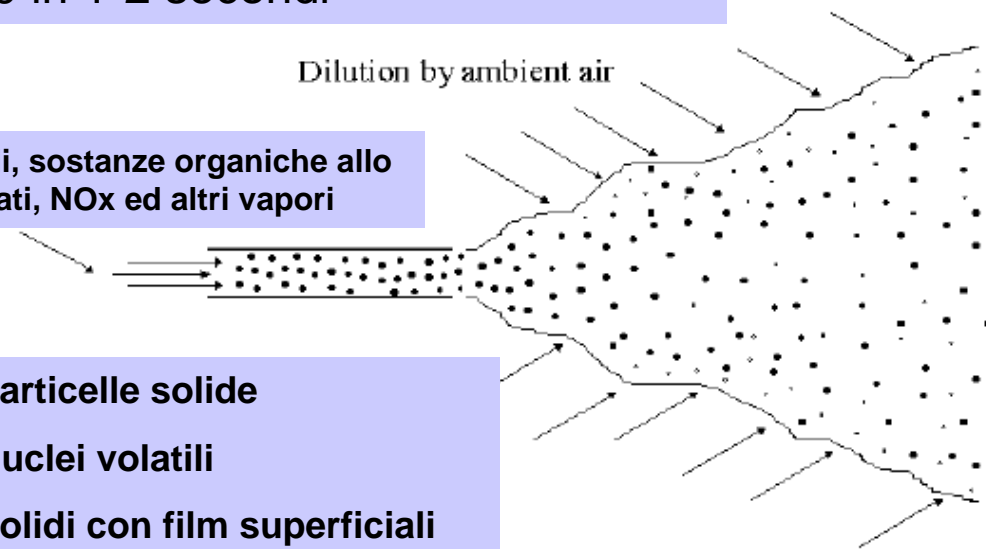
## LA NUCLEAZIONE ED I FENOMENI DI ADSORBIMENTO (superficie di particelle solide) ED ASSORBIMENTO (dissoluzione in goccioline) SONO UNA CONSEGUENZA DELLA **DILUIZIONE IN ATMOSFERA**

Si può raggiungere un fattore di diluizione pari a 1000 in 1-2 secondi

Le emissioni contengono: solidi, sostanze organiche allo stato gassoso, composti solforati, NO<sub>x</sub> ed altri vapori

- Particelle solide
- Nuclei volatili
- Solidi con film superficiali di specie volatili adsorbite

Dilution by ambient air





## FISICA

STRUMENTI ON-LINE PER CONTARE LE NANOPARTICELLE (ASSIEME ALLE ALTRE DI DIMENSIONI MAGGIORI) E PER DETERMINARNE MASSA, SUPERFICIE E VOLUME (LA SUPERFICIE SPECIFICA È IL PARAMETRO CHE MEGLIO CORRELA CON GLI EFFETTI NEGATIVI SULLA SALUTE)

Limiti inferiori di dimensione: 3 nm (fisica delle particelle in termini di moto, fattore critico nella messa a punto di un analizzatore adeguato)

IL LIMITE MAGGIORE È LA RISOLUZIONE TEMPORALE DEGLI STRUMENTI, PERCHÉ LE NANOPARTICELLE HANNO UNA VITA MEDIA RIDOTTISSIMA (secondi)

## CHIMICA e morfologia

LA CARATTERIZZAZIONE CHIMICA È DI FONDAMENTALE IMPORTANZA PER COMPRENDERE LA TOSSICITÀ DI PARTICELLE FINI ED ULTRAFINI. PARTICOLARE RILEVANZA HANNO I METALLI E NON SOLO QUELLI DI RICONOSCIUTA TOSSICITÀ. NECESSARI QUANTITATIVI SUFFICIENTI PER ANALISI

STRUMENTI PER CARATTERIZZARE LE PARTICELLE OFF-LINE:

La raccolta per filtrazione selettiva (come per PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>1</sub>) non è possibile per le nanoparticelle (non possono essere trattenute)

RACCOLTA PER IMPATTO CON FRAZIONAMENTO DIMENSIONALE (FINO ALLA DECINA DI NANOMETRI CON CAMPIONATORI A STADI)

IMPINGERS: concentratori - KETTRUP

**VACES (Versatile Aerosol Concentrator Enrichment System)**



T ambiente

Alta T

Associazione tra componenti chimici dell'aerosol in funzione della dimensione e della tipologia di sorgente

Table 2-1. Chemicals in Primary Particles Emitted Directly from Different Emission Sources.

Source Type	Dominant Particle Size	< 0.1 μm	0.1 to 1 μm	1 to 10 μm	> 10 μm
Paved Road Dust	Coarse	Cr, Sr, Pb, Zr	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , P, S, Cl, Mn, Ba, Ti	EC, Al, K, Ca, Fe	OC, Si
Unpaved Road Dust	Coarse	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , P, Zn, Sr, Ba	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NA <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , P, S, Cl, Mn, Ba, Ti	OC, Al, K, Ca, Fe	Si
Construction	Coarse	Cr, Mn, Zn, Sr, Ba	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , K <sup>+</sup> , S, Ti	OC, Al, K, Ca, Fe	Si
Agricultural Soil	Coarse	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cr, Zn, Sr	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NA <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , S, Cl, Mn, Ba, Ti	OC, Al, K, Ca, Fe	Si
Natural Soil	Coarse	Cr, Mn, Sr, Zn, Ba	Cl, Na <sup>+</sup> , EC, P, S, Cl, Ti	OC, Al, Mg, K, Ca, Fe	Si
Lake Bed	Coarse	Mn, Sr, Ba	K <sup>+</sup> , Ti	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , OC, Al, S, Cl, K, Ca, Fe	Si
Motor Vehicle	Fine	Cr, Ni, Y	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Si, Cl, Al, Si, P, Ca, Mn, Fe, Zn, Br, Pb	Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , S	OC, EC
Vegetative Burning	Fine	Ca, Mn, Fe, Zn, Br, Rb, Pb	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , S	Cl <sup>-</sup> , K <sup>+</sup> , Cl, K	OC, EC
Residual /Crude Oil Combustion (including fires)	Fine	K <sup>+</sup> , OC, Cl, Ti, Cr, Co, Ga, Se	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , Zn, Fe, Si	V, OC, EC, Ni	S, SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Incinerator	Fine	V, Mn, Cu, Ag, Sn	K <sup>+</sup> , Al, Ti, Zn, Hg	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , EC, Si, S, Ca, Fe, Br, La, Pb	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , OC, Cl
Coal-Fired Power Plant	Fine	Cl, Cr, Mn, Ga, As, Se, Br, Rb, Zr	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , P, K, Ti, V, Ni, Zn, Sr, Ba, Pb	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , OC, EC, Al, S, Ca, Fe	Si
Oil-Fired Power Plant	Fine	V, Ni, Se, As, Br, Ba	Al, Si, P, K, Zn	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , OC, EC, Na, Ca, Pb	S, SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Smelter Fine	Fine	V, Mn, Sb, Cr, Ti	Cd, Zn, Mg, Na, Ca, K, Se	Fe, Cu, As, Pb	S
Antimony Roaster	Fine	V, Cl, Ni, Mn	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , Sb, Pb	S	None Reported
Marine (Natural)	Fine and Coarse	Ti, V, Ni, Sr, Zr, Pd, Ag, Sn, Sb, Pb	Al, Si, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Ba, La	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , OC, EC	Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , Na, Cl

EC = Elemental Carbon  
OC = Organic Carbon



# PROGETTO polveRE

LE SPECIE IN TRACCIA MOSTRANO ACCUMULI PREFERENZIALI IN TAGLI DIMENSIONALI CARATTERISTICI CHE NE RIVELANO LA SORGENTE

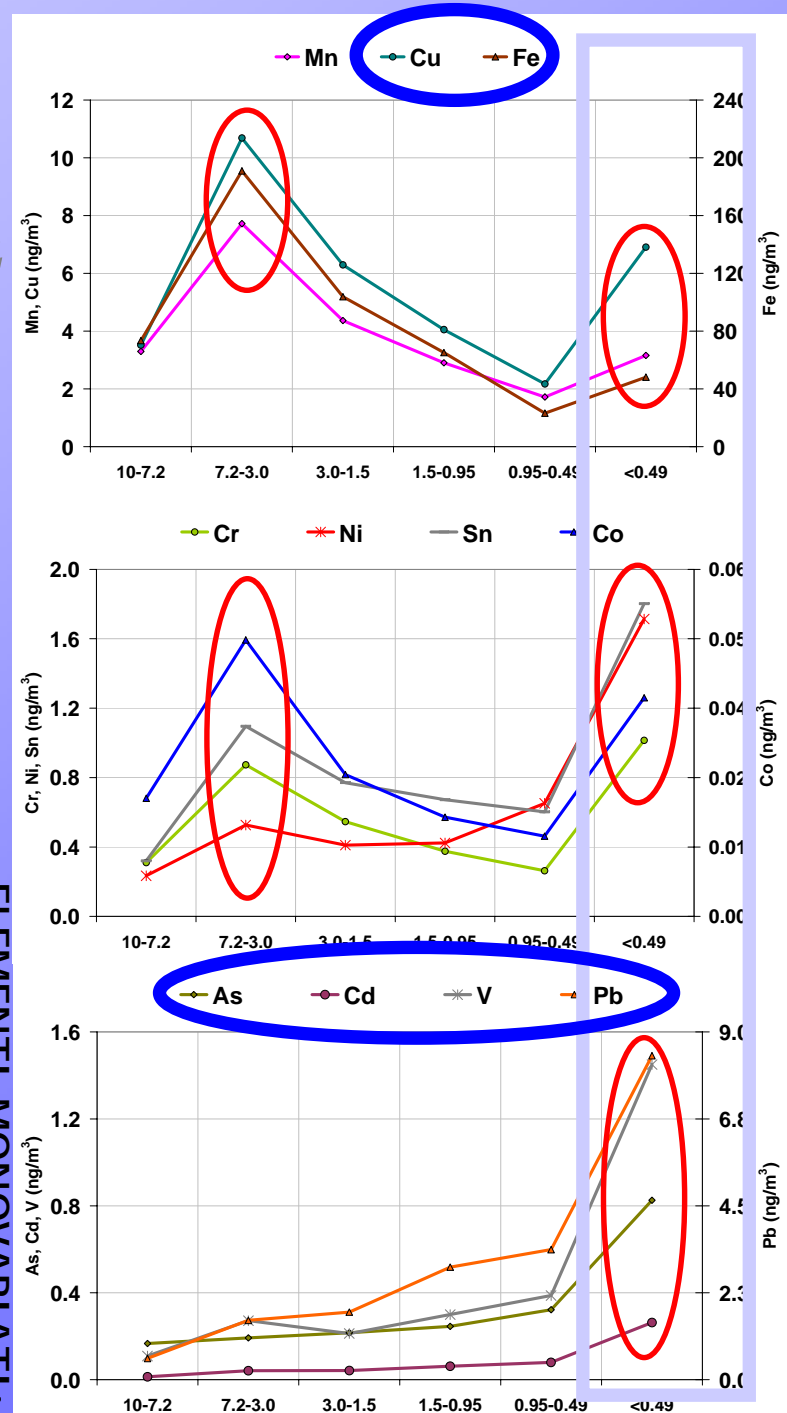
**FRAZIONI COARSE (> 1 MICRON) ORIGINE MECCANICA:** MATERIALI CROSTALI (SUOLO – SAHARAN DUST – FONDO STRADALE – FRENI – PNEUMATICI - CANTIERI – CERAMICO – CEMENTO.....+ POLLINI, SPORE E RESIDUI BIOLOGICI)

**FRAZIONI FINI (< 1 MICRON) E SOPRATTUTTO QUELLA <0.49 CHE INCLUDE LE UFP**

**SORGENTI AD ALTA TEMPERATURA** (TUTTE LE FORME DI COMBUSTIONE DAI MOTORI AGLI INSEDIAMENTI INDUSTRIALI ecc. ATTRAVERSO PROCESSI COMPLESSI: PER GLI ELEMENTI INORG. GENERALMENTE CONDENSAZIONE)

**ATTENZIONE** rivolta a Pb, As, Cd, Ni (elementi già regolamentati o di prossima regolamentazione), MA ANCHE A FERRO E RAME

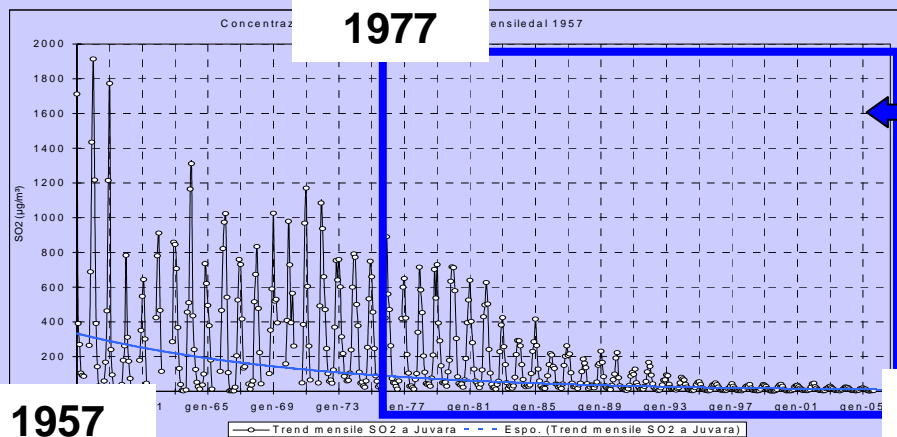
ELEMENTI BIVARIATI: 2 SORGENTI  
ELEMENTI MONOVARIATI: 1 SORGENTE





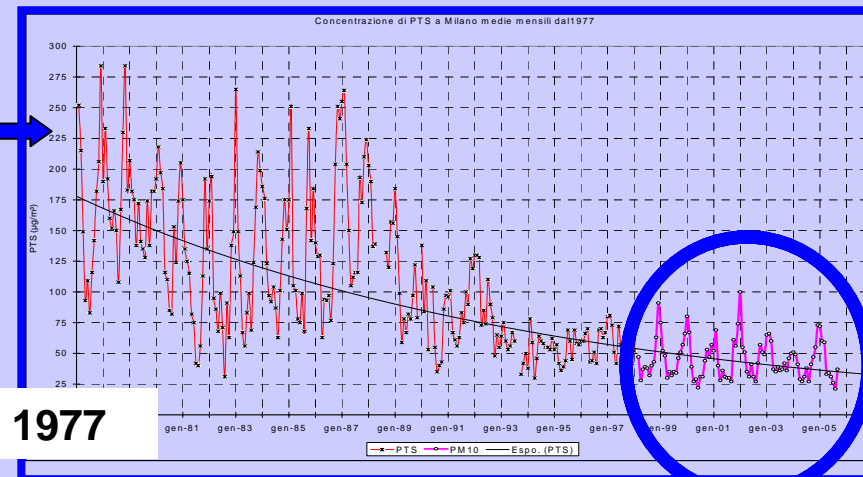
Ma è vero che nessuno fa proprio niente?

## LE SERIE STORICHE DI ARPA LOMBARDIA DAL 1957 AD OGGI



1957

SO<sub>2</sub> (da 2000 µg/m<sup>3</sup> a qualche unità)



1977

POLVERI (PTS in rosso, PM10 in porpora)

L'ANDAMENTO DI SO<sub>2</sub> DALLA FINE DEGLI ANNI 50 AD OGGI E' PARALLELO A QUELLO DELL'AEROSOL ATMOSFERICO. ENTRAMBI SONO AMPIAMENTE DIMINUITI. INFATTI QUESTO GAS E' UN PRECURSORE DI AEROSOL. IL MECCANISMO DI TRASFORMAZIONE DA GAS A PARTICELLA PASSA PER IL NANOPARTICOLATO

SO<sub>2</sub> è diminuita a causa del progressivo abbandono in Europa del carbone come combustibile industriale. La diminuzione delle polveri è associata anche all'introduzione di sistemi di abbattimento di polveri primarie e di precursori (NO<sub>x</sub>) sia nei grandi impianti, sia negli autoveicoli. Questo trend è attualmente in stallo, e ciò viene attribuito al contestuale aumento del n° di autoveicoli



- ◆ **IL MESSAGGIO VUOLE ESSERE IN PARTE OTTIMISTICO**
- ◆ **CI SONO ANCORA DEGLI OTTIMI MOTIVI PER STUDIARE IL PROBLEMA**
- ◆ **LE POLVERI FINI E NANOMETRICHE SONO UN**

**NO-THRESHOLD  
POLLUTANT**

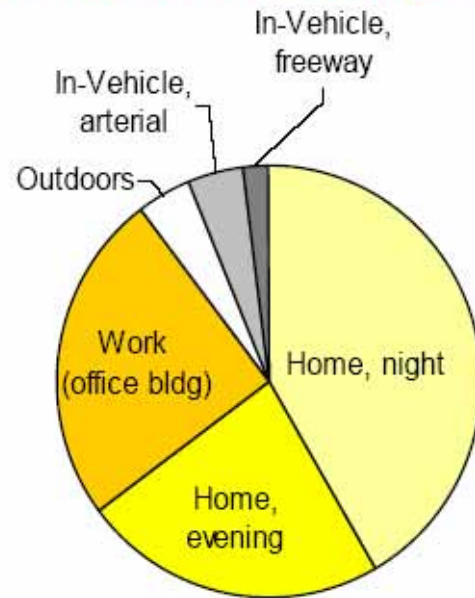




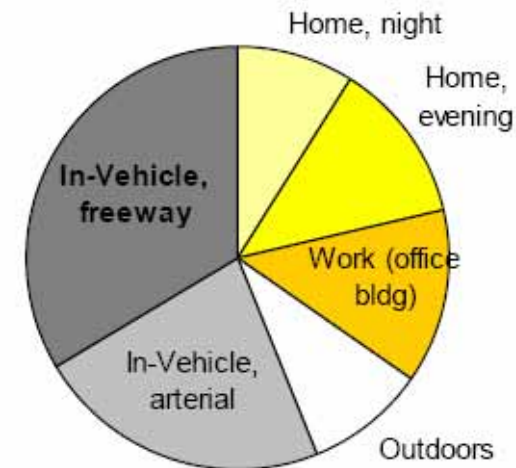
## COSA STA EMERGENDO?

# In-vehicle fraction of total exposure

*6% of day spent driving can represent up to 50% of our exposures*



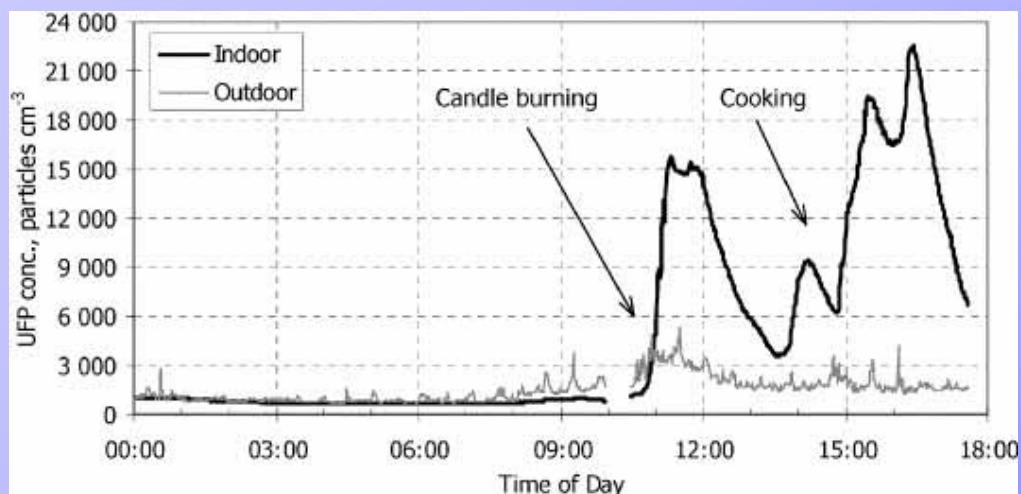
**Average Time Spent**



**Contribution to Exposure**



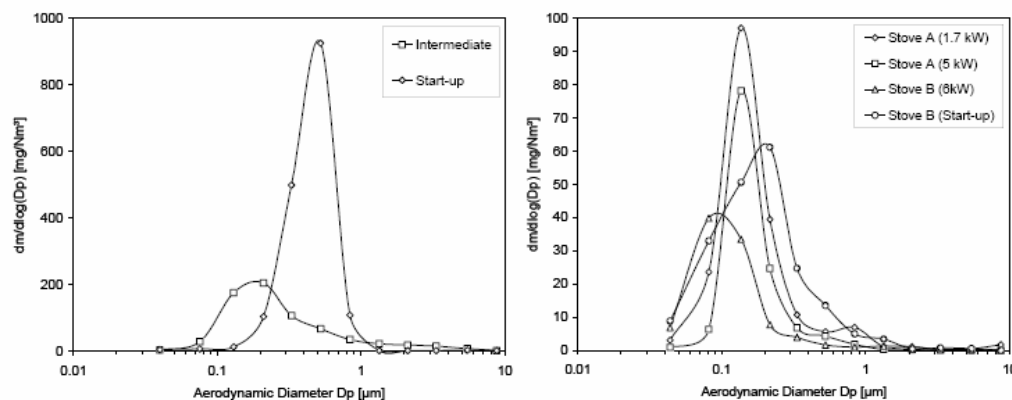
*quantification of emissions from indoor and traffic sources is very important for assessment of total human exposure to particles.*



**Fig. 5. Contribution of indoor sources to the indoor concentration of UFPs in the residential building at Site VL. The determined IO ratio was 2.52**

**Uve Matson “Indoor and outdoor concentrations of ultrafine particles in some Scandinavian rural and urban areas” • *Science of The Total Environment*, Volume 343, Issues 1-3, 1 May 2005, Pages 169-176**

**Emissions from small-scale combustion of biomass fuels - extensive quantification and characterization, Analytical Chemistry, Arrhenius Laboratory Stockholm University**

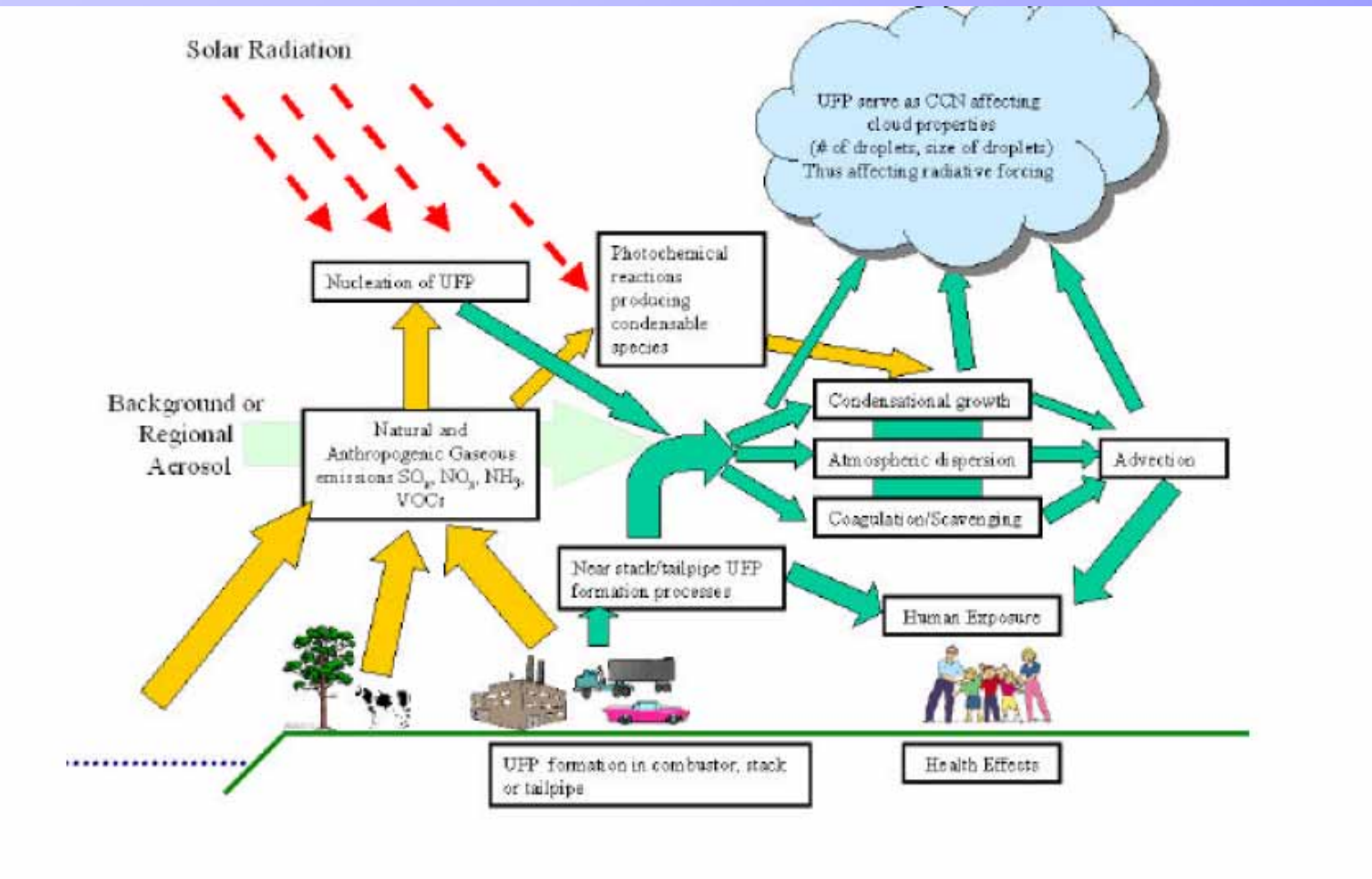


**Figure 11. Typical particle mass size distribution for the wood log stove (left) and pellet stoves (right), measured by the LPI. Upper impactor stage and pre-cyclone not included. (concentrations are normalized to 10% O<sub>2</sub>)**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



LAURA TOSITTI  
PROF.ASSOCIATO IN CHIMICA DELL'AMBIENTE  
Dip. Chimica "G.Ciamician", Univ. di Bologna  
laura.tositti@unibo.it



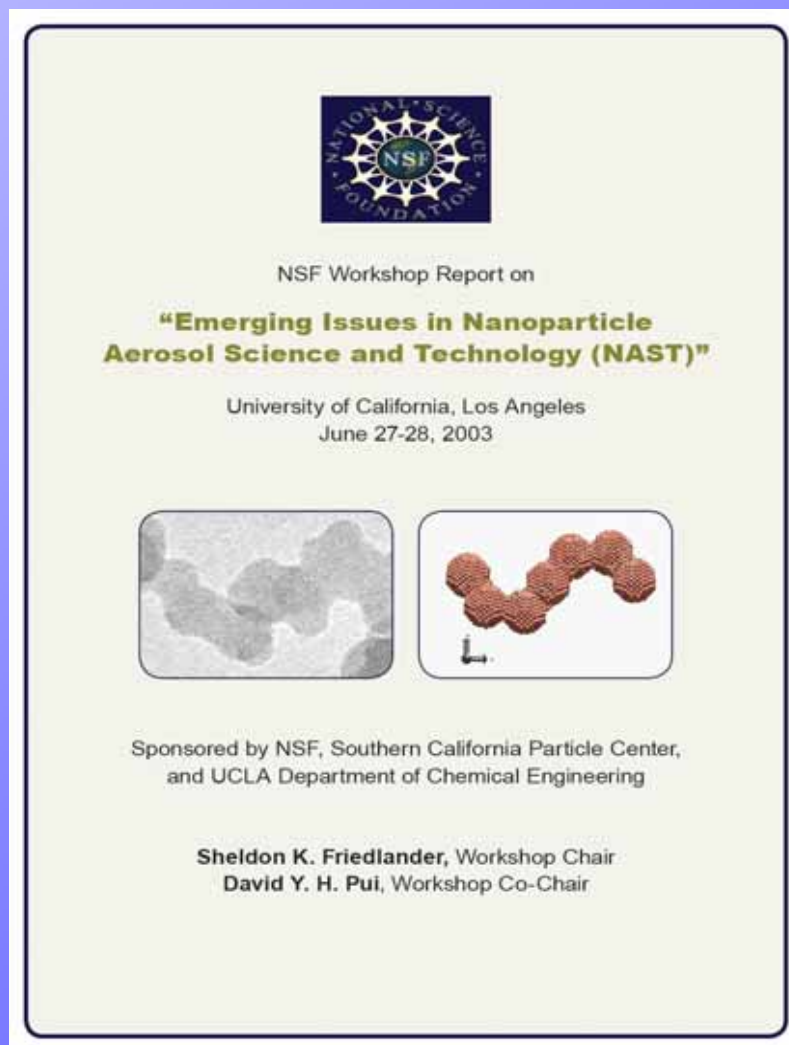
**Figure 5-1.** A diagram of the flow of ultrafine particles (UFP) from their sources through the atmosphere. Pathways of human exposure and effects on climate through clouds and light scattering are also illustrated.



***IL RUOLO DELLE NANOPARTICELLE, SIA ESSO NEL CAMPO DEI NUOVI MATERIALI, NELLA PRODUZIONE DI NUOVI SEMICONDUTTORI, DI FARMACI, NELLE INDAGINI AMBIENTALI E LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI CLIMATICI GLOBALI DIPENDE TANTO DALLA LORO CHIMICA QUANTO DALLE LORO PROPRIETA' FISICHE***

.... Key areas of research to improve our physical characterization capabilities include:

- (1) rapid aerosol nanoparticle measurements;
- (2) detection, characterization, and behavior in the low nanometer (<5nm) size regime;
- (3) Particle standards for size, concentration, morphology and structure;
- (4) charging behavior and technology throughout the ultrafine and nanoparticle size regimes;
- (5) distributed nanoparticle aerosol measurements;
- (6) integral parameter measurement;
- (7) off-line morphological, structural, and chemical characterization of nanoparticles;
- (8) on-line morphological and structural characterization of nanoparticles;
- (9) nanoparticle size distribution measurements with high detection efficiencies.







## NSF Workshop Report on “Emerging Issues in Nanoparticle Aerosol Science and Technology (NAST)”

University of California, Los Angeles June 27-28, 2003

**Atmospheric ultrafine particles (UFP) - with diameters less than about 0.10  $\mu\text{m}$  – are formed from gases by a variety of gas-to-particle conversion processes. There are at least three sources of gases, which may be converted to particles. UFP may be formed at high temperature sources and emitted directly to the atmosphere. Some processes may emit hot supersaturated vapors, which undergo nucleation and condensation while cooling to ambient temperatures. Chemical reactions in the atmosphere may lead to chemical species with very low saturation vapor pressures. These chemical species may form particles by a variety of nucleation processes. Although the UFP mass fraction is usually very small, this size range contains the highest number of ambient particles and an appreciable portion of total surface area. Because of their increased number and surface area, UFP are particularly important in atmospheric chemistry and environmental health. There is a fundamental lack of information on how nanoparticles form and grow to sizes that can serve as cloud condensation nuclei (CCN) and affect the earth’s climate and albedo. There is also lack of knowledge on the fraction of these particles that are formed by direct emission, nucleation of hot vapor upon cooling, or atmospheric formation of gases that undergo nucleation. UFP physical, chemical and toxicological properties are poorly understood. Many of the measurements that are needed require instrumentation that currently does not exist.**