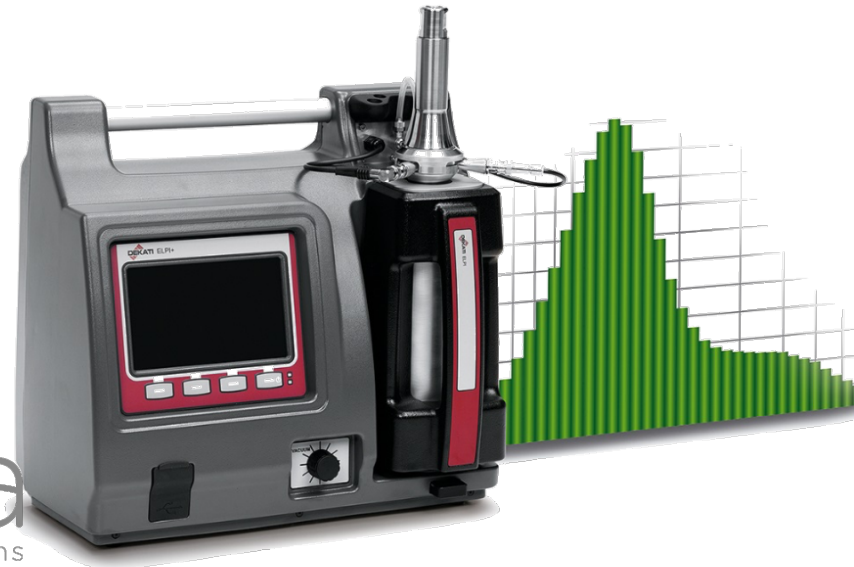


Dekati[®] High Resolution ELPI+™

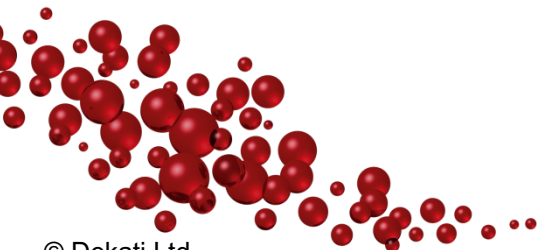
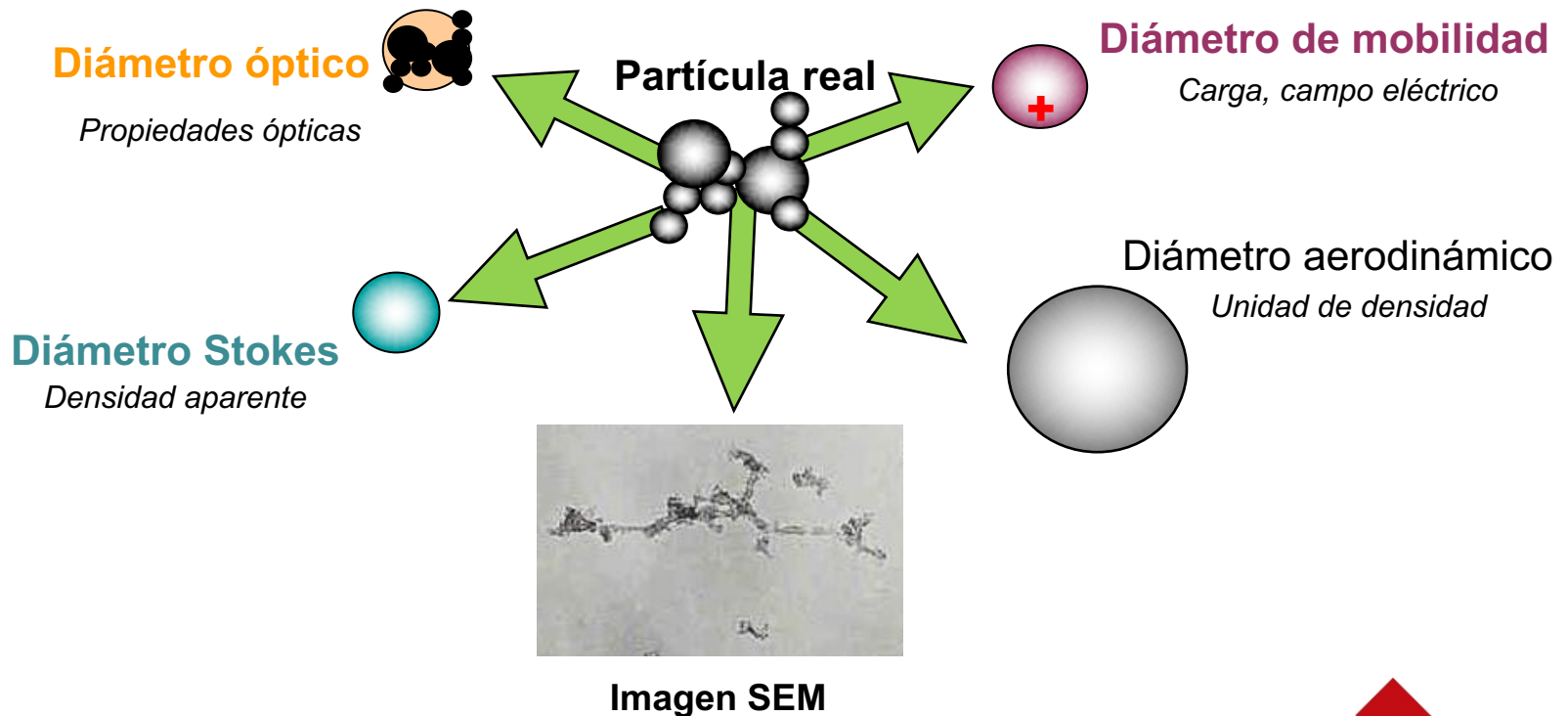
Ismael Setién García. SOLMA Environmental Solutions



Ismael Setién

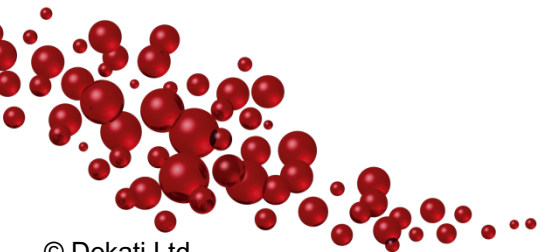
Concepto de Tamaño de Partícula

- Instrumentos distintos miden tamaños de partículas distintos



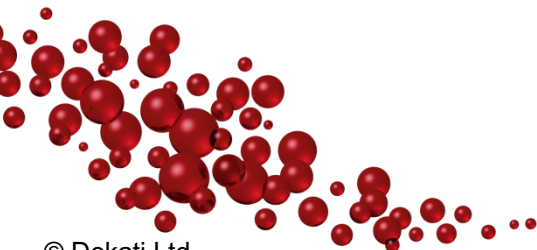
HR-ELPI+™ Principio de Funcionamiento

- Funcionamiento basado en:
 1. Impactador (Fraccionador)
 - Fraccionamiento por tamaño de partículas
 2. Cargador
 - Las partículas se cargan antes de su fraccionamiento
 3. Electrómetros
 - Distribución en corriente – directamente proporcional a la distribución en número
 - Rápido, elevada sensibilidad
 4. Transferencia de datos al software HR-ELPI+VI
 - Inclusión de datos basado en funciones kernel aplicadas a las medidas del fraccionador y rutinas iterativas de cálculo

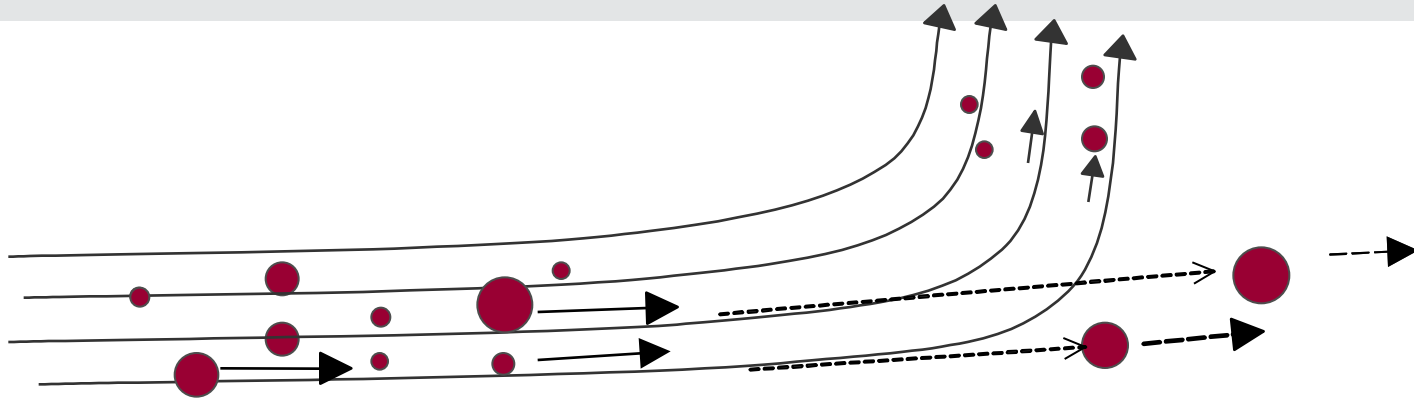


HR-ELPI+™: Electrical Low Pressure Impactor

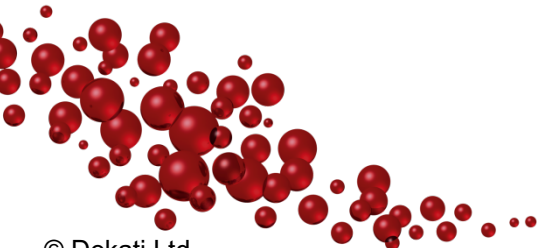
- Concentración numérica y dimensional (clasificación por tamaños)
- Tiempo real, 1 Hz (10 Hz en ELPI+)
- 6 nm - 10 µm
 - 100 o 500 fracciones de tamaño (15 fracciones en ELPI+)
- Muestras colectadas
 - Posibilita análisis químico y/o microscópico de las partículas colectadas
- Amplio campo dinámico de medida de concentraciones
 - Medida de concentraciones desde aire ambiente hasta emisiones de procesos



Principio de Funcionamiento del Fraccionador

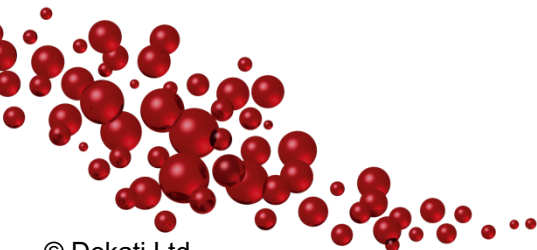
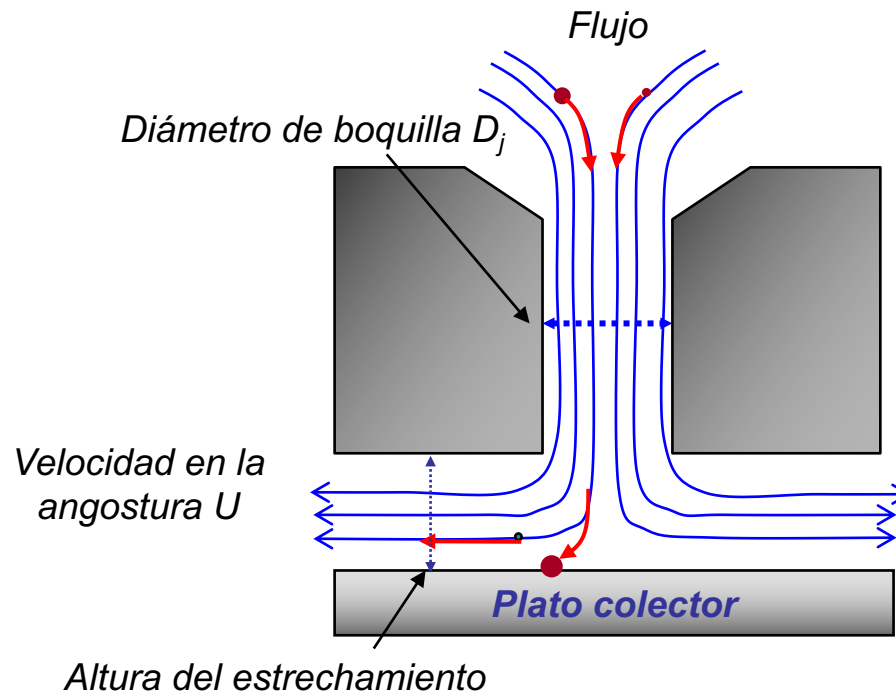


- El flujo de gas gira bruscamente
- Las partículas con inercia suficiente abandonan el flujo
- Las partículas de más baja inercia permanecen en el flujo
- Las partículas que abandonan el flujo son captadas

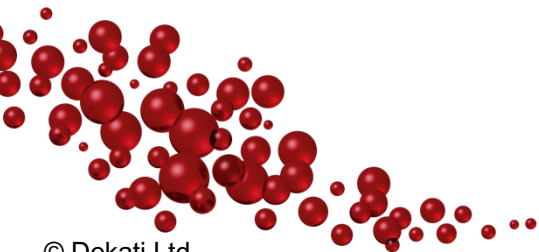
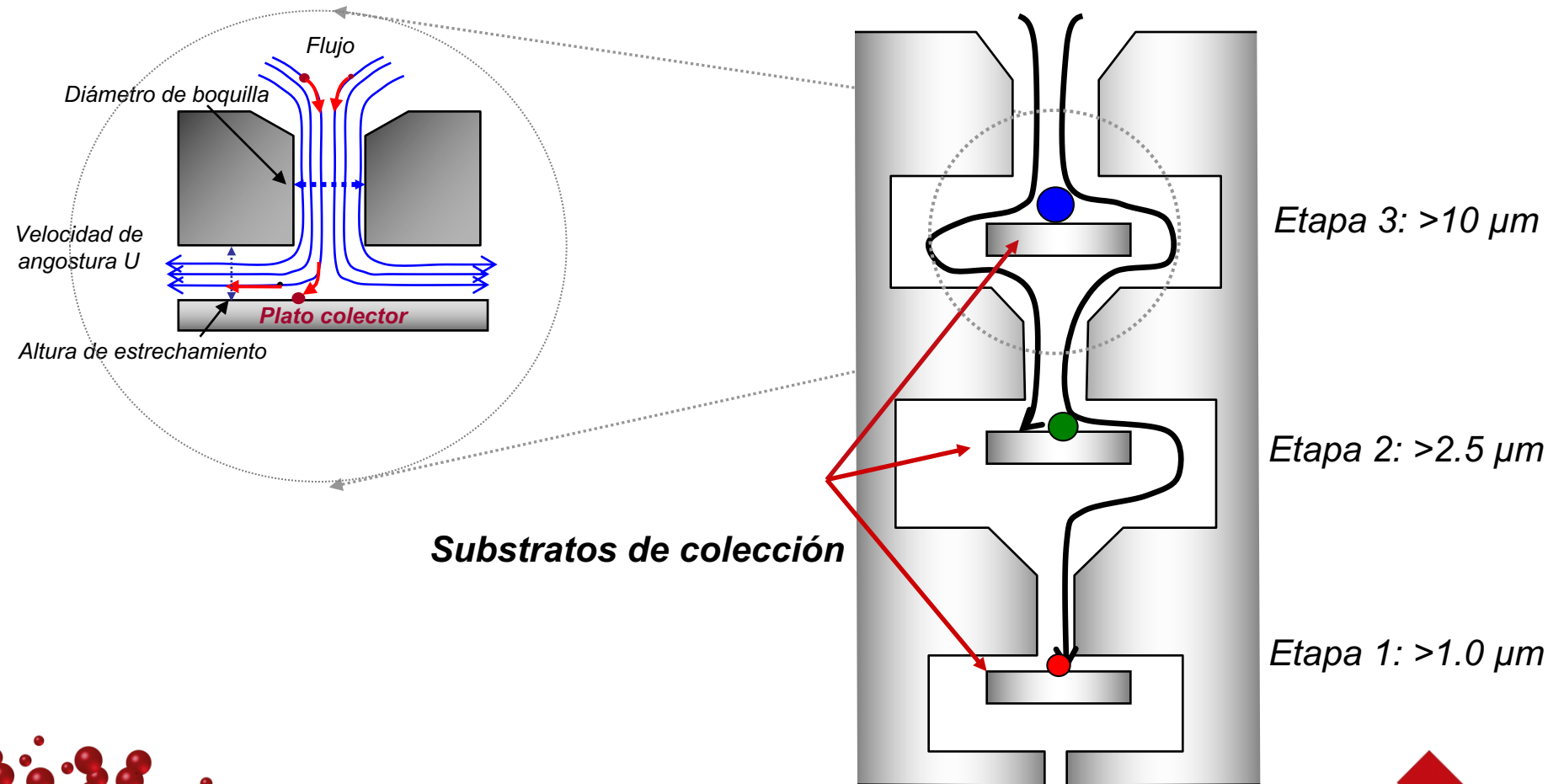


Fraccionador

- Diámetro aerodinámico
- Distintas velocidades del gas y dimensiones en distintas etapas

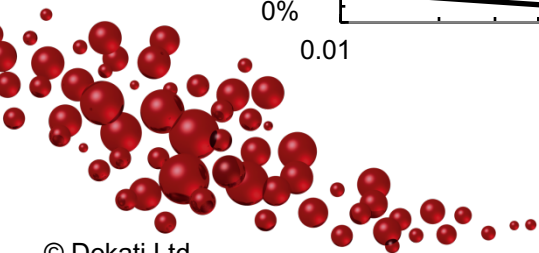
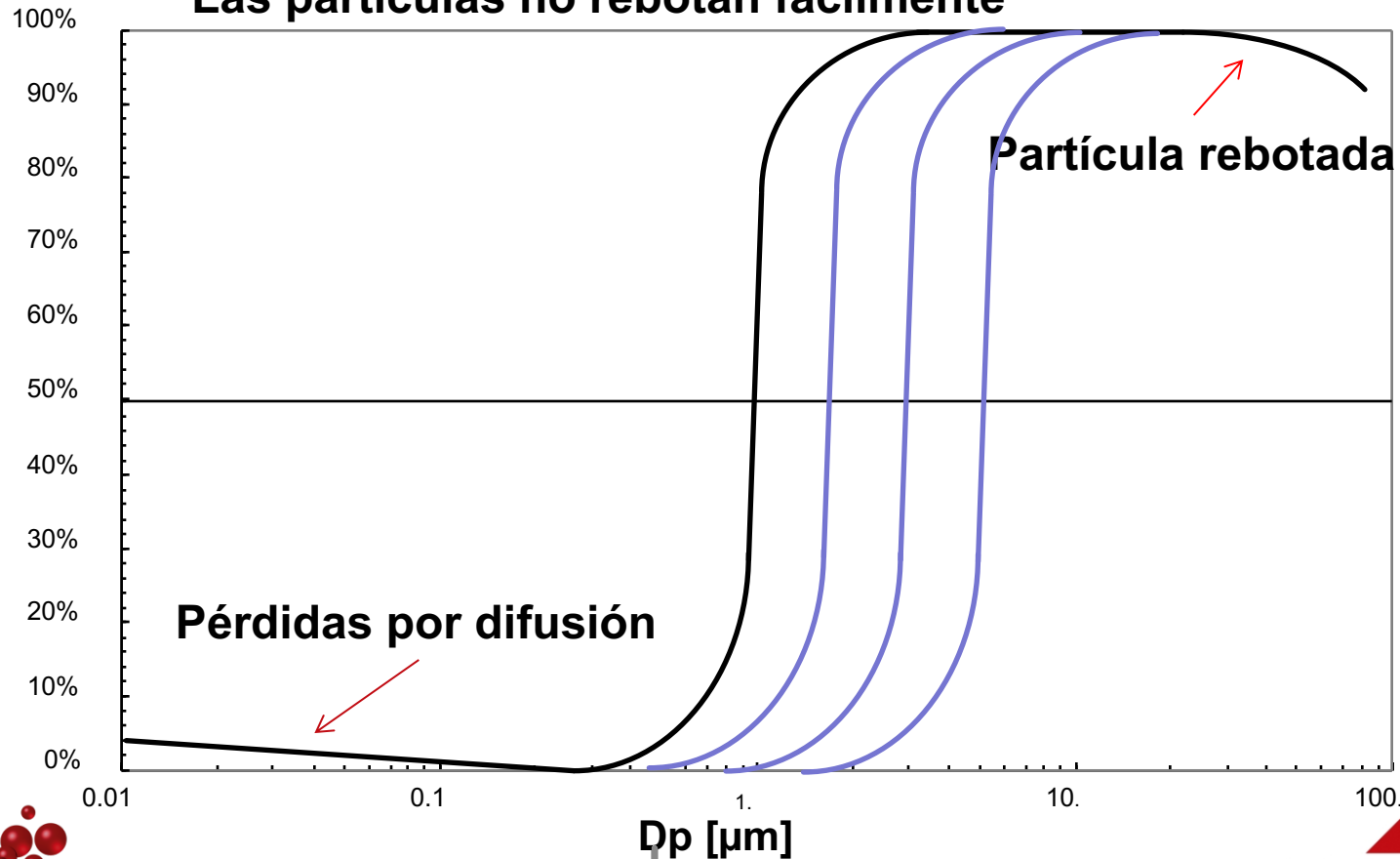


Fraccionador



Eficiencia de Captación de una Etapa de Fraccionamiento

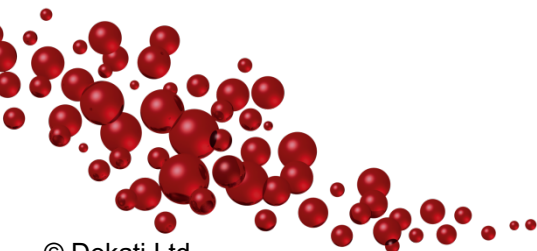
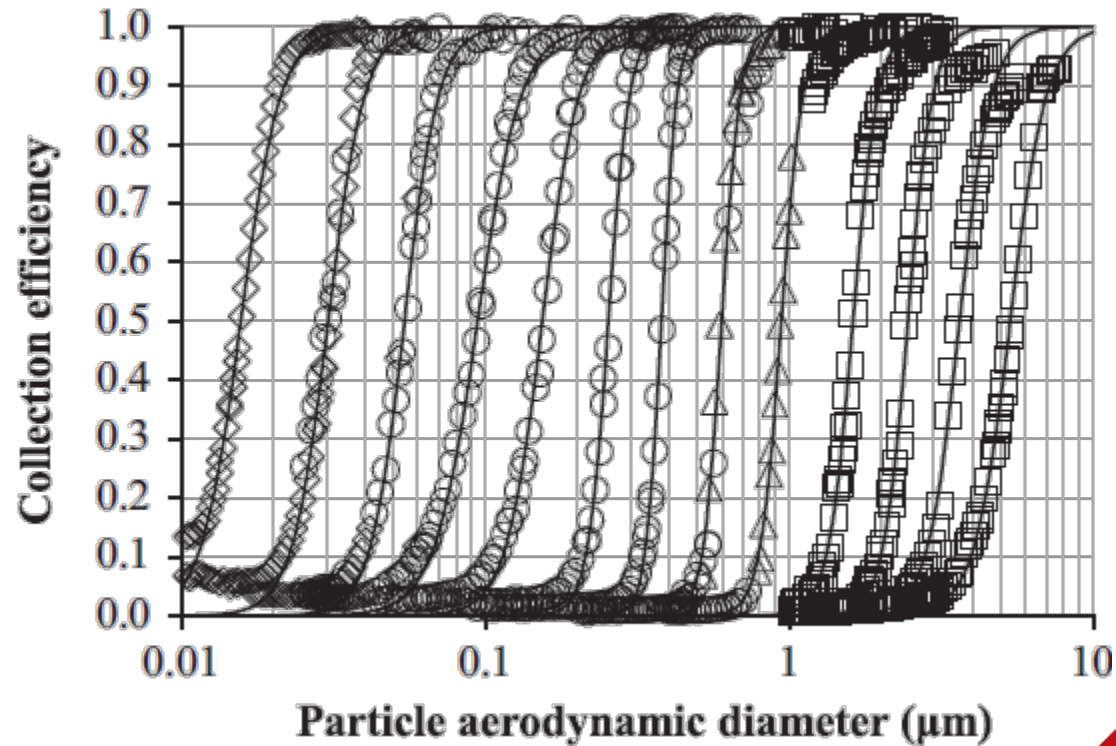
Fraccionador → Etapas una detrás de otra
Las partículas no rebotan fácilmente



Calibración del Fraccionador HR-ELPI+™

- Calibración excelente y pérdidas bajas

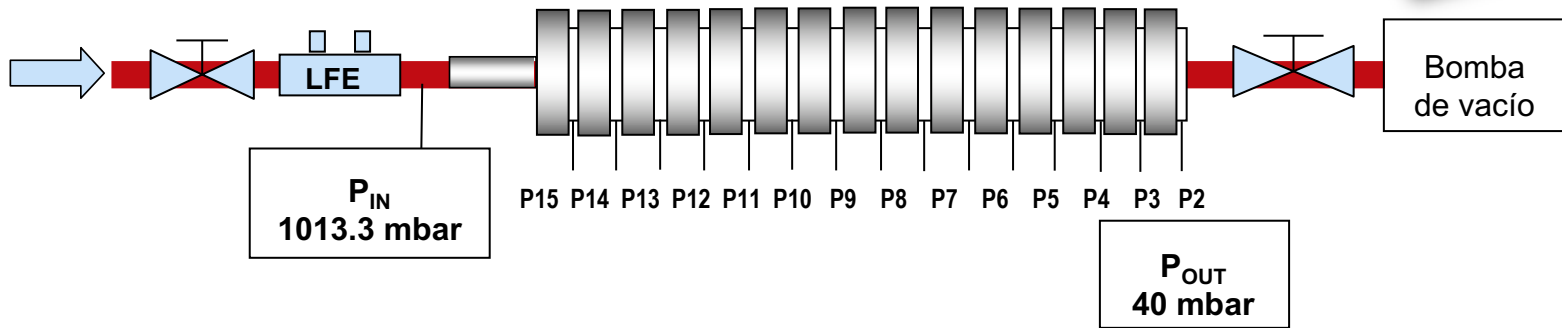
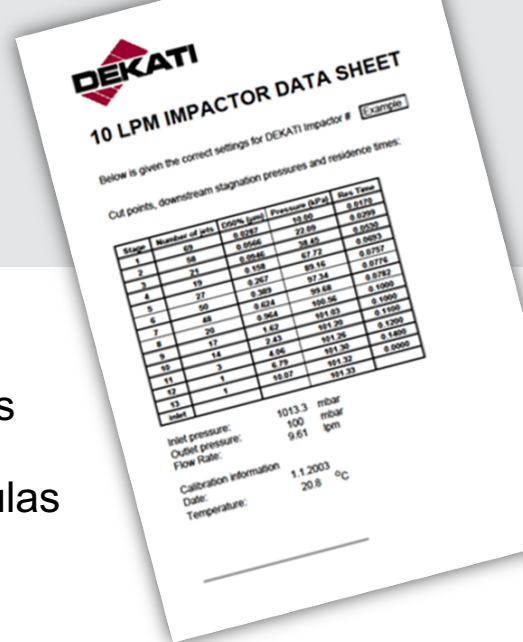
- Järvinen, A., Aitomaa, M., Rostedt, A., Keskinen, J., and Yli-Ojanperä, J., Calibration of the new electrical low pressure impactor (ELPI+), *J. Aerosol Sci.* 69, 150-159, 2014



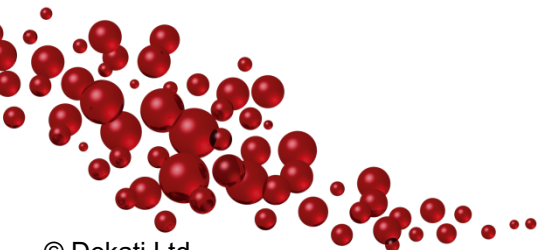
Calibración del Fraccionador

Calibración de la presión para cada unidad

- Los tamaños de corte se calculan a partir del caudal y las caídas de presión
- Todos los impactadores se calibran, además, con partículas

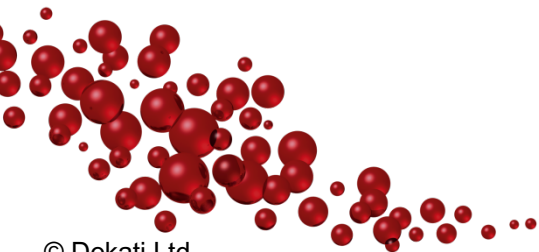


$$D_{50} \sqrt{C_c} = \sqrt{\frac{9 \eta D_j (Stk_{50})}{\rho_p U}}$$



Construcción de las Etapas

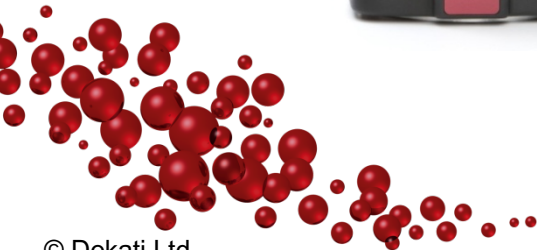
- Plato clasificador
- Aislador PEEK™ con junta
- Plato de colección



Fraccionador HR-ELPI+™

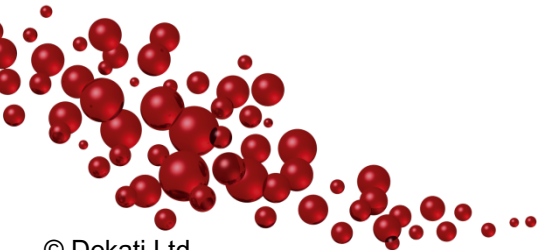
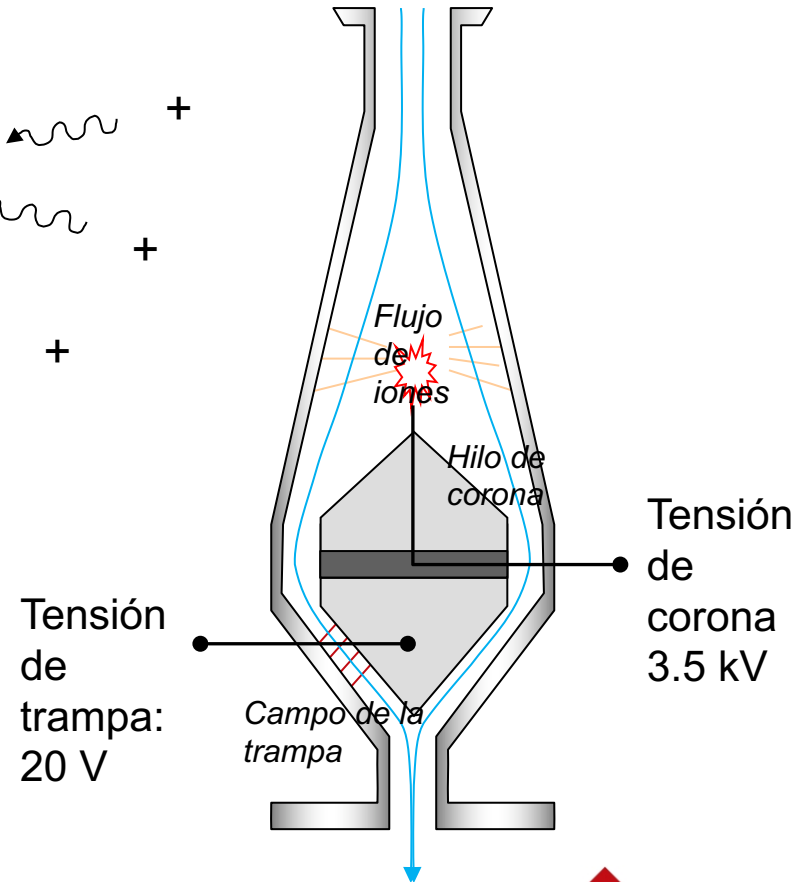
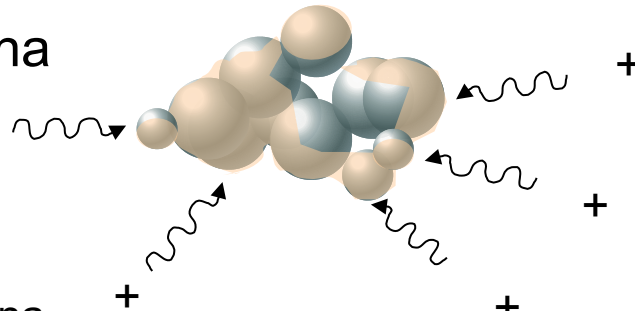


- Fraccionador a baja presión de 15 etapas
- Pequeña superficie colectora, 25 mm
- 40 mbar. Baja presión
- 6 nm – 10 µm
- Filtro de la etapa 1 (6-16 nm) integrado

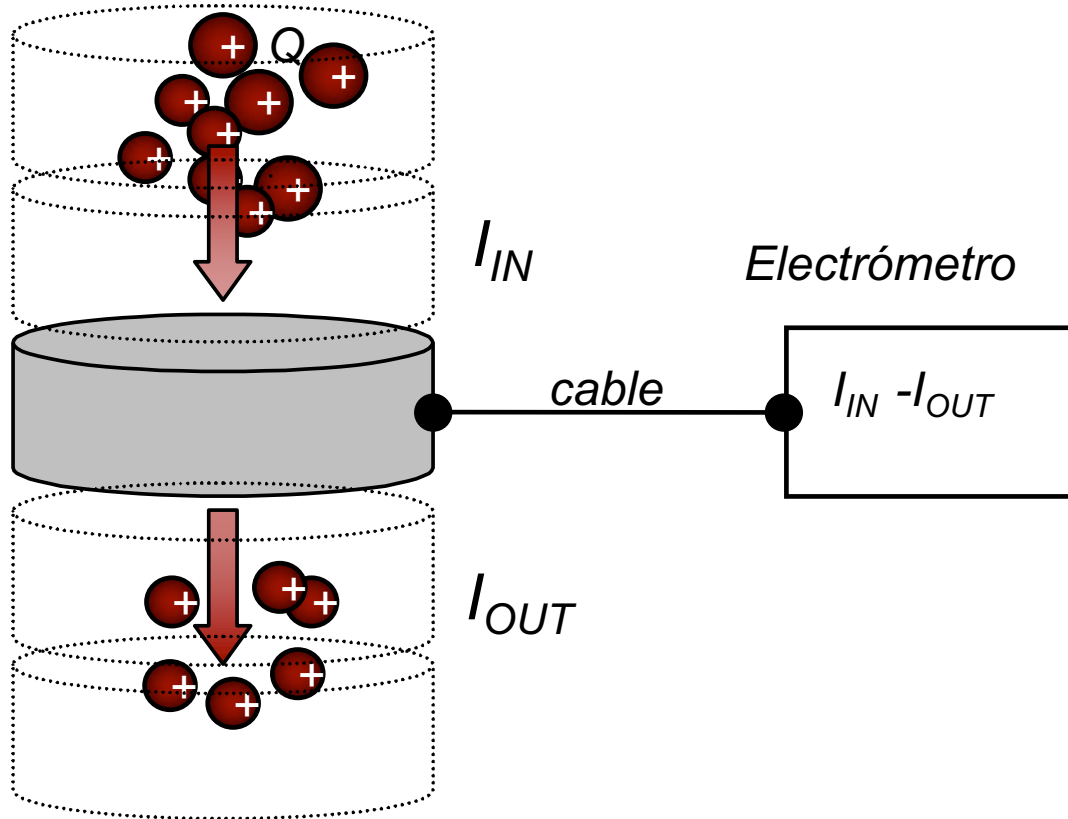


Cargador HR-ELPI+™

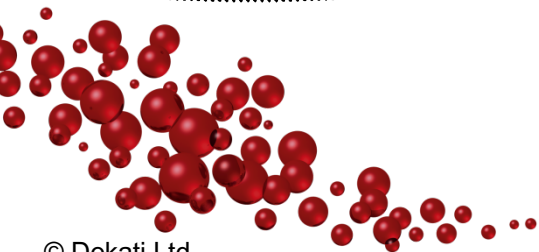
- Cargador de corona
 - Unipolar (+)
 - Diodo
- Carga
 - Descarga en corona
 - Carga por difusión
- El cargador del HR-ELPI+™ genera una nube de iones que cargan las partículas, principalmente, por difusión



Medida de Corriente

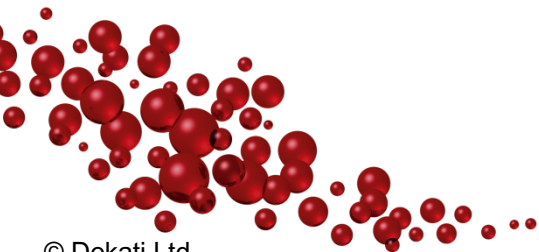


- La corriente se mide externamente a la etapa
- Toda la etapa actua como una celda de Faraday
- El material colectado no interfiere



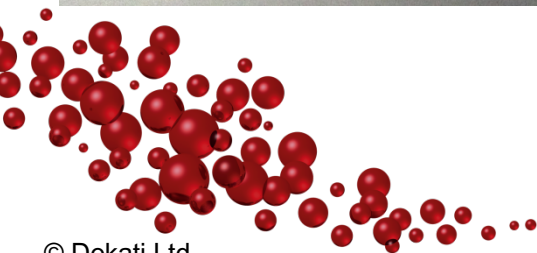
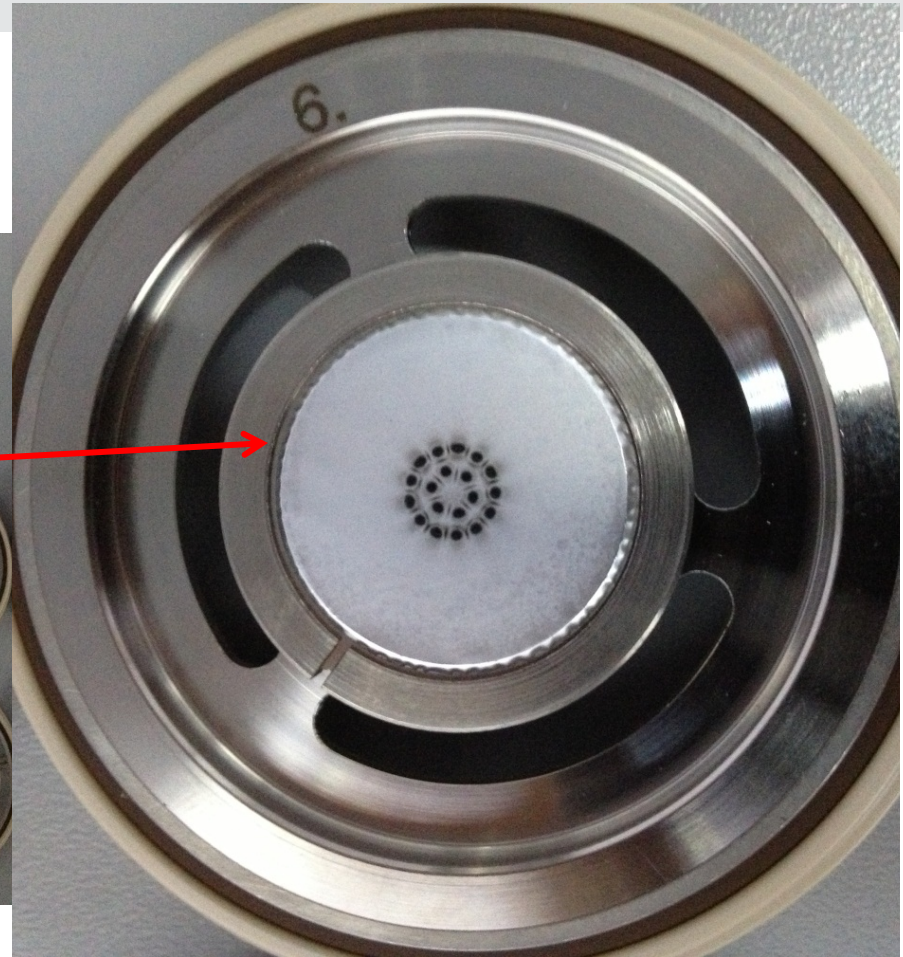
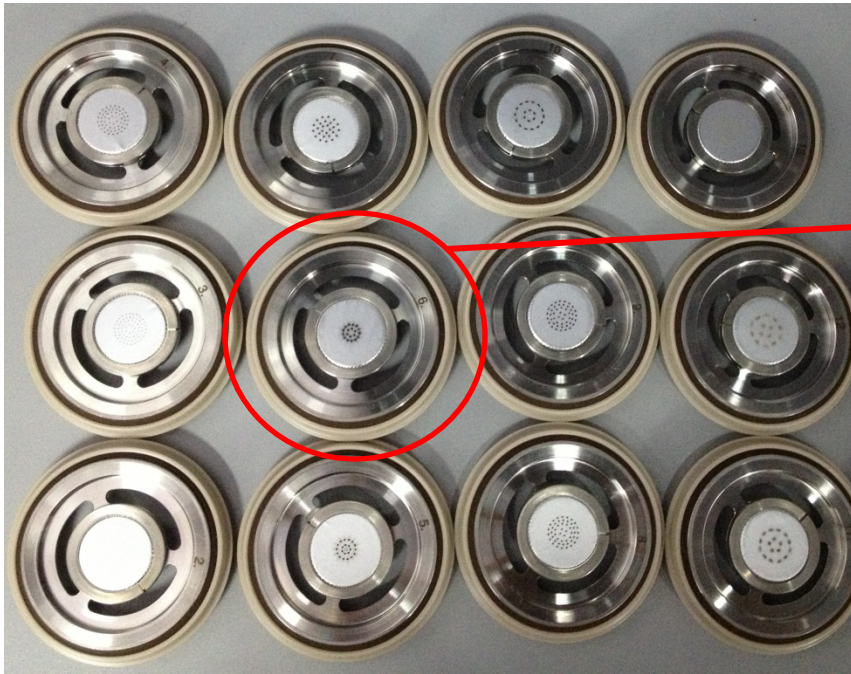
Electrómetros

- Medida de corriente
- Caja de electrómetro con sello de gas
- 0.1 to 500 000 fA (10^{-15} A)
- Un campo de medida



ELPI+™ Muestras de Santiago de Chile (centro)

Tiempo de colección: ~4 días



HR-ELPI+VI™ Software

- Control del instrumento mediante HR-ELPI+VI™
 - Opera sobre PC
 - Datos instantaneos
 - Controla el ELPI+™
 - Mide
 - Almacena datos

The screenshot displays the HR-ELPI+VI software interface, which is used for controlling and monitoring the instrument. The interface is divided into several sections:

- Control Panel (Left):** Contains buttons for 'Saving Data...', 'New File', 'Zero Air', 'Start Zero', and 'Charger'. A 'System OK' indicator is visible at the bottom left.
- Data Collection Panel (Top Left):** Shows 'Saving Data...' with a 'Save Interval [s]' of 1, 'Data File Name' as 'hrelpiplus.dat', and 'Saved Samples' as 660. A 'Time' display shows 09:51:43.
- Graphs (Top Right):** Two graphs are shown. The top graph is a histogram of 'HR Number [1/cm³]' vs 'HR Number [μm]' with a peak around 0.1 μm. The bottom graph is a line plot of 'HR Number [1/cm³]' vs 'HR Number [μm]' showing a sharp drop at 0.1 μm.
- Parameters and Settings (Bottom Left):** A table lists various parameters:

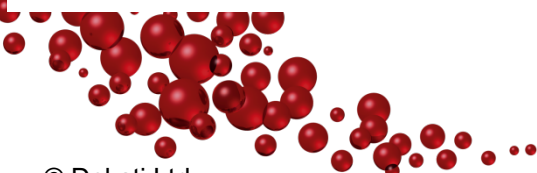
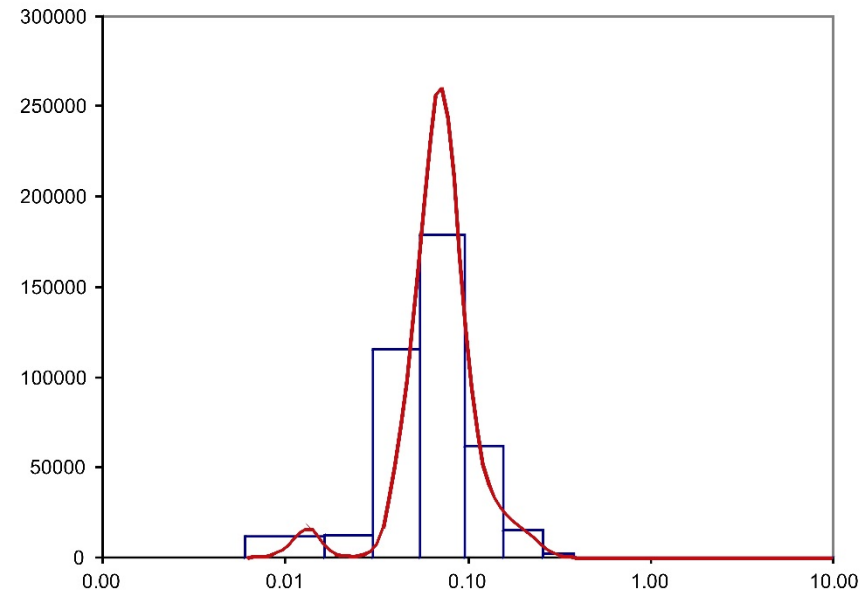
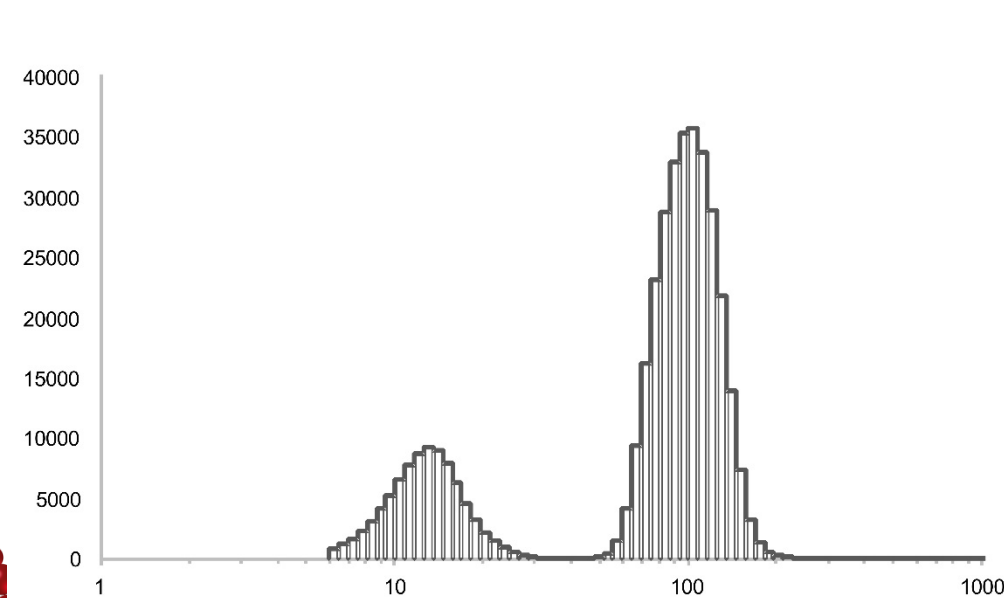
| | |
|---------------------|-------|
| Charger 1 [uA] | 1.0 |
| Charger 2 [kV] | 4.139 |
| Trap U [V] | 20.0 |
| Low pressure [mbar] | 39.6 |
| Amb pressure [bar] | 0.997 |
| Analog in 1 | 0.0 |
| Analog in 2 | 0.0 |
| Analog in 3 | 0.0 |
| Analog in 4 | 0.0 |
| Analog in 5 | 0.0 |
| Analog in 6 | 0.0 |
| Temperature 1 [C] | 23.4 |
| Temperature 2 [C] | 21.0 |
| Temperature 3 [C] | 30.0 |
| Temperature 4 [C] | 32.3 |
- Calculation options (Bottom Center):** A section for 'Aerodynamic' calculations with 'Diameter' and 'Density' both set to 1.0.
- Log Status (Bottom Right):** A text area showing log entries:


```
2014/12/04 08:53:34 Create save data file
2014/12/04 08:53:30 Calculation parameters received
2014/12/04 08:53:30 CMD2 initialised
2014/12/04 08:53:18 Measurement
```
- System Status (Bottom Right):** A 'System OK' indicator and the 'HR-ELPI+ DEKATI' logo.



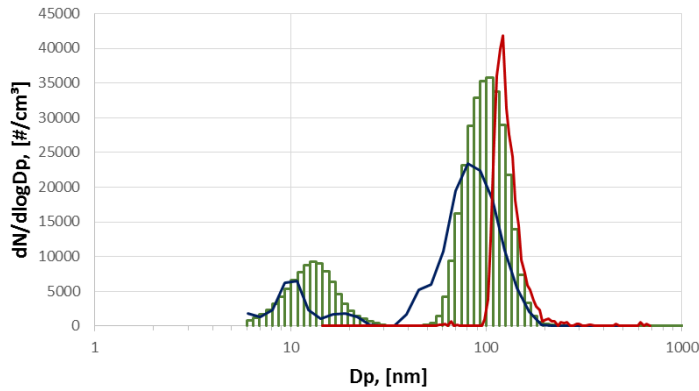
Cálculos HR-ELPI+™

- Internos en HR-ELPI+VI™
- Formato de fichero similar a ELPI+™
 - 100 o 500 tamaños
- Procesamiento de datos en HRELPI+.xls

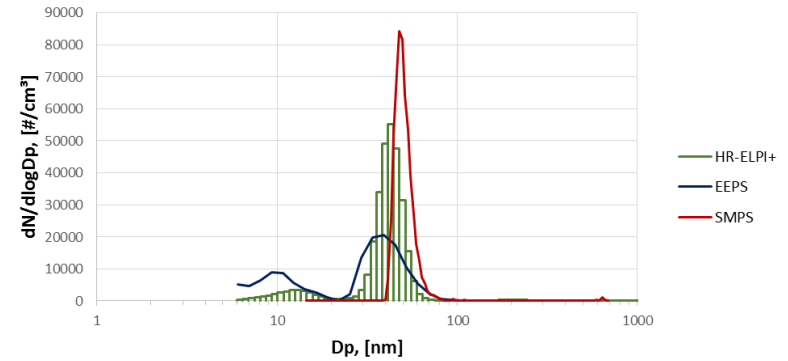


HR-ELPI+™: Comparaciones

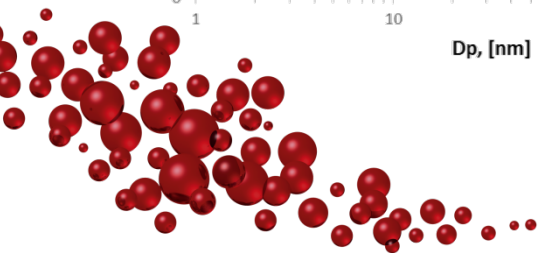
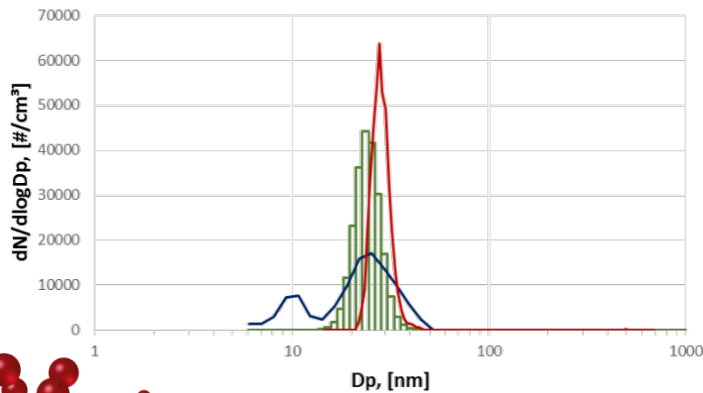
11.11.2014 Sample 1



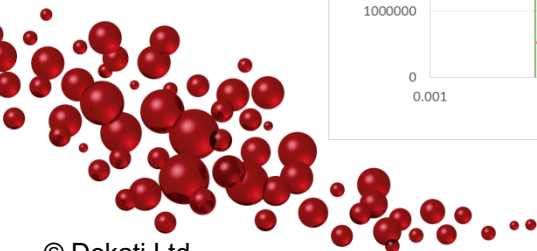
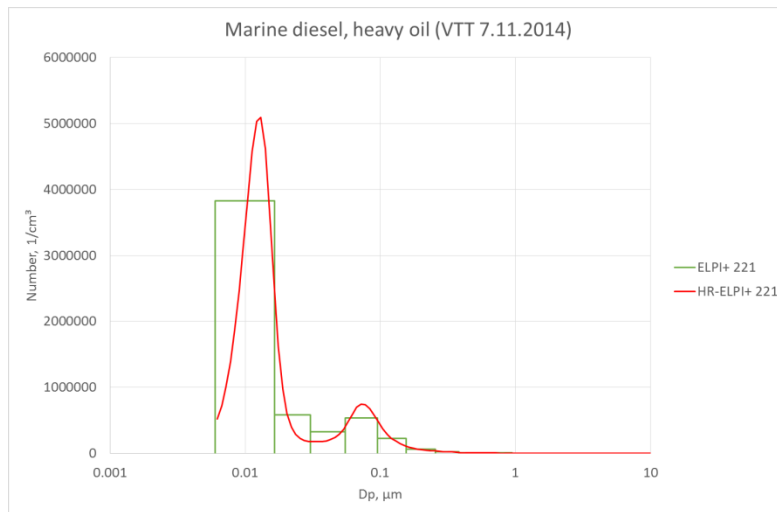
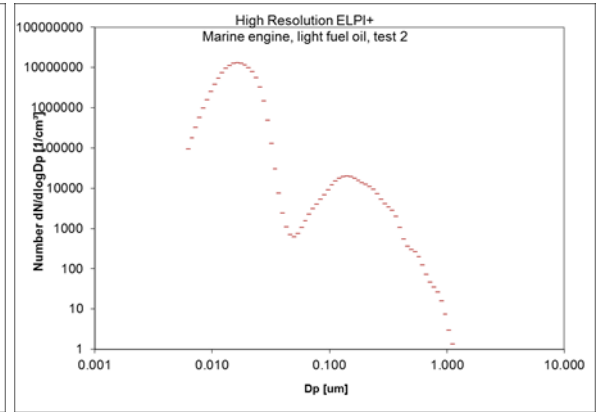
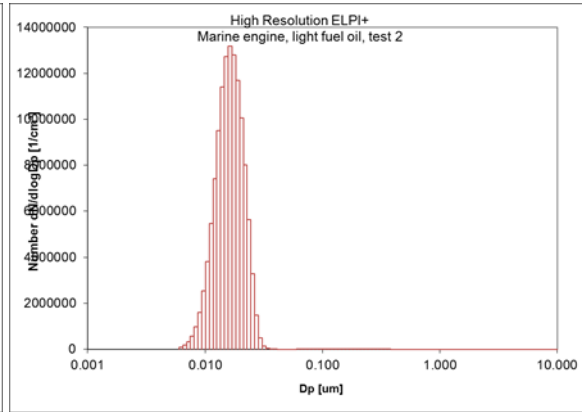
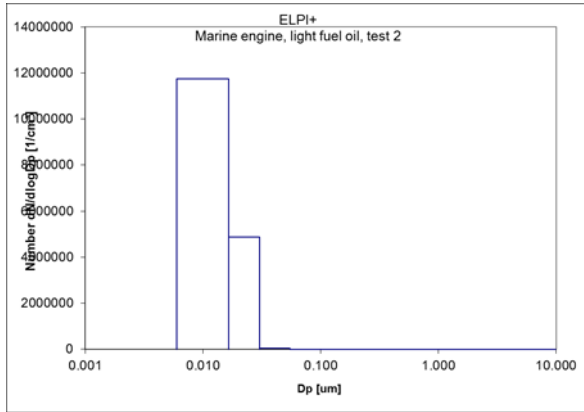
11.11.2014 Sample 9



11.11.2014 Sample 6

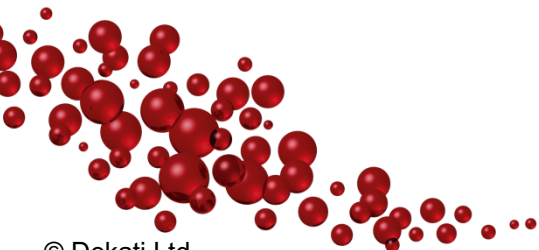


HR-ELPI+™ Ejemplos de Datos: motor diesel



HR-ELPI+™ Características

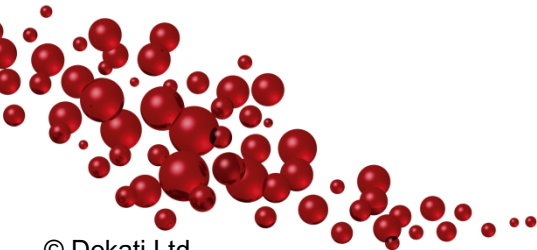
- 0.006 – 10 μm rango de tamaños
- Distribución numérica en 100 o 500 canales
 - 30/150 canales/década
- 1Hz Frecuencia de muestreo
- Sensibilidad
 - 250 $\#/\text{cm}^3$ para partículas de 10 nm
 - 20 $\#/\text{cm}^3$ para partículas de 100 nm
 - 1.0 $\#/\text{cm}^3$ para partículas de 1 μm
 - 0.1 $\#/\text{cm}^3$ para partículas de 5 μm



HR-ELPI+™ Información Proporcionada

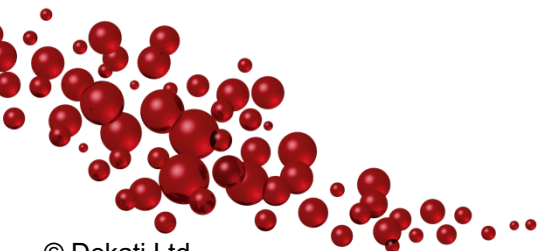
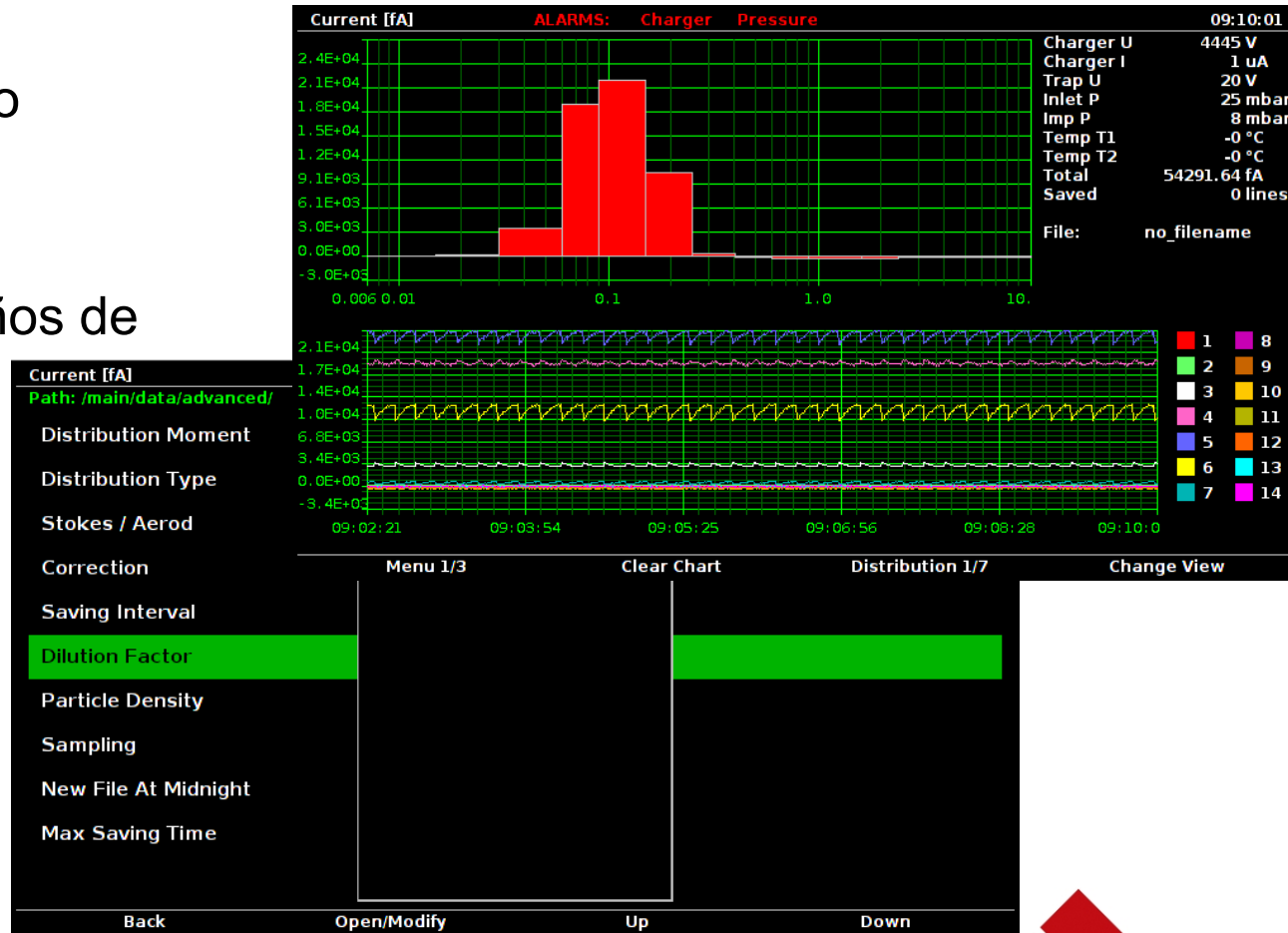
- Concentración numérica de partículas, $\#/cm^3$
- Distribución numérica en 15 canales físicos y 100 o 500 canales virtuales
 - 30/150 canales/década
- Concentración másica $\mu g/m^3$
- Superficie activa
- Carga neta por etapa

Captación en cada etapa para análisis posterior



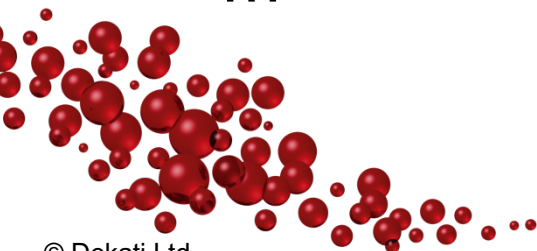
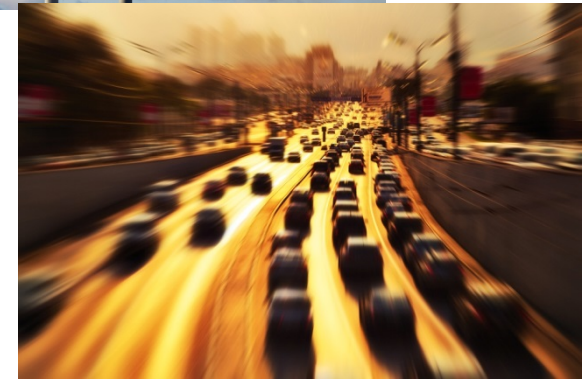
HR-ELPI+™ Visualización

- Estado del instrumento
- Controles por menú
- Distribución por tamaños de acuerdo a la corriente medida



HR-ELPI+™ Aplicaciones

- Investigación en combustión
- Calidad de aire ambiente
- Calidad de aire interior (IAQ)
- Ensayos e investigación en automoción
- Gas de fuga al cilindro (blow-by gas)
- Polvo de forro de frenos
- Humos de soldadura
- ...
 - Gran variedad de aplicaciones
 - Disponibilidad de notas de aplicación/publicaciones
 - Lista de publicaciones en www.dekati.com



Colección: Masa y Análisis Químico

- Masa y análisis químico de las partículas clasificadas
- D. Temesi et al: Size resolved chemical mass balance of aerosol particles over rural Hungary. Atmospheric Environment 35 (2001) 4347–4355

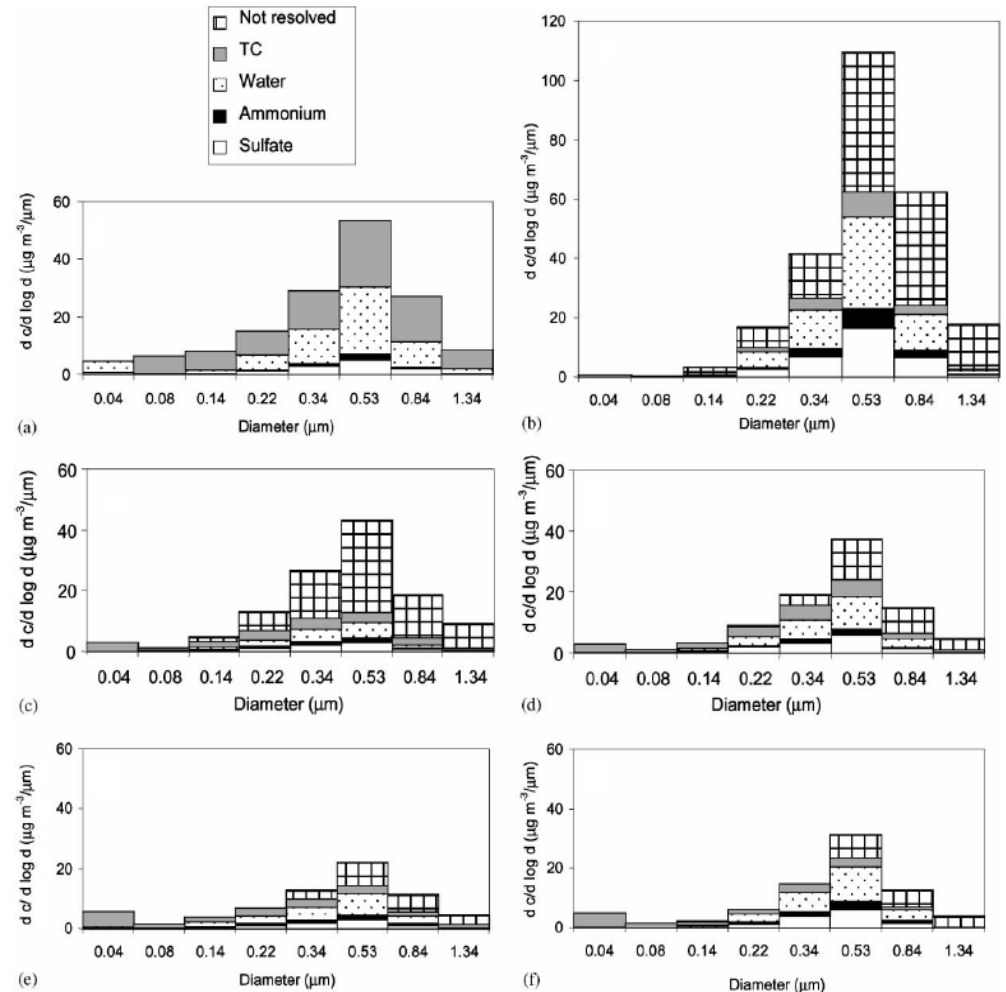
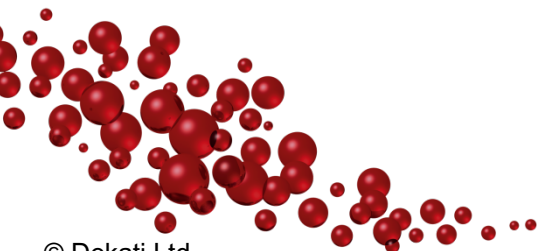
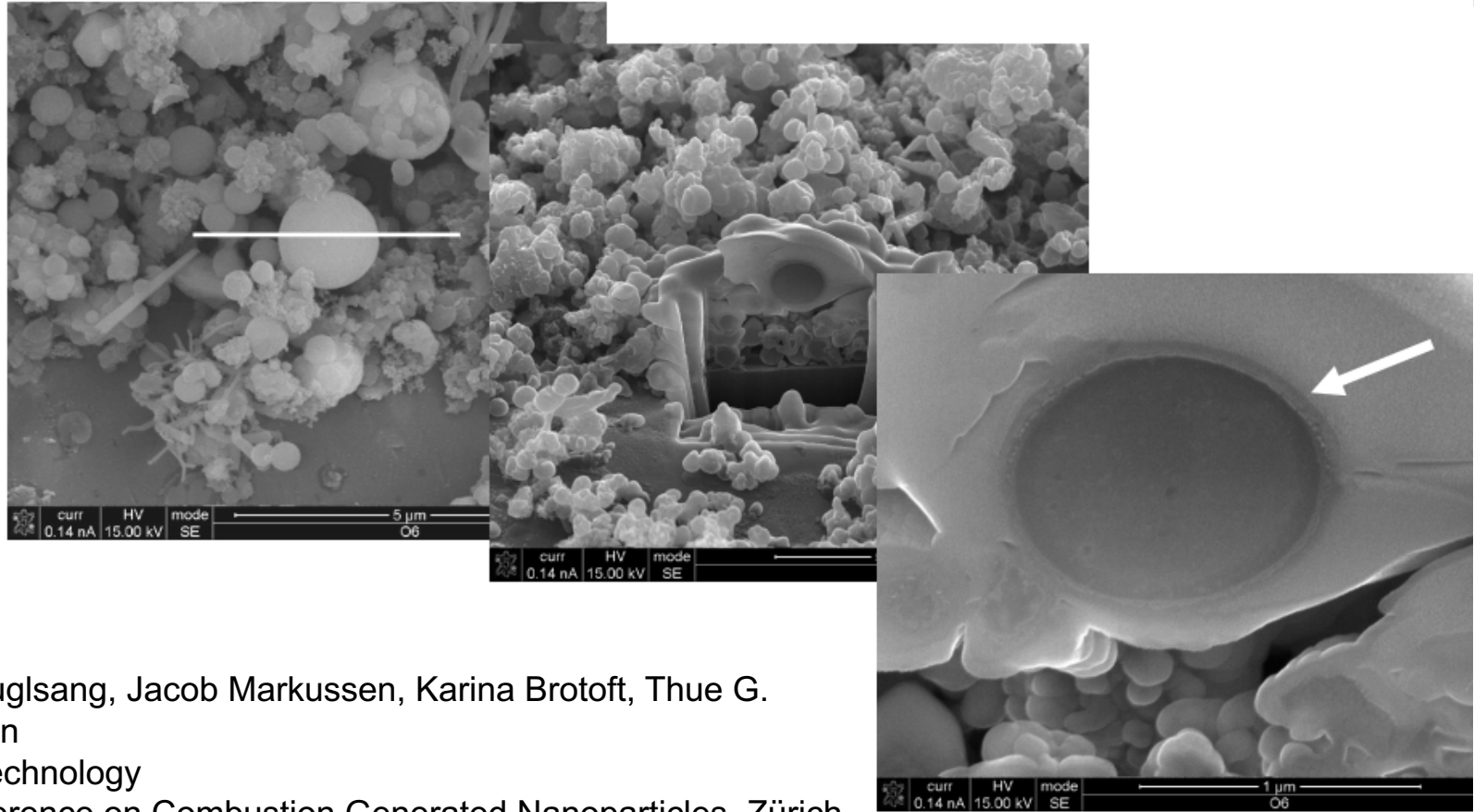


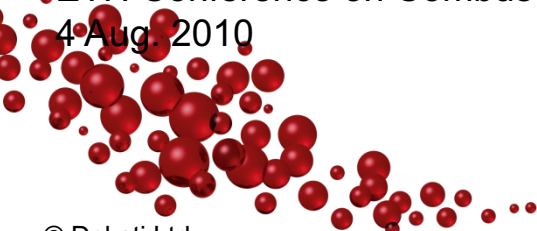
Fig. 3. Mass balances of different air masses. Air masses: east European (a), southwest European (b), northeast European (c), west European (d), northwest European (e) and local (f).



Colección: SEM y TEM



Karsten Fuglsang, Jacob Markussen, Karina Brotoft, Thue G. Frederiksen
FORCE Technology
ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zürich,
4 Aug. 2010



Medidas gravimétricas

- HR-ELPI+™ puede emplearse como un fraccionador gravimétrico
- Hojas de aluminio/policarbonato
- Apagado de cargador
- Pesada de los substratos



Nuevos retos

I Small clusters and molecules

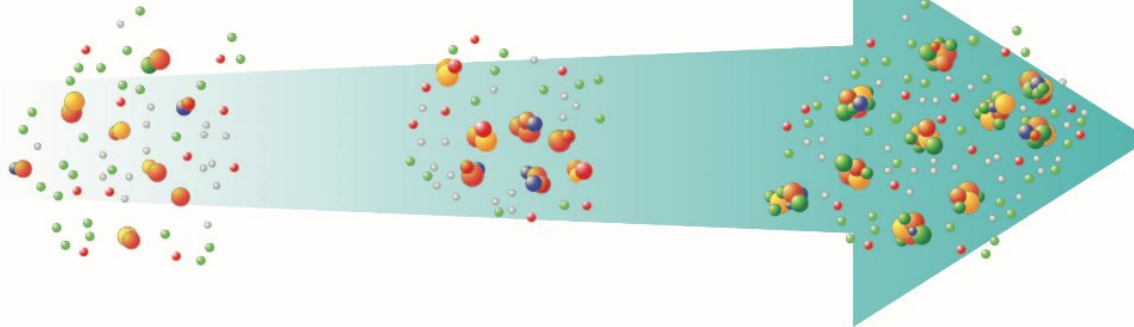
- No direct connection to NPF
- Very slow growth

II Critical size for clustering

- Sulfuric acid and amines
- Stabilizing organic compounds
- Slowly growing (<1 nm/h)
- Determines $J_{1,5}$

III Growing clusters

- Organics start to dominate
- Rapidly growing (~2 nm/h)
- Nano-Köhler
- Determines J_3



Key processes:

Gas-phase reactions,
cluster formation/evaporation

Cluster stabilization

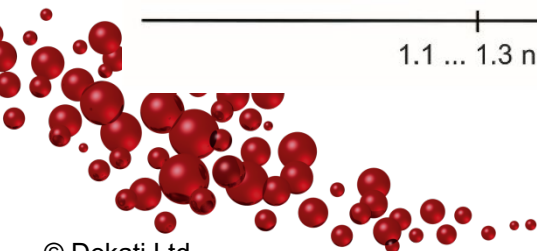
Activation of clusters for
enhanced growth

300 ... 500 amu

900 ... 2000 amu

1.1 ... 1.3 nm

1.5 ... 1.9 nm



solma
environment solutions

Ismael Setién

**SolMa
Environmental
Solutions ofrece
instrumentación
de clasificación,
concentración y
caracterización
dimensional y
química en el
campo de
tamaños subnano
a 10 micras**



Gracias por su atención!

www.sol-ma.net

isetien@sol-ma.net



 solma
environment solutions
Ismael Setién

