



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PINMATE - Departamento de Industrias



Mezclado de sólidos en un reactor con lecho en suspensión

María Sol Fraguío¹, Gabriel Salierno¹, Miryan Cassanello¹,
María Angélica Cardona^{2,3}, Daniel Hojman², Héctor Somacal^{2,3}

¹Programa de Investigación y Desarrollo de Fuentes Alternativas de
Materias Primas y Energía – PINMATE

Ciudad Universitaria - Pabellón de Industrias C1428BGA - Buenos Aires - ARGENTINA
TE: (+54-11) 45763383 // FAX: (+54-11) 45763366

²TANDAR - Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Centro Atómico Constituyentes, Buenos Aires, Argentina
TE: (+54-11) 6772-7070 / 7076 / 7856 // FAX: (+54-11) 6772-7121

³Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM

San Martín, Argentina



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PINMATE - Departamento de Industrias



Esquema de la presentación

- Introducción:
 - Reactores con lecho en suspensión
 - Técnicas de análisis no-invasivas
 - Técnica de Radioactive Particle Tracking (RPT)
- Equipo implementado y procedimiento
- Ejemplo de Resultados
- Conclusiones



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

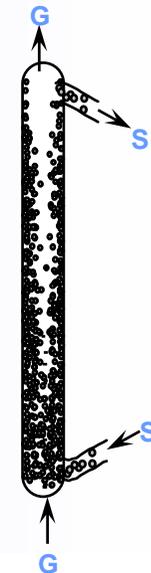
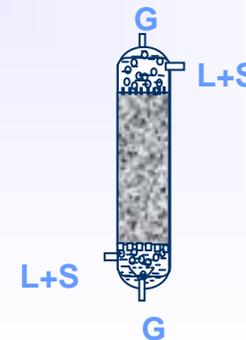
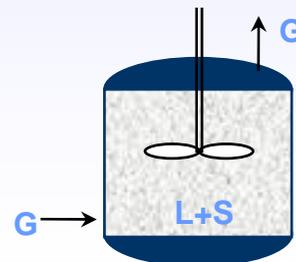
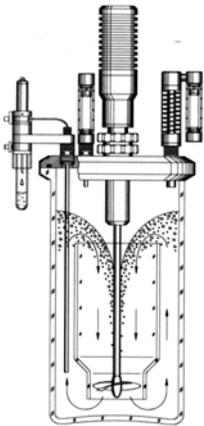


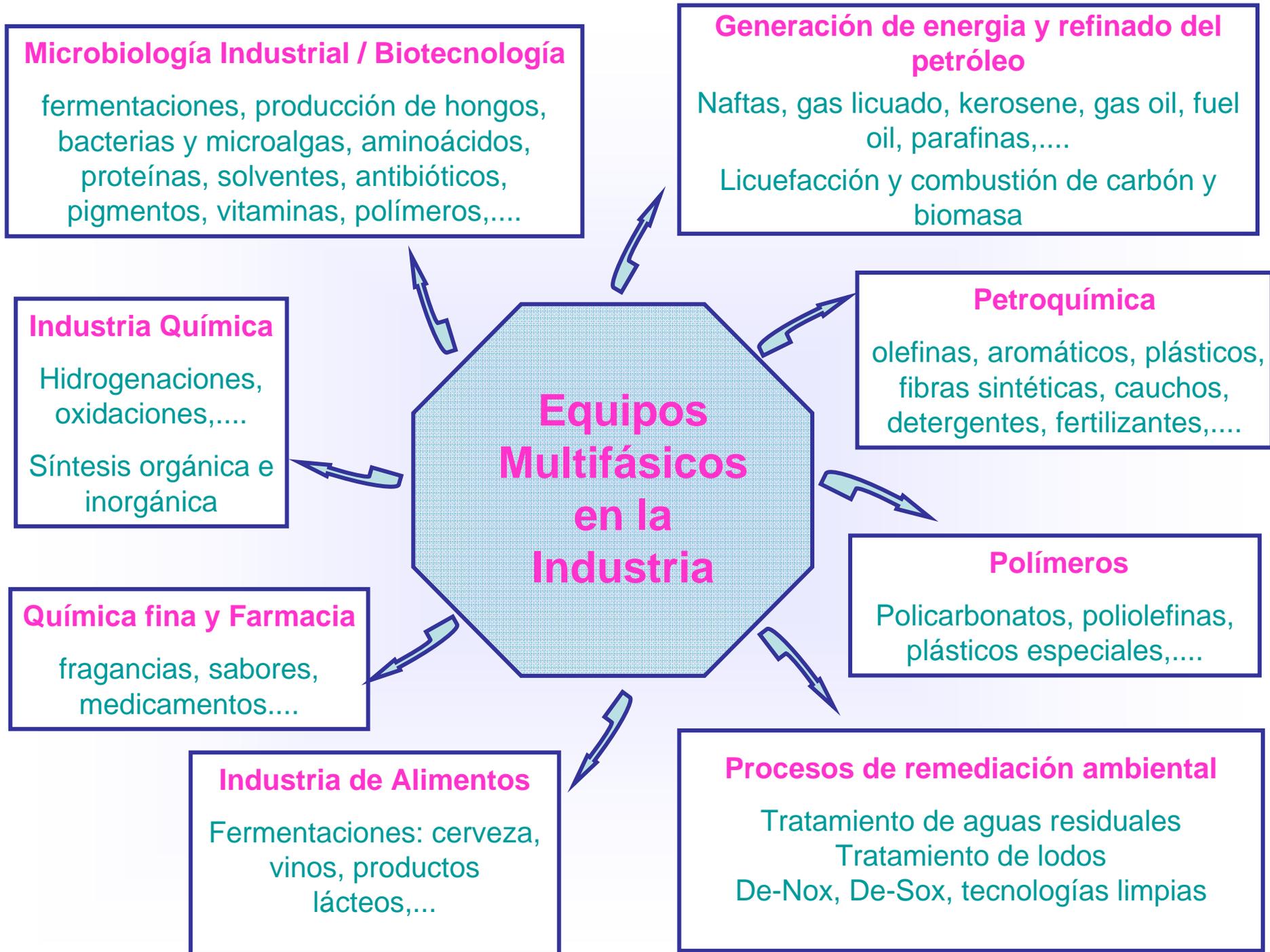
INTRODUCCION

Equipos multifásicos con lecho en suspensión

Se emplean en infinidad de procesos industriales:

- para operaciones (secado, coating, separación de partículas....)*
- en procesos catalíticos y heterogéneos en general dado que el movimiento del sólido promueve el mezclado y el contacto entre fases fluidas*
- aplicaciones...*





Un proceso industrial involucra....

EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS Y DE SEPARACION/PURIFICACION DE PRODUCTOS

és de reacciones (que pueden ser to.) que cambian la que generan productos secundarios...ados que hay

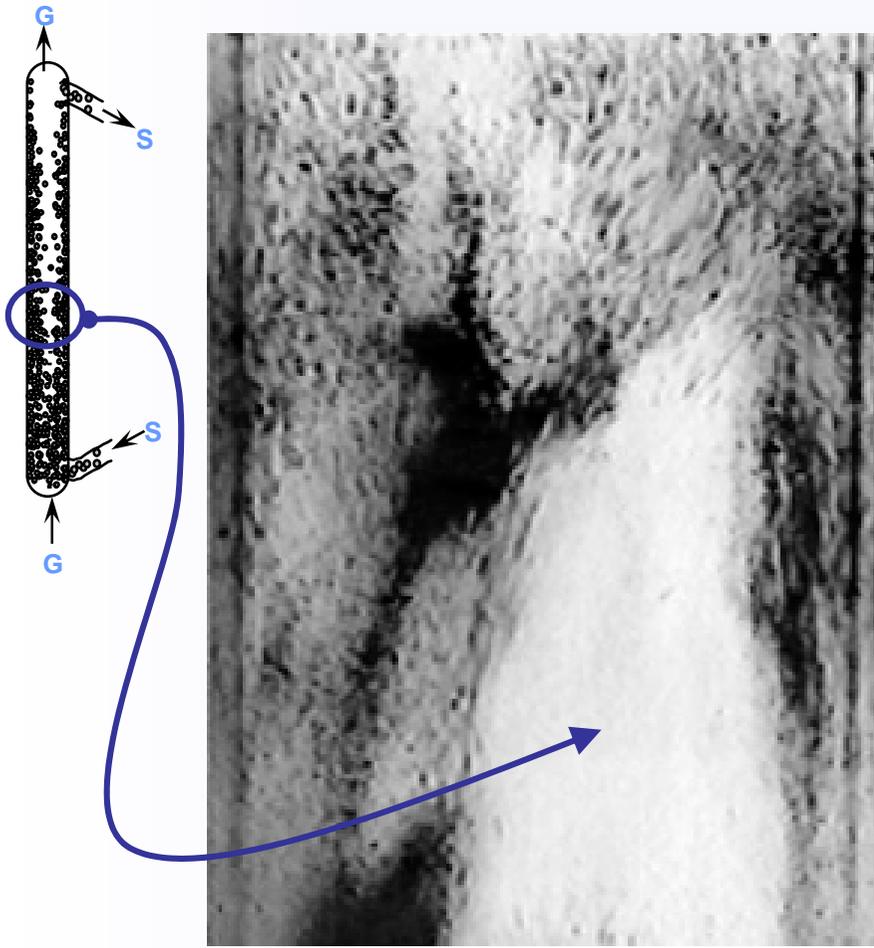


EQUIPOS DONDE OCURREN LAS TRANSFORMACIONES: "REACTORES"

Desafíos actuales: Tecnología... cuando la eficiencia de consumo de energía y de especies atómicas

➔ es necesario mejorar nuestra habilidad de escalar los procesos

Fluidodinámica y/o movimiento del sólido puede ser extremadamente complejo...



- **Estudiar la fluidodinámica de estos equipos** \Rightarrow obtener información sobre el **movimiento y la distribución** de las distintas fases

- **Qué características deben tener las técnicas?**

Principalmente, deben ser **técnicas no-invasivas**, es decir no deben alterar el movimiento y la distribución que se quiere medir

...e influye sobre las transferencias de calor y materia y, en consecuencia, sobre la velocidad del proceso

OTRAS CARACTERISTICAS DESEABLES EN LAS TECNICAS EXPERIMENTALES EMPLEADAS PARA EL DIAGNOSTICO DE EQUIPOS MULTIFASICOS INDUSTRIALES

- **Buena resolución espacial y temporal** tanto para determinar velocidades como distribuciones de fases
 - **Habilidad para estudiar sistemas opacos** con alta proporción de fases dispersas
 - **Reproducibilidad estadística** de los resultados obtenible en un tiempo razonable
 - **Posibilidad de automatización** a fin de minimizar la intervención humana en el proceso de recolección de datos
 - **Capacidad para proveer mediciones instantáneas (snapshot)** a fin de poder cuantificar la turbulencia y la estructura dinámica del movimiento
 - **Posibilidad de transportar y aplicar la técnica** en equipos de escala piloto e industriales
 - **Bajo riesgo de uso** para el personal involucrado en la experimentación
 - **Costo razonable**
-
- **Hasta el presente, ninguna técnica experimental cumple todas estas características.**
 - **De todos modos hay una constante búsqueda de nuevos métodos y técnicas que cumplan el mayor número de estos requisitos**

TECNICAS PARA ESTUDIOS NO-INVASIVOS DE SISTEMAS/EQUIPOS MULTIFASICOS

DENSITOMETRIA

TOMOGRAFIA DE RAYOS X (CT-X)

TOMOGRAFIA DE RAYOS GAMMA (CT-G)

TOMOGRAFIA OPTICA (OT)

TOMOGRAFIA DE CAPACITANCIA ELECTRICA (ECT)

TOMOGRAFIA DE RESISTANCIA ELECTRICA (ERT)

TOMOGRAFIA DE IMPEDANCIA ELECTRICA (EIT)

TOMOGRAFIA DE ULTRASONIDO

MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI)

PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV)

LASER DOPPLER ANEMOMETRY (LDA)

RADIOACTIVE PARTICLE TRACKING (RPT)

POSITRON EMISSION PARTICLE TRACKING (PEPT)

ETC.

DISTRIBUCION

VELOCIDAD

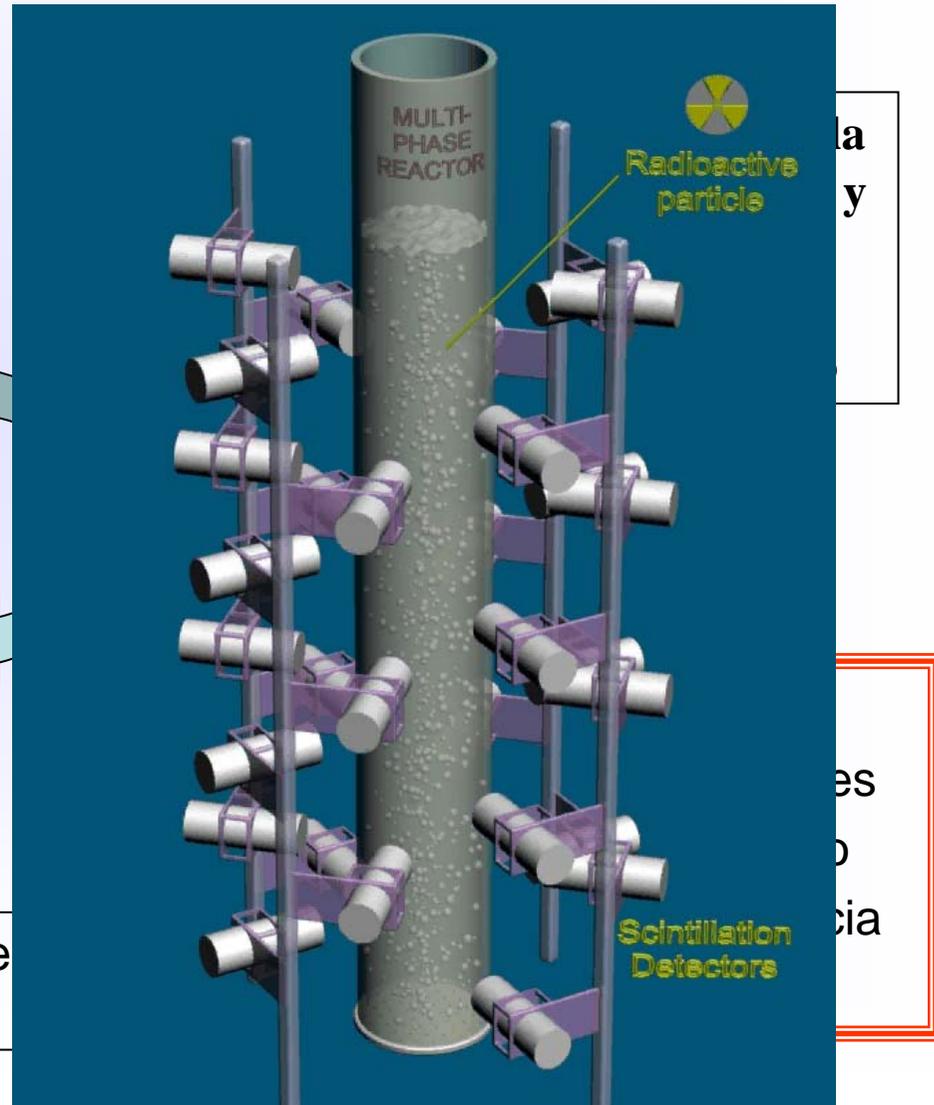
Radioactive Particle Tracking (RPT)

técnica para *seguir el movimiento de una partícula trazadora* que representa la fase que se quiere estudiar, midiendo la distribución de intensidades de rayos γ emitidos por ella con un arreglo de detectores de centelleo

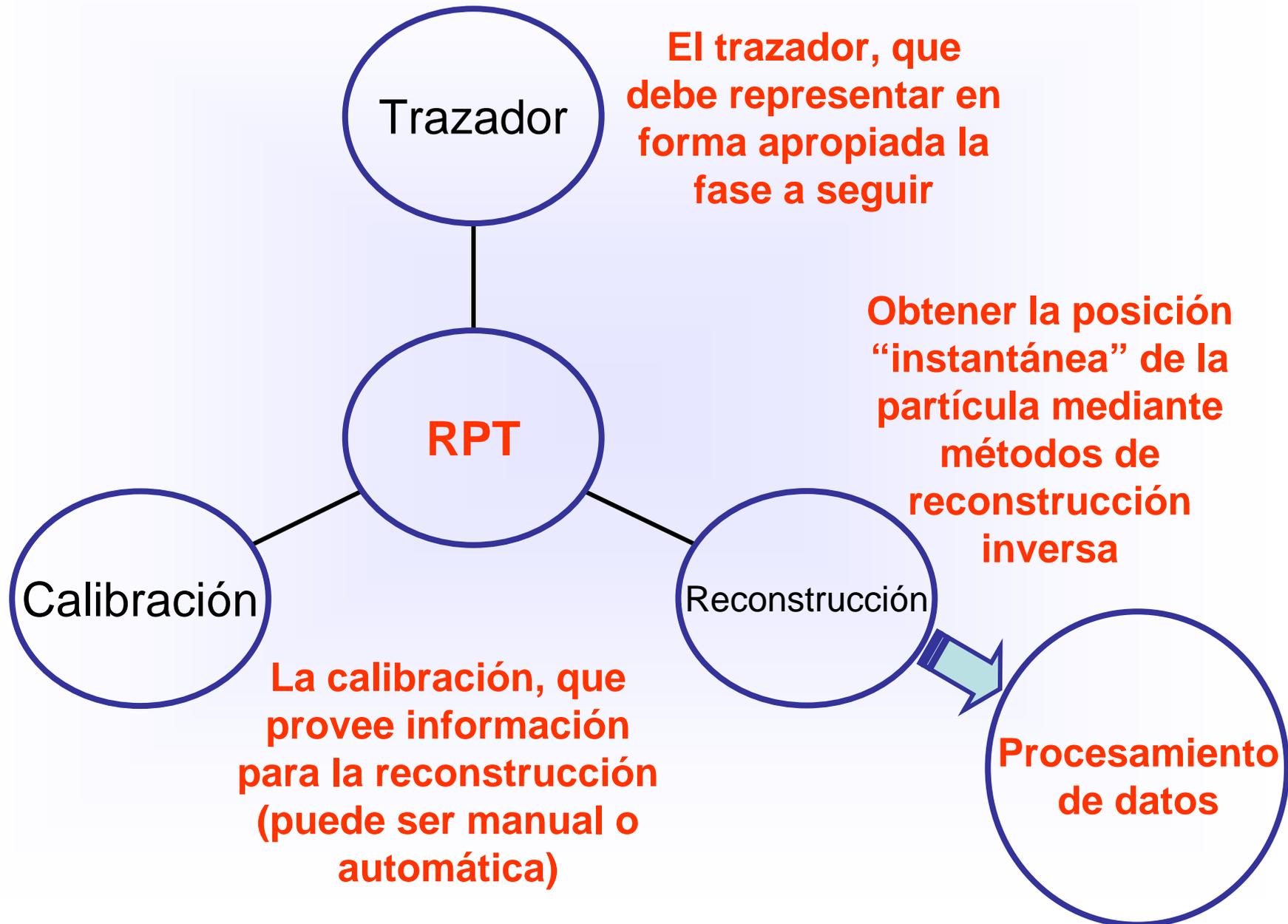
1) Calibración in-situ: se colectan simultáneamente en todos los detectores en uso, las cuentas emitidas por el trazador para un cierto número de posiciones conocidas en las condiciones de operación.

Calibración: (x,y,z)
Experimento (x,y,z,t)

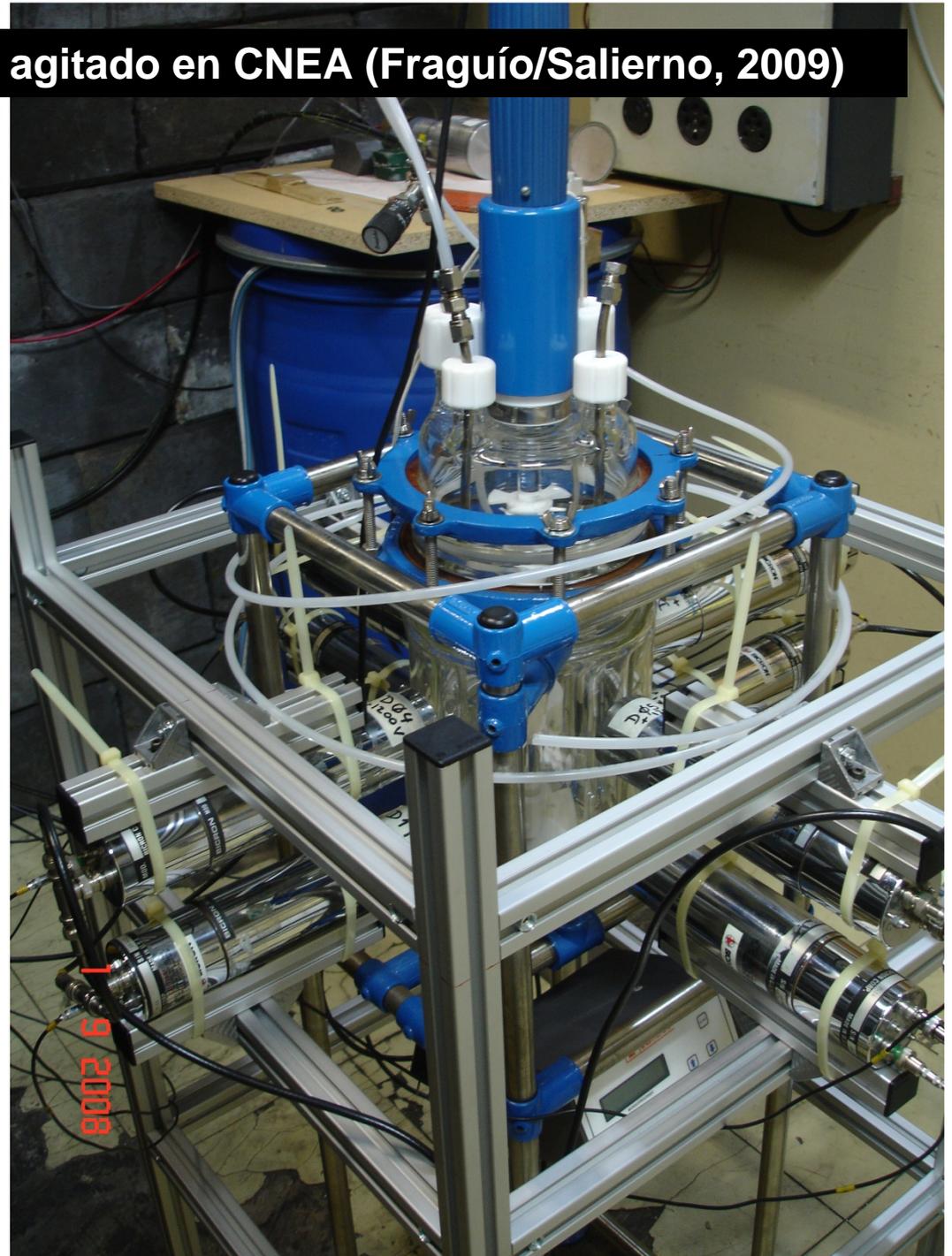
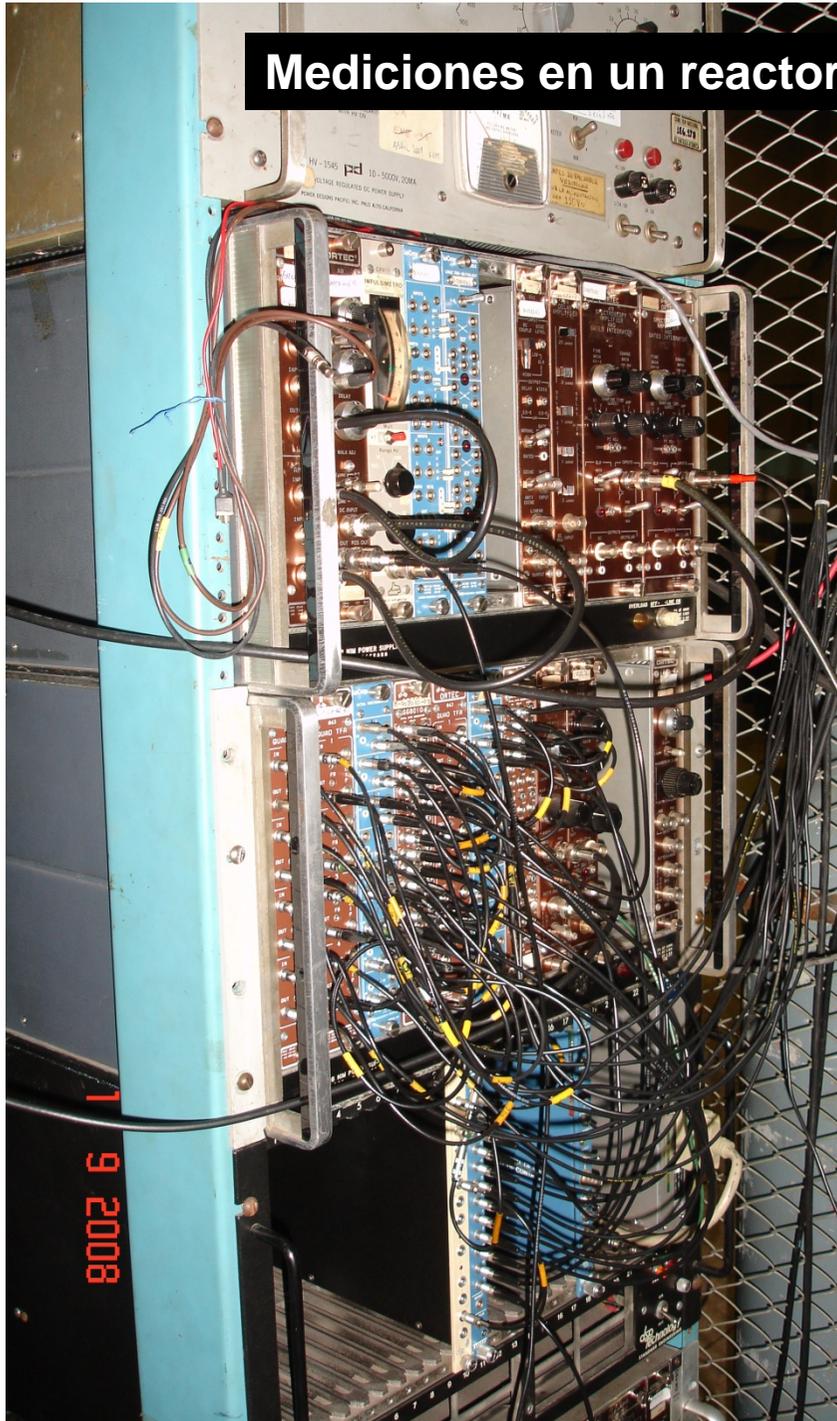
Velocidades instantáneas, fluctuante promedio



• • La técnica de RPT consiste brevemente en:



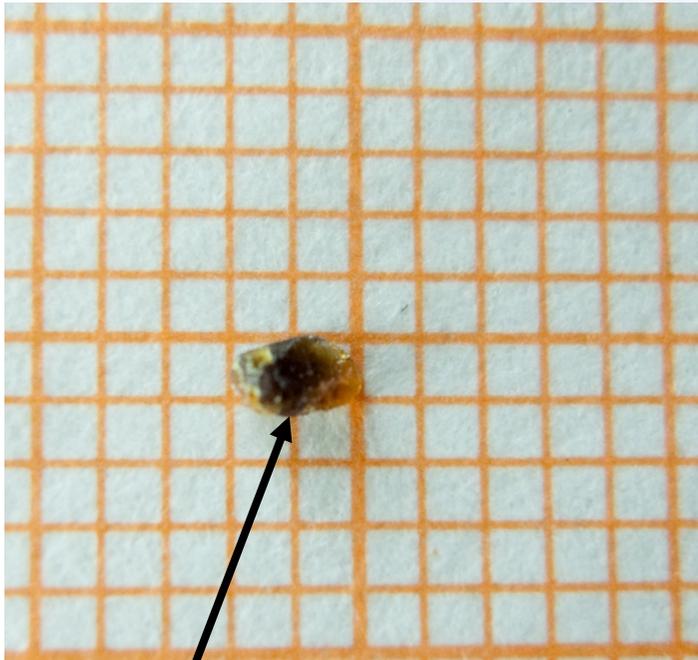
Mediciones en un reactor agitado en CNEA (Fraguío/Salierno, 2009)





Mediciones en un reactor agitado en CNEA (Fraguío/Salierno, 2009)

Trazador radiactivo



Granito de sal gruesa
activado a ^{24}Na

CARACTERISTICAS

- ★ **representar la fase en estudio:** similar tamaño, forma, densidad y propiedades colisionales.
- ★ ser **inerte** y **resistente** a la temperatura y abrasión
- ★ **intensidad** tal que se pueda contar un número estadísticamente significativo de fotones con la mayoría de los detectores, en un tiempo de muestreo corto (30ms)
- ★ **pureza** para facilitar la detección
- ★ **vida media** entre 10hs y 3 meses
- ★ **energía** relativamente alta para tener suficiente capacidad de penetración



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PINMATE - Departamento de Industrias



Ejemplo de Resultados



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

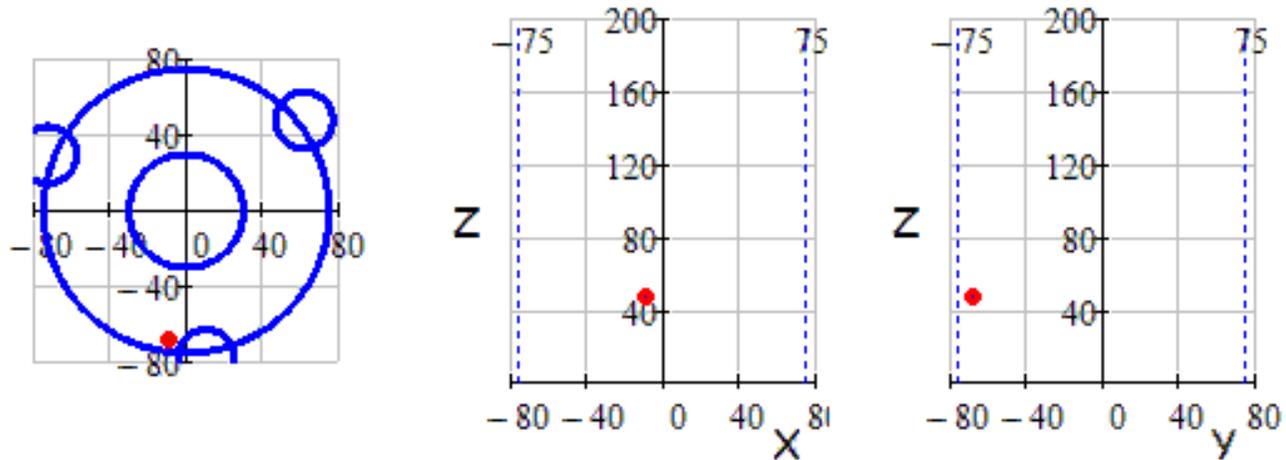


UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PINMATE - Departamento de Industrias



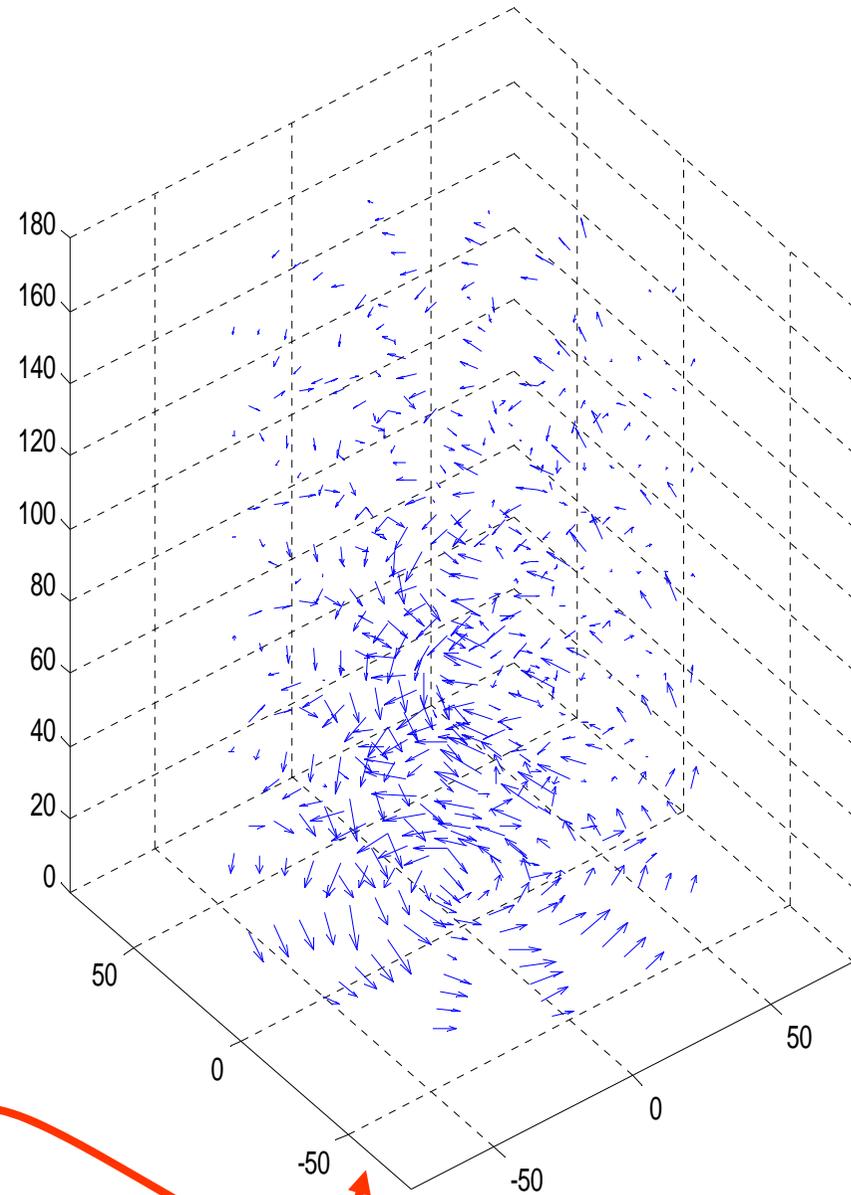
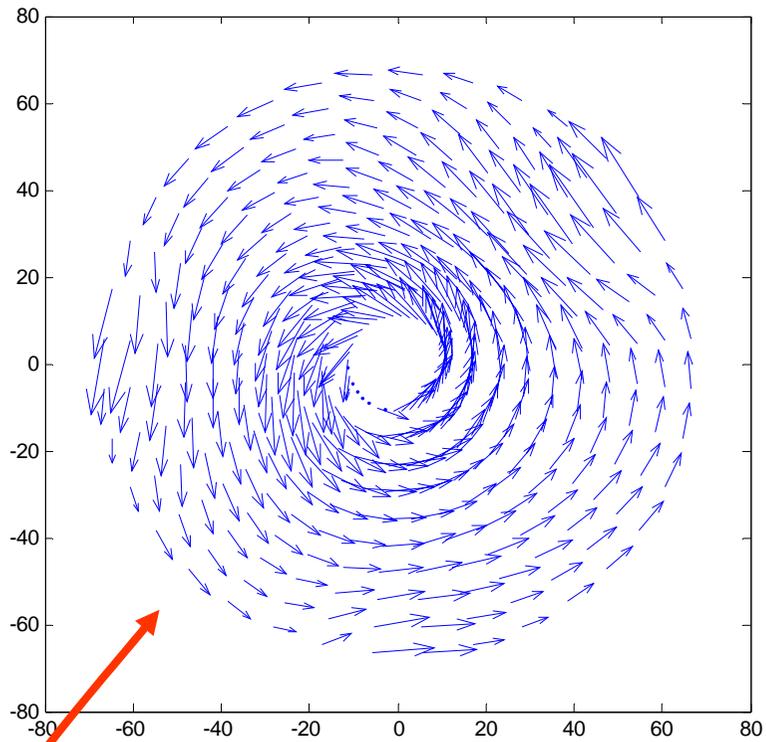
Trayectoria del radio-trazador

$t = 300\text{ s}$



UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

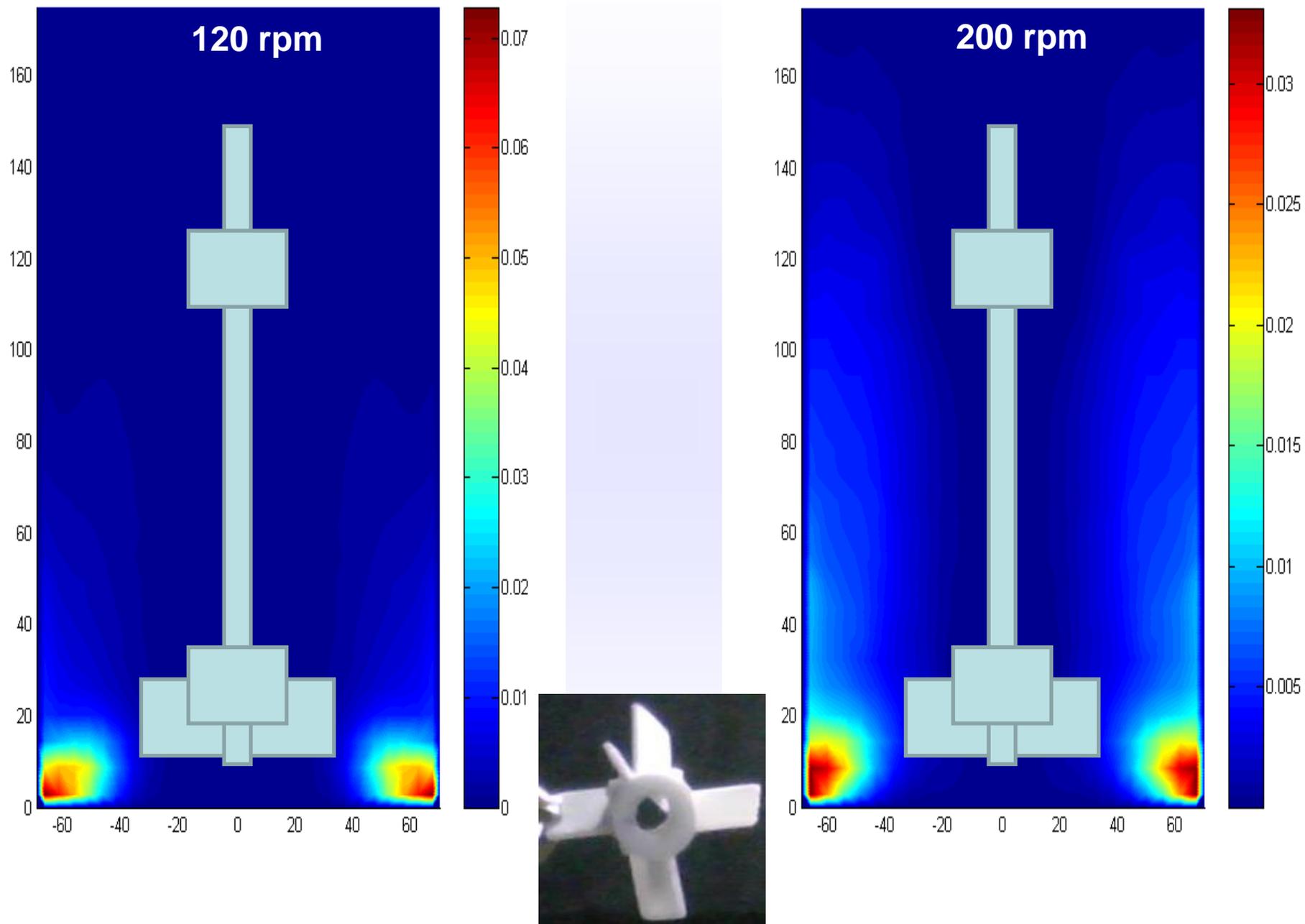
Campo de velocidades



Campo tridimensional

Proyección sobre el eje x,y

Distribución de probabilidades de localización de la partícula





UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PINMATE - Departamento de Industrias



Conclusiones

El mezclado de sólidos en equipos con lecho en suspensión se puede caracterizar empleando la técnica no-invasiva de “Radioactive Particle Tracking”, contribuyendo al diseño y control de la operación de estos equipos en la industria

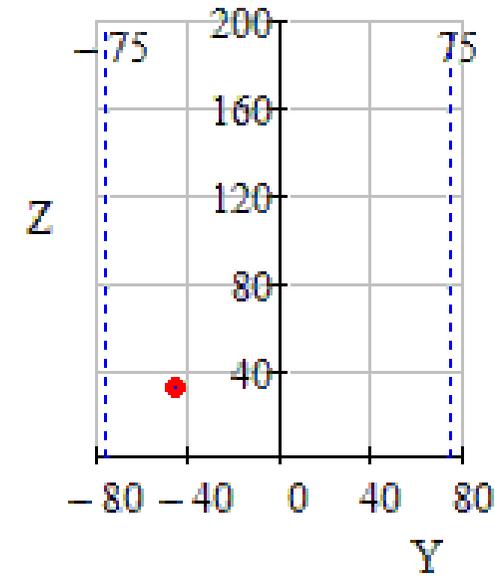
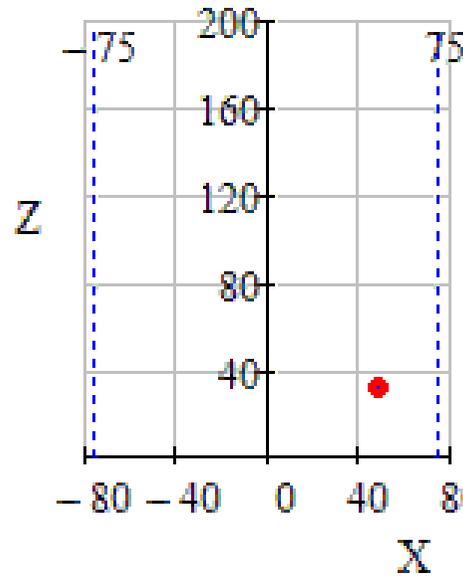
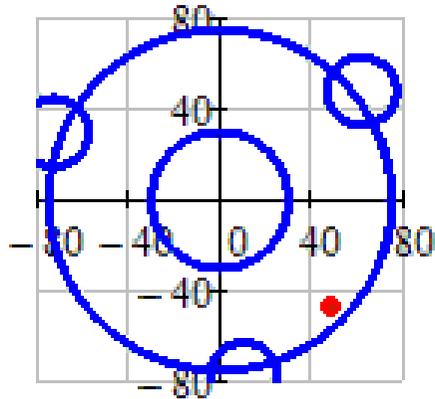


UNSAM
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN



Trayectoria del radio-trazador

$t = 900 \text{ s}$



Muchas gracias!

Preguntas?

