

DISEÑO DE UN REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO BURBUJEANTE PARA GASIFICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS NATURALES

La Valle Daniel¹; De la Vega Federico¹; Cornacchiulo Franco¹; Nassini Daniela^{2,4}; Foga Gastón Galo^{2,3} y Bohé Ana Ester^{2,3,5}

(1) Instituto Sábato Universidad Nacional de San Martín, Av. Gral. Paz 1499, cp. 1650, San Martín, Buenos Aires, Argentina.

(2) Centro Atómico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica. Avenida Bustillo 9500, cp. 8400 San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

(3) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

(4) Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo, Avenida Bustillo 9500, cp. 8400 San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina

(5) Centro Regional Universitario Bariloche - Universidad Nacional del Comahue, Quintral 1250, cp. 8400 San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

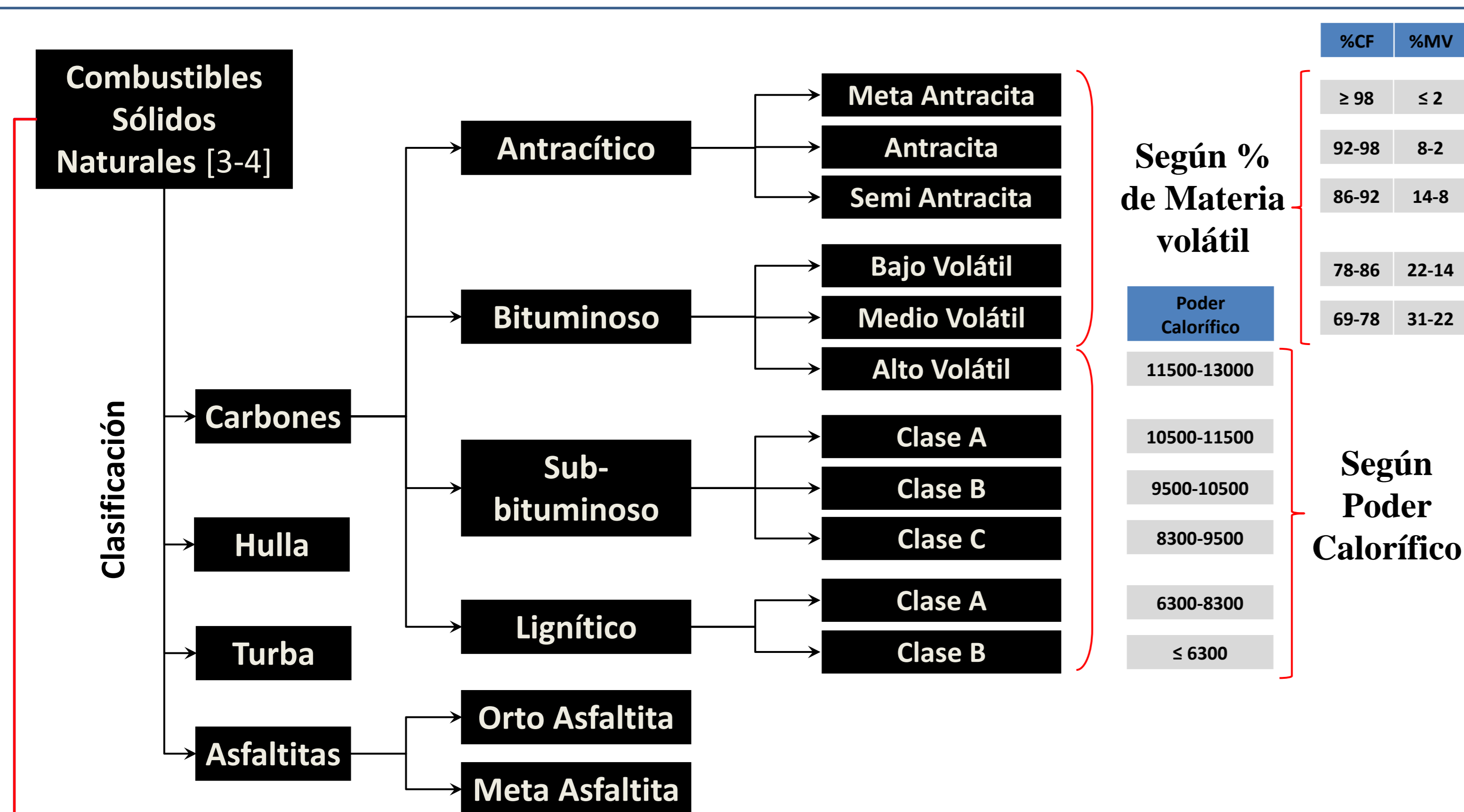
Introducción

Los carbones y otros materiales naturales que contienen carbono eran, en otro tiempo, empleados esencialmente en la producción de calor y fuerza por combustión directa, de modo que la energía almacenada en estos recursos naturales resultaba aprovechada muy ineficientemente. Desde hace algunas décadas se tiende cada vez más a "afinar" nuestros combustibles brutos en productos tales que permitan un aprovechamiento más económico, bajo la forma de combustibles líquidos o de sustancias químicas de gran valor. La tecnología de gasificación permite la producción de gas de síntesis a partir de materias primas carbonosas. Este gas puede utilizarse en reemplazo del gas natural para la generación de energía o como material de partida en la producción de combustibles líquidos. El proceso de gasificación de carbón involucra la utilización de calor y un agente gasificante como CO₂ o vapor de agua para producir un gas compuesto principalmente por monóxido de carbono e hidrógeno. En trabajos anteriores [1-2] se investigó la cinética de gasificación de chars de distintos combustibles sólidos naturales. En este trabajo se presenta el diseño de un reactor de lecho fluidizado burbujeante (RLFB) para reacciones de gasificación de combustibles sólidos naturales.

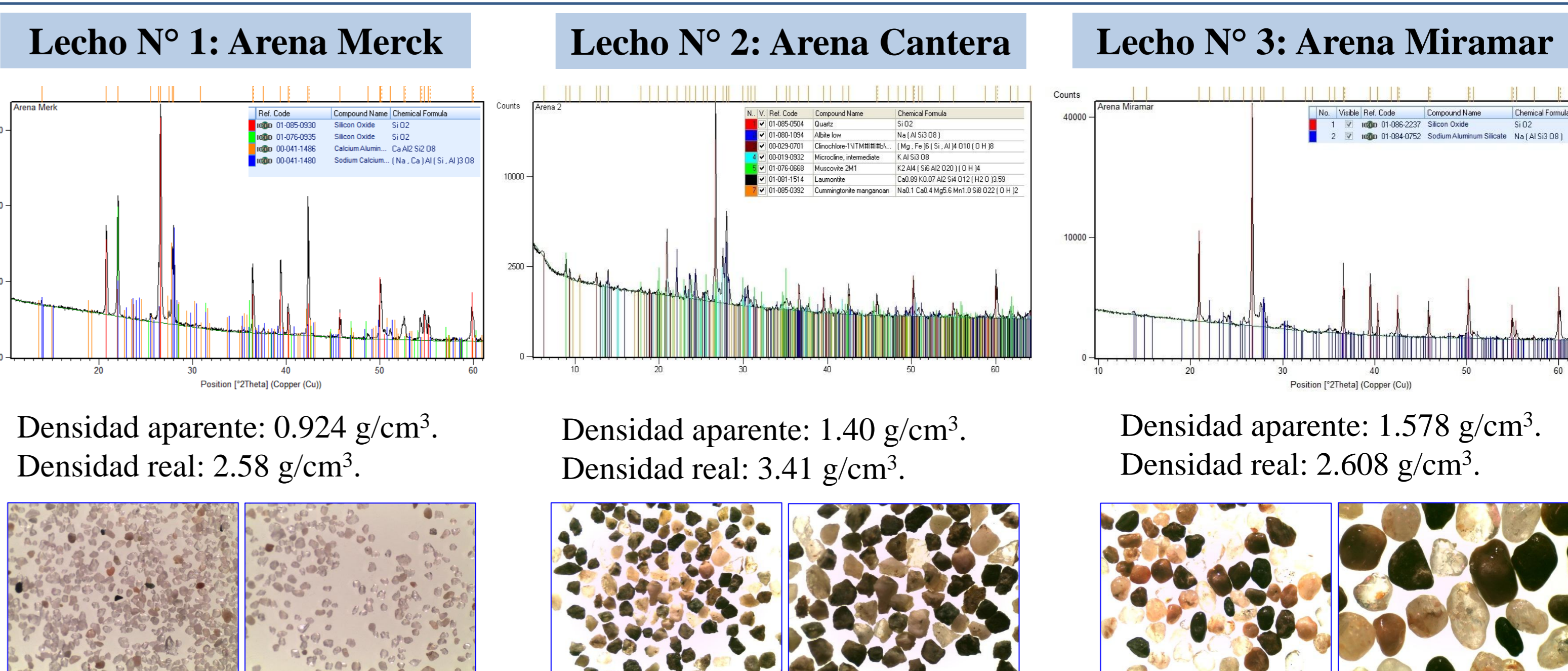
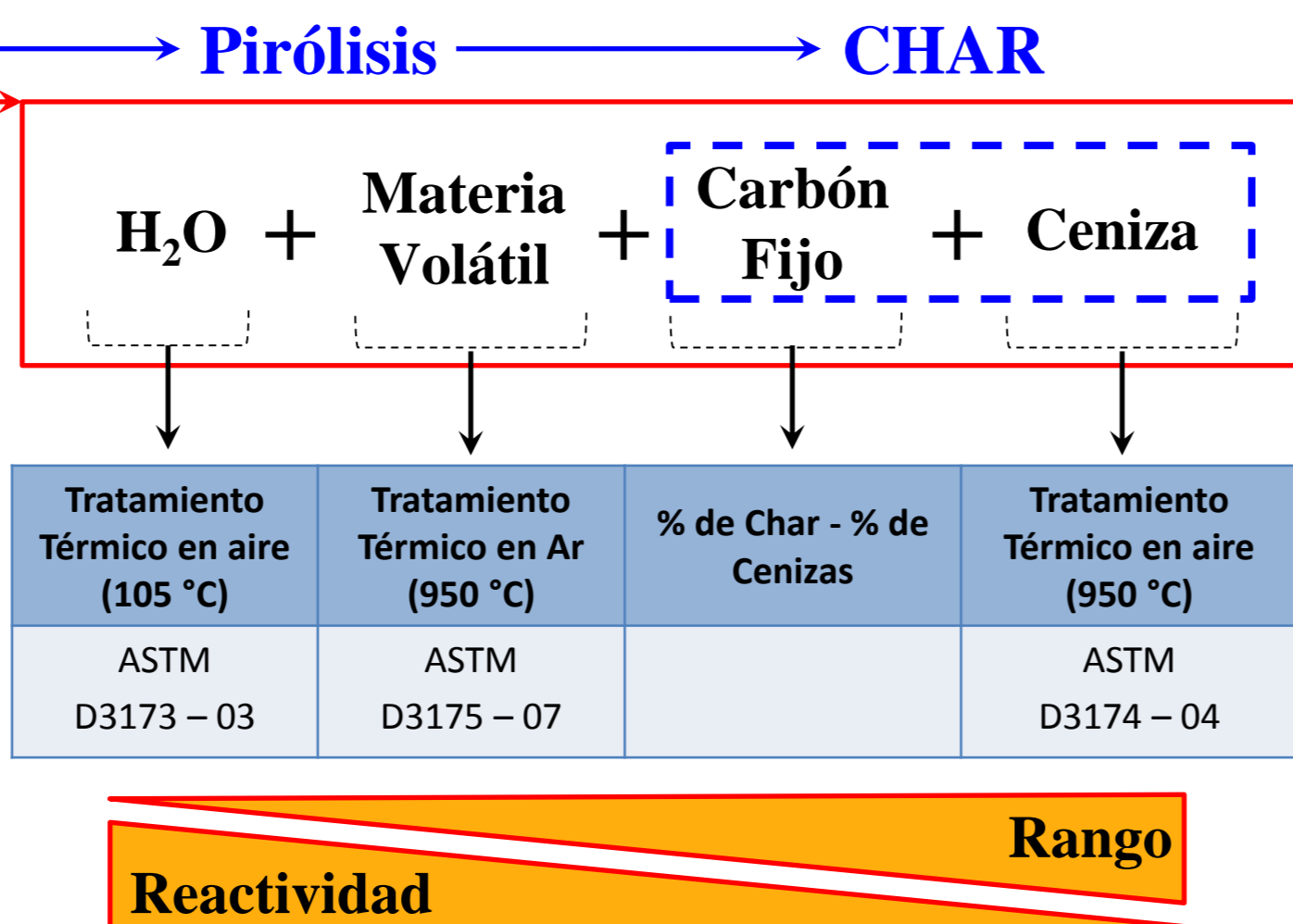
El objetivo de este trabajo es el diseño y construcción de un reactor de lecho fluidizado tipo burbujeante, el cual será empleado para evaluar las reacciones de gasificación de combustibles sólidos naturales.

- ✓ Dos modelos en frío (construidos en acrílico) de distintas dimensiones para evaluar la dinámica de la fluidización empleando distintos materiales como lecho.
- ✓ Un sistema de inyección de muestra (en batch) refrigerado, para evitar que la muestra pirolíce antes de ingresar en el reactor.
- ✓ Un sistema de enfriamiento de gases de síntesis a la salida del reactor.
- ✓ Un separador sólido - gas tipo ciclón para separar las partículas que podrían ser transportadas en suspensión.

Combustibles Sólidos Naturales

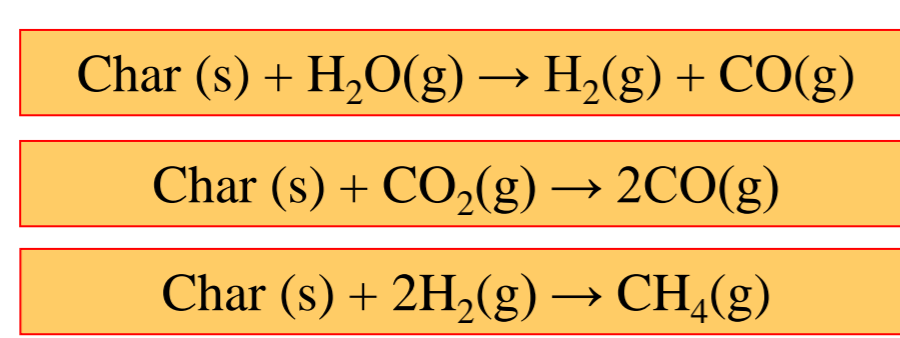


Determinación	Combustibles sólidos		
	Carbón Río Turbio	Asfaltitas de Neuquén EM (Meta-asfaltita)	F4 (Orto-asfaltita)
Humedad (% en peso)	3.5	11.47	0.26
Materia Volátil ^a (% en peso)	36.4	26.18	58.97
Carbón Fijo ^a (% en peso)	51.2	68.67	40.57
Ceniza ^a (% en peso)	12.3	5.13	0.46
Densidad (g/cm ³)	1.107	0.679	0.412
C _T	59.8	64.3	78.0
N _T	2.78	3.27	2.92
S _T	0.86	2.36	4.5
Poder Calorífico kJ/kg	25104	24895	39472



Reacciones de Gasificación

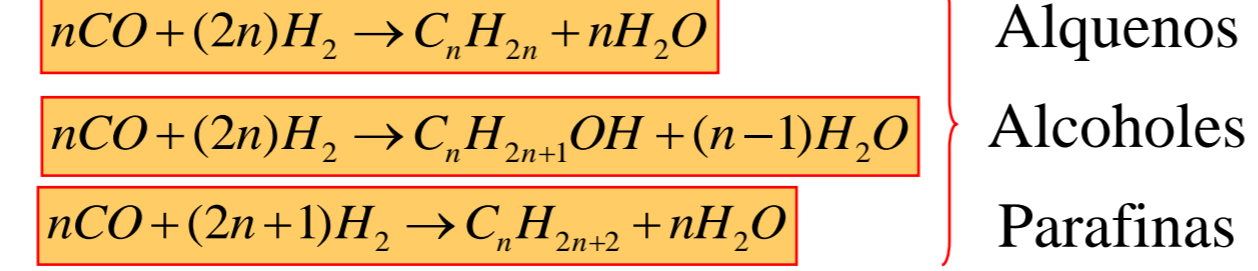
Las tecnologías de gasificación permiten la producción de gas de síntesis a partir de materias primas carbonosas, [5-7].



Producción de Energía

Materia prima precursora

Síntesis de combustibles



Caracterización del Lecho

d_{sph} = diámetro de una esfera con igual volumen que la partícula, [8].

d_{ef} = Diámetro Efectivo.

$$Esfericidad \phi_s = \frac{Sup. Esfera}{Sup. Particula} \cdot \frac{Vol. Cte.}{Vol. Cte.}$$

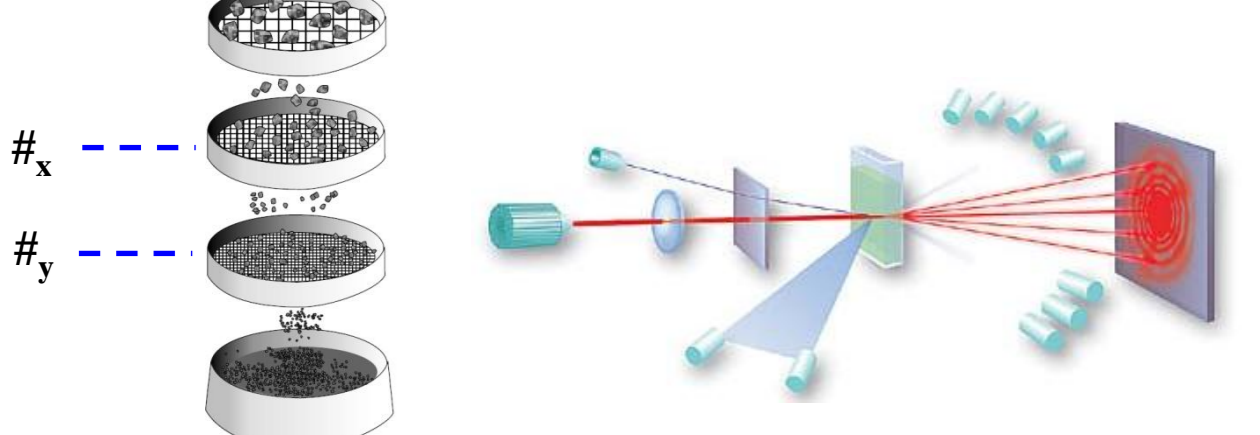
$$d_{ef} = \phi_s \cdot d_{sph}$$

$$\phi_s = 1 \text{ (esfera)} \quad 0 \leq \phi_s \leq 1 \text{ (Formas irregulares)}$$

Luego de una clasificación granulométrica por tamizado se obtiene una fracción pasante #_x y una retenida en #_y.

Determinación del diámetro promedio:

- ✓ Tamizado.
- ✓ Microscopía.
- ✓ Difracción Laser.

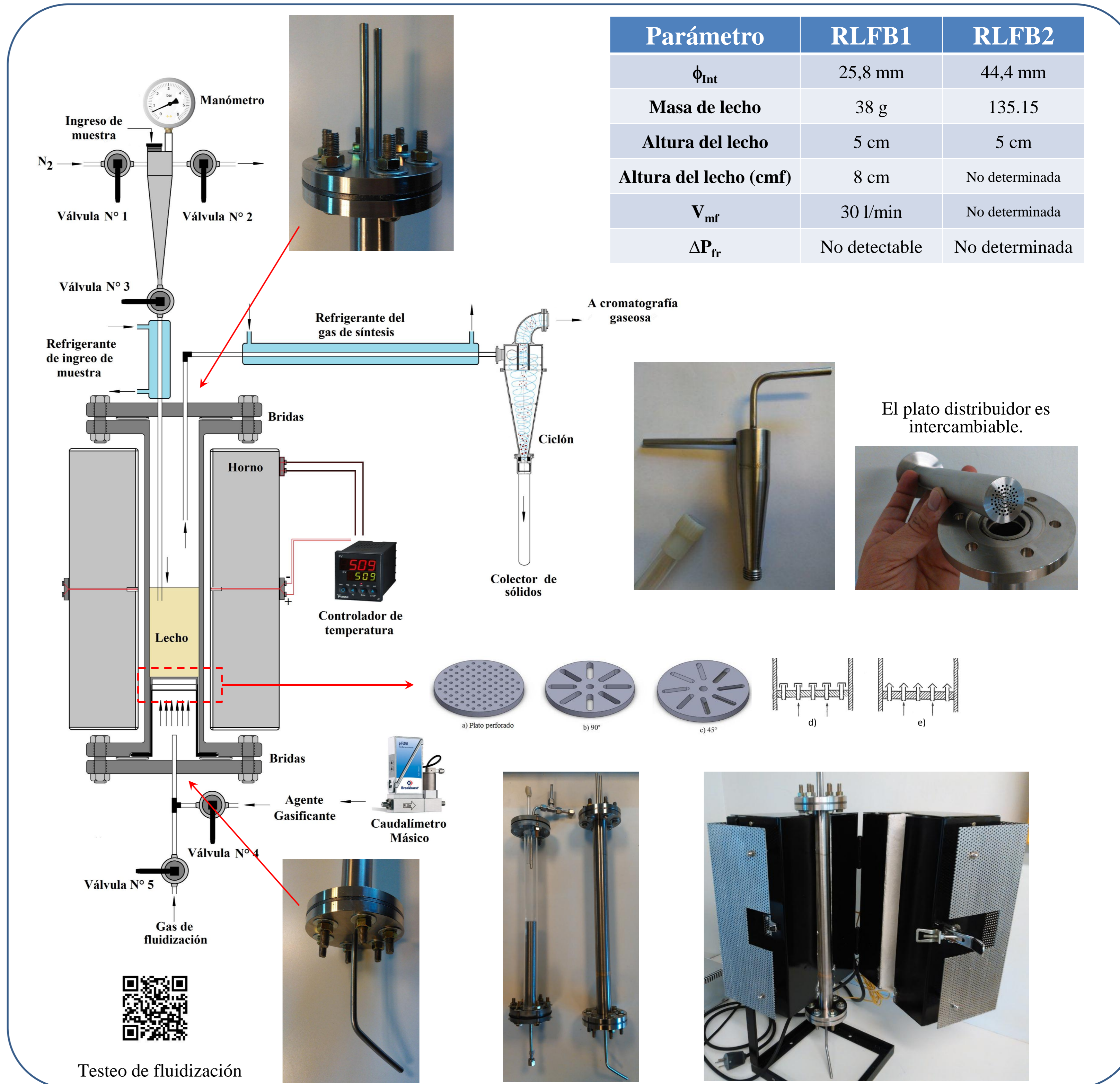


Superficie específica de las partículas:

$$a' = \frac{Sup. Particula}{Vol. Particula} = \frac{\pi \cdot d_{sph}^2}{\frac{\pi}{6} \cdot d_{sph}^3} \cdot \frac{1}{\phi_s} = \frac{6}{\phi_s \cdot d_{sph}}$$

$$a = \frac{Sup. de todas las Particula}{Vol. total de las Particula} = \frac{6 \cdot (1 - \epsilon_m)}{\phi_s \cdot d_{sph}}$$

- Partículas Irregulares, alto ≈ ancho.
 $d_{ef} = \phi_s \cdot d_{sph} \approx \phi_s \cdot d_p$
- Partículas Irregulares, alto > ancho ≈ 2:1.
 $d_{ef} = \phi_s \cdot d_{sph} \approx d_p$
- Partículas Irregulares, alto > ancho ≈ 2:1.
 $d_{ef} = \phi_s \cdot d_{sph} \approx \phi_s^2 \cdot d_p$



Conclusiones y Perspectivas

Como lecho se testearon tres arenas diferentes; una comercial marca Merck, una procedente de una cantera local y una arena de mar de la ciudad de Miramar. De estas dos últimas se separó una fracción granulométrica pasante #25 (710 μm ASTM) y retenido en #35 (500 μm ASTM). Se caracterizaron tres lechos distintos mediante difracción Laser (DL), Difracción de Rayos x (DRX) y Microscopía Óptica. Fue posible determinar la velocidad de mínima fluidización empleando 38 g de la arena Merck como lecho. Se determinó que la caída de presión entre el lecho y el tubo de conexión de salida de los gases de síntesis empleando un manómetro diferencial marca Magnehelic no es detectable por este método. En base a los resultados de los parámetros de operación, se diseñó un separador ciclónico de partículas ubicado en la salida de los gases de síntesis para separar las partículas que podrían ser arrastradas por el gas. Fue posible construir un horno eléctrico tipo libro capaz de alcanzar 1000 °C. Como trabajos a futuro se evaluará el comportamiento fluidodinámico inyectando muestras sólidas de combustibles sólidos naturales de diferentes granulometrías.

Referencias

