

## HOJA TÉCNICA

### FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO (TDS)

**Código de material:** AGOr-FDAMn-PVDF

**No. catálogo:** NC001 (fase de investigación/patente)

**Fecha de emisión:** 16 de abril de 2026

**Nivel de Madurez Tecnológica (TRL):** 3-4 (Validación en entorno de laboratorio)

#### 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

**Nombre químico:** Aerogel de Óxido de Grafeno reducido con Formiato de Manganeso y Dimetilamonio y Poli(fluoruro de vinilideno)

**Acrónimo:** AGOr/FDAMn/PVDF, AGOr/[NH<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>][Mn(HCOO)<sub>3</sub>]/(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)<sub>n</sub>

**Presentación:** Aerogel sólido poroso ultraligero

Material tridimensional ultraligero sintetizado mediante un proceso *in situ* que combina autoensamble hidrotérmico y secado por liofilización (*freeze-drying*). La sinergia estructural entre las redes conductoras del grafeno reducido, los sitios activos del marco metal-orgánico (MOF) de manganeso y la estabilización macromolecular del aglutinante polimérico (PVDF) resulta en un ánodo de alta capacidad para almacenamiento de energía electroquímica.

#### 2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS Y ESTRUCTURALES

Parámetro	Valor / descripción	Metodología analítica
<b>Morfología</b>	Aerogel sólido poroso 3D. Partículas cúbicas de FDAMn ancladas densamente en la red de grafeno.	Microscopía SEM y TEM
<b>Relación de defectos (I<sub>D</sub>/I<sub>G</sub>)</b>	1.11	Espectroscopía Raman
<b>Hibridación atómica clave</b>	Nitrógeno grafitico (~401.1 eV) y Flúor (~688.6 eV)	XPS (Espectroscopía de Fotoelectrones)
<b>Señales vibracionales (FT-IR)</b>	Presencia de banda asimétrica a 1220 cm <sup>-1</sup> (estiramiento C-N del DMA <sup>+</sup> ) y solapamiento con ion formiato (HCOO <sup>-</sup> ).	Espectroscopía FT-IR
<b>Perfil cristalográfico (picos mayores)</b>	2θ: 14.56° (012), 19.72° (104), 21.42° (110), 23.44° (006), 24.35° (113)	Difracción de Rayos X (XRD)



## HOJA TÉCNICA

*Nota: La adición del PVDF no solo aporta flúor a la matriz, sino que promueve una aglomeración controlada (mayor densidad localizada de partículas de MOF) y evita la delaminación.*

### 3. DESEMPEÑO ELECTROQUÍMICO (VALORES CUANTIFICABLES)

El material ha sido evaluado bajo dos configuraciones críticas de operación: Celdas electroquímicas (ion-litio completas) y sistemas de electrolito acuoso.

#### A) Operación en celda electroquímica de ion-Litio (Configuración CR2032)

*El PVDF incrementa la capacidad inicial en un +113% comparado con la variante sin aglutinante (AGO/FDAMn: 516 mAh/g).*

Métrica	Valor cuantificable	Condiciones de prueba estandarizadas
Capacidad específica inicial	1101 mAh/g	Primer ciclo de carga/descarga.
Capacidad específica retenida	633 mAh/g	Segundo ciclo de carga/descarga.
Densidad de corriente	5 mA/g	Evaluado durante los ciclos iniciales.
Ventana de voltaje operativo	0.02 a 3.0 V	Medido contra electrodo de litio (Li <sup>+</sup> /Li <sup>0</sup> ).
Velocidad de barrido	0.05 mV/s	Voltamperometría cíclica (primeros 2 ciclos).

#### B) Operación en celda de electrolito acuoso (Configuración MF-2141)

*Presenta la mayor capacitancia a bajas frecuencias (vía diagrama de Bode) frente a aerogeles de grafeno puros.*

Métrica	Valor cuantificable	Condiciones de prueba Estandarizadas
Capacidad específica	131.1 mAh/g	Máximo desempeño registrado en el sistema.
Ventana de potencial	-1.0 a 1.2 V	Celda de tres electrodos.
Velocidad de barrido	10 mV/s	Voltamperometría cíclica.
Electrolito base	Solución acuosa LiNO <sub>3</sub> 1M	Saturado con nitrógeno gaseoso.
Electrodo de referencia	Ag/AgCl	Sumergido en solución de NaCl 3.0 M.



## HOJA TÉCNICA

### 4. VENTAJAS COMPETITIVAS DE LA FORMULACIÓN

**Sinergia multifuncional:** Los MOFs (FDAMn) previenen el re-apilamiento de las láminas de grafeno (efecto espaciador), incrementando los sitios electroquímicos activos.

**Estabilización mecánica:** La incorporación de PVDF amortigua los severos cambios volumétricos durante la litación/delitación, mitigando la pulverización del electrodo.

**Eficiencia sintética:** Método en una sola etapa hidrotérmica ("*one-pot in situ*") que reduce tiempos de fabricación y número de reactivos frente al estado de la técnica actual.

### 5. RECOMENDACIONES INDUSTRIALES Y DE USO

**Aplicación principal:** Diseñado como material anódico avanzado para manufactura de baterías de ion-litio de próxima generación y supercapacitores.

**Procesamiento de electrodos:** Debido a la presencia del aglutinante PVDF *in situ*, se requiere menor proporción de polímeros ligantes adicionales durante la preparación del *slurry* (pasta) para recubrir los colectores de corriente de cobre.

**Manejo:** Aunque es un sólido a nivel macroscópico, por su naturaleza de aerogel ultraligero y poroso, debe manipularse en ambientes controlados de humedad para evitar absorción capilar que altere su desempeño electroquímico. Almacenar bajo atmósfera inerte (argón o nitrógeno) prolonga la vida útil pre-ensamble.

### 6. APLICACIONES POTENCIALES

Aplicable también en remediación ambiental, aeroespacial y biomédica.

