

# La mamografía espectral con realce de contraste (CESM), desde el principio.

Aurora Gil Bernal<sup>1</sup>, Pilar Escobar Casas<sup>2</sup>, Cristina  
Gómez de las Heras<sup>2</sup>, Fausto Rubio Rubio<sup>2</sup>, José  
Carlos Pérez Tejada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hospital San Juan de Dios del Aljarafe, Bormujos  
(Sevilla).

<sup>2</sup>Hospital Universitario de Valme, Sevilla.

# Objetivo docente:

1. ¿Qué es la CESM?
2. ¿Qué aporta la CESM respecto al resto de técnicas en imagen mamaria?
3. La CESM en la práctica diaria.
4. Ventajas de la técnica.
5. Limitaciones de la técnica.

# Introducción:

- La **mamografía** -actualmente digital en la gran mayoría de centros de nuestro medio (*full-field digital mammography*)- es la **técnica de elección para el diagnóstico del cáncer de mama** cuyo objetivo es el diagnóstico precoz, evitando tratamientos agresivos y alcanzando mejores tasas de supervivencia<sup>1</sup>.
- A pesar de ello no es una técnica perfecta. De hecho, en mujeres asintomáticas sometidas a mamografía de screening **hasta el 28% de los tumores pueden pasar desapercibidos**<sup>2</sup>.
- Esto es especialmente **relevante en mujeres premenopáusicas** que característicamente suelen tener **mayor densidad mamaria**. Debe recordarse que la densidad de la mama depende de la composición de la misma: a mayor tejido fibroglandular en relación con la proporción de tejido graso (como en mujeres en edad fértil), la densidad de la mama será mayor. Este aumento de densidad limita la identificación de tumores por superposición de estructuras, pudiendo quedar oculto el tumor por el tejido fibroglandular.
- Teniendo en cuenta estas limitaciones se hace necesario el uso de **técnicas de imagen complementarias**. Una de ellas es la **Mamografía Espectral con Realce de Contraste**.

# ¿Qué es la CESM?

- **CESM:** *Contrast Enhanced Spectral Mammography.*
- Es una **optimización de la mamografía digital** incluyendo dos elementos que la definen:

## USO DE CONTRASTE YODADO INTRAVENOSO.

Aporta información metabólica.

Se basa en el principio de neoangiogénesis tumoral, por el cual el aumento de vascularización local tumoral hace que se acumule mayor cantidad de contraste en la zona patológica.

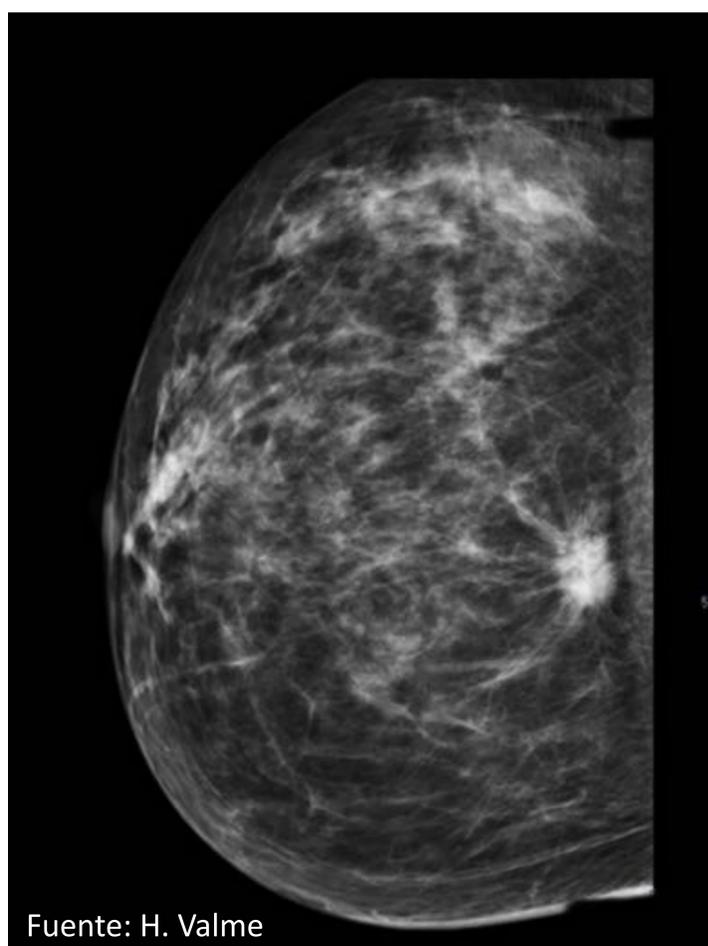
## USO DE DOBLE ENERGÍA (DUAL-ENERGY).

El proceso requiere la adquisición de dos imágenes de cada proyección mamaria: una de baja y otra de alta energía (una por encima y otra por debajo del límite K de absorción del yodo).

- Fue descrita por primera vez en 2003 por Lewin et al<sup>3</sup>. Posteriormente Dromain et al<sup>4</sup> optimizó el protocolo de realización en 2011, siendo aprobado por la FDA y propagándose su uso clínico a partir de entonces.
- La exploración requiere un mamógrafo adaptado que permita el uso de la tecnología de doble energía y un software para el postproceso de la imagen adquirida.

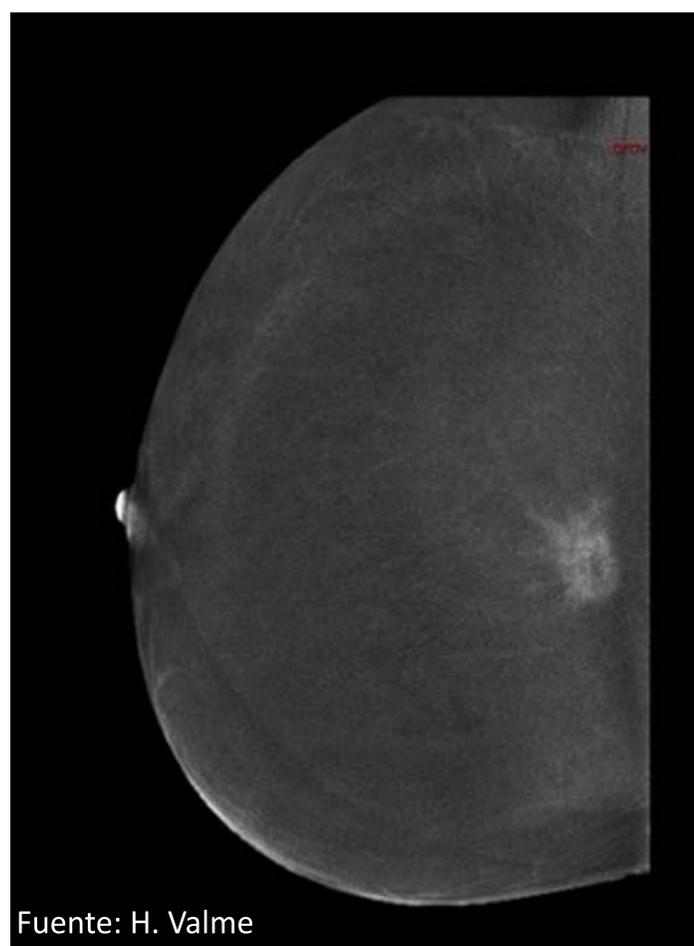
# ¿Qué es la CESM?

- Es un estudio formado por dos imágenes evaluables de cada proyección:



## IMAGEN DE BAJA ENERGÍA

Usa un nivel de kilovoltaje inferior al límite K de absorción del yodo (33,2 keV), por lo que este no es identificable en dicha proyección. La imagen adquirida es comparable a la mamografía digital.



## IMAGEN RECOMBINADA

Resulta de un proceso de sustracción digital a partir de las imágenes tomadas de alta y baja energía. En este proceso se resta de la imagen de alta energía el tejido normal mamario de la imagen de baja energía. Esto crea una imagen en donde sólo se muestra las áreas de realce de contraste.

\*La imagen de alta energía (no mostrada) se usa para realizar el postproceso digital y obtener la imagen re combinada pero por sí misma no es interpretable.

# ¿Qué aporta la CESM respecto al resto técnicas?

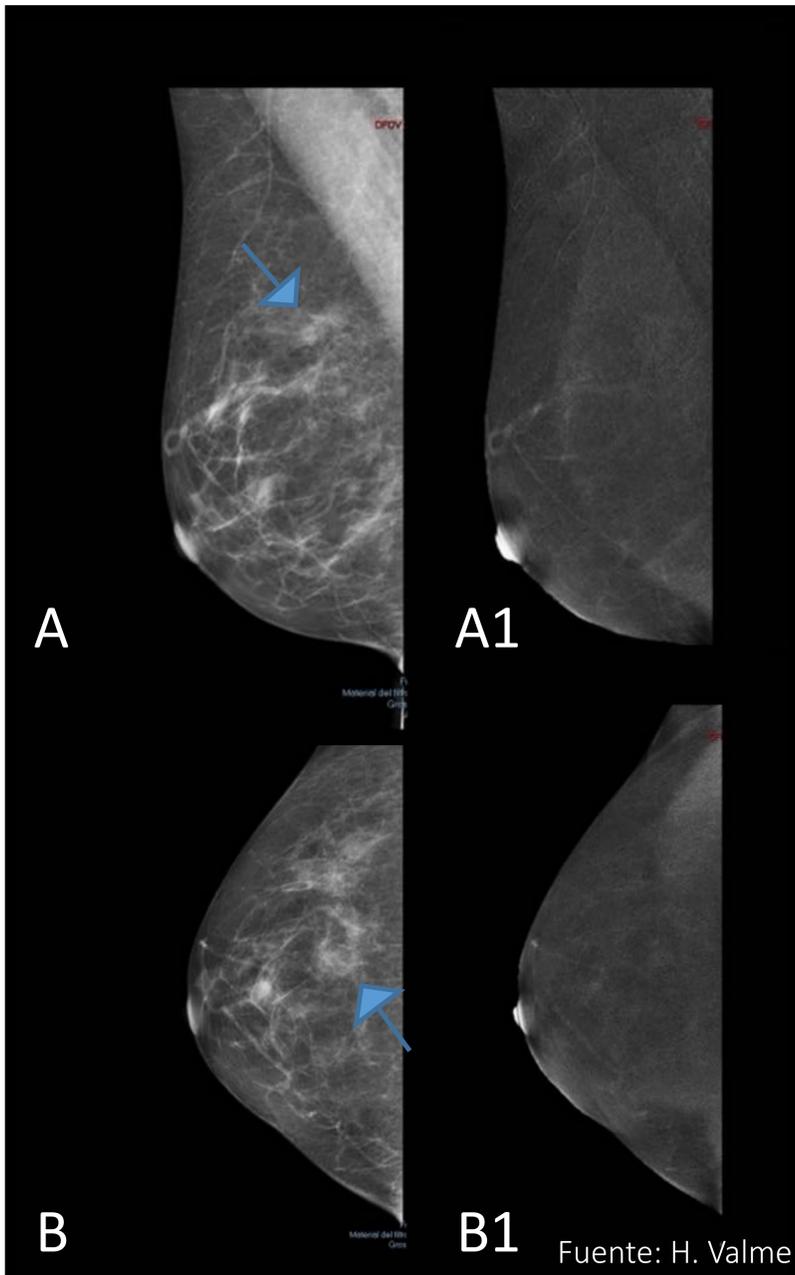
- Actualmente es una **técnica complementaria** en imagen mamaria, al igual que lo es la resonancia magnética (RM) de mama.
  - Sensibilidad: 98% (IC 95%: 96-100%)<sup>5,6</sup>.
  - Especificidad: 78% (IC 95%: 56-90%)<sup>5,6</sup>.
  - Valor predictivo negativo: 100%<sup>5,6</sup>.
    - Superior frente a mamografía y ecografía en la detección de cáncer de mama.
    - Comparable a la resonancia RM en la detección de cáncer de mama.
- Es una técnica cuyas indicaciones son similares a la RM, con un rendimiento diagnóstico equiparable. De ahí que se haya **situado como una alternativa posible a la RM**, especialmente en centros donde no está disponible o existen limitaciones para su uso.

# La CESM en la práctica diaria

- **Indicaciones:**

- Duda diagnóstica (Fig. 1) por hallazgos no concluyentes en otras pruebas (VPN 100% para cáncer de mama respecto a la mamografía digital<sup>5</sup>).
- Seguimiento/cribado de mujeres con mama densa, (Fig. 2) donde la sensibilidad de la mamografía desciende drásticamente<sup>6</sup>.
- Estadificación local del cáncer de mama (Fig. 3): resultados comparables a la RM<sup>7</sup>.
- Otras indicaciones en expansión<sup>5</sup>:
  - Cribado poblacional del cáncer de mama.
  - Diferenciar cicatriz postquirúrgica de recidiva tumoral tras cirugías conservadores (Fig. 4).
  - Evaluación de la respuesta del cáncer de mama a la quimioterapia en neoadyuvancia (Fig. 5).

• **Indicaciones:**



Duda diagnóstica

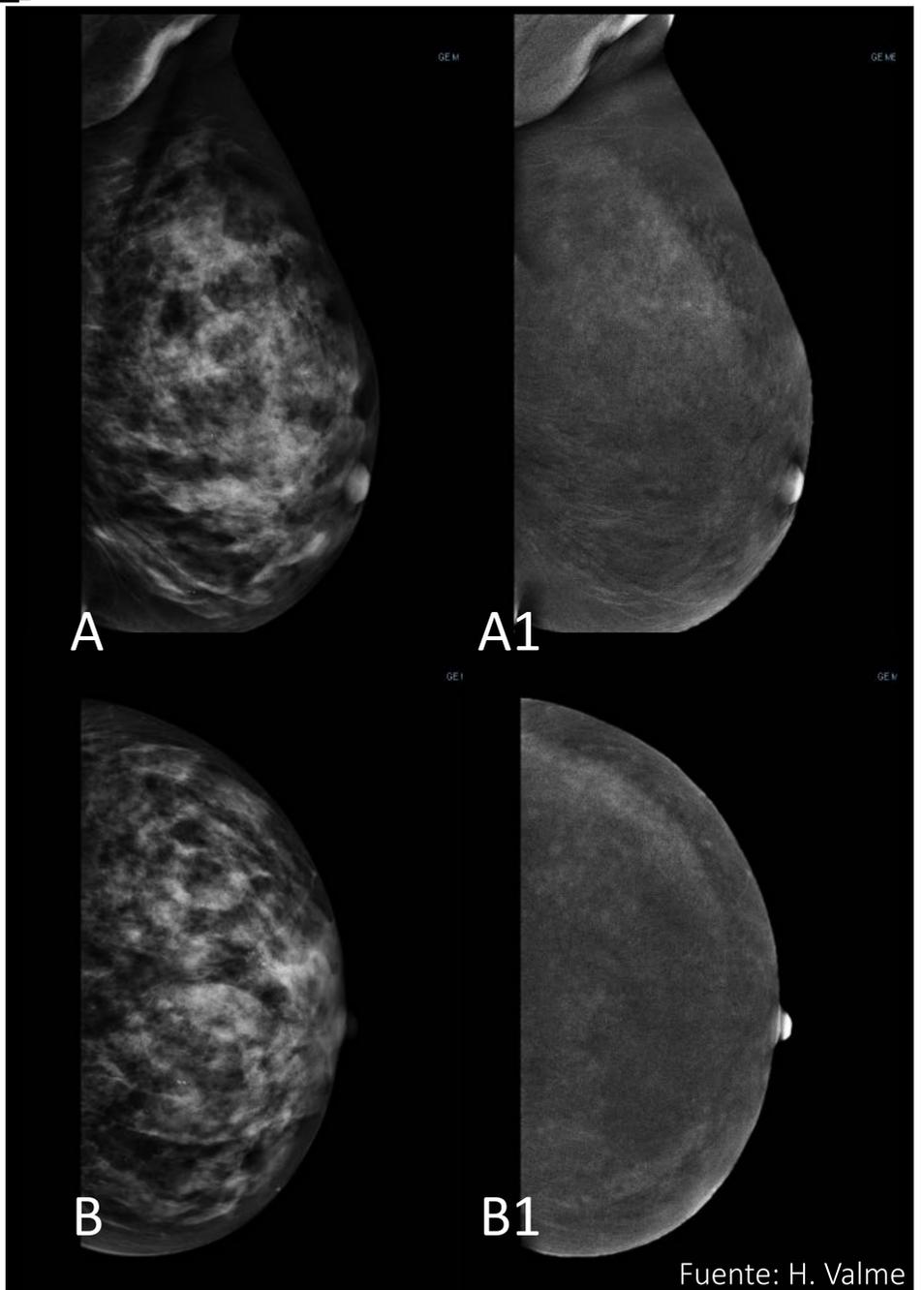
**Fig 1. Duda diagnóstica.**

Mujer derivada del Programa de Detección Precoz de Cáncer de Mama por DAF en CSE de MD. Imagen mamográfica (A y B) y re combinada (A1 y B1) en proyección OML (A) y CC (B) de la MD. Mamas de densidad media. DAF de bajaintensidad en CSE de la MD [flecha] que no realza con contraste. Hallazgo benigno.

Mama densa

**Fig 2. Estudio de la mama densa.**

Mujer en seguimiento por mama densa de difícil valoración. Imagen mamográfica (A y B) y re combinada (A1 y B1) en proyección OML (A) y CC (B) de la MI. No se identifican áreas de realce de contraste. Sin datos de malignidad.

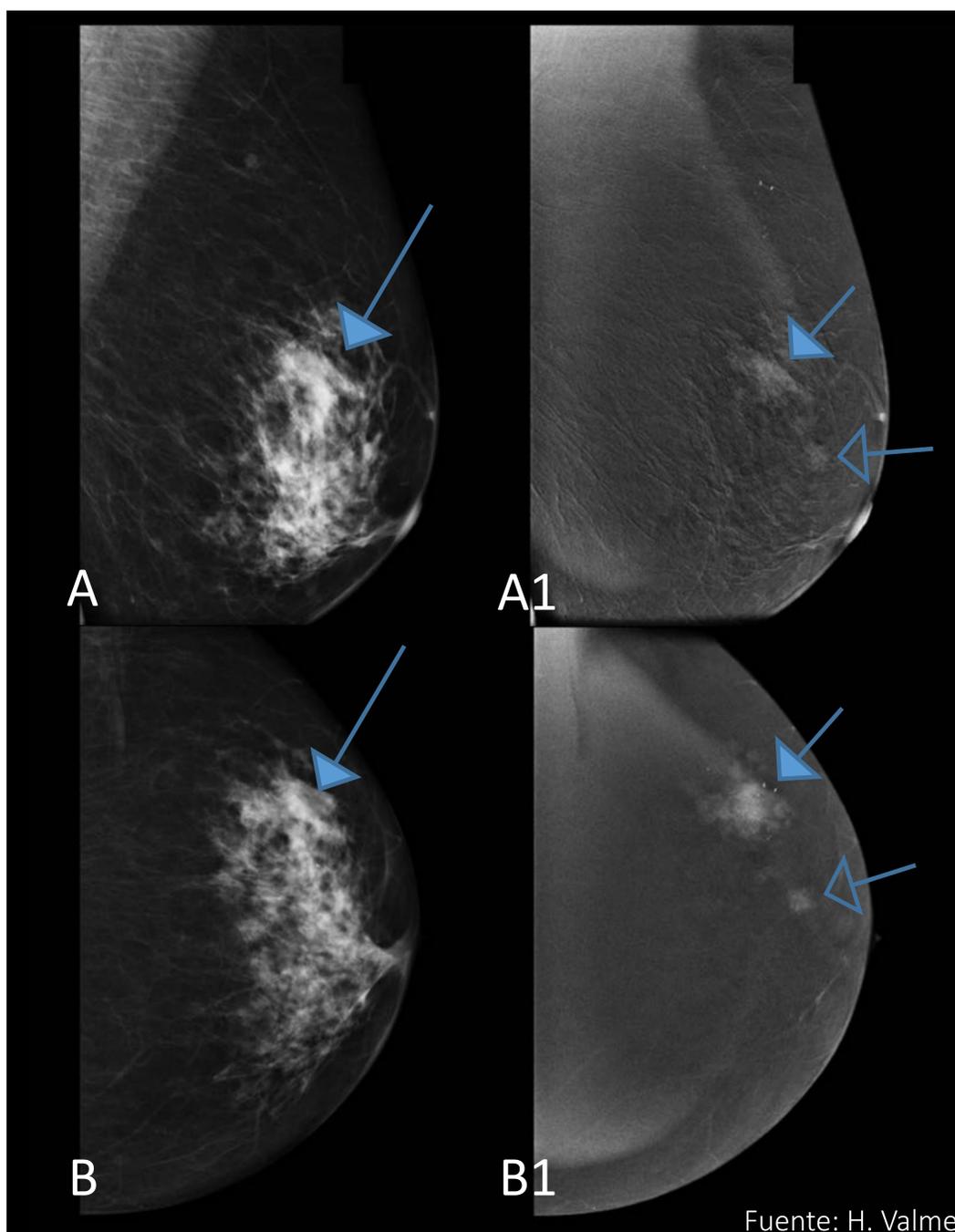


• **Indicaciones:**

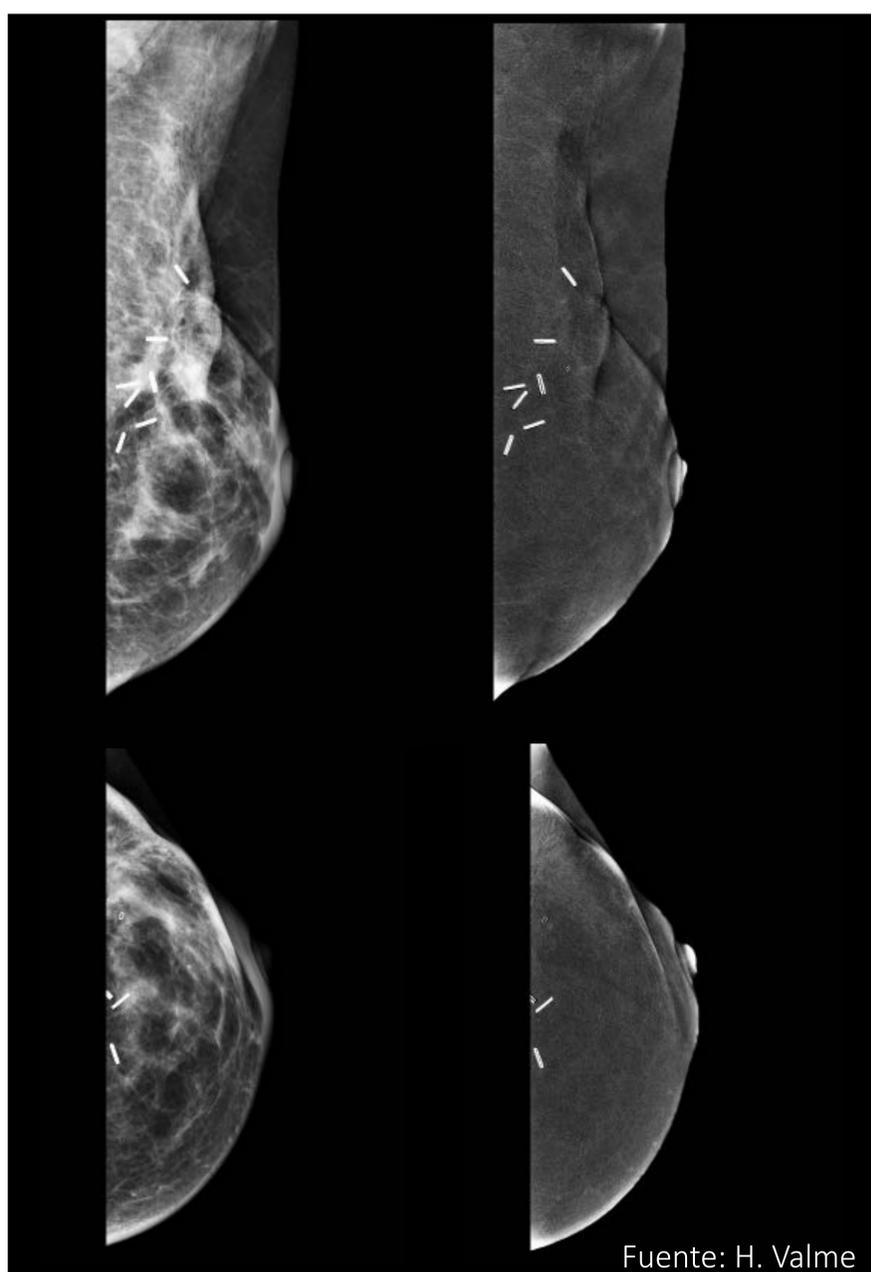
Estadificación local

**Fig 3. Estadificación local del cáncer de mama.**

Mujer que acude por nódulo palpable en MI. Imagen mamográfica (A y B) y re combinada (A1 y B1) en proyección OML (A) y CC (B) de la MI. DAF en CSE [flecha larga]. Realce tipo no masa heterogéneo de distribución segmentaria en UCE [flecha corta] que corresponde al nódulo palpable. Se identifica otro foco de realce retroareolar [flecha hueca] no identificable en estudio mamográfico. AP: carcinoma ductal infiltrante no especial en ambas lesiones.



Fuente: H. Valme



Fuente: H. Valme

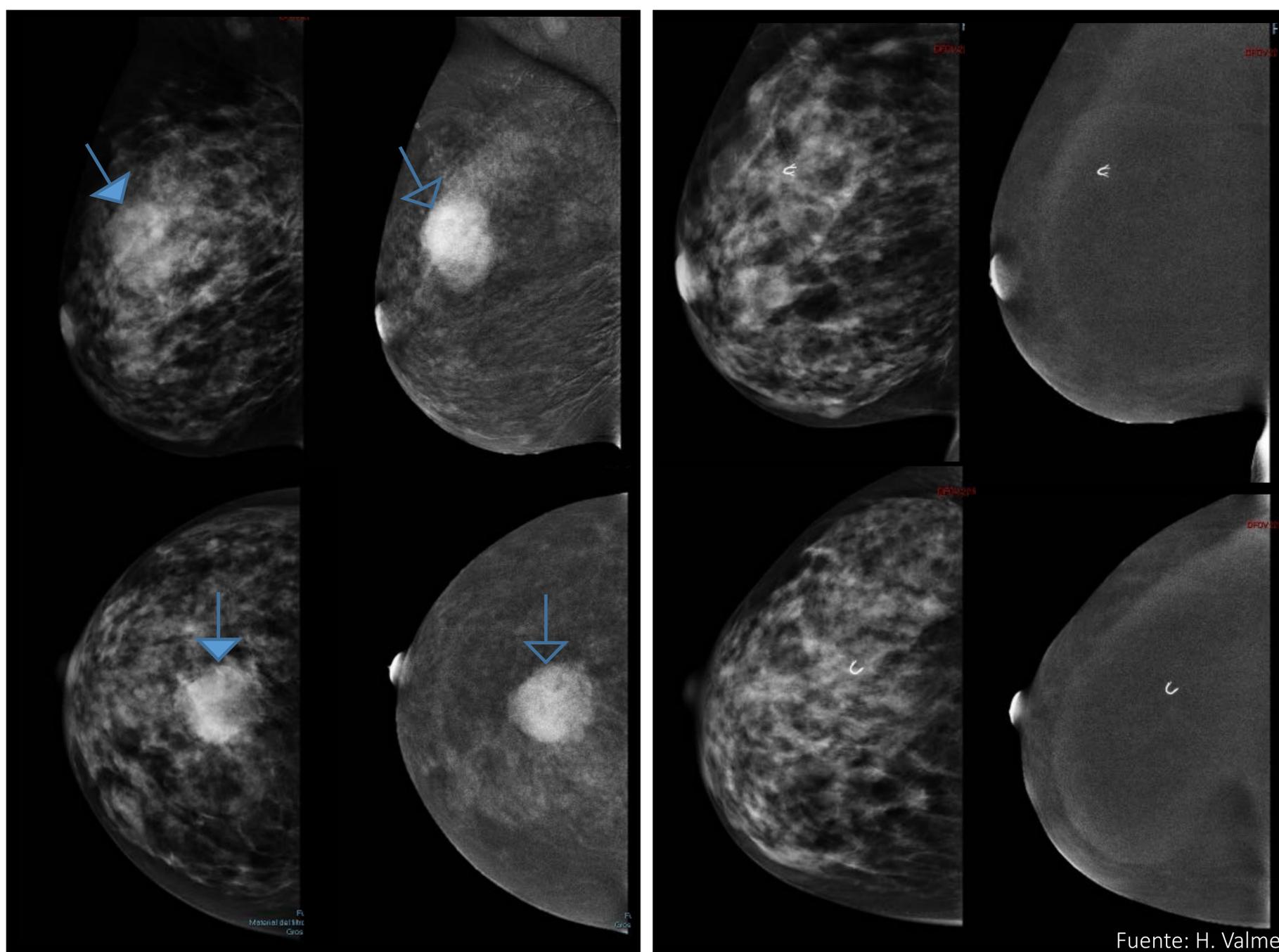
Sospecha recidiva sobre cicatriz postquirúrgica

**Fig 4. Sospecha de recidiva en cicatriz postquirúrgica.**

Mujer en seguimiento con cáncer de mama tratado en remisión y cambios clínicos sobre la cicatriz. Imagen mamográfica (A y B) y re combinada (A1 y B1) en proyección OML (A) y CC (B) de la MI. Distorsión y clips postquirúrgicos sin áreas de realce con contraste. Hallazgos benignos.

- **Indicaciones:**

Evaluación de respuesta a quimioterapia neoadyuvante



**Fig 5. Evaluación de la respuesta a quimioterapia neoadyuvante.** Mujer con carcinoma ductal infiltrante de mama subtipo no especial HER2+.

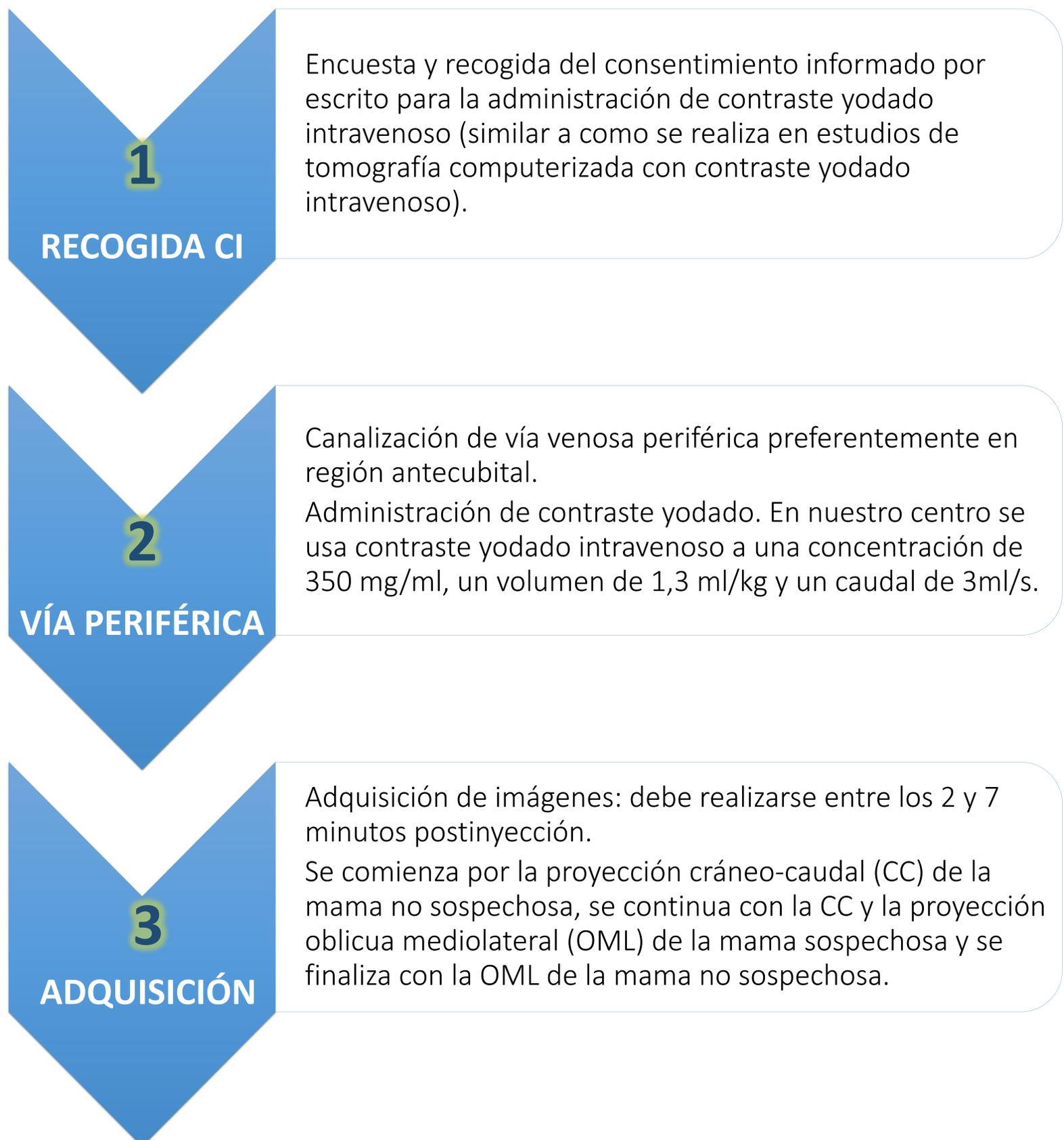
Izquierda: Estudio al diagnóstico. Imagen mamográfica (A y B) y re combinada (A1 y B1) en proyección OML (A) y CC (B) de la MD. Nódulo hiperdenso de bordes mal definidos en UCS [flecha] que en el estudio con contraste se comporta como un realce tipo masa de morfología levemente irregular, con realce intenso y heterogéneo [flecha hueca].

Derecha: Estudio al finalizar tratamiento quimioterápico a los 4 meses del diagnóstico. Imagen mamográfica (A y B) y re combinada (A1 y B1) en proyección OML (A) y CC (B) de la MD. Ausencia de visualización del nódulo y del realce. Respuesta radiológica completa.

El estudio histológico de la pieza quirúrgica confirma la respuesta patológica completa al tratamiento neoadyuvante.

# La CESM en la práctica diaria

- **Realización del estudio:** Similar a la realización de una mamografía, salvo por la necesidad de administración de contraste intravenoso. Dura unos **7 minutos**<sup>8</sup>.



# La CESM en la práctica diaria

**4****POSTPROCESO**

El técnico no requiere realizar ninguna modificación manual: el propio equipo toma de forma consecutiva y automática las dos adquisiciones de cada proyección.  
El equipo de forma automática genera la imagen re combinada.

**5****FIN  
ADQUISICIÓN**

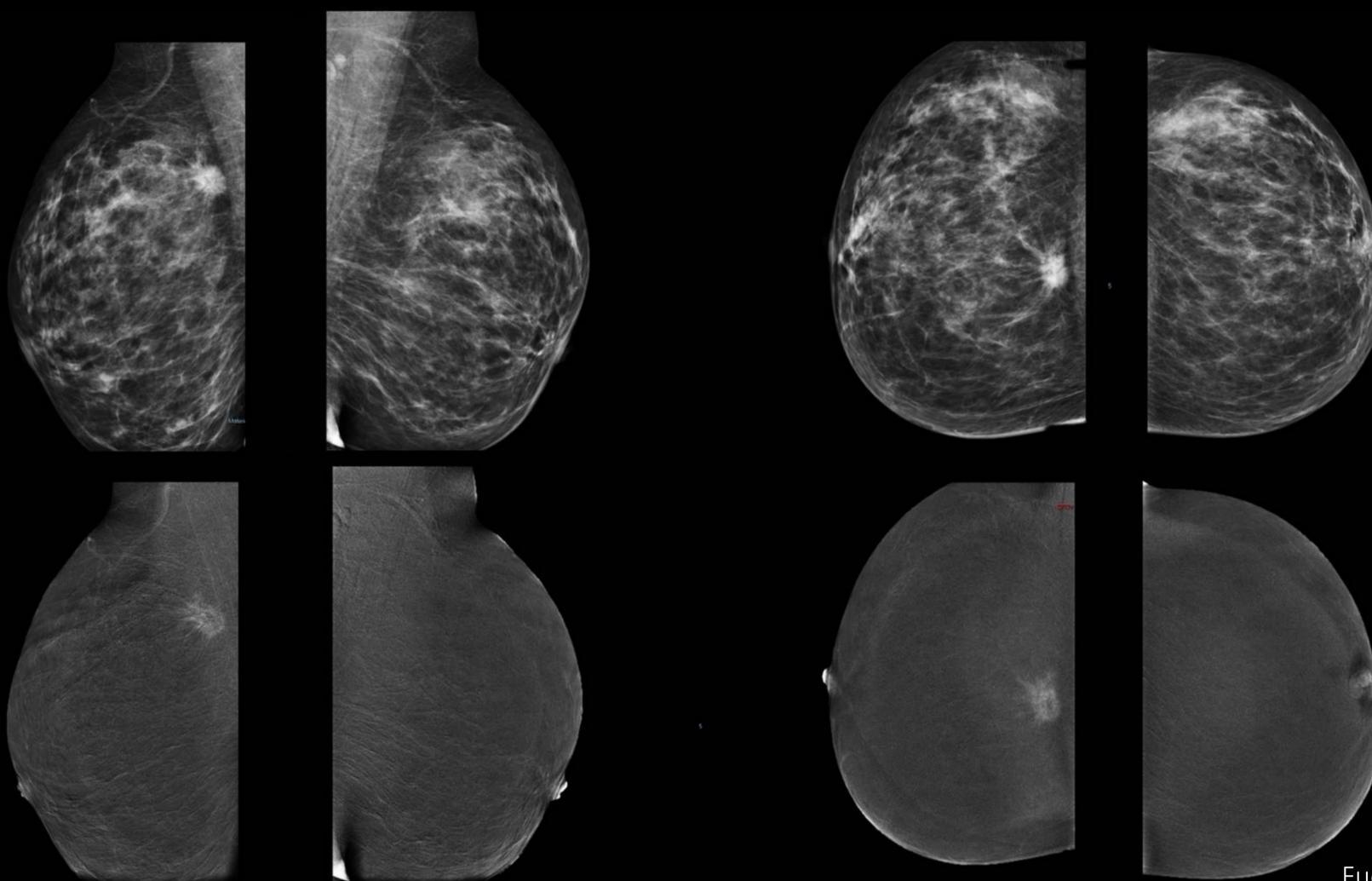
Finalización del estudio.  
Se facilitan recomendaciones generales tras el uso de contraste yodado intravenoso y vigilancia de reacciones adversas precoces.

**6****INFORME**

Interpretación de hallazgos.  
Elaboración del informe radiológico.

# Interpretación de hallazgos

- **OBJETIVO:** identificar lesiones sospechosas de malignidad.
- La lectura completa de una exploración CESM incluye la evaluación dos imágenes por cada proyección (adquisición de baja energía e imagen recombinaada).
- La integración de la información de las dos imágenes nos permitirá orientar el grado de sospecha de la lesión.



Fuente: H. Valme

**Fig.6. Conjunto de imágenes que forman un estudio CESM completo.**

Incluye imágenes de baja energía y recombinaada de las proyecciones CC y OML de ambas mamas. Nótase un nódulo espiculado en unión de cuadrantes superiores de la mama derecha con realce de contraste en la imagen recombinaada, altamente sospechoso de malignidad.

# Interpretación de hallazgos

## • INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN DE BAJA ENERGÍA:

- La lectura de la adquisición de baja energía se hace de forma análoga a cómo se realiza la lectura de mamografía habitual.
- Se aplica los descriptores de acuerdo al Atlas ACR BIRADS® 5ª Ed<sup>9</sup>. para la modalidad de mamografía. *La exposición de descriptores e interpretación de la mamografía excede los objetivos de esta presentación y puede consultarse en la fuente original.*

## • INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN RECOMBINADA:

- La lectura de la imagen recombinaada es un área de debate actual.
- El Atlas ACR BIRADS® Atlas 5ª Ed recoge guías para las modalidades de mamografía, ecografía, resonancia magnética y recientemente también recoge la modalidad de tomosíntesis. CESM aún no ha sido incluida.
- Dada la similitud en cuanto a hallazgos semiológicos con la RM (en la exploración de RM mamaria también se administra contraste intravenoso basando sus hallazgos en el principio de neoangiogénesis), ya son varios los autores<sup>10,11</sup> que han estudiado la validación de los descriptores y categorías ACR BIRADS® de la modalidad de RM para su aplicación en una exploración de CESM con resultados equiparables en cuanto a la adecuada identificación de lesiones benignas y malignas, por lo que su uso se está extendiendo.

# Interpretación de hallazgos

- **INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN RECOMBINADA:**

- A grandes rasgos la interpretación de la imagen re combinada se centra en:

IDENTIFICAR ÁREAS DE  
CAPTACIÓN DE CONTRASTE  
y sus características semiológicas.

- **Debe tenerse en cuenta que:**

- Las lesiones que no captan contraste son benignas (VPN 100%).
- Hay algunas lesiones benignas que pueden captar contraste (E 78%).
- Hay características semiológicas de los realces que orientan hacia benignidad o malignidad.

- **Implicación en el manejo clínico:**

- En esencia, la imagen re combinada permite descartar con alta probabilidad una lesión maligna si esta no muestra realce.
- Si una lesión muestra realce sus características semiológicas nos ayudan a orientar su naturaleza, de ahí la importancia de usar un léxico estandarizado. Para CESH se ha extendido el uso de los descriptores ACR BIRADS® para RM por ser una técnica que también atiende a la información metabólica de las lesiones.

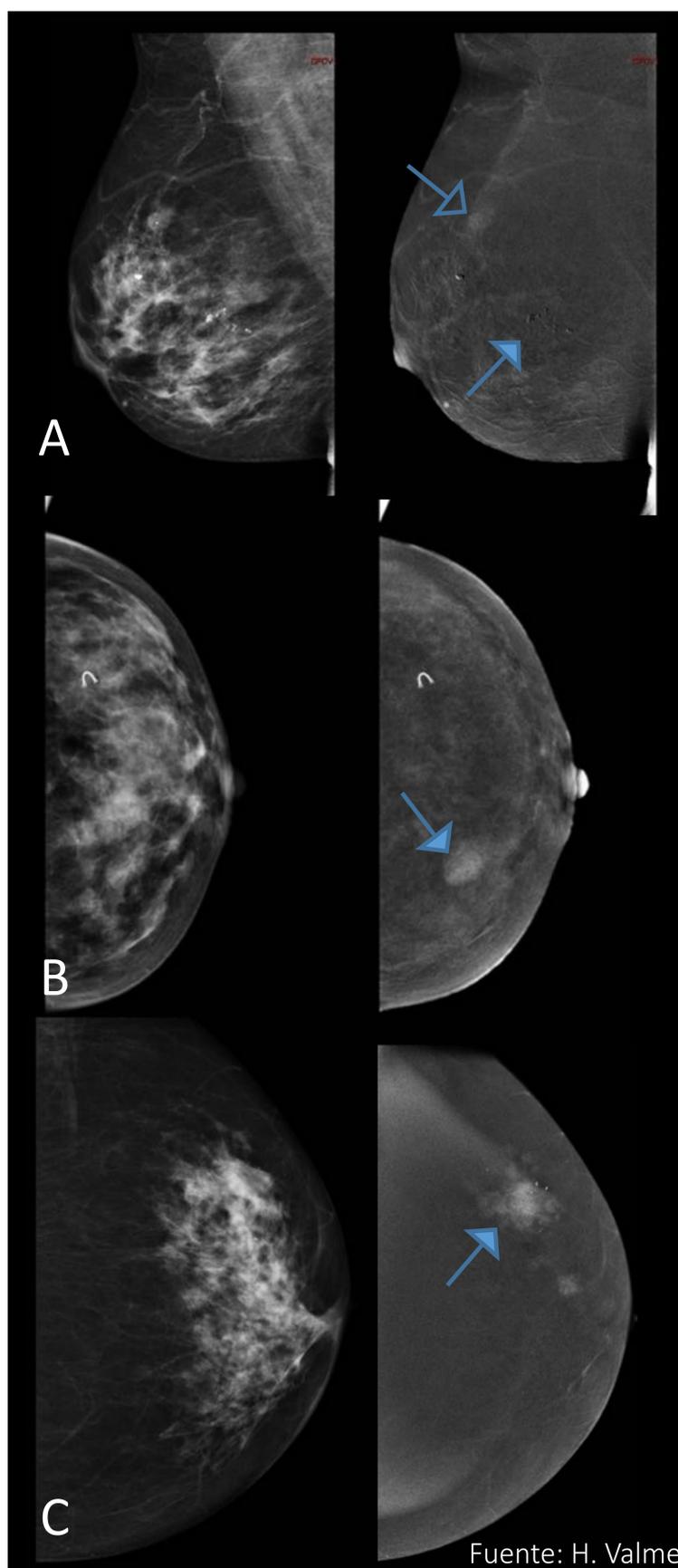
• **INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN RECOMBINADA:**

Hallazgos que orientan a benignidad (Fig 7a)

- Ausencia de realce.
- Realce tipo masa de morfología ovalada/redonda con margen circunscrito y realce homogéneo.

Hallazgos que orientan a malignidad (Fig 7b y c)

- Realce tipo masa que no cumple criterios de benignidad.
- Realce tipo no masa.



**Fig 7a. HALLAZGOS BENIGNOS.**

Proyección OML MD.

- Ausencia de realce de la zona de microcalcificaciones en CII [flecha]. AP: Fibroadenoma/cambios fibromatoides con hiperplasia intraductal y calcificaciones intraluminares.
- Realce tipo masa de bordes circunscritos y realce homogéneo en UCS [flecha hueca]. AP: fibroadenoma.

**Fig 7b. HALLAZGOS MALIGNOS.**

Proyección CC MI. Nótese el intenso patrón de realce glandular de fondo.

- Realce tipo masa de bordes poco definidos y realce heterogéneo en CII [flecha]. AP: Carcinoma infiltrante tipo no especial de alto grado.

**Fig 7c. HALLAZGOS MALIGNOS.**

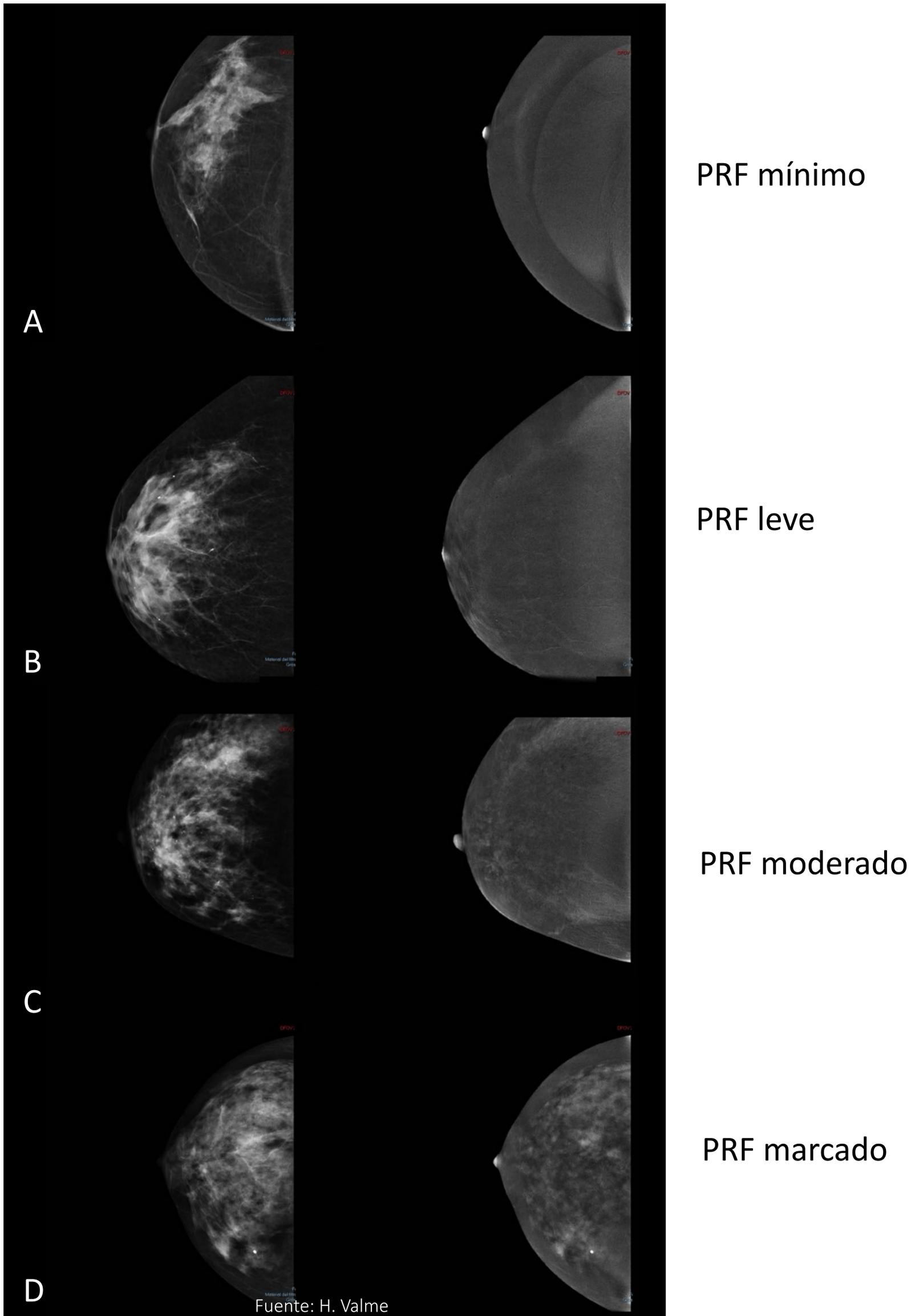
Proyección CC MI.

- Realce tipo no masa heterogéneo de distribución segmentaria en UCE [flecha]. AP: Carcinoma infiltrante tipo no especial. Nótese un foco adicional retroareolar, también maligno.

# Interpretación de hallazgos

## • INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN RECOMBINADA:

- Proponemos una **adaptación libre de los descriptores ACR BIRADS® en RM para aplicarlos en CESM** (Tabla 1) que en nuestra unidad resulta fácil de aplicar, acorde también a otras publicaciones<sup>10,11</sup>:
  - Realce fisiológico:
    - **Realce glandular de fondo** (Fig 8): es un realce normal del tejido glandular mamario conocido como patrón de realce de fondo (PRF) cuya distribución e intensidad varía de unas mujeres a otras, sin que se conozca claramente la causa. Puede superponerse a realces patológicos dificultando su identificación o falseando su tamaño.
  - Realce no fisiológico:
    - **Realce patológico**: deben identificarse, localizarse y caracterizarse semiológicamente. Se pueden clasificar en:
      - Lesión focal: pequeño foco <5mm de realce que no representa claramente una lesión y no se correlación con ninguna lesión en la imagen basal.
      - Lesión tipo masa (Fig. 9 y 10): lesión ocupante de espacio que puede desplazar o retraer tejido mamario.
      - Lesión tipo no masa (Fig. 11): lesión que ocupa un espacio tridimensional sin ejercer efecto de masa. Puede asociar en la mamografía basal áreas de microcalcificaciones, distorsiones o asimetrías focales, pero nunca con un nódulo o masa.
    - **Realce por artefactos** (Fig 12). Pueden dificultar la lectura:
      - Artefacto de borde: aparece de forma casi constante en las exploraciones. en un pseudorealce en forma de C que queda en el borde libre de la mama.
      - Otros.

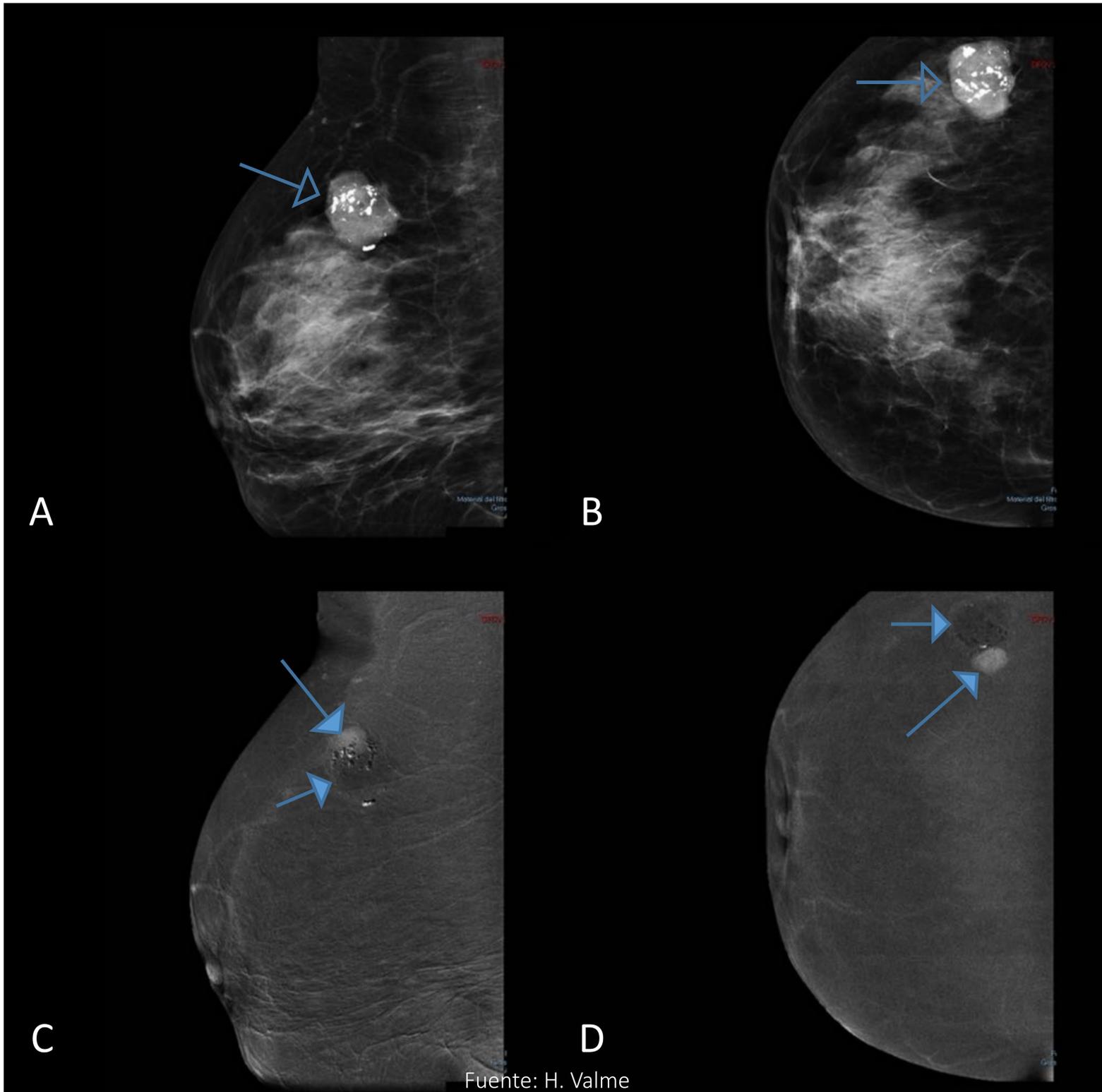


**Fig 8. Patrón de realce glandular de fondo (PRF).** Imagen de baja energía (izquierda) y re combinada (derecha) de la proyección CC de la MD en 4 mujeres con distinta PRF. A. PRF mínimo; B. PRF leve; C. PRF moderado; D. PRF marcado.

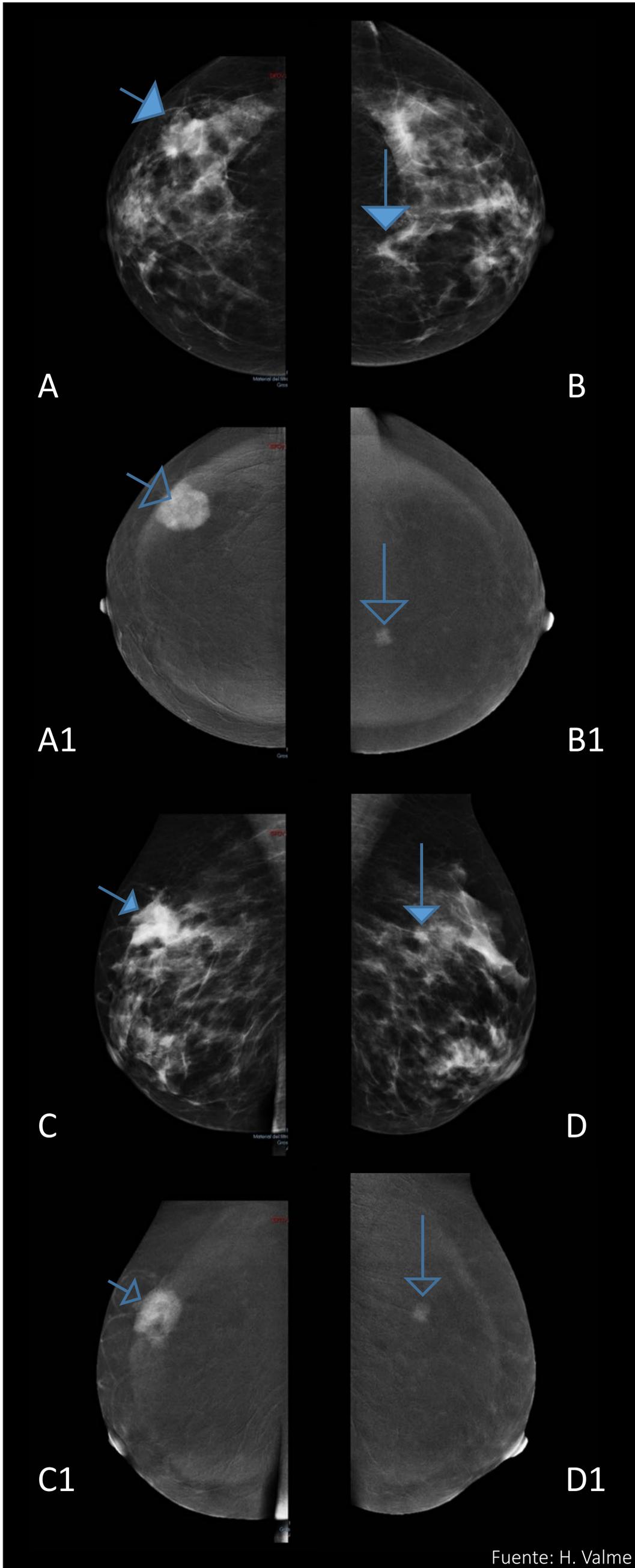
• **INTERPRETACIÓN DE LA IMAGEN RECOMBINADA:**

Tipo de realce		Hallazgo	Descriptor	Característica
<b>REALCE FISIOLÓGICO</b>		<u>Realce glandular de fondo</u> (Fig.8)	<i>Patrón de realce de fondo (PRF)</i>	Mínimo Leve Moderado Marcado
	<b>REALCE NO FISIOLÓGICO</b>	<b>Realce patológico</b>	<u>Lesión focal</u>	
<u>Lesión tipo masa</u> (Fig 9 y 10)			<i>Forma</i>	Ovalada Redondeada Irregular
			<i>Márgenes</i>	Circunscritos No circunscritos (irregular o espiculado)
			<i>Patrón de captación</i>	Homogéneo Heterogéneo En anillo Septaciones internas
			<i>Intensidad</i>	Leve Moderado Marcado
<u>Lesión tipo no masa</u> (Fig. 11)			<i>Distribución</i>	Focal Ductal/segmentaria/regional Difusa
			<i>Patrón de captación</i>	Homogéneo Heterogéneo Agrupada en anillo (cluster)
				<i>Intensidad</i>
<b>Realce por artefacto</b> (Fig 12)		<u>Artefacto de borde</u>		
		Otros		

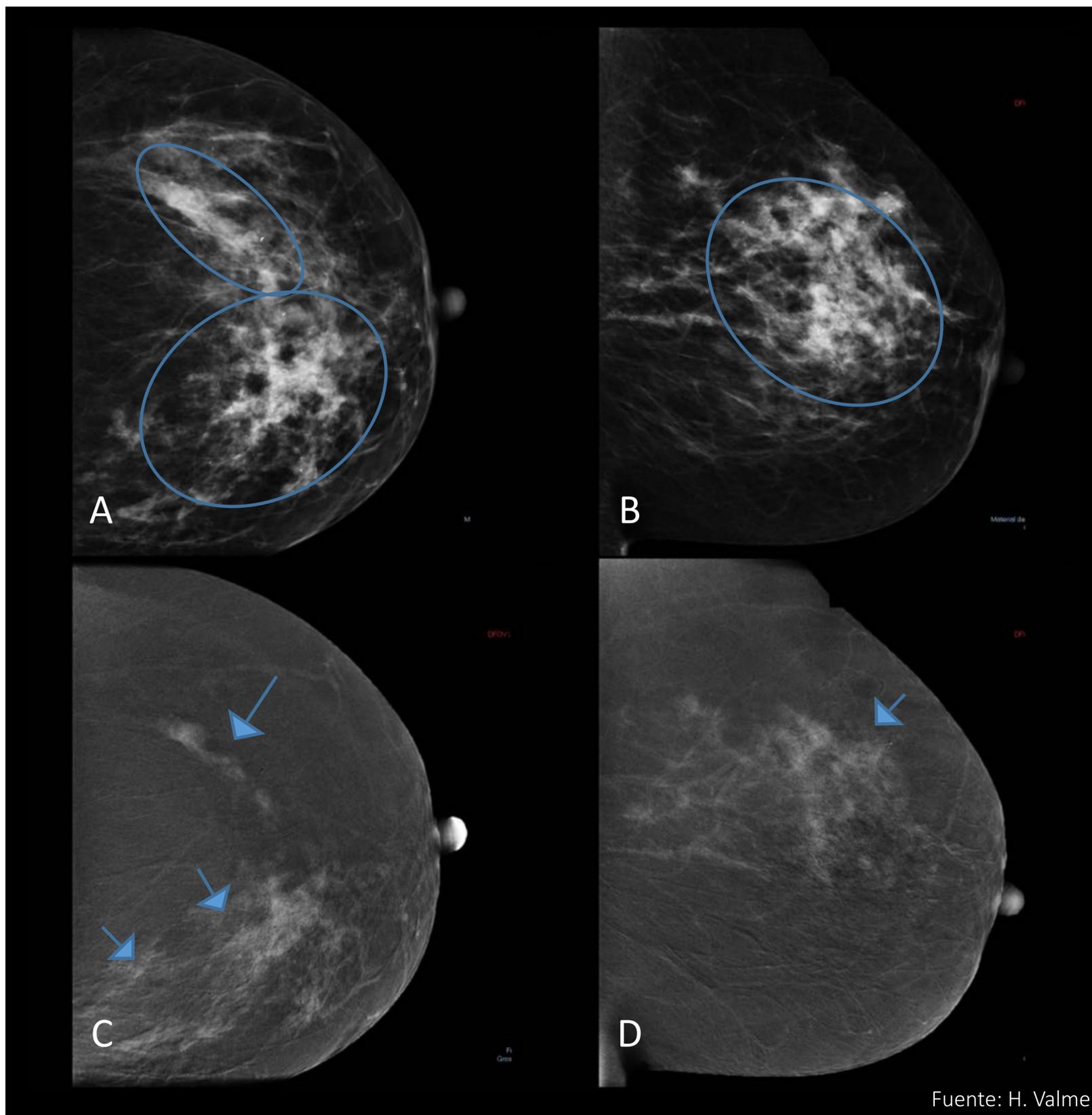
**Tabla 1.** Adaptación libre de los descriptores ACR BIRADS® en RM para aplicarlos en la interpretación de la imagen recombinaada en CESM<sup>10,11</sup>.



**Fig 9. Realce tipo masa de semiología benigna.** Imagen mamográfica (A, B) y recombinada (C, D) en proyección OML (A, C) y CC (B y D) de la mama derecha de una mujer que acude por nódulo palpable de reciente aparición. **A, B.** Nódulo circunscrito ovalado en CSE MD de 30x25mm con calcificaciones groseras de aspecto benigno [flecha hueca]. **C y D.** El nódulo descrito muestra dos áreas diferenciadas: una sin realce, no sospechosa [flecha corta] y otra en su porción interna y superior con realce tipo masa de 14x9mm de morfología oval, realce homogéneo de bordes bien definidos [flecha larga]. El estudio anatomopatológico confirmó benignidad (tumor fibroepitelial compatible con fibroadenoma).



**Fig 10. Realce tipo masa de semiología maligna.** Imagen mamográfica (A, B, C y D) y recombinada (A1, B1, C1 y D1) en proyección OML (C y D) y CC (A y B) de ambas mamas de una mujer que acude por nódulo palpable en mama derecha. A y C. Densidad asimétrica focal (DAF) en CSE MD altamente sospechoso [flecha corta]. B y D. En CSI MI se observa una distorsión con nódulo asociado también altamente sospechoso [flecha larga]. En la imagen recombinada se confirma el realce de las lesiones en mamografía: realce tipo masa de forma irregular, heterogéneo, márgenes mal definidos de 33x36mm en CSE de MD [flecha corta hueca] y otro realce tipo masa en CSI de MI irregular con realce heterogéneo y márgenes espiculados de 12 mm [flecha larga hueca]. El estudio anatomopatológico confirmó la presencia de dos lesiones tumorales (carcinoma ductal infiltrante tipo no especial).



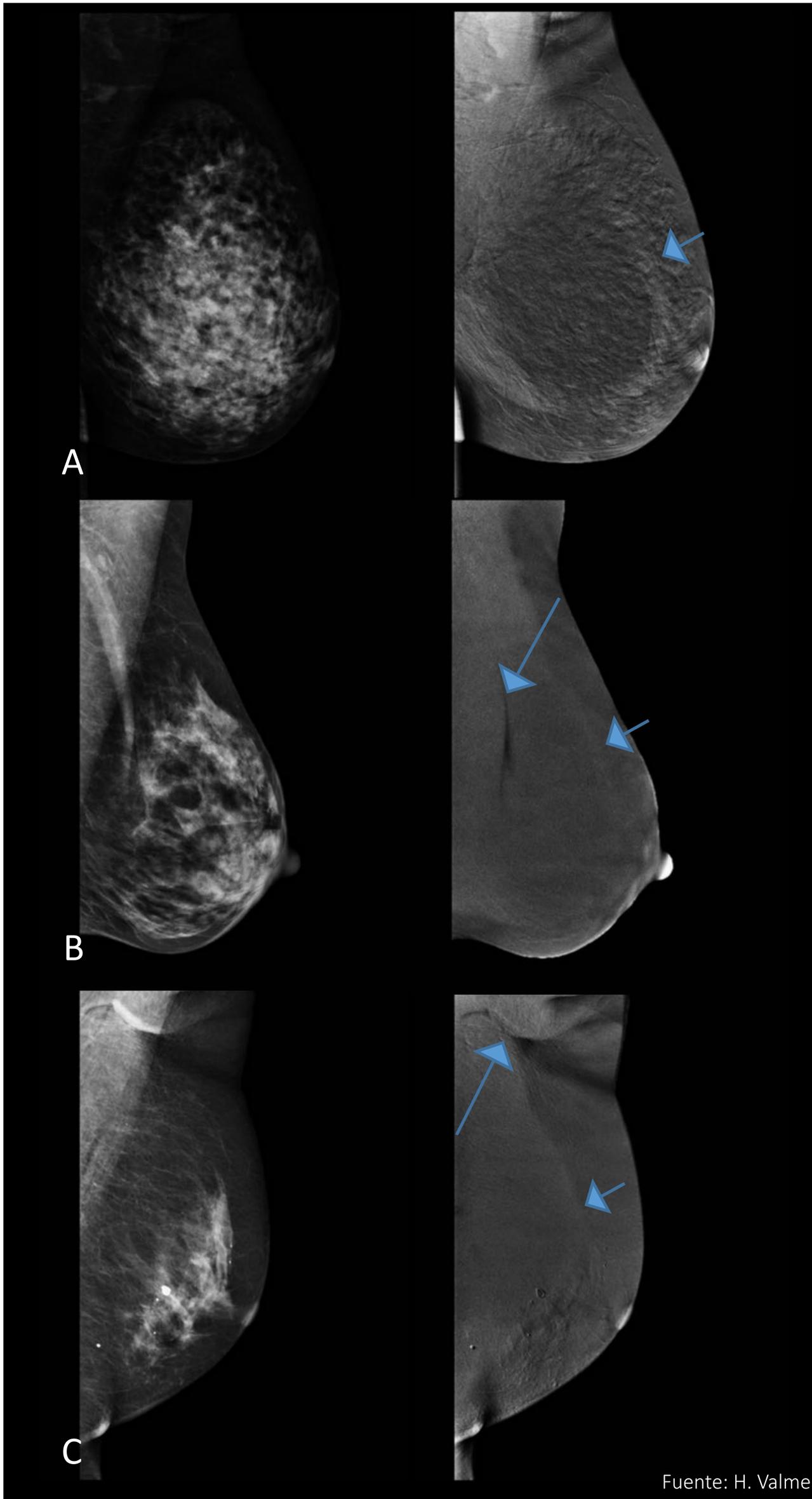
Fuente: H. Valme

**Fig 11. Realces tipo no masa.** Imagen mamográfica (A, B) y recombinaada (C, D) en proyección CC (A, C) y OML (B y D) de la mama izquierda de una mujer que acude por mastalgia, secreción láctea y sensación de masa.

A y B. Microcalcificaciones numerosas de distribución segmentaria en ambos cuadrantes superiores [óvalos].

C y D. En CSI MI se observa un realce tipo no masa heterogéneo, de distribución difusa de 9x17cm coincidente con las áreas de microcalcificaciones [flechas cortas]. En CSE de MI se observan otro realce tipo no masa heterogéneo de distribución segmentaria sólo visible en proyección CC (C) de 2 x 7 cm [flecha larga].

El estudio anatomopatológico confirmó la presencia de dos lesiones tumorales (carcinoma ductal infiltrante tipo no especial de alto grado).



Fuente: H. Valme

**Fig 12. Artefactos.** Proyección OML de la MI de tres mujeres (A, B y C) con distintos artefactos. Artefacto de borde (flecha corta) más marcado en A que en B y C. Artefacto por pliegue cutáneo (flecha larga en B y C).

# Informe del estudio

- Debe ser **conciso y estructurado** incluyendo la descripción de las dos imágenes (mamografía y recombinaada):
  - **Mamografía** (imagen de baja energía):
    - Densidad mamaria
    - Hallazgos según léxico BIRADS para mamografía.
  - **Recombinada:**
    - PRF
    - Hallazgos según léxico BIRADS para RM adaptados a CESM, a la espera de disponer de descriptores propios validados.
  - **Conclusión:**
    - Categoría BIRADS atendiendo a la integración de los datos de ambas imágenes.

# Ventajas CESM

- Técnica que permite **agilidad en su realización e interpretación** una vez adquirida cierta experiencia.
- Depende en exclusiva de las unidades de diagnóstico mamario, lo que agiliza y dota de **autonomía** a dichas unidades.
- Técnica con **menor coste** que la RM. Atendiendo a las indicaciones similares entre ambas técnicas ya se han publicado estudios que indican un ahorro económico sustancial que supondría implementar la CESM en la mayoría de indicaciones en las que está extendida la RM<sup>12</sup>.
- Técnica **mejor tolerada** que la RM<sup>13</sup>.

# Limitaciones CESM

- Uso de **radiación ionizante**.
  - Esta técnica supone entre un 54% y 81% más de radiación que la mamografía digital. Por ello en algunos centros donde se ha incluido la CESM como herramienta habitual de trabajo no se realiza esta técnica a menores de 45 años o portadoras de prótesis mamaria como medida de radioprotección.
- Uso de **contraste yodado intravenoso**, con las contraindicaciones/limitaciones que de ella derivan:
  - Reacciones alérgicas
  - Enfermedad renal crónica.
- Contraindicado durante el **embarazo**.
- **Efecto distorsionador del realce glandular de fondo**.  
En pacientes en donde la composición de la mama es heterogénea o densa previsiblemente el realce glandular será mayor y puede llegar a disminuir la capacidad para distinguir entre realces fisiológicos y patológicos.

# Conclusión:

La CESM es una técnica en expansión.

Es una prueba diagnóstica relativamente fácil de implementar en las unidades de imagen mamaria y de menor coste que la RM.

Aporta información muy útil para la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas en el el manejo del cáncer de mama.

# Bibliografía:

1. Sardanelli F, Fallenberg EM, Clauser P, Trimboli RM, Camps-Herrero J, Helbich TH, et al. Mammography: an update of the EUSOBI recommendations on information for women. *Insights into imaging*. 2017; 8(1): 11-8.
2. Carbonaro LA, Azzarone A, Paskeh BB, et al. Interval breast cancers: absolute and proportional incidence and blinded review in a community mammographic screening program. *Eur J Radiol*. 2014;83:e84–e91. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.11.025.
3. Lewin JM, Isaacs PK, Vance V, et al. Dual-energy contrast-enhanced digital subtraction mammography: Feasibility. *Radiology*. 2003;229(1):261-8.
4. Dromain C, Thibault F, Muller S, Rimareix F, Delaloge S, Tardivon A, Balleyguier C. Dual-energy contrast enhanced digital mammography: initial clinical results. *Eur Radiol*. 2011;21(3):565–74.
5. Patel BK, Lobbes MBI, Lewin J. Contrast Enhanced Spectral Mammography: A Review. *Semin ultrasound CT*. 2018;39(1):70-9.
6. Tagliafico AS, Bignotti B, Rossi F, Signori A, Sormani MP, Valdora F, et al. Diagnostic performance of contrast-enhanced spectral mammography: Systematic review and meta-analysis. *Breast*. 2016;28: 13–9.
7. Fallenberg EM, Dromain C, Diekmann F, Engelken F, Krohn M, Singh JM, et al: Contrast-enhanced spectral mammography versus MRI: Initial results in the detection of breast cancer and assessment of tumour size. *Eur Radiol*. 2014;24(1):256-64.
8. Travieso Aja MM, Rodríguez Rodríguez M, Alayón Hernández S, Vega Benítez V, Luzardo OP. Mamografía con realce de contraste mediante técnica de energía dual. *Radiología*. 2014;56(5):390-9. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2014.05.003.
9. D’Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, Morris EA, et al. *ACR BI-RADS® Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System*. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.
10. Kamal RM, Helal MH, Mansour SM, Haggag MA, Nada OM, Farahat IG, et al. Can we apply the MRI BI-RADS lexicon morphology descriptors on contrast-enhanced spectral mammography?. *Br J Radiol*. 2016; 89 :20160157.
11. Travieso-Aja MM, Maldonado-Saluzzi D, Naranjo-Santana P, Fernández-Ruiz C, Severino-Rondón W, Rodríguez MR, et al. Evaluación de la aplicabilidad del léxico BI-RADS® de la resonancia magnética para la interpretación de la mamografía digital con contraste. *Radiología*, 2019; 61(6): 477-88.
12. Patel BK, Gray RJ, Pockaj BA. Potential Cost Savings of Contrast- Enhanced Digital Mammography. *AJR Am J Roentgenol*. 2017; 208(6), W231-W237.
13. Hobbs MM, Taylor DB, Buzynski S, Peake RE. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM) and contrast enhanced MRI (CEMRI): patient preferences and tolerance. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2015;59(3):300–5. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.12296>.