

# El software EVP Plus ofrece procesamiento de imágenes de última generación para sistemas CR y DR

## Introducción

Los técnicos radiólogos esperan un alto nivel de automatización y eficiencia en la tecnología que utilizan para su flujo de trabajo diario, lo que significa que esperan tener una interacción mínima con el software de modalidad de la tecnología. De igual manera, los radiólogos necesitan la flexibilidad para especificar las preferencias de visualización de diagnóstico individualizado de su ubicación.

En palabras de la tecnología de procesamiento de imágenes, esto significa que el mayor desafío implica lograr un alto nivel de automatización a la vez que se ofrece flexibilidad y una operación sencilla. Esto representa un desafío considerable cuando se trata de radiografías de proyección digital, donde los sistemas de imágenes por rayos X de los pacientes que usan radiografías digitales (DR) en panel

plano o de radiografías computarizadas (CR) de fósforo fotoestimulables requieren un paso de procesamiento para transformar las imágenes capturadas en una forma adecuada para la interpretación de diagnósticos.

El software DirectView EVP Plus de CARESTREAM supera este desafío con éxito de las radiografías de proyección digital. EVP Plus procesa automáticamente imágenes de calidad de diagnóstico DR y CR y las convierte a PACS, basándose en preferencias que cada ubicación puede especificar de forma exclusiva.

## Procesamiento de imágenes de EVP Plus

La Figura 1 es un diagrama de flujo compuesto por las seis etapas de procesamiento automático más importantes del algoritmo de EVP Plus.

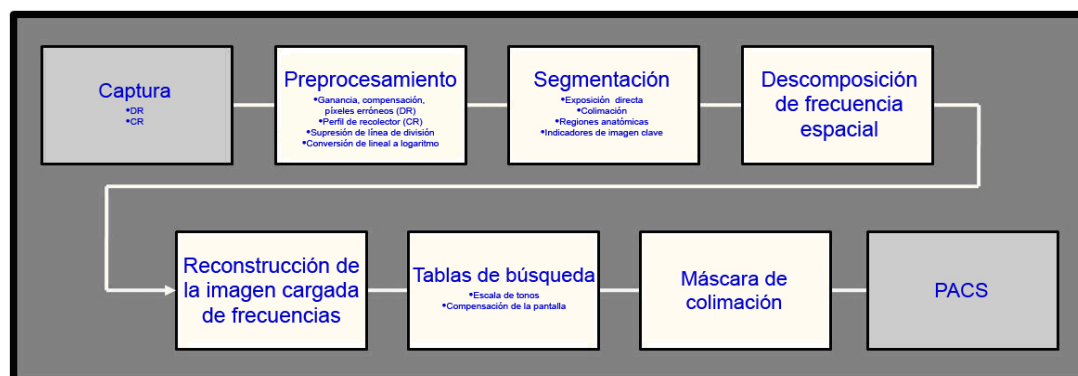
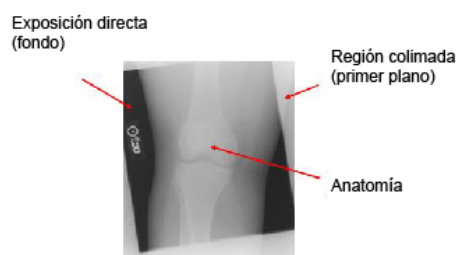


Figura 1: diagrama de flujo del procesamiento de EVP Plus

## Documento informativo | Software DirectView EVP Plus de CARESTREAM

Durante la etapa de preprocesamiento, se realizan varias correcciones tales como la ganancia del detector y los ajustes de compensación en los datos de píxeles sin procesar. Estas correcciones calibran el receptor de la imagen para que tenga una respuesta consistente a las exposiciones a los rayos X en todo el campo de visión. La etapa de preprocesamiento también incorpora la conversión de línea a logaritmo de los valores de píxeles. La conversión logarítmica asegura que la forma del histograma de valor del código de la imagen no varíe ante el nivel de exposición, lo que facilita un procesamiento robusto y consistente. Si se utiliza la rejilla fija durante la adquisición de la imagen y existe un patrón de línea de división, el software de preprocesamiento detectará el patrón y disminuirá la amplitud de las variaciones de la señal. La supresión de las líneas de división evita que los defectos generen interferencias, como el efecto Moiré, cuando se cambia el tamaño de las imágenes para mostrarlas en monitores PACS.

Una vez que el preprocesamiento esté listo, la imagen se segmenta y se clasifica cada píxel en una de tres regiones: 1) anatomía relevante para el diagnóstico, que generalmente corresponde a la región dentro de la línea de la piel; 2) colimación; y 3) exposición directa. La Figura 2 identifica las tres regiones principales que se segmentan.



**Figura 2: las tres regiones de la imagen que se segmentan**

Dentro de la anatomía, se usan algoritmos para refinar la estimación de las regiones importantes para el diagnóstico, como huesos, tejidos blandos y espacios con aire. La etapa de segmentación identifica con

más profundidad las regiones radiopacas relativamente menor dentro de la línea de la piel, incluidos marcadores de plomo y marcapasos.

El software EVP Plus ignora los valores de píxeles que corresponden a las regiones radiopacas cuando encuentra parámetros que impulsan una mejora de frecuencia espacial, y genera tablas de búsqueda para la interpretación de imágenes en escala de grises. En el caso de CR, puede haber ocasiones en la que existen varios campos de exposición en una sola placa. En esos casos, el software identifica automáticamente cada región y luego trata a cada campo de exposición como una imagen individual. La salida en la etapa de segmentación es un conjunto de indicadores de imagen clave, o en el caso de un examen CR de exposiciones múltiples, conjuntos de indicadores. Se utilizan estos indicadores de imagen clave para impulsar una conversión de imagen dependiente de la señal.

El primer paso para convertir las imágenes es la descomposición de bandas de multifrecuencia. Este es un enfoque eficaz que permite manipular de forma independiente el contraste de características de distintos tamaños en la anatomía. El contraste relativo de estas características puede ajustarse para producir una visualización preferida para la interpretación de diagnósticos por cada tipo de examen. La descomposición de banda de frecuencia implica un proceso que hace a la imagen cada vez más borrosa aumentando los grados para crear una serie de imágenes con filtrado de paso bajo. Las imágenes resultantes se utilizan para crear una serie de imágenes que representan diferentes bandas de frecuencia espacial. Cada banda de frecuencia representa una gama particular de tamaños de características anatómicas. Por ejemplo, las bandas de baja frecuencia representan variaciones de contraste anatómico, como las que hay entre los campos del mediastino y el pulmón, mientras que las bandas de alta frecuencia representan variaciones de contraste pequeñas, como la trabécula ósea. Las bandas de alta frecuencia también

## Documento informativo | Software DirectView EVP Plus de CARESTREAM

suelen incluir las variaciones minúsculas asociadas al ruido cuántico.

Una vez que la imagen se descompone en bandas de frecuencia, los valores de píxeles en cada banda se multiplican por un término de ganancia que esencialmente aumenta o disminuye (si el término de ganancia es  $<1,0$ ) el contraste de los atributos de la imagen que esa banda representa. El grado de mejora o supresión por cada banda de frecuencia espacial no es un valor fijo dentro de EVP Plus. En lugar de eso, las ganancias de banda de frecuencia son una función del nivel de exposición y de la magnitud del borde. Específicamente, EVP Plus incorpora una función dependiente de la magnitud del borde que modula la ganancia para mitigar defectos que generen halos (anillos) alrededor de bordes de alto contraste. Este enfoque mejora los detalles sutiles sin enfatizar de más los bordes de alto contraste susceptibles a defectos que generan halos (Figura 3).

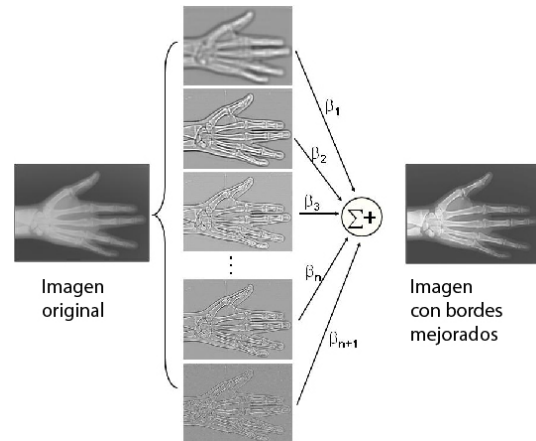


**3a: Defecto de halo**

**3b: procesamiento EVP Plus**

En niveles de exposición de diagnóstico, la fuente predominante de sonido en una imagen radiográfica es el ruido cuántico. A medida que los niveles de exposición a los rayos X disminuyen dentro de la gama de diagnóstico, la relación entre señal y ruido (SNR) también disminuye, lo que conlleva un aumento del ruido visible. Como el ruido visible varía en espacio ya que corresponde a las regiones de exposición relativamente más altas o más bajas, EVP Plus aplica mayor supresión en regiones de menor exposición.

Después de manipular las bandas de frecuencias, se las vuelve a combinar para reconstruir la imagen mejorada por frecuencia (Figura 4).



**Figura 4: descomposición multifrecuencia de EVP Plus y reconstrucción mejorada por frecuencia**

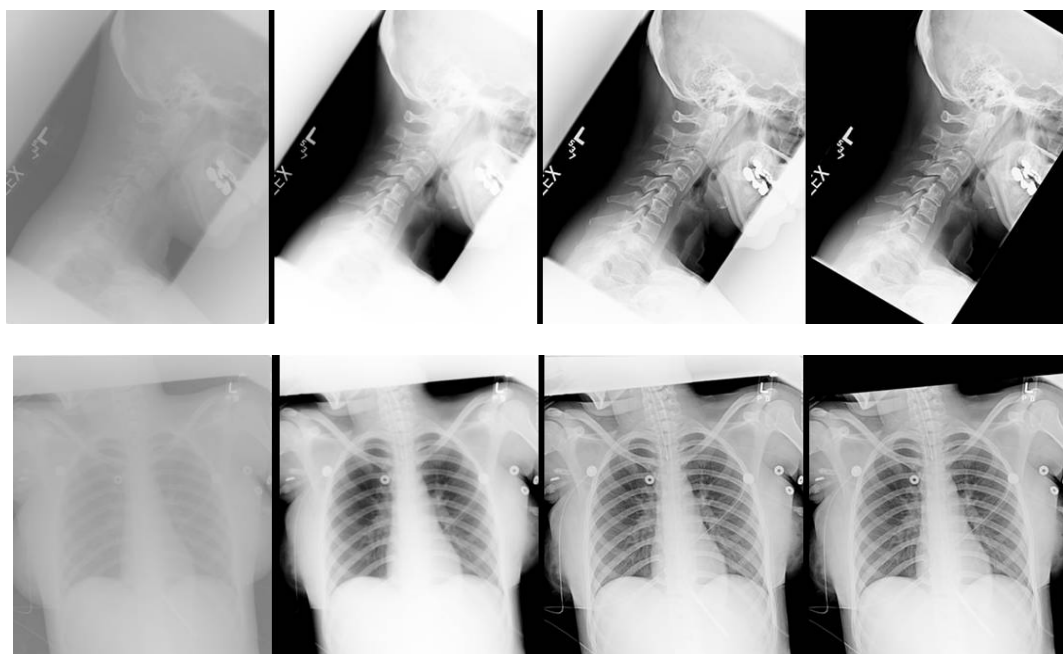
## Documento informativo | Software DirectView EVP Plus de CARESTREAM

Los indicadores de imagen clave se utilizan para generar una escala de tonos que se deriva de la etapa de segmentación. La escala de tonos se aplica en la imagen mejorada por frecuencia y se la utiliza para controlar el brillo (densidad promedio o luminancia) y la latitud (la gama de exposiciones que se convierten para mostrar) de la imagen.

Además, la tabla de búsqueda de la escala de tonos se asigna a través de una función de la pantalla en escala de grises estándar (DICOM GSDF) para la presentación de

imágenes en un monitor PACS calibrado. También se puede aplicar una máscara de colimación a la imagen preparada para la pantalla.

La Figura 5 muestra dos ejemplos que ilustran la progresión de la apariencia de la imagen a través de varias etapas del procesamiento de imagen de EVP Plus. De izquierda a derecha: imagen sin procesar, imagen tras la aplicación de escala de tonos, imagen mejorada por frecuencia y la imagen preparada para la pantalla tras la aplicación de la máscara de colimación



**Figura 5: de izquierda a derecha, la progresión de la imagen: imagen sin procesar, con escala de tonos, con mejora por frecuencia, con máscara de colimación**

### Establecer preferencias de visualización de la imagen

Los sistemas de CR y DR de Carestream han implementado una interfaz de usuario intuitiva (Figura 6) que proporciona controles independientes para cinco atributos fundamentales de la calidad de la imagen: brillo, latitud, detalle de contraste, nitidez y ruido.

La interfaz de usuario, tal como se la describe a continuación (Figura 6) se puede utilizar para la configuración inicial de los ajustes de preferencia de "visualización" únicos de la ubicación de la clínica. Una vez establecidas las preferencias, EVP Plus procesa las imágenes automáticamente de acuerdo a la "visualización" especificada.

## Documento informativo | Software DirectView EVP Plus de CARESTREAM

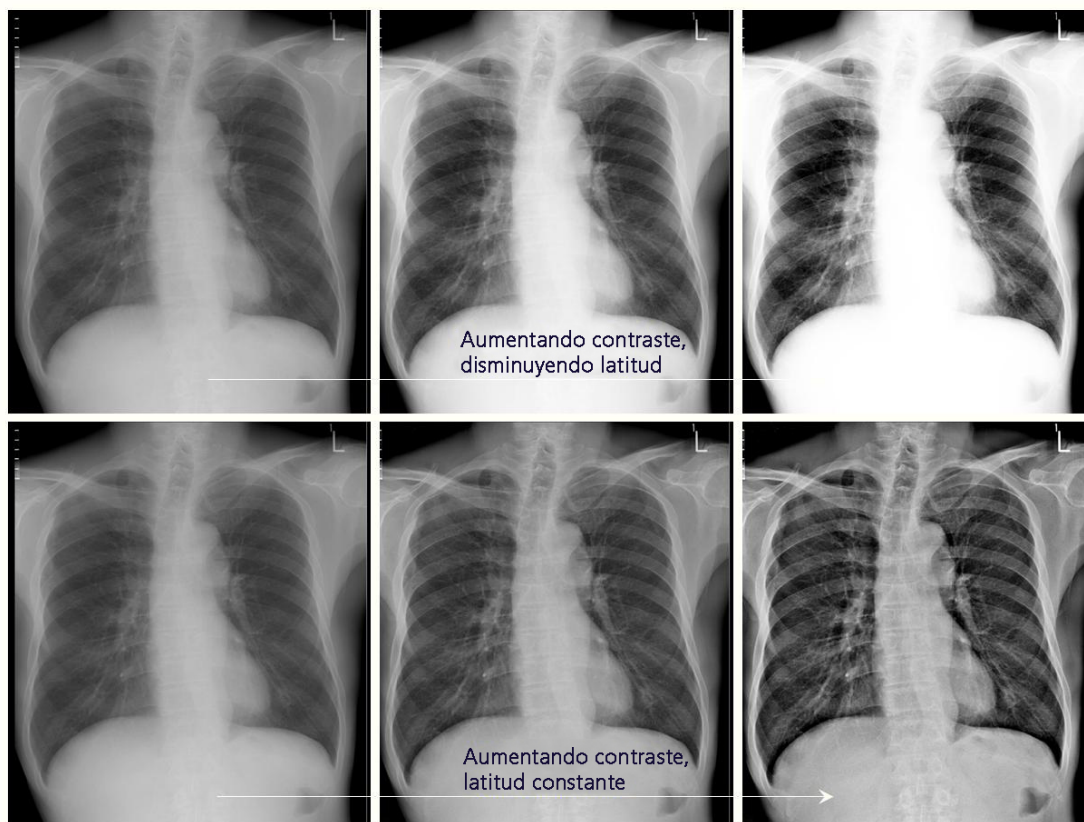


**Figura 6: interfaz de usuario con controles independientes para los atributos de calidad de la imagen**

Cada atributo de calidad de la imagen se controla a través de barras deslizables en el editor de preferencias. Las barras deslizables de brillo controlan la densidad promedio (o luminancia) de la imagen. Con tan solo deslizar el control de brillo hacia arriba o abajo, se aclara u oscurece, respectivamente, el nivel de brillo.

Las barras deslizables de latitud controlan las gamas de exposición que se asignan a la gama de visualización sin afectar el detalle local. Mueva esta barra deslizable hacia arriba para aumentar los matices de gris y hacia abajo para disminuirlos.

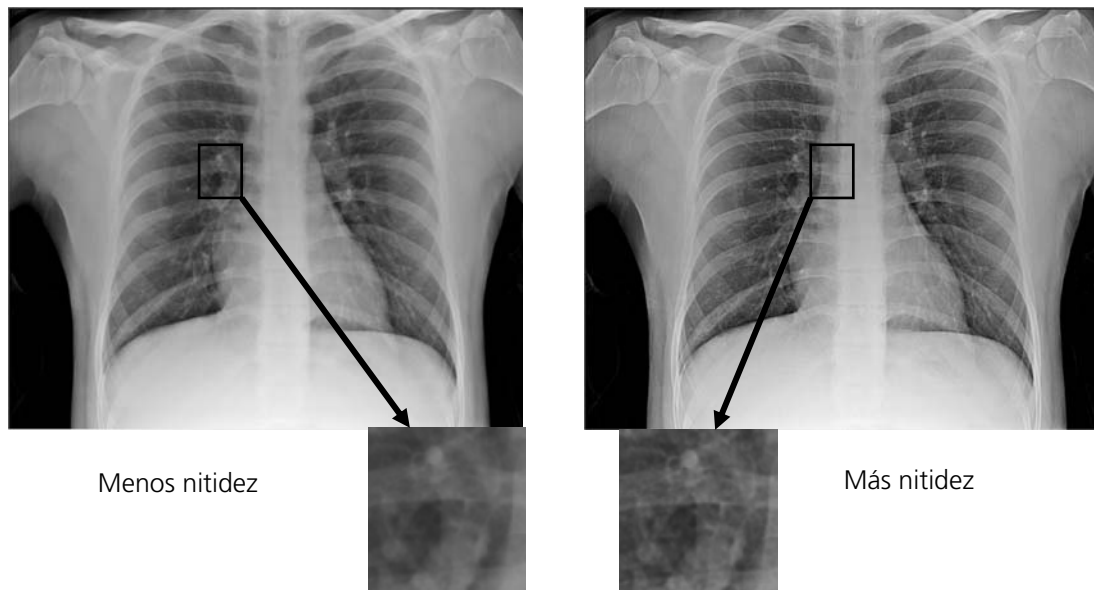
Las barras deslizables del detalle de contraste controlan el contraste local de las estructuras de tamaño mediano en una imagen, como los espacios de las articulaciones, de los cuerpos vertebrales y costillas, sin afectar la latitud de la imagen. Aumentar el valor de la barra deslizable hace que las estructuras de tamaño mediano de la imagen sean más pronunciadas, mientras que disminuirlo hace a las estructuras menos pronunciadas. La Figura 7 ilustra las diferencias entre el control de latitud y de detalle de contraste interdependiente e independiente.



**Figura 7:** Fila superior: la operación de escala de tonos tradicional ilustra que aumentar el contraste disminuye la gama de exposiciones que se puede ver (es el clásico intercambio interdependiente entre contraste y latitud) Fila inferior: el procesamiento de EVP Plus logra el mismo nivel de aumento de contraste, pero mantiene la misma gama de exposiciones que se observará. EVP Plus proporciona controles independientes de latitud y contraste.

Las barras deslizables de nitidez controlan la apariencia de estructuras más finas, como las trabécula ósea, marcas en los pulmones y calcificaciones. La Figura 8 ilustra los efectos de ajustar la barra deslizable de nitidez.

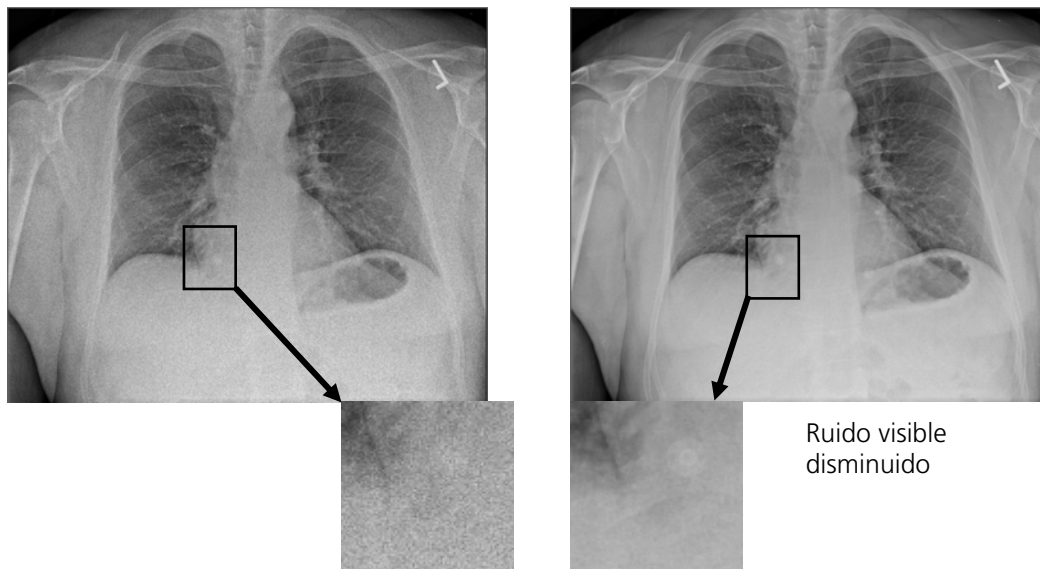
Aumentar el valor de la barra deslizable hace que estas estructuras finas sean más pronunciadas, mientras que disminuirla quita énfasis a estas estructuras.



**Figura 8: efecto de aumentar la nitidez sobre la apariencia de estructuras de imagen más finas**

Por último, las barras deslizables de ruido controlan el nivel de supresión de ruido que se aplica a la imagen. Aplica la misma facilidad de uso que antes: disminuir la barra deslizable minimiza la aparición de

ruido, mientras que aumentarla aplica menos supresión de ruido, lo que provoca mayor ruido en áreas de menor exposición. La Figura 9 ilustra los efectos de ajustar la barra deslizable de ruido.



**Figura 9: disminuir la barra deslizable de ruido reduce el ruido visible**

---

## Documento informativo | Software DirectView EVP Plus de CARESTREAM

EVP Plus ofrece un conjunto de apariencias predefinidas, las cuales tienen en cuenta diferentes grados de brillo, latitud, detalle de contraste, nitidez y ruido visible. Las ubicaciones de imágenes pueden seleccionar una apariencia inicial de entre estas configuraciones predefinidas y luego personalizar los exámenes de acuerdo a sus preferencias, utilizando controles simples e intuitivos.

### Resumen

El software EVP Plus de Carestream proporciona un procesamiento de imágenes altamente automatizado y de última generación para DR y CR que se ofrece junto con una interfaz de usuario intuitiva. Tras la instalación del software, los usuarios pueden guardar fácilmente las configuraciones de preferencias de visualización individuales para cada tipo de examen radiográfico en su ubicación. Una vez configurado el software, EVP Plus automáticamente proporciona imágenes radiográficas que cumplen con la presentación de imagen preferida para cada examen.

### Referencias

1. X. Wang y H. Luo, "Automatic and exam-type independent algorithm for the segmentation and extraction of foreground, background, and anatomy regions in digital radiographic images," Proc. SPIE 5370, 1427–1434 (2004).
2. X. Wang, J. Luo, R. Senn, y D. Foos, "Method for recognizing multiple radiation fields in computed radiography," Proc SPIE 3661, 1625–36 (1999).
3. Couwenhoven ME, Senn RA, Foos DH, Enhancement method that provides direct and independent control of fundamental attributes of image quality for radiographic imagery. SPIE Medical Imaging Proceedings; 5367: 474-481, 2004.
4. Jain AK, "Fundamentals of Digital Image Processing," Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, 1989.
5. Dainty JC, Shaw R, "Image Science," Academic Press, London, NY, San Francisco, 1974.
6. Barret HH, Swindell W, "Radiological imaging: the theory of image formation, detection and processing," Academic Press, New York, NY, 1981.