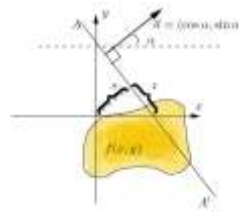


Reconstrucción de Imagen en TC

TM Daniel Castro Acuña, MSc
 Dpto. Tecnología Médica
 Hospital Clínico
 Universidad de Chile

Transformada de Radon



1	8	9	2
3	2	6	1
1	3	5	2
3	2	4	5

20
DCA

TR

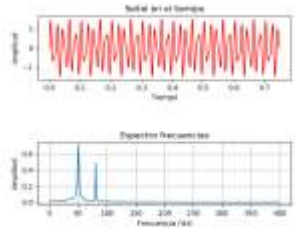
?	?	?	?
3	2	6	1
1	3	5	2
3	2	4	5

20
DCA

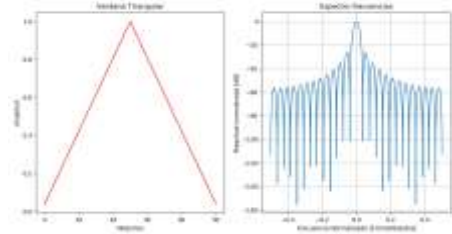
TR Inversa

Transformada de Fourier

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt$$



Transformada de Fourier



Transformada de Fourier



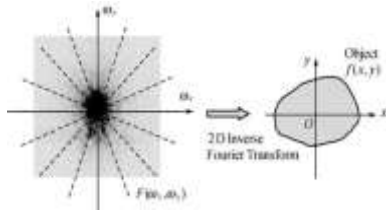
Transformada de Fourier

$$F(u, v) = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x, y)e^{-2\pi j(ux+vy)} dx dy \quad f(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} F(u, v)e^{2\pi j(ux+vy)} du dv$$

TF 2D

TF 2D Inversa

Tranformada de Fourier



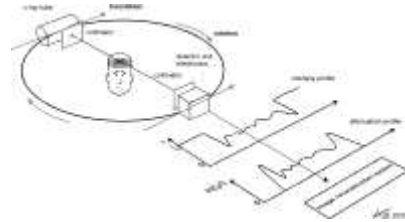
Pasos en la obtención de una imagen en TC



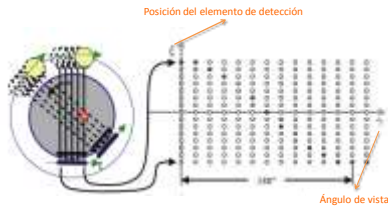
¿Qué mide un TC?

- Mide *perfiles de intensidad* de radiación, los que son capturados por un detector después de pasar a través de un objeto.
- Cada perfil es el resultado de la interacción de un haz de radiación (rayos X) con el objeto a estudiar.

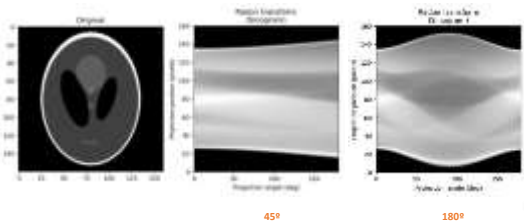
¿Qué mide un TC?



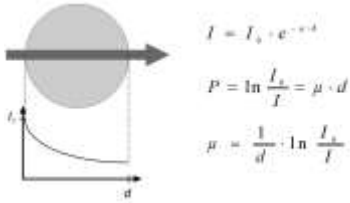
Sinograma



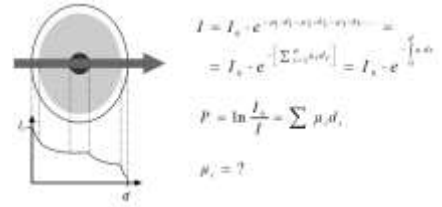
Sinograma



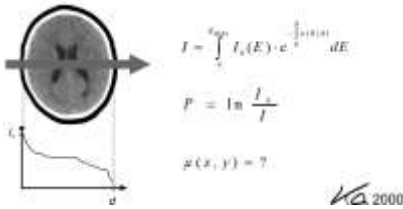
Objeto homogéneo, haz monoenergético



Objeto inhomogéneo, haz monoenergético

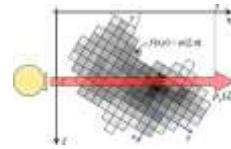


Objeto inhomogéneo, haz polienergético



¿Cómo reconstruimos la imagen en TC?

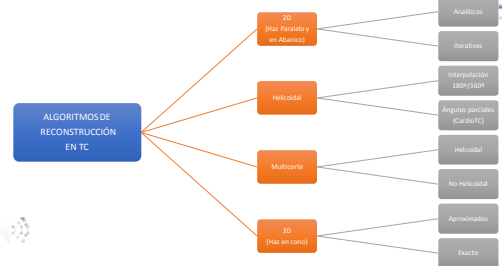
- El objetivo de la reconstrucción en TC es obtener la **distribución de los coeficientes de atenuación lineal** en cada uno de los cortes que serán visualizados en imagen.



¿Cómo reconstruimos la imagen en TC?

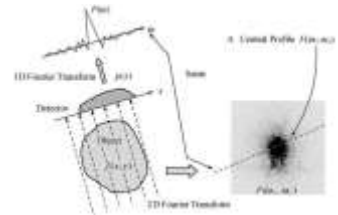
- En términos simples, un algoritmo es un **conjunto de reglas o direcciones** para obtener un objetivo específico a partir de una entrada específica.
- En TC, un algoritmo de reconstrucción es un **método o proceso matemático** utilizado para reconstruir imágenes (objetivo específico) a partir de las mediciones realizadas al objeto (entrada específica), proceso llevado a cabo por un sistema computacional (la máquina).

¿Cómo reconstruimos la imagen en TC?

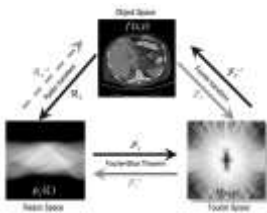


Teorema de Corte Central

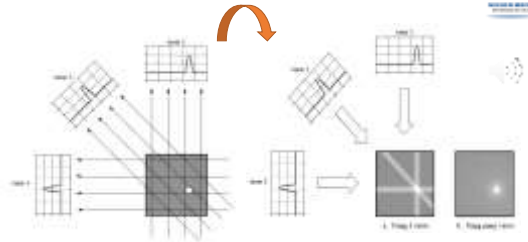
- El teorema dice "la transformada de Fourier $P(\omega)$ de una proyección $p(s)$ obtenida de un objeto, representado por una función $f(x,y)$ obtenida en un ángulo θ , es igual a una línea que pasa por la transformada de Fourier en 2 dimensiones de $f(x,y)$ en el mismo ángulo".



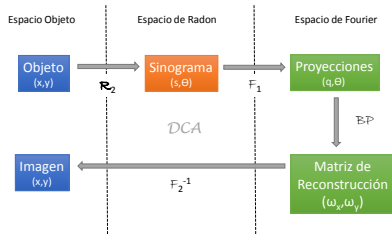
Teorema de Corte Central



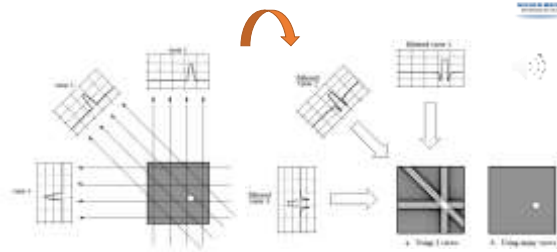
Retroproyección Simple



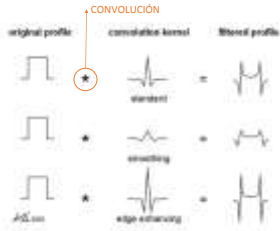
Retroproyección Simple



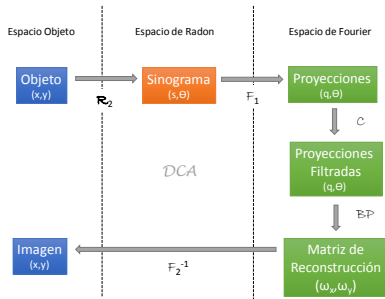
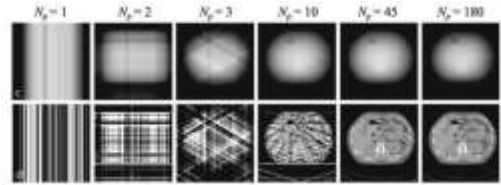
Retroproyección Filtrada



Retroproyección Filtrada



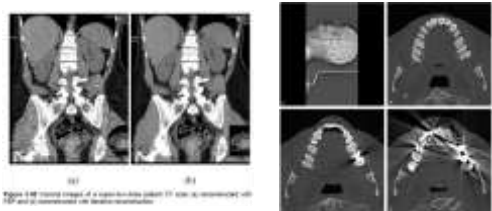
Retroproyección Filtrada



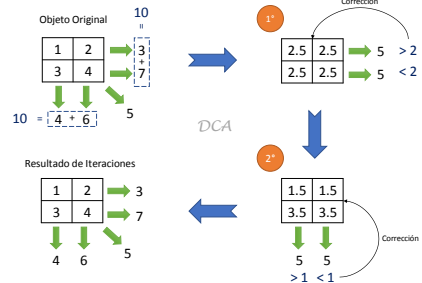
Retroproyección Filtrada

- Ventajas:**
 - Cálculos robustos.
 - Rapidez de reconstrucción de imágenes.
- Desventajas:**
 - Sensible al ruido.
 - Propagación de artefactos (Ej. Artefacto en estrella).

Retroproyección Filtrada

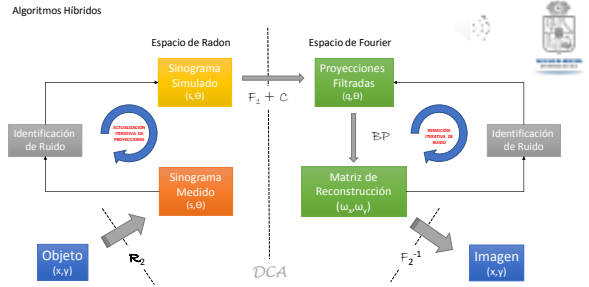


Técnica ART

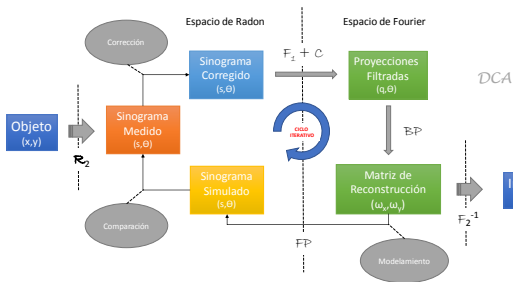


Reconstrucción Iterativa

Acronimo	Nombre del Algoritmo / Nombre de Producto	Marca
Algoritmos Híbridos		
AIDR 3D	Iterative dose reduction 3D	Canon
ASIR	Adaptive statistical iterative reconstruction	GE
ASIR-V	Adaptive statistical iterative reconstruction - V	GE
iDose ⁴	Nombre de producto	Philips
SARIRE	Sinogram-affirmed iterative reconstruction	Siemens
Algoritmos Basados en Modelamiento		
ADMIRE	Advanced modeled iterative reconstruction	Siemens
FIRST	Forward projected model-based iterative reconstruction solution	Canon
IMR	Iterative model reconstruction	Philips
VEO (MBIR)	Nombre de producto (model-based iterative reconstruction)	GE



Algoritmos MBIR



Algoritmos Iterativos

- Ventajas:**
 - Reducción de ruido.
 - Reducción de la presencia de artefactos metálicos.
 - Mejor manejo de proyecciones truncadas.
 - Tomografía con ángulos limitados.
- Desventajas:**
 - Requiere altos recursos computacionales.
 - Percepción de imágenes "plásticas".

Algoritmos Iterativos

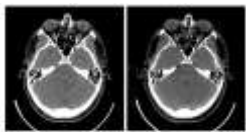
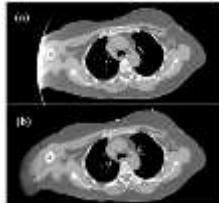


Figure 3.48. High-contrast CT scan of a patient with an intracranial ICH. (a) FBP and (b) MBIR.



Algoritmos Iterativos

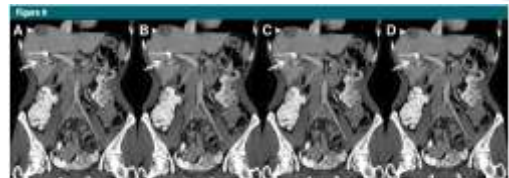
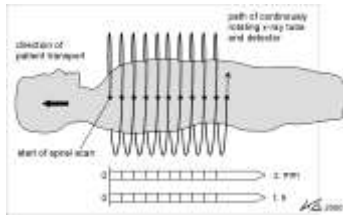
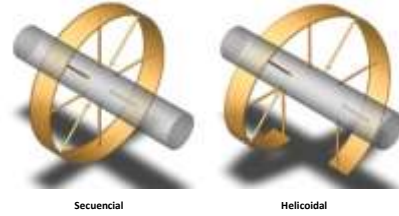


Figure 3.49. Iterative reconstruction of a patient with a patient with an intracranial ICH. (a) FBP and (b) MBIR. (c) and (d) show the results of iterative reconstruction at different stages.

Reconstrucción Helicoidal



Reconstrucción Helicoidal



Reconstrucción Helicoidal

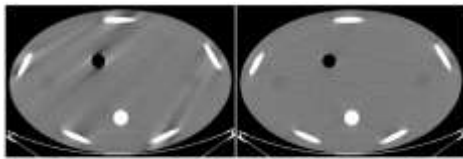
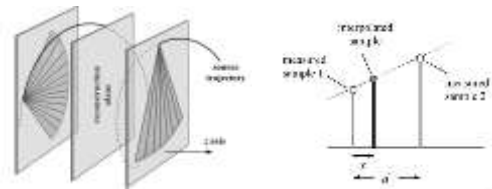
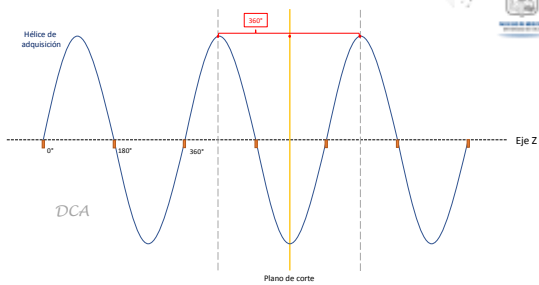


Figure 8.8 Reconstructed images of helically acquired data (a) without helical compensation and (b) with helical correction.

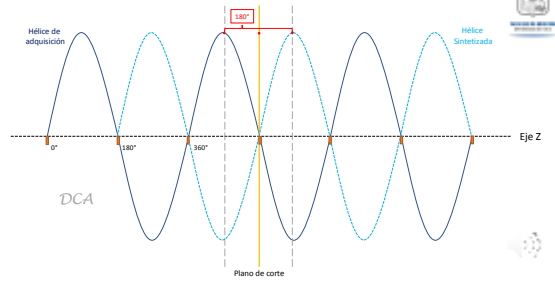
Reconstrucción Helicoidal

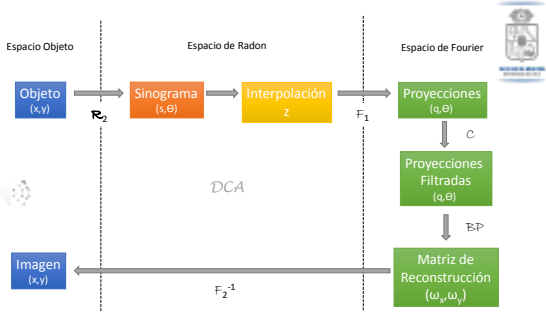


Reconstrucción helicoidal 360°

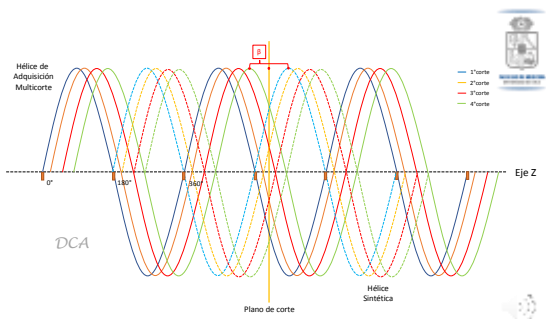
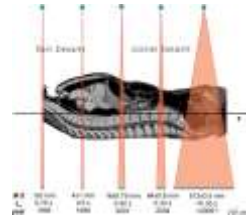


Reconstrucción helicoidal 180°

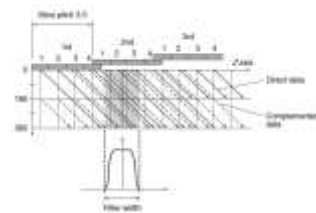




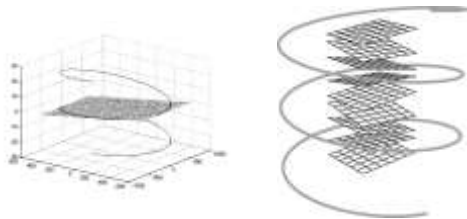
Reconstrucción Multicorte



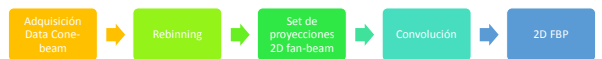
Reconstrucción Multicorte



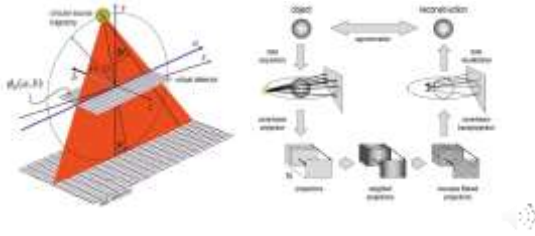
Reconstrucción Multicorte



Reconstrucción ASSR



Reconstrucción FDK



Reconstrucción FDK



Despliegue de Imagen en TC

Despliegue de imagen en TC

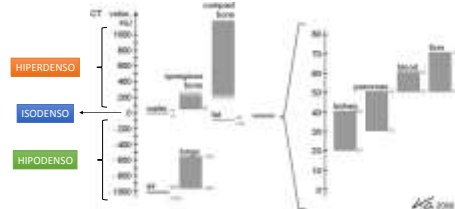
- El coeficiente de atenuación lineal no es muy descriptivo. Además es muy dependiente de la energía del haz de radiación.
- Esto limita la comparación de imágenes obtenidas con diferentes voltajes y filtros.
- Debido a ello se utiliza en TC una escala relativa de valores para representar los tejidos conocida como **Escala de Números TC o Unidades Hounsfield**.

Escala de Números CT

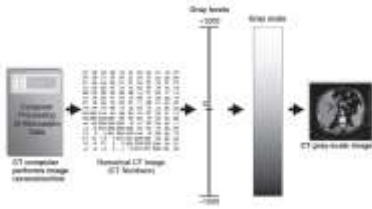
$$N^{\circ} CT = \frac{(\mu_x - \mu_{agua})}{\mu_{agua}} * 1000(UH)$$

μ_x : coeficiente de atenuación lineal de un tejido X.
 μ_{agua} : coeficiente de atenuación lineal del agua.

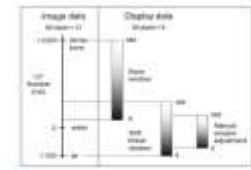
Escala de Números CT



Escala de Números CT

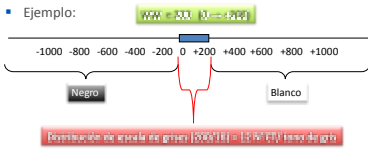


Escala de Números CT



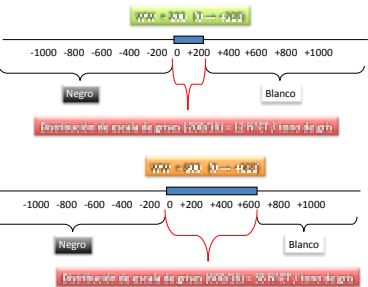
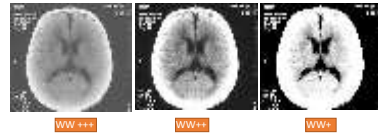
Ancho de Ventana (Window Width)

- Determina el rango de N°s CT expresados en la escala de grises total.



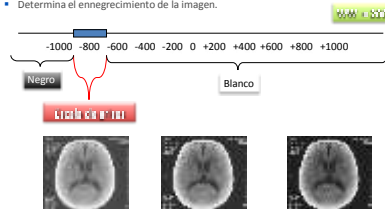
Ancho de Ventana (Window Width)

- A mayor WW → disminuye el contraste.
- A menor WW → aumenta el contraste.



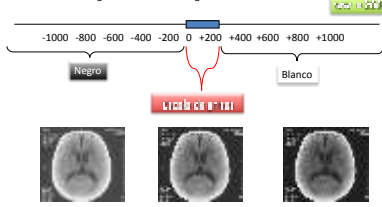
Nivel de Ventana (Window Level)

- Marca el punto medio de la escala de grises (SIEMPRE).
- Puede ser asignado cualquier N° CT.
- Determina el ennegrecimiento de la imagen.



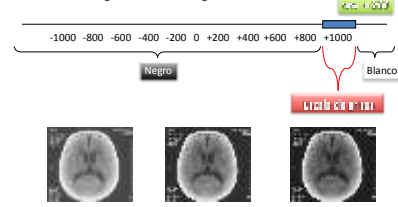
Nivel de Ventana (Window Level)

- Marca el punto medio de la escala de grises (SIEMPRE).
- Puede ser asignado cualquier N° CT.
- Determina el ennegrecimiento de la imagen.



Nivel de Ventana (Window Level)

- Marca el punto medio de la escala de grises (SIEMPRE).
- Puede ser asignado cualquier N° CT.
- Determina el ennegrecimiento de la imagen.



¿Qué se despliega en la imagen de TC?

