

ASIGNATURA:

FUNDAMENTOS Y EQUIPOS

TEMA 3:

**PROCESADO Y TRATAMIENTO DE
LA IMAGEN EN RADIOLOGIA
CONVENCIONAL**

PROFESOR:

JÉSSICA SÁNCHEZ MAZÓN

ÍNDICE

- Estructura y tipos de película
- Pantallas de refuerzo
- Chasis radiográficos
- Registro de la imagen digital
- Registro de la imagen en radioscopia
- Factores que condicionan la calidad de la imagen radiográfica
- Causas más frecuentes para la repetición de las radiografías

Estructura y tipos de película

- La película radiográfica es muy similar a la película fotográfica.
- Se ennegrece al ser expuesta a la radiación.
- La película radiográfica consta de dos partes:
 - **Una base que actúa como soporte.**
 - **Una emulsión que capta la imagen.**

LA BASE

- Proporciona una estructura rígida sobre la que se puede depositar la capa de emulsión.
- Es de poliéster.
- Durante su fabricación suele añadirse un colorante azul que disminuye la fatiga visual.

Estructura y tipos de película

LA BASE (CARACTERÍSTICAS)

- **Flexibilidad**, para permitir su curvatura a través de la procesadora, pero a la vez rigidez suficiente para poder ser vista en un negatoscopio.
- **Transparencia a la luz y uniformidad** para evitar la aparición de sombras.
- **Resistencia a rotura y deformación**, para que durante su uso y procesado no se rompa ni se distorsionen su forma o tamaño (estabilidad dimensional).

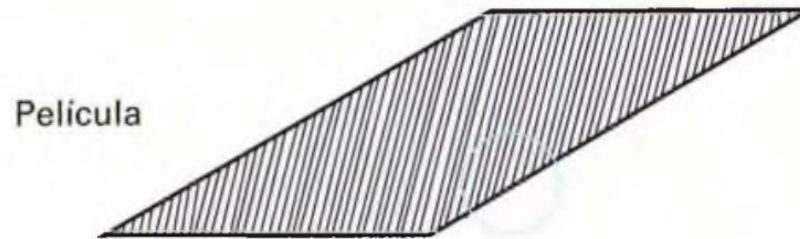
Estructura y tipos de película

LA EMULSIÓN

- Es el material con el que **interactúan directamente los rayos X** y la luz de las pantallas intensificadoras.
- Está compuesta por una mezcla homogénea de **gelatina** y **cristales de halogenuros de plata**.
- Está unida a la base mediante una capa de **material adhesivo**.
- En las películas radiográficas hay **dos capas de emulsión** una en cada cara de la base. Ambas capas de emulsión están protegidas mediante una capa protectora de gelatina pura.
- La gelatina de protección es el soporte físico para el depósito uniforme de cristales de halogenuros de plata. Es transparente y porosa, para permitir que entren los compuestos químicos durante el proceso de revelado hasta alcanzar los cristales.

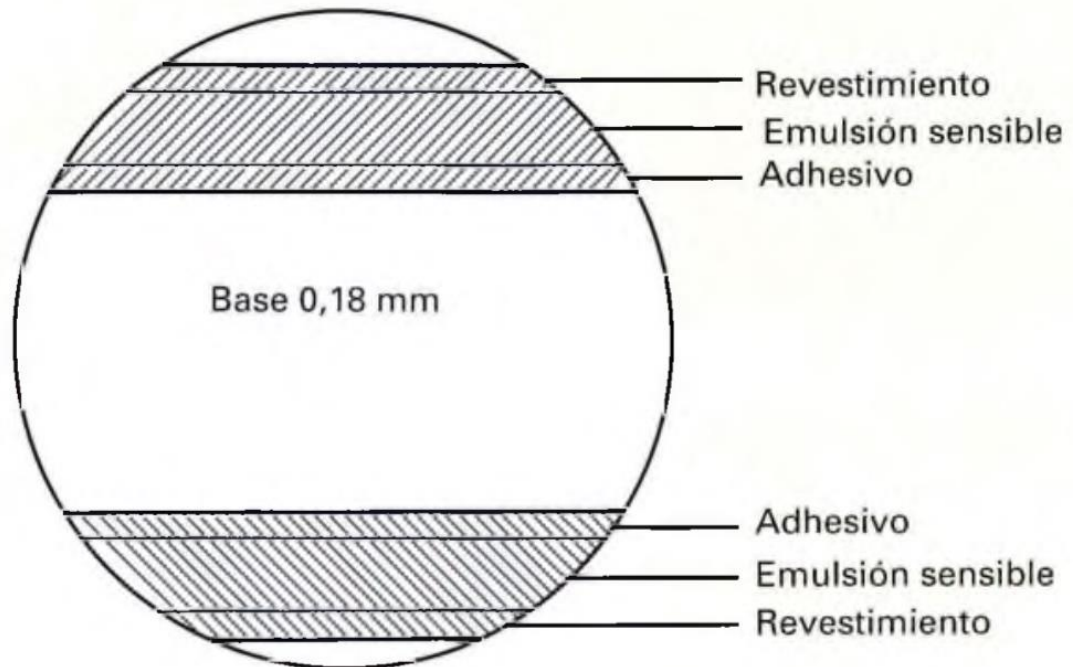
Estructura y tipos de película

Película

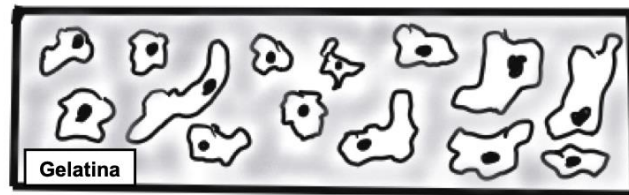
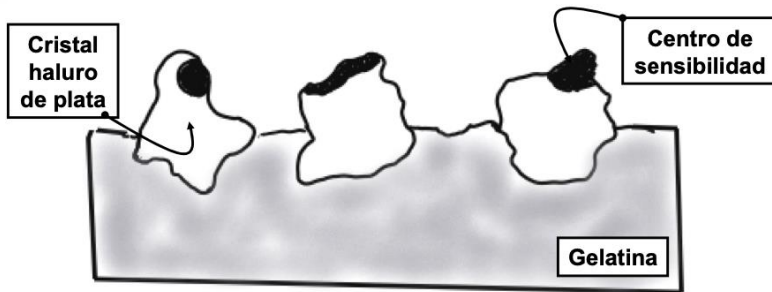


Estructura de una película radiográfica

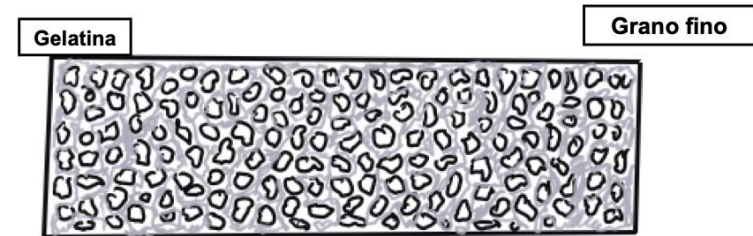
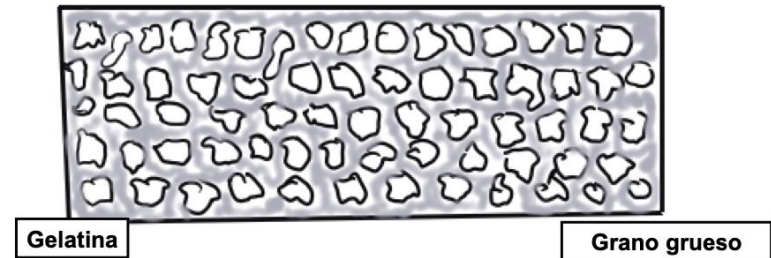
Una película radiográfica de doble emulsión consta de 7 capas y su grosor total oscila entre 0,2 mm y 0,3 mm.



Estructura y tipos de película



Emulsión fotográfica



Espesor de la emulsión fotográfica

Estructura y tipos de película

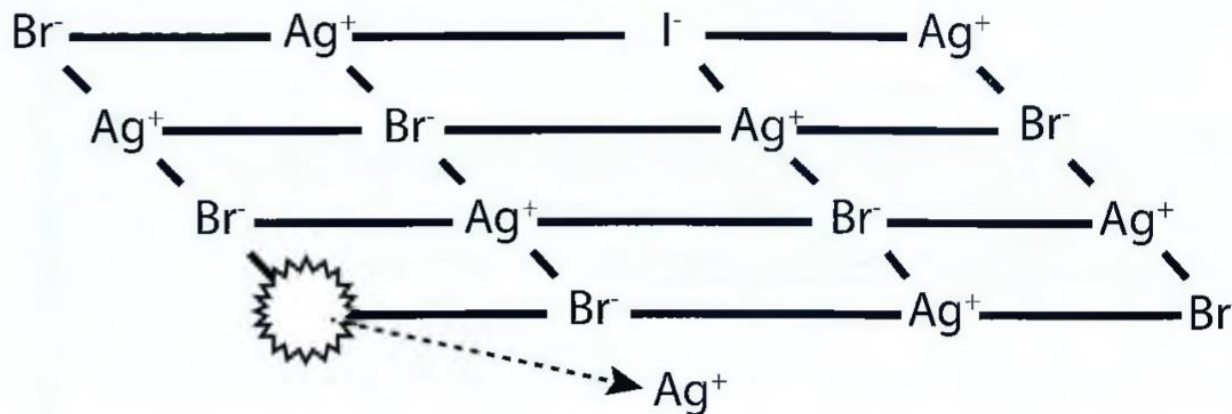
Formación de la imagen

- Los cristales de halogenuros de plata suelen ser de **bromuro de plata (AgBr)** el 95% y el 5% restante de **yoduro de plata (AgI)**.
- Dentro de la estructura de cristales también hay un **contaminante químico, el sulfuro de plata (Ag₂S) -> partícula sensitiva**
- Los átomos constituyentes de los halogenuros de plata están unidos de forma iónica formando **una red cristalina**.
- Estos cristales no son rígidos y sus átomos pueden desplazarse en el interior del cristal.
- La **plata forma un ion positivo al ceder electrones**, mientras que **el bromo y el yodo forman iones negativos** al captar dichos electrones.
- En la superficie externa de cristal predominan los iones de Br⁻ y I⁻, por lo que el cristal, aunque neutro en su conjunto, **tiene una carga superficial negativa**.

Estructura y tipos de película

Formación de la imagen

- Al interaccionar los fotones de rayos X, → **se rompen las uniones iónicas** de los halogenuros de plata.
- Los iones de Br^- pierden electrones; estos electrones quedan atrapados en las películas sensitivas, atrayendo a su vez iones de plata.
- El Ag^+ queda neutralizado, convirtiéndose en plata metálica, que se deposita en la superficie del grano de cristal. A todo esto se le llama **imagen latente**.
- Tras revelar, fijar, lavar y secar la película obtendremos una **IMAGEN RADIOGRÁFICA**.



Superficie de un grano o cristal de la emulsión sensible

Estructura y tipos de película

Propiedades de las películas

- Contraste
- Latitud
- Sensibilidad, rapidez o velocidad
- Absorción del espectro de luz

Contraste

- Posibilidad de poder **distinguir densidades distintas**, del blanco al negro, pasando por toda la escala de grises posibles
- **Depende del tamaño y la distribución de los cristales** de halogenuros de plata.
- Una película de **alto contraste tiene unos granos de tamaño similar** y están **distribuidos uniformemente** en la emulsión.
- En una película de **bajo contraste sus granos son de tamaño irregular** y la **distribución no es uniforme**.



Estructura y tipos de película

Propiedades de las películas

Latitud

- Es el **rango en que se puede variar la exposición** y obtener un margen de densidad aceptable.
- Una película de amplia latitud registra una gama extensa de exposiciones y es capaz de ofrecer una amplia gama de grises.

Sensibilidad, rapidez o velocidad

- **Depende del tamaño del grano.**
- Las emulsiones **de grano grueso son más sensibles y más rápidas** que las de grano pequeño.
- Cuanta más alta es la sensibilidad de una película menos exposición se necesita para obtener una determinada densidad.
- Las películas de doble emulsión son más sensibles o rápidas que las de una sola emulsión.

Amplia latitud + alta sensibilidad o velocidad + bajo contraste =
tórax

Estrecha latitud + baja sensibilidad o velocidad + alto contraste
= mamografía

Estructura y tipos de película

Propiedades de las películas

Absorción del espectro de luz

- Las películas **no responden de la misma manera** a todas las longitudes de onda del espectro de la luz visible.
- Dependiendo de su sensibilidad a la luz emitida por las pantallas, las hay **monocromáticas, sensibles a la luz azul, y ortocromáticas, sensibles a la luz verde y también a la azul.**
- Es necesario **combinar siempre la película radiográfica con su pantalla de refuerzo adecuada.**
- Para una pantalla de refuerzo que emita **luz azul** será necesario utilizar **películas monocromáticas.**
- Para una pantalla de refuerzo de espectro de **luz del azul al verde** habrá que utilizar **películas ortocromáticas.**

Estructura y tipos de película

Tipos de películas

- **Película de doble emulsión:** combinada con un chasis con dos pantallas intensificadoras. Utilizada en radiología convencional.
- **Película de exposición directa:** película de una sola emulsión con una concentración de cristales de halogenuros de plata más elevada. Está en desuso debido a su alto coste económico y a que necesita una mayor exposición de rayos X para ser impresionada
- **Película mamográfica:** de una sola emulsión, de grano fino y en combinación con chasis con una sola pantalla intensificadora.
- **Película de vídeo o de monitor:** utilizada en la obtención de una imagen radiográfica a través de una imagen digital de una pantalla. Son películas de una sola emulsión que solo se impresionan por infrarrojos, en una impresora láser. Estas películas pueden ser manipuladas a la luz del día.
- **Películas de copias o duplicaciones:** se obtiene una copia de una radiografía original. Son de una sola emulsión, del mismo tamaño que la radiografía original. Requieren proceso de revelado

Estructura y tipos de película

Tamaños de películas

Existen en el mercado diferentes tamaños:

- › Las más utilizadas en odontología son de 3 x 4 cm para los exámenes intraorales y de 15 x 30 cm para las radiografías panorámicas.
- › En radiología convencional los más habituales son los tamaños 18 x 24, 24 x 30, 30 x 40 y 35 x 43 cm.
- › El formato de 30 x 90 cm es utilizado en las telerradiografías de extremidades inferiores y columna vertebral, aunque también hay más formatos, como 13 x 30, 20 x 40 y 35 x 35 cm.
- › En mamografía existen dos formatos: 18 x 24 cm y 24 x 30 cm.

Estructura y tipos de película

Almacenamiento de las películas

Debemos mantener las propiedades de los cristales de halogenuros de plata

- **Temperatura:** no debería superar los 20 °C. A mayor temperatura menor contraste y mayor velo
- **Humedad relativa:** debe estar en torno al 50%. Valores mayores del 60% aumentan el velo y disminuyen el contraste. Valores menores del 40% incrementan la aparición de artefactos por electricidad estática.
- **Manipulación:** debe ser realizada en el **cuarto oscuro**, al amparo de luz blanca y de radiaciones ionizantes.
- **Tiempo:** la **caducidad** de una película radiográfica en condiciones óptimas es de un año, pero se recomienda su uso en un plazo de 45 días.

Las películas siempre deben ser manipuladas con las **manos limpias**, evitando la crema de manos. Nunca deben ser dobladas ni arañadas con las uñas

Estructura y tipos de película

El proceso de revelado

La imagen latente es invisible → necesita un proceso de revelado

Revelar → fijar → lavar



1. Revelado:

- El revelado **amplifica** la imagen latente.
- Añade un e- al ión de Ag^+ y lo transforma en Ag (plata metálica).
- **Los cristales no irradiados, no sufren alteración alguna en este proceso.**
- Se obtiene la gama del blanco al negro característica en una placa radiográfica.

¡OJO! aquellos granos sin imagen latente pueden ser revelados si se produce un exceso en el tiempo de revelado → Velo, poco contraste

Al contrario—> Pérdida de información

Estructura y tipos de película

El proceso de revelado

Proceso de revelado **óptimo** → solo sean reducidos a plata metálica los granos expuestos y **no** el resto

- **Tiempo** de contacto con el revelador
- **Temperatura** del revelador (35 °C en procesadora automática o 20 °C en el procesamiento manual).
- **Concentración** o cantidad de líquido revelador:



Los fabricantes de películas y líquidos de revelado indican los valores óptimos de tiempo, temperatura y concentración del revelador para que el proceso sea óptimo y el velo quede reducido al mínimo.

Estructura y tipos de película

El proceso de revelado

2. Fijado:

- Su función es eliminar los cristales de halogenuros de plata que no se han reducido a plata metálica durante el revelado.
- El proceso de revelado y fijación debe realizarse con cuidado para evitar que el fijador contamine el revelador → aumento del velo y disminución del contraste de la radiografía.

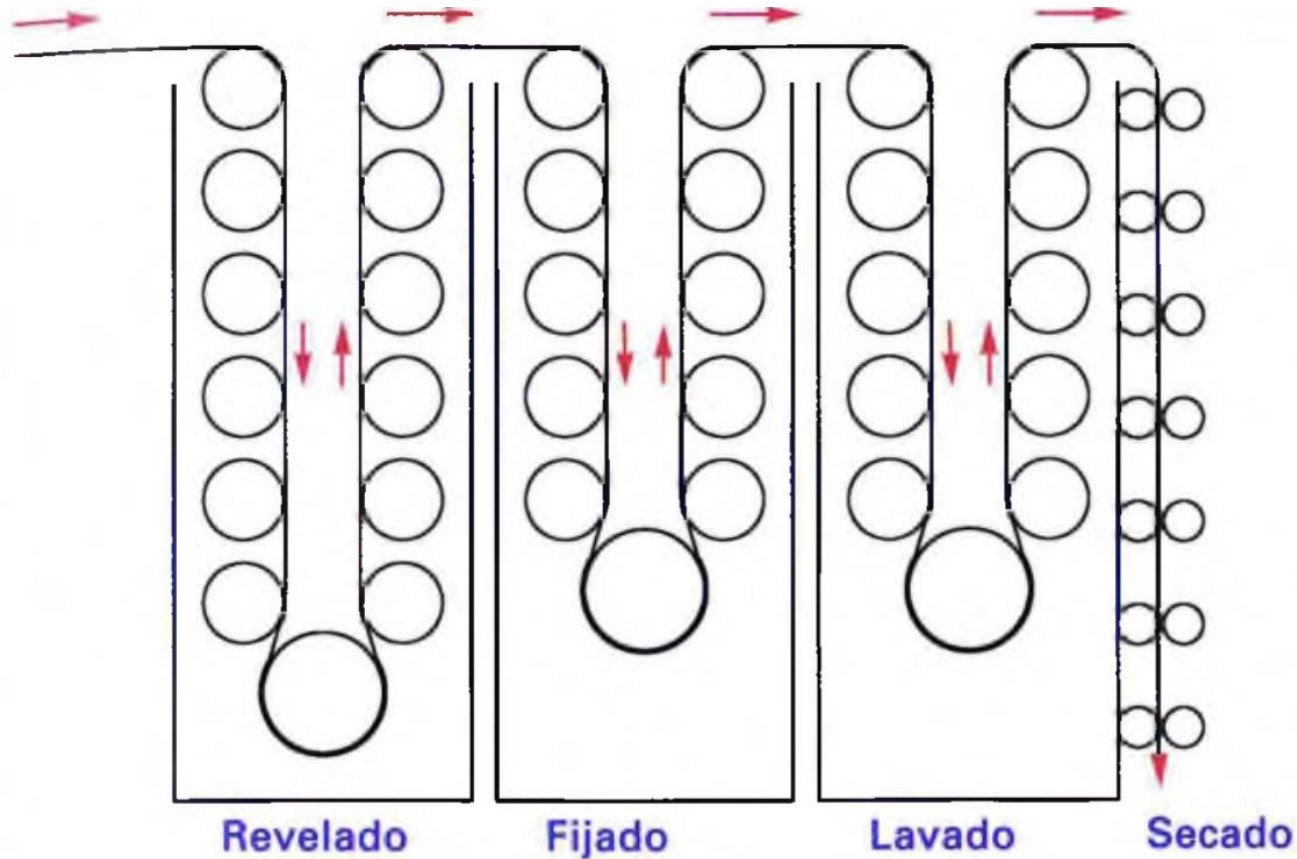
3. Lavado:

- Se realiza con agua, imprescindible para **eliminar los restos de fijador**.
- Un lavado escaso se traducirá en un color parduzco con el paso del tiempo en una imagen radiográfica



Estructura y tipos de película

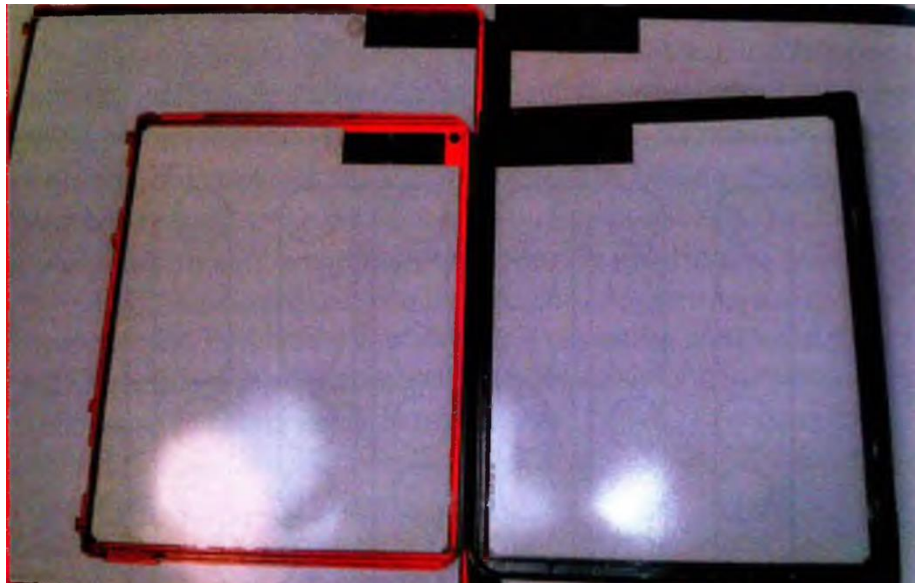
El proceso de revelado



Esquema de una reveladora

Pantallas de refuerzo

- Pantallas de un material (fosforo) que al ser radiados con fotones de rayos X son capaces de emitir luz visible (**efecto luminiscente**).
- **Transforman la energía de radiación en luz**, capturando los fotones de rayos X y convirtiéndolos en haces de luz visible.
- La sensibilidad de la película a la exposición directa de los fotones de rayos X es baja y, por tanto, un ennegrecimiento suficiente requiere una gran dosis de radiación al paciente.
- El uso de pantallas de refuerzo **permite disminuir los valores de exposición, acortando el tiempo** y, en consecuencia, **irradiando menos al paciente**.

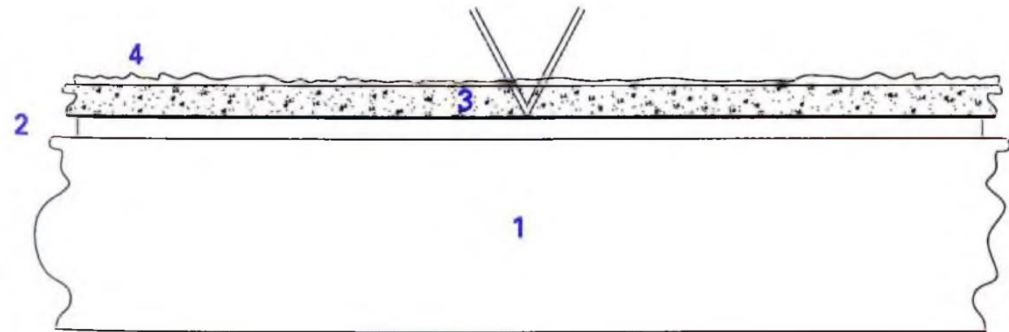
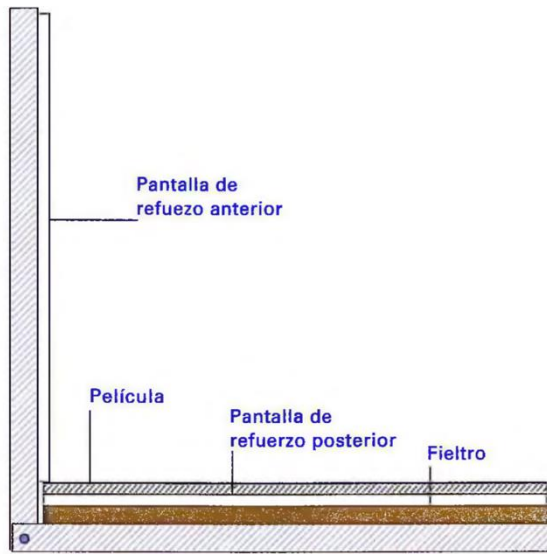


Pantallas de refuerzo

Estructura

La pantalla de refuerzo consta de varias capas:

- **Base:** soporte de plástico o de cartulina que se adhiere a la parte interna del chasis.
- **Capa reflectora:** refleja toda la luz emitida hacia la emulsion sensible de la película.
- **Capa fluorescente:** aquí se encuentran los cristales de fosforos en suspensión.
- **Capa protectora:** su objetivo es proteger la capa fluorescente.



1. Soporte rígido de poliéster.
2. Capa blanca altamente reflectante.
3. Capa de fósforo formada por una dispersión de cristales en suspensión en un aglutinante.
4. Capa protectora.

Chasis + Pantalla de refuerzo

Pantallas de refuerzo

Propiedades

Las propiedades principales de las pantallas de refuerzo son:

- **Velocidad o eficiencia de conversión:** porcentaje de energía de los fotones de rayos X que la pantalla transforma en luz visible.
- **Poder de resolución:** capacidad de producir una imagen clara y nítida. Depende el tamaño del cristal de fósforo. Cuanto menor sea el tamaño del cristal mayor será la resolución, aunque menor será la velocidad. Esto es debido a la difusión de la luz a partir del cristal de fósforo: un cristal grande influenciará varios granos fotosensibles, mientras que la luz del cristal pequeño solo llegará a un grano.

Pantallas de refuerzo

Propiedades

Según su **velocidad** las pantallas de refuerzo se clasifican en:

- **Pantallas de baja velocidad:** Tienen **alta definición**. Se utilizan para el diagnóstico de partes blandas y en estructuras óseas pequeñas.
- **Pantallas de sensibilidad o velocidad estándar:** Tienen velocidad media normal que dan una buena calidad a los detalles. Se utilizan para la radiología general como en radiografías de tórax, abdomen, columna lumbar o caderas.
- **Pantallas de alta sensibilidad o velocidad:** Son más rápidas que las anteriores. Se obtiene con este tipo de pantallas una peor visión de los detalles por el tamaño del grano grande. Se reduce la dosis recibida en los pacientes. Se utilizan en radiología digestiva y en radiología torácica portátil.
- **Pantallas compensadas:** Pantallas en las que en su interior hay zonas de diferente velocidad. Por un extremo puede tener una sensibilidad alta y por el otro lado otro tipo de sensibilidad más baja. Se aplican en estudios de telerradiografías de columna vertebral y de miembros inferiores en las que hay mucha diferencia de espesor entre una zona y otra. Logran homogeneizar la imagen radiográfica en aquellas estructuras que presenten grandes diferencias de densidad

Pantallas de refuerzo

Cuidado de las pantallas de refuerzo

- No se deben manipular las pantallas de refuerzo salvo cuando sean sustituidas.
- Una vez al año debemos de comprobar los chasis y el estado de las pantallas de refuerzo.
- Evitaremos almacenar los chasis en lugares donde estén cerca de productos químicos (por ejemplo: el revelador).
- No debemos almacenar los chasis cerca de fuentes de calor.
- Las pantallas de refuerzo son muy frágiles así que debemos de tener especial atención a la hora de limpiarlas. No debe utilizarse jabones con agentes abrillantadores ni solventes orgánicos.

Chasis radiográficos

- El chasis radiográfico es una estructura **rígida**, de forma similar a un libro, en cuyo interior va una **película radiográfica junto con las pantallas de refuerzo**.
- Los chasis cumplen varias **funciones fundamentalmente**:
 - Hacen un contacto perfecto entre la película y las pantallas de refuerzo para evitar zonas de borrosidad.
 - Protegen de la luz a la película y así no se vela antes de la exposición con rayos X.
 - Protegen a las pantallas de refuerzo de arañazos, ralladuras,...
 - En los chasis que se utilicen para sistemas de luz-día tienen que tener una ventanilla para realizar la identificación correcta de cada paciente con su película y evitar equívocos.

Chasis radiográficos

Tipos de chasis

- **Chasis curvos y chasis flexibles:** Los chasis curvos como su nombre indica llevan una curvatura y se utilizan para las radiografías panorámicas dentales. Los chasis flexibles se caracterizan porque la curvatura la podemos adaptar a la estructura a radiografiar.
- **Chasis con rejilla fija incorporada:** Estos chasis tienen en su interior una rejilla antidifusora que se sitúa entre la cara anterior y la pantalla de refuerzo. Son útiles en los casos que no es posible utilizar sistemas de rejilla móvil como ocurre en las radiografías hechas por equipos portátiles.
- **Chasis con una sola pantalla de refuerzo.**
- **Chasis con dos pantallas de refuerzo.**
- **Chasis digitales:** estos chasis son los más utilizados en la actualidad en la obtención de imágenes radiográficas digitales. Su funcionamiento y estructura son distintos a las placas de radiología convencional. Su característica más destacable es que no utilizan película radiográfica sino una lámina reutilizable similar a la pantalla de refuerzo.

Chasis radiográficos

Conservación de los chasis

- Los chasis son piezas en el servicio de radiodiagnóstico con un alto coste por lo que su mantenimiento y cuidado deben realizarse de forma adecuada.
- Tenemos que tener cuidado con los golpes.
- La limpieza del exterior del chasis no se debe olvidar.
- Hay que poner especial cuidado cuando un chasis se mancha de contraste baritado o yodado ya que dará imágenes radiológicas que pueden dar un diagnóstico falso.
- Debemos tener en cuenta las siguientes **precauciones**:
 - No dejar los chasis abiertos.
 - Dejar los chasis cargados.
 - Almacenarlos de forma horizontal.
 - Sin poner pesos encima, lo que limita el número de chasis apilados a aproximadamente cinco.
 - En su almacenamiento se requieren las mismas precauciones respecto a temperatura, fuentes de calor o radiación y líquidos de revelar que con las películas o pantallas de refuerzo.

Registro de la imagen digital

- El sistema convertidor analógico-digital **adjudica un valor numérico que corresponde a un nivel de gris determinado** en función del de la imagen analógica. Esta información numérica podrá almacenarse y modificarse.
- La **resolución espacial** de la imagen viene determinada por el **número de pixels**.
- **Ventajas de la imagen digital:**
 - Pueden ser procesadas y mejoradas para un mejor diagnóstico.
 - Permiten su almacenamiento y transmisión si se dispone de una infraestructura adecuado.
 - Es posible realizar mediciones de distancias, volúmenes, áreas,....
 - Permiten utilizar técnicas de diagnóstico asistido por ordenador.
- Existen dos sistemas para obtener radiografías en formato digital, la radiografía digital indirecta (CR) y la directa (DR).

Registro de la imagen digital

Radiología digital indirecta-CR

Ventajas:

- Se puede adaptar a los **equipos convencionales** ya existentes en hospitales y no supone ningún cambio en los procedimientos de trabajo del personal. Tan solo es necesario cambiar los chasis.
- **Mayor sensibilidad** que la de los sistemas convencionales.
- **Amplísima latitud**, el doble que las películas convencionales.
- Reducción de dosis.
- Reutilización, que tiene como consecuencia un ahorro económico por la reducción del consumo de películas.
- **Manipulación a plena luz**, ya que la placa solo es sensible a radiaciones ionizantes.

Inconvenientes:

- Capacidad limitada de registrar imágenes muy pequeñas: **el tamaño mínimo del pixel viene determinado por el tamaño del haz láser.**
- El desgaste de las IP: su uso cotidiano puede ocasionar una degradación que provoca artefactos en la imagen.
- Un mal mantenimiento de la digitalizadora o lector de placas IP también puede ocasionar artefactos en la imagen, como líneas verticales o transversales.

Registro de la imagen digital

Radiología digital directa-DR

- El elemento característico de la DR es el **detector directo de rayos X**, que está constituido por un **material semiconductor** especial que hace la función que haría la placa radiográfica y que llamamos **panel plano (flat panel)**.
- Este panel es el **soporte de la matriz de elementos detectores independientes (array)**, cada uno de los cuales corresponde a un **pixel en la imagen**.
- **El detector ocupa el lugar del chasis y la película de un sistema convencional** y está conectado a un ordenador.
- El ordenador es básicamente un PC convencional con un programa de control y gestión de la adquisición de imágenes.
- El ordenador tiene una tarjeta de comunicaciones para integrar el sistema en un PACS.



Registro de la imagen digital

Radiología digital directa-DR

Ventajas:

- Permite captar **imágenes en tiempo real**.
- Produce una **imagen inmediata** sin procesos de revelado o lectura.
- **Ahorro económico**, por la reducción del consumo de películas y de chasis.
- **Reducción de la dosis recibida por los pacientes**, dada la mayor sensibilidad de los detectores.
- **Resolución de contraste muy superior** a los sistemas convencionales.
- La distribución de las imágenes por red permite **aumentar el flujo de información**.

Inconvenientes:

- **Limitación de la resolución espacial**, ya que la matriz de los detectores no puede constituirse con elementos demasiado pequeños.
- **La degradación del flat panel** puede causar artefactos que afecten a la calidad de imagen.
- **El alto coste de los detectores** y su sustitución por degradación debido al uso continuado.

Registro de la imagen en radioscopia

- La radioscopia o fluoroscopia es una técnica de imagen utilizada en medicina para obtener **imágenes en tiempo real** de las estructuras internas de los pacientes mediante el uso de un fluoroscopio.
- Los primeros fluoroscopios consistían en situar al paciente entre el haz de rayos X y la pantalla fluorescente. Posteriormente el intensificador de imagen.
- Con la **introducción de una cámara de vídeo** se consiguió que las imágenes fueran visualizadas en un monitor de televisión y grabadas.
- La radioscopia se utiliza sobre todo en **radiología vascular**, para procedimientos **intervencionistas**, en quirófanos y para estudios del tubo digestivo mediante contrastes de bario.
- Algunos equipos de radiología digital directa equipados con flat panel pueden producir varias imágenes por segundo, haciendo la función del intensificador de imagen y permitiendo por tanto la exploración radioscópica.

Registro de la imagen en radioscopia

Características de la imagen radioscópica

- La **resolución** es unas diez veces menor que la de la imagen radiográfica.
- El **contraste** es inferior al de la imagen radiográfica.
- La **persistencia de la imagen radioscópica** tras el cese de emisión de rayos X se mantiene durante un breve instante.
- El **brillo o luminosidad** de la imagen puede modificarse mediante el control automático de ganancia, que produce una variación de los valores de exposición, el kV y el mA, aumentando o disminuyendo la dosis recibida por el paciente en función del aumento o disminución del control automático de la ganancia.

Un minuto de radioscopia de tórax puede llegar a equivaler a 50 radiográficas de tórax.

Factores que condicionan la calidad de la imagen radioscópica

NITIDEZ

Nitidez: Bordes entre estructuras anatómicas de interés están claros y bien delimitados.

Nitidez y definición son términos equivalentes y son opuestos a la borrosidad. Existen varios tipos de borrosidad:

- **Borrosidad geométrica:** se debe a que el foco de rayos X es extenso y no un punto de dimensiones infinitesimales.
- **Borrosidad interna:** es la propia del sistema de formación de imagen. Tiene varias causas relacionadas entre sí: películas, pantallas de refuerzo y el contacto íntimo entre ellas.
- **Borrosidad cinética:** es la producida por movimientos del paciente. Estos pueden ser **incontrolables**, como los cardíacos, digestivos y las convulsiones, o **controlables**, como los respiratorios o los del cuerpo y las extremidades.

Factores que condicionan la calidad de la imagen radioscópica

Los factores que contribuyen a la nitidez son los siguientes:

- **Tamaño del punto focal:** un punto focal de menor tamaño se asocia a mayor nitidez.
- **Distancia foco-película:** a mayor distancia foco-película mejor definición. Este factor puede compensar total o parcialmente el efecto de las dimensiones del punto focal.
- **Distancia paciente-película:** la parte anatómica que se desea estudiar debe estar lo más cerca posible de la película, para evitar el efecto de la radiación dispersa y de la penumbra geométrica sobre la calidad de la imagen.
- **Películas intensificadoras:** reducen la nitidez, aunque sin ellas se pierde contraste.

Factores que condicionan la calidad de la imagen radioscópica

CONTRASTE

Contraste: diferencias de densidades (tonalidades de grises) entre estas estructuras son suficientes para que se puedan distinguir con facilidad en la película que impresionan.

- El contraste **puede ser modificado** mediante la administración de un medio de contraste **positivo o negativo**.
- El contraste positivo es aquel que absorbe mayor cantidad de radiación que el medio circundante. Para ello se utilizan medios de **alto número atómico**, como el yodo ($Z=53$) o el bario ($Z=56$).
- El contraste negativo puede ser gas o aire, cuya absorción de radiación es baja.

Los factores que contribuyen al contraste de una imagen radiográfica son los siguientes:

- El kilovoltaje.
- El contraste de la película.
- La radiación dispersa.
- Variaciones debidas al revelado.
- El negatoscopio.

Causas más frecuentes para la repetición de las radiografías

- **Sobreexposición y subexposición** por error en la estimación de la distancia foco-película, o por corrección de la corpulencia del paciente mal calculada.
- **Errores de posicionamiento** por imágenes mal centradas, una incorrecta colimación, o mal emplazamiento de la parrilla antidifusora.
- **Borrosidades por movimientos** voluntarios o involuntarios del paciente, como imágenes respiradas o producidas por un tiempo de exposición largo.
- **Artefactos** producidos por algún defecto de la película o por las pantallas de refuerzo por su constante uso y deficiente mantenimiento o conservación. Objetos metálicos que haya podido olvidarse de retirar el paciente (cadena del cuello, etc.)
- **Velos de luz**, deficiente almacenamiento de la película o fecha de caducidad excedida.