

## Tejido óseo

El principal componente de la matriz ósea es el colágeno de tipo I, y en menor proporción colágeno tipo V. Además, existen otros tipos de colágeno en la matriz. En conjunto, el colágeno representa aproximadamente el 90% de la matriz ósea.

La matriz contiene otros elementos (no colágenos) que forman la sustancia fundamental.

Los 4 grupos grandes de sustancias no colágenas en la matriz son:

- Macromoléculas de proteoglicanos
- Glicoproteínas multiadhesivas
- Proteínas dependientes de vitamina K
- Factores de crecimiento y citosinas.

### Composición de la matriz ósea

Contiene lagunas, y cada una de ellas contiene a un osteocito.

Los osteocitos extienden sus evaginaciones por toda la matriz en pequeños túneles denominados canaliculos.

Los canaliculos permiten la comunicación de diversas lagunas contiguas.

### Estructura de los huesos

**Superficie externa:** Los huesos están revestidos por periostio, excepto en zonas articulares. Presentan una capa fibrosa externa y una capa interna más celular que contiene células osteoprogenitoras. Las fibras colágenas que se encuentran en el periostio tienen una dirección paralela a la superficie del hueso.

**Cavidad ósea:** se encuentra completamente revestida por endostio, su capa consiste en una lámina de espesor constituida por células de tejido conjuntivo y por células osteoprogenitoras, osteoblastos y células del revestimiento óseo. Debido a su ubicación, estas células suelen denominarse células endosteales.

### Tipos de tejido de hueso

#### HUESO MADURO

Compuesto por laminillas concéntricas cilíndricas de matriz ósea denominadas osteonas o sistemas de Havers, que rodean el conducto de Havers que contiene el paquete vasculonervioso del hueso.

En el hueso maduro, también hay restos de laminillas concéntricas de osteonas llamadas "laminillas intersticiales".  
**Cónductos de Volkmann**: túneles que atraviesan el periostio y el endostio para alcanzar las osteonas y así nutrir al hueso de su material vasculonervioso.

**Hueso esponjoso** → similar al hueso compacto, solo que el tejido se distribuye en forma de espículas o cordones.

### HUESO INMADURO

Representa el hueso en el esqueleto de un feto. No muestra un aspecto laminillar organizado, se conoce también como hueso entretejido debido a la disposición entrelazada de las fibras de colágeno, contiene mayor cantidad de células por unidad de volumen y su matriz ósea posee una mayor proporción de sustancia fundamental.

### Hueso compacto maduro

- Células con disposición circular.
- Denominado hueso laminillar.
- Sus fibras colágenas son paralelas entre sí.

### Hueso esponjoso maduro

- Su tejido se distribuye en una malla de cordones o espículas.
- Los espacios entre los cordones son ocupados por médula ósea.

### Células del tejido óseo.

**Células osteoprogenitoras**: Derivan de las células madres mesenquimatosas de la médula ósea. Existen factores de transcripción capaces de desencadenar la diferenciación de las células osteoprogenitoras → **CBFA-1**

- **RUNX-2**.

Se ubican en la capa interna celular del periostio y de las células endosteales.

**Osteoblasto**: Célula formadora de hueso que secreta la matriz ósea. Secreta colágeno tipo I y proteínas de la matriz ósea que aún no se encuentra mineralizada. A la par que sintetiza las proteínas del osteoide, participa en la calcificación de la matriz por medio de la secreción de vesículas matriciales.

A medida que el osteoblasto produce la matriz, queda rodeado por ella y, eventualmente, se convertirá en un osteocito.

Mantiene contacto con otros osteoblastos y osteocitos por medio de evaginaciones citoplásmicas y uniones de hendidura.

**Osteocito:** Célula ósea madurada que deriva del osteoblasto que ha sido completamente rodeado por su matriz. Ocupan un espacio llamado laguna que se adapta al volumen de la célula.

Los osteocitos pueden comunicarse con otros osteocitos por uniones de hendidura y con otras células por la expresión de moléculas de señal.

Acción metabólica: intervienen en un proceso llamado mecanotransducción y tiene acción cuando un sitio del hueso es comprimido.

Además del proceso de mecanotransducción el osteocito es capaz de realizar un remodelado osteocítico, también el osteocito produce metaloproteinasas de la matriz. Mediante el remodelado osteocítico, los osteocitos pueden aparecerse en distintos estados funcionales:

Osteocitos latentes, formativos y resorptivos.

**Osteoclasto:** Células responsables de la resorción ósea. (proceso por el cual se elimina tejido óseo y se libera como minerales).

Se originan en la médula ósea, derivando de la célula progenitora de granulocitos / monocitos.

Se pueden distinguir 3 regiones especializadas en los osteoclastos en resorción:

- a) Borde festoneado
- b) Zona clara
- c) Región basolateral.

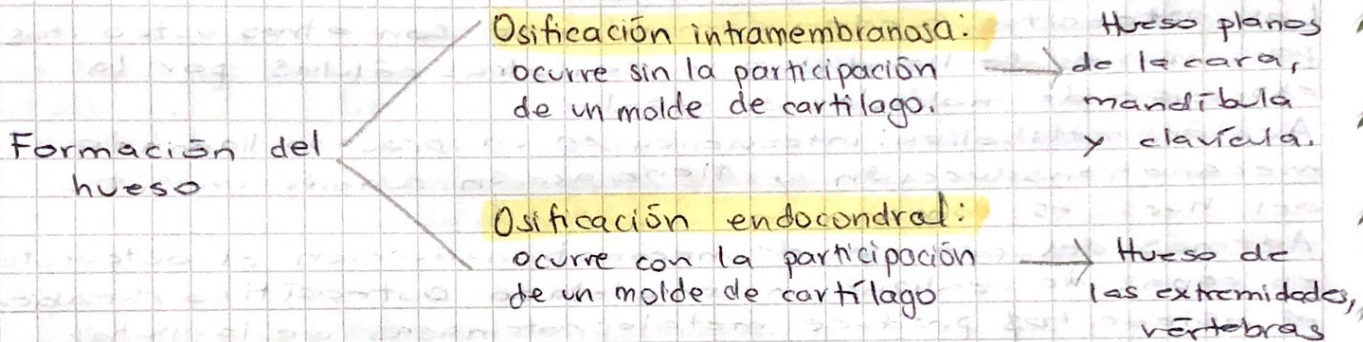
Resorción ósea se logra por la consecuencia de dos sucesos:

1. Acidificación de la matriz ósea
2. Liberación de lisosomas en el borde festoneado.

Cuando ocurre en exceso de bicarbonato intracelular, se crea un intercambio pasivo con iones cloro por medio de proteínas intercambiadoras de cloro-bicarbonato en la membrana basolateral.

Regulación de la actividad de los osteoclastos:  
Brindada principalmente por la hormona paratiroidea (PTH).  
Ejerce un efecto indirecto en los osteoclastos, ya que estos no presentan receptores de PTH → presentan receptores de PTH los osteocitos, osteoblastos y linfocitos T.  
Las células que presentan receptores de PTH activan la enzima adenilato ciclasa y aumentan los niveles intracelulares de cAMP.

### Formación del hueso



**Crecimiento del hueso endocondral:** Se inicia en el segundo trimestre de la vida fetal (6 meses) y continúa hasta el principio de la vida adulta.

El cartilago sobrante es llamado cartilago epifisario.

El cartilago avascular es reemplazado por tejido óseo cuando empieza a vascularizarse y cuando inicia la producción de colágeno tipo 10 y metaloproteinasas de la matriz.

A medida que el tejido óseo se deposita en las espículas calcificadas, el cartilago se reabsorbe y al final se forma hueso esponjoso primario.

Zona de Cartilago de reserva: se presenta proliferación ni producción de matriz.

Zona de proliferación: condrocitos en mitosis y más grandes que la zona precedente.

Zona de hipertrofia: condrocitos hipertroficados, conservan su actividad mitótica y son metabólicamente activos. Producen factor de crecimiento endotelial vascular.

Zona de calcificación del cartilago: las células hipertroficadas se empiezan a degradar y la matriz se calcifica.

Zona de resorción: está en contacto con el tejido conectivo de la cavidad medular. Los vasos sanguíneos y las células osteoprogenitoras invaden la región donde había condrocitos.

### Desarrollo del sistema osteonal.

Normalmente, se forma de hueso compacto preexistente. El proceso por el cual se forman nuevas osteonas se conoce como remodelado interno. Esto ocurre:

- Formación de un espacio en forma de túnel producido por la acción de los osteoclastos.
- Los vasos sanguíneos y su tejido conjuntivo circundante se adosan a la luz del túnel.
- Los osteoblastos empiezan a llenar el conducto mediante la secreción de matriz ósea.