

# Salud y Salud Pública

Chema Pérez Macías



# Protección de la Salud

# Contaminación Física

# **Contaminación por Vibraciones**

## Contaminación por Vibraciones

- Vibración → Movimiento oscilatorio sobre un punto fijo.
- La vibración tiene algunos parámetros en común con el ruido: frecuencia, amplitud, duración de la exposición y continuidad o intermitencia de la exposición.
- La exposición a vibraciones se produce cuando se transmite a alguna parte del cuerpo el movimiento oscilante de una estructura, ya sea el suelo, una empuñadura o un asiento.
- La vibración puede afectar al cuerpo entero o a las manos.
- Cuando una gran parte del peso del cuerpo humano descansa en una superficie vibrante se define la vibración del cuerpo completo. Se puede producirse en posición sentado, de pie o yacente. La frecuencia de estas vibraciones oscila entre 0'1 y 80 Hz.

## Contaminación por Vibraciones

- Las vibraciones se clasifican en:
  - Vibraciones de muy baja frecuencia → balanceo de trenes y barcos. Producen mareos.
  - Vibraciones de baja frecuencia → vehículos en movimiento, carretillas elevadores, tractores, etc. Provocan efectos sobre el oído interno y retardan los tiempos de reacción.
  - Vibraciones de alta frecuencia → motosierras, martillos neumáticos, etc. Tienen consecuencias más graves como son los problemas articulares, ciertos traumatismos, trastornos vasomotores y lesiones en brazos y piernas.
  
- Las vibraciones mecánicas procedentes de herramientas o procesos motorizados que entran en el cuerpo a través de las manos se denominan Vibraciones transmitidas a la mano o Vibraciones Mano-Brazo, y su efecto se denomina “Síndrome de la vibración mano-brazo”. Su frecuencia es de 1 a 1500 Hz.

## Contaminación por Vibraciones

- El primer efecto de las vibraciones de cuerpo completo es el malestar físico y psíquico que se relaciona con la cinetosis, que es tanto mayor cuanto mayor sea la vibración. También se produce una interferencia con los procedimientos de captación de información, probablemente al dificultar los movimientos oculares y los de las manos.
- Las vibraciones de más de 4 Hz mantenidas en el tiempo producen la enfermedad de las vibraciones:
  - Lesiones de la columna lumbar y la espalda en general. Parece que son consecuencia secundaria de una alteración degenerativa primaria de las vértebras y discos intervertebrales. Puede provocar lesiones nerviosas con lumbagos y ciáticas. El Dolor crónica es una consecuencia habitual.
  - Hipoacusia (especialmente si se combina la vibración con ruidos de más de 80 dBA).

## Contaminación por Vibraciones

- Las vibraciones de más de 4 Hz mantenidas en el tiempo producen la enfermedad de las vibraciones:
  - Cefalea, irritabilidad y vértigo.
  - Alteraciones circulatorias:
    - Fenómeno de Raynaud en la extremidad más cercana al punto de aplicación de la vibración.
    - Síndrome del Dedo Blanco Inducido por Vibración (DBIV).
    - Venas varicosas en piernas, varicocele y hemorroides.
    - Cardiopatía isquémica e HTA.
  - Alteraciones reproductivas femeninas y masculinas:
    - Alteraciones de la menstruación.
    - Aumento del riesgo de Aborto.
    - Prolapso y alteraciones de la estática uterina.
    - Prostatitis.
  - Alteraciones del sistema digestivo → alteraciones de la estática gástrica e intestinal.



## Contaminación por Vibraciones

- Los efectos de las vibraciones aumentan con el frío y otros agentes vasoconstrictores.
- El fenómeno de Raynaud es un trastorno vasoespástico que decolora los dedos de las manos y pies, y ocasionalmente de otras áreas. Puede hacer quebradizas las uñas. Cuando no se relaciona con ninguna causa es la enfermedad de Raynaud o fenómeno de Raynaud primario. Si hay causa (conectivopatías, Lupus eritematoso sistémico) estamos ante el síndrome de Raynaud o fenómeno de Raynaud secundario.
- El Raynaud es una hiperactivación del sistema simpático que causa vasoconstricción capilar. No es más que el agravamiento de la acción normal del frío. En casos extremos, la forma secundaria puede progresar a necrosis o gangrena de las yemas de los dedos.

## Contaminación por Vibraciones

- Efectos del síndrome de la Vibración Mano-Brazo:
  - Desórdenes vasculares → síndrome de Raynaud o también DBIV.
  - Neuropatías periféricas → síndrome del túnel carpiano, entumecimiento, hipoestesia.
  - Desórdenes musculoesqueléticos → osteoporosis de muñeca y codo, pseudoartrosis del hueso escafoides de la muñeca, pérdida de fuerza en las manos, inflamación y rigidez de las articulaciones y debilidad muscular.
  
- El RD 1311/2005 establece los valores límites para la jornada laboral. Estos valores se cuantifican en términos de aceleración:
  - El valor límite para la exposición a vibraciones referido al sistema mano-brazo, no ha de sobrepasar el valor  $5 \text{ m/s}^2$  para 8 horas de trabajo.
  - El valor límite para el cuerpo entero se establece en  $1,15 \text{ m/s}^2$  para 8 horas de trabajo.

## Contaminación por Vibraciones

- Las medidas preventivas frente a la vibración en el mundo laboral son:
  - Otros métodos de trabajo que reduzcan la exposición.
  - Elección de equipos de trabajo adecuados.
  - El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión, como asientos amortiguadores para la conducción de vehículos y mangos que reduzcan las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.
  - Programas adecuados de mantenimiento.
  - El diseño de los puestos de trabajo.
  - La información y formación adecuada a los trabajadores.
  - La limitación de la intensidad y la duración de la exposición.
  - La aplicación de medidas para proteger del frío y de la humedad, incluyendo el suministro de ropa adecuada.

# Temperatura y Humedad

## Temperatura y Humedad

- La temperatura interna de cuerpo humano es de 37°C. Varía dependiendo de su sexo, la actividad reciente, el consumo de alimentos y líquidos, la hora del día, el lugar donde se tome la temperatura y, en las mujeres, de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren.
- El cuerpo humano es homeotermo → mantiene su temperatura corporal dentro de unos límites independientemente de la temperatura externa. Si exponemos a un ser humano a temperaturas extremas (60°C o 12°C), su temperatura interna no varía más allá de 0'6°C.
- La temperatura y la humedad pueden alterar la temperatura corporal.

## Temperatura y Humedad

- Temperatura legal de los locales de trabajo (Real Decreto 486/1997, de 14 de abril):
  - 17 y 27°C para trabajos sedentarios.
  - 14 y 25°C para trabajos activos.
  - Humedad relativa entre el 30-70%, excepto en locales donde haya riesgo de acumulación de electricidad estática, en los que el límite inferior será el 50%.
  - Cada aumento del 10% de la humedad relativa equivale a un aumento de 2-3°C.
  
- La temperatura adopta una distribución continua, cuyo centro ocupa la llamada zona de confort térmico o zona termoneutral.
  - La zona termoneutral o zona de confort térmico (también llamado confort higrotérmico) es el rango de temperatura ambiental en el cual se mantiene la temperatura corporal normal con control vasomotor sin activar ningún gasto metabólico ni para producir ni para perder calor.

## Temperatura y Humedad

- Los límites inferior y superior de la zona termoneutral se denominan temperatura crítica inferior y temperatura crítica superior, respectivamente.
- Esta zona de confort térmico depende no solo de la temperatura exterior, sino también de la humedad, la velocidad del aire circundante, la actividad física y la vestimenta.
- Cuando el organismo se ve obligado a poner en marcha mecanismos de pérdida o ganancia de calor para mantener el confort, estamos en la zona de Discomfort (con calor o con frío).
- Cuando los mecanismos no son suficientes para mantener la temperatura interna, se entra en el estado de Estrés térmico (por calor o por frío) que representa un peligro para la vida.

## Temperatura y Humedad

- El estrés térmico por calor se produce cuando el calor que recibe el cuerpo no puede ser disipado con los mecanismos termorreguladores y la temperatura corporal aumenta por encima de los 38°C. Se debe a un desequilibrio entre las condiciones físicas ambientales de temperatura y humedad, la actividad física que se realiza y la ropa que se lleva, y está matizado por numerosas características individuales. El estrés térmico provoca efectos patológicos. A mayor desequilibrio, mayores efectos patológicos.
  
- El exceso de calor corporal se traduce en:
  - Aumento de accidentes por activación del sistema simpático y agotamiento.
  - Agravamiento de enfermedades previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, diabetes, etc.).
  - Aparición de las “enfermedades relacionadas con el calor”.



## Temperatura y Humedad

- Factores que influyen en la aparición de enfermedades relacionadas con el calor:
  - Aclimatación al calor → Permite que el cuerpo tolere mejor los efectos del calor, ya que favorece los mecanismos de termorregulación fisiológica: aumenta la producción del sudor y disminuye su contenido en sales, aumenta la vasodilatación periférica. Con ello la temperatura central del cuerpo no se eleva tanto. La aclimatación al calor es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días.
  - Obesidad.
  - Edad.
  - Estado de salud.
  - Medicamentos.
  - Mala forma física.
  - Falta de descanso.
  - Consumo de alcohol, drogas y exceso de cafeína.
  - Antecedentes de trastornos por calor.

## Temperatura y Humedad

- Las enfermedades relacionadas con el calor son:
  - Millaria o Sudamina.
  - Calambres.
  - Síncope por calor.
  - Agotamiento por calor.
  - Deshidratación.
  - Golpe de calor.
  - Insolación.
  - Hipertermia maligna.
  - Síndrome Neuroléptico maligno.

## Temperatura y Humedad

- El estrés térmico por frío se produce cuando la producción de calor del cuerpo es insuficiente para mantener la temperatura corporal.
- La caída de la temperatura corporal activa la generación y preservación de calor:
  - La generación de calor implica la activación del metabolismo, la obtención de calor quemando grasa parda y el aumento involuntario de la contracción muscular o tiritona.
  - La conservación se realiza mediante la vasoconstricción. La vasoconstricción disminuye el flujo de sangre a la superficie del cuerpo, disminuyendo la disipación de calor al ambiente. Paradójicamente, la vasoconstricción provoca el descenso de la temperatura en las extremidades, disparando el riesgo de congelación.

## Temperatura y Humedad

- El frío provoca dos efectos importantes:
  - Descenso de la temperatura interna o Hipotermia.
  - Congelación de los miembros o segmentos de la cara.
  
- La hipotermia es una temperatura central inferior a 35°C. Puede ser primaria o secundaria:
  - La hipotermia primaria depende de situaciones externas como exposición a temperaturas extremas o inmersión en agua helada. La termorregulación es normal.
  - La hipotermia secundaria es aquella que depende de alteraciones de la termorregulación interna, por enfermedad, medicamentos, traumatismos, lesión nerviosa o alteración hormonal (hipotiroidismo). En esta situación, la alteración de la temperatura externa es pequeña o casi inexistente.

## Temperatura y Humedad

- La hipotermia es frecuente durante el invierno en indigentes sin techo, ancianos en viviendas frías y alcohólicos que pierden el conocimiento a la intemperie. Los accidentes de montaña, por falta de prevención o por inmovilización por lesiones sufridas, los naufragios o las caídas en piscinas heladas son otras causas habituales de hipotermia.
- Factores predisponentes:
  - Disminución en la producción de calor → Hipotiroidismo, hipoglicemia, malnutrición, inmovilidad.
  - Aumento de pérdidas de calor → Disminución de la grasa corporal, exposición al frío (inmersión)
  - Alteración de la termorregulación:
    - Daño hipotalámico por trauma, por hipoxia, por tumor o por enfermedad cerebrovascular.
    - Inducida por alcohol, barbitúricos, tranquilizantes, antidepresivos tricíclicos, salicilato, paracetamol y anestésicos generales

## Temperatura y Humedad

- La severidad de la hipotermia se gradúa según las manifestaciones clínicas que se producen a medida que la temperatura corporal desciende.
- Hipotermia Leve → temperatura 32-35°C. Funciona la generación de calor.
  - Sensación de frío.
  - Escalofríos y tiritonas.
  - Vasoconstricción cutánea y disminución de la perfusión periférica → Piel fría.
  - Aumento del flujo sanguíneo cerebral.
  - Aumento de la diuresis (diuresis por frío).
  - Taquicardia.
  - Taquipnea.
  - Aumento del gasto cardiaco y de la tensión arterial.
  - Fatiga, apatía, confusión y decaimiento.

## Temperatura y Humedad

- Hipotermia Moderada → Temperatura entre 32-28°C.
  - Disminución de conciencia y coma por disminución del consumo de oxígeno del SNC. Este hecho parece protegerlo del daño hipóxico. El cerebro puede soportar períodos de paros circulatorios por un tiempo 10 veces mayor que a 37°C. Se produce ralentización refleja y disminución de la velocidad de conducción nerviosa.
  - Arritmias → Primero se produce una bradicardia sinusal que evoluciona hacia fibrilación auricular y ventricular, y acaba produciendo asistolia.
  - Hipotensión (a los 28°C no se puede medir la tensión arterial) e hipovolemia porque el líquido intravascular se mete en las células. Electrocardiográficamente aparece la onda J o de Osborn a partir de temperaturas inferiores a los 31°C.
  - Bradipnea y disminución del volumen corriente.

## Temperatura y Humedad

- Hipotermia Moderada → Temperatura entre 32-28°C.
  - Hiperglucemia, Hiponatremia e hipercaliemia.
  - Íleo paralítico y pequeñas úlceras mucosas (úlceras de Wischnevsky).
  - Cianosis.
  - Rigidez muscular que reemplaza al escalofrío.
  - Edema.
  - Arreflexia.
  - Poliuria u oliguria.
  
- Hipotermia Grave → Temperatura menor de 28°C. El cuerpo no genera calor, ni lo conserva. Entramos en Poiquilothermia, donde la temperatura interna oscila con la temperatura externa.
  - Apnea y Arreflexia.
  - Pupilas fijas y Rigidez.
  - Fibrilación Ventricular.
  - Aspecto de clínicamente muerto.



## Temperatura y Humedad

- Las lesiones por frío son de 3 tipos:
  - Eritema Pernio o Sabañón → Presencia de zonas cutáneas de aspecto eritematoso o rojo-cianótico, con prurito o dolor urente y que aparecen en zonas expuestas de forma prolongada y repetida al frío o la humedad. Rara vez se abren úlceras o heridas.
  - Pie de Trinchera o de Inmersión → Lesiones edematosas, eritematosas y dolorosas con focos supurados, linfangitis y pulsatilidad elevada localizadas en los pies. Puede acabar en gangrena. Se debe a la permanencia prolongada en un terreno frío y húmedo, con temperaturas superiores a las de congelación.
  - Congelaciones → Lesiones localizadas por temperaturas inferiores a 0°C. Son más frecuentes en las extremidades, sobre todo las inferiores.

## Temperatura y Humedad

- Las Congelaciones se deben a dos mecanismos:
  - Mecanismo criogénico → La congelación destruye directamente algunas células, pero produce daños mayores por vasoconstricción, donde el tejido próximo a la zona congelada sufre hipoxia y puede presentar trombosis en los vasos pequeños. Ambos efectos implican necrosis celular.
  - Mecanismo vasculopático → Cuando el torrente sanguíneo vuelve a la zona afectada, los tejidos lesionados liberan sustancias químicas que provocan la inflamación, y esta empeora la lesión causada por el frío.
  
- La Descripción pormenorizada de las Congelaciones se produce en el tema 26 de Paciente Crítico.

# Radiaciones

# Radiaciones

- Las radiaciones consisten en energía que se desplaza dentro de un medio en forma de onda. Como toda onda posee frecuencia y longitud de onda.
- La Radiación ionizante es aquella que tiene suficiente energía para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus átomos.
- Clasificación de la Radiación Ionizante según la ionización producida:
  - Radiación directamente ionizante → Se debe a radiaciones corpusculares de alta energía que interaccionan de forma directa con los electrones y el núcleo de los átomos.
  - Radiación indirectamente ionizante → Se debe a radiaciones electromagnéticas o corpusculares de baja energía sin carga eléctrica que generan moléculas ionizantes.

# Radiaciones

- Clasificación de la Radiación Ionizante según su naturaleza:
  - Radiación electromagnética → Energía sin masa que se desplaza (fotones) a la velocidad de la luz.
    - Radiación gamma → Procede del núcleo del átomo.
    - Radiación X → Procede de la corteza del átomo.
  - Radiación corpuscular → Energía con masa. Procede de la fisión de un núcleo.
    - Radiación alfa → Núcleos de Helio, con dos protones y dos neutrones. Tiene un alto poder de ionización, pero poco poder de penetración.
    - Radiación beta → Electrones o positrones, provenientes de la descomposición de un neutrón. Tienen una capacidad de ionización media, pero su capacidad de penetración es mayor que las partículas alfa. Las frena una placa de aluminio de 5 mm de espesor o una lámina de plomo de 1 mm.

# Radiaciones

- Clasificación de la Radiación Ionizante según su naturaleza:
  - Radiación corpuscular → Energía con masa. Procede de la fisión de un núcleo.
    - Neutrones → Partículas de masa cuatro veces inferiores a las de las partículas alfa. Tienen una gran energía y son muy penetrantes. Sólo pueden ser detenidas por gruesos muros de hormigón, plomo, parafina o agua.
- Las fuentes naturales de radiaciones ionizantes proceden de agentes radiactivos (isótopos) del aire ( $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{14}\text{C}$ ), los alimentos ( $^{24}\text{Na}$ ,  $^{238}\text{U}$ ), la corteza terrestre (y por tanto las rocas y los materiales de construcción obtenidos de éstas, como el  $^{40}\text{K}$ ), o del espacio (radiación cósmica). Son radiaciones no producidas por el hombre. Más del 80% de la exposición a radiaciones ionizantes a la que está expuesta la población proviene de las fuentes naturales.

# Radiaciones

- Las fuentes artificiales de radiaciones ionizantes proceden de actividades humanas como radiología, radioterapia, materiales radiactivos procedentes de reactores nucleares o aceleradores, o incluso radionucleidos de explosiones nucleares o desastres como el de Chernobyl.
  
- Radiaciones no ionizantes → Se entiende por radiación no ionizante aquella que no es capaz de arrancar electrones de la materia que ilumina produciendo, como mucho, excitaciones electrónicas. Son electromagnéticas.
  - Tipos de Radiaciones no Ionizantes:
    - Ultravioleta.
    - Luz visible.
    - Infrarroja.
    - Microondas y Radiofrecuencias.

# Radiaciones

- Radiación Ultravioleta (UV) → Presente en la radiación solar, con una longitud de onda más corta que la luz visible.
  - Es la radiación no ionizante más peligrosa.
  - Se subdivide en tres bandas:
    - UVA → Longitud de onda 315–400 nm.
    - UVB → Longitud de onda 280–315 nm.
    - UVC → Longitud de onda 100–280 nm.
  - Cuando la luz solar atraviesa la atmósfera, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación UVC y aproximadamente el 90% de la radiación UVB.
  - La intensidad de la radiación UV depende de:
    - La altura del sol → Fuera de las zonas tropicales, las mayores intensidades de la radiación UV se producen cuando el sol alcanza su máxima altura, alrededor del mediodía solar durante los meses de verano.



# Radiaciones

## → Radiación Ultravioleta (UV):

### → La intensidad de la radiación UV depende de:

- La Nubosidad → La intensidad de la radiación UV es máxima cuando no hay nubes, pero puede ser alta incluso con nubes. La dispersión puede producir el mismo efecto que la reflexión por diferentes superficies, aumentando la intensidad total de la radiación UV.
- La Altitud → A mayor altitud la atmósfera es más delgada y absorbe una menor proporción de radiación UV. Con cada 1000 metros de incremento de la altitud, la intensidad de la radiación UV aumenta en un 10 a 12%.
- El Ozono → El ozono absorbe parte de la radiación UV que podría alcanzar la superficie terrestre. La concentración de ozono varía a lo largo del año e incluso del día.

# Radiaciones

- Radiación Ultravioleta (UV):
  - La intensidad de la radiación UV depende de:
    - La Latitud → Cuanto más cerca del ecuador, más intensa es la radiación UV.
    - La reflexión por el suelo → Diferentes tipos de superficies reflejan o dispersan la radiación UV en diversa medida; por ejemplo, la nieve reciente puede reflejar hasta un 80% de la radiación UV; la arena seca de la playa, alrededor de un 15%, y la espuma del agua del mar, alrededor de un 25%.
  - Pequeñas dosis de radiación UV son beneficiosas para el ser humano y esenciales para la producción de vitamina D.
  
- Luz visible → La radiación visible, a la que es sensible el ojo humano, abarca el intervalo de longitud de onda entre 400 y 700 nm, comprendiendo los diversos colores entre el violeta y el rojo.

# Radiaciones

## → Luz visible:

- Representa el 40% de la radiación total del sol.
- Está constituida por la mezcla de varias radiaciones:
  - Violeta → Longitud de onda 380-450 nm.
  - Azul → Longitud de onda 450-495 nm.
  - Verde → Longitud de onda 495-570 nm.
  - Amarillo → Longitud de onda 570-590 nm.
  - Anaranjado → Longitud de onda 590-620 nm.
  - Rojo → Longitud de onda 620-750 nm.
- Es indispensable para la función de la fotosíntesis con la producción de oxígeno y energía para las plantas.
- En el ser humano, regula la producción de melatonina (se produce en la glándula pineal durante la noche) y la serotonina (se segrega durante el día). Ambas hormonas modulan numerosos ciclos circadianos y juegan un papel importante controlando la infección, la inflamación, el cáncer, la autoinmunidad y el estado de ánimo.

# Radiaciones

- Radiación Infrarroja → Es la radiación que tiene una longitud de onda entre los 700 nm y los 1000  $\mu\text{m}$ .
  - Es una radiación no visible.
  - Se subdivide en cuatro regiones:
    - Infrarrojo cercano → Longitud de onda 780-3000 nm.
    - Infrarrojo medio → Longitud de onda 3000-6000 nm.
    - Infrarrojo lejano → Longitud de onda 6000- 15000 nm.
    - Extremo infrarrojo → Longitud de onda 0,015 -1,0 mm.
  - La radiación infrarroja es la fracción de la radiación solar que produce efectos caloríficos.
  
- Radiación por microondas y radiofrecuencia → Ondas electromagnéticas cuya frecuencia es inferior a 300 GHz.
  - Se usan en electrodomésticos para generar calor, al hacer vibrar las moléculas de agua.
  - También se usan en Radiodifusión, Televisión, radares y Telefonía móvil.

# Radiaciones

- Factores de los que dependen los efectos de la radiación:
  - Tipo de radiación.
  - Dosis de radiación.
  - Tiempo de exposición.
  - Intensidad de radiación.
  - Tipo de célula.
  - Factores personales → Sexo, edad, estado de salud y nutrición.
  
- La dosis de radiación nos dirá el efecto que la radiación tiene sobre el tejido y se puede medir de varias formas:
  - Dosis absorbida.
  - Dosis equivalente.
  - Dosis efectiva.
  - Dosis comprometida.

# Radiaciones

- Dosis absorbida → Concentración de energía depositada en el tejido como resultado de una exposición a la radiación ionizante. Evalúa la posibilidad de cambios bioquímicos en tejidos específicos.
  - La unidad de medición para la dosis absorbida es el miligray (mGy).
    - $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/ Kg}$
    - La unidad que se utilizaba antiguamente era el rad, y su equivalencia con el Gray es de  $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gray}$ .
  - Los efectos, para un mismo valor de dosis absorbida, son diferentes según el período de tiempo de exposición a la radiación.
  
- Dosis equivalente → Concentración de energía que produce un daño biológico en un tejido determinado.

# Radiaciones

- Dosis equivalente:
  - Es la dosis absorbida corregida por los factores de ponderación para tener en cuenta las consecuencias biológicas de la exposición a la radiación.
  - Depende del tipo de radiación.
  - Su valor numérico es el mismo que la Dosis absorbida pero cambia las unidades; la dosis equivalente se mide en miliSievert (mSv).
  
- Dosis efectiva → Magnitud que ofrece una estimación sobre el riesgo al que nos exponemos al irradiarnos.
  - En los seres humanos, no todos los individuos (ni sus órganos y tejidos) son igualmente sensibles a la radiación, de modo que los daños biológicos, especialmente los efectos estocásticos, variarán dependiendo del órgano o del tejido irradiado, aún cuando todos ellos reciban la misma dosis (absorbida) y el mismo tipo de radiación.

## Radiaciones

- La dosis efectiva se mide en mSv. Antiguamente se usaba el Rem que equivale a 0,01 Sv.
  - Para los pacientes, la cantidad de dosis más importante es la dosis efectiva, porque permite comparaciones simples de los riesgos a largo plazo.
- Dosis comprometida → La absorción de energía por los tejidos expuestos a la radiación externa dura tanto como la exposición misma. Sin embargo, cuándo el tejido es irradiado por radionucleidos dentro del cuerpo, la exposición de los tejidos a la radiación y sus efectos duran tanto como la presencia de la fuente, es decir, hasta que desaparece por desintegración radiactiva y/o por eliminación biológica en orina y heces.
  - La dosis comprometida es la dosis equivalente a un órgano o tejido durante el tiempo en que permanece el radionúclido.
  - Sus unidades son el Sv x año.



# Radiaciones

- Otras unidades de las Radiaciones Ionizantes:
  - El Becquerel (Bq) mide la actividad o desintegración nuclear.
  - El Röntgen (R) mide la exposición radiométrica o carga total de iones liberada por unidad de masa de aire seco. Hoy se prefiere expresarlo con Culombios por kilogramo.
- Un haz de rayos X que produce una exposición de 1 roentgen depositará en el tejido humano una dosis de 0,96 rads.

# Radiaciones

- Factores de los que dependen los efectos de la radiación:
  - Tipo de radiación.
  - Dosis de radiación.
  - Tiempo de exposición.
  - Intensidad de radiación.
  - Tipo de célula.
  - Factores personales → Sexo, edad, estado de salud y nutrición.
  
- A dosis altas, la radiación ionizante provoca Efectos no estocásticos → Dermatitis, úlceras, hemorragias, anemia, leucopenia, atrofia orgánica, atrofia de piel con alopecia y muerte.
  
- A dosis bajas repetidas se producen efectos probabilísticos o estocásticos de cáncer y mutación genética que puede ser perjudicial (teratogénico) o beneficioso (favorecer evolución).

# Radiaciones

- La radiación ionizante a bajas dosis puede producir efectos beneficiosos estimulando mecanismos de reparación que protegerían contra enfermedades. Ese es el principio de la Hormesis.
- La radiación no ionizante produce efectos en función de su tipo:
  - La radiación Infrarroja consiste en ondas térmicas emitidas por un cuerpo cuando se encuentra a elevada temperatura. Es la forma en que se propaga el calor. Este tipo de radiaciones no penetran profundamente en la piel, pero su efecto de calentamiento puede causar cataratas y quemaduras y todos los cuadros por el calor.
  - Rayos UVA → Fotoalergia + Fotoenvejecimiento.
  - Rayos UVB → Quemaduras + Cáncer piel + Fotoqueratosis + Conjuntivitis + Cataratas + ↑Riesgo de infecciones + ↓Eficacia vacunal.

# Radiaciones

- Medidas para evitar exposición a la radiación UV:
  - El bronceado protege escasamente de la radiación UV. Aunque su piel esté bronceada, se debe reducir la exposición durante las horas centrales del día.
  - Evitar las sobredosis de radiación UV. La quemadura solar es una señal de que la piel ha recibido, literalmente, una sobredosis de radiación UV.
  - Usar gafas de sol, sombrero de ala ancha y prendas de protección y ponerse con frecuencia crema de protección solar (FPS 15+/20).
  - La aplicación de crema fotoprotectora no es para prolongar la exposición al sol, sino para reducir el riesgo de perjuicio para la salud.
  - El consumo de determinados medicamentos, así como el uso de perfumes y desodorantes, puede sensibilizar la piel y ocasionar quemaduras graves al exponerse al sol.
  - No conviene exponerse al sol durante el embarazo.

# Radiaciones

- Medidas para evitar exposición a la radiación UV:
  - La sombra es una de las principales defensas contra la radiación solar, en especial durante las horas centrales del día.
  - Durante las actividades al aire libre, hay que llevar crema de protección solar, sombrero y camisa de manga larga.
  - La nieve reciente puede duplicar la exposición a la radiación UV. Hay que ponerse gafas de sol y crema de protección solar.
  - La mayor parte de la exposición a la radiación UV a lo largo de toda su vida habrá ocurrido antes de los 18 años. La exposición prolongada al sol durante la infancia aumenta el riesgo de sufrir posteriormente un cáncer de piel y puede ocasionar daños oculares graves.
    - Todos los niños menores de 15 años tienen piel y ojos sensibles que se deben proteger.

# Radiaciones

- Medidas para evitar exposición a la radiación UV:
  - Protección de los niños:
    - Los niños menores de dos años nunca deben exponerse directamente al sol.
    - Enseñar a protegerse del sol a los niños durante el → recreo, excursiones o si come en el colegio.
  - Cremas de protección solar → Se aplican 30' antes + reponen cada 2 h.
  
- Límites para las Radiaciones:
  - Profesional:
    - 100 mSv/5 años sin sobrepasar los 50 mSv/año.
    - 150 mSv/año para cristalino en dosis equivalente.
    - 500 mSv/año para piel o extremidades en dosis equivalente.
  - Paciente:
    - 1 mSv/año; 1 Rx → 0,02-1'5 mSv. TAC → 10 mSv.

# **Tipos de Piel frente a la radiación UV**

## Tipos de Piel frente a radiaciones UV

- Desde el punto de vista de la salud pública, es especialmente importante proteger a los grupos de población más vulnerables. Más del 90% de los cánceres de piel no melánicos se producen en los fototipos I y II, los mensajes de protección básicos asociados con el IUV deben dirigirse a las personas de piel clara más propensas a las quemaduras.
- Aunque las personas de piel oscura tienen menor incidencia de cáncer de piel, también son sensibles a los efectos nocivos de la radiación UV, especialmente a los que afectan a los ojos y al sistema inmunológico.



## Tipos de Piel frente a radiaciones UV

### → Fototipo Cutáneo I:

- Tipo I → Deficiente en Melanina + Se quema siempre tras la exposición al sol + Se broncea raramente tras la exposición al sol.
- Tipo II → Deficiente en Melanina + Se quema habitualmente tras la exposición al sol + Se broncea algunas veces tras la exposición al sol.
- Tipo III → Con Melanina suficiente + Se quema algunas veces tras la exposición al sol + Se broncea habitualmente tras la exposición al sol.
- Tipo IV → Con Melanina suficiente + Se quema raramente tras la exposición al sol + Se broncea siempre tras la exposición al sol.
- Tipo V → Con protección melánica + Piel morena natural.
- Tipo VI → Con protección melánica + Piel negra natural.

# Índice UV Solar Mundial

## Índice UV Solar Mundial

- El índice UV solar mundial (IUV) es una medida de la intensidad de la radiación UV solar en la superficie terrestre. El índice se expresa como un valor superior a cero, y cuanto más alto, mayor es la probabilidad de lesiones cutáneas y oculares y menos tardan en producirse esas lesiones.
- La intensidad de la radiación UV y, en consecuencia, el valor del índice varía a lo largo del día. Al comunicar el IUV, se pone el máximo énfasis en la intensidad máxima de la radiación UV en un día determinado, que se produce durante el periodo de cuatro horas en torno al mediodía solar. Dependiendo de la ubicación geográfica y de si se aplica o no el horario de verano, el mediodía solar puede tener lugar entre las 12 del día y las 2 de la
- El IUV debe presentarse como un valor único redondeado al número entero más próximo.

# Índice UV Solar Mundial

- Cuando la nubosidad es variable el IUV debe notificarse mediante un intervalo de valores. Las predicciones del IUV deben tener en cuenta los efectos de las nubes sobre la transmisión de la radiación UV a través de la atmósfera. Los programas que no tengan en cuenta los efectos de las nubes en sus predicciones deberán especificar que se trata de un IUV “con cielo despejado” o “sin nubes”.
- Categoría de Exposición:
  - Exposición Baja → IUV < 2 → No necesita protección y puede permanecer en el exterior sin riesgo.
  - Exposición Moderada → IUV 3 A 5 → Necesita protección.
  - Exposición Alta → IUV 6 A 7 → Necesita protección.
  - Exposición Muy alta → IUV 8 A 10 → Necesita protección extra.
  - Exposición Extremadamente alta → IUV 11+ → Necesita protección extra.

# **Factor de Protección Solar**

## Factor de Protección Solar

- Filtros físicos → En este grupo se incluyen los pigmentos inorgánicos (óxido de cinc, dióxido de titanio, mica), opacos a la radiación solar, característica que les permite actuar a modo de pantalla, de forma que por una parte reflejan la luz y por otra la absorben ofreciendo así una extraordinaria protección frente a la radiación solar. Las presentaciones más innovadoras de este tipo de filtro persiguen tamaños de partícula cada vez más pequeños para que estas partículas sean transparentes a la luz visible, pero no a la luz ultravioleta. Así se evita el tono blanquecino que dejaban en la piel las formulaciones iniciales, sin menguar por ello la protección requerida.
  - A pesar de la gran eficacia protectora que tienen estos filtros, las formulaciones cosméticas suelen combinarlos con otros para conseguir preparaciones con un factor de protección solar (FPS) más alto, mayor fluidez y características organolépticas que los hagan más agradables al tacto y más fáciles de aplicar.

## Factor de Protección Solar

- Filtros químicos → Se trata mayoritariamente de compuestos orgánicos aromáticos, de estructura conjugada, capaces de absorber radiaciones energéticas con longitudes de onda propias del espectro ultravioleta. Actúan impidiendo la transmisión de la radiación hacia los tejidos subyacentes y evitando así los efectos perjudiciales que provoca la radiación solar sobre ellos. Su capacidad protectora está condicionada por la longitud de onda que sea capaz de absorber la molécula (UVB, UVA), razón por la cual normalmente se utilizan combinaciones de filtros para aumentar su efectividad y conseguir un espectro de absorción lo más amplio posible.
  - Los filtros más empleados son el PABA (ácido p-amino benzoico) y sus derivados; el ácido cinámico y sus ésteres; benzimidazoles y derivados del ácido sulfónico, del bencilidenalcanfor, de las benzofenonas y del dibenzoilmetano.

## Factor de Protección Solar

### → Filtros químicos:

→ Todos ellos deben presentar una buena estabilidad química y tolerabilidad cutánea, así como no suponer riesgo de fotoalergia o fotosensibilización tras los cambios generados en su estructura a consecuencia de la captura de los fotones UV.

→ Filtros biológicos → Son moléculas con propiedades antioxidantes, cuya acción radica en el secuestro de los radicales libres responsables del envejecimiento cutáneo y del cáncer fotoinducido. Los máximos representantes de este tipo de filtro son el ácido ascórbico y el tocoferol, así como sus derivados.



## Factor de Protección Solar

- Filtros biológicos:
  - Estos ingredientes activos suelen incluirse en las nuevas formulaciones solares, ya que adicionalmente presentan una acción coadyuvante de la actividad fotoprotectora de los filtros físicos y químicos, mejoran el aspecto y elasticidad de la piel y potencian el subsistema inmunológico cutáneo.
- Factor de protección → El FPS es el cociente entre la dosis eritematógena mínima en una piel protegida y la dosis eritematógena mínima en la misma piel sin proteger. El FPS indica el tiempo que se puede permanecer expuesto al sol con la piel protegida en comparación con la piel sin protección, hasta la aparición del eritema.
  - El valor numérico del envase de un protector solar se refiere básicamente al efecto protector frente a la radiación UVB, que es la que genera eritema.

## Factor de Protección Solar

- Factor de protección:
  - Sin embargo, la protección solar tiene que ser efectiva frente a ambas radiaciones UVA y UVB: un mayor FPS debe ser proporcional a la protección que ofrece frente a UVA.
  - En el etiquetado de estos productos se tiene que indicar la categoría de protección y FPS.
    - Protección baja → FPS 6-10.
    - Protección media → 15-25.
    - Protección alta → 30-50.
    - Protección muy alta → ↑50.
  - Aunque para las pieles con fototipos II y III expuestos al sol en Europa bastaría con un FPS de 10, siendo aconsejable un 15. Sin embargo, al no respetarse la cantidad suficiente y no permanecer el tiempo suficiente en piel, se aconseja utilizar un filtro de 50.

## Factor de Protección Solar

- Fotoprotectores pediátricos:
  - Dotar al preparado de máxima protección, para ello suelen combinar los 3 tipos de filtros antes referenciados.
  - Incluir excipientes e ingredientes cosméticos que confieran a la formulación resistencia a la acción del agua (water proof y water resistant) y del roce.
  - Tener una acción adicional hidratante que cubra las necesidades de la piel del infante.
- Se elige el fotoprotector de acuerdo con el fototipo de la persona, la edad, la zona del cuerpo donde se va a aplicar y las condiciones ambientales a las que se va a someter el individuo.
- Beber abundante agua y zumos durante y tras la exposición para favorecer los mecanismos termorreguladores fisiológicos y para reponer la pérdida de líquidos experimentada a consecuencia del calor.

## Factor de Protección Solar

- Utilizar fotoprotectores labiales con un índice alto, ya que la piel en esta zona del cuerpo es muy frágil. Si el individuo tienen cierta predisposición a experimentar herpes labial extremar las precauciones, ya que una excesiva radiación puede facilitar un brote herpético.
- Evitar las pulverizaciones de agua durante los baños de sol ya que, además de eliminar el fotoprotector, las gotas de agua que quedan sobre la piel actúan como si fuesen una lupa y amplían los efectos negativos de las radiaciones.
- Tras la exposición solar y la ducha con agua tibia, hidratar generosamente la piel para regenerar el manto hidrolipídico y recuperar la pérdida de agua. Es recomendable el uso de productos específicos en función del tipo de piel y de la zona que hay que tratar: cara y escote, contorno de ojos, manos especialmente.

# Prevención de la Enfermedad

# Historia Natural de la Enfermedad

- Leavell y Clark (1958).
- Concepto → Curso de la enfermedad desde el inicio hasta su resolución.
- Etapas:
  - Período Pre-patogénico.
  - Período Patogénico:
    - Fase sub-clínica o preclínica o Periodo de incubación.
    - Fase prodrómica.
    - Período clínico o de estado.
    - Periodo de Resolución.
  - Periodo de Convalecencia.

## Historia Natural de la Enfermedad

- Período Pre-patogénico → La enfermedad no se ha iniciado, pero el contacto con los factores de riesgo o con el agente productor de la enfermedad ya se ha producido.
- Período Patogénico → La enfermedad ya se ha iniciado.
  - Fase sub-clínica o preclínica → Periodo de incubación o de latencia → No hay síntomas clínicos, aunque pueden haber alteraciones que se manifiesten en alguna prueba complementaria.

Periodo de incubación → Enfermedades infectocontagiosas

Periodo de latencia → Enfermedades no infectocontagiosas
  - Fase prodrómica → Aparecen los primeros síntomas clínicos, pero son inespecíficos o generales, confusos que hacen difícil el diagnóstico.
  - Período clínico → La enfermedad se manifiesta por los signos y síntomas característicos que facilitan su diagnóstico y manejo.

## Historia Natural de la Enfermedad

- Período Patogénico → La enfermedad ya se ha iniciado.
- Período de resolución → La enfermedad evoluciona hacia la curación con o sin secuelas, a la muerte o a la cronicidad.
  - Resolución por lisis → Los síntomas desaparecen poco a poco.
  - Resolución por crisis → Los síntomas desaparecen de golpe.



# Niveles de Prevención

## Niveles de Prevención

- Prevención primaria → Conjunto de acciones destinadas a impedir la aparición o a disminuir la probabilidad de ocurrencia de la enfermedad.
  - Se actúa durante el período prepatogénico, sobre los factores de riesgo (cambios en la dieta, prescripción de ejercicio, uso de cinturón de seguridad en el automóvil, etc.) o previniendo la acción del agente etiológico (inmunizaciones, potabilización del agua, etc.).
  - Prevención Primordial → Prevenir el desarrollo de factores de riesgo → Actuar para que no aparezcan → Algunos autores lo equiparan a Promoción de la Salud.
  - Actividades de la Prevención primaria:
    - Promoción de la salud → Actuación individual.
    - Protección de la salud → Actuación grupal.
    - Vacunación.
    - Fluoración del agua de bebida.

## Niveles de Prevención

- Prevención secundaria → Busca detectar la enfermedad antes de producir lesiones graves, reduciendo su prevalencia → Busca reducir la morbilidad o mortalidad prematura asociada a la enfermedad, mejorando su pronóstico.
  - Diagnóstico precoz mediante Cribado o Screening.
  - Tratamiento precoz.
  
- Cribados o Screening:
  - Aplicación sistemática de una prueba para identificar a individuos con un riesgo suficientemente alto de sufrir un problema de salud como para beneficiarse de una investigación más profunda o una acción preventiva directa, entre una población que no ha buscado atención médica por síntomas relacionados con esa enfermedad” (Wald, 2001).

## Niveles de Prevención

- Cribados o Screening:
  - Examen de personas asintomáticas para distinguir las que probablemente estén enfermas y las que probablemente no lo estén (Moss 2006).
  - Servicio de salud pública en el que los miembros de una población definida, que no necesariamente perciben tener un mayor riesgo, o estar afectados por una enfermedad o sus complicaciones, son invitados a someterse a preguntas o pruebas para identificar a aquellos individuos con mayor probabilidad de obtener un beneficio que un perjuicio, causado por las sucesivas pruebas o el tratamiento, para reducir el riesgo de la enfermedad o sus complicaciones (NSC, 2009).
  - Todos los cribados exigen siempre una segunda prueba de confirmación diagnóstica.

## Niveles de Prevención

- Beneficios del Cribado:
  - Mejora del pronóstico de los casos detectados.
  - Permite un tratamiento menos radical que cura los casos precoces.
  - Ahorro de recursos en los casos positivos.
  - Mayor tranquilidad en casos con resultado negativo.
  
- Riesgos y desventajas del Cribado:
  - Mayor tiempo de morbilidad en casos que no mejoran su pronóstico.
  - Sobretratamiento de anomalías de pronóstico incierto.
  - Riesgo de efectos adversos por el proceso de cribado.
  - Costes añadidos en los casos negativos.
  - Falsa tranquilidad en los casos falsos negativos.

## Niveles de Prevención

- Estrategias de Cribado:
  - Cribado sistemático a una población diana específica (edad y/o sexo determinados) en el seno de un plan organizado y protocolizado y que cuenta con una adecuada evaluación continua de la calidad y de los resultados.
    - Pruebas, rangos de edad e intervalos de cribado se adaptan a las recomendaciones de las Guías Europeas.
  - Cribado oportunista (Case finding o búsqueda activa de casos) → Actividad no sistemática que se suele realizar a petición del interesado o aprovechando una consulta por otro motivo médico.
  
- Condiciones que han de cumplir los cribados:
  - Condiciones de la enfermedad:
    - La enfermedad objeto de cribado debe ser un importante problema de salud pública en cuanto a carga de enfermedad, considerando la mortalidad, morbilidad, discapacidad y el coste social.

## Niveles de Prevención

→ Condiciones que han de cumplir los cribados:

→ Condiciones de la enfermedad:

- La enfermedad debe estar bien definida, con criterios diagnósticos claros, y ser explícita la frontera de lo que se clasifica como enfermedad de lo que no lo es, con un criterio diagnóstico dicotómico.
- Se debe conocer y comprender bien la historia natural de la enfermedad, en particular las alteraciones biológicas iniciales, las manifestaciones preclínicas, las características clínicas que permiten el diagnóstico y sus repercusiones físicas y funcionales.
- Debe existir un periodo de latencia detectable, con una duración suficiente como para que sea factible la realización del proceso de cribado completo. Este periodo de latencia debe cumplirse en la mayoría de los casos de la enfermedad (> 80%).

## Niveles de Prevención

→ Condiciones que han de cumplir los cribados:

→ Condiciones de la prueba:

- Prueba de cribado sencilla de realizar e interpretar, con riesgos minimizados. Se deben conocer los potenciales efectos adversos. Además las técnicas deben de estar certificadas.
- Prueba válida → Mide lo que se quiere medir.
- Prueba sensible de forma que detecte la mayor cantidad de casos posibles en las primeras fases de la enfermedad.
- Prueba específica → Con la menor tasa de falsos positivos posible para evitar toda ansiedad innecesaria.
- Prueba debe ser reproducible y fiable, es decir, debe existir una alta concordancia en su interpretación por uno o varios profesionales sanitarios.
- Prueba debe ser eficiente y que minimice los costes.



## Niveles de Prevención

- Condiciones que han de cumplir los cribados:
  - Condiciones de la prueba de cribado:
    - Prueba aceptable para la población diana, teniendo en cuenta la diversidad social y cultural, y las peculiaridades de grupos desfavorecidos o de población discapacitada. Se deben considerar y prever los aspectos de aceptabilidad de la prueba por el personal sanitario.
  - Condiciones de las pruebas de confirmación diagnóstica y tratamiento:
    - Evidencia científica sobre el proceso diagnóstico a seguir en las personas con resultado positivo en el cribado y el tratamiento de las personas con diagnóstico definitivo.
    - Evidencia científica sobre la superioridad de la intervención terapéutica en la fase asintomática sobre la realizada en la fase sintomática en cuanto a beneficio en la mortalidad prematura y/o en la calidad de vida.

## Niveles de Prevención

- Condiciones que han de cumplir los cribados:
  - Condiciones de las pruebas de confirmación diagnóstica y tratamiento:
    - El acceso a las pruebas diagnósticas de confirmación y al tratamiento debe estar previsto y ser posible en un tiempo corto. El manejo de los pacientes en los diferentes niveles asistenciales del sistema, optimizado. Este es un requisito previo a la implantación de cualquier programa de cribado puesto que el impacto final en salud sólo se alcanzará si el manejo ulterior de las anomalías detectadas es el mejor posible y a tiempo.
  - Condiciones del programa:
    - Evidencia de la eficacia del programa en la reducción del riesgo de mortalidad o morbilidad.
    - Los beneficios del programa deben superar a los riesgos.
    - Población diana bien definida con parámetros demográficos escogidos en base a en la evidencia.

## Niveles de Prevención

→ Condiciones que han de cumplir los cribados:

→ Condiciones del programa:

- La intervención debe ser aceptable desde el punto de vista económico (Coste-Efectiva) con respecto a otras alternativas.
- El programa debe ser aceptable desde punto de vista clínico, social y ético.
- El Programa tendrá previstos los mecanismos adecuados de evaluación y control de la calidad para asegurar que los objetivos primarios originales se están cumpliendo, que se alcanzan los estándares adecuados y que el programa continúa siendo eficiente con el tiempo.
- Programa será factible dentro del SNS.

## Niveles de Prevención

- Prevención terciaria → Conjunto de acciones que intentan modificar favorablemente la evolución de una enfermedad en su fase sintomática crónica, o de sus secuelas, reduciendo el daño.
  - Tratamiento de la enfermedad.
  - Evitar complicaciones de la enfermedad.
  - Rehabilitación de la enfermedad.
  - Tratamiento de las secuelas, evitando su progresión y mejorando la calidad de vida.
  - Retraso en la muerte del paciente.

## Niveles de Prevención

- Prevención cuaternaria → Conjunto de actividades que intentan evitar, reducir y paliar el daño provocado por la intervención médica inadecuada.
  - Acciones tomadas para proteger a los individuos (pacientes/ personas) de intervenciones médicas que pueden causar más daño que beneficio (Brodersen, Schwartz y Woloshin, 2014).
  - Acciones llevadas a cabo para identificar a un paciente o una población en riesgo de sobremedicalización, protegerlos de intervenciones médicas invasivas y sugerirles procedimientos y cuidados ética y científicamente aceptables.
  
- La prevención cuaternaria debe ser transversal a las actividades médicas preventivas, involucrándose en todas las acciones de prevención primaria, secundaria y terciaria.

## Niveles de Prevención

- Fenómenos ligados a la Prevención Cuaternaria:
  - Sobrediagnóstico → Aumento de la detección de enfermedades clínicamente irrelevantes que nunca hubieran llegado a manifestarse durante el transcurso de la vida del paciente si este no se hubiera sometido a una prueba.
  - Sobretratamiento → Tratamiento de patologías clínicamente irrelevantes.
  - Medicalización → Proceso por el que ciertos fenómenos que formaban parte de otros campos, como la educación, la ley, la religión, etc., han sido redefinidos como fenómenos médicos que se pretenden resolver mediante la medicina.
  - Iatrogenia → Efectos nocivos derivados de la gestión médica, que tiene carácter no intencional y en ocasiones inconsciente y que afecta la integridad física y mental de pacientes, familias u otras personas.

## Niveles de Prevención

- Medidas de la prevención cuaternaria:
  - Disminuir el sobrediagnóstico y el sobretratamiento:
    - Eliminación de Actividades innecesarias o no bien fundamentadas, especialmente en poblaciones de riesgo como ancianos y pacientes con enfermedades crónicas.
    - Disminución de efectos adversos de las medidas médicas.
    - Reparación de la Salud dañada por Yatrogenia.
    - Uso mínimo de medicamentos necesarios para mantener la dignidad y calidad de vida del paciente hasta sus últimos momentos.
  - Incentivar que las intervenciones sanitarias dirigidas a la población estén basadas en la mejor evidencia científica y en los mejores estándares éticos.
  - Empoderar a la población y a la comunidad en salud, mediante educación accesible.

## Niveles de Prevención

- Medidas de la prevención cuaternaria:
  - Promover la no medicalización de acontecimientos propios de las etapas de la vida → Proceso que convierte situaciones que han sido siempre normales, en cuadros patológicos y pretender resolver, mediante la medicina, situaciones que no son médicas, sino sociales, profesionales o de las relaciones interpersonales.
    - La medicalización provoca aumento de iatrogenias, dependencia de los sistemas de salud, abuso de la medicación y de métodos de diagnóstico o aumento de costos económicos, sin que la calidad de vida de las personas mejore.
  - Educación sobre prevención cuaternaria a profesionales sanitarios.
  - Investigación sobre medidas de prevención cuaternaria.



# Niveles de Prevención

→ Tipos de prevención según la concepción médica (centrada en la enfermedad como ente) o la del paciente (la enfermedad como vivencia):

<b>Visión del paciente</b>	<b>Visión del médico</b>	
	<b>ENFERMEDAD</b>	
	<b>Prevención primaria</b>	<b>Prevención secundaria</b>
<b>ENFERMAR</b>	<b>Enfermar ausente</b> <b>Enfermedad ausente</b>	<b>Enfermar ausente</b> <b>Enfermedad presente</b>
	<b>Prevención cuaternaria</b>  <b>Enfermar presente</b> <b>Enfermedad ausente</b>	<b>Prevención terciaria</b>  <b>Enfermar presente</b> <b>Enfermedad presente</b>

# Protección de la Salud

# **Saneamiento del Agua**

# Agua Potable

## Saneamiento del Agua

- Agua → Alimento más consumido. Imprescindible para la vida humana, pero es un recurso natural escaso y susceptible de contaminarse, llegando a ser un riesgo para la salud.
- Recomendaciones OMS-Unicef: Suministro razonable de agua → 20 litros mínimos por persona y por día, procedentes de una instalación situada a menos de un kilómetro de la vivienda del usuario.
- Agua de consumo humano = Agua potable → Agua que puede ser consumida sin restricción debido a que no representa un riesgo para la salud al cumplir con estándares de calidad.
- Agua destinada al uso animal y al riego agrícola cumple con estándares muy parecidos a los de consumo humano.

# Saneamiento del Agua

## → Funciones:

- Beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y otros usos domésticos.
- Fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano.
- Limpieza de superficies, objetos y materiales que puedan contactar con los alimentos.
- Actividad comercial o pública de baño, uso recreativo o terapéutico o limpieza corporal de carácter público.

## → Fuentes de Agua:

- Lluvia.
- Manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora.
- Aguas subterráneas.
- Agua superficial → Ríos, Arroyos, Embalses o Lagos naturales.
- Mar.

## Saneamiento del Agua

- Agua de estas fuentes → Agua Bruta o Cruda → No necesariamente potable.
- Agua del mar → Agua salada → Solo sobreviven en ella organismos Halófilos (amigos de la sal) → Salinidad media del agua de mar → 35 gr/litro.
- Agua Salobre → Mezcla de agua salada y agua dulce en la orilla del mar.
- Agua dulce → Muy poca sal → ↑Cantidad está congelada (polos, glaciares) → Podría provocar una hiponatremia si la tomáramos como única fuente de bebida. 9% del agua.
- Agua evaporada → Sin sal, pero al caer sobre la tierra recupera algo.

## Saneamiento del Agua

- Agua de la lluvia → Agua meteórica.
- Agua meteórica o del deshielo puede circular por la superficie de la tierra gracias a su alta tensión superficial, formando ríos, arroyos y lagos (agua superficial) → 0,01% del agua del planeta.
- La mayor parte del agua de la lluvia se infiltra en el suelo formando el agua subterránea → 0,7% del agua total → Se infiltra hasta llegar a la capa impermeable o capa freática. Estas aguas subterráneas pueden emerger en puntos bajos del terreno llamados surgencias o manantiales.
- Cuando el agua subterránea está cercana a una intrusión volcánica, se calienta y aparece en superficie a altas temperaturas → Agua termal → Puede tener propiedades beneficiosas para la Salud.



## Saneamiento del Agua

- Agua subterránea puede emerger y formar pequeños lagos sin desagüe (aguas estancadas), que pueden acumular grandes cantidades materia orgánica en descomposición por la falta de oxígeno formando ciénagas → Aguas muertas.
- Parte del agua infiltrada queda retenida en un depósito subterráneo, formando los acuíferos, que pueden llevar cerrados muchos siglos → Agua fósil.

## Agua Dura y Agua Blanda

- La composición del agua dulce varía dependiendo de las sales e iones que tenga disueltos:
  - ↑ iones positivos (Calcio y Magnesio) → Agua dura, que produce calcificaciones y disuelve mal otras sustancias como el azúcar, la sal o los jabones → Lavado difícil.
  - ↓ iones positivos → Agua blanda → Lava sin problemas.
- El agua usada presenta distintos grados de contaminación:
  - Aguas grises → Aguas usadas con contaminación moderada: detergentes, excrementos humanos, grasas, polvo y barro, etc.
  - Aguas negras → Aguas usadas muy contaminadas.
  - Aguas residuales → Mezcla de aguas grises y negras canalizadas a través de un sistema de alcantarillado.

## Saneamiento del Agua

- Contaminantes del agua:
  - Físicos → Calor, las aguas residuales de procesos residuales calientes pueden provocar una proliferación de los contaminantes microbiológicos. Radiactividad.
  - Químicos → Pueden proceder de sustancias biodegradables que se transforman en sustancias inertes por la acción de organismos y sustancias no biodegradables.
  - Biológicos → Contaminación del agua de bebida y regadío.
    - Pueden enfermar por contacto o por otros mecanismos. Pueden existir en el agua vectores de otras enfermedades que necesitan medios líquidos para desarrollarse.

# **Abastecimiento de Agua Potable**

## Abastecimiento de agua potable

- Se define Abastecimiento de agua potable al conjunto de instalaciones y obras de ingeniería que permiten llevar el agua potable desde la fuente hasta los consumidores.
- Una Fuente Natural es una fuente de agua no conectada a un sistema de abastecimiento.
- El abastecimiento incluye varios componentes diferentes:
  - Captación de agua.
  - Conducción.
  - Tratamiento de potabilización del agua.
  - Almacenamiento.
  - Transporte y distribución del agua hasta las acometidas de los consumidores.

# Captación de Agua

## Captación del Agua

- La captación deberá captar agua que pueda ser potabilizada con los tratamientos adecuados.
- Las captaciones serán señalizadas para evitar la contaminación y degradación de la calidad del agua.
- La captación de aguas superficiales es estacional, por lo que es necesario acumularla para las épocas de disminución del caudal con Embalses, presas, diques, azudes (presas pequeñas), canales de desviación y pozos recolectores.
  - La captación se hace mediante torres, desde donde se conduce el agua por gravedad hacia los lugares de tratamiento o las estaciones de bombeo.
- La captación de agua meteórica se realiza si no hay aguas superficiales ni subterráneas de calidad y las lluvias son de cierta cuantía.

## Captación del Agua

- La lluvia se capta con techos y superficies impermeables (incluso plazas públicas), llevando el agua a zonas de almacenaje (aljibes, cisternas, estanques o depósitos) abiertos o cerrados, subterráneos o a ras de suelo.
  - Las primeras lluvias deben ser desechadas por el polvo que suelen arrastrar. Pueden ser necesarios los filtros de arena para limpiar el agua de estas impurezas.
- Captación de agua de niebla → Variante especial de la captación de agua meteórica → Se hace en zonas de montaña o particularmente aisladas y ricas en nieblas. El agua de la niebla queda atrapada en mallas o redes (incluso en árboles, como se hacía en las islas canarias –los garoe-) y luego es desviada hacia colectores de almacenamiento.



## Captación del Agua

- El Acuífero es una formación geológica que permite almacenar y transportar agua. No todos los acuíferos son aprovechables para la captación de agua; algunos están llenos de cieno y barro (acuicludos); otros sueltan muy lentamente el agua (acuitardos).
- Las obras de captación de agua subterránea más comunes son:
  - Pozos.
  - Drenes y galerías (túneles, zimbras o minas).
  - Zanjas.
  - Socavones.
  - Pozos de drenes radiales.
  - Manantiales.
- Se debe prevenir la contaminación de las aguas subterráneas ya que su recuperación es difícil y lenta.

## Captación del Agua

- La contaminación de acuíferos puede ser:
  - Contaminación Agrícola y Ganadera.
  - Contaminación de origen urbano.
  - Contaminación de origen Industrial.
  - Intrusión de aguas salinas.
  - Lluvia ácida producto de la contaminación atmosférica.
  
- Las medidas contra las contaminaciones incluyen redistribución temporal y espacial de las extracciones de agua, recarga artificial de los acuíferos mediante balsas y zanjas y control físico e hidráulico de los contaminantes (barreras físicas o de bombeo).
  
- Captación de agua marina:
  - Captaciones cerradas → Pozos profundos, Pozos playeros, Drenes horizontales, Cántaras
  - Captaciones abiertas → Captación con emisarios, Torres sumergidas y Escollera.

# Conducción del Agua

## Conducción del Agua

- Conducción → Canalización que lleva el agua desde la captación hasta la estación de tratamiento o al depósito de cabecera.
  - Acueductos abiertos o Canales.
  - Acueductos cerrados.
  - Tuberías.
- Los sistemas de conducción no tendrán materiales (de construcción, revestimiento, soldaduras, etc.) que transmitan al agua sustancias o propiedades contaminantes, o que empeoren la calidad del agua procedente de la captación. Antes de su puesta en funcionamiento, se realizará un lavado y/o desinfección de las tuberías.
- Las conducciones abiertas deberán cerrarse si hay riesgo para la salud de la población.

# Potabilización del Agua

## Potabilización del Agua

- El agua se modifica en las plantas de tratamiento para permitir su uso. Los procesos de potabilización también se usan en aguas residuales, para poder verterlas a la naturaleza sin riesgo medioambiental.
- Mecanismos de Potabilización del Agua:
  - Higienizar el agua:
    - Eliminar o reducir los microorganismos patógenos.
    - Reducir la excesiva mineralización o materias orgánicas.
    - Agregar sustancias que reducen el desarrollo de enfermedades de los consumidores.
  - Mejora de las características organolépticas del agua (color, olor, turbiedad y sabor).
  - Reducir el impacto económico del uso del agua:
    - ↓ Efecto corrosivo o incrustante.
    - ↓ Dureza del agua.

# Potabilización del Agua

- Instalaciones → Estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP).
- Procesos de Potabilización:
  - Desbaste → Retirar la presencia de objetos, restos o material extraño → Utiliza medios mecánicos y Precloración.
  - Aireación/preoxidación → Elimina gases y sustancias volátiles.
  - Clarificación → ↓ Turbiedad y el color oscuro del agua bruta.
    - Coagulación → Neutralizar las cargas eléctricas de los coloides haciendo que se unan entre sí.
    - Floculación → Unión de los coloides coagulados.
    - Decantación.
    - Filtración → Filtro de arena cuando hay una turbidez mayor de 1 Unidad Nefelométrica de Formacina.

# Potabilización del Agua

- Procesos de Potabilización:
  - Desinfección → Cloro, Ozono y Radiación Ultravioleta → busca eliminar del agua a los microorganismos patógenos, en especial a las bacterias fecales:
    - Escherichia Coli.
    - Enterococos.
    - Clostridium perfringens (antiguamente llamados sulfitorreductor).
  - Ablandamiento → ↓ Calcio del agua.
  - Reducción de Sustancias químicas:
    - Destilación instantánea.
    - Uso de membranas con electrodiálisis.
    - Uso de membranas con ósmosis inversa.
    - Uso de membranas con nanofiltración.
    - Filtración con carbón activado.
  - Fluoración → Añadir Flúor para hacer más fuertes los dientes y evitar la caries.



## Características del Agua Potable

- Color → Depende de la presencia de sales minerales y materiales orgánicos en suspensión:
  - El agua pura en gran espesor es azulada.
  - La presencia de hierro produce color rojizo.
  - La presencia de manganeso puede producir color negro.
  - La presencia de materiales orgánicos produce color marrón.
  
- Sabor → Depende de las sales minerales y su concentración:
  - Las aguas con más de 300 ppm de  $\text{Cl}^-$  tienen gusto salado.
  - Las aguas con mucho  $\text{CO}_2$  libre tienen gusto picante.
  - Las aguas con más de 400 ppm de  $\text{SO}_4^{2-}$  tienen gusto salado y amargo.

## Características del Agua Potable

- La Turbidez o Turbiedad es la falta de transparencia o la dificultad del agua para transmitir la luz. Se debe a la presencia de sustancias en suspensión. La turbidez se mide con:
  - Unidades Nefelométricas de Turbidez o Formacina (UNT o UNF).
  - Partes por millón de  $\text{SiO}_2$ .
  - Unidades de Turbidez de Jackson.
- Según la turbidez podemos diferenciar:
  - Agua transparente → menos de 1.42 ppm de  $\text{SiO}_2$  y permite ver en 4 metros de espesor.
  - Agua opalina → hasta 2.85 ppm de  $\text{SiO}_2$ .
  - Agua algo turbia → hasta 6.25 ppm.
  - Agua turbia → hasta 9 ppm.
  - Agua muy turbia → más de 9 ppm.
- La turbidez es un excelente indicador de la calidad del agua.

## Características del Agua Potable

- El agua es una solución de sales inorgánicas cuya concentración nos permite clasificarla en tres categorías:
  - Dulce → salinidad menor de 0´5 g/L. Concentración hasta 1250 ppm (partes por millón).
  - Mineralización débil → hasta 250 ppm.
  - Mineralización intermedia → entre 250 y 500 ppm.
  - Mineralización alta → 500 a 1.250 ppm.
  - Salobre → salinidad entre 0´5 y 30 g/L. Concentración de 1250 a 10.000 ppm.
  - Salada → salinidad superior a 30 g/L. Concentración de 10.000 a 100.000 ppm.

# **Distribución de Agua Potable**

## Distribución del Agua Potable

- El agua potable se lleva a la acometida de los usuarios mediante la red de Distribución.
- El primer elemento de una red de distribución lo constituye el tanque o tanques de cabecera. Pueden estar en superficie o elevados. Tienen dispositivos de cloración de baja intensidad para garantizar que no se pierde el efecto desinfectante en la red de distribución.
- Desde los tanques de cabecera, la red de distribución tiene:
  - Cañerías.
  - Accesorios → Válvulas esclusa, mariposa, de aire, Cámaras de desagüe y limpieza, Válvula reductora de presión, etc.
  - Conexiones domiciliarias.
  - Tanques de reserva y Cisternas asociadas.
  - Estaciones de bombeo o elevación.
  - Tanques de cola.

## Distribución del Agua Potable

- El diseño de la red puede responder al criterio de Malla abierta o Malla cerrada, según solo llegue agua de un lado o de varios.
- Punto de entrega → Lugar donde un gestor del abastecimiento entrega el agua a otro gestor o al consumidor.
- Acometida → Tubería que enlaza la instalación interior del inmueble y la llave de paso con la red de distribución.
- Instalación interior → Conjunto de tuberías, depósitos, conexiones y aparatos instalados tras la acometida y la llave de paso correspondiente que enlaza con la red de distribución.
- Los depósitos públicos o privados deben situarse por encima del nivel del alcantarillado, estando siempre tapado y dotado de un desagüe que permita su vaciado total, limpieza y desinfección.

## Distribución del Agua Potable

- Si el abastecimiento exige Cisternas o depósitos móviles, éstos serán sólo para el transporte de agua y tendrán claramente señalado y suficientemente visible la indicación «para transporte de agua de consumo humano», acompañado del símbolo de un grifo blanco sobre fondo azul.
  - Se adoptarán todas las medidas de protección para que la calidad del agua no se degrade, y si la degradación se hubiera producido, se tomarán todas las medidas correctoras que determine la autoridad sanitaria.
  - El gestor de la cisterna o depósito móvil deberá contar con la autorización administrativa y el informe vinculante de la autoridad sanitaria.
- Toda instalación de la red de distribución será revisada y limpiada regularmente. La limpieza se hará con productos reglamentarios y consistirá al menos de una desincrustación y desinfección, seguida de un aclarado con agua.

## Distribución del Agua Potable

- Parámetros básicos del abastecimiento de agua son:
  - Capacidad del suministro → volumen y duración.
  - Calidad del agua → condiciones de potabilización.
- Dotación de agua suficiente para necesidades higiénico-sanitarias de la población y el desarrollo de la actividad de dicha zona → Objetivo mínimo → 100 l/habitante y día.
- Zona de abastecimiento → Área geográficamente definida, no superior al ámbito provincial, en la que el agua de consumo humano provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas pueda considerarse homogénea en la mayor parte del año. Se define por cuatro determinantes:
  - Denominación única dentro de cada provincia.
  - Código de identificación.
  - Número de habitantes abastecidos.
  - Volumen medio diario de agua suministrada.



# **Criteria de Calidad del Agua de Consumo Humano**

# Criterios de Calidad del Agua de Consumo Humano

- Agua de consumo humano → Salubre y limpia → Ningún microorganismo, parásito o sustancia en cantidad o concentración de riesgo para la salud humana.
- Parámetros de Calidad:
  - Parámetros microbiológicos → Riesgo de contaminación fecal y sus riesgos.
  - Parámetros químicos → Contaminación química industrial, agrícola, urbana o por el propio tratamiento de potabilización realizado de forma inadecuada.
  - Indicadores → Calidad general del agua, eficacia del tratamiento de potabilización y la posible aceptación del consumidor.
  - Parámetros radiactivos → Contaminación natural o artificial por elementos radiactivos.

## Parámetros Microbiológicos

- Bacterias coliformes → 0 UFC en 100 ml.
  - Escherichia coli → coliforme fecal más representativo en el control del agua de consumo humano. Aparece en aguas con una contaminación fecal reciente y cuando la desinfección des ha sido ineficaz o insuficiente.
  - Enterococo → ayuda a valorar la eficacia del tratamiento del agua. Por su resistencia a la desecación, se usa para los controles de rutina para la puesta en marcha de nuevas canalizaciones o tras obras en la red de distribución.
  - Clostridium perfringens (incluidas las esporas) → valora la efectividad de los procesos de clareación y/o desinfección. Su presencia indica deficiencias en esos procesos y en la limpieza de tuberías y depósito de agua.

## Parámetros Químicos

Conjunto de sustancias que tienen unos valores máximos recomendados para evitar síntomas clínicos.

<b>Sustancia</b>	<b>Valor guía OMS</b>	<b>Valor paramétrico europeo</b>
Arsénico	10 µg/l.	10 µg/l.
Benceno	10 µg/l.	1,0 µg/l.
Benzopireno	0,7 µg/l.	0,01 µg/l.
Cadmio	3 µg/l	5,0 µg/l
Cianuro	70 µg/l	50 µg/l
Cobre	2,0 mg/l	2,0 mg/l
Cromo	50 µg/l	50 µg/l
Fluoruros	1.5 mg/l	1.5 mg/l
Hidrocarburos policíclicos aromáticos		0,1 µg/l

## Parámetros Químicos

Sustancia	Valor guía OMS	Valor paramétrico europeo
Mercurio	6,0 µg/l	1,0 µg/l
Microcistina	0,001 mg/l	1,0 µg/l
Níquel	70 µg/l	20 µg/l
Nitrato	50 mg/l	50 mg/l
Nitritos	0,2 mg/l a largo plazo 3 mg/l a corto plazo	Salida de la ETAP/depósito → 0,1 mg/l. Red de distribución → 0,5 mg/l.
Total de plaguicidas		0,5 µg/l
Plaguicidas aislados		0,10 µg/l
Plomo	10 µg/l	10 µg/l
Tri+tetracloroetano	20 µg/l 40 µg/l	10 µg/l
Trihalometanos (THMs)		100 µg/l

## Parámetros Químicos

Algunas sustancias se controlan cuando se han usado determinados productos químicos en el tratamiento de potabilización del agua.

<b>Sustancia</b>	<b>Valor guía OMS</b>	<b>Valor paramétrico europeo</b>	<b>Producto químico del que deriva</b>
Acrilamida	0,5 µg/l.	0,1 µg/l	Monómero residual de la poliacrilamida coagulación-floculación
Epiclorhidrina	0,4 µg/l	0,1 µg/l	Resinas epoxi y en poliaminas floculación
Cloruro de vinilo	0,3 µg/l	0,5 µg/l	PVC cañerías

# **Aguas Residuales**

## Aguas Residuales

- Aguas residuales → Son aquellas que de forma habitual o debido al uso de la población son peligrosas para la salud y deben ser desechadas.
- Origen de las aguas residuales:
  - Domésticas → detergentes, materia orgánica, excretas humanos que tienen microorganismos
  - Urbanas → Limpieza de la ciudad o provienen de la lluvia. No tiene porque llevar detergentes o excretas.
  - Industriales → Necesitan un tratamiento adecuado.
- Recogida de aguas residuales:
  - Sistema unitario-combinado → se recoge en una misma canalización aguas urbanas y domésticas.
  - Separativo- doble → Se recogen las aguas urbanas sin necesidad de tratamiento y por otro lado las domiciliarias con su tratamiento.



# Aguas Residuales

- Recogida de aguas residuales:
  - Zonas rurales
    - Fosa séptica → No hay filtración de agua.
    - Sedimentación
    - Tratamiento biológico anaerobio
    - Laguna de oxidación → Son lagunas de material impermeable donde el agua circula de una a otra hasta llegar a la última en la que se puede reutilizar el agua para riego.
  
- Reutilización de las aguas residuales → Uso municipal, industrial, recreativos, agrícolas.

# Aguas Residuales

## → Depuración:

→ Natural → Corrientes de agua, vertidos al mar, diseminación sobre el terreno.

## → Artificial

- Criba de barrotes → extraer de las aguas residuales elementos de gran tamaño. Tanques desarenadores → intentan hacer pasar el agua por unas tuberías para que la grasa se quede flotando.
- Sedimentación primaria.
- Tratamiento biológico aerobio → se hace con filtro percolador, actúa como un difusor que hace caer el agua a una gravilla con bacterias aeróbicas que reducen la materia orgánica.
- Sedimentación secundaria → los restos de materia orgánica se depositan o flotan.
- Desinfección → el agua restante se desinfecta, normalmente con cloro.

# **Criteria de calidad para aguas de consumo humano**

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

- Bacterias coliformes → La existencia de Bacterias coliformes se relaciona con el mantenimiento incorrecto de la red de distribución y/o instalación interior.
  - El valor paramétrico es de 0 UFC/100 ml.
  - El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 100 UFC/100 ml.
- Recuento de colonias a 22°C → El valor paramétrico es de 100 UFC/ml a la salida de la planta de tratamiento y “sin cambios anómalos” en la red de distribución. Se considera que existen cambios anómalos cuando los valores cuantificados superan el doble del valor medio de al menos los tres últimos años.
  - El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 10.000 UFC/ml.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Aluminio → Se usa en la coagulación-floculación.

– La OMS y Europa recomiendan para grandes plantas de tratamiento un valor por debajo de 100  $\mu\text{g/l}$  y para pequeñas plantas un valor de 200  $\mu\text{g/l}$ .

– El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 1.000  $\mu\text{g/l}$ .

→ Amonio → Puede hacer fallar la desinfección y provoca olor y sabor. Puede deberse a la utilización de cloramina en la desinfección.

– El valor paramétrico es de 0,5 mg/l.

– El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 1,0 mg/l.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

- Cloro Libre Residual → Indicador de la desinfección con cloro o sus derivados.
  - La OMS da un valor guía para el cloro del 5 mg/L.
  - El valor paramétrico es de 1,0 mg/L.
  - El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 5,0 mg/L.
- Cloro combinado residual → Indicador de la desinfección con Cloramina o de deficiente desinfección con cloro.
  - La OMS da un valor guía para el cloro del 5 mg/l.
  - El valor paramétrico en la legislación vigente es de 2 mg/l.
  - El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 3,0 mg/l.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Carbono orgánico total → Se relaciona con la presencia de precursores de THMs y otros subproductos de la desinfección.

- El valor paramétrico es “sin cambios anómalos”. Se considera que existen cambios anómalos cuando los valores cuantificados superan el doble del valor medio de al menos los tres últimos años. El valor de referencia es de 7,0 mg/L.

→ Color del agua → Se debe a sustancias orgánicas coloreadas (ácidos húmicos y fúlvicos), hierro, cobre o manganeso, casi siempre procedente de tuberías internas.

- La OMS recomienda un valor por debajo de 15 mg/l Pt/Co.
- El valor paramétrico es de 15 mg/l Pt/Co.
- El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 30 mg Pt-Co/l.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Cloruro → Su presencia se debe a causas naturales, efluentes industriales e intrusión marina entre otros. Unos niveles excesivos de cloruro incrementan la corrosión de los metales en las tuberías, dependiendo de la alcalinidad del agua.

- La OMS no ha dado un valor guía relacionado con la salud, pero recomienda que los niveles deberían estar por debajo de 250 mg/l.
- El valor paramétrico es de 250 mg/l. Niveles superiores obligan a valorar el potencial corrosivo del agua (Índice de Langelier, etc).
- El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 800,0 mg/l.



# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Conductividad → Indicador muy sensible para detectar contaminaciones externas en la red de distribución, comparando la conductividad en distintos puntos de la red. Permite conocer el buen mantenimiento de una instalación interior, comparando la conductividad en la acometida y en el grifo del consumidor.

- El valor paramétrico es de 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20°C.
- El valor que indica que no es apta para consumo humano es de 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20°C.

→ Hierro → Una presencia alta puede deberse a coagulantes con sales de hierro o a la corrosión de las tuberías de acero y hierro en las instalaciones.

- Valores < 2 mg/l no son ningún riesgo para la salud.
- El valor paramétrico es de 200  $\mu\text{g}/\text{l}$ .
- El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 600,0  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Manganese → Su presencia se debe a la propia naturaleza del terreno o a su uso como tratamiento. En aguas muy oxigenadas se pueden formar depósitos de compuestos de manganeso provocando problemas de color en el agua.

- El valor guía de la OMS es de 400  $\mu\text{g/l}$ .
- El valor paramétrico es de 50  $\mu\text{g/l}$ .
- El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 400  $\mu\text{g/l}$ .

→ Ph o concentración de ión hidrógeno → Influye en la corrosión de los metales y en métodos de desinfección.

- El método de análisis utilizado es la Potenciometría.
- Sus parámetros son entre 6,5 y 9,5.
- No es apta para consumo humano si es menor de 4,5 o mayor de 10,5.
- Un ph alterado puede afectar a la salud por liberación de metales de las tuberías y a una inadecuada desinfección.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Olor y sabor → Puede deberse a varios problemas. Es necesario que el consumidor identifique el olor y/o el sabor de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Pegamento, gasolina, barniz → Químico / Hidrocarburo / Disolvente / Plástico / Betún.
- Medicinal, desinfectante, insecticida → Medicinal / Fenólico.
- Pescado, rancio, acuario → Pescado / Rancio.
- Verduras / Frutas / Flores → Fragante.
- Alcantarilla, pantano, huevos podridos, cueva → Pantanoso / Séptico.
- Hierba, hoja de tabaco, picadura, virutas de lápiz → Hierba / Heno / Paja / Madera.
- Cloro, piscina → Cloro / Ozono.
- Tierra, humedad, moho, corcho, fango, insecticidas, desinfectantes → Tierra / Humedad / Moho.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Olor y sabor → Las causas más frecuentes responden a:

- Compuestos naturales relacionados con el origen del agua.
- Reactivos o subproductos del proceso de potabilización.
- Materiales utilizados en las tuberías, montajes e instalaciones.
- Vertidos contaminantes.
- Altos tiempos de residencia del agua en la red.
- Su valor paramétrico es de 3 diluciones a 25°C.

→ Oxidabilidad al permanganato → el valor paramétrico es de 5,0 mg O<sub>2</sub>/l.

- El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 6,0 mg O<sub>2</sub>/l.

→ Índice de Langelier → mide la agresividad del agua y su capacidad de incrustación.

- Debe estar comprendido entre +/- 0,5.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

- Sodio → presente en todas las aguas. Procede de la hidrólisis de feldspatos, disolución de sulfatos, nitratos y cloruros sódicos o simplemente intrusión marina.
  - La OMS recomienda que los niveles deben estar por debajo de 200 mg/l.
  - El valor paramétrico es de 200 mg/l. Los niveles superiores recomiendan la valoración del potencial corrosivo del agua (Índice de Langelier).
  - El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 650 mg/l.
- Sulfato → su presencia se debe a la naturaleza del terreno.
  - La OMS recomienda que los niveles deben estar por debajo de 500 mg/l.
  - El valor paramétrico es de 250 mg/l.
  - El valor que indica que un agua no es apta para consumo humano es de 1.000 mg/l.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Turbidez → Se debe a la presencia en el agua de materia en suspensión. Son partículas con un tamaño que varía entre 1 nm y 1 mm que suelen proceder de la erosión del suelo. La turbidez se asocia a una baja calidad del agua de consumo e interfiere en la desinfección.

- La OMS recomienda que esté por debajo de 5 UNF.
- Su valor paramétrico es de 1 UNF a la salida de la ETAP o depósito y 5 UNF en red de distribución.
- Un agua no es apta para consumo humano es de 6 UNF.

→ Calcio → puede proceder de un suelo rico en calizas, dolomías y yesos. Está formado por una mezcla de óxido de calcio (CaO) y Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>).

- Las aguas de más calidad tienen 100-150 mg/l de CaCO<sub>3</sub>.
- El límite máximo según la reglamentación española es de 200 mg/l. Para Europa y la OMS es de 500 mg/l.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

→ Dureza → concentración de sales de calcio, magnesio, estroncio y bario. Las aguas duras son ricas en estos minerales. Se mide mediante el valor hidrotimétrico que refleja la cantidad de calcio y magnesio.

- Las aguas blandas se relacionan con enfermedades cardiovasculares y disuelven con facilidad los metales como el plomo de las cañerías, originando saturnismo.
- Las aguas duras generan grandes inconvenientes: dificultad para obtener espuma en los detergentes, retraso en la cocción de legumbres, incrustaciones en las tuberías.
- La reglamentación técnico-sanitaria española establece como valor orientador de calidad para la dureza total mínimo en aguas ablandadas de 150 mg/l  $\text{CaCO}_3$ .

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores:

- Magnesio → puede proceder del suelo rico en dolomias y silicatos, de agua de mar, de resinas de intercambio catiónico. Su concentración se relaciona con la del sulfato.
  - La OMS establece que los niveles deseables serían de 30-50 mg/l, donde se sitúa el máximo tolerable.
  - Concentraciones superiores a 125 mg/l pueden tener efectos laxantes y dar sabor amargo, sobre todo cuando los sulfatos están altos.



# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores Radioactivos:

→ Dosis Indicativa Total o DIT → dosis efectiva de radiación comprometida anual por ingestión de todos los radionucleidos presentes en el agua, tanto naturales como artificiales, excluyendo al tritio, K40, radón y productos de desintegración del radón. Se debe calcular siempre que la actividad alfa total o la actividad beta resto o el Tritio han superado el valor de la legislación vigente.

- Su valor paramétrico es de 0,10 mSv/año.

→ Tritio → aparece en relación con efluentes del agua de refrigeración del reactor en centrales nucleares.

- La OMS da como valor guía 10.000 Bq/l.

- Su valor paramétrico es de 100 Bq/l.

→ Actividad alfa total → radiación alfa de los radionucleidos naturales ( $\text{Ra}^{224}$ ,  $\text{Ra}^{226}$ ,  $\text{Ra}^{228}$ ,  $\text{Th}^{230}$ ,  $\text{Th}^{232}$ ,  $\text{U}^{234}$ ,  $\text{U}^{238}$ , Radón<sup>222</sup>,  $\text{Po}^{210}$ ) o artificiales ( $\text{Am}^{241}$ ,  $\text{Pu}^{239}$ ,  $\text{Pu}^{240}$ ).

- Su valor paramétrico es de 0,1 Bq/l.

# Criterios de Calidad para el agua de consumo humano

## → Indicadores Radioactivos:

→ Actividad beta resto → radiación beta de los radionucléidos naturales ( $C^{14}$ ,  $Pb^{210}$ ) o artificiales ( $Co^{58}$ ,  $Co^{60}$ ,  $Cs^{134}$ ,  $Cs^{137}$ ,  $I^{129}$ ,  $I^{131}$ ,  $Sr^{89}$ ,  $Sr^{90}$ ). Su cálculo se realiza excluyendo el Tritio y  $K^{40}$ .

– Tiene un valor paramétrico de 1 Bq/l.

## Controles de Calidad para el agua de consumo humano

- Todo abastecimiento controlará analíticamente la calidad del agua en todos sus parámetros, aunque a instancias de las autoridades sanitarias se podrán monitorizar de forma aislada alguno de ellos cuando represente un riesgo para la salud.
- El control de la calidad del agua de consumo humano engloba los siguientes apartados:
  - Autocontrol del agua de consumo humano.
  - Vigilancia sanitaria.
  - Control del agua en grifo del consumidor.
- Toda la información obtenida de los análisis de calidad del agua será registrada, preferiblemente en soportes informáticos y en concordancia con el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo.

## Controles de Calidad para el agua de consumo humano

- El resultado del control de calidad calificará al agua como:
  - Apta para el consumo → No contiene ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en cantidad o concentración peligrosa para la salud humana y cumple con los valores paramétricos reglamentarios, incluso aquellos reclamados de forma excepcional.
  - Apta para el consumo con no conformidad → no contiene ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y no cumple con todos los valores paramétricos reglamentarios, pero sin alcanzar valores peligrosos.
  - No apta para el consumo → cuando no cumpla con los requisitos legales. Si supera en uno o varios parámetros niveles que puedan producir efectos adversos, se calificará al agua como “no apta para el consumo y con riesgos para la salud”.

# Controles de Calidad para el agua de consumo humano

- Autocontrol → Es aquel que realiza el gestor del sistema de abastecimiento, tanto en las localizaciones determinadas por la reglamentación como en otros que él mismo decida, siempre que sean suficientemente representativos de la calidad del agua en cualquier punto del sistema de distribución.
  - La reglamentación establece que los análisis del autocontrol o muestreos se realicen en:
    - Redes de distribución:
      - 1 a la salida de la ETAP o depósito de cabecera.
      - 1 a la salida del depósito de regulación y/o distribución.
      - 1 en cada uno de los puntos de entrega entre los distintos gestores.
      - 1 en la red de distribución. En los abastecimientos que suministren más de 20.000 m<sup>3</sup>/día, el número de puntos de muestreo será de 1 por cada 20.000 m<sup>3</sup> o fracción de agua distribuida por día como media anual.

# Controles de Calidad para el agua de consumo humano

## → Autocontrol:

- La reglamentación establece que los análisis del autocontrol o muestreos se realicen en:
  - Industria alimentaria → Los determinará la propia industria con la supervisión de la autoridad sanitaria.
  - Cisternas y depósitos móviles.
- La autoridad sanitaria podrá requerir el cambio de la localización de los puntos de muestreo determinados por el gestor o de la industria alimentaria, o aumentar su número si no responden a la representatividad necesaria.
- El autocontrol de la calidad se realizar mediante:
  - Examen organoléptico → olor, sabor, color y turbidez.
  - Análisis de control mediante parámetros básicos y mediante parámetros en la salida de la ETAP/depósito de cabecera o en su defecto a la salida del depósito de regulación y/o distribución.

# Controles de Calidad para el agua de consumo humano

## → Autocontrol:

- La autoridad sanitaria podrá incluir cualquier otro parámetro si lo considera necesario para salvaguardar la salud de la población abastecida.
- Análisis completo → estudia todos los valores paramétricos y los que la autoridad sanitaria considere oportunos.
  - Cuando tras dos años de normalidad, se podrá solicitar reducir el número de análisis hasta el 50% para algunos parámetros.
- Cada gestor del abastecimiento o parte del mismo elaborará un protocolo de autocontrol y gestión del abastecimiento. En este protocolo deberá incluirse todo lo relacionado con el control de la calidad del agua de consumo humano y el control sobre el abastecimiento, y deberá estar a disposición de la autoridad sanitaria y en concordancia con el Programa Autonómico de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano.

# Controles de Calidad para el agua de consumo humano

- Autocontrol:
  - Ante la sospecha de un riesgo para la salud de la población, la autoridad sanitaria podrá solicitar al gestor los muestreos complementarios que crea oportunos para salvaguardar la salud de la población.
- Vigilancia sanitaria → La vigilancia sanitaria del agua de consumo humano es responsabilidad de la autoridad sanitaria, quien velará para que se realicen inspecciones sanitarias periódicas del abastecimiento. La vigilancia incluye las zonas de abastecimiento de gestión o de patrimonio del Estado.
- Control en el grifo del consumidor → Los parámetros a controlar en el grifo del consumidor son Olor, Sabor, Color, Turbidez, Conductividad, Ph, Amonio, Bacterias coliformes, Cobre, cromo, níquel, hierro, plomo y Cloro libre residual y/o cloro combinado residual.



# Controles de Calidad para el agua de consumo humano

- Control en el grifo del consumidor:
  - En caso de incumplimiento de los valores paramétricos, se tomará una muestra en el punto de entrega al consumidor.
  
- Frecuencia de muestreo → Los análisis completos se hacen con una frecuencia mínima de:
  - Menos de 500 habitantes → queda a criterio de la autoridad sanitaria autonómica.
  - Entre 500 y 5.000 habitantes → 1 análisis por año.
  - Entre 5.000 y 50.000 habitantes → 1 + 1 por cada 16.500 habitantes o fracción por año.
  - Entre 50.000 y 500.000 habitantes → 3 + 1 por cada 50.000 habitantes o fracción por año.
  - Más de 500.000 habitantes → 10 + 1 por cada 250.000 habitantes o fracción por año.

# Controles de Calidad para el agua de consumo humano

- La frecuencia mínima de muestreo del control de grifo para un abastecimiento es la siguiente:
  - Menos de 500 habitantes → 4 análisis por año.
  - Entre 500 y 5.000 habitantes → 6 análisis por año.
  - Más de 5.000 habitantes → 5 + 2 por cada 5.000 habitantes o fracción por año.
  
- La frecuencia del muestreo del desinfectante residual podrá incrementarse cuando la autoridad sanitaria lo estime necesario.
  
- El examen organoléptico se realizará al menos dos veces por semana y siempre y cuando no se realice otro tipo de análisis en ese período.

# Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC)

- El Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC) es el encargado de recoger la información del abastecimiento y control de la calidad del agua de consumo, al que todas las partes implicadas en el suministro de agua de consumo humano deben utilizar y suministrar datos en soporte informático.
- La Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo creará un comité técnico que responderá de la definición y explotación de la información. Este comité estará formado por representantes de los niveles básico, autonómico y ministerial.
- La unidad de información del SINAC es la zona de abastecimiento.

# Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC)

- El SINAC se estructura en tres niveles:
  - Nivel básico → Captura y carga de datos básicos; depuración y validación interna de los datos; consultas; salidas; explotación de sus propios datos; administración del acceso a usuarios básicos propios.
  - Nivel autonómico → Captura y carga de datos del nivel básico de su territorio; consultas; salidas; explotación de sus propios datos; administración del acceso a usuarios autonómicos y básicos.
  - Nivel ministerial → Captura y carga de datos de las diferentes autonomías; consultas, salidas, explotación estadística de ámbito nacional, difusión de la información a organismos nacionales e internacionales, administración del acceso a usuarios ministeriales.

# Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC)

- Cada unidad de trabajo de cada nivel puede acceder a la totalidad de la propia información que haya generado o que le afecte, pero no a la información individualizada de otras unidades, y será responsable de su información que no podrá ser modificada por otra unidad de igual o diferente nivel.
  
- La información del SINAC se divide en 10 entradas:
  - Caracterización de la zona de abastecimiento.
  - Captaciones.
  - Tratamiento de potabilización.
  - Depósitos y cisternas.
  - Redes de distribución.
  - Laboratorios.
  - Muestreos o boletines analíticos.
  - Situaciones de incumplimiento y/o alerta.
  - Situaciones de excepción.
  - Inspecciones sanitarias.

# **Intoxicaciones por el Agua**

## Intoxicaciones por el agua

- Las intoxicaciones vehiculizadas por el agua rara vez producen problemas de salud agudos, salvo por contaminación masiva y accidental del abastecimiento, aunque en este caso, es improbable beber el agua debido a su sabor, su olor y su apariencia inaceptables.
- La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas (antropogénicas). Actualmente la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. Los contaminantes de origen antropogénico proceden de:
  - Contaminantes industriales.
  - Contaminantes por vertidos urbanos.
  - Contaminantes procedentes de la navegación.
  - Contaminantes procedentes de actividades agrícolas y ganaderas.

## Intoxicaciones por el agua

- Los contaminantes pueden actuar sobre las captaciones, pero también pueden proceder de los depósitos, de las conducciones, de la red de distribución o incluso de un fallo en el tratamiento.
- Los contaminantes naturales son importantes: el mercurio y el petróleo de origen natural contaminan mucho más la biosfera que los procedentes de la actividad humana. Pero estas fuentes suelen estar muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos.
- La contaminación de origen humano, en cambio, se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural.



## Intoxicaciones por el agua

- La contaminación industrial procede generalmente de los residuos. Las empresas desarrolladas poseen sistemas eficaces de depuración de las aguas, pero no pasa lo mismo en empresas pequeñas o situadas en el tercer mundo.
- Los vertidos urbanos son mixtos. La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos, etc. Muchas de estas sustancias son emitidas a la atmósfera y luego caen con la lluvia. Aunque hay legislación que obliga a tomar medidas para que todas las aguas residuales sean adecuadamente recogidas y sometidas a tratamientos secundarios o equivalentes antes de ser vertidas, la realidad dice que estos tratamientos no llegan al 85% de la población española.

## Intoxicaciones por el agua

- Los vertederos de basuras pueden originar contaminación:
  - Lixiviados → en los vertederos se producen reacciones químicas y biológicas entre los constituyentes de la materia orgánica e inorgánica. Los productos tóxicos resultantes son arrastrados por el agua de la lluvia, contaminando el suelo y las aguas subterráneas, o afectando a los seres vivos que pueblan los vertederos (roedores, pero también microorganismos), incluso a los hombres que trabajan en los vertederos.
    - Los vertederos controlados deben evitar la salida de los lixiviados, pero no todos lo hacen de forma efectiva. Además no todos los vertederos son controlados.
  - Gas metano → la fermentación anaeróbica de la materia orgánica produce metano que se vierte a la atmósfera, colaborando en el efecto invernadero. Algunos vertederos utilizan este gas para producir energía.

## Intoxicaciones por el agua

- Transporte de residuos → el transporte de los residuos hasta los vertederos también tiene un gran impacto medioambiental pues se necesita una gran cantidad de combustible, generando un alto índice de contaminación.
- Las actividades de navegación producen contaminación, especialmente con vertidos de petróleo e hidrocarburos, accidentales o no.
- Los trabajos agrícolas y ganaderos producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas. Ellos son los responsables del 65% de los vertidos directos, es decir que no se hacen a través de las redes urbanas de saneamiento, y, por tanto, son más difíciles de controlar y depurar.

## Intoxicaciones por el agua

- El enriquecimiento en nutrientes de los ecosistemas se denomina Eutrofización e implica una sobrecarga de vida, que a su vez acaba agotando el medio (oxígeno en el agua, por ejemplo) y muchas veces la contaminación de este medio por microorganismos. El enriquecimiento del medio con nitrato es el primer paso de este proceso.