

INTERVENCIÓN CON SUSTANCIAS PELIGROSAS RBQ I: CONCEPTOS BÁSICOS

Tema 21

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1 ESTADOS DE LA MATERIA.....	4
1.1 Sólidos	4
1.2 Líquidos	4
1.3 Gases	4
1.4 Diagrama de Fases.....	5
2 LEYES DE LOS GASES IDEALES.....	5
2.1 Hipótesis de Avogadro	6
2.2 Ecuación de los gases ideales.....	6
3 PRESIÓN VAPOR	6
3.1 Importancia del concepto presión vapor	7
4 DENSIDAD Y DENSIDAD RELATIVA	7
4.1 Densidad.....	7
4.2 Densidad relativa.....	7
4.3 Importancia del concepto de densidad relativa	7
5 VISCOSIDAD	8
5.1 Importancia del concepto viscosidad.....	8
6 INFLAMABILIDAD.....	8
7 SOLUBILIDAD	8
7.1 Factores que influyen en la solubilidad.....	8
7.2 Clasificación sustancias en función de su grado de solubilidad.....	9
7.3 Importancia del concepto solubilidad.....	9
8 FACTOR PH	9
8.1 Características de ácidos y bases	10
8.2 Importancia del concepto PH.....	10
9 CORROSIVIDAD.....	10
10 TOXICIDAD.....	10
10.1 Valor umbral límite (TLV)	11
10.2 Límite “Inmediatamente peligroso para la vida o la salud” (IPVS)	11
10.3 Umbral olfativo (U.O.)	11
11 CONCEPTOS BÁSICOS DE RIESGO BIOLÓGICO	12
11.1 Virus.....	12

11.2	Bacterias	13
11.3	Clasificación de los Agentes Biológicos por Grupos de Riesgo.	15
11.4	Vías de transmisión del agente biológico.	16
12	RADIOACTIVIDAD Y RADIACIONES IONIZANTES	16
12.1	Desintegración radiactiva.....	16
12.2	Actividad.....	16
12.3	Periodo de semidesintegración.....	17
12.4	Tipos de radiaciones ionizantes	17
12.5	Efectos biológicos de la radiación	18
12.6	Principios básicos de protección radiológica	18
12.7	Limitaciones de dosis	19
	BIBLIOGRAFÍA	20

INTRODUCCIÓN

En la práctica totalidad de las intervenciones del servicio de extinción de incendios y salvamentos, podemos encontrarnos con diferentes procesos físico-químicos que en algunos casos son de especial importancia conocer, pues condicionarán la forma de trabajar y ayudarán a solucionar el siniestro por parte de los servicios de emergencia.

Debido a la gran variedad de procesos que abarcan las intervenciones, trataremos solo una breve selección de los más importantes.

1 ESTADOS DE LA MATERIA

La materia se presenta en tres formas de agregación o estados: sólido, líquido y gas. Dependiendo de la presión y la temperatura a que se encuentre una sustancia, se encuentra en un estado u otro.

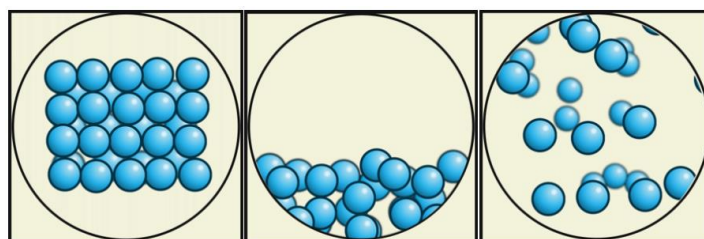


Figura 1. Estados de la materia. De izquierda a derecha: sólido, líquido, gas. Fuente: Wikipedia.

1.1 Sólidos

Forma y volúmenes constantes. Las partículas están unidas por unas fuerzas de cohesión grandes, de modo que ocupan posiciones casi fijas. En el estado sólido las partículas solamente pueden moverse vibrando u oscilando alrededor de posiciones fijas, pero no pueden moverse trasladándose libremente a lo largo del sólido. Las partículas se disponen de forma ordenada, con una regularidad espacial geométrica, que da lugar a diversas estructuras cristalinas.

1.2 Líquidos

Tienen volumen constante. Las partículas están unidas por unas fuerzas de cohesión menores que en los sólidos, por esta razón las partículas de un líquido pueden trasladarse con libertad. Los líquidos no tienen forma fija y adoptan la forma del recipiente que los contiene. En los líquidos, el movimiento es desordenado, pero existen asociaciones de varias partículas que, como si fueran una, se mueven al unísono.

1.3 Gases

No tienen forma fija y su volumen tampoco es fijo. Las fuerzas que mantienen unidas las partículas son muy pequeñas. Las partículas se mueven de forma desordenada, con choques entre ellas y con las paredes del recipiente que los contiene. Esto explica las propiedades de expansibilidad y compresibilidad que presentan los gases: sus partículas se mueven libremente, de modo que ocupan todo el espacio disponible.

1.4 Diagrama de Fases

Para una presión y temperatura dadas hay amplias zonas del diagrama en que la sustancia presenta una única fase. Pero hay otras, como en las curvas de transiciones de fases, donde coexisten ambas. Los puntos de estas curvas son donde se producen los llamados cambios de estado.

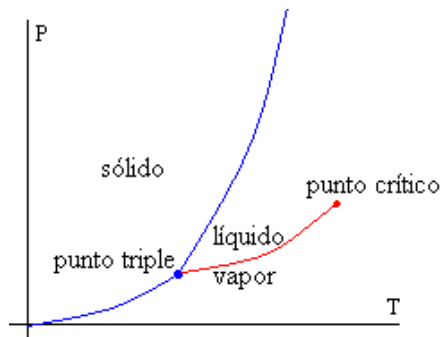


Figura 2. Diagrama de fases Presión-Temperatura. Fuente: UPV/EHU

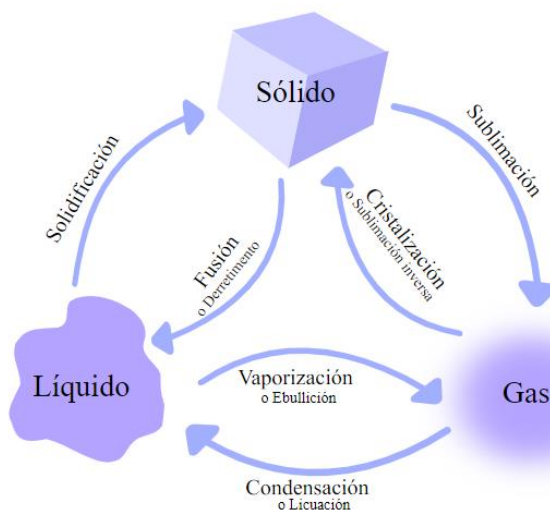


Figura 3. Cambios de estado de la materia. Fuente: Wikipedia

2 LEYES DE LOS GASES IDEALES

La siguiente tabla resume las leyes de los gases ideales según qué valor de Temperatura, Presión o Volumen se toma como constante:

FÍSICO	LEY	CONSTANTE	FÓRMULA
A. Boyle	"la presión de una cantidad fija de gas a temperatura constante es inversamente proporcional al volumen del gas"	T	$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$
B. Charles	"El volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura"	P	$V_1/T_1 = V_2/T_2$
C. 2ª Gay-Lussac	"La presión de un gas es directamente proporcional a su temperatura"	V	$P_1/T_1 = P_2/T_2$

Tabla 1. Leyes de los gases ideales.

2.1 Hipótesis de Avogadro

A la misma temperatura y presión, volúmenes iguales de diferentes gases contienen el mismo número de moléculas o átomos, si el gas es monoatómico.

$$V = k \cdot n$$
 (siendo n el número de moles y k la constante de proporcionalidad)

Y, por lo tanto, el volumen de un gas a cierta temperatura y presión es directamente proporcional al número de moles.

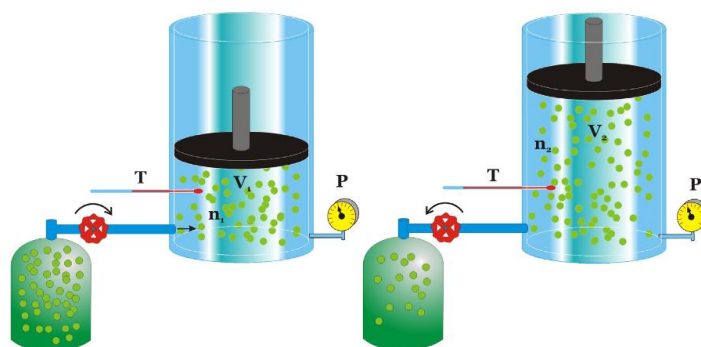


Figura 4. Ley de Avogadro. Fuente: CBCM

$$N_A = 1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ partículas} = 22,4 \text{ L}$$

Esto viene a significar que un mol de cualquier gas, en condiciones normales, ocupa 22,4 litros y contiene $6,022 \times 10^{23}$ partículas (átomos o moléculas).

2.2 Ecuación de los gases ideales

La característica principal de un gas ideal es que su presión, volumen y temperatura se puede describir completamente con la ecuación de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Sus moléculas no se atraen ni se repelen y su volumen es despreciable en comparación al volumen del recipiente que lo contiene. Muchos gases reales se comportan como un gas ideal en las condiciones de temperatura y presión estándar (TPE: 1 atmósfera y 0°C).

3 PRESIÓN VAPOR

Es la presión de un gas que se encuentra en equilibrio dinámico con su líquido (o sólido), en un recipiente cerrado y a una determinada temperatura.

La presión es independiente de la cantidad de líquido y gas presente, mientras existan ambas, pero aumentará siempre que se aumente la temperatura (normalmente, los valores que se ofrecen son a una temperatura de 20°C.).

Unidades de medida: (SI): **Pascal=Newton/m²**., aunque también se puede expresar en otras unidades, como bar, mbar, kPa, mmHg.

Las sustancias con una elevada presión de vapor tendrán puntos de ebullición bajos.

3.1 Importancia del concepto presión vapor

- Nos da una idea del grado de volatilidad de una sustancia, es decir, de su tendencia a vaporizarse.
- Nos facilitará la elección de las medidas de prevención y técnicas de intervención a elegir.
- Existen métodos para determinar el tamaño de la zona caliente en función de la presión de vapor.
- En caso de tener un producto con una presión de vapor elevada podrían no ser efectivas las técnicas de taponamiento.

4 DENSIDAD Y DENSIDAD RELATIVA

4.1 Densidad

Es una magnitud que relaciona la masa de un cuerpo con el volumen que ocupa, y variará en función de la temperatura. La unidad de medida es el g/cm³ o el kg/m³, y se expresa bajo la fórmula:

$$\rho = M/V$$

donde:

ρ es la densidad, M es la masa del cuerpo, y V es el volumen que ocupa.

4.2 Densidad relativa

Relaciona la densidad de una sustancia con la de una sustancia de referencia, que será:

- Para **líquidos**: densidad del agua a 4°C, 1 g/cm³ (para líquidos la densidad relativa coincide con la densidad absoluta).
- Para **gases**: densidad aire a 0°C, 0,00130 g/cm³.

Se expresa bajo la fórmula:

$$\rho_r = \rho / \rho_0$$

donde ρ_r es la densidad relativa, ρ es la densidad de la sustancia, y ρ_0 es la densidad de referencia.

4.3 Importancia del concepto de densidad relativa

EN GASES:

- Indica las veces que un gas es más pesado o ligero que el aire.
- Nos ayuda, a priori, a conocer el comportamiento y los posibles sitios de acumulación del gas en caso de fuga.
- Hay que tener en cuenta, además, otros factores específicos, como:
 - Corrientes de aire.

- Variaciones de temperatura.
- Pendiente del terreno.
- Existencia de sótanos, alcantarillado, etc.

EN LÍQUIDOS:

- Si se trata de una sustancia no miscible, indica si una sustancia flota o se hunde en agua, lo que nos ayudará a elegir la estrategia adecuada de intervención.
- Si la densidad relativa es superior a la del agua, entonces esta puede ser un buen agente extintor.

5 VISCOSIDAD

Nos indica la mayor o menor resistencia de un líquido a fluir (no confundir con el concepto de densidad). Disminuye al aumentar la temperatura, y, por lo tanto, aumenta su fluidez.

5.1 Importancia del concepto viscosidad

- Limita la capacidad de dispersión horizontal de una sustancia en el terreno.
- Determina la capacidad de dispersión vertical de una sustancia en el terreno.
- Limita la posibilidad de trasvase en función de la bomba que se utilice.
- Influye en lo rápido que fugará una sustancia a través de una perforación en contenedores.

6 INFLAMABILIDAD

Se puede definir como la capacidad de un material para encenderse y arder. No repararemos en este concepto en este tema al haber sido explicado ya en temas anteriores.

7 SOLUBILIDAD

Es la propiedad que nos indica la capacidad de una sustancia para disolverse en otra. La solubilidad de las distintas sustancias en agua es especialmente importante en nuestras intervenciones.

El disolvente es el componente de una disolución cuyo estado físico se conserva cuando se forma la disolución. Si ambos componentes se encuentran en el mismo estado, será el que se encuentre en mayor cantidad. El soluto es el otro componente.

7.1 Factores que influyen en la solubilidad

- Presión: en gases, al aumentar la presión, aumenta la solubilidad de estos en los líquidos.
- Temperatura:
 - Líquidos: al aumentar la temperatura, aumenta la solubilidad.
 - Gases: al aumentar la temperatura disminuye, la solubilidad.

- Naturaleza del disolvente y soluto:
 - Disolventes polares//no polares (Ej.: agua//benceno)
 - Solutos hidrosolubles//hidrófobos (Ej.: alcohol//aceite)

7.2 Clasificación sustancias en función de su grado de solubilidad

- Muy Soluble: 10-99% en peso. (Ejemplo: Amoniaco)
- Parcialmente soluble: 1-10% en peso. (Ejemplo: Butano)
- Poco soluble: 0,01-1% en peso e insolubles: (Ejemplo: Cloro)

7.3 Importancia del concepto solubilidad

Conocer si una sustancia es soluble en agua o no nos permite utilizar la técnica de intervención más apropiada:

- Ante una nube de gas soluble en agua, podríamos abatirla.
- Con una nube de gas insoluble en agua, no será posible abatirla y tendremos que intentar una dispersión.

8 FACTOR PH

pH es el potencial de Hidrógeno. Se trata de un valor cuyo objetivo es medir la alcalinidad o acidez de las sustancias, indicando el porcentaje de hidrógeno que encontramos en la misma a través de la medición de cantidad de iones ácidos. Se clasifican en:

- $\text{pH} < 7 \rightarrow$ Ácidos. Ejemplos: baterías (0), limón (2), café (5)
- $\text{pH} = 7 \rightarrow$ Neutros. Ejemplo: Agua
- $\text{pH} > 7 \rightarrow$ Bases. Ejemplos: Bicarbonato de sodio (9), jabón (12), lejía (13)

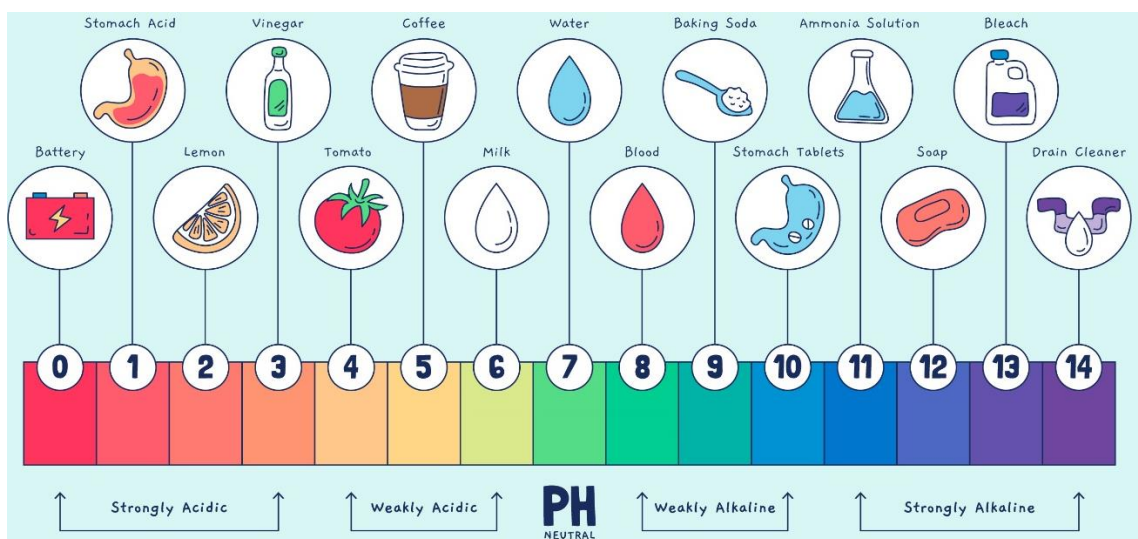


Figura 5. Escala de pH. Fuente: Freepix

8.1 Características de ácidos y bases

- Los ácidos son sustancias capaces de ceder un protón y las bases son sustancias capaces de tomar un protón.
- Los valores más próximos a los extremos resultan más peligrosos.
- En función de su fortaleza, los ácidos y bases son capaces de destruir los tejidos vivos.
- De forma genérica los ácidos y bases suelen ser solubles en agua, pero hay que tener cuidado pues muchas bases fuertes reaccionan de manera exotérmica al contacto con agua. Por eso, para saber cómo actuar, deberemos acudir a la ficha de intervención específica sobre la sustancia.

8.2 Importancia del concepto PH

- Permite escoger un nivel de protección adecuado.
- Podemos prever posibles reacciones de ácidos y bases con otros elementos (particularmente metales).
- Escogeremos la técnica de intervención adecuada y valoraremos los inconvenientes de cada una de ellas: contención, trasvase, neutralización, dilución...

9 CORROSIVIDAD

La corrosividad es un proceso de carácter químico causado por determinadas sustancias, que desgastan a los sólidos o que puede producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos. Para diagnosticar esta característica en un residuo, deberemos comprobar si presenta alguna de las siguientes propiedades:

- Es acuoso y tiene un pH inferior o igual a 2 o mayor o igual a 12,5.
- Corroe el acero a una tasa mayor de 6,35 mm por año, a una temperatura de 55 °C, según el Método de la Tasa de Corrosión.

10 TOXICIDAD

Las sustancias tóxicas son aquellas que implican riesgos graves o muy graves para la salud a través de su inhalación, ingestión o contacto con la piel. A efectos del ADR ("Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera") se definen para la toxicidad aguda:

- "Dosis letal media" (DL50) para absorción cutánea e ingestión.
- "Concentración letal media" (CL50) para inhalación.

En función de los valores obtenidos las sustancias se clasifican en:

- Muy tóxicas.
- Tóxicas.
- Materias que presentan un grado menor de toxicidad.

10.1 Valor umbral límite (TLV)

Categorías:

- **TLV-TWA** (límite de exposición ponderado por tiempo) se presenta como un valor promedio ponderado por tiempo de exposición (TWA), que es el tiempo de concentración media ponderada o niveles de un agente químico o biológico para una jornada de 8 horas o una semana de 40 horas al que se cree que casi todas las personas trabajadoras pueden estar expuestas día tras día, sin sufrir efectos perjudiciales.
- **TLV-STEL** (límite de exposición a corto plazo) que presenta un valor de exposición a corto plazo como la máxima concentración en aire de un agente químico, biológico o físico al cual los trabajadores pueden estar expuestos, a condición de que la exposición sea de no más de 15 minutos, y que ocurra no más de cuatro veces en un día de trabajo.
- **TLV-C** (límite máximo de exposición o límite absoluto de exposición) la exposición máxima a una concentración de un agente químico, biológico o físico que no debe excederse en ningún momento.

10.2 Límite “Inmediatamente peligroso para la vida o la salud” (IPVS)

El límite IPVS representa la concentración máxima expresada en ppm o en mg/m^3 a la cual, en caso de fallo o inexistencia de equipo respiratorio, se podría escapar en un plazo de 30 minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud.

10.3 Umbral olfativo (U.O.)

El umbral olfativo de una sustancia química dada se define como el valor de la concentración de esa sustancia para el cual el 50% de las personas sometidas al estudio perciben su olor.

Para establecer el grado de seguridad que puede reportar la detección olorosa de una sustancia química frente al riesgo inmediato para la vida o la salud en el hombre, se pone en relación su U.O. con el I.P.V.S. de esa sustancia.

SUSTANCIA	UMBRAL OLFATIVO (U.O.) (ppm)	IPVS (ppm)
Amoniaco (NH_3)	5,2	500
Ácido Fórmico (CH_2O_2)	49	30
Cloro (Cl_2)	0,31	30
Sulfuro de Hidrógeno (SH_2)	0,0081	300

Tabla 2. Comparativa entre el U.O. y el IPVS. Fuente: NTP320

Se puede observar que hay sustancias en las que el umbral del olor está por encima del IPVS, por tanto, cuando percibiéramos el olor de dichas sustancias podríamos estar por encima del límite inmediatamente peligroso para la vida o la salud.

11 CONCEPTOS BÁSICOS DE RIESGO BIOLÓGICO

Podemos definir el riesgo biológico como un *“peligro para la salud de las personas, que se plantea ante la presencia de microorganismos que pueden residir en seres vivos (personas, animales o plantas), en residuos, objetos contaminados (fómites) o muestras sanitarias”*

Un agente biológico es un elemento contaminante susceptible de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad, incluyendo entre otros a bacterias, hongos, virus, protozoos, rickettsias, clamidias, endoparásitos humanos, cultivos celulares, etc. (Real Decreto 664/1997).

Para entender mejor el concepto de agente biológico como elemento contaminante, tenemos que tener claros los siguientes conceptos:

- **Toxina:** Sustancia tóxica (venenosa) producida en el cuerpo de los seres vivos por la acción de microorganismos.
- **Microorganismo:** Organismo (elemento vivo) de tamaño microscópico de procedencia animal o vegetal.
- **Patógenos:** Elementos vivos (microorganismos) que causan o producen enfermedad (aquí estamos, por tanto, hablando de los virus y las bacterias).
- **Enfermedad:** Alteración del funcionamiento normal de un organismo.
- **Parásito:** Ser vivo que se alimenta de las sustancias que elabora un ser vivo de distinta especie, viviendo en su interior o sobre su superficie, con lo que suele causarle algún daño o enfermedad.
- **Reservorio:** Organismo que aloja virus, bacterias u otros microorganismos que pueden causar una enfermedad contagiosa y que puede propagarse hasta producir una epidemia.
- **Espora:** Cuerpo microscópico unicelular o pluricelular, que se forma con fines de dispersión y supervivencia por largo tiempo, en condiciones adversas.
- **Priones:** Agentes causantes de patologías neurodegenerativas letales características de mamíferos, también conocidas como encefalopatías espongiformes transmisibles.
- **Epidemiología:** Rama de la ciencia médica que estudia la transmisión y el control de infecciones víricas en los humanos.
- **Epidemia:** Enfermedad o brote que causa una proporción inusualmente elevada de infecciones en una población (humana o animal), comunidad o región.
- **Pandemia:** Enfermedad epidémica que se extiende a muchos países o por todo el mundo.

Dentro de los patógenos es preciso marcar la diferencia entre virus y bacterias fundamentalmente en cuanto a su capacidad de resistencia, de reproducción y de transmisión, que nos ayudará a valorar en una primera fase el eventual riesgo de contaminación ante el agente biológico.

11.1 Virus

Palabra que proviene del latín que significa veneno o toxina. Biológicamente, no pueden llevar vida independiente y no pueden reproducirse por sí mismos; para hacerlo, necesitan penetrar en una célula huésped animal o vegetal. En condiciones ambientales expuestas tienen poca resistencia de supervivencia.

Son mucho más pequeños que las bacterias, y médicamente se consideran seres vivos porque pueden producir enfermedades, aunque no todos los virus producen enfermedades.

Los medicamentos antivirales sirven para tratar infecciones provocadas por los virus, pero los antibióticos no son efectivos contra los virus.

Los vectores o métodos de transmisión pueden ser por insectos (a través de la savia que extraen de las plantas o de la sangre de los animales), por el aire, por ingerir alimentos o agua contaminada o a través del contacto con fluidos corporales y sangre. Ejemplos de ello tenemos los siguientes: Malaria, Gripe, VIH, Ébola.

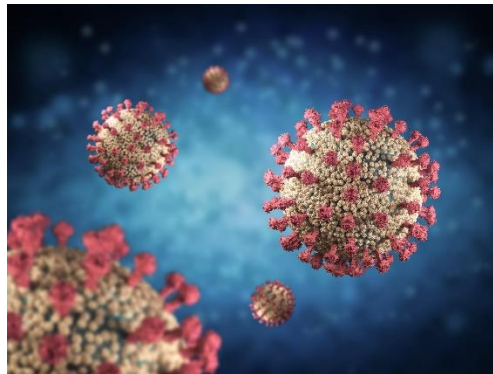


Figura 6. Virus. Fuente: INSST

11.2 Bacterias

Palabra que proviene del latín por el aspecto alargado en forma de bastón.

Son los organismos más abundantes del planeta, encontrándose en todos los hábitats terrestres y acuáticos. Pueden permanecer inactivas durante largos periodos de tiempo, siendo resistentes a la desecación, irradiación, calor y productos químicos.

Son microorganismos unicelulares, ya que llevan vida independiente y pueden reproducirse por sí mismas. La mayor parte no son patógenas, incluso muchas son beneficiosas, pero algunas sí causan enfermedades o producen toxinas que pueden provocar enfermedades.

Las enfermedades bacterianas más comunes son las respiratorias, y son tratadas con antibióticos que sirven para detener el proceso de su ciclo de vida.

Los métodos de transmisión pueden ser los mismos que los virus, y entre ellas encontramos tuberculosis, cólera, ántrax.



Figura 7. Bacterias. Fuente: INSST

Se podría establecer una doble clasificación relacionada al riesgo biológico:

- Relativa a los entornos laborales donde por su actividad exista un riesgo de contaminación por un agente biológico.
- Relativa a los propios agentes biológicos en función de la gravedad de la infección o enfermedad que puedan provocar en las personas.

Las disposiciones mínimas aplicables en los entornos laborales en los que, por la propia actividad, existe posibilidad de contacto con agentes biológicos, vienen recogidas en el Real Decreto 664/1997, diferenciando dos situaciones laborales distintas:

A. Actividad laboral en la que se utiliza o manipula directamente el agente biológico:

- Laboratorios de diagnóstico microbiológico.
- Instituciones y laboratorios de investigación.
- Industrias biotecnológicas (farmacéutica, alimentaria, etc.).
- Actividades que utilizan agentes biológicos para la biodegradación de grasas, la depuración de efluentes o la recuperación de suelos contaminados.

B. Actividad laboral en la que no hay intención deliberada de manipular agentes biológicos, pero hay posibilidad en cuanto al riesgo de exposición:

- Trabajos en centros de producción de alimentos.
- Trabajos agrarios.
- Actividades en las que existe contacto con animales o con productos de origen animal.
- Trabajos de asistencia sanitaria, comprendidos los desarrollados en servicios de aislamiento y de anatomía patológica.
- Trabajos en laboratorios clínicos, veterinarios, de diagnóstico y de investigación, con exclusión de los laboratorios de diagnóstico microbiológico.
- Trabajos en unidades de eliminación de residuos.
- Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas residuales.

Otras actividades en las que la exposición a agentes biológicos es posible, son:

- **Trabajo con personas infectadas o portadoras** (exposición a bioaerosoles, sangre, fluidos biológicos): cuerpos de seguridad, protección civil, personal de lucha contra incendios y salvamentos, asistencia social, educadores y educadoras, monitores, socorristas, personal de instituciones penitenciarias y de reformatorios, centros de estética, de tatuaje y piercing, funerarias...
- **Trabajo con aguas contaminadas** (contacto o inhalación de aerosoles): red de saneamiento público (poceros, alcantarillado, etc.), mantenimiento (limpieza) de parques y jardines, parques acuáticos, piscinas, spas y balnearios, instalaciones de ventilación y climatización, sistemas de humidificación...

- **Trabajo con materiales contaminados** (tierra, suelos, excretas, fluidos de corte, etc.): minería, arqueología, botánica, construcción, obra civil, demolición, instalación y mantenimiento de tendido eléctrico, tuberías, ferrocarril, metro, limpieza de edificios, industria metalúrgica, industria textil...

Por tanto, la exposición a agentes biológicos en el trabajo llevado a cabo por el personal de emergencias al relacionarse con personas infectadas o portadoras está contemplado en este Real Decreto. Aunque, teniendo en cuenta la multitud de contextos que se dan en las intervenciones de los servicios de extinción y salvamento, habrá que considerar el establecimiento de las medidas de prevención adecuadas para todas aquellas actuaciones en los entornos laborales descritos por esta normativa.

11.3 Clasificación de los Agentes Biológicos por Grupos de Riesgo.

Según el Real Decreto 664/1997, los agentes biológicos se clasifican en **cuatro grupos** en función del riesgo de infección y las propiedades intrínsecas del agente biológico:

- La patogenicidad de la especie microbiana en humanos (virulencia y dosis infectiva alta o baja).
- La facilidad de propagación.
- La existencia o disponibilidad de profilaxis o tratamiento eficaz.

GRUPO DE RIESGO	RIESGO INFECCIOSO	RIESGO DE PROPAGACIÓN	PROFILAXIS O TRATAMIENTO EFICAZ
1	Poco probable que cause enfermedad	No	Innecesario
2	Puede causar enfermedad, o suponer un peligro para el personal.	Poco probable	Sí
3	Puede causar una enfermedad grave, o suponer un serio peligro para el personal.	Probable	Sí
4	Provocan una enfermedad grave, y suponen un serio peligro para el personal.	Elevado	No conocido en la actualidad

Tabla 3. Clasificación de los agentes biológicos en función del grupo de riesgo. Fuente: RD 664/1997

Ejemplos de Agentes biológicos del Grupo 2:

- Bacterias: tétanos, síndrome respiratorio severo agudo (SARS), meningitis, salmonelosis, neumonía.
- Virus: herpes, virus del papiloma humano VPH, sarampión, hepatitis A

Ejemplos de Agentes biológicos del Grupo 3:

- Bacterias: tuberculosis, diarrea, peste, rabia.
- Virus: hepatitis B y C, fiebre amarilla, virus de inmunodeficiencia humana VIH.

Ejemplos de Agentes biológicos del Grupo 4:

- Virus: virus de la fiebre hemorrágica de Crimea/Congo, virus Ébola, virus de Marburg.

11.4 Vías de transmisión del agente biológico.

- **AÉREA O RESPIRATORIA:** es la más peligrosa y se produce por inhalación de gases, vapores o aerosoles microbianos.
 - Ejemplos de enfermedades transmitidas por bacterias a través del aire: otitis, pulmonía, tuberculosis, meningitis.
 - Ejemplos de enfermedades transmitidas por virus a través del aire: rinovirus, gripe, herpes, viruela.
- **DIRECTA:** necesita de algún tipo de contacto con piel (dérmica), mucosas o fluidos, parenteral (heridas, cortes o pinchazos), oral (por ingestión).
 - Ejemplos de enfermedades transmitidas por bacterias de forma directa: lepra, sífilis, gastroenteritis.
 - Ejemplos de enfermedades transmitidas por virus de forma directa: sida, herpes genital, hepatitis B y C, Ébola, poliomielitis.
- **INDIRECTA:** El vehículo de transmisión pueden ser objetos o materiales contaminados donde todavía reside activo el agente infeccioso (fómites), o a través de un vector (insecto o artrópodo).
 - Ejemplos de enfermedades transmitidas por bacterias a través de un vector: peste (pulga), tifus exantemático (piojo), tétanos.
 - Ejemplos de enfermedades transmitidas por virus a través de un vector: rabia, fiebre amarilla.

12 RADIATIVIDAD Y RADIACIONES IONIZANTES

12.1 Desintegración radiactiva

Todas las sustancias conocidas están formadas por átomos o combinaciones de ellos. Algunos elementos tienen núcleos más o menos inestables que tienden, a lo largo del tiempo y con mayor o menor rapidez, a modificar su composición mediante la emisión espontánea de energía. Al fenómeno de transformación nuclear espontánea se le llama radiactividad (descubierta por Becquerel en 1896) y a los elementos que así se comportan, radionucleidos. Estas radiaciones ionizantes no son perceptibles por los sentidos.

12.2 Actividad

La actividad es el número de desintegraciones que tienen lugar cada segundo en una cantidad dada de material radiactivo. Se mide en unidades denominadas becquerelio (Bq). Un becquerelio equivale a una desintegración por segundo. La actividad no depende del tamaño ni de la masa de una sustancia, sino del isótopo radiactivo.

12.3 Periodo de semidesintegración

El intervalo de tiempo necesario para que una determinada cantidad de un elemento se reduzca a la mitad por desintegración, se denomina periodo de semidesintegración o semivida. El periodo de semidesintegración es único e invariable para cada radionucleido, y puede variar de una fracción de segundo a billones de años.

12.4 Tipos de radiaciones ionizantes

Estas transformaciones, llamadas también desintegraciones, se producen liberando gran cantidad de energía en forma de radiaciones ionizantes (alfa, beta y/o gamma).

- **Partículas alfa** (α): Tienen gran masa en comparación con el resto de las radiaciones ionizantes. En el aire, la radiación alfa sólo puede recorrer un par de centímetros, y una hoja de papel o la misma piel del cuerpo humano son suficientes para protegernos de sus efectos. Por ello, no son peligrosas a menos que se incorporen al organismo (contaminación interna).
- **Partícula beta** (β): Tienen una masa bastante menor que las partículas alfa, lo que les confiere mayor poder de penetración que éstas. Traspasan láminas de papel, pero se detienen ante láminas de metal, metacrilato y prendas de ropa.
- **Rayos gamma** (γ): Son radiaciones electromagnéticas (sin carga ni masa) muy penetrantes, que se detienen mediante grandes muros de hormigón o plomo.
- **Neutrones**: Este tipo de radiación es muy penetrante debido a que no tiene carga eléctrica. Los neutrones tienen más capacidad de penetración que los rayos gamma y sólo puede detenerlos una gruesa barrera de hormigón, agua o parafina.
- **Los rayos X**: Son radiaciones electromagnéticas con una energía tal que les permite atravesar los tejidos del cuerpo humano y otros materiales. Cuanto mayor es su energía, mayor es su poder de penetración.

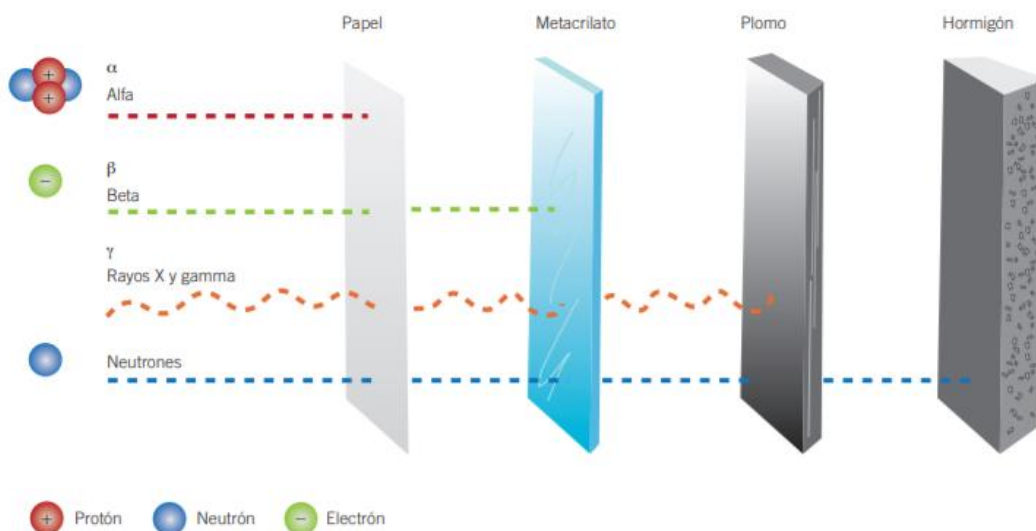


Figura 8. Tipos de radiaciones ionizantes. Fuente: Universidad de Zaragoza

12.5 Efectos biológicos de la radiación

Los procesos de interacción de la radiación con la materia son la causa de los efectos producidos por las radiaciones (en particular, los efectos biológicos producidos en seres vivos). Según la cantidad y el tipo de radiación y los tejidos, órganos o sistemas afectados, los efectos pueden ser inmediatos o retardados.

- **Dosis debida a la radiación ionizante:**

La energía de este tipo de radiación produce el daño, y la cantidad de esta que se absorbe en el tejido vivo se denomina dosis.

La dosis se mide en unas unidades llamadas Sievert (Sv). En el contexto habitual de la protección radiológica es más frecuente utilizar la milésima parte de esta unidad (miliSievert, mSv) o, incluso, la millonésima parte (microsievert, μ Sv).

- **Efectos deterministas de la exposición a radiaciones ionizantes:**

Como consecuencia de una exposición importante a la radiación, pueden resultar dañadas tantas células que el tejido no pueda ya seguir realizando su función.

Suelen ser efectos inmediatos, como náuseas, vómitos, quemaduras en la piel, y su prevención queda garantizada estableciendo unos límites de dosis por debajo de la dosis umbral.

- **Efectos estocásticos de la exposición a radiaciones ionizantes:**

Los efectos estocásticos, de naturaleza probabilística (pueden o no producirse), son aquellos efectos que son más probables cuanto mayor es la dosis de radiación recibida, pero cuya gravedad no depende de esa cantidad de radiación.

Suelen ser efectos retardados, como el cáncer y los efectos hereditarios, que pueden aparecer entre 5 y 30 años después de haber sufrido la exposición, y para ellos no existe una dosis umbral conocida.

12.6 Principios básicos de protección radiológica

- **Justificación:** Toda práctica que implique la exposición a las radiaciones ionizantes debe suponer un beneficio para la sociedad, individual o colectivo. Deben considerarse los efectos negativos y las alternativas posibles.
- **Optimización:** Todas las exposiciones a las radiaciones ionizantes deben mantenerse a niveles tan bajos como sea razonablemente posible, (principio ALARA, "As Low As Reasonably Achievable").
- **Limitación:** Las dosis de radiación recibidas por las personas estarán, en cualquier caso, por debajo de los límites de dosis legalmente establecidos (en vigor Real Decreto 1029/2022 de 20 de diciembre).

12.7 Limitaciones de dosis

La NTP 614 sobre “Radiaciones ionizantes: normas de protección” define los siguientes conceptos de dosis:

- **Dosis absorbida:** es la cantidad de energía (D) cedida por la radiación a la materia irradiada por unidad de masa. Se mide en Gray (Gy).
- **Dosis equivalente:** Es también una magnitud que considera la energía cedida por unidad de masa, pero considerando el daño biológico. Se mide en Sievert (Sv).
- **Dosis efectiva:** suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo procedentes de irradiaciones internas y externas. Se mide en Sievert (Sv).

A modo de resumen, esa Nota Técnica de Prevención expone los siguientes límites de dosis:

DOSIS		PERSONAS TRABAJADORAS EXPUESTAS	PÚBLICO
Dosis efectiva en 5 años oficiales consecutivos		100 mSv	No se contempla
Dosis efectiva máxima en 1 año oficial		50 mSv	1 mSv
Dosis equivalente en 1 año oficial	Cristalino	150mSv	15mSv
	Piel	500mSv	50mSv

Tabla 4. Limitación de dosis. Fuente: NTP 614

Para personal en intervención de emergencia: según el artículo 69 del Real Decreto 1029/2022 los niveles de referencia para la exposición se fijarán, en términos generales, por debajo de una dosis efectiva de **100 mSv**. En situaciones excepcionales, y con el fin de salvar vidas, evitar efectos graves sobre la salud derivados de la radiación, o evitar el desarrollo de condiciones catastróficas, se podrá establecer una dosis efectiva de radiación externa no superior a los **500 mSv**.

BIBLIOGRAFÍA

- Basset Blesa, J.M., Alonso Herrerías, M. (2017). *Riesgos en accidentes con materias peligrosas*. Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias.
- Berlanga Velasco, M. (2018). *Manual Riesgo Radiológico*. CBCM.
- CBCM (2007). *Manual NBQ para Bomberos*.
- CBCM (2007). *Manual Riesgo Químico*.
- CBCM (2022). *Procedimientos de actuación ante Riesgo Químico*.
- CBCM (2020). *Procedimientos de actuación ante Riesgo Biológico*.
- CBCM (2022). *Procedimientos de actuación ante Riesgo Radiológico*.
- Garcés Lasheras, D. *Dinámicas Químicas para Bomberos*.
- Gobierno Vasco. *Fichas de Intervención ante accidentes con materas peligrosas*.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ)*.
- Lens Carretero, A., Morales Ramiro, D. (2025). *Intervención en emergencias con sustancias peligrosas I y II*. CBCM.
- Marín Ayala, J.A., Belmonte Pérez, J., Albaladejo Pomares, M. (2010). *Intervenciones en riesgos antrópicos: mercancías peligrosas*. CCOO.
- Ministerio del Interior. *Fichas de Primera Intervención*.
- NTP320 Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas peligrosas (1993).
- NTP 614 Radiaciones ionizantes: Normas de Protección (2003).
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. 1997. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/12/664/con>
- Suay Belenguer, J.M. (2009). *Conceptos Básicos de Física y Química para Bomberos*.
- Suela Fernández, I. (2015). *Manual de Riesgos Tecnológicos y Asistencias Técnicas NRBQ*. Consorcio Provincial de Bomberos de Guadalajara.
- Tofiño Rodríguez, C. (2018). *Manual Riesgo Biológico (Tema 11)*. CBCM.
- Workshop Riesgos Tecnológicos - <https://wsriesgostecnologicos.blogspot.com/>