

**“TOXICOLOGÍA MARÍTIMA:  
DOCENCIA ESENCIAL PARA  
LA FORMACIÓN DE MARINOS  
MERCANTES”**

**XIV JORNADAS NACIONALES DE MEDICINA MARÍTIMA,  
S/C TENERIFE. (2-3 NOVIEMBRE 2012).**

**ARTURO HARDISSON DE LA TORRE.  
CATEDRÁTICO DE TOXICOLOGÍA DE LA ULL.**

# DEFINICIÓN DE TOXICOLOGÍA

- ❖ **“TOXICOLOGÍA** ES LA CIENCIA QUE ESTUDIA LOS EFECTOS ADVERSOS QUE CAUSAN LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS Y ALGUNOS AGENTES FÍSICOS Y BIOLÓGICOS, ASÍ COMO LA VALORACIÓN DEL RIESGO DE LOS MISMOS, Y COMPRENDE EL CONOCIMIENTO DE SUS PROPIEDADES, MECANISMOS DE ACCIÓN, MÉTODOS DE ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA TOXICIDAD, Y EL ESTUDIO DE LOS MEDIOS PARA PALIAR LAS ALTERACIONES QUE PRODUCEN”.
  
- ❖ **“TOXICOLOGÍA** ES LA CIENCIA QUE ESTUDIA LA SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS Y DE ALGUNOS AGENTES FÍSICOS Y BIOLÓGICOS”.

# RAMAS DE LA TOXICOLOGÍA

## ❖ **Ramas básicas:**

- Toxicología Analítica.
- Toxicología Experimental.

## ❖ **Ramas aplicadas:**

- Toxicología Forense.
- Toxicología Clínica.
- Toxicología Ocupacional o Laboral (Toxicología Industrial).
- Toxicología Ambiental y Ecotoxicología.
- Toxicología Alimentaria.
- Toxicología Veterinaria.
- Toxicología Reguladora o Legislación toxicológica.

## ❖ **Otras ramas que se separan de las anteriores:**

- Toxicología Militar
- Toxicología Marítima

# CONCEPTO DE TOXICOLOGÍA MARÍTIMA

- ❖ “La **Toxicología Marítima** es una rama de la Toxicología Industrial y de la Toxicología Medioambiental, que estudia los efectos tóxicos de las mercancías peligrosas en las tripulaciones y estibadores, así como su impacto ambiental en el medio marino y la atmósfera”.
- ❖ Presenta, por tanto, dada su importancia en la salud pública, una vertiente circunscrita en el interior del buque (Toxicología Ocupacional Industrial) y en el exterior del mismo (Toxicología Ambiental).

- ❖ La mayoría de las sustancias químicas peligrosas se transportan por vía marítima: transporte de mercancías peligrosas.
- ❖ Este transporte supone un riesgo tóxico.
- ❖ La toxicología del transporte de mercancías peligrosas supone un ejemplo de toxicología preventiva, resultado de la interacción de sustancias químicas presentes en el buque y el organismo humano.

# TIPOS DE RIESGOS

- ❖ **Riesgos a bordo:** explosiones, fuegos, daños en los barcos, pérdidas de vidas, lesiones, quemaduras, irradiación e intoxicaciones.
- ❖ **Riesgos en el medio ambiente:** riesgos ecotóxicos, con efectos en flora y fauna marinas.

# TIPOS DE TOXICIDAD

- ❖ Toxicidad aguda.
- ❖ Toxicidad crónica.
- ❖ Toxicidad por dosis repetidas.
- ❖ Proceso tóxico desadaptativo.

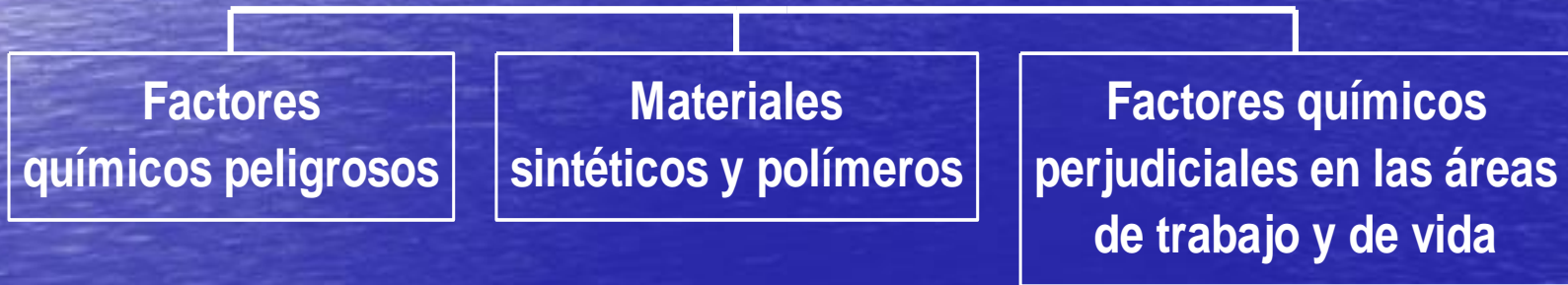
## **PELIGROS TÓXICOS A BORDO**



- OBJETO Y TIPO DE BARCO
- DURACIÓN DE LA TRAVESÍA
- ÁREA GEOGRÁFICA DE LA RUTA
- ACTIVIDADES LABORALES DE LAS CATEGORÍAS PROFESIONALES IMPLICADAS



## **FACTORES QUÍMICOS DEL BUQUE**





# FACTORES QUÍMICOS DEL BARCO

- ❖ Sustancias químicas peligrosas.
- ❖ Materiales sintéticos y poliméricos (plásticos).
- ❖ Sustancias químicas nocivas presentes en las áreas de trabajo y de vida.

# CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

1. Explosivos.
2. Gases: comprimido, líquido o bajo presión.
3. Líquidos inflamables.
4. Sólidos inflamables, propensos a la combustión espontánea o que en contacto con el agua emiten gases inflamables.
5. Sustancias oxidantes y peróxidos orgánicos.
6. Sustancias tóxicas e infecciosas.
7. Sustancias radiactivas.
8. Corrosivos.
9. Otras sustancias que han demostrado un carácter peligroso.

# CLASIFICACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS, SEGÚN SU TOXICIDAD, ESTADO FÍSICO Y VÍA DE EXPOSICIÓN

Vía	Medida	Grado de peligro		
		I	II	III
Boca	mg/Kg			
Sólidos		<5	5-50	50-500
Líquidos				50-2000
Piel	mg/Kg	<40	40-200	200-1000
Inhalación	mg/m <sup>3</sup>	<50	50-200	200-1000
Polvos	mg/m <sup>3</sup>	<0,5	0,5-2	2-10

# TIPOS DE BUQUES

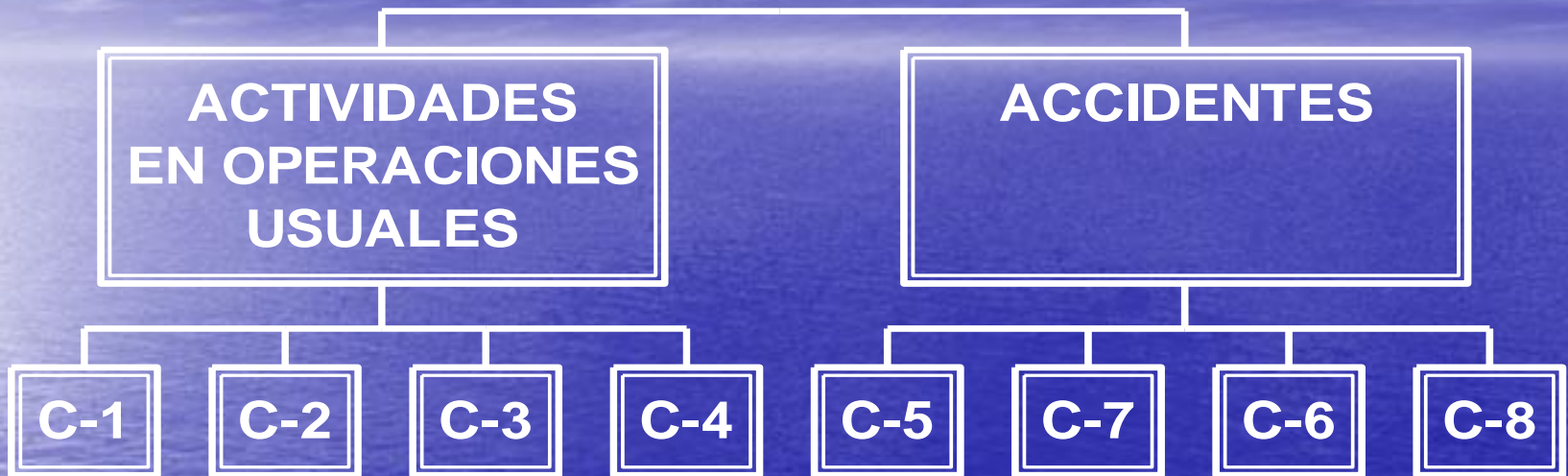
## ❖ Buques especiales:

- Buques gaseros
- Buques cisterna químicos
- Petroleros
- Cargueros
- Buques frigoríficos
- Buques RO-RO
- OBO

## ❖ Buques de carga universales:

- Barcos pesqueros
- Barcos de pasajeros
- Barcos de investigación

# CIRCUNSTANCIAS EN LAS QUE PUEDE HABER EFECTOS NOCIVOS



**C-1:** carga/descarga; **C-2:** viaje por mar; **C-3:** lavado de tanques; **C-4:** fumigación; **C-5:** efectos corrosivos; **C-6:** fuego a bordo; **C-7:** explosión; **C-8:** agua en las bodegas

# CIRCUNSTANCIAS PRODUCTORAS DE EFECTOS NOCIVOS

## ❖ Actividades normales:

- Operaciones de carga y descarga.
  - Viaje por mar.
  - Lavado de tanques.
  - Fumigación.

## ❖ Accidentes:

- Efectos corrosivos.
- Fuego a bordo.
- Explosiones.
- Agua en bodegas.

# POSIBLES EFECTOS DELETÉREOS

## I

- ❖ Efectos tóxicos para el hombre:
  - Toxicidad aguda.
  - Toxicidad crónica.
  - Toxicidad por dosis repetidas.
- Efectos tóxicos que desarrollan procesos desadaptativos.

# POSIBLES EFECTOS DELETÉREOS II

❖ Para el buque:

- Efectos corrosivos.
  - Incendios.
  - Explosiones.



# MERCANCIAS PELIGROSAS EN PUERTOS



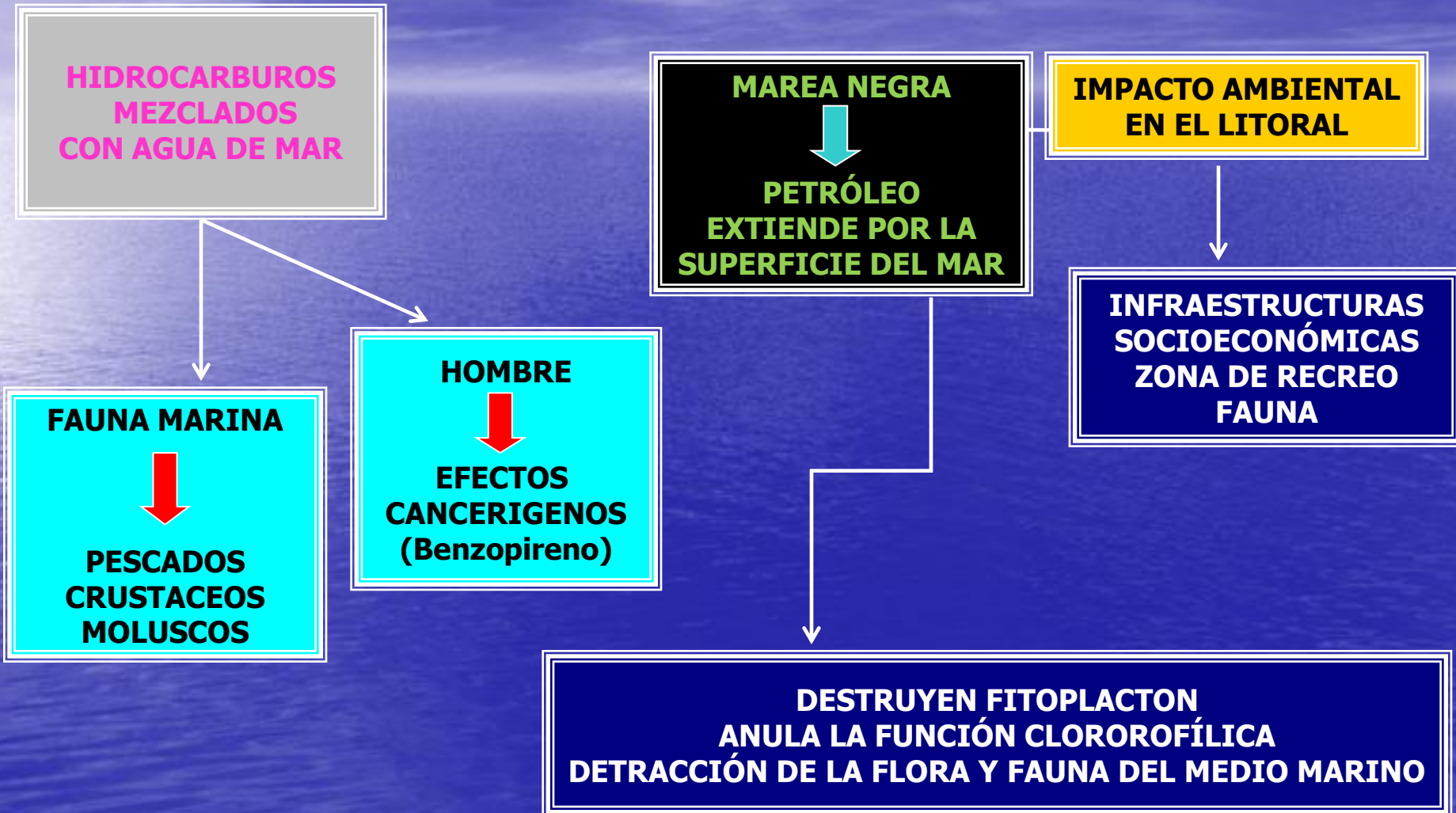
# POSIBLES EFECTOS DELETÉREOS

## III

❖ Sobre el medio ambiente:

- **Atmósfera:** gases y vapores.
- **Mar:** derrame de crudo y de múltiples sustancias químicas.
- **Litoral.**

# EFFECTOS DE LAS MAREAS NEGRAS EN COMUNIDADES DEL LITORAL



# CONDICIONES DE VIDA A BORDO Y EFECTOS TÓXICOS DE LAS MERCANCÍAS PELIGROSAS

1. Las zonas de trabajo y esparcimiento son limitadas.
2. Condiciones climáticas adversas, factores físicos, químicos, sociopsicológicos y laborales a bordo.
3. Factores ambientales adversos que actúan sobre el marino.
4. El "stress" de la vida laboral a bordo junto a la inactividad física.
5. Condiciones de aislamiento social, que frecuentemente deprimen al marino.

# GASES

## ❖ Irritantes:

- Sulfuros y derivados
- Flúor, ácido fluorhídrico
- Cloro
- Vapores nitrosos
- Bromuro y cloruro de metilo

## ❖ No irritantes:

- Ácido cianhídrico
- Monóxido de carbono

# GASES IRRITANTES

- ❖ **Sulfuros y derivados**:  $H_2S$  olor a huevos podridos, más pesado que el aire, pozos negros, refinado del petróleo.
  - Irritante, citocromooxidasa y sulfohemoglobina.
  - Nitrito de amilo.
- ❖ **Flúor, ácido fluorhídrico y fluoruros**: usados en las industrias del vidrio y del petróleo.
  - Acción altamente corrosiva
  - Quemaduras cutáneas de más de  $65\text{ cm}^2$  producen descensos de niveles de Ca y Mg. Fibrilación ventricular.
- ❖ **Cloro**: Oxidante y blanqueador. Muy hidrosoluble.
  - Formación de ácido clorhídrico.
  - Edema pulmonar en formas graves.

- ❖ **Vapores nitrosos**. Acción más moderada que los anteriores. En 24 h → edema pulmonar.
  - Se desprende en los silos. En las bodegas de los barcos donde se almacena grano y cualquier tipo de cereales.
  - También se produce en soldaduras.
  
- ❖ **Bromuro y cloruro de metilo**: Derivados halogenados de los hidrocarburos alifáticos. Muy liposolubles.
  - Son usados como fumigantes para combatir plagas, principalmente roedores de naves industriales y bodegas de barcos.
  - Edema pulmonar y lesiones en el SNC.

# GASES NO IRRITANTES

❖ **Cianuros**. HCN, N<sub>2</sub>C<sub>2</sub>, ClCN.

-Fumigantes, limpiadores de metales, refinado de minerales y producción sintética de caucho.

-Olor a almendras amargas.

-Potente tóxico intracelular inhibidor de la citocromooxidasa.

❖ **Monóxido de carbono**: Es el gas tóxico más común.

-Inodoro, incoloro e insípido.

-Desprendido en cualquier combustión incompleta. Incendios e intoxicaciones domésticas (braseros).

-Formación de carboxihemoglobina.



# HIDROCARBUROS

- ❖ **Alifáticos (hexano):** asfixiantes, irritantes del tracto respiratorio superior, anestésicos y narcóticos.
- ❖ **Alicíclicos (ciclohexano):** no asfixiantes, irritantes, anestésicos y narcóticos.
- ❖ **Aromáticos (benceno):** depresores del SNC, narcóticos. Irritantes sobre mucosas respiratorias y oculares. Por su carácter lipofílico actúan sobre la piel disolviendo el manto graso y desecándola.
- ❖ **Halogenados (tetracloruro de carbono):** efecto depresor del SNC al ser inhalado. Ejerce graves acciones tóxicas sobre el hígado y el riñón. Cirrosis hepática y alteración funcional del riñón.

# **INTOXICACIÓN POR PRODUCTOS USADOS EN LA DESINFECCIÓN Y DESINSECTACIÓN DE LOS BUQUES**

- Los buques han de ser desinfectados y desinsectados frecuentemente, en situaciones de tránsito por los puertos.
- La desinsectación de bodegas es harto peligrosa por la estanqueidad de las mismas.
- Los productos utilizados como biocidas son muy liposolubles.

# TIPOS DE PLAGUICIDAS UTILIZADOS

➤ Organofosforados.

➤ Carbamatos.

➤ Fumigantes:

- Fosfina
- Bromuro de metilo
- Acido cianhídrico
- CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>

# PROGRAMA DE TOXICOLOGÍA

## ➤ Tema 1: INTRODUCCIÓN A LA TOXICOLOGÍA

Concepto. Ramas de la toxicología. Su relación con otras ciencias. La toxicología marítima y su relación con la medicina del trabajo.

## ➤ Tema 2: CONCEPTO DE TÓXICO. INTOXICACIÓN Y ENVENENAMIENTO

Concepto de toxicidad. Tipos de toxicidad. Formas de medir la toxicidad. Relación dosis-efecto y dosis-respuesta.

## ➤ Tema 3: TOXICOCINÉTICA Y TOXICODINAMIA

Absorción, distribución, biotransformación y excreción de los tóxicos. Principales mecanismos de acción de los tóxicos.

# PROGRAMA DE TOXICOLOGÍA

- **Tema 4:** FACTORES QUE MODIFICAN LA TOXICIDAD  
Factores que dependen del individuo. Factores que dependen del medio ambiente. Factores que dependen de las condiciones de administración.
- **Tema 5:** ANTÍDOTOS Y ANTAGONISTAS  
Principios del antidotismo. Principales antídotos y antagonistas utilizados en la práctica clínica.
- **Tema 6:** GASES QUE CAUSAN INTOXICACIONES  
Monóxido de carbono, gas sulfhídrico, cloro y derivados, ácido cianhídrico, disolventes orgánicos. Fuentes. Fisiopatología. Diagnóstico y tratamiento

# PROGRAMA DE TOXICOLOGÍA

## ➤ Tema 7: COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES E HIDROCARBUROS

Fuentes. Distribución. Fisiopatología. Diagnóstico y tratamiento.

## ➤ Tema 8: METALES, METALOIDES Y ANIONES TÓXICOS

Mercurio, plomo, cadmio y arsénico, nitratos, nitritos y fluoruros. Fuentes. Distribución. Fisiopatología. Diagnóstico y tratamiento.

## ➤ Tema 9: DROGAS DE ABUSO

Cannabis y derivados. Opiáceos: Heroína y cocaína. Psicoestimulantes mayores: Anfetaminas y derivados (éxtasis). Antidepresivos y adicción. Benzodiacepinas. Otras drogas de abuso.

## ➤ Tema 10: EL ALCOHOL Y EL TABACO

Causas de su consumo. Efectos tóxicos. La lucha antialcohólica y antitabática.

# PROGRAMA DE TOXICOLOGÍA

## ➤ Tema 11: LA TOXICOLOGÍA MARÍTIMA. MERCANCÍAS PELIGROSAS

Definiciones y criterios de riesgo. Condiciones de embarque y efectos tóxicos de las mercancías peligrosas. Primeros auxilios y tratamiento de la intoxicación. Principios para la prevención de la intoxicación.

## ➤ Tema 12: PROBLEMÁTICA SANITARIA EN BUQUES CISTERNA (PETROLEROS, GASEROS, QUIMIQUEROS)

Generalidades. Riesgos en los transportes de petróleo y de gas. Transporte marítimo de productos químicos. Prevención y gestión de riesgos en el transporte marítimo de mercancías peligrosas a bordo y en los recintos portuarios.

## ➤ Tema 13: MARCO REGULADOR DE LA TOXICOLOGÍA MARÍTIMA

Normas, reglamentos, leyes. Iniciativa, de la IMO sobre transporte marítimo de mercancías peligrosas. Guías médicas y químicas para el transporte marítimo.

# PROGRAMA DE FORMACIÓN SANITARIA

- **Tema 14:** INTRODUCCIÓN A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
- **Tema 15:** ASFIXIA Y PARADA CARDIACA
- **Tema 16:** HEMORRAGIAS
- **Tema 17:** HERIDAS
- **Tema 18:** ACCIDENTES PRODUCIDOS POR AGENTES TÉRMICOS
- **Tema 19:** HIGIENE PERSONAL Y DEL BUQUE
- **Tema 20:** ASISTENCIA SANITARIA EN ALTA MAR
- **Tema 21:** TRAUMATISMO MÚSCULO-ESQUELÉTICOS
- **Tema 22:** CUERPOS EXTRAÑOS



# CONCLUSIONES

1. Los conocimientos básicos de toxicología por parte del marino mercante (puente, máquinas y radio electrónica naval) son fundamentales, ya que el transporte de mercancías peligrosas se hace por vía marítima y son estos profesionales los encargados de velar por su seguridad.

# CONCLUSIONES

2. En los actuales planes de estudio debería incorporarse una **TOXICOLOGÍA MARÍTIMA** impartida por profesores del Área de Toxicología en colaboración con los profesores de Medicina Preventiva y Salud Pública, dada la complementariedad de las dos Áreas de Conocimiento.

# CONCLUSIONES

3. La Toxicología Marítima es una ciencia sanitaria, cuyos conocimientos corresponden al campo científico de “Ciencias de la Salud”, por lo que los expertos han de pertenecer a Áreas sanitarias no a Áreas de Ciencias experimentales.

