



Estudio del ecosistema litoral: Guía de prácticas

Juana Rosa Betancort Rodríguez
Vanessa Millán Gabet
Marta Rodrigo Sanz

Departamento de Agua - Instituto Tecnológico de Canarias

Cristina Mahugo Santana

Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes

Índice

PRÓLOGO	
INTRODUCCIÓN	
UNIDAD 0. NORMAS DE USO DE UN LABORATORIO QUÍMICO Y BIOLÓGICO	
1. INFORMACIÓN GENERAL	
2. TRABAJAR CON SEGURIDAD EN UN LABORATORIO	
2.1. Normas higiénicas básicas	
2.2. Protección: cómo ir vestido en el laboratorio	
2.3. Trabajar con orden y limpieza	
2.4. Manipulación de productos químicos	
2.5. Calentamiento de líquidos	
2.6. Manipulación de vidrios	
2.7. Manipulación de equipos	
2.8. Transporte de reactivos	
2.9. Riesgo eléctrico	
3. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	
4. QUÉ HAY QUE HACER EN CASO DE ACCIDENTE	
5. MATERIAL BÁSICO DE UN LABORATORIO	
UNIDAD I. TOMA DE MUESTRAS	
1. TOMA DE MUESTRAS	
2. ORGANIZACIÓN DEL MUESTREO EN EL MARCO DE LAS PRÁCTICAS	
3. MUESTREO DE AGUA DE MAR	
4. MUESTREO DE ARENAS	
4.1. Para análisis microbiológico	
4.2. Para análisis granulométrico	
5. Muestreo de vegetales marinos	

UNIDAD 2. BIOLOGÍA DE LAS ZONAS COSTERAS

PRÁCTICAS

- I. ZONACIÓN
- II. CADENA TRÓFICA EN EL MAR
- III. PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EN ALGAS
- IV. OBSERVACIÓN AL MICROSCOPIO DE CORTES TRANSVERSALES DE ALGAS
- V. ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN AGUA DE MAR
- VI. TINCIÓN DIFERENCIAL DE BACTERIAS: TINCIÓN DE GRAM

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- CADENA TRÓFICA
- PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS
- EL MICROSCOPIO ÓPTICO
- CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL MAR

UNIDAD 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DE MAR

PRÁCTICAS

- I. MEDIDA DE PH, TURBIDEZ Y CONDUCTIVIDAD DEL AGUA DE MAR
- II. MEDIDA DE NITRATOS, FOSFATOS Y AMONIO EN AGUA DE MAR
- III. MEDIDA DE DETERGENTES EN AGUA DE MAR
- IV. MEDIDA DE CLORUROS EN AGUA DE MAR
- V. MEDIDA DE CALCIO Y MAGNESIO: DUREZA DEL AGUA
- VI. CAPACIDAD TAMPÓN DEL AGUA DE MAR
- VII. MEDIDA DE CARBONATOS Y BICARBONATOS EN AGUA DE MAR

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA DE MAR
- CAPACIDAD TAMPÓN DEL AGUA DE MAR: CARBONATOS Y BICARBONATOS

UNIDAD 4. GEOLOGÍA DE LAS PLAYAS

PRÁCTICAS

- I. DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA DE PLAYA
- II. DETERMINACIÓN DE VARIOS COMPONENTES EN ARENA DE PLAYA

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- CARACTERÍSTICAS DE LAS ARENAS DE PLAYAS CANARIAS
- EL MICROSCOPIO ÓPTICO
- CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL MAR

MATERIAL FOTOCOPIABLE

UNIDAD 5. PROCESOS FÍSICOS EN LA COSTA: LAS MAREAS Y EL VIENTO

PRÁCTICAS

I. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LAS MAREAS

II. ELABORACIÓN DE UNA ROSA DE LOS VIENTOS

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

LAS MAREAS

EL VIENTO

MATERIAL FOTOCOPIABLE

ANEXO I: MATERIALES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

ANEXO II: PROVEEDORES DE MATERIAL DE LABORATORIO

ANEXO III: DIRECTIVA DE AGUAS DE BAÑO

ANEXO IV: GALERÍA DE IMÁGENES

Prólogo

Las Islas Canarias, dada su situación geográfica y por su dependencia económica del sector turístico, se caracterizan por su fragilidad en cualquiera de sus sectores de desarrollo, lo que provoca que la presión medioambiental y socioeconómica sobre la estrecha franja costera sea intensa. Preservar y mejorar la calidad del medio ambiente costero, así como disminuir los riesgos que cualquier actividad turística o industrial pudiera causar, es una tarea prioritaria y de máxima importancia en el Archipiélago canario. Una gestión óptima de las zonas costeras representa desde el punto de vista ambiental, no sólo un cumplimiento de la legislación vigente, sino que además supone una contribución al desarrollo sostenible de las islas y constituye una prueba indiscutible de la calidad sanitaria para los usuarios. Además, desde el punto de vista turístico-comercial constituye una ventaja competitiva frente a otros destinos turísticos, ayudando así al desarrollo comercial de nuestra región.

Consideramos que una de las vías para alcanzar o mejorar esta calidad y nivel de protección, es a través de la FORMACIÓN. La tarea de educar y concienciar a los ciudadanos, especialmente a las nuevas generaciones, de lo que representa el medio marino para nuestra sociedad y economía, es de máxima importancia. Estamos plenamente convencidas de que un mayor conocimiento y formación experimental sobre el funcionamiento de los ecosistemas costeros es la principal vía para crear conciencia sobre los peligros que amenazan al medio ambiente marino y fomentar y generar actitudes proteccionistas y enmarcadas en las ideas de desarrollo sostenible.

Teniendo toda esta serie de ideas en mente, hemos desarrollado esta Guía de Prácticas, con la pretensión de que sea didáctica, con rigor científico, a la vez que atractiva, con el propósito de que sirva de herramienta de trabajo útil para la comunidad docente. Este nuevo recurso didáctico permitirá desarrollar el trabajo experimental de las diferentes disciplinas científicas relacionadas con el medio ambiente marino y costero que son impartidas en la Enseñanza Secundaria, Bachillerato o Módulos de Formación. El objetivo final de este material es que el alumnado tenga un mayor conocimiento del litoral, fomentar y desarrollar sus habilidades y conocimientos científicos a través del trabajo experimental en campo y laboratorio y, por último, crear conciencia de la necesidad de su protección y conservación.

Las prácticas propuestas están dirigidas a distintos niveles y es el equipo docente quien debe decidir su posible impartición a un nivel determinado, o bien adaptar cada práctica a los conocimientos y habilidades de su alumnado. Asimismo, la realización de las prácticas viene determinada por el material instrumental necesario para desarrollarlas. En este sentido, la variedad es muy amplia, desde prácticas en las que es suficiente sólo papel y lápiz, hasta otras en las que es necesario disponer de material instrumental de laboratorio.

Las Autoras
Departamento de Agua
División de Investigación y Desarrollo Tecnológico

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas promueve de 2005 a 2014 la denominada Década de Educación para el Desarrollo Sostenible, ya que estamos viviendo una época marcada por una serie de problemas estrechamente relacionados: contaminación y degradación de los ecosistemas, agotamiento de recursos, crecimiento incontrolado de la población mundial, desequilibrios insostenibles, pérdida de diversidad biológica y cultural, etc. Como señala la UNESCO, “El Decenio de las Naciones Unidas para la educación con miras al desarrollo sostenible pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el desarrollo sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. El Decenio intensificará igualmente la cooperación internacional en favor de la elaboración y de la puesta en común de prácticas, políticas y programas innovadores de educación para el desarrollo sostenible”. Se hace, por tanto, necesario incluir en los planes de estudio de los diferentes niveles educativos las enseñanzas destinadas a conseguir este objetivo.

Para las Islas Canarias, rodeadas de mar y cuya economía está basada en el turismo, preservar y mejorar la calidad de las zonas costeras es un aspecto de vital importancia. Sin embargo, dado que la presión ejercida sobre estas zonas, lejos de disminuir, se ha incrementado en los últimos años, las zonas costeras de nuestras islas se ven seriamente amenazadas, lo que afecta directamente a la diversidad y abundancia de las especies que ahí habitan, a la calidad de las aguas marinas y a la variación y alteración del paisaje natural. Dicha presión procede de actividades tales como la ocupación turística y urbana (hoteles, apartamentos, etc.), los vertidos al mar; la construcción de puertos y muelles deportivos, la sobreexplotación pesquera y el marisqueo furtivo, determinadas actividades de ocio, etc. Todas ellas amenazan el frágil equilibrio del ecosistema costero y perjudican seriamente la calidad de las zonas litorales de recreo.

El propósito de este libro es doble. Por una parte, se pretende estimular al alumnado para que llegue a adquirir los conocimientos necesarios para poder interpretar los mecanismos básicos que rigen el funcionamiento del medio físico. Por otra parte, y de acuerdo con el objetivo de conseguir una educación para el desarrollo sostenible, se pretende fomentar en los alumnos y alumnas una actitud de reflexión, de tal forma que valoren las repercusiones que sobre el medio ambiente tienen las actividades humanas y contribuyan activamente en su defensa, conservación y mejora.

Estos objetivos pueden alcanzarse con la inclusión en las diferentes asignaturas experimentales de la enseñanza secundaria de unidades didácticas sobre la calidad de las aguas de baño y sobre el ecosiste-

ma marino, en general. Para la consecución de este objetivo global es necesario un apoyo con actividades complementarias, así como la interrelación con otras disciplinas como la Biología, la Geología, la Física, la Química, la Ecología, la Informática y la Tecnología. Con este tipo de actividades, además, se favorece la educación integral de los alumnos, evitando la visión parcial, dividida en compartimentos, que tienen los alumnos y alumnas sobre el mundo científico.

El Instituto Tecnológico de Canarias y el Proyecto ICREW

El Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) es una empresa pública creada por el Gobierno de Canarias en 1992 y entre sus actividades se incluyen la investigación, el desarrollo y la innovación, todas ellas al servicio de las empresas canarias. El objetivo principal del Instituto es impulsar y apoyar el desarrollo y la innovación en el Archipiélago Canario, además de promover y fomentar la investigación que se genere a través de su participación en proyectos tecnológicos específicos y ayudar al progreso productivo y a la promoción de nuevas empresas en la Comunidad Autónoma de Canarias.

El presente libro ha sido desarrollado por personal del Departamento de Agua dentro de la División de Investigación y Desarrollo Tecnológico. El Departamento de Agua cuenta con un equipo interdisciplinar de técnicos con alta cualificación y experiencia en los campos de la gestión medioambiental, calidad y tratamientos del agua, ingeniería y energía. En la actualidad el departamento está involucrado en numerosos proyectos de I+D, financiados en su mayoría por la Comisión Europea, y por los Gobiernos español y canario.

Las principales líneas de trabajo son las siguientes:

- Producción de agua potable empleando sistemas de energía renovables autónomos.
- Suministro de agua y energía a zonas aisladas de las redes eléctricas y de abastecimiento.
- Gestión sostenible de la energía y el agua.
- Estudios de calidad de aguas.
- Tratamiento y aprovechamiento del agua residual mediante procesos de bajo coste energético.
- Tratamiento y aprovechamiento de aguas grises.
- Tratamiento, gestión y aprovechamiento productivo de la biomasa residual.

Dentro de la línea de “Estudios de calidad de aguas”, durante el año 2002 surge la participación y la preparación del plan de trabajo del proyecto ICREW: Improving Coastal and Recreational Waters (Mejora de la Calidad de las Aguas Costeras y de Recreo). En Abril de 2003, bajo el auspicio del Programa Operativo Interreg III-B-Espacio Atlántico, se aprueba el proyecto liderado por la Agencia Medioambiental del Reino Unido y en el que participan un total de 18 socios de España, Francia, Irlanda, Portugal y Reino Unido. El proyecto ha tenido una duración de tres años y ha sido subvencionado con un total de 8.6 millones de euros.

Dentro del Programa Operativo Interreg III-B, el proyecto ICREW queda encuadrado en la PRIORIDAD C, relativa a la “Promoción del Medio Ambiente, gestión sostenible de las actividades económicas y de los recursos naturales”, así como en la Medida C1, relativa a la “Protección del medio ambiente y de los recursos naturales”.

El elevado número de socios participantes en el Proyecto ICREW, así como la amplia representatividad geográfica derivada de los mismos, favorece el cumplimiento de los objetivos de INTERREG III-B sobre coherencia y cohesión del Espacio Atlántico y mejora de la competitividad económica y eficacia de las áreas implicadas.

El proyecto ICREW busca la integración de estrategias para el desarrollo de una economía sostenible, en los distintos territorios que integran el Espacio Atlántico, a través del tema común de mejora de la calidad de las aguas de baño.

El proyecto específicamente ayuda a lograr las metas de tratamientos sostenibles de actividades económicas y recursos naturales, mejora de la competitividad y de la calidad de vida para el Espacio Atlántico. Las cuestiones referentes a la polución y sus efectos adversos en los recursos ambientales quedan también recogidas entre las prioridades de dicho Programa. A través de sus estudios sobre la relación entre la polución difusa y la calidad de las aguas de baño, ayudará a promover el tratamiento integrado de las aguas de recreo y a prevenir la polución de éstas.

Así mismo, el proyecto ICREW representa un claro programa de trabajo que aportará los mecanismos necesarios para llevar a cabo con éxito la Directiva Marco de Aguas de la UE (2000/60/CEE). Mediante el desarrollo de un amplio programa transnacional sobre la calidad de las aguas de baño, el proyecto ICREW actuará como guía para la participación pública y el trabajo conjunto requerido por la Directiva Marco.

En definitiva, los objetivos últimos que se esperan alcanzar con el desarrollo de este proyecto son: la reducción de la contaminación y la mejora de la calidad de las aguas de baño en las distintas áreas del Espacio Atlántico.

Para alcanzar todos los objetivos propuestos se plantearon varias aproximaciones que se han concretado en siete acciones piloto o subproyectos en los que se estructura el proyecto ICREW:

- Acción Piloto 1: Muestreo y revisión de datos.
- Acción Piloto 2: Resolución de la contaminación difusa.
- Acción Piloto 3: Desarrollo de métodos de seguimiento de fuentes de contaminación.
- Acción Piloto 4: Predicción de la calidad de las aguas de baño.
- Acción Piloto 5: Re-identificación de las aguas de recreo.
- Acción Piloto 6: Soluciones sostenibles para las aguas residuales.
- Acción Piloto 7: Comprensión y gestión de las algas.

España participa a través de sus socios representantes en la Acción Piloto 2 y 6. En la Acción Piloto 2, el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) es el único representante español, aunque cuenta con la colaboración de varias instituciones a nivel regional. La participación del ITC, como representante de la región de las Islas Canarias, en esta Acción Piloto se lleva a cabo a través del subproyecto BEACHMAN, cuyo principal objetivo ha sido evaluar la calidad sanitaria y medioambiental de las áreas declaradas como zonas de baño y elaborar recomendaciones para la mejora frente a la entrada en vigor de la nueva Directiva.

Es necesario recalcar que una gestión óptima de las zonas costeras y la puesta en práctica de programas de control de calidad representan, desde el punto de vista turista-comercial, una ventaja competitiva frente a otros destinos turísticos, ayudando así al desarrollo comercial de las Islas Canarias. Desde el punto de vista ambiental, además de ayudar a satisfacer la legislación, los planes de gestión son una parte integrante de las acciones para el desarrollo sostenible de las Islas Canarias y constituyen una prueba indiscutible de la calidad sanitaria para los usuarios.

La fase final del proyecto tiene como principal propósito, por una parte, la divulgación y la promoción de la idea del proyecto ICREW, y por otra, la concienciación medioambiental entre la población adolescente, por

medio de tareas como las que nos ocupa, dirigidas a estudiantes de Secundaria y Bachillerato. A través de este conjunto de unidades didácticas se pretende enfatizar la trascendencia que el buen estado de las playas tiene sobre la economía canaria y transmitir un mensaje conciso: sólo a través de una apropiada gestión y un comportamiento respetuoso con el medioambiente, conseguiremos preservar nuestro entorno.

Objetivos

El Bachillerato es una enseñanza que tiene un carácter formativo, propedéutico y orientador a la vez. Esta triple dimensión se pone de manifiesto en las unidades didácticas elaboradas para este libro. El carácter formativo hace necesario que el currículo contribuya a la formación de ciudadanos informados y críticos. La realización de las actividades planteadas en las diferentes unidades permite al alumnado tener mayor información sobre cuestiones concretas sobre el medio ambiente marino, tales como características físico-químicas del agua de mar, diferentes formas de contaminación del ecosistema y sus consecuencias o el estudio de sedimentos, entre otros.

Estas unidades didácticas también inciden en la vertiente propedéutica del Bachillerato, ya que sus contenidos referidos a conceptos, procedimientos y actitudes permiten abordar estudios posteriores con una mayor preparación, no sólo para carreras universitarias de índole científica y técnica, sino también para diferentes especialidades de formación profesional de grado superior.

En lo que se refiere al carácter orientador, este libro contribuye a perfilar y desarrollar proyectos formativos en el alumnado que se pueden concretar en estudios posteriores y en la vida activa.

Las unidades didácticas propuestas contribuyen a desarrollar en los alumnos y alumnas la mayoría de las capacidades que se expresan en los objetivos de la asignatura optativa "Técnicas de laboratorio". A continuación se señalan dichos objetivos:

- Comprender los modelos, leyes y teorías más importantes de la Física y la Química, mediante el diseño de experiencias para contrastar hipótesis, con el fin de tener una visión científica básica, que permita al alumnado desarrollar estudios posteriores relacionados con la modalidad elegida.
- Aplicar los contenidos que se estudien a situaciones reales y cotidianas de la vida, relacionando la experiencia diaria con la científica, comprendiendo la aportación de la Física y la Química como una serie de sucesivos intentos para explicar los fenómenos naturales.
- Estudiar de forma intuitiva conceptos que puedan encerrar dificultad en un estudio teórico y abstracto, estimulando a los alumnos y a las alumnas a que propongan y analicen problemas prácticos y cotidianos que les resulten interesantes, realizando diseños y planteando problemas abiertos y fundamentados.
- Desarrollar destrezas del trabajo de investigación, tanto de búsqueda de documentación como experimentales: manejar ordenadamente tablas de datos y resultados, realizar cálculos, determinar valores medios, precisiones y errores, ajustar datos experimentales a curvas teóricas, trazar gráficas a partir de resultados experimentales buscando correlaciones entre ellos y elaborar memorias de los experimentos realizados.
- Adquirir autonomía suficiente para poder utilizar en distintos contextos, con sentido crítico y creativo, los aprendizajes desarrollados y apreciar la importancia de la participación responsable y de colaboración en equipos de trabajo.
- Mostrar que las actitudes que se desarrollan en el trabajo científico: interés por la búsqueda de información, importancia de la verificación de hechos, capacidad crítica, apertura a las nuevas

ideas, constituyen no sólo valores del método, sino actitudes que deben desarrollarse en la vida en sociedad, y por lo tanto valores que desde la Ciencia se aportan a ésta.

- Integrar la dimensión social y tecnológica de la Física y la Química, comprendiendo las aportaciones y los problemas que su evolución plantea a la calidad de vida, al medio ambiente y a la sociedad.

Contenidos

El libro se ha dividido en cinco unidades didácticas. La primera se refiere a la toma de muestras ya que dicha unidad es fundamental para abordar cualquier estudio experimental. Las cuatro restantes proponen diferentes actividades prácticas encuadradas en las disciplinas fundamentales en cualquier Bachillerato de Ciencias: Biología, Geología, Física y Química. Además, se ha incluido una unidad inicial sobre normas de seguridad en los laboratorios. Las unidades han sido elaboradas teniendo en cuenta, no solo los objetivos finales planteados en la Introducción, sino también considerando la principal dificultad con la que nos encontramos cuando los alumnos y alumnas realizan trabajos en el laboratorio o trabajos de campo: el alumno debe saber qué está haciendo y por qué lo hace. Los alumnos deben aprender la ciencia de los científicos a partir de objetivos propios, ya que las finalidades de los científicos y la de los alumnos no son las mismas. Las experiencias que contienen estas unidades didácticas conectan con los problemas ambientales del entorno, por lo que el alumnado considerará como suyo el objetivo de dichas experiencias.

A continuación, se indican los contenidos conceptuales y procedimentales de las mismas; los contenidos actitudinales se reflejan sólo al final de la última unidad, ya que son comunes.

Unidad 1	Toma de muestras
Conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo de agua de mar. • Muestreo de arenas. • Muestreo de vegetales marinos.
Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las diferentes normas y métodos establecidos para la toma de muestras. • Conocer las diferentes técnicas de conservación para las muestras recogidas, así como el tiempo máximo de conservación de las mismas antes del análisis.
Unidad 2	Biología de las zonas costeras
Conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Zonación. • Cadena trófica en el mar. • Pigmentos fotosintéticos en las algas. • Cortes transversales de las algas. Estructuras características. • Contaminación microbiológica del agua de mar. • Identificación de las bacterias. Tinción Gram.
Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda e identificación de especies animales y vegetales de una zona costera a través de la observación, descripción y clasificación de las mismas.

- Establecer y comprender las relaciones de tipo trófico que tienen lugar entre las especies.
- Extracción de pigmentos fotosintéticos de algas mediante el uso de diferentes disolventes.
- Separación de los mismos mediante la técnica de cromatografía en papel.
- Obtención de los espectros de absorción de los pigmentos fotosintéticos.
- Observación microscópica de cortes transversales de talos de diferentes algas e identificación de las estructuras características de las mismas.
- Realización de análisis microbiológicos de muestras de agua de mar. Recuento de hongos y levaduras y de coliformes totales.
- Identificación de diferentes tipos de bacterias mediante la tinción Gram.

Unidad 3

Calidad del agua de mar Determinación de las características físico-químicas

Conceptos

- Contaminación del agua de mar. Fuentes y tipos. Métodos de control.
- Parámetros químicos: pH, nitratos, fosfatos, amonio, aceites y grasas, tensoactivos, cloruros, magnesio y calcio, carbonatos y bicarbonatos.
- Parámetros físicos: temperatura, color, turbidez, conductividad.

Procedimientos

- Realización de trabajos bibliográficos sobre fuentes de contaminación del agua de mar, consecuencias y métodos de control.
- Medida de pH, turbidez y conductividad del agua de mar.
- Medida de nitratos, fosfatos y amonio en agua de mar.
- Medida de cloruros en agua de mar.
- Medida de detergentes en agua de mar.
- Medida de la dureza del agua: calcio y magnesio.
- Comprobar la capacidad de tampón del agua de mar.
- Medida de carbonatos y bicarbonatos en agua de mar.
- Elaboración e interpretación de tablas y gráficas.
- Extracción de conclusiones de las experiencias de laboratorio, presentándolas de manera adecuada en los informes pertinentes.

Unidad 4

Geología de las zonas costeras

Conceptos

- Características de las arenas de las playas canarias.
- Granulometría y angulosidad de las partículas constituyentes de las arenas.
- Composición de las arenas.
- Materia orgánica.

Procedimientos

- Determinación de la granulometría de la arena de playa.
- Realización de curvas granulométricas.
- Determinación del contenido en materia orgánica.
- Determinación de cristales de cuarzo.
- Determinación del contenido en carbonato cálcico.
- Extracción de conclusiones de las experiencias de laboratorio, presentándolas de manera adecuada en los informes pertinentes.

Unidad 5	Procesos físicos en la costa
Conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Las mareas. • El viento.
Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración, representación e interpretación de un gráfico de mareas. • Elaboración e interpretación de una rosa de los vientos a partir de datos reales. • Extracción de datos a partir de páginas web.

Actitudes

- Valoración positiva de la importancia que para el desarrollo social, científico y tecnológico tienen las ciencias experimentales.
- Desarrollo de actitudes de trabajo en equipo.
- Valoración positiva de la importancia del trabajo individual y en grupo.
- Disposición a la realización cuidadosa de experiencias de laboratorio y al orden y cuidado en el manejo del material.
- Mantenimiento de las necesarias normas de seguridad al trabajar en un laboratorio.
- Valoración de la importancia del rigor y de la precisión en la interpretación de resultados y en la formulación de hipótesis.
- Consideración de la importancia del estudio y conocimiento del ecosistema marino.
- Valoración crítica ante la incidencia en el medio ambiente de la actividad humana.
- Toma de conciencia de la fragilidad de nuestro planeta.
- Fomento de actividades decididas de defensa y preservación del medio ambiente.

Metodología

La mayor parte de las actividades contenidas en estas unidades didácticas se desarrollarán en el laboratorio del Centro. Sin embargo, es preciso desplazarse hasta la playa para recoger las muestras que luego serán analizadas, así como para realizar las medidas *in situ*.

Se trabajará en grupos reducidos coordinados por el profesor o profesora. Para mantener la comunicación necesaria entre éstos y los alumnos, el número de grupos no debería exceder de seis y cada uno de ellos estaría constituido por tres personas, como máximo. Los grupos seguirán las fases pertinentes de toda investigación, dividiendo cada una de ellas en tareas que se distribuirán entre sus miembros. Los alumnos deberán llevar un cuaderno de laboratorio en el que se recogerán las actividades realizadas y los datos obtenidos. Es importante, sobre todo de cara a la evaluación, que en el cuaderno se señale el trabajo realizado individualmente y el realizado en el grupo.

Los alumnos trabajarán los contenidos de cada unidad didáctica planteándose diferentes proyectos de investigación sobre los mismos, buscando la información precisa, desarrollando sus experiencias y exponiendo sus resultados al resto de los grupos, de manera que sus conclusiones puedan ser debatidas y enriquezcan a todos.

La tarea del profesor será la de guiar las investigaciones simultáneas, pero que puedan marchar a diferentes ritmos; tendrá que ayudar a valorar el interés de un problema, aconsejar en la búsqueda de infor-

mación, colaborar en resolver los problemas prácticos que se presenten en el diseño experimental, velar por la seguridad de todos los procesos, enfrentar a los alumnos con sus errores, valorar y criticar la forma en que se están desarrollando los trabajos y ser, en todo momento, el experto al que se puede acudir para llevarlos a buen término.

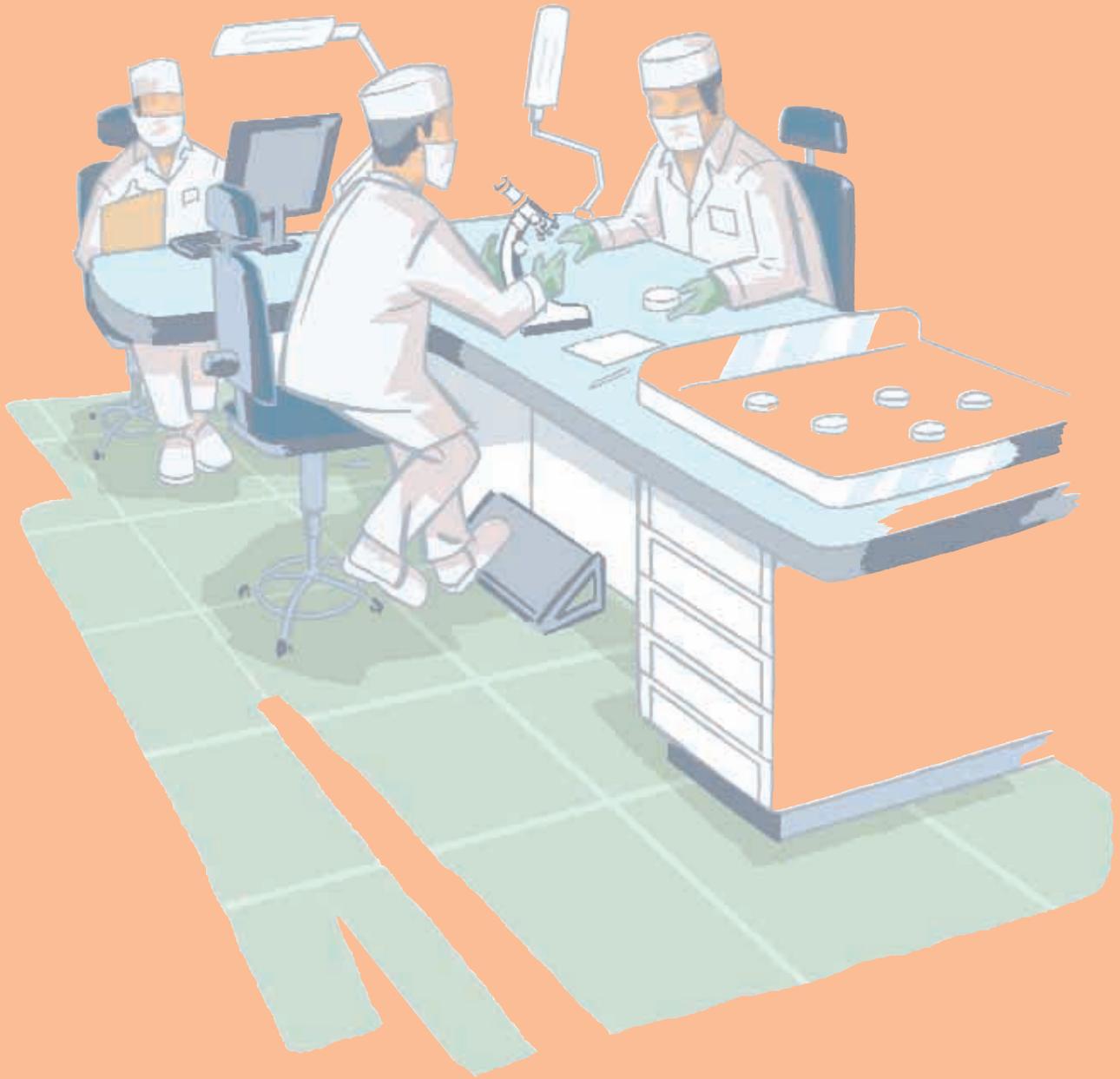
Transversalidad

La anterior reforma educativa (LOGSE) planteó, entre otros aspectos, la necesidad de educar a los alumnos y alumnas en valores y la ley actual (LOE) mantiene dicha necesidad. La formación educativa será plena si, además de facilitar al alumnado una información completa de las diferentes áreas curriculares, les sensibiliza para tener actitudes positivas como ciudadanos. Los ejes transversales tienen este objetivo y no pueden ser considerados como un adorno en las unidades didácticas. Las que se proponen en este libro inciden fundamentalmente en el eje transversal concerniente a la Educación Ambiental. Es decir, ha de tender a promover el interés, el conocimiento y el incremento de la sensibilidad del alumnado, a fin de llevarles a ser capaces de observar cuidadosamente y proteger el medio ambiente.

Evaluación

Para la evaluación proponemos tres instrumentos básicos: el cuaderno del alumno, las pruebas escritas y la observación directa. Podemos fijarnos tanto en el trabajo personal del alumnado como en el del grupo. En cuanto al primero podemos evaluar el nivel de autonomía o dependencia, expresión oral y escrita, método de trabajo, motivación y actitud, capacidad crítica, creatividad, aprovechamiento del tiempo, concentración en la tarea, tolerancia, capacidad de comunicación, responsabilidad, etc. En el trabajo de grupo cabe fijarse en autonomía o dependencia del profesorado, dinámica interna del grupo y método de trabajo (objetivos que se consiguen y el coste para llegar a conseguirlos). A partir de estas observaciones podemos concretar los siguientes criterios de evaluación:

- Aplicar el método científico al estudio de los fenómenos físicos y químicos.
- Manejar las técnicas de cálculo, elaborar tablas de valores y representaciones gráficas a partir de datos experimentales para el análisis de los resultados y la extracción de las conclusiones pertinentes.
- Comprender y expresar mensajes científicos utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como los sistemas de notación y representación propios del lenguaje científico.
- Trabajar en el laboratorio teniendo en cuenta las normas de seguridad.
- Buscar y utilizar distintas fuentes de información que les permitan planificar y/o extraer conclusiones de las experiencias de laboratorio.
- Utilizar de forma correcta los instrumentos básicos de medida y observación en el laboratorio, respetando sus normas de uso y conservación.
- Diseñar y montar experiencias de laboratorio analizando los diferentes fenómenos presentes en ellas y midiendo distintas magnitudes de interés.
- Valorar el desarrollo de las diferentes disciplinas científicas en cuanto a conocimiento y comprensión de la Naturaleza, debatiendo de forma crítica y racional la influencia mutua entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.
- Respetar las opiniones de otras personas mostrando una actitud dialogante y tolerante, pero a la vez crítica.
- Participar en tareas individuales y de grupo con responsabilidad y autonomía.



Unidad 0

Normas de uso de un laboratorio
químico y biológico

1. INFORMACIÓN GENERAL

Antes de entrar en el laboratorio, es necesario **leerse la práctica detenidamente** para tener una idea clara de su objetivo, fundamento, necesidades materiales y técnicas a emplear:

Las operaciones que se realizan en algunas prácticas requieren **información específica de seguridad**. Estas instrucciones son dadas por el profesor y/o recogidas en el guión de laboratorio y se les debe prestar una especial atención para evitar errores y accidentes innecesarios.

Anotar cuidadosamente en una libreta **los resultados** que se vayan obteniendo así como las incidencias de la práctica.

Actúa responsablemente: trabaja sin prisas, pensando en cada momento lo que estás haciendo. El laboratorio es un lugar para trabajar con seriedad.

2. TRABAJAR CON SEGURIDAD EN UN LABORATORIO

2.1. Normas higiénicas básicas

Por razones higiénicas y de seguridad **no se debe comer ni beber** en el laboratorio.

Está **prohibido fumar** en el laboratorio.

No inhalar, probar u oler productos químicos si no se está debidamente informado. Nunca acercarse la nariz para inhalar directamente de una botella o tubo de ensayo.

Lavarse siempre las manos concienzudamente después de hacer un experimento y antes de salir del laboratorio.



2.2. Protección: cómo ir vestido en el laboratorio

El uso de bata es obligatorio en el laboratorio. Por mucho cuidado que se tenga al trabajar; las salpicaduras de productos químicos son inevitables. La bata será preferentemente de algodón, ya que, en caso de accidente, otros tejidos pueden adherirse a la piel, aumentando el daño.

Se debe usar **guantes**, sobre todo cuando se utilizan sustancias corrosivas o tóxicas, y **gafas** protectoras cuando haya riesgo de salpicaduras.

Se recomienda llevar **zapatos cerrados** y no sandalias. No es aconsejable llevar minifalda o pantalones cortos, ni tampoco medias.

Los **cabellos largos** suponen un riesgo si se trabaja con llamas. Es preferible llevarlos **recogidos en una cola**.



2.3. Trabajar con orden y limpieza

El **orden y la limpieza** deben estar presentes en todas las experiencias de laboratorio.

Cada grupo de prácticas se responsabilizará de su zona de trabajo y de su material. Hay que **mantener el área de trabajo ordenada**, sin libros, abrigo, bolsas, exceso de botes de productos químicos y cosas innecesarias o inútiles.

Al terminar cada práctica se procederá a **limpiar cuidadosamente el material** que se ha utilizado y a dejar la zona de trabajo tal y como se encontró.

Si se derrama algún producto químico, se debe **limpiar inmediatamente** teniendo en cuenta su peligrosidad.

2.4. Manipulación de productos químicos

Antes de utilizar cualquier compuesto o reactivo hay que **fijarse en la etiqueta**, para **leer e interpretar los pictogramas y frases** que nos informan sobre su peligrosidad, uso correcto y las medidas a tomar en caso de ingestión, inhalación, etc.

Los pictogramas que se pueden encontrar son:

SÍMBOLO	PELIGRO	PRECAUCIÓN
 Comburente O	Compuestos que pueden inflamar sustancias combustibles o favorecer la amplitud de incendios ya declarados, dificultando su extinción.	Evitar el contacto con sustancias combustibles.
 Corrosivo C	Por contacto con estas sustancias se destruye tejido vivo y otros materiales.	No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel, ojos y ropa.
 Explosivo E	Sustancias que pueden explotar bajo determinadas condiciones.	Evitar choque, percusión, fricción, chispas y calor.
 Inflamable F	Sustancias inflamables o volátiles.	Aislar de fuentes de calor, llamas o chispas.
 Irritante Xi	Producen irritación sobre la piel, ojos y sistema respiratorio.	No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel.
 Peligroso para el Medio Ambiente N	Sustancias que afectan de manera irreversible al medio ambiente.	Evitar su eliminación de forma incontrolada.
 Tóxico T	Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos para la salud.	Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano.
 Nocivo Xn	Producen efectos nocivos de poca trascendencia.	Evitar contacto e inhalación de vapores.

En la etiqueta, además de los pictogramas, aparecen frases R (riesgos específicos de cada sustancia) y frases S (consejos de prudencia con cada producto), que deben tenerse en cuenta.

Los productos químicos **no se deben oler, ni tocar con las manos y menos con la boca**. Una vez utilizados hay que taparlos y dejarlos en su lugar.

No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados sin consultar con el profesor.

Cuando se **vierta un producto líquido directamente de la botella**, ésta se inclinará de forma que **la etiqueta quede en la parte superior** para evitar que si escurre, el líquido deteriore la etiqueta y no se pueda identificar el contenido del frasco.

No se debe pipetear nunca con la boca. Emplear para ello una pera de goma, una bomba manual, una jeringuilla u otro artilugio del que se disponga en el laboratorio.

Manejar con cuidado los productos corrosivos (ácidos, álcalis, etc.) para evitar que salpiquen el cuerpo o los vestidos. Al verter estos productos en vasos o tubos de ensayo, **se dejan resbalar suavemente por su pared** y nunca se vierten bruscamente.

Cuando se quiera **diluir un ácido**, siempre se debe verter **el ácido sobre el agua**. Nunca al revés.

Las pipetas se cogerán de forma que sea **el dedo índice el que tape su extremo superior** para regular la caída de líquido.

Para **enrasar adecuadamente** un líquido en una probeta o matraz a una determinada medida o marca, debe **levantarse el recipiente graduado a la altura de los ojos** para que la visual al enrase sea horizontal.

2.5. Calentamiento de líquidos

Los productos inflamables (gases, alcohol, éter, etc.) deben mantenerse **alejados de las llamas** de los mecheros. Para calentar tubos de ensayo con estos productos, se hará al baño María, nunca directamente a la llama.

Cuando se calientan a la llama tubos de ensayo que contienen líquidos, se debe **evitar la ebullición violenta** por el peligro de producir salpicaduras. Se **evitará dirigir**, en cualquier caso, **la boca del tubo hacia la cara o hacia otra persona**. El tubo de ensayo se acercará inclinado a la llama y procurando que ésta actúe sobre la mitad superior del contenido. Cuando se observe que se inicia la ebullición, se retirará, acercándolo nuevamente, así varias veces, realizando un calentamiento gradual e intermitente.

Si se manejan **mecheros de gas** se debe tener mucho cuidado de **cerrar las llaves de paso** al apagar la llama.

2.6. Manipulación de vidrio

Cualquier **material de vidrio no debe enfriarse bruscamente** justo después de haberlo calentado, con el fin de evitar roturas.

Los cubreobjetos y portaobjetos deben cogerse por los bordes para evitar que se engrasen.

Nunca se deben forzar hacia dentro o hacia fuera **las juntas o uniones de los recipientes de vidrio** u otro material que se pueda quebrar. La glicerina o el detergente facilitan la tarea de separarlos.

2.7. Manipulación de equipos

Todo el material, especialmente los aparatos delicados, como lupas y microscopios, deben manejarse con **cuidado evitando los golpes o el forzar sus mecanismos**.

2.8. Transporte de reactivos

No se deben transportar innecesariamente los reactivos de un sitio a otro del laboratorio.

Las botellas se transportan **siempre cogiéndolas por el fondo**, nunca del tapón.

2.9. Riesgo eléctrico

Para evitar descargas eléctricas accidentales, **seguir exactamente las instrucciones de funcionamiento y manipulación de los equipos**. No enchufar nunca un equipo sin toma de tierra o con los cables o conexiones en mal estado. Al manipular en el interior de un aparato, hay que comprobar siempre que se encuentra desconectado de la fuente de alimentación.

3. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Las medidas de seguridad no terminan al finalizar el experimento.

El material de cristal roto se tirará en recipientes destinados especialmente a este fin. **Los papeles y otros desperdicios** se tirarán en la papelera.

Residuos químicos: los productos químicos tóxicos se tirarán en contenedores especiales para este fin.

No tirar directamente al fregadero productos que:

- reaccionen con el agua (sodio, hidruros, amiduros, halogenuros de ácido, etc.)
- sean inflamables (disolventes)
- huelan mal (derivados de azufre) o que sean lacrimógenos
- sean difícilmente biodegradables (polihalogenados: cloroformo)

Las sustancias líquidas o las disoluciones que puedan verterse al fregadero, se diluirán previamente, sobre todo si se trata de ácidos y de bases.

No tirar al fregadero productos o residuos sólidos que puedan atascarlos. En estos casos depositar los residuos en recipientes adecuados.

Los **residuos biológicos** (sangre, tejidos animales, placas con cultivos, etc.) se recogerán en bolsas dobles debidamente etiquetadas para su posterior eliminación por servicios especializados. Quedan exentos los sólidos punzantes o cortantes, que se recogerán en contenedores rígidos especiales.

4. QUÉ HAY QUE HACER EN CASO DE ACCIDENTE

En caso de accidente, hay que **avisar inmediatamente al profesor**. Lo mejor es **conservar en todo momento la calma** y que no cunda el pánico.

Los **cortes producidos por la rotura de material de cristal** se tienen que lavar bien, con abundante agua corriente, durante 10 minutos como mínimo. Si son pequeños y dejan de sangrar en poco tiempo, se lavan con agua y jabón y se tapan con una venda o apósito adecuado. Si son grandes y no paran de sangrar, se taponan con gasas limpias y se acude al centro de salud más próximo.

Los **derrames de productos químicos** sobre la piel han de lavarse inmediatamente con agua corriente abundante, como mínimo durante 15 minutos. Si la zona afectada es muy grande, deberá emplearse la ducha de seguridad instalada en el laboratorio. Es necesario quitar toda la ropa contaminada a la persona afectada lo antes posible mientras esté bajo la ducha. **La rapidez en el lavado es muy importante** para reducir la gravedad y la extensión de la herida.



En caso de producirse **salpicaduras en los ojos**, cuanto antes se laven, menos grave será el daño producido. **Lavarlos con agua corriente abundante durante 15 minutos** como mínimo en una ducha o frasco lavaojos. Es necesario mantenerlos abiertos con la ayuda de los dedos para facilitar el lavado debajo de los párpados. Conviene recibir asistencia médica por pequeña que parezca la lesión.

Las **pequeñas quemaduras producidas por material caliente**, como baños, placas, estufas, etc., se tratan lavando la zona afectada con agua fría durante 10-15 minutos. Las quemaduras más graves requieren atención médica inmediata.

Los **fuegos pequeños y localizados**, se pueden apagar utilizando arena o tierra, cubriendo el fuego con un recipiente de tamaño adecuado que lo ahogue, o si se tiene experiencia previa, un extintor adecuado. Retirar los productos químicos inflamables que estén cerca del fuego. **No utilizar nunca agua para extinguir un fuego provocado por la inflamación de un disolvente.**

Para **fuegos grandes**, se deben utilizar los **extintores adecuados**. Si el fuego no se puede controlar rápidamente, **accionar la alarma de fuego**, avisar a todos los compañeros y evacuar el laboratorio sin que se extienda el pánico y conservando siempre la calma.

Fuego en el cuerpo. Si se incendia la ropa, gritar inmediatamente para pedir ayuda. No correr. Hay que tumbarse en el suelo y rodar sobre uno mismo para apagar las llamas. Es responsabilidad de cada uno ayudar a alguien que se esté quemando. Cubrirle con una manta antifuego, conducirlo hasta la ducha de seguridad, si está cerca, o hacerle rodar por el suelo. **No utilizar nunca un extintor sobre una persona.**

En caso de ingestión de productos químicos, antes de hacer nada, **hay que pedir asistencia médica**. No dejar sola a la persona. No provocar el vómito. Taparlo con una manta para que no tenga frío. Si el paciente está inconsciente, ponerlo en posición inclinada, con la cabeza de lado, y echarle la lengua hacia fuera. Si está consciente, mantenerlo apoyado.

En caso de inhalación de productos químicos, conducir inmediatamente la persona afectado a un **sitio con aire fresco y pedir asistencia médica** lo antes posible.

5. MATERIAL BÁSICO DE UN LABORATORIO

El material común que se puede encontrar en la zona de trabajo de un laboratorio es el siguiente:

- Asas de siembra
- Balanza granatario
- Botes de muestras
- Bureta
- Crisoles de porcelana
- Embudo de decantación
- Embudo o fonil
- Espátulas y cucharillas
- Gradilla
- Matraz aforado
- Matraz Erlenmeyer
- Mechero de alcohol
- Mortero de porcelana
- Pesasustancias
- Pinzas
- Pipeta graduada
- Placas de Petri
- Portaobjetos y cubres
- Probetas
- Sistema de filtración
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitados
- Vidrios de reloj



Asas de Digraskly y de siembra



Botes de muestras



Bureta



Crisoles de porcelana



Matraces



Mortero de porcelana



Pesasustancias y vidrio de reloj



Cristalizadores



Vasos de precipitados



Espátulas y cucharillas



Portaobjetos y cubres



Mechero de alcohol



Embudo de decantación



Matraces aforados



Probetas



Tubos de ensayo y gradilla



Pinzas



Pipetas de vidrio



Termómetro de mercurio



Placas de Petri



Unidad 1

Toma de muestras

I. TOMA DE MUESTRAS

Se entiende por toma de muestras o muestreo el proceso de obtención de una parte (porción) de una materia mayor (población) con fines de análisis y valoración según criterios establecidos. Las propiedades de la muestra deben ser idénticas o muy parecidas a la materia o población de origen. La muestra debe ser representativa, relevante y suficiente para el análisis.

El planteamiento y procedimiento de una buena toma de muestras es fundamental a la hora de abordar cualquier estudio. Las muestras recogidas deben ser representativas para que los datos del análisis y las conclusiones resultantes se apliquen con veracidad y fiabilidad. Por ello, el muestreo se debe realizar según técnicas, normas y métodos establecidos.

En la realidad, las muestras tienen una cierta heterogeneidad y, según sea el factor o componente, si la toma de muestras se lleva a cabo de forma incorrecta, el análisis y los resultados pueden quedar influenciados significativamente por el muestreo.

Todas las muestras deben ser identificadas con un marcador indeleble en el momento de la recogida para evitar errores posteriores en la manipulación. Si el envase tiene tapa extraíble, conviene marcar tanto la tapa como el envase. Todas las muestras tienen que llevar información de:

- Tipo de muestra.
- Persona/grupo que la recoge.
- Lugar concreto.
- Fecha y hora.

Si el número de muestras a tomar es elevado, se suelen emplear acrónimos, cifras o códigos preestablecidos para evitar escribir tantos datos y así facilitar la tarea.

La toma de muestras en diferentes zonas, o distintas partes de una misma zona, permitirá que los resultados obtenidos puedan compararse y llegar a conclusiones interesantes.

2. ORGANIZACIÓN DEL MUESTREO EN EL MARCO DE LAS PRÁCTICAS

Las muestras, y las de agua en particular, son susceptibles de modificarse como consecuencia de reacciones físicas, químicas y biológicas que pueden ocurrir en el momento del muestreo, el transporte, durante el tiempo en que las muestras están almacenadas en el laboratorio y en el mismo momento de su análisis.

La importancia de estas alteraciones dependerá considerablemente de la naturaleza química y biológica de la muestra, pero también de factores controlables como su temperatura, exposición a la luz, naturaleza del recipiente, el intervalo entre el muestreo y el análisis, etc. Resulta por tanto, esencial tomar las precauciones necesarias para minimizar estas reacciones. La tabla siguiente (Tabla 1) muestra las técnicas y medidas apropiadas para la toma y conservación de las muestras de agua que recomiendan las Normas Internacionales ISO y que se describen en los métodos de análisis de aguas habituales.

Tabla I. Técnicas para la toma y conservación de muestras.

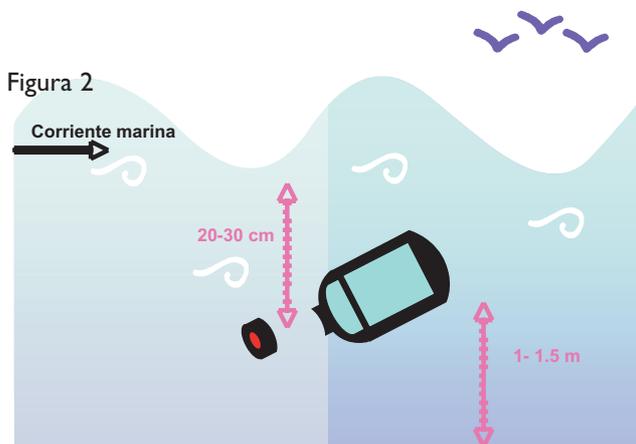
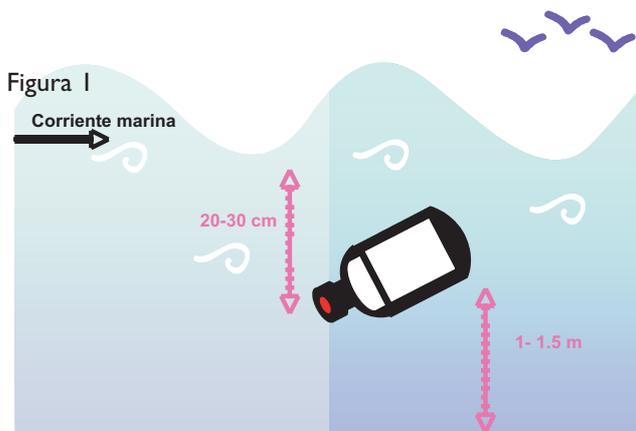
Parámetro	Tipo de recipiente	Técnica de conservación	Lugar de análisis	Tiempo máximo de conservación
pH	P o V	Transporte a baja temperatura	<i>In situ</i> Laboratorio	- 6 h
Conductividad	P o V	Refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Turbidez	P o V	-	<i>In situ</i> Laboratorio	- 24 h
Sólidos en suspensión	P o V	-	Laboratorio	24 h
Sulfatos	P o V	Refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	1 semana
Cloruros	P o V	-	Laboratorio	1 mes
Carbonato y bicarbonato	P o V	Refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Dureza	P o V	Acidificación a pH<2	Laboratorio	1 mes
Boro y boratos	P	-	Laboratorio	1 mes
Fósforo disuelto	V o VB	Filtrar inmediatamente y refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Nitrógeno total	P o VB	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Nitrógeno amoniacal	P o V	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Nitrato	P o V	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Detergentes aniónicos	V	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	48 h
Silicatos	P	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	24 h
Metales en general	P	Metales disueltos, filtrar inmediatamente, añadir HNO ₃ hasta pH<2	Laboratorio	1 mes
DBO	P o V	Refrigerar 2-5 °C en oscuridad	Laboratorio	24 h
DQO	P o V	Añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2, refrigerar 2-5 °C en oscuridad	Laboratorio	24 h
Bacterias	Recipiente estéril	Refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	8 h
Arenas para análisis microbiológico	Recipiente estéril	Refrigerar 2-5 °C	Laboratorio	8 h
Arenas para granulometría	P	Lugar seco	Laboratorio	-
Algas para pigmentos fotosintéticos	P	Refrigerar 2-5 °C Congelar	Laboratorio	12 h

Claves: P = plástico (polietileno o equivalente); V = vidrio; VB = vidrio borosilicatado

La Tabla anterior es útil para poder, en función de los tiempos de conservación de las muestras para cada parámetro, poder organizar la/s toma/s de muestra/s de cada grupo en la costa y ajustar el desarrollo de las prácticas en el laboratorio.

3. MUESTREO DE AGUA DE MAR

La toma de muestras se realizará en los puntos designados previamente en clase. Esta elección dependerá del objetivo finalista del estudio. Si se quiere analizar la calidad del agua afectada por un vertido, la toma se realizará justo en la zona de afección. Si se pretende realizar un estudio sencillo de las propiedades físico-químicas del agua de mar, se puede tomar el punto intermedio de una playa o cualquier punto, siempre y cuando no se observe ningún tipo de contaminación.



Cuando se quiere evaluar el estado sanitario de las aguas de baño, la toma de muestra está condicionada a las pautas de uso por parte de los bañistas. En este caso, el muestreo se debe realizar preferiblemente a las horas y en aquellas zonas de la playa con máxima afluencia de público.

Las muestras se tomarán entre 20 y 30 cm por debajo de la superficie del agua y a una profundidad superior a 1 m. Se debe tener cuidado con el oleaje, para que la muestra se tome a la profundidad correcta. Quien realice la toma debe tener las manos limpias o utilizar guantes estériles para prevenir la contaminación de las muestras.

Para el análisis microbiológico pueden utilizarse recipientes transparentes e incoloros, de vidrio borosilicatado, polietileno o polipropileno, siempre esterilizados. Los recipientes deben mantenerse precintados hasta el momento de su análisis y estar protegidos contra contaminación exterior. El volumen de muestra suficiente para que se realicen todos los análisis microbiológicos será como mínimo de 500 ml.

La toma de la muestra de agua se hará sosteniendo el bote estéril cerca la base, se sumergirá hasta la

profundidad designada y se abrirá con la boca hacia abajo. La botella se girará hacia arriba y se llenará hasta el cuello, dejando un espacio libre de aproximadamente 3 cm (ver figuras 1, 2 y 3). La botella se cerrará inmediatamente y se observará su apariencia. Si hay presencia en exceso de sedimentos, el proceso debe repetirse.

Conviene además tener en cuenta:

- No enjuagar la botella estéril con el agua a muestrear.
- No llenar la botella del todo; debe dejarse un espacio que permita la mezcla de la muestra en el laboratorio.
- No tocar el interior de la botella con ningún objeto.
- Mantener la botella completamente cerrada hasta su análisis.

Para el análisis físico-químico la toma de muestras de agua se realizará a la misma profundidad y de la misma forma que las muestras para el análisis microbiológico. En este caso, el bote se **llenará por completo**, sin dejar aire en el mismo. Para este tipo de análisis es preferible emplear botellas de plástico y un volumen de 2000 ml es suficiente para realizar todos los análisis.

Todas las muestras se deben guardar y transportar en una nevera de playa o similar con hielo y conservarse refrigeradas y en oscuridad hasta el momento del análisis.

4. MUESTREO DE ARENAS

Para el objetivo de estas prácticas, la toma de muestras se puede realizar en un punto concreto de la playa, a elegir por el profesor o el alumno. Preferiblemente, con el fin de que la muestra sea más representativa, se pueden seleccionar tres puntos equidistantes en la playa y tomar muestras de igual peso en cada uno de ellos. La muestra final estará conformada por porciones similares en peso de cada uno de los puntos.

Se pueden tomar muestras tanto en la porción seca de la arena como en la húmeda.

4.1. Para análisis microbiológico

La recogida de la arena debe realizarse de forma aséptica, evitando en todo momento la posible contaminación de la muestra durante su manipulación. Una vez seleccionado el lugar o lugares de la toma, con ayuda de una espátula o cucharilla estéril, tomar la muestra (100 g serán suficientes) e introducirla en un recipiente estéril (bote de orina 100 ml) y cerrarla. Identificar el recipiente con el nombre de la muestra y anotar la fecha y hora de recogida.

Guardar y transportar las muestras en una nevera de playa con hielo. Al llegar al centro, guardarlas en frigorífico hasta su análisis.

4.2. Para análisis granulométrico

Con ayuda de una pala, se coge la muestra de arena (200 g serán suficientes) y se introduce en una bolsa limpia y se cierra. Identificar la bolsa de forma indeleble. Guardar y transportar las muestras hasta el laboratorio.

5. MUESTREO DE VEGETALES MARINOS

Los objetivos planteados en las prácticas no requieren un muestreo de algas elaborado ni específico, tan sólo será precisa la recogida de algunas especies en zonas del intermareal. Sin embargo, deben de seguirse ciertas pautas para que las muestras recogidas sean válidas y lleguen al laboratorio en buenas condiciones.

La toma de muestras se deberá hacer en las horas de marea baja y preferiblemente en días en los que la bajamar es mayor; por lo que resulta útil consultar las tablas de marea para seleccionar el día y la hora de muestreo, por ejemplo:

www.puertos.es/externo/clima/Nivmar/predredmar.html

<http://moises.puertos.es/Mareas/predredmar.html>

Durante la recogida de algas en charcos y rocas, es importante llevar un calzado adecuado (escaarpines o similar) y vigilar periódicamente el estado del mar evitando siempre darle la espalda, para prevenir los golpes de mar.

Es preferible elegir talos o pies de algas enteros, con pocos epífitos, que estén bien pigmentados y que no presenten signos de sequedad e insolación. Las algas se arrancan con la mano y se meten sin estrujarlas demasiado en bolsas de plástico con cierre tipo zip. Es suficiente con que cada grupo recoja dos muestras de las divisiones de algas más comunes (verdes, pardas y rojas) que abunden en la zona.

El ecosistema marino es frágil, por lo que la toma de muestras de especies tanto vegetales como animales debe ser respetuosa. Tomar sólo la cantidad justa y necesaria para realizar la práctica, evitando en todo momento el arrase indiscriminado de la zona costera.

Guardar y transportar las bolsas con las algas al laboratorio en una nevera de playa refrigerada. Si las muestras se van a utilizar al día siguiente, se pueden conservar en esa misma nevera en un lugar fresco. De lo contrario, es mejor congelar las muestras. Para ello, sacar las algas de las bolsas, retirar con un papel absorbente el exceso de agua, limpiar los epífitos que se observen y guardarlas en bolsas de plástico limpias previamente etiquetadas. De esta manera, las muestras pueden conservarse durante varios meses.

Bastará con que la noche antes de la práctica se saquen las muestras necesarias del congelador y se descongelen gradualmente.



Unidad 2

Biología de las zonas costeras

Práctica I: Zonación



Fundamento

Estudio de la distribución de las diversas comunidades de seres vivos de una franja del litoral (rasa o zona de charcos), a través de la observación, descripción e identificación de las especies animales y vegetales encontradas. Esta práctica requiere una salida de varias horas a una rasa marina o zona de charcos en condiciones de marea baja.



Material necesario



Material por grupo

- Cuaderno
- Bolígrafo o lápiz

Sería interesante organizar los grupos de manera que cada uno de ellos disponga de una cámara digital, para obtener fotos de las especies encontradas y facilitar así su identificación posteriormente en clase.



Procedimiento

En la costa

PASO I

Observar y anotar el tipo de actividades que se realizan en la zona de estudio, por ejemplo:

Pesca con caña	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Marisqueo	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Baño	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Deportes náuticos	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Restaurantes	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Viviendas próximas	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Presencia de desagües o vertidos	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
Otros...	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no
	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no

PASO II

Hacer una búsqueda exhaustiva por toda la franja del litoral, desde las rocas secas hasta los charcos, para encontrar el mayor número posible de especies vegetales y animales. Identificar *in situ* las especies más comunes encontradas y anotar en el cuaderno tanto con su nombre vulgar como científico (si se conoce), tomando nota también de:

- Altura y distancia aproximada (respecto al mar) donde han sido encontradas.
- Descripción de su hábitat: si llega la marea o no, rocas lisas o con relieve, charcos, vegetación, otras especies, etc.
- Condiciones de vida: si están a plena luz o escondidas en recovecos, en grupo o aislados, etc.

PASO III

Hacer una fotografía o dibujo de cada especie y/o anotar los detalles de su estructura (forma, color, tamaño, número de patas, etc.), que sean útiles para su posterior identificación.

PASO IV

En el aula, identificar las especies que no se reconocieron a primera vista. Con ayuda de las fotos o dibujos y las anotaciones realizadas en la costa, buscar en una guía de especies animales y vegetales de nuestras costas o en Internet (ver recursos didácticos o Anexo IV) los nombres científicos y vulgares de los organismos que faltaban por identificar.

Con toda la información recogida, realizar un perfil de la costa estudiada (del tipo de la figura adjunta) y ubicar las especies encontradas donde proceda.



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué actividades humanas has detectado en la zona de estudio?
2. ¿Cómo crees que pueden, cada una de ellas, afectar a la fauna y la flora costera de la zona?
3. ¿Qué medidas propondrías para disminuir o eliminar el impacto de dichas actividades?
4. ¿Observas alguna relación entre la forma de vida de las especies encontradas y la zona del litoral donde viven?
5. Comparar el número de especies animales y vegetales encontrado, con las que ves habitualmente cuando vas a la playa. ¿A qué crees que puede ser debida esta diferencia?
6. Imagina que hay un vertido de fuel o petróleo en la zona costera estudiada. ¿Cómo crees que puede verse afectado este ecosistema por este cambio en la calidad de las aguas y de la costa?



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula y/o el aula de informática.
- 1 día en la costa en marea baja.
- 1 sesión de identificación interpretación y puesta en común de resultados en el aula.

Práctica II: Cadena trófica en el mar

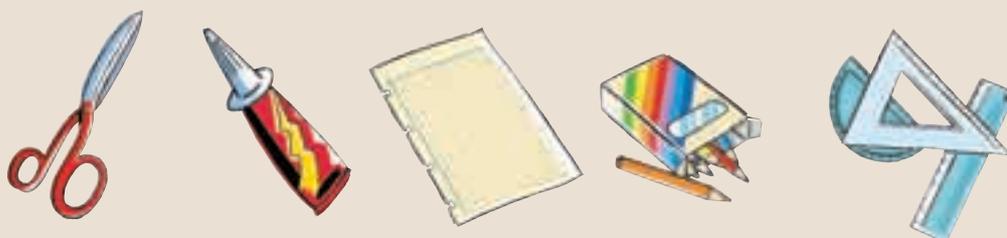


Fundamento

Establecer y comprender las relaciones de tipo trófico que tienen lugar entre las distintas especies del medio marino.



Material necesario



Material por grupo

- Página con imágenes de organismos que proporciona el profesor (material fotocopiable del Anexo IV)
- Tijeras
- Pegamento
- Folio o cartulina
- Lápices
- Regla
- Bolígrafo o lápiz



Procedimiento

PASO I

Identificar los organismos representados en el material fotocopiable y clasificarlos según su pertenencia a cada nivel trófico.

PASO II

Recortar las siluetas de las figuras de los organismos.

PASO III

Pegarlos en el folio o cartulina de manera que quede representada la cadena o red trófica del ecosistema al que pertenecen estos organismos.

PASO IV

Representar mediante flechas y colores las relaciones existentes entre los distintos niveles tróficos.



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones:

1. Explica el concepto de cadena trófica y de nivel trófico.
2. ¿Qué tipo de organismos ocupan el primer nivel trófico?, ¿cuál crees que es la importancia de este primer nivel?
3. Si por alguna razón se viera seriamente afectado este primer nivel, ¿cómo crees que afectaría al resto de los niveles tróficos?
4. ¿Qué tipo de organismos ocupan el segundo y tercer nivel trófico?
5. Dado que los integrantes del segundo y tercer nivel trófico son muy apreciados por el hombre, ¿qué crees que provocaría una sobreexplotación de estos organismos?
6. ¿Qué medidas se te ocurren que se podrían adoptar para poder seguir explotando estos organismos sin poner en peligro ni a las especies ni al ecosistema?
7. ¿Qué tipo de organismos ocupan el cuarto nivel trófico?
8. ¿Dónde has ubicado al hombre?
9. ¿Qué factores, naturales o no naturales, crees que pueden afectar al delicado equilibrio alcanzado por todos los organismos en el ecosistema marino?



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de realización de la práctica en el aula.
- 1 sesión de interpretación y puesta en común de resultados en el aula.

Práctica III: Pigmentos fotosintéticos en algas



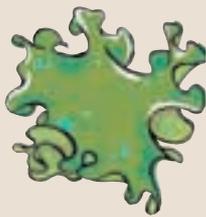
Fundamento

Extracción de pigmentos fotosintéticos de algas mediante el uso de diferentes disolventes, separación de los pigmentos mediante la técnica de cromatografía en papel, cuantificación de clorofilas y obtención de sus espectros de absorción.

Dado que ciertos equipos instrumentales a emplear en esta práctica pueden resultar muy costosos para los centros de enseñanza, la práctica puede finalizar en la primera parte, que consistiría en la extracción y separación de los pigmentos por cromatografía.



Material necesario



Material general

- Espectrofotómetro (opcional)
- Balanza (opcional)

Material por grupo

- Algas rojas, verdes y/o pardas
- Tijeras
- Mortero con su mano
- Alcohol de 96°, acetona al 90 % y hexano
- Embudo de vidrio
- Papel de filtro (se puede emplear un filtro de café)
- Cubeta de desarrollo de 10 x 10 (alternativa: tarro de cristal mediano con tapa)
- Embudo de decantación de 250-500 ml
- Jeringuilla de 1 ml graduada (opcional)
- 1 cubeta para espectrofotómetro (opcional)
- Papel milimetrado (opcional)
- 2 probetas

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

Separación cromatográfica de pigmentos de algas

PASO I

Colocar en el mortero un trozo del alga (aprox. 3 g) y cortarlo con las tijeras en trozos de aproximadamente 0,5 cm.

PASO II

Añadir un poco de alcohol, aproximadamente 10 ml.

PASO III

Triturar la mezcla con la mano del mortero hasta que el alga se decolore y el alcohol adquiera un color intenso.

**PASO IV**

Filtrar el líquido a través del embudo en el que se ha colocado previamente el filtro de café.

PASO V

Recoger parte del filtrado (5 mm de altura) en la cubeta de desarrollo o en el tarro .

PASO VI

Recortar una tira de papel de filtro de unos 6 cm de ancho por 10 cm de alto e introducirlo verticalmente en el tarro de forma que quede parcialmente sumergido.

**PASO VII**

Esperar hasta que los pigmentos se vayan separando según su afinidad por el disolvente.

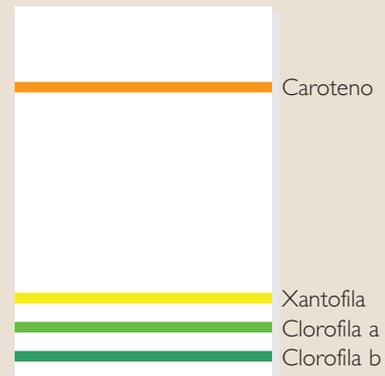
PASO VIII

En la parte superior de la tira de papel irán apareciendo unas bandas de colores correspondientes a los distintos pigmentos.



Las bandas de pigmentos que podrían aparecer en la tira de papel se corresponden con el siguiente esquema:

- **Carotenos:** naranja
- **Xantofila:** amarillo
- **Clorofila a:** verde-azulado
- **Clorofila b:** verde-amarillo



Identificar cada una de las bandas obtenidas, según el esquema anterior.

Cuantificación de clorofilas, separación de pigmentos por cambio de fase y realización de espectros de absorción.

PASO I

Repetir de nuevo los pasos del 1 al 8 del apartado anterior, utilizando en esta ocasión como disolvente de extracción acetona al 90 % (100 - 150 ml). Anotar el volumen exacto de disolvente añadido así como el peso del alga utilizado.

PASO II

Tomar 1 ml del extracto e introducirlo en una cubeta de espectrofotómetro y tomar las lecturas de absorbancia a 664 (A664), 645 (A645), 647 (A647) y 664 (A664) nanómetros. Previamente realizar un blanco con el disolvente de extracción. La concentración de clorofilas en el extracto viene dada según las siguientes ecuaciones:

$$\text{Clorofila a (mg/l)} = 11.93(A664) - 1.93(A647)$$

$$\text{Clorofila b (mg/l)} = 20.36(A645) - 5.50(A664)$$

Multiplicar por el volumen total de acetona al 90 % empleado y dividir por los gramos de alga utilizada para conocer la concentración en mg/g de pigmento en el alga. Si la absorbancia es mayor a 1, diluir la muestra y tener en cuenta el factor de dilución en los cálculos.

PASO III

Introducir parte del extracto en acetona en un embudo de decantación con la llave cerrada.

PASO IV

Añadir una cantidad equivalente de hexano (50 - 75 ml) y cerrar con el tapón la parte superior del embudo.



PASO V

Agitar con precaución para que el tapón no salga disparado por los gases generados.

PASO VI

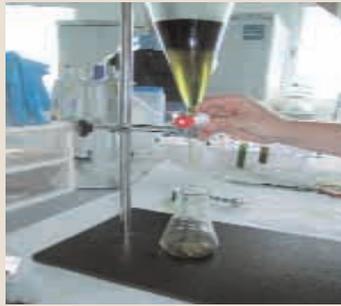
Dejar en reposo para que tenga lugar la separación en fases.

PASO VII

Recoger en una probeta primero la parte inferior, correspondiente al hexano, quitando el tapón superior y abriendo la llave.

PASO VIII

En otra probeta recoger ahora la parte superior, correspondiente a la acetona y comparar visualmente ambos extractos.

**PASO IX**

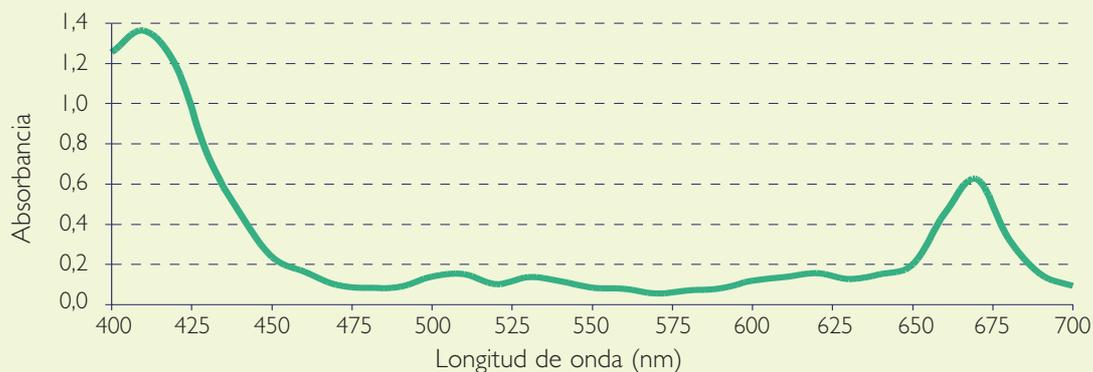
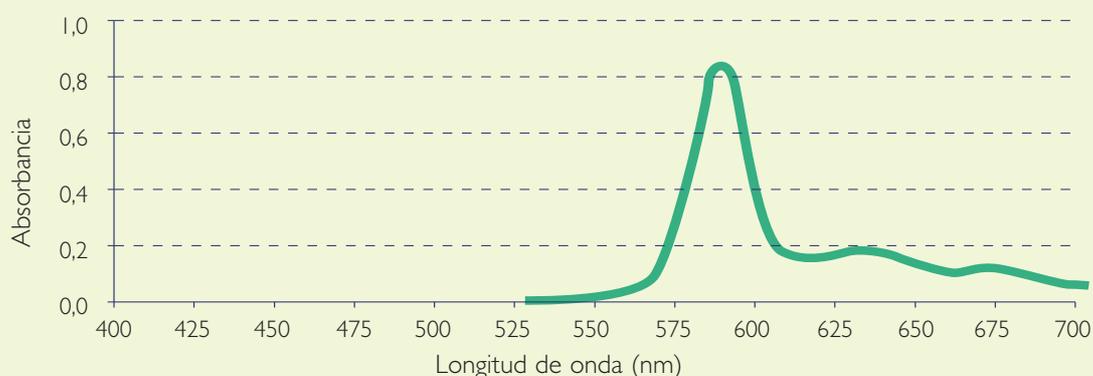
Realizar un espectro entre 400 y 700 nm para cada una de las 2 fracciones obtenidas y observar dónde se presentan los máximos de absorbancia en cada extracto.

Nota: previo a realizar el espectro se debe ajustar la lectura a 0 de absorbancia (autocero) para cada extracto. Para ello colocar una cubeta sólo con acetona o hexano y seguidamente realizar el espectro del extracto correspondiente. Si no se dispone de un equipo que pueda realizar espectros, sino sólo medidas de absorbancia, proceder como se detalla a continuación:

Para hacer un espectro de absorción, ir variando la longitud de onda utilizada de 25 en 25 nm cada vez, e ir leyendo y anotando los valores de absorbancia hasta llegar a 700 nm, ajustando a cero antes de cada lectura. El espectro de absorción de cada fracción se representa mediante una gráfica con los valores de absorbancia en el eje Y y las longitudes de onda en el eje X.

LONGITUD DE ONDA	ABSORBANCIA
400	
425	
450	
475	
400	
425	
450	
475	
500	
525	
550	
575	
600	
625	
650	
675	
700	

ESPECTRO DE ABSORCIÓN DE UNA MUESTRA DE CLOROFILA B

ESPECTRO DE ABSORCIÓN DE UN EXTRACTO (ACETONA 90%) DE *Cystoseira abies-marina*

Cuestiones

A partir de la observación de las bandas obtenidas:

1. ¿Por qué utilizamos alcohol para extraer los pigmentos?
2. ¿Qué tipo de alga utilizaste (roja, verde o parda)?
3. ¿Corresponde el color del extracto obtenido con el color del alga?
4. ¿Cuántas bandas has obtenido?
5. Dibujar un esquema del cromatograma.
6. ¿A qué pigmento corresponde cada una de las bandas?
7. ¿Qué observas en el filtro de café utilizado para filtrar el extracto?
8. Comparar los espectros de absorción obtenidos por cada grupo.



Temporización

- I sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- I sesión para extracción, separación y estudio espectrofotométrico de pigmentos fotosintéticos en el laboratorio.
- I sesión de interpretación de resultados en el aula.

Práctica IV: Observación al microscopio de cortes transversales de algas

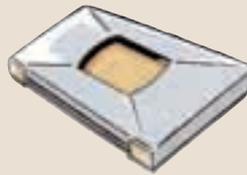


Fundamento

Preparación en fresco de varios cortes transversales de talos de algas pertenecientes a las diferentes divisiones y examen al microscopio óptico. Observación del aspecto general y configuración del talo identificando las estructuras celulares características de las algas.



Material necesario



Material general

- Microscopio
- Aceite de inmersión

Material por grupo

- Muestras de algas verdes, pardas y rojas recogidas en la costa
- Lupa
- Portaobjetos
- Cubreobjetos

Material por persona

- Bata
- Cuchilla o bisturí (preferible si tiene uno de los bordes romo o protegido)



Procedimiento

Una vez identificada el alga con ayuda de las guías o fotos (Anexo IV), se elige una porción del talo del alga que podamos manipular con facilidad (2 cm de longitud, aprox.). Es preferible que esté limpio de epífitos para facilitar el corte y la observación.

Para hacer los cortes transversales, se debe mantener el fragmento del talo sobre el portaobjetos al que añadiremos con el dedo unas gotas de agua. Utilizar la cuchilla para seccionar el talo tan finamente como sea posible y para separar los cortes seriados. Cuanto más fino sea el corte más fácil resultará enfocar y observar las estructuras al microscopio. Cuando se tengan algunos cortes ya hechos, se seleccionan a la lupa los mejores, se colocan en otro portaobjetos con una gota de agua sin que se solapen entre sí y se cubren con un cubreobjetos sin formar burbujas. Ya está lista la preparación para observarse al microscopio.

Realizar cortes de algas pertenecientes a distintas divisiones con el fin de ver las diferencias estructurales entre ellas.



Cuestiones

1. Hacer un dibujo de la estructura general que se ve a simple vista de cada una de las algas seleccionadas (observación macroscópica).
2. Hacer un dibujo detallado de las estructuras que se observan al microscopio de cada uno de los cortes de las diferentes divisiones de algas (observación microscópica).
3. ¿Cómo son las células que forman el córtex?
4. ¿Cuántas capas de células están formando el córtex?
5. ¿Cómo son las células que configuran la médula?
6. ¿Has observado la presencia de alguna estructura (p. ej. reproductora) que llame tu atención?
7. Compara tus dibujos con los de otros compañeros que hayan elegido otras algas diferentes a las tuyas. ¿Qué diferencias observas entre las algas que pertenecen a distintas divisiones? y ¿entre las que son de la misma división pero de diferente orden?



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión para hacer los cortes y observación al microscopio en el laboratorio.
- 1/2 sesión de interpretación de resultados en el aula.

Práctica V: Análisis de la contaminación microbiológica en agua de mar



Fundamento

Análisis microbiológico de una muestra de agua de mar que incluya el recuento de coliformes totales, *Escherichia coli*, enterococos intestinales, hongos y levaduras.

Para el recuento de bacterias se va a emplear el método de filtración por membrana, el cual se basa en la filtración de un volumen determinado de muestra a través de un filtro, de manera que quedan retenidos los microorganismos que se quieren determinar. El filtro, junto con los microorganismos concentrados en él, se transfiere a un medio de cultivo apropiado para cada organismo y se incuba durante un tiempo y a una temperatura determinados. Posteriormente, se cuentan las colonias características crecidas en el medio y se realizan las pruebas de confirmación que fuesen necesarias.

El recuento de hongos y levaduras se hará por la técnica de siembra en superficie.



Material necesario



Material general

- 2 estufas de incubación capaz de alcanzar los 37 y 44°C (como alternativa se puede emplear una yogurtera para la incubación a 37°C)
- Botella de alcohol de 96°

- Tiras reactivas o escobillones comerciales: prueba del Indol
- Tiras reactivas o escobillones comerciales: prueba de la Oxidasa

Material por grupo

- 1 sistema filtración (portafiltros con jeringuilla estéril de 50 ml graduada o Kitasatos con bomba vacío)
- 1 probeta de 100 ml
- 3 filtros estériles de 0.45 micras de ésteres de celulosa
- 2 placas de Petri (55 mm Ø) con medio de cultivo Agar Chapman-TTC (TTC)
- 1 placa de Petri (55 mm Ø) con medio de cultivo Slanetz Barley (SB)
- 1 placa de Petri (55 mm Ø) con medio de cultivo Bilis Esculina Azida Agar (BEA)
- 2 placas de Petri (55 mm Ø) de medio de cultivo Triptona Soja Agar (TSA)
- 1 placa de Glucosa Sabouraud + Cloranfenicol Agar
- 1 pinza de punta plana
- Asas de siembra estériles
- 1 mechero de alcohol
- 1 marcador de laboratorio
- 1 pipeta de plástico estéril de 1 ml
- Asa de Digraskly

Material por persona

- Bata
- Guantes de látex



Procedimiento

Precauciones generales

- Las muestras de agua a analizar deben estar a temperatura ambiente.
- Las placas de Petri con los medios de cultivo, deben estar identificadas en todo momento, mediante marcador indeleble, para evitar confusiones.
- Información placas: grupo que realiza el análisis, fecha, tipo de muestra y tipo de microorganismo a determinar.
- Se debe prestar mucha atención para no mezclar material contaminado con material estéril.
- La superficie de trabajo y el material debe estar perfectamente limpio y estéril, por lo que antes de comenzar la práctica, se debe limpiar la superficie de trabajo con alcohol. Una vez seca la superficie dejar encendido el mechero de alcohol para crear una atmósfera limpia.

Identificación y recuento de coliformes fecales y *E. coli*

1. Abrir el portafiltros (que debe estar estéril) y con ayuda de la pinza colocar con cuidado un filtro estéril y cerrarlo. La parte cuadrículada de la membrana debe estar mirando hacia el flujo de agua.
2. Medir 100 ml del agua problema con ayuda de la probeta o aspirar directamente del bote con la jeringuilla estéril.
3. Filtrar 50 ó 100 ml del agua problema a través del portafiltros.
4. Abrir el portafiltros y con ayuda de unas pinzas, retirar la membrana y colocarla con la superficie cuadrículada hacia arriba en una placa con medio de cultivo agar Chapman-TTC. Repetir el proceso con una segunda placa.
5. Incubar las placas en posición invertida (con la cuadrícula hacia abajo) a 37 °C durante 24 horas para coliformes totales y a 44 °C para *Escherichia coli*.
6. Contar todas las colonias características, en ambas placas, lactosa positivas que presenten una coloración amarilla en el medio debajo de la membrana.
7. Confirmar las colonias de coliformes características crecidas en la placa incubada a 37 °C mediante la prueba de la oxidasa. Para ello, transferir con ayuda de un asa de siembra estéril una colonia a una placa con medio de cultivo TSA e incubar durante 24 h a 37 °C.
8. Prueba de la oxidasa: tomar un escobillón o tira reactiva y picar una colonia perfectamente aislada. El cambio de color a una tonalidad azul añil indica que la reacción es positiva, si no la colonia se considera oxidasa negativa.
9. Confirmar las colonias de *E. coli* características crecidas en la placa incubada a 44 °C mediante la prueba del indol. Para ello, transferir con ayuda de un asa de siembra estéril una de las colonias a una placa con medio de cultivo TSA e incubarla durante 24 h a 37 °C.
10. Prueba del indol: extender una de las colonias crecidas en la placa de TSA y extenderla sobre la tira reactiva. Añadir el reactivo del kit comercial siguiendo las indicaciones del fabricante.
11. Contar como coliformes todas aquellas colonias características crecidas a 37 °C oxidasa negativas. Contar como *E. coli* todas aquellas colonias características a 44 °C, oxidasa negativas e indol positivas. El conteo de las colonias de coliformes totales o *E. coli* crecidas en las muestras de agua vendría dado según la siguiente fórmula:

$$\text{ufc/100 ml} = (\text{n}^\circ \text{ colonias crecidas en placa} \times 100) / \text{vol. filtrado}$$

ufc = unidades formadoras de colonias



Apariencia de colonias de coliformes crecidas en medio de cultivo TTC.

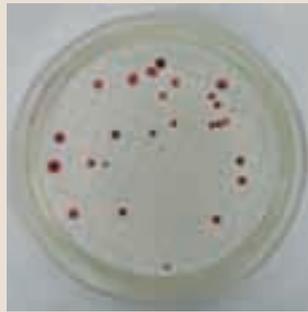


Apariencia de colonias de coliformes crecidas en medio de cultivo TTC. Reverso de placas.

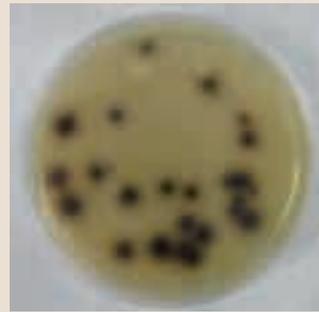
Identificación y recuento de enterococos intestinales

1. En el mismo portafiltros y para la misma muestra de agua, colocar un nuevo filtro estéril y cerrarlo. La parte cuadrículada de la membrana debe estar mirando hacia el flujo de agua.
2. Medir 100 ml del agua problema con ayuda de la probeta o aspirar directamente del bote con la jeringuilla estéril.
3. Filtrar 50 ó 100 ml del agua problema a través del portafiltros.
4. Abrir el portafiltros y con ayuda de unas pinzas, retirar la membrana y colocarla con la superficie cuadrículada hacia arriba en una placa de medio Slanetz-Bartley agar.
5. Incubar la placa invertida (con la cuadrícula hacia abajo) a 37 °C durante 48 horas.
6. Contar las colonias de enterococos características: aquellas que se presentan de color rojo ladrillo, castaño o rosa.
7. Confirmar las colonias crecidas como enterococos intestinales. Para ello, transferir la membrana con ayuda de unas pinzas a una placa con medio de cultivo Bilis Esculina Azida Sódica e incubarla a 44 °C durante 2 horas. Identificar las colonias de enterococos intestinales como aquellas en las que el medio circundante aparece tostado negro. El conteo de las colonias vendrá dado según la siguiente fórmula:

$$\text{ufc} / 100 \text{ ml} = (\text{n}^\circ \text{ colonias crecidas en placa} \times 100) / \text{vol. filtrado}$$



Apariencia de colonias de enterococos intestinales crecidas en medio de cultivo SB.



Confirmación de enterococos intestinales en medio de cultivo BEA. Reverso de placa.

Identificación y recuento de hongos y levaduras

1. Con ayuda de una pipeta o jeringuilla de plástico estéril tomar 0.1 ml de agua problema.
2. Verter sobre una placa con medio de cultivo de Glucosa Sabouraud + Cloranfenicol agar.
3. Extender con el asa de Digraskly el inóculo sobre la superficie de la placa, haciendo 10 rotaciones a izquierda y derecha y otras 10 hacia arriba y abajo.
4. Incubar a temperatura ambiente de 7 a 10 días. No invertir las placas. Observar diariamente el crecimiento de las colonias.

El conteo de hongos y levaduras (H y L) crecidas en las muestras de agua viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{ufc} / \text{ml} = \text{n}^\circ \text{ de microorganismos contados} \times 10$$

Eliminación del material contaminado

Después de usar todo el material que ha estado en contacto con los microorganismos, éste debe tratarse como material contaminado y debe eliminarse siguiendo unas buenas prácticas. El material desechable se puede eliminar después de su esterilización en autoclave o de su inmersión en una disolución desinfectante como mínimo durante 6 horas.



Cuestiones

Interpreta y compara los resultados de tu grupo con el resto de grupos:

1. ¿Hay diferencias?
2. ¿A qué pueden ser debidas?
3. Compara los resultados obtenidos con los valores límite marcados por la ley (Anexo III).
4. ¿Existe alguna relación entre los valores obtenidos con la zona donde tomaste la muestra?
5. Compara los valores obtenidos para *Escherichia coli* y enterococos intestinales con los máximos que marca la Directiva Europea de Aguas de Baño 7/2006 (Anexo III). ¿Cuál es la clasificación sanitaria del agua de baño?



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 día de muestreo de agua en playa (deberá ser lunes, martes o miércoles, para que se cumplan los plazos en el resto de las sesiones).
- 1 sesión larga de análisis microbiológico en el laboratorio.
- 1/4 de sesión para contaje de coliformes e incubación para pruebas confirmativas en el laboratorio.
- 1/4 de sesión para leer el resultado de las pruebas confirmativas de coliformes y realizar contaje y confirmación de enterococos en el laboratorio.
- 1/4 de sesión para contaje de hongos y levaduras en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculos e interpretación de resultados en el aula.

Práctica VI:

Tinción Diferencial de Bacterias:

Tinción de Gram



Fundamento

Se trata de una técnica de coloración diferencial de la pared celular ampliamente empleada en los primeros niveles de identificación de las bacterias. Las bacterias que se tiñen con el primer colorante y que son observadas con un color azul-violeta, son las llamadas Gram + (positivas). Las que se tiñen con el colorante de contraste y que se observan de color rojo-rosa, son las denominadas Gram - (negativas).



Material necesario



Material general

- Kit para tinción Gram-Hücker, compuesto por:
 - Solución alcohólica de cristal violeta (colorante inicial)
 - Solución de lugol (mordiente)
 - Solución de alcohol-acetona (7:3) (decolorante)
 - Solución alcohólica de safranina (colorante de contraste)
- Microscopio
- Aceite de inmersión

Material por grupo

- Muestra de cultivo bacteriano, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sphaericus*, *Escherichia coli* que puede provenir de:
 - Colonias procedentes de la práctica anterior, previo paso por placa de TSA
 - Compradas a CECT (ver Anexo II)
 - Suministradas por un laboratorio de aguas de la zona
- Asas de siembra de plástico estériles
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Mechero de alcohol
- 4 pipetas Pasteur de plástico 3 ml (o cuentagotas)
- Bandejas (para recoger los desechos de la tinción)
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Bata
- Un par de guantes de látex



Procedimiento

PASO I

Tomar una colonia de bacterias del cultivo bacteriano con el asa de siembra.

PASO II

Fijarla en el portaobjetos aplicando un poco de calor con ayuda del mechero.

PASO III

Cubrir con solución alcohólica de cristal violeta y dejar actuar un minuto.

PASO IV

Lavar con agua destilada sobre la bandeja.

PASO V

Cubrir con solución de lugol y dejar actuar un minuto.

PASO VI

Lavar con agua destilada sobre la bandeja.

PASO VII

Decolorar con solución alcohol-acetona, gota a gota, sobre el portaobjetos inclinado hasta que la solución no presente coloración, no más de un minuto.

PASO VIII

Lavar con agua destilada sobre la bandeja.

PASO IX

Cubrir con solución alcohólica de safranina y dejar actuar un minuto.

PASO X

Lavar con agua destilada sobre la bandeja.

PASO XI

Dejar secar.

PASO XII

Cubrir con el cubreobjetos y observar al microscopio con objetivo de inmersión.

PASO XIII

Las bacterias Gram - habrán adquirido un color entre rojo y rosa, mientras que las Gram + mostrarán un color entre azul y violeta.

**Cuestiones**

1. ¿Qué es una tinción diferencial?
2. ¿Por qué se tiñen las diferentes bacterias unas de azul y otras de rojo?
3. ¿Qué tipo de bacterias contenía la muestra?

**Temporización**

- 1/2 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión para tinción en el laboratorio.
- 1/2 sesión de interpretación de resultados en el aula.

Se puede definir la zonación como la distribución de las diversas comunidades de seres vivos del litoral en franjas o zonas, más o menos paralelas, en función de la adaptabilidad que presenten a los factores ambientales como son: humedad, temperatura, salinidad, insolación, sustrato, oleaje, etc. El conjunto de todos estos factores va a determinar la vida de los animales y plantas que habitan en el litoral, que buscan situarse, dependiendo de su forma de vida particular, en las mejores condiciones posibles.

Estos factores ambientales son cambiantes y están sujetos, entre otros, a fenómenos naturales como la marea, la estacionalidad, la meteorología, etc., que van a condicionar que determinados organismos ocupen zonas concretas del litoral. Estas zonas no son espacios ideales ni definitivos, pero la presencia o no de determinados organismos permite establecer ciertas parcelas y caracterizar de forma simplificada un litoral en tres zonas: supralitoral, mesolitoral e infralitoral (Figura 1).

Zona supralitoral: Esta franja se caracteriza por ser la de menor influencia marina. Sólo está afectada por las salpicaduras de agua de mar que arrastra el viento (spray marino) y por la influencia directa del mar en momentos de temporal. Debido a estas circunstancias, la vida marina en esta zona tiene poca variedad y densidad de especies. Está delimitada en su parte inferior por la línea de los crustáceos *Balanus sp.* y abarca hasta el límite superior de las litorinas (*Littorina sp.*).

Zona mesolitoral (intermareal): Es la estrecha franja de tierra comprendida entre los límites de la pleamar y la bajamar, por lo que se ve sometida a períodos de inmersiones y emersiones periódicas. Es el hábitat típico de los seres vivos habituales en la zona costera y se caracteriza por la presencia de una gran variedad de especies: Lapas (*Patella sp.*), algas (*Fucus sp.*, *Enteromorpha sp.*, *Cystoseira sp.*, etc.), liebres de mar (*Aplysia sp.*), cangrejos, lebranchos, lisas, cabosos y juveniles de otras especies.

Zona infralitoral (submareal): Se extiende hacia mar abierto desde la zona de bajada de marea y sólo queda parcialmente descubierta en las grandes mareas vivas. En esta zona las condiciones ambientales comienzan a ser más estables que en zonas superiores, sin la presión continua de las mareas, sin insolación directa, ni alteraciones bruscas de la salinidad, etc.

Este tipo de caracterización del litoral no es ningún tipo de norma general, tan sólo constituye una herramienta que nos permite determinar y calificar zonas de forma simplificada. Cada punto del litoral que observemos tendrá sus peculiaridades y características propias, que favorecerán que los organismos se establezcan de una manera concreta y que su número, variedad y distribución cambie a medida que varíen las condiciones ambientales.

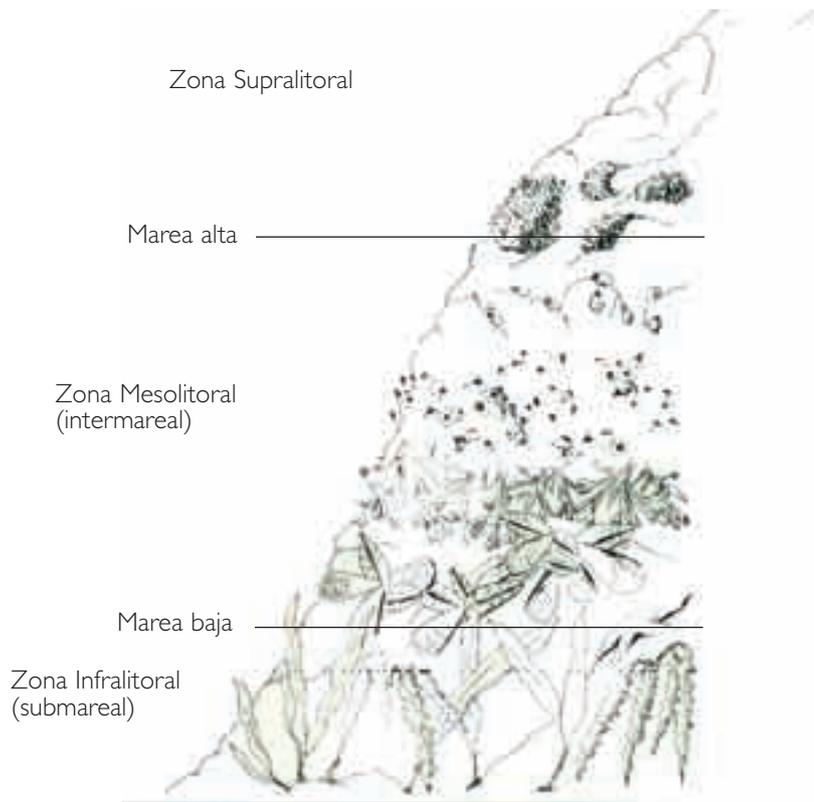


Figura I. Ejemplo de zonación.

Cadena trófica

Es el curso de transferencia de materia y energía dentro de un ecosistema a través de los distintos organismos que en él habitan. Cada etapa de la cadena trófica se denomina nivel trófico.

El primer nivel trófico lo conforman los organismos que aprovechan la energía solar para fijar CO₂ mediante el proceso de fotosíntesis y se denominan productores primarios. En este nivel se encuentran el fitoplancton, las algas y las plantas superiores marinas.

En el segundo nivel se sitúan los organismos herbívoros o consumidores primarios, que se alimentan de los organismos del nivel trófico anterior; como son el zooplancton, los invertebrados herbívoros y algunos peces herbívoros.

El tercer nivel trófico está constituido por los organismos carnívoros que se alimentan de los herbívoros y que se denominan consumidores secundarios, como son los crustáceos, algunos moluscos y los peces carnívoros.

En el cuarto nivel trófico se sitúan los llamados consumidores terciarios, que se alimentan del nivel trófico anterior como los grandes peces y el hombre.

Las cadenas de alimentación se presentan como una pirámide (Figura 1) en la que la base es el fitoplancton y la cúspide los últimos carnívoros. Sin embargo, la realidad no es tan simple, ya que un mismo organismo se puede alimentar a expensas de varias especies distintas, según las circunstancias del momento y del medio donde se encuentre y a su vez, puede ser presa de unas u otras en un mismo nivel trófico. Por ello, el transporte de energía no se realiza en forma lineal sino estableciendo una *red alimentaria*, una trama de alimentación, cuyos nudos estarían ocupados por las distintas especies.

Las relaciones tróficas de las comunidades marinas suelen ser complejas por la tendencia de los organismos de niveles tróficos más altos a alimentarse, alternativamente, de otros no necesariamente de distinto nivel.

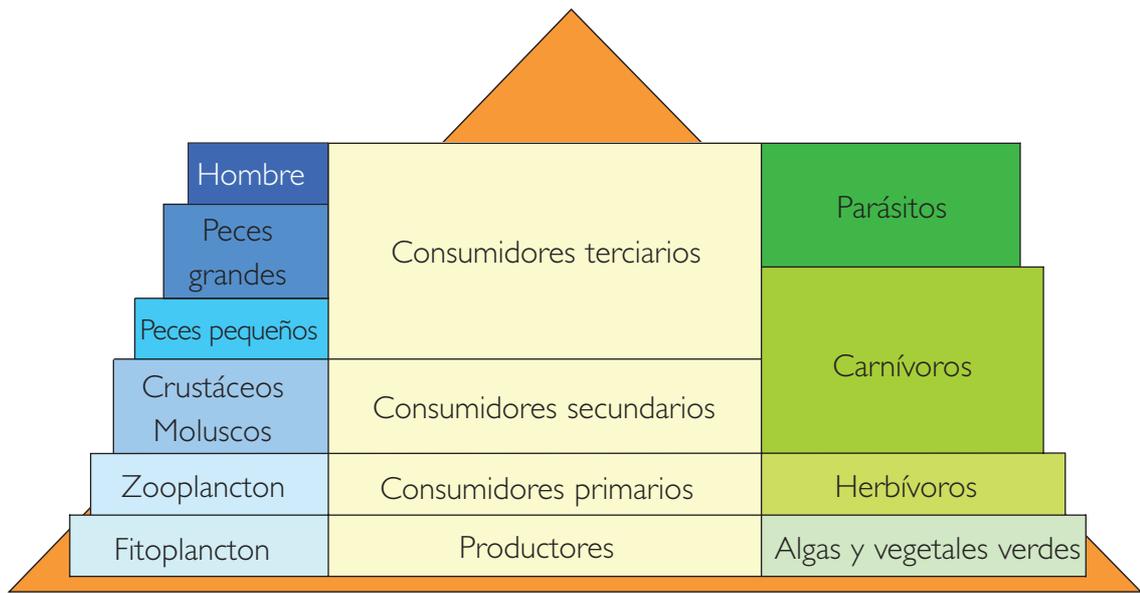


Figura 1. Pirámide trófica.

Pigmentos fotosintéticos

La fotosíntesis es el proceso que permite a los vegetales fijar CO_2 y obtener así la materia y la energía que necesitan para desarrollar sus funciones vitales. Se lleva a cabo gracias a la presencia de pigmentos fotosintéticos, capaces de captar la energía lumínica.

Existen diferentes tipos de clorofilas en las plantas y otros organismos fotosintéticos. **La clorofila a** se encuentra en todos los organismos fotosintéticos (plantas, ciertos protistas, cianobacterias, algas, etc.). Los **pigmentos accesorios** absorben energía que la clorofila es incapaz de absorber; actuando como antenas y conduciendo la energía que absorben hacia el centro de reacción.

Los principales pigmentos accesorios son: la **clorofila b** (en algas y protistas las clorofilas c, d y e), la **xantofila** (amarilla), los **carotenos** (anaranjados) y en el caso de las algas rojas y cianobacterias, las **ficobilinas** (que incluyen la ficoeritrina de color rojo y ficocianina de color azul).

La *clorofila a* absorbe las longitudes de onda violeta, azul, anaranjado-rojizo, rojo y pocas radiaciones de las longitudes de onda intermedias (verde-amarillo-anaranjado).

Los carotenoides absorben la longitud de onda azul y un poco en el verde, estos pigmentos tienden a ser rojos, amarillos o anaranjados. La *clorofila b* absorbe en el azul y en el rojo y anaranjado del espectro (con longitudes de ondas largas y baja energía). Las *ficobilinas* absorben en “la ventana” del verde que dejan los dos picos máximos de absorción de la clorofila.

Los espectros de absorción de diferentes pigmentos presentes en algas se muestran en la Figura 1.

Todos los pigmentos citados se encuentran dentro de los plastidios y le confieren la coloración característica a las hojas de las plantas. En el medio marino, los representantes del reino vegetal son las algas y las fanerógamas marinas.

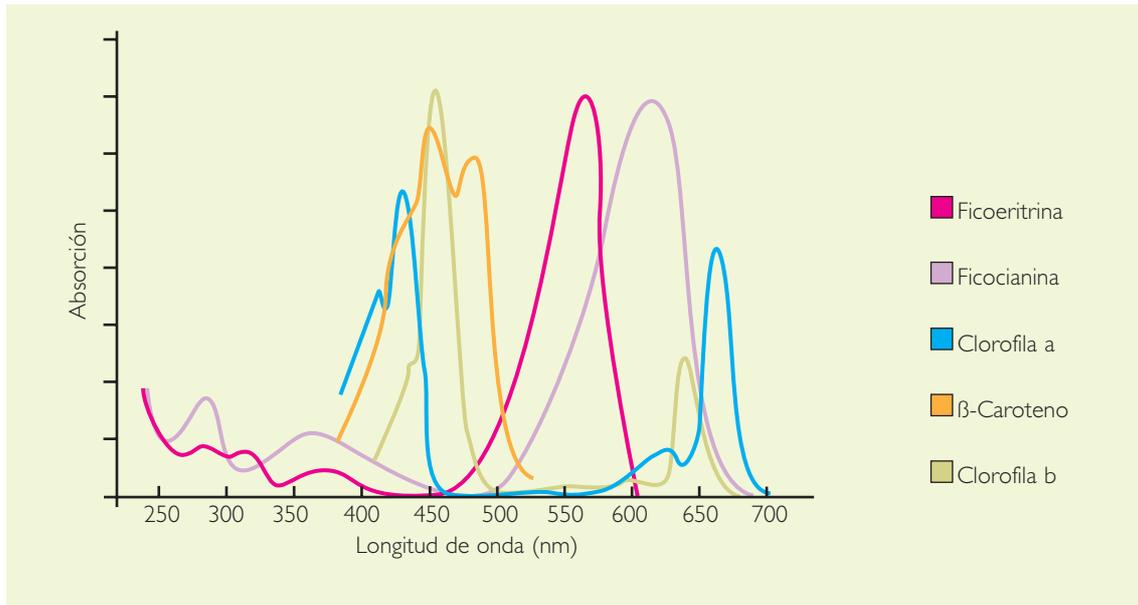


Figura 1. Espectros de absorción de diferentes pigmentos.

En el caso concreto de las algas, el papel de los pigmentos fotosintéticos se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Todas poseen *clorofila a*, esencial para la fotosíntesis, que absorbe las radiaciones azules y rojas.
- Los pigmentos suplementarios, xantofilas, carotenos y ficobilinas, absorben en radiaciones "complementarias."
- Las algas rojas (Rhodophyta) son capaces de absorber mediante la ficoeritrina las radiaciones verdes que le permiten vivir a mayor profundidad.
- En general, no hay un paralelismo muy estrecho entre los pigmentos y la profundidad. Hay algas rojas abundantes en la superficie y verdes que viven a grandes profundidades.

La mayoría de estos pigmentos fotosintéticos (a excepción de las ficobilinas) son insolubles en el solvente universal, el agua. Las clorofilas son ligeramente solubles en agua. La estructura química de estas moléculas consiste principalmente en átomos de hidrógeno y carbono, con algunos grupos conteniendo átomos de nitrógeno y oxígeno. Las estructuras químicas de diversos pigmentos se muestran en la Figura 2. Las clorofilas "a" y "b" son estructuralmente idénticas, excepto que la clorofila "a" posee un grupo metilo ($-CH_3$), mientras que la "b" posee un grupo aldehído ($-CHO$). Este grupo le confiere cierta polaridad a la molécula de clorofila b, haciéndola ligeramente más polar y por tanto más soluble en disolventes polares como el etanol y el agua, que la clorofila "a". La polaridad de la molécula de β -caroteno es muy baja ya que químicamente consiste en una estructura con sólo átomos de hidrógeno y carbono. Las xantofilas tienen una estructura muy similar al β -caroteno, pero contienen además grupos hidroxilo ($-OH$). Estos grupos son muy polares, y hacen que las xantofilas sean considerablemente más solubles en agua y en alcohol que las clorofilas o los carotenos. Los pigmentos del cloroplasto son extraídos generalmente con disolventes orgánicos tales como el éter y la acetona.

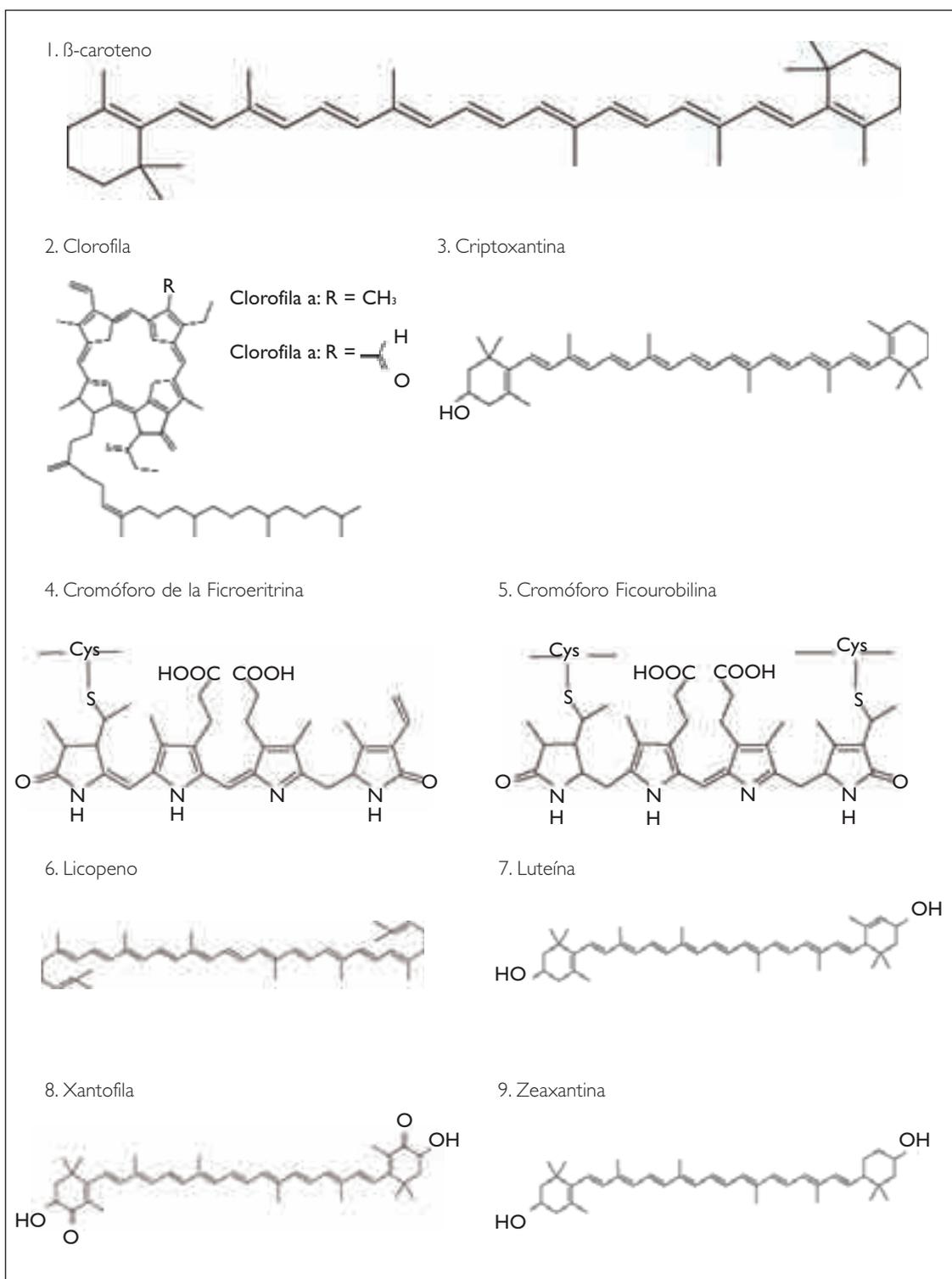


Figura 2. Estructuras químicas de diversos pigmentos.

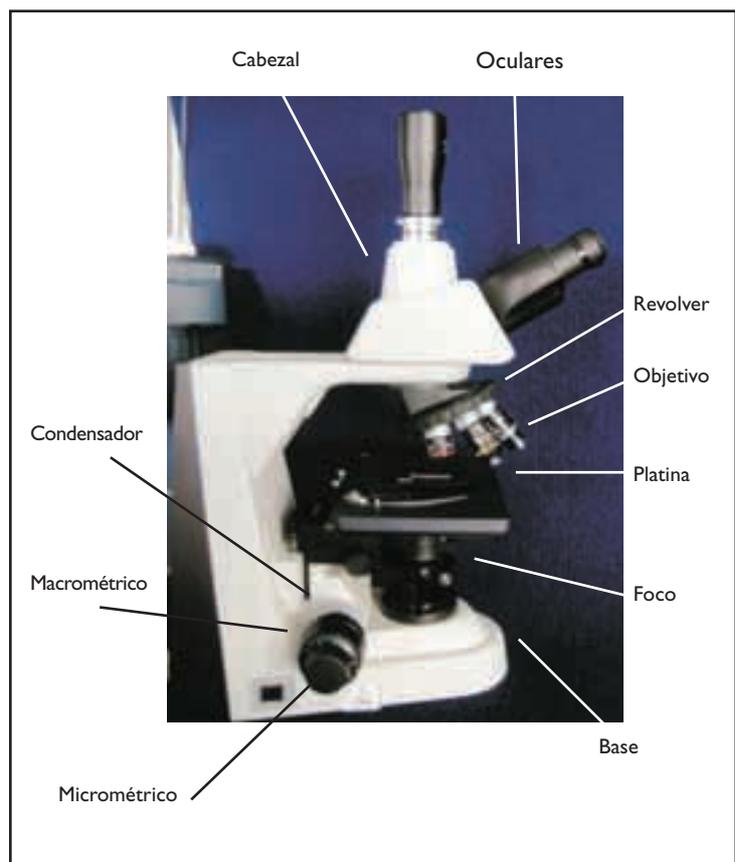
Entre los distintos métodos que existen para separar y obtener esos pigmentos uno de los más sencillos es de la cromatografía. Esta técnica permite la separación de las sustancias de una mezcla sobre un soporte inerte, en función de la afinidad química de cada una de las mismas por el disolvente. En la cromatografía en papel, al introducir una tira de papel de filtro en la mezcla, el disolvente arrastra cada uno de los pigmentos con distinta velocidad y los separa, permitiendo identificarlos perfectamente según su color:

El Microscopio óptico

El microscopio es un instrumento óptico que se emplea para aumentar o ampliar las imágenes de objetos y organismos no visibles a simple vista. Las partes que constituyen un microscopio se detallan en la siguiente figura:

Un microscopio está compuesto fundamentalmente por:

- Un **sistema mecánico**, que está constituido por una serie de piezas en las que van instaladas las lentes que permiten el movimiento para el enfoque y que son:
 - *El soporte*: mantiene la parte óptica. Tiene dos partes: el pie (o base) y el brazo.
 - *La platina*: lugar donde se deposita la preparación.
 - *El cabezal*: contiene los sistemas de lentes oculares y puede ser monocular o binocular.
 - *El revólver*: contiene los sistemas de lentes objetivos. Permite, al girar, cambiar los objetivos.
 - *Los tornillos de enfoque*: macro-métrico que aproxima el enfoque y micrométrico que afina y consigue el enfoque correcto.
- El **sistema óptico** comprende un conjunto de lentes dispuestas de tal manera que produce el aumento de las imágenes que se observan a través de ellas. Forman parte de este sistema:



- *El ocular*: lente situada cerca del ojo del observador. Amplía la imagen del objetivo.
- *El objetivo*: lente situada cerca de la preparación. Amplía la imagen de ésta.
- *El condensador*: lente que concentra los rayos luminosos sobre la preparación.
- El **sistema de iluminación** comprende las partes del microscopio que reflejan, transmiten y regulan la cantidad de luz necesaria para efectuar la observación a través del microscopio. Forman parte de este sistema:
 - *El diafragma*: regula la cantidad de luz que entra en el condensador.
 - *El foco*: dirige los rayos luminosos hacia el condensador.

Los microscopios ópticos generalmente producen un aumento de 1000 veces el tamaño original. La resolución y el aumento son limitados (el límite de aumento es de unas 2000 veces). Proporcionan información acerca del tamaño, forma y apariencia general de las células. Todos los microorganismos, excepto los virus, pueden ser observados mediante microscopios ópticos.

Manejo y uso del microscopio óptico

1. Colocar el objetivo de menor aumento y bajar la platina completamente (ésta es la forma en la que deberá dejarse siempre el microscopio después de su uso y como se deberá encontrar al empezar a trabajar con él).
2. Colocar la preparación sobre la platina sujetándola con las pinzas metálicas.
3. Comenzar la observación con el objetivo de menor aumento.
4. Para realizar el enfoque:
 - Acercar al máximo la lente del objetivo a la preparación, empleando el tornillo macrométrico. Ésto debe hacerse mirando directamente y no a través del ocular, ya que se corre el riesgo de incrustar el objetivo en la preparación pudiéndose dañar alguno de ellos o ambos.
 - Mirando, ahora sí, a través de los oculares, ir separando lentamente el objetivo de la preparación con el macrométrico y, cuando se observe algo nítido la muestra, girar el micrométrico hasta obtener un enfoque más fino.
5. Pasar al siguiente objetivo. La imagen debería estar ya casi enfocada y suele ser suficiente con mover un poco el micrométrico para lograr el enfoque fino. Si al cambiar de objetivo se pierde por completo la imagen, es preferible volver a enfocar con el objetivo anterior y repetir la operación desde el paso 3.
6. El objetivo de 40x enfoca a muy poca distancia de la preparación y por ello es fácil que ocurran dos tipos de percances: que lo incrustemos en la preparación y/o que si estamos empleando aceite de inmersión, el objetivo se manche.
7. Empleo del objetivo de inmersión:
 - Bajar totalmente la platina.
 - Subir totalmente el condensador para ver claramente el círculo de luz que nos indica la zona que se va a visualizar y donde habrá que disponer el aceite.
 - Girar el revólver hacia el objetivo de inmersión dejándolo a medio camino entre éste y el de 40x.

- Colocar una gota mínima de aceite de inmersión sobre el círculo de luz.
- Terminar de girar suavemente el revólver hasta la posición del objetivo de inmersión.
- Mirando directamente al objetivo, subir la platina lentamente hasta que la lente toque la gota de aceite. En ese momento se nota como si la gota ascendiera y se adosara a la lente.
- Enfocar cuidadosamente con el micrométrico. La distancia de trabajo entre el objetivo de inmersión y la preparación es mínima, aun menor que con el de 40x, por lo que el riesgo de percance es grande.
- Una vez se haya puesto aceite de inmersión sobre la preparación, ya no se puede volver a usar el objetivo 40x sobre esa zona, pues se mancharía de aceite. Por tanto, si desea enfocar otro campo, hay que bajar la platina y repetir la operación desde el paso 3.
- Una vez finalizada la observación de la preparación se baja la platina y se coloca el objetivo de menor aumento girando el revólver. En este momento ya se puede retirar la preparación de la platina. Nunca se debe retirar con el objetivo de inmersión en posición de observación.
- Limpiar el objetivo de inmersión con cuidado empleando un papel especial para óptica. Hay que pasar el papel por la lente en un sólo sentido y con suavidad. Comprobar también que el objetivo 40x está perfectamente limpio.

Mantenimiento y precauciones

1. Al finalizar el trabajo, hay que dejar puesto el objetivo de menor aumento y la platina en su posición más baja. Dejarlo cubierto con su funda.
2. Cuando no se está utilizando el microscopio, hay que mantenerlo cubierto con su funda para protegerlo del polvo y para evitar que se ensucien y dañen las lentes.
3. Nunca hay que tocar las lentes con las manos. Si se ensucian, limpiarlas muy suavemente con un papel de filtro o, mejor, con un papel de óptica para evitar que se rayen.
4. Es conveniente limpiar y revisar siempre los microscopios al finalizar la sesión práctica.
5. No dejar el portaobjetos puesto sobre la platina si no se está utilizando el microscopio.
6. Después de utilizar el objetivo de inmersión, conviene limpiar el aceite que queda en el mismo lo antes posible. Si el aceite ha llegado a secarse y pegarse en el objetivo, hay que limpiarlo con una mezcla de alcohol-acetona (7:3) o xilol. No hay que abusar de este tipo de limpieza, porque si se aplican estos disolventes en exceso se pueden dañar las lentes y su sujeción.
7. No forzar nunca los tornillos giratorios del microscopio (macrométrico, micrométrico, platina, revólver y condensador).
8. Mantener seca y limpia la platina del microscopio. Si se derrama sobre ella algún líquido, secarlo con un paño. Si se mancha de aceite, limpiarla con un paño humedecido en xilol.

Contaminación microbiológica del agua del mar

El clima templado de las Islas Canarias permite que la temporada de uso de la playa y baño se prolongue durante casi todo el año. Este hecho, junto con la importancia creciente del turismo en la economía canaria, ha ocasionado un aumento considerable de la población en las zonas costeras, con el consiguiente deterioro medioambiental. En muchos casos, el crecimiento de la construcción no va acompañado de la necesaria infraestructura para el saneamiento. Esto provoca que el vertido de aguas residuales urbanas sin tratamiento previo al mar sea en la actualidad una de las fuentes más importantes de contaminación en las zonas costeras.

La contaminación marina presenta normalmente para el ser humano su principal incidencia en la franja litoral, que es donde el hombre desarrolla su mayor actividad y donde a su vez confluyen la mayoría de las fuentes de contaminación. La contaminación de las playas tiene su origen en fenómenos naturales (lluvias intensas, mareas rojas, etc.) y principalmente en las actividades humanas en la zona costera y continental.

La contaminación de las playas puede también provenir de actividades desarrolladas en las grandes concentraciones urbanas que no cuentan con una cobertura suficiente de servicios de limpieza, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. En las zonas costeras es factible la presencia de este problema durante la alta afluencia de vacacionistas, ya que los servicios urbanos se ven rebasados y los excedentes alcanzan el agua del mar, las playas o las lagunas costeras, afectando las condiciones sanitarias de las mismas.

En lo que a riesgo sanitario se refiere, la contaminación microbiológica supone la liberación al mar de un gran número de microorganismos patógenos (bacterias y virus), procedentes de enfermos y portadores, con los posteriores efectos nocivos que ello puede causar sobre la salud pública. Estos microorganismos pueden proceder de actividades agrícolas, de descargas de aguas residuales sin tratar o parcialmente depuradas y de la escorrentía pluvial.

Las aguas residuales contienen una amplia variedad de microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades a los humanos (Tabla 1) cuando son vertidas a las zonas de baño. La mezcla de estas aguas puede representar un riesgo para el bañista, ya que una dosis infecciosa de los microorganismos puede transmitirse no sólo al tragar agua sino al

entrar ésta en contacto con la piel, los oídos, ojos, cavidad nasal o tracto respiratorio superior. Es necesario tener en cuenta que los niños, los ancianos y las personas con enfermedades crónicas o sistemas inmunológicos dañados o debilitados son más propensos a adquirir enfermedades al entrar en contacto con agua contaminada.

Tabla 1. Microorganismos infecciosos potencialmente presentes en el agua residual doméstica bruta.

MICROORGANISMOS	ALGUNAS ENFERMEDADES Y SÍNTOMAS
Bacterias <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Leptospira</i> , <i>Shigella</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Yersinia</i>	Gastroenteritis (incluye diarrea y dolores abdominales), salmonelosis (intoxicación por alimentos), cólera, otitis, conjuntivitis, enfermedades respiratorias, de la piel, etc.
Virus <i>Adenovirus</i> , <i>Enterovirus</i> , <i>Hepatitis A</i> , <i>Agente Norwalk</i> , <i>Retrovirus</i> , <i>Rotavirus</i>	Fiebres, anomalías cardíacas, gastroenteritis, diarrea, infecciones respiratorias, hepatitis.
Protozoos <i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Entamoeba histolytica</i> , <i>Giardia lamblia</i>	Gastroenteritis, balantidiasis, criptosporidiosis y giardiasis (incluye diarrea y calambres abdominales), disentería.
Helmintos <i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Enterbius vericularis</i> , <i>Fasciola hepática</i> , <i>Hymenolepis nana</i> , <i>Tenia saginata</i> , <i>T. solim</i> , <i>Trichuris trichuria</i>	Ascariasis, enterobiasis, teniasis, infestaciones de gusanos, perturbaciones digestivas, vómito, inquietud, tos, dolor en la caja torácica, fiebre y diarrea.

La determinación de la presencia de todos los organismos patógenos implicaría varios días de análisis, costos elevados, material muy especializado y las metodologías específicas para detectar ciertos organismos en ciertos tipos de aguas deben ser todavía desarrolladas y validadas. Frente a estas dificultades y a la necesidad de hacer una evaluación rápida y fiable de la presencia de patógenos en el agua, se ha planteado la necesidad de trabajar con organismos indicadores. Los microorganismos indicadores son aquellos que tienen un comportamiento similar a los patógenos (concentración y reacción frente a factores ambientales y barreras artificiales), pero son más rápidos, económicos y fáciles de identificar. Actualmente, para evaluar la calidad sanitaria de una playa, se analiza la concentración en agua de estos organismos indicadores para estimar el grado de contaminación fecal del agua. Para aguas de baño se emplean como indicadores los enterococos intestinales y *Escherichia coli*. Estos microorganismos se encuentran en el tracto intestinal de animales de sangre caliente, incluyendo a los humanos.

Escherichia coli es el coliforme más estrechamente asociado con la fuente fecal y el testigo más específico de contaminación fecal reciente, debido a que es el que menos tiempo sobrevive en el ambiente. *E. coli* es una especie bacteriana dentro del grupo de los colifor-

mes perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*. (Figura 1). Todas las *Enterobacteriaceae* son bacilos (rod-shaped), no formadoras de esporas y gram-negativas.

Ciertas bacterias de esta familia, la mayor parte perteneciente a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*; son capaces de crecer en presencia de sales biliares y son citocromo-oxidasa negativa. Los coliformes se distinguen por su capacidad para fermentar la lactosa a 35 ó 37 °C con la producción de ácido, gas y aldehído dentro de las 24 a 48 horas de incubación. Las bacterias coliformes que además son capaces de crecer y fermentar la lactosa con producción de gas y ácido a 44 °C dentro de las primeras 48 h de incubación se denominan coliformes termotolerantes (coliformes fecales). Los géneros predominantes de la familia *Enterobacteriaceae* se detalla en los grupos coliformes y no coliformes representados en la Figura 2. Los coliformes termotolerantes incluyen especies de los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*, sin embargo, *Escherichia coli* es la única especie de la familia *Enterobacteriaceae* vinculada a origen fecal humano o animal.

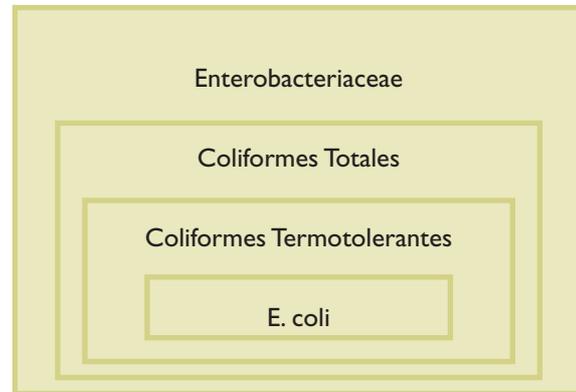


Figura 1. Relación entre *E. coli* y la Familia *Enterobacteriaceae*.

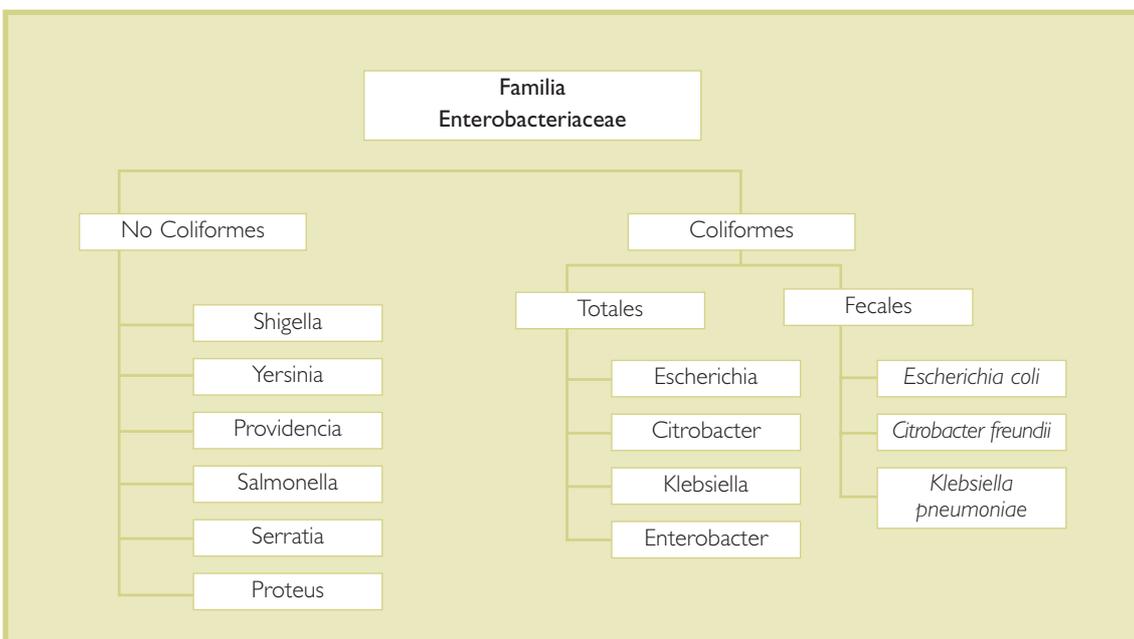


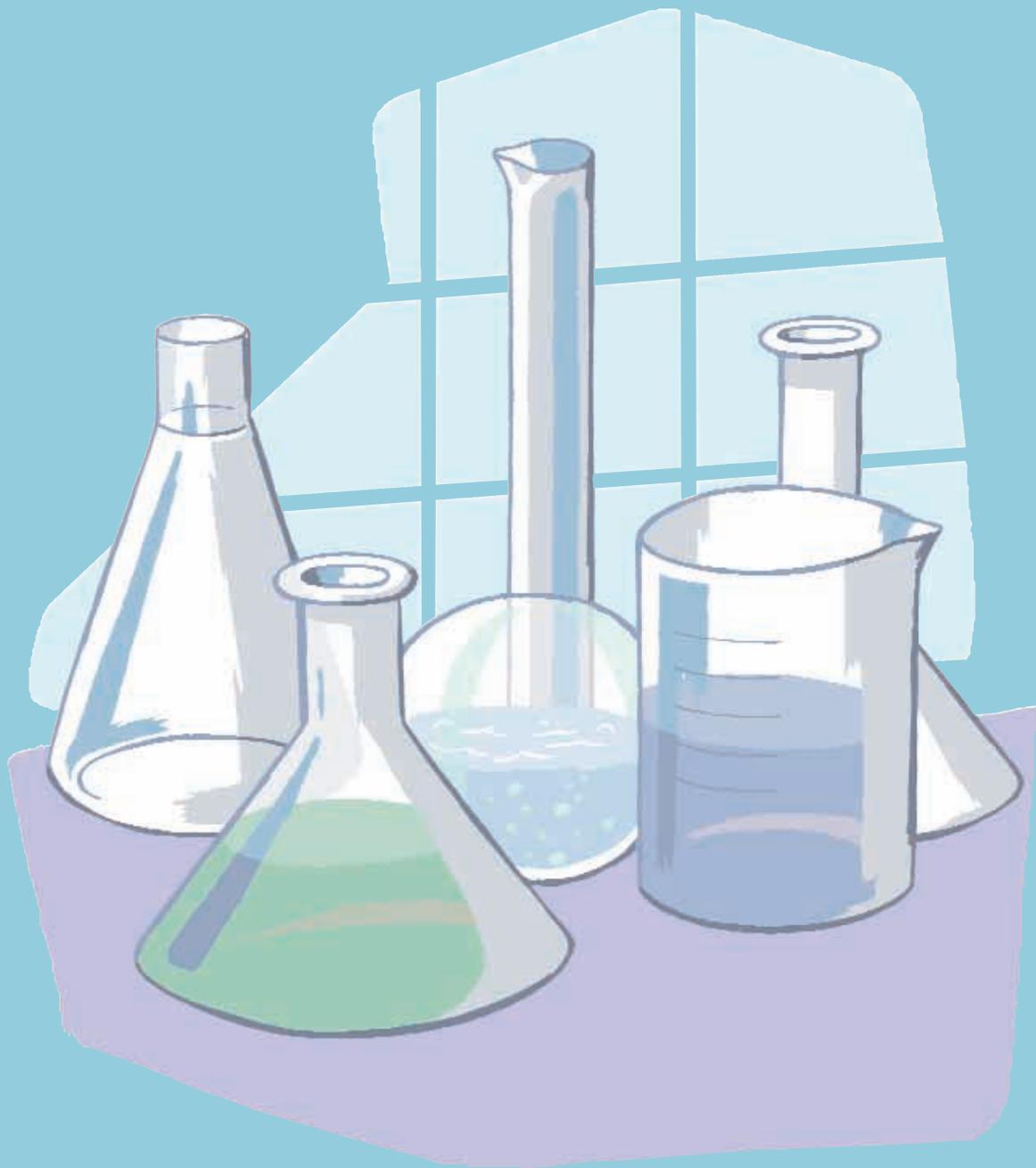
Figura 2. Estructura resumen de la Familia *Enterobacteriaceae*.

El grupo de los **enterococos** es un subgrupo de los estreptococos. Los estreptococos fecales son bacterias cocoides, grampositivas, aerobias o anarobias facultativas, catalasa negativas y que fermentan la glucosa con producción de ácido a 37 °C en un tiempo máximo de 48 horas. La taxonomía de este grupo comprende especies de dos géneros, *Enterococcus* y *Streptococcus*. Los enterococos se diferencian del resto de los estreptococos por su capacidad de crecer en cloruro de sodio al 9.5 % a un pH de 9.6 y a temperaturas entre 10 y 45 °C. Las especies más predominantes en sistemas acuáticos contaminados son *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* y *E. durans*.

El control sanitario de las aguas de baño constituye una medida preventiva básica e imprescindible para mantener un grado de salud adecuado de nuestras costas. El control de la calidad microbiológica de las aguas de baño, requiere una serie de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos. El diagnóstico de estos microorganismos necesita de programas, personal y laboratorios especializados.

El Servicio de Sanidad Ambiental del Servicio Canario de Salud, perteneciente a la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias es la responsable de desarrollar, diseñar, evaluar e informar del Programa de Control y Vigilancia de Zonas Recreativas y Costeras de Canarias (<http://www.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/>), que se lleva a cabo todos los años durante la temporada de baño. El Programa establece visitas de inspección periódicas a las playas y análisis quincenales de las aguas de baño, determinando su calidad sanitaria de acuerdo con los criterios de la Directiva comunitaria de las aguas de baño 07/2006 que deroga la Directiva 76/160/CEE (ver Anexo III). Quincenalmente se califica la calidad sanitaria de las playas y se informa a los ayuntamientos y a los ciudadanos a través de diferentes medios.

Aunque la vigilancia sistemática de la calidad de las playas y zonas de baño se limite tan sólo a la calidad del agua, sería igualmente importante considerar también el muestreo y el análisis microbiológico de los sedimentos en la zona de contacto agua-playa (arena húmeda) y arena seca.



Unidad 3

**Características físico-químicas
del agua de mar**

Práctica I:

Medida de pH, turbidez y conductividad del agua de mar



Fundamento

La determinación del pH se basa en la medida de la diferencia de potencial existente entre un electrodo de vidrio sensible al ión hidrógeno y el electrodo de referencia calomelanos (generalmente plata/cloruro de plata) sumergidos en una misma disolución. Esta diferencia de potencial es función lineal de la actividad de los iones hidrógeno presentes en la disolución problema a una temperatura dada.

La conductividad específica de un agua es la aptitud de ésta para transmitir la corriente eléctrica. La conductividad depende de la actividad de los iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. Para medir la conductividad se hace uso de un puente de Wheatstone y una célula de conductividad apropiada, comparando a la misma temperatura la resistencia eléctrica de la muestra y la de una solución estándar de cloruro potásico.

La medida de la turbidez se basa en la comparación de la intensidad de luz dispersada por una muestra en condiciones definidas y la dispersada por una disolución patrón de referencia en idénticas condiciones.

La medida de los parámetros de pH, turbidez y conductividad se realiza con instrumentación específica: pH-metro, turbidímetro y conductímetro, respectivamente. Antes de medir la muestra problema, es necesario calibrar cada uno de los aparatos con la ayuda de disoluciones patrón o de referencia.



Material necesario

Material general

- pH-metro y patrones de pH 4, 7 y 10
- Turbidímetro y patrones de turbidez entre 0 y 50 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez)

- Conductímetro y patrón de conductividad (11,67 mS/cm)

Material por grupo

- Vasos de precipitados de 50 ml
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

Calibrar los aparatos siguiendo las instrucciones del manual y del fabricante. Llenar el vaso de precipitados con la muestra problema y medir los distintos parámetros. En todos los casos es importante seguir las instrucciones y orden establecido en los manuales de los aparatos.

Todo el material de vidrio empleado en la práctica debe estar bien limpio y enjuagado con agua destilada.

Medida del pH

PASO I

Calibrar el pH-metro con los patrones de pH según su manual de instrucciones.

PASO II

Enjuagar con agua destilada el electrodo de pH.

PASO III

Introducir el electrodo en la muestra y medir el valor de pH.

PASO IV

Anotar en el cuaderno el valor obtenido. Expresar el resultado en unidades de pH.

No tocar el extremo del electrodo ya que se puede polarizar y dar lecturas incorrectas.

No dejar que el electrodo se seque. Asegurarse de que al final de cada jornada de trabajo y en todo momento que no se encuentre en uso, quede inmerso en una disolución, normalmente KCl 3M, que viene indicada en las instrucciones del fabricante.

El procedimiento general para transferir el electrodo de una disolución a otra es como sigue: retirar el electrodo de la disolución que se está midiendo, enjuagarlo muy bien con agua destilada, eliminar el exceso de agua del electrodo con papel secante e introducirlo en la nueva disolución a medir.

Medida de la conductividad

PASO I

Calibrar el conductímetro con el patrón de conductividad según su manual.

PASO II

Enjuagar con agua destilada el electrodo de conductividad.

PASO III

Introducir el electrodo en la muestra, asegurándose de que la célula quede totalmente sumergida. Medir el valor de conductividad en la muestra.

PASO IV

Anotar en el cuaderno el valor obtenido. Expresar el resultado en mS/cm o $\mu\text{S/cm}$.

Medida de la turbidez

PASO I

Calibrar el turbidímetro con los patrones de turbidez disponibles según su manual.

PASO II

Enjuagar con agua destilada la cubeta de medición.

PASO III

Operar según las indicaciones del fabricante y medir la turbidez en la muestra.

PASO IV

Anotar en el cuaderno el valor obtenido. Expresar el resultado en unidades NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Medir pH, conductividad y turbidez en diferentes tipos de agua, como agua de mar; agua embotellada, del grifo, del grifo con distintas adiciones de sal común, etc.



Cuestiones

Hacer una tabla con los resultados obtenidos para cada parámetro en la/s muestra/s de agua y responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿Por qué se calibran los aparatos antes de medir la muestra?
2. ¿Qué nos indica un pH < 7 ?, ¿y un pH > 7 ?
3. En el caso de haber analizado agua embotellada, ¿coinciden los valores obtenidos con los que figuran en la etiqueta?
4. ¿Hay algún parámetro de los medidos que indique contaminación?
5. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿de qué tipo?, ¿a qué puede ser debida? y ¿cómo se podría evitar?

6. ¿Por qué el agua de mar es salada?
7. Buscar y comparar en una escala los valores de pH de las siguientes sustancias: agua embotellada, zumo de limón, vinagre, refresco, café, saliva, leche, orina, agua de mar y lejía.
8. Buscar y comparar en una escala los valores de conductividad de las siguientes disoluciones: agua de lluvia, agua embotellada, agua del grifo y agua de mar.

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de análisis en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Práctica II: Medida de nitratos, fosfatos y amonio en agua de mar



Fundamento

El principio analítico de estos métodos de determinación de nitratos, fosfatos y amonio en agua de mar, es el mismo: la colorimetría.

La colorimetría es una técnica instrumental que tiene por objeto determinar la absorción de la luz visible por una muestra, que puede ser una sustancia pura o bien una mezcla o disolución. La absorción de radiación por una muestra en la región visible, así como en general en cualquier región del espectro, está regida por la ley de Lambert - Beer. Esta ley establece que la fracción de luz absorbida por una muestra es tanto mayor cuanto más grande es el número de moléculas sobre las que incide la radiación. Determinados compuestos reaccionan con reactivos específicos para dar lugar a una reacción coloreada. La intensidad del color de la reacción es directamente proporcional a la concentración de la sustancia que se analiza. Por comparación visual del color con una escala de color estandarizada, puede conocerse la concentración de la sustancia a determinar.

Para la realización de esta práctica se propone un sistema de colorimetría, tipo Kit, de la casa comercial Macherey-Nagel (Panreac), pero se pueden encontrar sistemas similares de otras casas comerciales como Merck, Hanna, Lovibond, etc.

El tipo de reactivo específico empleado en la reacción, la naturaleza química del compuesto coloreado final formado y el tipo de reacción, se detallan en las instrucciones del kit de ensayo empleado y pueden variar de unas casas comerciales a otras, por lo que se recomienda incluirlas en esta práctica y entregar al alumnado dicha información.



Material necesario

Material general

- Kit de ensayo Visocolor ECO Nitrato rango 4-120 ppm
- Kit de ensayo Visocolor ECO Fosfato rango 0,2-5 ppm

- Kit de ensayo Visocolor ECO Amonio rango 0,2-3 ppm

Material por grupo

- 2 jeringuillas de 5 ml graduadas
- Probeta alta de 50 ml
- Vaso de precipitados de vidrio de 50 ml
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio con agua destilada



Procedimiento

Para la determinación del amonio en agua de mar, realizar previamente una dilución 1:10, tomando 5 ml de agua de mar y 45 ml de agua destilada.

Para la determinación de los nitratos y fosfatos no es necesario diluir previamente la muestra de agua de mar.

En todos los casos, para hacer las determinaciones de los tres parámetros en la muestra, basta seguir las instrucciones de los manuales del kit correspondiente.

Medir la concentración de nitratos, fosfatos y amonio en diferentes tipos de agua: agua embotellada, del grifo, etc.



Cuestiones

Hacer una tabla con los resultados obtenidos para cada parámetro en la/s muestra/s de agua y responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿Por qué hay que diluir previamente algunas de las muestras de agua y otras no?
2. ¿Hay algún parámetro que indique contaminación en la muestra de agua de mar?
3. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿de qué tipo?, ¿a qué puede ser debida?, ¿cómo se podría evitar?
4. ¿Qué riesgos y efectos ambientales puede ocasionar la presencia de una alta concentración de nutrientes (nitratos, fosfatos) en las aguas litorales?

5. En el caso de haber analizado agua embotellada, ¿coinciden los valores obtenidos con los que figuran en la etiqueta?
6. Si se ha cometido algún error a lo largo del ensayo y no hay resultados fiables, ¿en qué paso te has equivocado?, ¿qué crees que ha podido salir mal y por qué?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de análisis en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Práctica III: Medida de detergentes en agua de mar



Fundamento

El método utilizado para la determinación de detergentes aniónicos se basa en que, bajo determinadas condiciones, éstos reaccionan con el azul de metileno formando un complejo coloreado que puede extraerse con un disolvente orgánico.

Tras la reacción entre la muestra y los reactivos específicos y las separaciones de fases, la intensidad del color resultante es directamente proporcional a la concentración de detergentes aniónicos, que se determina comparando con una escala de color de referencia.

Para la realización de esta práctica se propone un sistema de colorimetría tipo Kit de la casa comercial Macherey-Nagel (Panreac), pero se pueden encontrar sistemas similares de otras casas comerciales como Merck, Hanna, Lovibond, etc.



Material necesario

Material general

- Kit rápido para detergentes aniónicos, que contiene:
 - 1 comparador de detergentes aniónicos
 - 1 jeringa de plástico con punta
 - 1 frasco de 30 ml de reactivo TA-1
 - 1 cubeta de vidrio con tapón
 - 1 frasco de 10 ml de reactivo TA-2
 - 1 vaso de plástico para toma de muestra

- 1 frasco de 10 ml de reactivo TA-3
- 1 cuentagotas (pipeta de goteo)
- 2 frascos de 50 ml de reactivo TA-4 (cloroformo)

Material por grupo

- 1 kit por grupo
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

PASO I

Lavar la cubeta de vidrio con el líquido a analizar varias veces y llenarla hasta la marca de 5 ml.

PASO II

Añadir 10 gotas de reactivo TA-1 y agitar con cuidado para mezclar.

PASO III

Añadir 4 gotas de reactivo TA-2 y mezclar.

PASO IV

Añadir 2 ml de reactivo TA-4* con la pipeta.

(*): El reactivo TA-4 contiene cloroformo, que es Nocivo. Extremar las precauciones

PASO V

Cerrar la cubeta con el tapón y agitar durante 30 - 40 s, manteniendo el tapón apretado. Después de la separación de fases (aprox. 2 min) extraer la fase superior con la jeringa y verterla por el desagüe con abundante agua.

PASO VI

Añadir a la fase inferior que queda en la cubeta, 5 ml de agua destilada, 4 gotas de TA-3 y mezclar durante 30 s suavemente.

PASO VII

Tras la separación de fases (aprox. 2 min), comparar la fase inferior con la escala de color de referencia. Para facilitar la lectura, es conveniente mantener una hoja de papel blanco detrás de la cubeta y el comparador.

Nota: En ocasiones, después de la separación de fases, la fase inferior no aparece homogénea. Para eliminar este efecto se agita la fase lentamente con una espátula o varilla de vidrio.

Lavar sin demora la cubeta y la jeringa con agua.

La fase orgánica debe ser recogida en un recipiente específico para su adecuada eliminación como residuo especial (hidrocarburos clorados). La fase acuosa puede verterse en el desagüe con abundante agua.



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué concentración de detergentes has obtenido en tu muestra de agua?
2. ¿Por qué y para qué se utiliza la separación de fases?
3. ¿Qué riesgos y efectos ambientales puede ocasionar la presencia de una alta concentración de detergentes en aguas litorales?
4. Si se ha cometido algún error a lo largo del ensayo y no hay resultados fiables, ¿en qué paso te has equivocado?, ¿qué crees que ha podido salir mal y por qué?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de análisis en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Práctica IV: Medida de cloruros en agua de mar



Fundamento

La concentración de cloruros en agua de mar se puede determinar mediante el método titulométrico, que consiste en la valoración de la muestra con nitrato de plata, utilizando como indicador el cromato potásico. De esta forma, los cloruros formarán cloruro de plata, que precipitará. Una vez precipitado todo el cloruro, el ión cromato de color amarillo, reacciona con la plata formando un segundo precipitado de cromato de plata (Ag_2CrO_4) de color rojo, que indica el punto final de la valoración.



Material necesario



Material general

- Cromato potásico (K_2CrO_4) al 5 %
- Nitrato de plata (AgNO_3) 0,01 M

Material por grupo

- Probeta de 50 ml
- Matraz Erlenmeyer de 100 ml

- Pipeta de plástico o cuentagotas
- Bureta de 50 ml
- Soporte y pinza para bureta
- Matraz aforado de 100 ml
- Frasco lavador con agua destilada
- Pipeta o jeringuilla de 1 ml

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

PASO I

Con la probeta tomar 50 ml de muestra de agua de mar diluida 1:100 (en el matraz aforado) e introducirla en el erlenmeyer de 100 ml.

PASO II

Agregar 4-5 gotas de la solución de K_2CrO_4 al 5 % con ayuda de una pipeta o cuentagotas.

PASO III

Llenar y enrasar la bureta con $AgNO_3$ al 0,01 M.

PASO IV

Valorar, agitando enérgicamente, con la solución de nitrato de plata hasta que el color cambie de amarillo a amarillo-rosado. Anotar el volumen de solución empleada.

$$\text{Cálculos} \quad \text{Cloruros (mg/l)} = \frac{35,45 \times M \times 1000 \times V}{V'} \times F$$

M = Molaridad de la solución de $AgNO_3$.

V = Volumen en ml de la solución de nitrato de plata 0,01 M utilizado en la valoración de la solución problema.

V' = Volumen en ml de la muestra.

F = Factor de dilución.

Realizar el mismo experimento con diferentes tipos de agua, como agua embotellada, del grifo, del grifo con distintas adiciones de sal común, etc.



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones:

1. Escribe el nombre del material ilustrado al inicio de este experimento.
2. ¿Qué concentración de cloruros has obtenido en el agua de mar?
3. ¿Con qué otro parámetro se puede relacionar directamente la concentración de cloruros?
4. ¿Qué concentraciones de cloruros has obtenido para las demás muestras de agua?
5. En el caso de haber analizado agua embotellada, ¿coinciden los valores obtenidos con los que figuran en la etiqueta?
6. Si se ha cometido algún error a lo largo del ensayo y no hay resultados fiables, ¿en qué paso te has equivocado?, ¿qué crees que ha podido salir mal y por qué?
7. ¿Cómo prepararías un litro de disolución de nitrato de plata 0,01 M partiendo de la sal AgNO_3 ? (masa molecular $\text{AgNO}_3 = 169,9$, se considera un grado de pureza del 100 %).

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión para determinación de cloruros en agua de mar en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Medida de calcio y magnesio: dureza del agua



Fundamento

La concentración de calcio y magnesio en aguas se puede determinar mediante valoración complexométrica. La dureza de un agua corresponde a las concentraciones de cationes multivalentes, principalmente calcio y magnesio.

La determinación del Ca está basada en la capacidad de los iones de calcio de formar un complejo con una sal del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en un medio tamponado a pH 12-13. A este valor de pH los iones Mg^{2+} precipitan en forma de hidróxidos y no intervienen en la reacción. El indicador utilizado en la reacción es el ácido calconcarboxílico. El EDTA reacciona primero con los iones calcio libres y después, con los iones calcio combinados con el indicador. El punto final de la valoración viene indicado por el viraje de color de la disolución de rosa-rojo a púrpura-azul claro.

El Mg se determina de forma similar. Los iones calcio y magnesio forman un complejo con la sal de EDTA en disolución acuosa a pH 10. El indicador empleado en esta valoración es el negro de ericromo T, el cual forma un complejo de color rosa con el magnesio. El EDTA reacciona primero con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} libres y posteriormente con el Mg^{2+} complejoado con el indicador. El punto final de la valoración también viene marcado por un cambio del color de la disolución de rosa a azul.

Para el cálculo de la dureza se emplea una fórmula en la que intervienen las concentraciones de Ca y Mg ya determinadas.



Material necesario



Material general

- Hidróxido sódico (NaOH) 1 M
- Murexida
- Solución EDTA 0,01 M
- Solución tampón pH 10 para complexometría
- Negro de ericromo T al 1 %

Material por grupo

- 1 jeringuilla de 1 ml
- Matraz aforado de 100 ml
- Probeta de 50 ml
- 2 jeringuillas de 5 ml
- Espátula
- Bureta de 10 ml
- Soporte y pinza para bureta
- 2 matraces erlenmeyer de boca ancha de 250 ml
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

La determinación complexométrica de calcio y magnesio en agua de mar no es un método adecuado ya que se produce precipitación de sales a los valores de pH empleados en el análisis, dificultando la interpretación de los virajes de color. La determinación de estos parámetros en agua de mar se realiza con otras técnicas analíticas más sofisticadas, como

puede ser la espectroscopía de absorción atómica o espectroscopía de emisión de plasma. A efectos meramente aproximativos y didácticos para la realización de valoraciones complexométricas, se puede realizar esta práctica en agua de mar, realizando una dilución previa 1:100.

Procedimiento para el Ca

- Introducir 50 ml de la muestra en el matraz erlenmeyer de 250 ml.
- Añadir 2 ml de hidróxido de sodio 1 M y una punta de espátula de murexida.
- Valorar con la solución de EDTA 0,01 M hasta el viraje del color de rosa-rojo a púrpura-azul claro.

Procedimiento para el Mg

- Introducir 50 ml de la muestra en el matraz erlenmeyer de 250 ml.
- Añadir 2 ml de la solución tampón pH 10 y 2 gotas de indicador negro de ericromo T.
- Valorar con EDTA 0,01 M hasta que el color rosa de la disolución vire a color azul.

Cálculos:

$$\text{Calcio (mg/l)} = \frac{V \times M \times 40 \times 1000}{V_m} \times F$$

V = Volumen en ml de EDTA consumido en la valoración.

M = Molaridad del EDTA.

V_m = Volumen en ml de muestra empleada.

F = Factor de dilución.

$$\text{Magnesio (mg/l)} = \frac{(V' - V) \times M \times 24,31 \times 1000}{V_m} \times F$$

V = Volumen en ml de EDTA consumido en la valoración del calcio.

V' = Volumen en ml de EDTA consumido en la valoración del magnesio.

M = Molaridad del EDTA.

V_m = Volumen en ml de muestra empleada.

F = Factor dilución

La dureza de la muestra vendría dada según la siguiente fórmula:

$$\text{Dureza (mg/l)} = \frac{\text{Ca (mg/l)}}{20,04} + \frac{\text{Mg (mg/l)}}{12,15}$$

Repetir el experimento con diferentes tipos de agua, como agua embotellada, del grifo, etc.



Cuestiones

Hacer una tabla con los resultados obtenidos y responder a las siguientes cuestiones:

1. Escribe el nombre del material ilustrado al inicio de este experimento.
2. Comenta la tabla de resultados que has obtenido. ¿Hay algún valor que destaque? Si la respuesta es afirmativa, ¿cómo lo explicarías?
3. En el caso de haber analizado agua embotellada, ¿coinciden los valores obtenidos con los que figuran en la etiqueta?
4. ¿Qué problemas puede causar un agua “dura”? ¿Cómo se te ocurre que se puede “ablandar” el agua?
5. Si se ha cometido algún error a lo largo del ensayo y no hay resultados fiables, ¿en qué paso te has equivocado?, ¿qué crees que ha podido salir mal y por qué?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de análisis en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Práctica VI:

Capacidad tampón del agua de mar



Fundamento

Se trata de comprobar la capacidad tampón del agua de mar por adición a la misma de disoluciones ácidas o básicas y comparar posteriormente las variaciones de pH que tienen lugar, con las observadas en otro tipo de aguas, por ejemplo, agua del grifo.



Material necesario



Material general

- pH-metro y patrones de pH

Material por grupo

- 1 probeta de 100 ml
- 2 matraces Erlenmeyer de 250 ml
- 3 pipetas Pasteur de plástico (o cuentagotas)
- Zumo de un limón, vinagre y bicarbonato sódico
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

PASO I

Calibrar el pHmetro con los patrones disponibles según las instrucciones del fabricante.

PASO II

Medir el pH a una muestra de 100 ml de agua del grifo.

PASO III

Medir el pH a una muestra de 100 ml de agua mar.

PASO IV

Añadir la misma cantidad de ácido (ácido cítrico de un limón o ácido acético del vinagre) o de base (bicarbonato sódico) al agua del grifo y al agua de mar.

PASO V

Volver a medir el pH de las dos muestras.



Cuestiones

Hacer una tabla con los resultados obtenidos y responder a las siguientes cuestiones:

1. A iguales condiciones, ¿qué variaciones de pH observas en los distintos tipos de agua con la adición de ácido y base?
2. ¿Cómo explicas este comportamiento en cada tipo de agua?
3. ¿Qué importancia ecológica puede tener la capacidad tampón del agua de mar?
4. Menciona más sustancias ácidas o básicas que conozcas.
5. ¿Cómo prepararías una solución con alta capacidad tampón?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de análisis en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Práctica VII: Medida de carbonatos y bicarbonatos en agua de mar



Fundamento

Los carbonatos y bicarbonatos de una muestra de agua se determinan por neutralización de un cierto volumen de ella con un ácido mineral patrón (HCl o H₂SO₄), en presencia de indicadores ácido-base.

El indicador utilizado para valorar los carbonatos es la fenolftaleína (pH 8,3). La aparición de un color rosa, al añadirlo a la muestra a analizar, revela la presencia de carbonatos. El punto final de la valoración viene indicado por el cambio de color de la disolución de rosa a incoloro.

El indicador utilizado para valorar los bicarbonatos es el naranja de metilo (pH 4,3). El punto final de la valoración viene indicado por el cambio de color de la disolución de amarillo a naranja.

Las reacciones que tienen lugar en ambas valoraciones son:



Material necesario



Material general

- Fenolftaleína al 1 %
- Naranja de metilo al 0,04 %
- Solución valorada de HCl 0,1 M o HCl 0,02 M

Material por grupo

- 1 probeta de 100 ml
- 1 matraz Erlenmeyer de 250 ml
- 2 pipetas Pasteur de plástico (o cuentagotas)
- Bureta de 25 ml
- Soporte y pinza para bureta
- Frasco lavador con agua destilada

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio

**Procedimiento**

Verter en un Erlenmeyer de 250 ml un volumen, entre 50 y 100 ml, del agua problema (agua de mar).

Para la determinación del carbonato

Añadir 3 gotas de fenolftaleína al agua problema. Si hay carbonatos, la solución se volverá de color rosa. Valorar por adición de ácido, con agitación, hasta que la solución se vuelva incolora. Anotar el volumen de ácido gastado (V_1).

Para la determinación del bicarbonato

En el mismo recipiente anterior, añadir 3 gotas de naranja de metilo y proceder a la valoración del bicarbonato con la solución de ácido hasta que tenga lugar el viraje de color de amarillo a naranja. Anotar el volumen de ácido gastado (V_2).

Las concentraciones de carbonato y bicarbonato vienen dadas por las siguientes ecuaciones:

$$\text{CO}_3^{2-} \text{ (mg/l)} = \frac{V_1 \times M \times 60 \times 1000}{V} \quad \text{HCO}_3^- \text{ (mg/l)} = \frac{(V_2 - V_1) \times M \times 61 \times 1000}{V}$$

donde:

V_1 = ml de HCl gastados hasta el punto de viraje de la fenolftaleína.

V_2 = ml de HCl gastados hasta el punto de viraje del naranja de metilo.

M = Molaridad del ácido.

V = Volumen de muestra problema.

Repetir la experiencia con diferentes tipos de agua, como agua embotellada, del grifo, etc. y comparar los resultados obtenidos.



Cuestiones

Hacer una tabla con los resultados obtenidos para cada parámetro en la/s muestra/s de agua y responder a las siguientes cuestiones:

1. Escribe el nombre del material ilustrado al inicio de este experimento.
2. Comenta la tabla de resultados que has obtenido. ¿Hay algún valor que destaque? Si la respuesta es afirmativa, ¿cómo lo explicarías?
3. En el caso de haber analizado agua embotellada, ¿coinciden los valores obtenidos con los que figuran en la etiqueta?
4. Si se ha cometido algún error a lo largo del ensayo y no hay resultados fiables, ¿en qué paso te has equivocado?, ¿qué crees que ha podido salir mal y por qué?
5. ¿Cómo prepararías un litro de disolución HCl 0,01 M partiendo de una solución comercial de HCl al 35 % (v/v)? (densidad HCl = 1,2 g/cm³, masa molecular = 36,5).

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de análisis en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Composición físico-química del agua de mar

El agua de mar es una disolución acuosa en la que se encuentran disueltos una gran variedad de sólidos (sales principalmente) y gases atmosféricos, sumándose también a los anteriores materiales sólidos suspendidos del tipo orgánico e inorgánico. Forman parte también de esta disolución acuosa algunos organismos microscópicos vivos vegetales (fitoplancton) y animales (zooplancton), que además de poblarla participan de su composición actuando sobre las concentraciones de las sustancias disueltas o suspendidas.

Los constituyentes mayoritarios del agua de mar son aquellos cuya concentración es mayor a 1mg/l y que forman más del 99,99 % de las sales disueltas en los océanos.

Tabla I. Constituyentes principales del Agua de Mar

CONSTITUYENTE	SÍMBOLO	g/kg EN AGUA DE MAR	% POR MASA
Cloruro	Cl ⁻	19,35	55,07
Sodio	Na ⁺	10,76	30,62
Sulfato	SO ₄ ²⁻	2,71	7,72
Magnesio	Mg ²⁺	1,29	3,68
Calcio	Ca ²⁺	0,41	1,17
Potasio	K ⁺	0,39	1,10
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	0,14	0,40
Bromuro	Br ⁻	0,067	0,19
Estroncio	Sr ²⁺	0,008	0,02
Bario	Ba ²⁺	0,004	0,01
Fluoruro	F ⁻	0,001	0,01
Total	----	----	99,99

Los constituyentes minoritarios y los elementos traza forman el resto de los elementos del agua de mar. Estos compuestos son “no-conservativos” y su concentración aumenta o disminuye en función de procesos biológicos y químicos. Los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas: nitrato (NO₃⁻), fosfato (PO₄³⁻), nitrito (NO₂⁻), silicato Si(OH)₄ y

amonio (NH_4^+), son parte de los constituyentes secundarios y juegan un importante rol en relación con la actividad biológica del mar:

Aproximadamente el 10 % del fosfato inorgánico en el mar se presenta en forma de PO_4^{3-} y prácticamente el resto existe en forma de HPO_4^{2-} . Las formas de fósforo orgánico, como los fosfolípidos y fosfonucleótidos, se encuentran en las capas superficiales del mar como productos de descomposición y excreción de los organismos.

El nitrato es el producto final de la oxidación de los compuestos nitrogenados. El nitrato y el fosfato son empleados por los organismos para formar sus tejidos blandos. La sílice o silicato se emplea para construir los esqueletos de las plantas (diatomeas) y de los animales (radiolarios) del plancton, que también pueden estar formados por carbonato cálcico.

Los principales gases disueltos en el agua de mar son el dióxido de carbono, el oxígeno y el nitrógeno. El oxígeno disuelto procede de la atmósfera o es producido durante la fotosíntesis de los vegetales marinos. El dióxido de carbono se encuentra tanto en forma de gas disuelto como formando parte de los bicarbonatos (principal forma de C en el mar) y carbonatos según el equilibrio químico siguiente:



Las concentraciones de los gases disueltos en el mar se ven afectadas por la temperatura y salinidad del agua, por la actividad biológica que en ella se produce y por los procesos de mezcla debidos a los movimientos del agua del mar.

Los principales parámetros físico-químicos a la hora de determinar la calidad del agua de mar (y de otro tipo de aguas: residuales, abastecimiento, etc.) son los siguientes:

- **Temperatura:** Puede verse afectada por efluentes de aguas residuales calientes, aguas de las torres de refrigeración de las centrales eléctricas, algunas industrias, etc. Las variaciones en la temperatura del agua afectan a la solubilidad, viscosidad y densidad de los gases que contiene, entre ellos el oxígeno. Al aumentar la temperatura, se reduce la solubilidad del oxígeno en el agua, pudiendo incluso matar a los peces e incrementar la susceptibilidad de algunos organismos acuáticos frente a los parásitos, enfermedades y toxinas. Un aumento en la temperatura del agua también eleva la tasa de descomposición de la materia orgánica y afecta a la reproducción de los peces.
- **pH:** El agua en función del valor de pH puede ser ácida (pH entre 0 y 7), neutra (pH=7) o alcalina (pH entre 7 y 14). El valor de pH depende de la proporción de iones hidrógeno (H^+) y de iones hidroxilo (OH^-) presentes en el medio. A mayor proporción de iones H^+ , más ácida será el agua. El agua de mar tiene una capacidad tampón excelente, de modo que el pH varía poco y generalmente siempre se encuentra entre 7,5 y 8,5. Cualquier sustancia ácida o alcalina vertida al mar en grandes cantidades, de manera que se supere la capacidad tamponante de la misma, sería perjudicial para la vida marina.

- **Turbidez:** La materia en suspensión (materia orgánica e inorgánica, plancton, microorganismos, etc.) tiene el efecto de aumentar el grado de turbidez del agua, impidiendo que la luz penetre correctamente. Esto da lugar a una reducción de la tasa fotosintética y del crecimiento de las plantas, lo que repercute directamente en la población de vegetales marinos, peces, moluscos, etc. Estas partículas pueden provenir de las aguas residuales, de la erosión natural debida a la mala conservación de los suelos, de la minería, la agricultura, la silvicultura, la construcción, etc. Por ello, como medidas de prevención, se recomienda siempre el tratamiento de las aguas residuales y una buena conservación de los suelos.
- **Conductividad eléctrica:** Se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. A mayor cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad. El agua pura (destilada) por tanto, prácticamente no conduce la corriente, mientras que el agua con sales disueltas, como es el caso del agua de mar, es buena conductora de la corriente eléctrica. La conductividad del agua de mar es del orden de 50 mS/cm.
- **Nitratos y Fosfatos:** Las concentraciones elevadas de estos nutrientes en el océano son de origen antropogénico y provienen de las basuras orgánicas, lixiviados de fertilizantes de los cultivos (nitratos), basuras industriales, detergentes (fosfatos) y del tratamiento inadecuado de las aguas residuales. Causan eutrofización, es decir, un incremento de nutrientes en el agua. Este aporte extra de nutrientes, genera un incremento desmedido de la población de algas llamado habitualmente *bloom*, y la posterior disminución de la concentración del oxígeno disuelto debido a la descomposición aeróbica de las mismas. Esta disminución del oxígeno a su vez da lugar a la muerte o huida de los peces y el incremento de otras especies, causando un desequilibrio en el ecosistema acuático. Como método de prevención y control es recomendable el tratamiento avanzado de los residuos industriales y domésticos, una gestión apropiada de las aguas residuales y los desechos de animales y minimizar la erosión del suelo.
- **Amonio:** El nitrógeno en el agua suele aparecer en sus formas más oxidadas, NO_2^- (nitritos) o NO_3^- (nitratos). Los microorganismos aerobios presentes en el agua consumen el O_2 disuelto al degradar la materia orgánica presente y, al disminuir éste, otro tipo de microorganismos (bacterias desnitrificantes) reducen los compuestos de nitrógeno oxidados hasta formas más reducidas como el amonio (NH_4^+). La presencia de altas concentraciones de amonio en el agua indica contaminación reciente, principalmente por aguas residuales.
- **Cloruros:** Se puede afirmar que básicamente, el agua de mar es una solución acuosa de sales. El cloruro de sodio, conocido como sal común, destaca por su cantidad, ya que constituye por sí sola el 80 % de las sales. La cantidad de las diferentes sales permanece prácticamente constante, lo que permite medir la salinidad en función de la cantidad de cloro que se encuentra en el agua del mar, a lo que se le da el nombre de *clorinidad*.

- **Magnesio y Calcio:** Después del cloro y el sodio, el magnesio es el elemento más abundante en el agua del mar y se encuentra en una relación constante respecto al cloro. Se combina con otros elementos formando cloruro de magnesio, sulfato de magnesio y bromuro de magnesio y está presente en el esqueleto de algunos organismos marinos.

La cantidad de calcio que contienen las aguas marinas es menor que la de los elementos anteriores y su relación con el cloro permanece relativamente constante. Este calcio, combinándose con los carbonatos, constituye la estructura del esqueleto calizo, interior o exterior, de un gran número de organismos (foraminíferos, crustáceos, moluscos, etc.). Al morir estos organismos, sus esqueletos caen al fondo, en donde llegan a formar acumulaciones submarinas de gran extensión. Este calcio se disuelve lentamente y a causa de este comportamiento cíclico, la cantidad de calcio en el mar se mantiene constante.

En el agua de mar y en el agua de abastecimiento en general, la concentración de iones magnesio y calcio determinan la dureza del agua. El agua será más dura cuanto mayor sea la cantidad de calcio y magnesio.

- **Aceites y Grasas:** La presencia de estas sustancias en el mar indica una contaminación de la misma. Proceden de residuos de maquinaria y automóviles, operaciones de limpieza de tanques de barcos, rotura de tuberías, estaciones petrolíferas, etc. Se depositan en la superficie impidiendo la oxigenación de las aguas y la penetración de la luz solar. Pueden provocar desequilibrios en los ecosistemas (perjudica a la vegetación y a los peces), dan olor y sabor a las aguas, causan daños en las costas (económicos, estéticos y de uso), etc. Las medidas de prevención y control se basan en la regulación del transporte y almacenaje de este tipo de sustancias, así como un correcto sistema de recogida y reprocesado en las estaciones de servicio e industrias.
- **Tensioactivos:** Comúnmente se conocen como detergentes. Son sustancias orgánicas que forman parte de la composición de los detergentes y son utilizadas para la limpieza. Algunos de ellos son biodegradables y su presencia en el océano provoca un consumo excesivo de oxígeno, generando espumas que dificultan la oxigenación del agua y el paso de la luz, con los consiguientes efectos nocivos en el ecosistema marino.
- **Color, Transparencia y Materias Flotantes:** Son las primeras propiedades a considerar cuando se examina el agua. El agua debe ser incolora, transparente y sin materias flotantes. Cuando no es así, puede ser un primer indicador de contaminación.

Capacidad tampón del agua de mar: carbonatos y bicarbonatos

La alta capacidad tamponante que presenta el agua de mar permite que el valor del pH no varíe drásticamente cuando se le añaden otras sustancias de naturaleza ácida o básica. Esta capacidad se explica por el tipo y concentración de los iones que se encuentran en disolución en el agua de mar, y cuyas formas principales son:

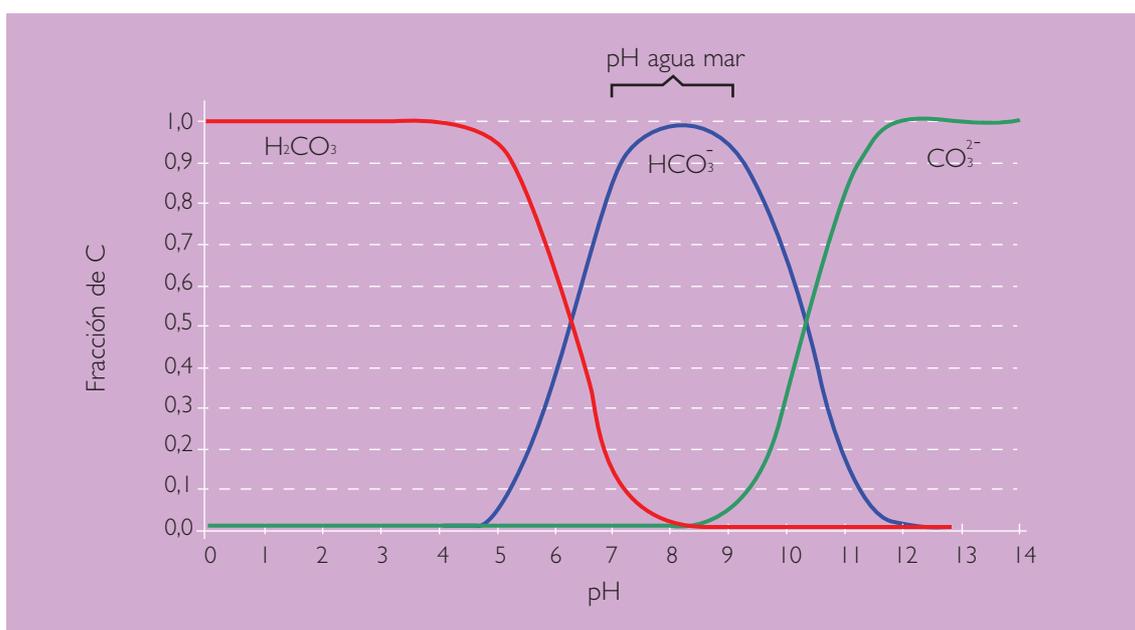
- dióxido de carbono (CO_2)
- ácido carbónico (H_2CO_3)
- bicarbonatos (HCO_3^-)
- carbonatos (CO_3^{2-})

Las cuatro formas están en la relación de equilibrio siguiente:



de tal manera que la proporción de cada una de las formas que se encuentran en el medio acuoso es dependiente del valor del pH del mismo.

La gráfica siguiente muestra la variación de la proporción de cada una de las formas del equilibrio en un medio acuoso en función del pH. El CO_2 no se representa en el gráfico porque es muy poco soluble en el agua de mar.



Observando la gráfica se deduce que al pH habitual del agua de mar (7,5 - 8,5), la forma iónica predominante es el bicarbonato.

Ante una variación de pH del medio (variación en la concentración de iones H^+), el equilibrio, siguiendo el principio de Le Chatelier, se desplazará hacia la derecha o izquierda, de forma que el pH siempre se mantenga constante. Es decir, si aumentamos el pH (disminuimos la concentración de H^+), el bicarbonato (HCO_3^-) tenderá a liberar su protón al medio para compensar, transformándose en carbonato (CO_3^{2-}). Si por el contrario, disminuimos el pH (aumentamos la concentración de H^+), el bicarbonato (HCO_3^-) tenderá a tomar un protón del medio y a transformarse en ácido carbónico (H_2CO_3). Esta capacidad para mantener el pH constante se denomina capacidad tampón o tamponante.



Unidad 4

Geología de las playas

Práctica I:

Determinación de la granulometría de la arena de playa



Fundamento

El análisis granulométrico de una arena nos permite conocer la distribución de los tamaños de las partículas que la forman. Para determinar la granulometría de una muestra de arena se toma para el ensayo una porción determinada, se tamiza a través de varias mallas de diámetro conocido y se pesa la masa de las fracciones retenidas en cada uno de los tamices, calculándose posteriormente los porcentajes parciales retenidos.

La curva granulométrica es la representación gráfica de la granulometría y nos permite obtener una visión objetiva de la distribución de tamaños de los granos del árido. Sirve además, para comparar visualmente diferentes materiales entre sí.



Material necesario



Material general

- Balanza
- Un juego de tamices y una base (fondo). Los tamices se seleccionarán en función del tamaño de partícula de cada una de las fracciones de arena, según el cuadro siguiente:

Fracción sedimentaria	mm
Grava	4 - 2
Arena muy gruesa	2 - 1
Arena gruesa	1 - 0,5
Arena media	0,5 - 0,25
Arena fina	0,25 - 0,125
Arena muy fina	0,125 - 0,062
Fango	< 0,062

Si no se dispone de tamices se puede construir una serie de ellos a partir de mallas plásticas o metálicas (se pueden encontrar en ferreterías) con distinto tamaño de abertura (poro). Lo más apropiado es construirlos con forma circular, rodeando el contorno con un trozo de manguera que se sujetará con ayuda de tanza. Es necesario también un recipiente para ir recogiendo las porciones que van pasando por los tamices.

Material por grupo

- 1 bandeja
- 1 marcador indeleble
- 4 vasos de plástico
- 1 cucharilla

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

Preparación de la muestra (1 día antes)

Una vez que se ha tomado la muestra en la playa y ha sido transportada al laboratorio, se remueve la arena para homogeneizar el contenido de la bolsa. Se extiende bien en una bandeja (no olvidar identificarla) y se deja secar al sol hasta el día siguiente. Si tras secarse las partículas que componen la muestra no están sueltas sino formando agregados, hay que deshacerlos manualmente.

Granulometría

- Pesar aproximadamente 500 g de muestra, anotando la masa exacta.

- Antes de comenzar el tamizado, asegurarse de que el juego de tamices está bien limpio y seco.
- El tamizado se hace de manera que, con una mano hacemos que la muestra tenga un movimiento circular mientras se dan golpecitos en el borde con la otra. En ningún caso se debe inducir el paso de una partícula a través del tamiz apretando con la mano.
- La muestra se hace pasar primero por el tamiz de mayor tamaño.
- Se pesa la porción de arena retenida en el tamiz de mayor tamaño, con ayuda del vaso de plástico y la cucharilla y se anota el valor.
- Se repite el proceso sucesivamente con el resto de los tamices, siempre de mayor a menor tamaño de poro, y se anota la masa de cada una de las fracciones retenidas.
- Pasar los resultados obtenidos a la siguiente tabla.



Tamiz	Masa retenida (g)
4 - 2	
2 - 1	
1 - 0,5	
0,5 - 0,25	
0,25 - 0,125	
0,125 - 0,062	
< 0,062	

Nota: Guardar un poco de arena sin tamizar, así como de cada una de las fracciones para realizar el resto de experimentos planteados en prácticas posteriores.

Curva granulométrica

Para su obtención se elabora una nueva tabla:

Tamiz (mm)	Masa retenida (g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
4 - 2				
2 - 1				
1 - 0,5				
0,5 - 0,25				
0,25 - 0,125				
0,125 - 0,062				
< 0,062				
Total				

La segunda columna se rellena con los datos ya anotados en la tabla anterior. Para el cálculo del % retenido (columna 3) es necesario calcular la masa total, sumando las masas de todas las fracciones retenidas más la fracción del fondo o recipiente receptor.

Expresar cada una de las masas retenidas como porcentaje retenido con respecto a la masa total de la muestra:

$$\% \text{ retenido} = \frac{100 \times \text{masa material retenido en tamiz}}{\text{masa total muestra}}$$

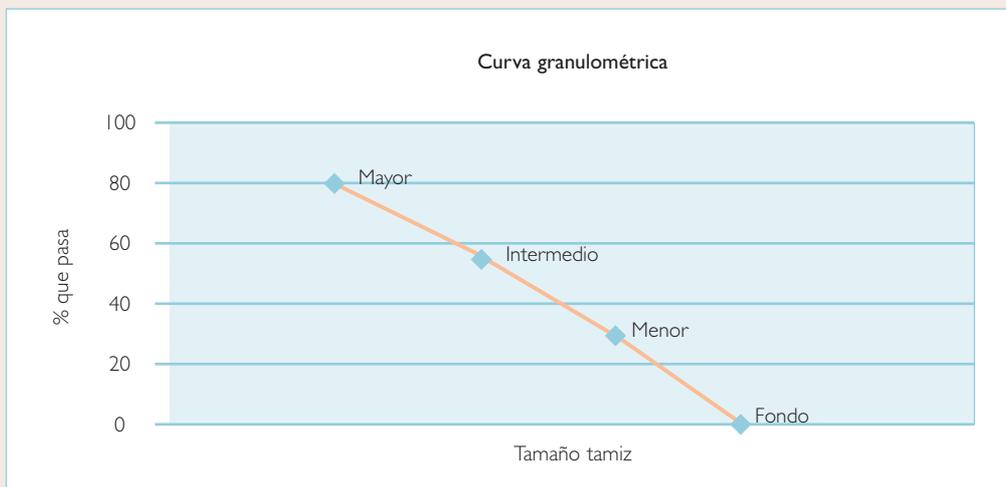
En la columna 4 se van colocando los porcentajes retenidos acumulados.

En la columna 5 se registra el porcentaje acumulado que pasa, que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado:

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$$

La curva granulométrica se obtiene representando en el eje vertical (ordenada) los porcentajes acumulados que pasan, y en el eje horizontal (abscisa) las distintas aberturas de los tamices.

Ejemplo:



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones:

1. Escribe el nombre del material ilustrado al inicio de este experimento.
2. Según los resultados observados, la arena estudiada, ¿tiene un tamaño homogéneo o heterogéneo?
3. ¿A qué crees que puede ser debido?
4. ¿Qué fracción es la más abundante en tu muestra de arena?
5. ¿Y la menos abundante?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión larga para el estudio granulométrico de las arenas en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Práctica II: Determinación de varios componentes en arena de playa



Fundamento

Realización de varias experiencias para determinar la presencia de materia orgánica, carbonato cálcico y cristales de cuarzo en arena de playa.

Para establecer la presencia-ausencia de materia orgánica en la muestra de arena, se procede a la oxidación de la misma añadiendo un agente oxidante como es el agua oxigenada (peróxido de hidrógeno). La aparición de burbujeo revela la existencia de materia orgánica.

La presencia de carbonato cálcico en la muestra de arena se hace patente si tras la adición de un ácido fuerte, como el clorhídrico, se observa efervescencia.

La existencia de cristales de cuarzo y la angulosidad de las partículas se distingue observando directamente la muestra bajo la lupa.



Material necesario



Material general

- Agua oxigenada (20 volúmenes)
- Ácido clorhídrico (HCl) al 25 %.
- Balanza

- Placa calefactora
- 1 lupa binocular

Material por grupo

- 5 vidrios de reloj
- Varilla de vidrio
- Probeta de 100 ml
- Vaso de precipitados de 50 ml
- 1 marcador
- 2 pipetas Pasteur de plástico o cuentagotas
- 1 cucharilla
- 1 bandeja

Material por persona

- Guantes de látex
- Bata de laboratorio



Procedimiento

Preparación de la muestra (*1 día antes*)

Se remueve la muestra de arena para homogeneizar el contenido de la bolsa y se extiende bien en una bandeja (no olvidar identificarla). Se deja secar al sol hasta el día siguiente.

Si una vez seca, se observan agregados de partículas, hay que deshacerlos manualmente hasta que las partículas queden sueltas.

Presencia de materia orgánica

- Pesar 20 g de arena e introducirlos en un vaso seco.
- Añadir 100 ml de agua oxigenada y agitar. Calentar a 60 °C en la placa calefactora durante dos horas, agitando la mezcla de vez en cuando con la varilla de vidrio.

Se observará una ebullición más o menos intensa por efecto de la descomposición de la materia orgánica con generación de oxígeno. Este oxígeno en presencia de un medio reductor, como es la materia orgánica de la arena, provoca el paso del carbono orgánico a dióxido de carbono que se libera en forma gaseosa.

- Añadir un poco más de agua oxigenada para comprobar si se produce efervescencia. En este caso, calentar 20 minutos a 100 °C y comprobar que todo el líquido se haya evaporado.
- Volver a pesar la muestra (sólo la arena) una vez que se haya enfriado.
- El % de materia orgánica viene dado por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mat. orgánica} = \frac{100 \times (M - M')}{M}$$

M = g de muestra inicial seca

M' = g de la muestra seca después del ensayo

Presencia de carbonato cálcico

Extremar las precauciones trabajando con el ácido clorhídrico

- Se pone media cucharilla de la muestra de arena sobre un vidrio de reloj.
- Se le añade unas gotas de ácido clorhídrico con ayuda de una pipeta Pasteur o cuentagotas.

La producción de efervescencia (liberación de CO_2), indica la presencia de carbonatos (CaCO_3). Si la efervescencia va acompañada de "olor a huevos podridos", es debido a la reacción de los sulfuros de la parte inorgánica, lo que hace que se libere H_2S (ácido sulfhídrico).

Presencia de cristales de cuarzo

Se pone un poco de la muestra de arena sobre un vidrio de reloj y observamos directamente bajo la lupa.

Si se ven cristales blanquecinos, estaremos ante un suelo con presencia de cuarzo.

Angulosidad

Con la misma muestra anterior; también bajo lupa, clasificar las partículas según su forma en: redondeadas, sub-redondeadas, sub-angulares y angulares.

Recopilar todos los resultados en una tabla similar a:

Muestra	Características
.....	<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:

Estudio por fracciones

Lavar los vidrios de reloj y repetir los experimentos (presencia de materia orgánica, presencia de carbonato cálcico, presencia de cristales de cuarzo y angulosidad) con cada una de las fracciones obtenidas en el tamizado de la Práctica I de granulometría.

Reflejar los resultados obtenidos en una tabla como la siguiente:

Fracción	% en masa	Características
Retenido en el tamiz de mayor tamaño		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad: ...
Retenido en el tamiz intermedio		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:
Retenido en el tamiz de menor tamaño		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:
En el fondo		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:
Total	100	



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones:

1. Describe las características encontradas en la arena sin tamizar y en cada una de las fracciones. ¿Ves diferencias entre las características de la muestra de arena sin tamizar y las de cada una de las fracciones?
2. ¿A qué puede ser debido?
3. ¿Conoces playas en las Islas Canarias con arena de distinto color? Cita tres ejemplos diferentes. ¿A qué crees que se debe esta diferencia de color?
4. ¿Cómo funciona una lupa?



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión larga para el estudio de características de las arenas en el laboratorio.
- 1 sesión de cálculo e interpretación de resultados en el aula.

Características de las arenas de playas canarias

Las playas son acumulaciones de sedimentos no consolidados ubicadas en la unión entre agua y tierra y que se encuentran sujetas al movimiento del oleaje, las corrientes marinas y el viento.

Las playas se erosionan durante las tormentas y vuelven a regenerarse durante los periodos de calma. La arena puede llegar a las playas desde diversas fuentes que incluyen barrancos (ríos, arroyos, etc.), erosión de áreas cercanas, deslizamientos y meteorización de rocas, movimientos de olas que traen arena de depósitos antiguos, erosión eólica y erosión de arrecifes de coral. Los sedimentos se redistribuyen a lo largo de la línea costera por efecto de las corrientes litorales que se inducen por las olas que rompen.

Las playas arenosas y de cantos son las más abundantes en las islas orientales y usualmente están constituidas por capas de arena sobre una plataforma rocosa. El tamaño del grano de arena puede variar desde grueso (2 mm) hasta más fino (0,1 mm). En las occidentales predominan las playas de cantos situadas al pie de acantilados y/o en la desembocadura de barrancos. Destacan por su singularidad los arenales y campos de dunas móviles de Corralejo y el Istmo de La Pared en Fuerteventura, las Dunas de Maspalomas en Gran Canaria y el Jable en Lanzarote.

El estudio detallado de las características de las arenas de una playa, nos da una idea de la pauta dinámica de las mismas. Estas características son:

- **Textura o granulometría:** es la distribución según su tamaño de las partículas de una muestra de suelo. Conocer esta granulometría es esencial para cualquier estudio del suelo, ya que está directamente relacionada con la manejabilidad, la demanda de agua, la compacidad y la resistencia mecánica. El tamaño de los sedimentos es el parámetro que posiblemente tenga mayor efecto sobre los organismos, ya que de él depende, en gran medida, la cantidad de agua retenida en los espacios intersticiales.

La distribución de las partículas con tamaño superior a 0,075 mm se determina mediante tamizado, con una serie de mallas normalizadas. Para partículas menores que 0,075 mm, su tamaño se determina observando la velocidad de sedimentación de las partículas en una suspensión de densidad y viscosidad conocidas.

- **Curva granulométrica:** es la representación gráfica de la granulometría y nos permite tener una visión objetiva de la distribución de tamaños de los granos del árido. Sirve también para comparar visualmente diferentes materiales entre sí.



Sistema de tamización automática utilizado en los laboratorios para el estudio granulométrico de los suelos

- **Materia orgánica:** consiste en restos de tejidos animales y vegetales, principalmente formados por carbono, nitrógeno y oxígeno. La descomposición de esta materia orgánica, aporta al suelo diferentes minerales como amonio, nitratos, fosfatos, etc., elementos esenciales para la formación de un suelo y el posterior asentamiento de especies vegetales. Las playas apenas tienen aporte de materia orgánica. Son resultado de fenómenos erosivos o de la acumulación reciente de aportes aluviales de arena y se consideran suelos no evolucionados (suelos brutos) muy próximos a la roca madre.
- **Carbonato cálcico:** su presencia en la arena es debida a restos animales (conchas y/o esqueletos de animales marinos) o vegetales (fragmentos de algas calcáreas). Cuanto mayor es la proporción de carbonato cálcico, más blanca será la arena.
- **Cristales de cuarzo:** a medida que aumenta la proporción de cuarzo en una muestra de arena, se habla de mayor madurez de la misma.
- **Angulosidad:** las partículas que conforman el suelo o arena se clasifican en función a su forma en:
 - partículas redondeadas
 - partículas sub-redondeadas
 - partículas sub-angulares
 - partículas angulares

Práctica I

Tabla intermedia para la elaboración de la curva granulométrica.

Tamiz (mm)	Masa retenida (g)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
Mayor				
Intermedio				
Menor				
Fondo				
Total				

Material
fotocopiable

COMENTARIOS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Práctica II

Tablas resumen de las pruebas realizadas a cada muestra.

Muestra	Características
.....	<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:

Fracción	% en masa	Características
Retenido en el tamiz de mayor tamaño		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad: ...
Retenido en el tamiz intermedio		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:
Retenido en el tamiz de menor tamaño		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:
En el fondo		<input type="checkbox"/> materia orgánica <input type="checkbox"/> carbonato cálcico <input type="checkbox"/> sulfuros <input type="checkbox"/> cuarzo Angulosidad:
Total	100	

COMENTARIOS

.....

.....

.....

.....

.....



Unidad 5

Procesos físicos en la costa:
las mareas y el viento

Práctica I: Determinación de los parámetros de las mareas

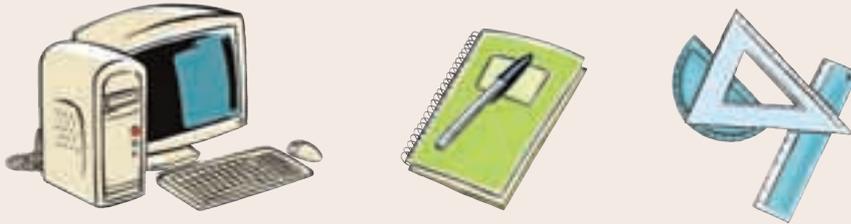


Fundamento

Elaboración, representación e interpretación de un gráfico de mareas a partir de una serie de datos obtenidos de un portal web específico.



Material necesario



Material por grupo

- Ordenador con conexión a Internet (no imprescindible)
- Lápiz
- Regla
- Papel cuadriculado



Procedimiento

Es interesante que los distintos grupos elijan datos diferentes (niveles medios del mar frente al tiempo) con el fin de comparar los resultados. Pueden trabajar con datos de:

- Distintos sectores y estaciones
- Distintas fechas:
 - Fechas correlativas para observar cómo se desplazan las horas de la bajamar y pleamar
 - Ciclos lunares: luna nueva, llena, creciente, menguante
 - Equinoccios (20/21 de marzo y 22/23 de septiembre) o solsticios (21/22 de diciembre y 21/22 de junio)

Procedimientos específicos

PASO I

Adquisición de datos

Ir a la página web:

www.puertos.es/es/oceanografia_y_meteorologia

Nota: en el caso de que los alumnos no tengan acceso a Internet, el profesor suministrará los datos necesarios para la práctica

PASO II

Clic en **Predicciones**

PASO III

Clic en **Predicción de marea astronómica**

PASO IV

Clic en un **sector** (Por ejemplo: *Las Islas Canarias*)

PASO V

Clic en una **estación** (Por ejemplo: *Las Palmas de Gran Canaria*)

PASO VI

Seleccionar **intervalo**, **modo** y **referencia**, en función de lo que se pretende estudiar: Por ejemplo: *Intervalo: Días; Modo: cada 10 m; Referencia: nivel medio.*

PASO VII

Seleccionar una **fecha**

Por ejemplo: *8 de septiembre de 2005 (día del Pino)*

PASO VIII

Clic en **actualizar selección**

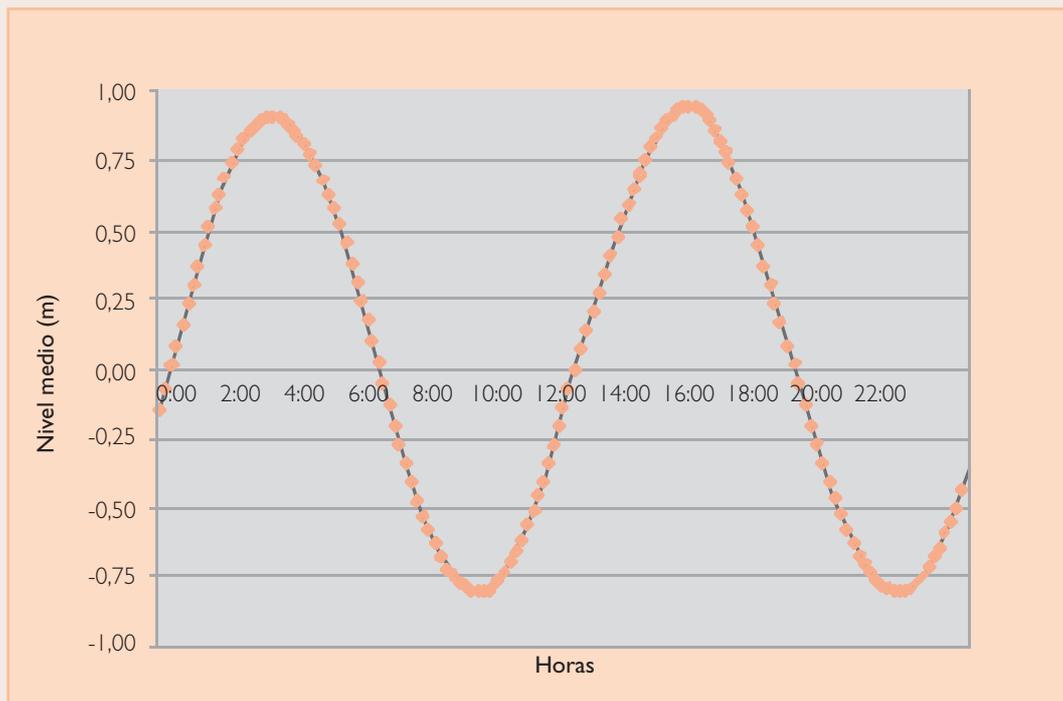
Siguiendo los datos del ejemplo, se obtiene la siguiente tabla:

PREVISIÓN ASTRONÓMICA DE MAREAS: LAS PALMAS, 8 DE SEPTIEMBRE DE 2005 (ALTURA EN METROS)

Hora	HH:00	HH:10	HH:20	HH:30	HH:40	HH:50
0	-0.14	-0.07	0.01	0.08	0.16	0.23
1	0.30	0.37	0.44	0.51	0.57	0.63
2	0.68	0.73	0.78	0.82	0.85	0.87
3	0.89	0.91	0.91	0.91	0.90	0.89
4	0.87	0.85	0.81	0.78	0.73	0.68
5	0.63	0.58	0.52	0.45	0.38	0.31
6	0.24	0.17	0.10	0.02	-0.05	-0.13
7	-0.20	-0.27	-0.34	-0.41	-0.47	-0.53
8	-0.58	-0.63	-0.68	-0.72	-0.75	-0.77
9	-0.79	-0.80	-0.80	-0.80	-0.79	-0.78
10	-0.76	-0.73	-0.69	-0.66	-0.61	-0.56
11	-0.51	-0.46	-0.40	-0.34	-0.28	-0.21
12	-0.14	-0.08	-0.01	0.06	0.13	0.20
13	0.27	0.34	0.41	0.47	0.53	0.59
14	0.65	0.70	0.75	0.80	0.83	0.87
15	0.89	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94
16	0.93	0.91	0.89	0.86	0.82	0.78
17	0.74	0.69	0.63	0.58	0.51	0.45
18	0.38	0.31	0.24	0.17	0.09	0.02
19	-0.05	-0.13	-0.20	-0.27	-0.34	-0.40
20	-0.46	-0.52	-0.57	-0.62	-0.67	-0.70
21	-0.73	-0.76	-0.78	-0.79	-0.80	-0.80
22	-0.79	-0.78	-0.76	-0.74	-0.71	-0.67
23	-0.64	-0.59	-0.55	-0.50	-0.44	-0.39

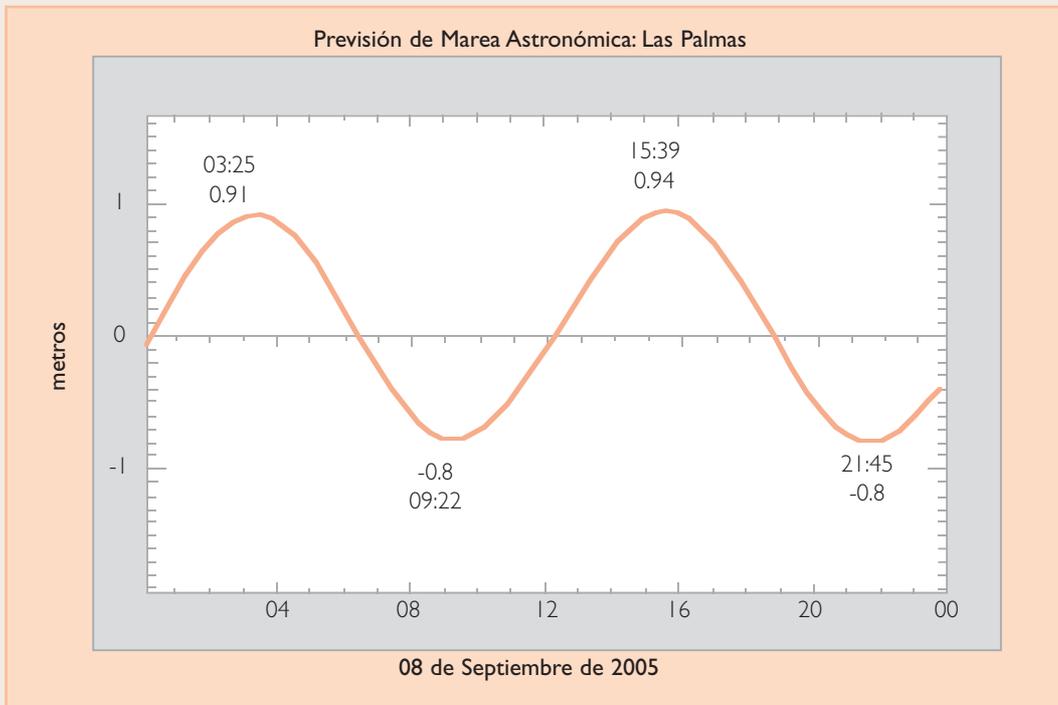
PASO IX

Con los datos de la tabla resultante se representan gráficamente las horas (eje X) frente a las alturas del nivel medio del mar (eje Y). Dicha representación se puede realizar con Microsoft Excel o, manualmente, en papel cuadrulado (representar datos cada 20 ó 30 minutos para que el número de datos no sea tan grande).



PASO X

Comparar el gráfico obtenido con el suministrado por la página Web para la fecha y estación seleccionados (*en modo, seleccionar Gráfico Máx./Min*).



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones con ayuda del gráfico que has obtenido y los que han obtenido tus compañeros:

1. Identificar en el gráfico: la bajamar, la pleamar, la subida y bajada de la marea, la amplitud de la marea y el nivel medio.
2. ¿Cuánto tiempo transcurre entre una pleamar y una bajamar?
3. ¿Cuántas pleamares y bajamares tienen lugar en un día?
4. ¿Cuántos metros de diferencia en el nivel del mar hay entre la bajamar y la pleamar?, ¿cómo se llama esa diferencia?
5. ¿Qué diferencias hay entre la marea con luna nueva, llena, creciente y menguante?
6. ¿Con cuál de ellas se tienen alturas del nivel medio del mar más altas?
7. ¿A qué es debido?
8. ¿Qué alturas del nivel medio del mar tienen lugar durante los meses correspondientes a los equinoccios y los solsticios?

9. ¿A qué popular fiesta relacionarías lo que ocurre próximo al equinoccio de septiembre y que da nombre a la marea en la Isla de Gran Canaria?

10. Para una misma fecha, ¿hay diferencias entre lo que ocurre en las distintas estaciones estudiadas?, ¿a qué se deben?



Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de obtención de datos de la Web y construcción de los gráficos de mareas en el aula de informática.
- 1 sesión de interpretación de resultados en el aula.

Práctica II: Elaboración de una rosa de los vientos



Fundamento

Elaboración e interpretación de una rosa de los vientos a partir de una serie de datos de viento reales.



Material necesario



Material por grupo

- Serie de datos de vientos
- Tabla intermedia de frecuencias y Tabla de porcentajes
- Rosa de los vientos “vacía”
- Calculadora u ordenador
- Lápices o rotuladores de colores
- Regla



Procedimiento

- A cada grupo de alumnos (2-3), se le facilita una serie de datos brutos reales de una estación meteorológica de las Islas situada cerca de la costa. Sería interesante distribuir tablas de datos correspondientes a épocas del año y zonas diferentes.
- Con ayuda de calculadora u ordenador, deberán transformar la tabla de datos brutos para rellenar la tabla intermedia de distribución de frecuencias y con ella, la tabla de porcentajes.
- A partir de esta tabla de porcentajes, se elabora la rosa de los vientos.
- Interpretando la misma, deberán ser capaces de responder a una serie de cuestiones.

Procedimientos específicos

PASO I

Se parte de una serie de datos brutos de viento que incluya información de: fecha, hora, velocidad y dirección del viento. Sirva como ejemplo la siguiente serie:

ESTACIÓN: GANDO - AEROPUERTO GRAN CANARIA									
	21/03/2004		21/06/2004		21/09/2004		21/12/2004		
horas	Velocidad (m/s)	Dirección							
0	4,7	N	6,41	N	3,26	NNO	4,55	N	
1	4,72	N	6,01	N	3,5	NNO	4,41	N	
2	4,6	N	5,85	N	3,62	NNO	4,29	N	
3	4,75	N	5,78	N	3,46	NNO	4,3	N	
4	4,43	NNO	5,62	N	3,29	NNO	4,07	NNO	
5	4,59	N	5,39	N	3,33	NNO	3,95	NNO	
6	4,71	N	5,48	N	3,24	NNO	3,9	NNO	
7	5,34	N	5,73	N	3,3	NNO	3,8	NNO	
8	6,43	NNE	6,5	NNE	3,6	NNO	3,85	N	
9	6,95	NNE	7,18	NNE	4,27	NE	4,18	NNE	
10	7,46	NNE	7,39	NNE	4,76	ENE	4,66	NNE	
11	7,72	NNE	7,45	NE	4,97	ENE	4,86	NE	
12	7,91	NE	7,67	NE	5,01	E	5,1	NE	
13	8,12	NE	7,62	NE	5	ENE	5,37	NE	
14	8,19	NE	7,9	NNE	5,01	ENE	5,33	NE	
15	7,91	NNE	7,95	NNE	5,03	ENE	5,31	NE	
16	7,65	NNE	7,95	NNE	4,65	NE	5	NE	
17	7,54	NNE	7,71	NNE	4,28	NE	4,83	NNE	
18	6,99	NNE	7,51	NNE	3,77	NNE	4,67	NNE	
19	6,31	NNE	6,97	NNE	3,56	N	4,55	N	
20	6,01	NNE	6,75	NNE	3,66	NNO	4,48	N	
21	5,71	N	6,6	NNE	3,52	NNO	4,48	N	
22	5,45	N	6,47	N	3,73	NNO	4,62	N	
23	5,2	N	6,43	N	3,47	NNO	4,43	N	

Como ejemplo de realización de la práctica, vamos a tomar de la tabla anterior los siguientes datos, correspondientes a:

GANDO - AEROPUERTO GRAN CANARIA CON FECHA 21/03/2004		
Hora	Velocidad (m/s)	Dirección
0	4,7	N
1	4,72	N
2	4,6	N
3	4,75	N
4	4,43	NNO
5	4,59	N
6	4,71	N
7	5,34	N
8	6,43	NNE
9	6,95	NNE
10	7,46	NNE
11	7,72	NNE
12	7,91	NE
13	8,12	NE
14	8,19	NE
15	7,91	NNE
16	7,65	NNE
17	7,54	NNE
18	6,99	NNE
19	6,31	NNE
20	6,01	NNE
21	5,71	N
22	5,45	N
23	5,2	N

PASO II

Rellenar la tabla intermedia de distribución de frecuencias:

Para ello hay que contar el nº de veces total que aparece cada combinación “rango de velocidad-dirección” y ese número es el que se pone en la tabla intermedia de frecuencias. **Con los datos del ejemplo, la tabla quedaría así:**

DIRECCIÓN DEL VIENTO																	
m/s	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Totales
0-1																	
1-2																	
2-3																	
3-4																	
4-5	6															1	7
5-6	4																4
6-7		5															5
7-8		5	1														6
8-9			2														2
10-11																	
11-12																	
Totales	10	10	3													1	24

PASO III

Convertir los resultados de la tabla anterior a porcentajes y rellenar la tabla de porcentajes: Para cada casilla, se transforma el dato a porcentaje teniendo en cuenta el número total de resultados. **En nuestro ejemplo** (24=100%):

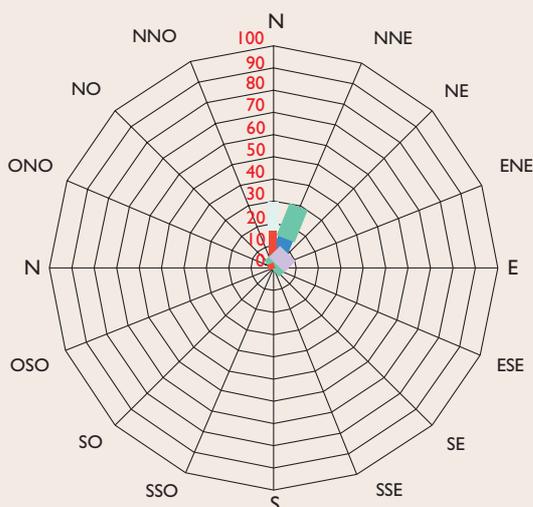
m/s	DIRECCIÓN DEL VIENTO																Totales	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO		
0-1																		
1-2																		
2-3																		
3-4																		
4-5	25																4,17	29,17
5-6	16,67																	16,67
6-7		20,83																20,83
7-8		20,83	4,17															25
8-9			8,33															8,33
10-11																		
11-12																		
Totales	41,67	41,66	12,5														4,17	100

PASO IV

Con la información de la tabla del paso anterior, elaborar la rosa de los vientos. Para cada una de las direcciones representar en ella:

- *la frecuencia*: como longitud con ayuda de los radiales
- *la velocidad*: con ayuda de los códigos de color y/o grosor facilitadas más abajo

Para el ejemplo realizado, la rosa de los vientos obtenida es:



m/s	*Código color	*Código/grosor
0-1	Amarillo claro	—
1-2	Amarillo oscuro	—
2-3	Naranja claro	—
3-4	Naranja oscuro	—
4-5	Rojo	—
5-6	Azul	—
6-7	Azul oscuro	—
7-8	Verde	—
8-9	Morado	—
9-10	Rosa fucsia	—
10-11	Marrón oscuro	—
11-12	Negro	—

* Los códigos de color/grosor suministrados son una guía. Cada grupo puede utilizar su propia escala siempre y cuando la indique claramente.



Cuestiones

Responder a las siguientes cuestiones a partir de la observación de la rosa de los vientos para esa zona y fecha concretas:

1. ¿Cuál es la dirección predominante del viento?
2. ¿Cuál es la velocidad máxima alcanzada?
3. ¿Se ven diferencias, en cuanto a la velocidad del viento, entre las horas diurnas y las nocturnas?
4. Si se realizara un vertido de aguas residuales en esta zona, ¿hacia dónde se dirigiría?
5. Si tuvieras que planificar un parque eólico en tu isla, ¿dónde lo situarías?, ¿por qué?

Comparando tus respuestas con las de tus compañeros:

6. Para una misma zona, ¿se ven diferencias en las características del viento en función de la fecha?, ¿a qué puede ser debido?
7. Para una misma fecha, ¿se ven diferencias en las características del viento en función de la zona? ¿a qué puede ser debido?



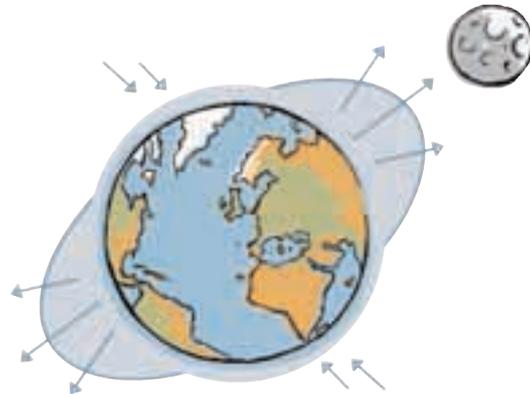
Temporización

- 1 sesión de introducción y conceptos previos en el aula.
- 1 sesión de construcción de la rosa de los vientos a partir de datos brutos en el aula de informática.
- 1 sesión de interpretación de resultados en el aula.

Si observamos durante un día completo las oscilaciones del mar podemos ver el siguiente ciclo: el nivel del agua sube (creciente) hasta llegar a un máximo llamado *pleamar* o marea llena; luego se mantiene estacionario por un periodo de tiempo, que se denomina *marea parada*. Posteriormente, comienza a bajar (vaciante) hasta llegar a un mínimo llamado *bajamar* o marea vacía, y otra vez empieza a subir iniciando otro nuevo ciclo. Estos movimientos periódicos ascendentes y descendentes del nivel del mar reciben el nombre de mareas.

Las mareas altas y bajas se alternan en un ciclo continuo que se repite cada día lunar (duración media: 24 h 50' 28''), produciendo dos mareas altas y dos bajas en cada ciclo. Las variaciones producidas entre los niveles de marea alta y baja se conocen como *amplitud* de la marea.

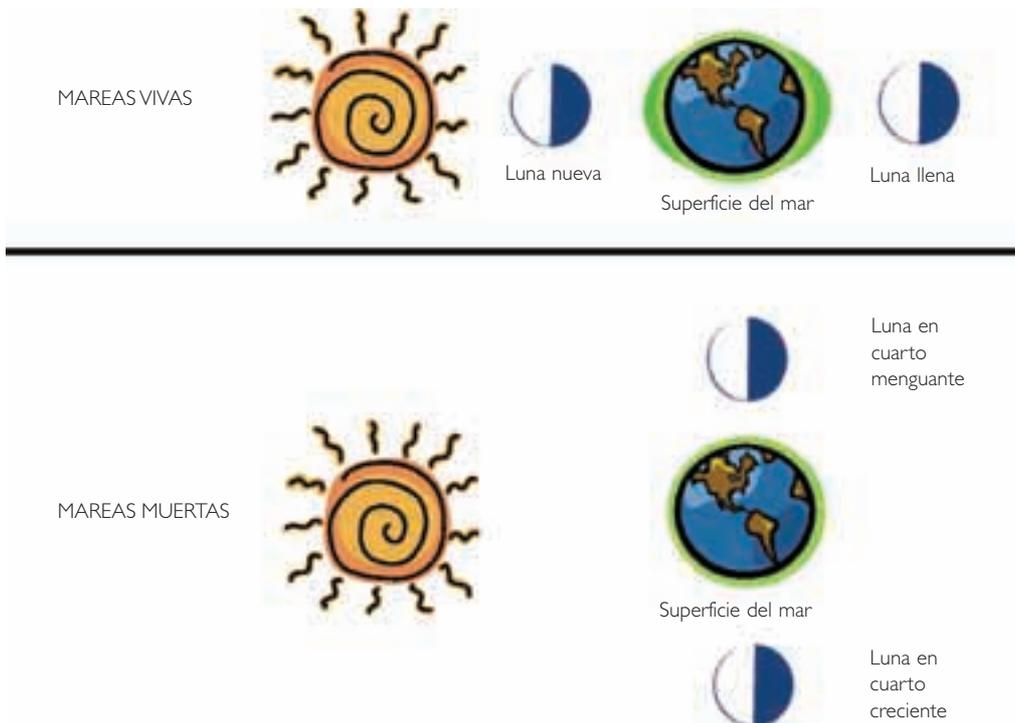
Los movimientos de marea se deben a la atracción gravitatoria de la Luna y el Sol sobre el agua y la propia Tierra. Esta fuerza de atracción gravitacional provoca una oscilación rítmica de las masas de agua debido a la orbitación de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra.



La Luna, por estar mucho más cerca de la Tierra que el Sol, es la causa principal de las mareas. Así, cuando la Luna está justamente encima de un punto dado de la Tierra, la combinación de fuerzas hace que el agua se eleve sobre su nivel normal. Esto se conoce como marea alta o *pleamar*. Lo mismo ocurre con las regiones situadas en el lado opuesto de la Tierra. En las zonas perpendiculares al eje de mareas, sin embargo, se producen fases de marea baja o *bajamar*.

Igualmente, el Sol provoca el ascenso de dos crestas de onda opuestas, pero como el Sol está lejos de la Tierra, su fuerza para crear mareas es significativamente menor que la de la Luna.

El resultado de la suma de las fuerzas ejercidas por la Luna y el Sol es una onda compuesta por dos crestas, cuya posición depende de las posiciones relativas del Sol y de la Luna en un instante dado. Así, por ejemplo, durante las fases de Luna nueva y llena (cuando el Sol, la Luna y la Tierra están alineados) las fuerzas de atracción solar y lunar se suman creando una marea conocida como mareas vivas. Cuando esto ocurre, las mareas altas ascienden más y las mareas bajas descienden más de lo habitual. Sin embargo, cuando la Luna está en el primer o tercer cuadrante (cuarto menguante o creciente) y el Sol forma un ángulo recto con respecto a la Tierra, las fuerzas de atracción del Sol y de la Luna son opuestas y se restan. Este estado se conoce como el de marea muerta, en el que las mareas altas son más bajas y las mareas bajas son más de lo normal.



Otros factores que influyen en la evolución de las mareas son: la latitud, la profundidad del mar, la forma de la costa, el tipo de costa, etc. El instrumento de medida de las mareas se denomina mareógrafo.

El viento es el movimiento de las masas de aire originado por el calentamiento desigual entre diferentes zonas de la Tierra y de la atmósfera. Las masas de aire caliente, menos densas, ascienden, ocupando su lugar masas circundantes de aire más frío y denso.

Los parámetros principales que caracterizan el viento son:

- **Velocidad**, expresada en m/s, km/h, nudos, etc.
- **Dirección**, dada en grados (°) o en componentes (Norte (N), Noreste (NE), Este (E), etc.). Las dos maneras de expresar la dirección se relacionan de la siguiente manera:

DIRECCIONES DE LA ROSA NÁUTICA		GRADOS O ARCOS
N		360
NNE		22,5
NE		45
ENE		67,5
E		90
ESE		112,5
SE		135
SSE		157,5
S		180
SSW		202,5
SW		225
WSW		247,5
W		270
WNW		292,5
NW		315
NNW		337,5

La velocidad del viento se mide con un aparato llamado **anemómetro**, que consiste en un eje vertical con un molinete con 3-4 cazoletas, de manera que giran con el viento y permite medir su velocidad. La dirección del viento, se establece mediante una **veleta**.

Las estaciones meteorológicas pueden proporcionar registros continuos de velocidades y direcciones del viento generando diariamente una cantidad ingente de datos que hay que

procesar. Para poder manejar e interpretar todos estos datos, se hace imprescindible su tratamiento estadístico y la representación de los mismos de forma más sencilla y gráfica, lo que nos permite obtener conclusiones fácilmente.

En el caso de las Islas Canarias, el viento principal es el **Alisio**. Su origen está en el anticiclón de las Azores, que da lugar a que en las islas soplen unos vientos de componente Noreste y Norte-Noreste, con unos 20-22 km/h de velocidad media, aunque pueden llegar a alcanzar los 60-70 km/h. Se dan con mayor frecuencia e intensidad en los meses de verano, entre abril y septiembre.

Cuando el anticiclón de las Azores se retira, permite que se aproxime a las Islas Canarias el aire polar marítimo procedente del Atlántico Norte que viene acompañado de borrascas, frentes, vaguadas, etc. Este viento produce un tiempo muy inestable, con lluvias intensas, vientos fuertes, temperaturas bajas y genera un fuerte oleaje en alta mar y en las costas. Estas condiciones meteorológicas predominan desde el otoño hasta principios de primavera.

El debilitamiento o la retirada del anticiclón de Azores permite además que Canarias se vea afectada por invasiones de aire sahariano. Este aire cálido y seco suele traer polvo en suspensión (calima). Por lo general, son vientos fuertes con una componente Este o Sureste muy marcada que se dan principalmente durante los meses de verano.

El viento, además de su trascendencia como fuente de energía eólica en las Islas Canarias, también juega un papel fundamental en la dinámica de playas, más concretamente, en la formación de dunas. Las dunas litorales son acumulaciones de arena producidas por la retención, por parte de la vegetación, de los sedimentos transportados por el viento.

Para poder describir los vientos con claridad, Beaufort creó una escala muy clara y sencilla para describir su intensidad. Se conoce como **Escala de Beaufort** de los vientos:

GRADO	DENOMINACIÓN	VELOCIDAD (NUDOS)	ESPECIFICACIONES
0	Calma	< 1	La mar está como un espejo.
1	Ventolina	1-3	La mar empieza a rizarse.
2	Flojito	4-6	Olas pequeñas que no llegan a romper (brisa muy débil).
3	Flojo	7-10	Olas cuyas crestas empiezan a romper (brisa débil). Borreguillos dispersos.
4	Bonancible	11-16	Olas un poco largas (brisa moderada); numerosos borreguillos.
5	Fresquito	17-21	Olas moderadas y alargadas (brisa fresca); gran abundancia de borreguillos y, eventualmente, algunos rociones.
6	Fresco	22-27	Comienza la formación de olas grandes (brisa fuerte); las crestas de espuma blanca se ven por todas partes. Aumentan los rociones y la navegación es peligrosa para las embarcaciones pequeñas.
7	Frescachón	28-33	La espuma es arrastrada en la dirección del viento (viento fuerte); la mar es gruesa.
8	Temporal	34-40	Olas altas con rompientes; la espuma es arrastrada en nubes blancas (viento duro).
9	Temporal fuerte	41-47	Olas muy gruesas. La espuma es arrastrada en capas espesas (muy duro). La mar empieza a rugir. Los rociones dificultan la visibilidad.
10	Temporal duro	48-55	Olas muy gruesas con crestas empenachadas (temporal). La superficie aparece blanca. Visibilidad reducida. La mar ruge intensamente.
11	Temporal muy duro	56-63	Olas excepcionalmente grandes (borrasca), los buques de mediano tonelaje se pierden de vista. Mar completamente blanca. Visibilidad muy reducida. La navegación se hace imposible.
12	Temporal huracanado	64-71	El aire está lleno de espuma y de rociones (huracán). La visibilidad es casi nula. Se imposibilita toda navegación.

Nota: un nudo equivale a una milla marina por hora, es decir, 1,852 km/h

Práctica I

PREVISIÓN ASTRONÓMICA DE MAREAS: LAS PALMAS, 8 DE SEPTIEMBRE DE 2005

Hora	HH:00	HH:10	HH:20	HH:30	HH:40	HH:50
0	-0,14	-0,07	0,01	0,08	0,16	0,23
1	0,30	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
2	0,68	0,73	0,78	0,82	0,85	0,87
3	0,89	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
4	0,87	0,85	0,81	0,78	0,73	0,68
5	0,63	0,58	0,52	0,45	0,38	0,31
6	0,24	0,17	0,10	0,02	-0,05	-0,13
7	-0,20	-0,27	-0,34	-0,41	-0,47	-0,53
8	-0,58	-0,63	-0,68	-0,72	-0,75	-0,77
9	-0,79	-0,80	-0,80	-0,80	-0,79	-0,78
10	-0,76	-0,73	-0,69	-0,66	-0,61	-0,56
11	-0,51	-0,46	-0,40	-0,34	-0,28	-0,21
12	-0,14	-0,08	-0,01	0,06	0,13	0,20
13	0,27	0,34	0,41	0,47	0,53	0,59
14	0,65	0,70	0,75	0,80	0,83	0,87
15	0,89	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94
16	0,93	0,91	0,89	0,86	0,82	0,78
17	0,74	0,69	0,63	0,58	0,51	0,45
18	0,38	0,31	0,24	0,17	0,09	0,02
19	-0,05	-0,13	-0,20	-0,27	-0,34	-0,40
20	-0,46	-0,52	-0,57	-0,62	-0,67	-0,70
21	-0,73	-0,76	-0,78	-0,79	-0,80	-0,80
22	-0,79	-0,78	-0,76	-0,74	-0,71	-0,67
23	-0,64	-0,59	-0,55	-0,50	-0,44	-0,39

PREVISIÓN ASTRONÓMICA DE MAREAS: PUERTO DEL ROSARIO, 21 DE JUNIO DE 2005

Hora	HH:00	HH:10	HH:20	HH:30	HH:40	HH:50
0	-0,14	-0,07	0,01	0,08	0,16	0,23
1	0,30	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63
2	0,68	0,73	0,78	0,82	0,85	0,87
3	0,89	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
4	0,87	0,85	0,81	0,78	0,73	0,68
5	0,63	0,58	0,52	0,45	0,38	0,31
6	0,24	0,17	0,10	0,02	-0,05	-0,13
7	-0,20	-0,27	-0,34	-0,41	-0,47	-0,53
8	-0,58	-0,63	-0,68	-0,72	-0,75	-0,77
9	-0,79	-0,80	-0,80	-0,80	-0,79	-0,78
10	-0,76	-0,73	-0,69	-0,66	-0,61	-0,56
11	-0,51	-0,46	-0,40	-0,34	-0,28	-0,21
12	-0,14	-0,08	-0,01	0,06	0,13	0,20
13	0,27	0,34	0,41	0,47	0,53	0,59
14	0,65	0,70	0,75	0,80	0,83	0,87
15	0,89	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94
16	0,93	0,91	0,89	0,86	0,82	0,78
17	0,74	0,69	0,63	0,58	0,51	0,45
18	0,38	0,31	0,24	0,17	0,09	0,02
19	-0,05	-0,13	-0,20	-0,27	-0,34	-0,40
20	-0,46	-0,52	-0,57	-0,62	-0,67	-0,70
21	-0,73	-0,76	-0,78	-0,79	-0,80	-0,80
22	-0,79	-0,78	-0,76	-0,74	-0,71	-0,67
23	-0,64	-0,59	-0,55	-0,50	-0,44	-0,39

PREVISIÓN ASTRONÓMICA DE MAREAS: GRANADILLA, 21 DE DICIEMBRE DE 2005

Hora	HH:00	HH:10	HH:20	HH:30	HH:40	HH:50
0	-0,62	-0,59	-0,55	-0,51	-0,46	-0,42
1	-0,38	-0,34	-0,29	-0,25	-0,21	-0,17
2	-0,12	-0,08	-0,05	-0,01	0,02	0,05
3	0,08	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18
4	0,19	0,19	0,20	0,19	0,19	0,18
5	0,16	0,15	0,13	0,10	0,08	0,05
6	0,01	-0,02	-0,06	-0,10	-0,14	-0,19
7	-0,23	-0,28	-0,32	-0,37	-0,41	-0,46
8	-0,50	-0,55	-0,59	-0,63	-0,67	-0,70
9	-0,74	-0,77	-0,80	-0,82	-0,85	-0,87
10	-0,88	-0,89	-0,90	-0,91	-0,91	-0,91
11	-0,91	-0,90	-0,89	-0,88	-0,86	-0,84
12	-0,82	-0,79	-0,77	-0,74	-0,71	-0,68
13	-0,64	-0,61	-0,57	-0,54	-0,50	-0,47
14	-0,43	-0,39	-0,36	-0,33	-0,29	-0,26
15	-0,23	-0,21	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12
16	-0,11	-0,10	-0,09	-0,09	-0,08	-0,09
17	-0,09	-0,10	-0,11	-0,12	-0,14	-0,15
18	-0,17	-0,20	-0,22	-0,25	-0,28	-0,31
19	-0,34	-0,37	-0,40	-0,43	-0,47	-0,50
20	-0,53	-0,56	-0,59	-0,62	-0,65	-0,68
21	-0,70	-0,72	-0,74	-0,76	-0,78	-0,79
22	-0,80	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81
23	-0,80	-0,79	-0,78	-0,77	-0,75	-0,73

PREVISIÓN ASTRONÓMICA DE MAREAS: PUERTO DE LA ESTACA, 29 DE MAYO DE 2005

Hora	HH:00	HH:10	HH:20	HH:30	HH:40	HH:50
0	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,28
1	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51
2	0,56	0,60	0,65	0,69	0,73	0,78
3	0,82	0,86	0,90	0,93	0,97	1,00
4	1,03	1,06	1,08	1,10	1,12	1,13
5	1,14	1,15	1,16	1,16	1,15	1,15
6	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04
7	1,02	0,99	0,96	0,92	0,89	0,85
8	0,82	0,78	0,74	0,71	0,67	0,63
9	0,60	0,57	0,53	0,50	0,47	0,44
10	0,42	0,40	0,38	0,36	0,35	0,34
11	0,33	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33
12	0,35	0,36	0,38	0,40	0,42	0,45
13	0,48	0,51	0,54	0,58	0,62	0,66
14	0,70	0,74	0,79	0,83	0,87	0,92
15	0,96	1,00	1,05	1,09	1,12	1,16
16	1,19	1,23	1,26	1,28	1,30	1,32
17	1,34	1,35	1,36	1,37	1,37	1,37
18	1,37	1,36	1,35	1,33	1,31	1,29
19	1,26	1,23	1,20	1,16	1,13	1,09
20	1,05	1,00	0,96	0,91	0,86	0,82
21	0,77	0,72	0,68	0,63	0,59	0,54
22	0,50	0,46	0,42	0,38	0,35	0,32
23	0,29	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19

Práctica II

SERIE DE DATOS DE VIENTO ESTACIÓN 1

ESTACIÓN 1: TORRE METEOLÓGICA DE POZO IZQUIERDO (20 m)								
21/03/2004			21/06/2004		21/09/2004		21/12/2004	
horas	Velocidad (m/s)	Dirección						
0	6,34	NE	10	NE	4,78	NE	5,78	NE
1	6,08	NE	9,43	NE	4,77	NE	6,06	NE
2	6,3	NE	8,91	NE	5,1	NE	5,66	NE
3	6,28	NE	8,79	NE	5,06	NE	5,64	NE
4	6,19	NE	8,81	NE	4,79	NE	5,42	NE
5	6,21	NE	8,45	NE	4,8	NE	5,47	NE
6	5,98	NE	7,47	NE	4,33	NE	5,49	NE
7	6,29	NE	7,19	NE	4,3	NE	5,42	NE
8	7,43	NE	8,09	NE	4,64	NE	5,6	NE
9	8,32	NE	9,83	NE	5,25	NE	5,86	NE
10	9,26	NE	10,06	NE	5,51	NE	6,85	NE
11	9,75	NE	10,22	NE	5,53	NE	7,34	NE
12	10,24	NE	10,3	NE	5,45	NE	7,34	NE
13	10,16	NE	10,5	NE	5,51	NE	7,3	NE
14	10,31	NE	10,83	NE	5,64	NE	7,68	NE
15	10,11	NE	11,16	NE	5,85	NE	7,48	NE
16	10,26	NE	10,79	NE	5,74	NE	7,59	NE
17	9,77	NE	10,39	NE	5,64	NE	7,49	NE
18	8,99	NE	10,32	NE	5,34	NE	7,15	NE
19	8,25	NE	10,34	NE	5,14	NE	6,57	NE
20	7,73	NE	9,86	NE	4,9	NE	6,11	NE
21	7,74	NE	9,37	NE	5,13	NE	5,9	ENE
22	7,2	NE	9,76	NE	5,04	NE	5,93	NE
23	7,04	NE	9,84	NE	4,83	NE	5,93	NE

SERIE DE DATOS DE VIENTO ESTACIÓN 2

ESTACIÓN: ROQUE PRIETO - GUÍA - GRAN CANARIA								
21/03/2004			21/06/2004		21/09/2004		21/12/2004	
horas	Velocidad (m/s)	Dirección						
0	5,16	NE	7,13	ENE	5,04	E	6,33	ENE
1	5,04	NNE	7,28	ENE	5,1	E	6,81	ENE
2	5,1	NNE	7,05	ENE	4,81	E	6,55	ENE
3	5,15	NE	6,85	ENE	4,91	E	6,45	E
4	5,36	NNE	6,92	ENE	5,15	E	6,5	ENE
5	5,17	NNE	7,02	ENE	5,93	ESE	6,32	ENE
6	5,37	NNE	6,94	ENE	5,63	E	6,06	E
7	5,24	NNE	7,35	ENE	5,56	E	5,97	E
8	5,3	NNE	7,37	ENE	5,45	E	6,09	E
9	5,01	NNE	7,1	ENE	5,87	E	6,3	E
10	5,01	NE	6,98	ENE	5,78	ENE	6,48	ENE
11	5,12	NNE	6,99	ENE	6,19	ENE	6,27	ENE
12	5,34	NNE	6,95	ENE	5,93	NE	6,88	ENE
13	5,28	NNE	7,05	ENE	5,75	NE	6,98	ENE
14	5,68	NNE	6,83	ENE	5,15	NE	6,65	NE
15	5,61	NNE	6,94	ENE	5,43	NE	6,36	NE
16	5,9	NNE	6,92	ENE	6,7	NE	6,33	ENE
17	5,46	NNE	6,82	NE	6,61	ENE	6,45	ENE
18	5,42	NNE	6,88	NE	6,21	ENE	6,45	ENE
19	5,53	NNE	6,75	ENE	6,4	E	6,03	ENE
20	5,49	NNE	6,78	ENE	6,26	E	6,04	ENE
21	5,32	NNE	6,96	ENE	5,93	E	5,92	ENE
22	5,23	NNE	7,1	ENE	6,26	E	6,06	ENE
23	5,29	NNE	7,16	ENE	5,55	E	6,09	ENE

Material
fotocopiable

SERIE DE DATOS DE VIENTO ESTACIÓN 3

ESTACIÓN: GANDO - AEROPUERTO GRAN CANARIA								
horas	21/03/2004		21/06/2004		21/09/2004		21/12/2004	
	Velocidad (m/s)	Dirección						
0	4,7	N	6,41	N	3,26	NNO	4,55	N
1	4,72	N	6,01	N	3,5	NNO	4,41	N
2	4,6	N	5,85	N	3,62	NNO	4,29	N
3	4,75	N	5,78	N	3,46	NNO	4,3	N
4	4,43	NNO	5,62	N	3,29	NNO	4,07	NNO
5	4,59	N	5,39	N	3,33	NNO	3,95	NNO
6	4,71	N	5,48	N	3,24	NNO	3,9	NNO
7	5,34	N	5,73	N	3,3	NNO	3,8	NNO
8	6,43	NNE	6,5	NNE	3,6	NNO	3,85	N
9	6,95	NNE	7,18	NNE	4,27	NE	4,18	NNE
10	7,46	NNE	7,39	NNE	4,76	ENE	4,66	NNE
11	7,72	NNE	7,45	NE	4,97	ENE	4,86	NE
12	7,91	NE	7,67	NE	5,01	E	5,1	NE
13	8,12	NE	7,62	NE	5	ENE	5,37	NE
14	8,19	NE	7,9	NNE	5,01	ENE	5,33	NE
15	7,91	NNE	7,95	NNE	5,03	ENE	5,31	NE
16	7,65	NNE	7,95	NNE	4,65	NE	5	NE
17	7,54	NNE	7,71	NNE	4,28	NE	4,83	NNE
18	6,99	NNE	7,51	NNE	3,77	NNE	4,67	NNE
19	6,31	NNE	6,97	NNE	3,56	N	4,55	N
20	6,01	NNE	6,75	NNE	3,66	NNO	4,48	N
21	5,71	N	6,6	NNE	3,52	NNO	4,48	N
22	5,45	N	6,47	N	3,73	NNO	4,62	N
23	5,2	N	6,43	N	3,47	NNO	4,43	N

SERIE DE DATOS DE VIENTO ESTACIÓN 4

ESTACIÓN: MUELLE DE LA LUZ Y DE LAS PALMAS								
horas	21/03/2004		21/06/2004		21/09/2004		21/12/2004	
	Velocidad (m/s)	Dirección						
0	5,01	N	4,41	NNO	3,79	NE	4,69	N
1	5,18	N	4,33	NNO	3,8	NNE	4,46	NNE
2	5,23	N	4,07	NNO	3,79	NE	4,28	N
3	5,27	N	3,93	NNO	3,86	NE	4,45	N
4	5,59	N	4,05	NNO	3,46	NE	4,21	N
5	5,29	N	3,99	NNO	3,82	NE	4,17	N
6	5,44	N	3,97	NNO	3,64	NE	3,77	N
7	5,74	N	4,26	N	3,83	ENE	4,21	N
8	5,65	N	4,64	N	3,75	E	3,86	NNE
9	5,62	N	4,83	N	4,06	E	3,86	NNE
10	5,92	N	5	N	4,42	E	4,08	NNE
11	6,23	N	5,17	N	4,67	ENE	4,07	NNE
12	6,15	NNE	5,13	N	4,55	E	4,28	NNE
13	6,13	N	5,14	N	4,39	E	4,33	NNE
14	6,24	N	5,32	N	4,4	E	4,44	NNE
15	6,39	N	5,54	N	4,56	ENE	4,48	NNE
16	6,17	N	5,61	N	4,5	ENE	4,36	NNE
17	6,02	N	5,44	N	4,22	ENE	4,51	NNE
18	5,74	N	5,25	N	4,02	NE	4,5	NNE
19	5,65	N	4,94	N	3,81	NNE	4,5	NNE
20	5,55	N	4,65	NNO	3,45	NE	4,6	NNE
21	5,34	N	4,49	NNO	3,25	NNE	4,58	NNE
22	5,32	N	4,57	NNO	3,5	N	4,45	NNE
23	5,31	N	4,62	NNO	3,73	NNE	4,61	NNE

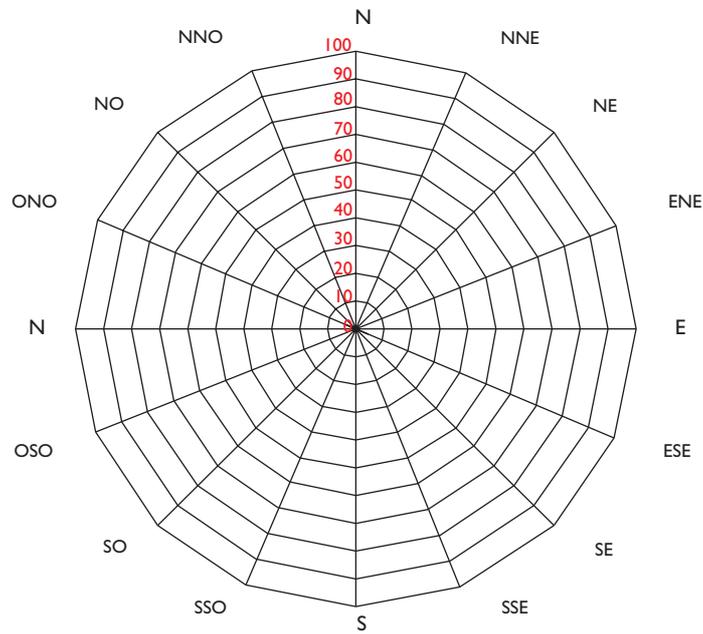
Tabla intermedia de distribución de frecuencias

		DIRECCIÓN DEL VIENTO															
m/s	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Totales
0-1																	
1-2																	
2-3																	
3-4																	
4-5																	
5-6																	
6-7																	
7-8																	
8-9																	
10-11																	
11-12																	
Totales																	

Tabla de porcentajes

		DIRECCIÓN DEL VIENTO															
m/s	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Totales
0-1																	
1-2																	
2-3																	
3-4																	
4-5																	
5-6																	
6-7																	
7-8																	
8-9																	
10-11																	
11-12																	
Totales																	

Rosa de los vientos



m/s	*Código color	*Código/grosor
0-1	Amarillo claro	
1-2	Amarillo oscuro	
2-3	Naranja claro	
3-4	Naranja oscuro	
4-5	Rojo	
5-6	Azul	
6-7	Azul oscuro	
7-8	Verde	
8-9	Morado	
9-10	Rosa fucsia	
10-11	Marrón oscuro	
11-12	Negro	

* Los códigos de color/grosor suministrados son una guía. Cada grupo puede utilizar su propia escala siempre y cuando la indique claramente.

COMENTARIOS

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Anexos

Materiales necesarios para el desarrollo de las prácticas

Los precios que aquí se incluyen son meramente orientativos, pudiendo sufrir variaciones a la alza o a la baja en función del suministrador y de las unidades suministradas. Los precios han sido obtenidos, para la mayoría de los casos de catálogos oficiales de diferentes casas comerciales y de distribuidores de instrumentación para laboratorios de investigación para el año 2006.

Se recomienda solicitar presupuesto del material necesario en distribuidores de material de laboratorio específicos para centros de enseñanza.

SEGURIDAD		
Material	Práctica	Precio unitario
Guantes de látex (existen distintas tallas)	Todas las que se realicen en el laboratorio	3,0 € / 100 ud
Bata		20,0 €

MUESTREO Y CONSERVACIÓN		
Material	Práctica	Precio unitario
Bolsas transparentes tipo zip de 27 x 28 cm	2.3, 2.4, 4.1, 4.2	1,6 € / 15 ud
Botes de orina estériles de 2000 ml	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.7	0,6 €
Botes de orina estériles de 100 ml	2.5	0,2 €
Marcador punta mediana	Todas	1,5 €
Nevera de playa con placas de hielo	2.3, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7	30,0 €
Pala plástica	4.1, 4.2	3,5 €
Papel de cocina	2.3, 2.4	0,6 € / 2 rollos

MATERIAL DE VIDRIO Y PLÁSTICOS		
Material	Práctica	Precio unitario
Asa de Digiraskli de vidrio	2.5	18,8 €
Asas de siembra de plástico estériles	2.5, 2.6	14,0 € / 500 ud
Bureta de 25 ml graduada 0,05 ml	3.7	26,5 €
Bureta de 50 ml graduada	3.4	28,0 €
Bureta de 10 ml graduada 0,02 ml	3.5	27,0 €

Cubeta de desarrollo 10 x 10 Alternativa: tarro de vidrio con tapa, vacío y limpio de cualquier alimento	2.3	100,0 €
Cubetas de vidrio de 10 ó 50 mm de paso óptico para espectrofotómetro	2.3	97,0-130,0 €/2 ud
Cubreobjetos 22 x 22	2.4, 2.6	3,0 €/100 ud
Embudo decantación de 250 ml de vidrio, con llave y tapa	2.3	20,0 €
Embudo de vidrio	2.3	1,3 €
Frasco lavador	2.6,3.1,3.2,3.3,3.4,3.5, 3.6	3,0 €
Jeringuillas estériles de 1 ml graduada	2.3, 3.4, 3.5	0,2 €
Jeringuillas estériles de 5 ml graduadas	3.2, 3.5	0,1 €
Jeringuilla estéril de 100 ml autoclavable Alternativa: jeringuilla estéril 50 ml (Farmacia)	2.5	18,5 €
Kitasato de 1000 ml	2.5	60,0 €
Matraz aforado de 100 ml	3.4, 3.5	10,0 €
Matraz Erlenmeyer de 100 ml	3.4	3,5 €
Matraz Erlenmeyer de 250 ml	3.5, 3.6, 3.7	3,5 €
Mecheros de alcohol	2.5, 2.6	4,5 €
Mortero de porcelana con mano de 10 cm de diámetro	2.3	17,0 €
Papel de filtro Alternativa: Filtros de café, tamaño 1 X 2	2.3	28,0 €/500 hojas 1,1 €/40 ud
Pipetas Pasteur de plástico de 1 ml estériles	2.5	13,0 €/500 ud
Pipetas Pasteur de plástico de 3 ml estériles	2.6, 3.4, 3.6, 3.7, 4.2	12,5 €/500 ud
Portaobjetos bordes esmerilados	2.4, 2.6	3,0 €/50 ud
Probeta de vidrio de 100 ml	2.5,3.6, 3.7, 4.2	4,0 €
Probeta de vidrio de 50 ml	2.3, 3.2, 3.4, 3.5	4,5 €
Vaso de precipitado de vidrio de 50 ml	3.1, 3.2, 4.2	2,3 €
Varilla de vidrio	4.2	2,0 €
Vidrio de reloj 100 mm diámetro	4.2	1,5 €

REACTIVOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Material	Práctica	Precio unitario
Acetona al 90 %, calidad analítica	2.3	16,0 €/l
Ácido clorhídrico al 25 %	4.2	14,5 €/l
Ácido clorhídrico 0,1 M Solución Valorada	3.7	12,3 €/l
Agua destilada	2.6,3.1,3.2,3.3, 3.4,3.5, 3.6	8,0 €/l
Agua oxigenada 6% (20 vol), calidad analítica Alternativa: Farmacia	4.2	12,1 €/l 2,5 €/l
Alcohol 96 ° (Farmacia)	2.3	2,8 €/l
Cromato potásico solución al 5 %	3.4	19,5 €/250 ml
EDTA 0,01 M Solución Valorada	3.5	13,7 €/l
Fenolftaleína solución al 1 %	3.7	12,1 €/250 ml
Hidróxido sódico 1 M Solución Valorada	3.5	12,0 €/l
Kit rápido para detergentes aniónicos, 0,1- 5,0 mg/l MBAS, de Visocolor	3.3	155,2 €/50 test

Murexida	3.5	27,0 €/5 g
Naranja de metilo solución al 0,04 %	3.7	14,1 €/100 ml
Negro de ericromo T solución al 1 %	3.5	17,1 €/100 ml
n-Hexano, calidad analítica	2.3	49,0 €/l
Nitrato de plata 0,01 M Solución Valorada	3.4	30,0 €/l
Patrón de conductividad 11,67 mS/cm	3.1	12,3 €/250 ml
Patrón de conductividad 1278 µS/cm	3.1	12,3 €/250 ml
Patrón de pH 10, solución tampón	3.1, 3.6	6,1 €/250 ml
Patrón de pH 4, solución tampón	3.1, 3.6	6,1 €/250 ml
Patrón de pH 7, solución tampón	3.1, 3.6	6,1 €/250 ml
Solución tampón pH 10 para complexometría	3.5	10,6 €/100 ml
Visocolor ECO Amonio rango 0,2-3 ppm	3.2	43,1 €/50 test
Visocolor ECO Fosfato rango 0,2-5 ppm	3.2	44,3 €/50 test
Visocolor Nitrato rango 4-120 ppm	3.2	44,3 €/110 test

REACTIVOS Y MATERIAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Material	Práctica	Precio unitario
Aceite de inmersión para microscopía	2.4, 2.6	10,5 €/50 ml
Alcohol 96 °	2.5	2,8 €/l
Bacterias liofilizadas, en www.cect.org/ "Servicios" → "Suministro de cepas" → "Surtido de prácticas" → "Pedidos de cepas para surtido de prácticas"	2.6	75 €/10 cepas diferentes
Bisturí (escalpelo desechable)	2.4	1,0 €
Filtros estériles (éster de celulosa) 0,45 µm, de 47 mm diámetro	2.5	160 €/100 discos
Kit para tinción Gram-Hücker	2.6	60,2 €
Pinza de punta plana	2.5	15,0 €
Placas preparadas de Glucosa Sabouraud + Cloranfenicol, Agar	2.5	36,9 €/30 placas
Placas preparadas de Bilis Esculina Azida sódica agar, de 55 mm	2.5	30,0 €/30 placas
Placas preparadas de TSA Agar, de 90 mm de diámetro,	2.5	8,6 €/20 placas
Placas preparadas de Slanetz-Bartley Agar, de 55 mm	2.5	31,0 €/30 placas
Placas preparadas de Tergitol 7 Agar (Chapman TTC modificado), de 55 mm	2.5	29,1 €/30 placas
Portafiltros (soporte para filtros) de 47 mm	2.5	190 €/2 ud
Reactivo Indol en tiras	2.5	17,1 €/50 tiras
Reactivo Oxidasa en escobillones o tiras reactivas	2.5	17,1 €/50 tiras

EQUIPOS DE LABORATORIO

Material	Práctica	Precio
Balanza (carga: 500g; resolución 0,01 g)		1200,0 €
Balanza (carga: 600g; resolución 0,1 g)	2.3, 4.1, 4.2	400,0 €
Alternativa: balanza cocina		33,0 €

Bandeja de plástico	2.6, 4.1, 4.2	2,5 €
Bomba de vacío	2.5	300,0-800,0 €
Conductímetro portátil (rango 0-50 mS/cm, compensación automática temperatura)	3.1	350,0-400,0 €
Cucharillas de plástico	4.1, 4.2	0,8 €/25 ud
Espátula pequeña	3.5	2,0 €
Espectrofotómetro UV/VIS rango espectral 400-800nm	2.3	2000,0-4000,0 €
Estufa con regulador de temperatura (5-80 °C, estabilidad: ± 0,5 °C)	2.5	750,0 €
Mini-incubador BioFix "Cultura" (Panreac)		415,0 €
Alternativa: yogurtera (sólo 37 °C)		30,0 €
Frigorífico:	2.3, 2.4, 2.5,	
- Pequeño	3.1, 3.2, 3.3, 3.4,	255,0 €
- Mediano	3.5, 3.6, 3.7	280,0 €
- Grande		410,0 €
Lupa binocular aumentos 20x-40x	2.4, 4.2	300,0-600,0€
Microscopio monocular o binocular aumentos 20-900x	2.4, 2.6	200,0-600,0 €
pH-metro portátil (rango 0-14 pH; resolución 0,01; calibración 2 puntos)	3.1, 3.6	330,0 €
pH-metro tipo bolígrafo		200,0 €
Alternativa: pH-metro compacto (TSD)		40,0 €
Placa calefactora (T ^a máx. 300 °C)	4.2	200 €
Alternativa: hornillo eléctrico		
Soporte y pinza para buretas	3.4, 3.5, 3.7	35,0 €
Tamices o mallas de distintas aberturas (Sefar Maissa)		
0,05 mm, 102 * 100 cm		26,19 €
0,10 mm, 115 * 100 cm		16,74 €
0,25 mm, 115 * 100 cm		12,51 €
0,50 mm, 115 * 100 cm		12,51 €
1,00 mm, 115 * 100 cm		12,51 €
Alternativa: Columna de plástico resistente, con fondo y tapadera, de 4 tamices: 3,35 mm, 0,85 mm, 0,355 mm y 0,15 mm (TSD)	4.1	83,00 €
Turbidímetro rango 0-1000 NTU	3.1	650,0 €
Vasos de plástico	4.1	1,15 €/ud

Anexo II: Proveedores de material de laboratorio

Distribuciones Medina Cejudo S.L.

Urb. Díaz Casanova, 21
35010 Las Palmas de Gran Canaria
 928 270622

Fermon Indis, S.L.

Polígono Industrial Majuelo
Avda. Libertad, s/n
38108 La Laguna (Tenerife)
 922 821950

Izasa S.A.

Avda. Embajador Alberto de Armas s/n
Edificio Funca, 38
38206 La Laguna (Tenerife)
 902 203080
 902 203081
 www.izasa.es

Dailabor S.L.U.

Urb. Lomo Las Rías, 18
38280 Tegueste (Tenerife)
 922 545637
 922 544965
 jdelalamo@dailabor.com
 www.dailabor.com

Melcan S.L.U.

C/ Cizalla, nave 10, manzana 3, sector P3-N. Políg. Ind. de Arinaga
35118 Agüimes (Gran Canaria)

☎ 902 411311

☎ 928 183085

✉ comercial@melcan.com

🌐 www.melcan.com

Colección Española de Cultivos Tipo CECT

☎ 963 544612

☎ 963 543187

✉ info@cect.org

🌐 www.cect.org

Sefar Maissa S.A.

Polígono Industrial Sud. Sector P2
Avenida del Vallés, 59-61
08440 Cardedeu (Barcelona)

☎ 93 844410

☎ 93 8444717

✉ smafiltracion@ilimit.es

🌐 www.sefar.com

Tecnología y Sistemas Didácticos T.S.D.

Ctra. Vicálvaro - Rivas Km. 3,300
28052 Madrid

☎ 91 7768711

☎ 91 7763218

✉ tsd@tsd.es

🌐 www.tsd.es/index.asp

DIRECTIVA 2006/7/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 15 de febrero de 2006

relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

respaldó general a la elaboración de una nueva Directiva, que se base en las últimas pruebas científicas y haga hincapié en una mayor participación de los ciudadanos,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea y, en particular, su artículo 175, apartado 1,

Vista la propuesta de la Comisión ⁽¹⁾,

- (5) La Decisión n° 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002, por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente ⁽²⁾, incluye el compromiso de garantizar un nivel elevado de protección de las aguas de baño, incluida la revisión de la Directiva 76/160/CEE del Consejo, de 8 de diciembre de 1975, relativa a la calidad de las aguas de baño ⁽³⁾.

Visto el dictamen del Comité Económico y Social Europeo ⁽⁴⁾,

Visto el dictamen del Comité de las Regiones ⁽⁵⁾,

De conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 251 del Tratado ⁽⁶⁾, a la vista del texto conjunto aprobado el 8 de diciembre de 2005 por el Comité de conciliación,

- (6) De conformidad con el Tratado, en la elaboración de su política en el área del medio ambiente la Comunidad tendrá en cuenta, entre otros elementos, los datos científicos y técnicos disponibles. La presente Directiva debe recurrir a las pruebas científicas para aplicar los parámetros indicadores más fiables que permitan prever los riesgos microbiológicos para la salud y alcanzar un alto nivel de protección. Se deben efectuar además con urgencia estudios epidemiológicos adicionales relativos a los riesgos para la salud asociados al baño, en particular en agua dulce.

Considerando lo siguiente:

- (1) Basándose en la Comunicación de la Comisión sobre el desarrollo sostenible, el Consejo Europeo destacó algunos objetivos como orientación general para la evolución futura en ámbitos prioritarios como los recursos naturales y la salud pública.
- (2) El agua es un recurso natural escaso, cuya calidad debe ser protegida, defendida, gestionada y tratada como tal. Las aguas superficiales, en particular, son recursos renovables con una capacidad limitada de recuperación ante los impactos negativos de la actividad humana.
- (3) La política comunitaria de medio ambiente ha de perseguir un alto nivel de protección y contribuir a alcanzar los objetivos de preservar, proteger y mejorar la calidad del medio ambiente y proteger la salud humana.
- (4) En diciembre de 2000, la Comisión adoptó una Comunicación al Parlamento Europeo y al Consejo sobre la elaboración de una nueva política de las aguas de baño e inició una consulta a gran escala de todas las partes interesadas. El principal resultado de esta consulta fue el

- (7) Para aumentar la eficacia y utilizar lo mejor posible los recursos, deberá establecerse una coordinación estrecha entre la Directiva y el resto de la legislación comunitaria en materia de aguas, como la Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas ⁽⁷⁾, la Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura ⁽⁸⁾, y la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas ⁽⁹⁾.

⁽¹⁾ DO C 43 E de 25.2.2003, p. 127.

⁽²⁾ DO C 220 de 16.9.2003, p. 39.

⁽³⁾ DO C 244 de 10.10.2003, p. 31.

⁽⁴⁾ Dictamen del Parlamento Europeo de 21 de octubre de 2003 (DO C 82 E de 1.4.2004, p. 115), Posición Común del Consejo de 20 de diciembre de 2004 (DO C 111 E de 11.5.2005, p. 1) y Posición del Parlamento Europeo de 10 de mayo de 2005 (no publicada aún en el Diario Oficial), Resolución legislativa del Parlamento Europeo de 18 de enero de 2006 (no publicada aún en el Diario Oficial) y Decisión del Consejo de 20 de diciembre de 2005.

⁽⁵⁾ DO L 242 de 10.9.2002, p. 1.

⁽⁶⁾ DO L 31 de 5.2.1976, p. 1, Directiva modificada en último lugar por el Reglamento (CE) n° 807/2003 (DO L 122 de 16.5.2003, p. 36).

⁽⁷⁾ DO L 135 de 30.5.1991, p. 40, Directiva modificada en último lugar por el Reglamento (CE) n° 1882/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 284 de 31.10.2003, p. 1).

⁽⁸⁾ DO L 375 de 31.12.1991, p. 1, Directiva modificada por el Reglamento (CE) n° 1882/2003.

⁽⁹⁾ DO L 327 de 22.12.2000, p. 1, Directiva modificada por la Decisión n° 2455/2001/CE (DO L 331 de 13.12.2001, p. 1).

- (8) Debe difundirse a todas las partes interesadas información adecuada sobre las medidas previstas y sobre los avances en su aplicación. El público debe recibir oportunamente información adecuada sobre los resultados del control de calidad de las aguas de baño y de las medidas de gestión de los riesgos, a fin de prevenir los peligros para la salud, especialmente en referencia a una contaminación de corta duración o a situaciones anómalas. Debe recurrirse a las nuevas tecnologías que permiten informar eficazmente al público con datos comparativos sobre las aguas de baño en toda la Comunidad.
- (9) En lo que se refiere al control, deben aplicarse prácticas y métodos armonizados de análisis. Es necesaria la observación y la evaluación de la calidad en un período extenso para obtener una clasificación realista de las aguas de baño.
- (10) La conformidad debe basarse en medidas adecuadas de gestión y en garantías de calidad, y no consistir tan sólo en mediciones y cálculos. Por consiguiente, resulta adecuado un sistema de perfiles de aguas de baño que permita comprender mejor los riesgos, como base para las medidas de gestión. Además, debe prestarse especial atención a la observancia de las normas de calidad y a una transición coherente con la Directiva 76/160/CEE.
- (11) El 17 de febrero de 2005, la Comunidad ratificó el Convenio CEPE/ONU sobre el acceso a la información, la participación pública en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente (Convenio de Aarhus). Conviene, en consecuencia, que la presente Directiva incluya disposiciones sobre el acceso del público a la información y prevea la participación pública en su aplicación, para completar la Directiva 2003/4/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental⁽¹⁾, y la Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente⁽²⁾.
- (12) Dado que los objetivos de la presente Directiva, a saber, que los Estados miembros alcancen, sobre la base de normas comunes, una buena calidad de las aguas de baño y un alto nivel de protección en toda la Comunidad, no pueden ser alcanzados de manera suficiente por los Estados miembros y pueden lograrse mejor a nivel comunitario, la Comunidad puede adoptar medidas, de acuerdo con el principio de subsidiariedad consagrado en el artículo 5 del Tratado. De conformidad con el principio de proporcionalidad enunciado en dicho artículo, la presente Directiva no excede de lo necesario para alcanzar dichos objetivos.
- (13) Las medidas necesarias para la aplicación de la presente Directiva deben aprobarse con arreglo a la Decisión 1999/468/CE del Consejo, de 28 de junio de 1999, por la que se establecen los procedimientos para el ejercicio de las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión⁽³⁾.
- (14) La importancia constante de la política comunitaria en materia de aguas de baño se pone de manifiesto en cada temporada de baño, en la medida en que protege al público de la contaminación accidental y crónica vertida en las zonas de baño comunitarias o en sus inmediaciones. La calidad global de las aguas de baño ha mejorado considerablemente desde la entrada en vigor de la Directiva 76/160/CEE. Sin embargo, dicha Directiva refleja el estado de conocimientos y la experiencia de principios de la década de los años setenta del siglo XX. Las pautas de comportamiento en las aguas de baño han evolucionado desde entonces, al igual que los conocimientos científicos y técnicos. Por consiguiente, debe derogarse la Directiva 76/160/CEE.

HAN ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1

Finalidad y ámbito de aplicación

1. La presente Directiva establece disposiciones para:
 - a) el control y la clasificación de la calidad de las aguas de baño;
 - b) la gestión de la calidad de las aguas de baño;
 - c) el suministro de información al público sobre la calidad de las aguas de baño.
2. La presente Directiva tiene por objeto la conservación, protección y mejora de la calidad del medio ambiente y la protección de la salud humana, en complemento a la Directiva 2000/60/CE.
3. La presente Directiva se aplicará a cualquier elemento de aguas superficiales en el que las autoridades competentes prevean que se bañe un número importante de personas y en el que no exista una prohibición permanente de baño ni se haya formulado una recomendación permanente de abstenerse del mismo (en lo sucesivo denominadas «aguas de baño»). No se aplicará a:
 - a) las piscinas de natación y de aguas termales;
 - b) las aguas confinadas sujetas a un tratamiento o empleadas con fines terapéuticos, y

⁽¹⁾ DO L 41 de 14.2.2003, p. 26.

⁽²⁾ DO L 156 de 25.6.2003, p. 17.

⁽³⁾ DO L 184 de 17.7.1999, p. 23.

- c) las aguas confinadas artificialmente y separadas de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas.

Artículo 2

Definiciones

A efectos de la presente Directiva, se aplicarán las siguientes definiciones:

- 1) las expresiones «aguas superficiales», «aguas subterráneas», «aguas continentales», «aguas de transición», «aguas costeras» y «cuenca hidrográfica» tendrán el mismo significado que se les da en la Directiva 2000/60/CE;
- 2) se entenderá por «autoridad competente» la autoridad o autoridades que un Estado miembro haya designado para garantizar el cumplimiento de los requisitos de la presente Directiva, o cualquier otra autoridad u organismo en que se haya delegado ese cometido;
- 3) se entenderá por «permanente», respecto de una prohibición de baño o recomendación de abstenerse del mismo, la de una duración correspondiente a una temporada de baño completa, como mínimo;
- 4) se entenderá por «número importante», respecto de los bañistas, un número que la autoridad competente considere importante habida cuenta, en particular, de las pautas pasadas o de cualquier infraestructura o instalaciones facilitadas, o de cualquier otra medida adoptada, a fin de promover el baño;
- 5) se entenderá por «contaminación» la presencia de contaminación microbiana o de otros organismos o residuos que afecten a la calidad de las aguas de baño y presenten un riesgo para la salud de los bañistas según lo previsto en los artículos 8 y 9 y en la columna A del anexo I;
- 6) se entenderá por «temporada de baño» el período en que puede preverse la afluencia de un número importante de bañistas;
- 7) se entenderá por «medidas de gestión» las siguientes medidas aplicadas a las aguas de baño:
 - a) establecer y mantener los perfiles de las aguas de baño;
 - b) establecer un calendario de control;
 - c) controlar las aguas de baño;
 - d) evaluar la calidad de las aguas de baño;
 - e) clasificar las aguas de baño;
 - f) determinar y evaluar las causas de contaminación que podrían afectar a las aguas de baño y a la salud de los bañistas;
 - g) dar información al público;

- b) tomar medidas para evitar la exposición de los bañistas a la contaminación;

- i) tomar medidas para reducir el riesgo de contaminación;

- 8) se entenderá por «contaminación de corta duración» la contaminación microbiana contemplada en la columna A del anexo I cuyas causas sean claramente identificables, que normalmente se prevea no afecte a la calidad de las aguas por un período superior a unas 72 horas a partir del primer momento en que se haya visto afectada la calidad de las aguas de baño y para la cual la autoridad competente haya establecido procedimientos de predicción y gestión de acuerdo con lo establecido en el anexo II;
- 9) se entenderá por «situación anómala» un hecho o una combinación de hechos que afecten a la calidad de las aguas de baño del lugar de que se trate y cuya frecuencia previsible no supere una vez cada cuatro años;
- 10) se entenderá por «serie de datos sobre calidad de las aguas de baño» los datos obtenidos de conformidad con lo dispuesto en el artículo 3;
- 11) se entenderá por «evaluación de la calidad de las aguas de baño» el proceso de evaluación de la calidad de las aguas de baño con arreglo al método de evaluación definido en el anexo II;
- 12) se entenderá por «proliferación de cianobacterias» una acumulación de cianobacterias en forma de floraciones algales, cenobios o espuma;
- 13) la expresión «público interesado» tendrá el mismo significado que se le da en la Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente⁽¹⁾.

CAPÍTULO II

CALIDAD Y GESTIÓN DE LAS AGUAS DE BAÑO

Artículo 3

Controles

1. Los Estados miembros determinarán anualmente la totalidad de las aguas de baño y definirán la duración de la temporada de baño. Procederán a ello por primera vez antes del inicio de la primera temporada de baño después de 24 de marzo de 2008.
2. Los Estados miembros garantizarán que el control de los parámetros presentados en la columna A del anexo I se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el anexo IV.

(1) DO L 175 de 5.7.1985, p. 40. Directiva modificada en último lugar por la Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DO L 156 de 25.6.2003, p. 17).

3. El punto de control será el lugar de las aguas de baño en que se prevea:

- a) la mayor presencia de bañistas;
- b) el mayor riesgo de contaminación, atendiendo al perfil de las aguas de baño.

4. Al inicio de cada temporada de baño —y por primera vez antes del inicio de la tercera temporada de baño completa posterior a la entrada en vigor de la presente Directiva— se establecerá un calendario de control para cada zona de baño. El control deberá realizarse a más tardar a los cuatro días de la fecha establecida en el calendario de control.

5. Los Estados miembros podrán introducir controles de los parámetros establecidos en la columna A del anexo I durante la primera temporada de baño completa tras la entrada en vigor de la presente Directiva. En tal caso, los controles se llevarán a cabo con la frecuencia especificada en el anexo IV. Podrán utilizarse los resultados de dichos controles para constituir las series de datos sobre calidad de las aguas de baño a que se refiere el artículo 4. En cuanto los Estados miembros introduzcan controles con arreglo a la presente Directiva, podrán cesar los controles de los parámetros que figuran en el anexo de la Directiva 76/160/CEE.

6. Las muestras obtenidas durante una contaminación de corta duración podrán descartarse. Se sustituirán por muestras obtenidas de conformidad con el anexo IV.

7. En situaciones anómalas, podrá suspenderse el calendario de control a que se refiere el apartado 4. El control se reanudará lo antes posible tras el final de la situación anómala. Se obtendrán nuevas muestras lo antes posible tras el final de la situación anómala, en sustitución de las desestimadas con motivo de dicha situación.

8. Los Estados miembros notificarán a la Comisión toda suspensión del calendario de control, indicando los motivos. Presentarán, a más tardar, dichas notificaciones con ocasión del siguiente informe anual previsto en el artículo 13.

9. Los Estados miembros garantizarán que el análisis de la calidad de las aguas de baño se efectúe con arreglo a los métodos de referencia especificados en el anexo I y las normas previstas en el anexo V. No obstante, los Estados miembros podrán autorizar el empleo de otros métodos o normas siempre que puedan demostrar que los resultados obtenidos son equivalentes a los que se obtienen con los métodos especificados en el anexo I y con las normas previstas en el anexo V. Los Estados miembros que autoricen el empleo de tales métodos o normas equivalentes facilitarán a la Comisión toda la información pertinente sobre los métodos o normas empleados y su equivalencia.

Artículo 4

Evaluación de la calidad de las aguas de baño

1. Los Estados miembros garantizarán que se recopilen series de datos sobre calidad de las aguas de baño mediante el control de los parámetros que figuran en la columna A del anexo I.

2. Se procederá a una evaluación de la calidad de las aguas de baño:

- a) para cada una de las aguas de baño;
- b) al término de cada temporada de baño;
- c) en función de la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño recopilados en relación con la temporada de baño considerada y las tres anteriores, y
- d) de conformidad con el procedimiento descrito en el anexo II.

No obstante, los Estados miembros podrán decidir que se proceda a una evaluación de la calidad de las aguas de baño en función de la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño recopilados en relación únicamente con las tres temporadas de baño anteriores. Si así lo deciden, deberán notificarlo previamente a la Comisión. Si ulteriormente deciden volver a realizar una evaluación en función de cuatro temporadas de baño, también deberán notificarlo a la Comisión. Los Estados miembros sólo podrán modificar el periodo de evaluación una vez cada cinco años.

3. Las series de datos sobre las aguas de baño utilizadas para la evaluación de la calidad de las aguas de baño constarán siempre de al menos 16 muestras o, en las circunstancias especiales previstas en el anexo IV, punto 2, de 12 muestras.

4. No obstante, siempre que:

- se cumpla el requisito del apartado 3, o
- en el caso de las aguas de baño con una temporada de baño que no supere ocho semanas, la serie de datos sobre calidad de aguas de baño utilizada para la evaluación consista de al menos ocho muestras,

la evaluación de la calidad de las aguas de baño podrá efectuarse sobre la base de una serie de datos sobre la calidad de las aguas de baño relativos a menos de cuatro temporadas de baño si:

- a) las aguas de baño se han determinado recientemente;
- b) se han producido cambios que puedan afectar a la clasificación de las aguas de baño de conformidad con el artículo 5, en cuyo caso la evaluación se efectuará sobre la base de una serie de datos sobre la calidad de las aguas de baño que consistirá únicamente en los resultados correspondientes a las muestras recogidas desde que se produjeron los citados cambios, o
- c) las aguas de baño ya han sido evaluadas de conformidad con la Directiva 76/160/CEE, en cuyo caso se utilizarán datos equivalentes obtenidos conforme a dicha Directiva, para lo cual los parámetros 2 y 3 del anexo de la Directiva 76/160/CEE se considerarán equivalentes a los parámetros 2 y 1 de la columna A del anexo I de la presente Directiva.

5. Los Estados miembros podrán subdividir o agrupar las aguas de baño existentes atendiendo a evaluaciones de la calidad de las aguas de baño. Solamente podrán agrupar las aguas de baño existentes cuando éstas:

- a) sean contiguas;
- b) hayan sido objeto de evaluaciones similares en los cuatro años anteriores con arreglo a los apartados 2 y 3 y al apartado 4, letra c), y
- c) tengan perfiles de aguas de baño que presenten en su totalidad factores de riesgo comunes o bien la ausencia de tales.

Artículo 5

Clasificación y estado de la calidad de las aguas de baño

1. A raíz de la evaluación de la calidad de las aguas de baño efectuada con arreglo al artículo 4, los Estados miembros clasificarán las aguas de baño, de conformidad con los criterios expuestos en el anexo II, como de calidad:

- a) «insuficiente»;
- b) «suficiente»;
- c) «buena», o
- d) «excelente».

2. La primera clasificación con arreglo a los requisitos de la presente Directiva se efectuará a más tardar para finales de la temporada de baño de 2015.

3. Los Estados miembros velarán por que, para finales de la temporada de baño de 2015, todas las aguas de baño sean al menos de calidad «suficiente». Adoptarán medidas realistas y proporcionadas que consideren adecuadas para aumentar el número de aguas de baño clasificadas como de calidad «excelente» o «buena».

4. No obstante el requisito general del apartado 3, las aguas de baño podrán clasificarse temporalmente como de calidad «insuficiente» y, pese a ello, seguir estando en conformidad con la presente Directiva. En dicho caso, los Estados miembros velarán por que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) por lo que respecta a todas las aguas de baño clasificadas como de calidad «insuficiente», deberán adoptarse las siguientes medidas con efectos a partir de la temporada de baño que siga a su clasificación:
 - i) medidas de gestión adecuadas, que incluirán la prohibición del baño o la recomendación de abstenerse del mismo, para evitar la exposición de los bañistas a la contaminación,
 - ii) determinación de las causas y motivos por los que no alcanzan el estado de calidad «suficiente»,
 - iii) medidas adecuadas para prevenir, reducir o eliminar las causas de contaminación, y

iv) de conformidad con el artículo 12, la advertencia al público mediante una señal sencilla y clara y, además, información de las causas de la contaminación y de las medidas adoptadas sobre la base del perfil de las aguas de baño;

- b) si las aguas de baño son clasificadas como de calidad «insuficiente» durante cinco años consecutivos, se dictará una prohibición permanente de baño o una recomendación permanente de abstenerse del mismo. No obstante, los Estados miembros podrán dictar prohibiciones permanentes de baño o recomendaciones permanentes de abstenerse del mismo antes del período de cinco años cuando consideren que sería inviable o desproporcionadamente caro alcanzar la calidad «suficiente».

Artículo 6

Perfil de las aguas de baño

1. Los Estados miembros garantizarán que se establezca un perfil de las aguas de baño de conformidad con lo dispuesto en el anexo III. Cada perfil de aguas de baño podrá abarcar una sola de las aguas de baño o varias contiguas. Los perfiles de aguas de baño se establecerán por primera vez a más tardar en 24 de marzo de 2011.

2. Los perfiles de aguas de baño se revisarán y actualizarán con arreglo a lo dispuesto en el anexo III.

3. Al establecer, revisar y actualizar los perfiles de las aguas de baño, se utilizarán de forma adecuada los datos obtenidos a raíz de los controles y evaluaciones realizados en virtud de la Directiva 2000/60/CE que resulten pertinentes a efectos de la presente Directiva.

Artículo 7

Medidas de gestión en circunstancias excepcionales

Los Estados miembros velarán por que se tomen medidas de gestión oportunas y adecuadas cuando tengan conocimiento de situaciones inesperadas que tengan, o se presuma razonablemente que puedan tener, un efecto nocivo en la calidad de las aguas de baño y en la salud de los bañistas. Dichas medidas incluirán la información al público y, si fuera necesario, la prohibición temporal del baño.

Artículo 8

Riesgos debidos a cianobacterias

1. Cuando el perfil de las aguas de baño indique propensión a la proliferación de cianobacterias, se llevará a cabo un control adecuado que permita la identificación oportuna de los riesgos para la salud.

2. Cuando se produzca proliferación de cianobacterias y se haya determinado o presumido la existencia de un riesgo para la salud, se adoptarán inmediatamente medidas de gestión adecuadas con el fin de prevenir la exposición a aquéllas, que incluirán la información al público.

Artículo 9

Otros parámetros

1. Cuando el perfil de las aguas de baño indique propensión a la proliferación de macroalgas o de fitoplancton marino, se llevarán a cabo investigaciones para determinar su aceptabilidad y sus riesgos para la salud y se adoptarán medidas de gestión adecuadas, que incluirán la información al público.

2. Se hará una inspección visual de las aguas de baño para determinar si existe contaminación por residuos alquitranados, residuos de cristal, plástico, caucho u otros residuos. Cuando se encuentre este tipo de contaminación, se adoptarán medidas de gestión adecuadas, que incluirán, en caso necesario, la información al público.

Artículo 10

Cooperación en materia de aguas transfronterizas

Cuando una cuenca hidrográfica tenga efectos transfronterizos en la calidad de las aguas de baño, los Estados miembros afectados deberán cooperar adecuadamente en la aplicación de la presente Directiva, entre otras cosas, mediante el intercambio adecuado de información y la acción común para controlar dichos efectos.

CAPÍTULO III

INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Artículo 11

Participación del público

Los Estados miembros fomentarán la participación del público en la aplicación de la presente Directiva y velarán por que el público interesado tenga la posibilidad de:

- informarse sobre el proceso de participación del público, y
- formular sugerencias, observaciones o quejas.

Esto se aplicará en particular al establecimiento, la revisión y la actualización de las listas de aguas de baño de conformidad con el artículo 3, apartado 1. Las autoridades competentes tendrán debidamente en cuenta la información obtenida.

Artículo 12

Información al público

1. Los Estados miembros garantizarán que la siguiente información se difunda de forma activa y esté disponible rápidamente durante la temporada de baño y en un lugar de fácil acceso en las inmediaciones de cada zona de aguas de baño:

- a) la clasificación vigente de las aguas de baño, así como cualquier prohibición de baño o recomendación de abstenerse del mismo a que se refiera el presente artículo, mediante una señal o símbolo sencillo y claro;
- b) una descripción general de las aguas de baño, en un lenguaje que no tenga carácter técnico, basada en el perfil de las aguas de baño determinado con arreglo al anexo III;
- c) en el caso de las aguas de baño expuestas a contaminación de corta duración:
 - la notificación de que las aguas de baño están expuestas a contaminación de corta duración,
 - la indicación del número de días en que se prohibió el baño o se recomendó abstenerse del mismo durante la temporada de baño precedente debido a dicha contaminación, y
 - un aviso cuando dicha contaminación se haya previsto o esté presente;
- d) información sobre la naturaleza y la duración prevista de las situaciones anómalas durante esos incidentes;
- e) siempre que se prohíba el baño o se recomiende abstenerse del mismo, una advertencia en la que se informe al público y se indiquen los motivos;
- f) cuando se dicte una prohibición permanente de baño o una recomendación permanente de abstenerse del mismo, información de que las aguas de la zona afectada han dejado de considerarse aguas de baño, indicando los motivos, y
- g) una indicación de fuentes para obtener información más completa con arreglo al apartado 2.

2. Los Estados miembros recurrirán a los medios y tecnologías adecuados, incluida Internet, para difundir de forma activa y sin demora la información sobre las aguas de baño a que se refiere el apartado 1, así como la siguiente información, si procede en varias lenguas:

- a) lista de las aguas de baño;

- b) clasificación de todas las aguas de baño durante los últimos tres años y el perfil de las aguas de baño, con inclusión del resultado de los controles efectuados en virtud de la presente Directiva desde la última clasificación;
- c) en el caso de las aguas de baño clasificadas como de calidad «insuficiente», información sobre las causas de la contaminación y las medidas adoptadas para evitar la exposición de los bañistas a la contaminación y atajar sus causas como establece el artículo 5, apartado 4, y
- d) en el caso de las aguas de baño expuestas a contaminación de corta duración, información general sobre:
- las condiciones que pueden dar lugar a contaminación de corta duración,
 - la probabilidad de que se produzca esa contaminación y su duración probable,
 - las causas de la contaminación y las medidas adoptadas para evitar la exposición de los bañistas a la contaminación y atajar sus causas.

La lista a que se refiere la letra a) estará disponible cada año antes del inicio de la temporada de baño. Los resultados de los controles a que se refiere la letra b) estarán disponibles en Internet tras la conclusión de los análisis.

3. La información a que se refieren los apartados 1 y 2 se difundirá en cuanto esté disponible, a partir del inicio de la quinta temporada de baño después de 24 de marzo de 2008.

4. Siempre que sea posible, los Estados miembros y la Comisión facilitarán al público información basada en tecnologías georreferenciales y la presentarán de forma clara y coherente, en particular con el empleo de signos y símbolos.

Artículo 13

Informes

1. Los Estados miembros transmitirán a la Comisión los resultados de los controles y la evaluación de la calidad de las aguas de baño para cada zona de baño, así como una descripción de las medidas de gestión significativas adoptadas. Los Estados miembros transmitirán anualmente esta información a más tardar el 31 de diciembre de cada año en relación con la temporada de baño precedente. La facilitarán por primera vez cuando se haya llevado a cabo la primera evaluación de calidad de las aguas de baño de conformidad con el artículo 4.

2. Los Estados miembros notificarán anualmente a la Comisión, antes del inicio de la temporada de baño, todas las aguas determinadas como aguas de baño, con indicación del motivo de cualquier cambio respecto del año anterior. Los Estados miembros transmitirán esta información por primera vez antes del inicio de la primera temporada de baño después del 24 de marzo de 2008.

3. Cuando se haya iniciado el control de las aguas de baño en virtud de la presente Directiva, la información presentada anualmente a la Comisión de conformidad con el apartado 1 seguirá elaborándose en virtud de la Directiva 76/160/CEE hasta que se pueda hacer una primera evaluación en virtud de la presente Directiva. Durante ese período, el parámetro 1 del anexo de la Directiva 76/160/CEE no se tendrá en cuenta en el informe anual y los parámetros 2 y 3 del anexo de la Directiva 76/160/CEE se considerarán equivalentes a los parámetros 2 y 1 de la columna A del anexo I de la presente Directiva.

4. La Comisión publicará un informe resumido anual sobre la calidad de las aguas de baño en la Comunidad, que incluirá las clasificaciones de las zonas de baño, la conformidad con lo dispuesto en la presente Directiva y las medidas de gestión significativas que hayan sido adoptadas. La Comisión publicará dicho informe a más tardar el 30 de abril de cada año, inclusive a través de Internet. En la elaboración del informe, la Comisión hará el mejor uso posible de los datos recopilados y de los sistemas de evaluación y presentación que figuran en la legislación comunitaria pertinente, especialmente la Directiva 2000/60/CE.

CAPÍTULO IV

DISPOSICIONES FINALES

Artículo 14

Informe y revisión

1. La Comisión presentará un informe al Parlamento Europeo y al Consejo, a más tardar en 2008. Este informe prestará especial atención a:

- a) los resultados de un estudio epidemiológico europeo adecuado dirigido por la Comisión en colaboración con los Estados miembros;
- b) otros progresos científicos, analíticos y epidemiológicos pertinentes para los parámetros de calidad de las aguas de baño, incluido respecto de los virus, y
- c) las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

2. Antes de finales de 2014 los Estados miembros presentarán a la Comisión observaciones escritas a su informe, incluida la necesidad de cualquier investigación complementaria o evaluación que pueda requerirse para asistir a la Comisión en su revisión de la presente Directiva en virtud del apartado 3.

3. A la luz de dicho informe, de las observaciones escritas de los Estados miembros y de una amplia evaluación del impacto y teniendo en cuenta la experiencia obtenida de la aplicación de la presente Directiva, la Comisión revisará la presente Directiva a más tardar en 2020, dedicando especial atención a los parámetros de la calidad de las aguas de baño, incluyendo si fuera apropiado la supresión de la clasificación «suficiente» o la modificación de las normas aplicables, y presentará, en su caso, propuestas legislativas adecuadas de conformidad con el artículo 251 del Tratado.

Artículo 15

Adaptaciones técnicas y medidas de aplicación

1. Se tomará la decisión, de conformidad con el procedimiento a que se refiere el artículo 16, apartado 2, de:

- a) especificar la norma EN/ISO sobre la equivalencia de los métodos microbiológicos a los efectos del artículo 3, apartado 9;
- b) establecer normas detalladas de aplicación del artículo 8, apartado 1, del artículo 12, apartado 1, letra a), y del artículo 12, apartado 4;
- c) adaptar los métodos de análisis para los parámetros del anexo I en función del progreso científico y técnico;
- d) adaptar el anexo V en función del progreso científico y técnico;
- e) establecer directrices para un método común de evaluación de muestras separadas.

2. La Comisión presentará un proyecto de las medidas que deberán adoptarse con arreglo al apartado 1, letra b), en lo que se refiere al artículo 12, apartado 1, letra a), a más tardar el 24 de marzo de 2010. Antes de hacerlo, consultará a los representantes de los Estados miembros, a las autoridades regionales y locales, a las organizaciones de turismo y de consumidores pertinentes y a otras partes interesadas. Tras la adopción de las normas correspondientes, la Comisión las publicará en Internet.

Artículo 16

Comité

1. La Comisión estará asistida por un Comité.

2. En los casos en que se haga referencia al presente apartado, serán de aplicación los artículos 5 y 7 de la Decisión 1999/468/CE, observando lo dispuesto en su artículo 8.

El plazo contemplado en el artículo 5, apartado 6, de la Decisión 1999/468/CE queda fijado en tres meses.

3. El Comité aprobará su reglamento interno.

Artículo 17

Derogación

1. La Directiva 76/160/CEE quedará derogada a partir del 31 de diciembre de 2014. A reserva del apartado 2, dicha derogación lo será sin perjuicio de las obligaciones de los Estados miembros en lo que se refiere a los plazos de incorporación al Derecho interno y de aplicación que establece la Directiva derogada.

2. En cuanto los Estados miembros hayan adoptado todas las medidas legales, administrativas y prácticas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva, ésta será aplicable y sustituirá a la Directiva 76/160/CEE.

3. Las referencias a la Directiva 76/160/CEE derogada se entenderán hechas a la presente Directiva.

Artículo 18

Aplicación

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente Directiva a más tardar el 24 de marzo de 2008. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión.

Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

2. Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones básicas de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

Artículo 19

Entrada en vigor

La presente Directiva entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

Artículo 20

Destinatarios

Los destinatarios de la presente Directiva son los Estados miembros.

Hecho en Estrasburgo, el 15 de febrero de 2006.

Por el Parlamento Europeo

El Presidente

J. BORRELL FONTELLES

Por el Consejo

El Presidente

H. WINKLER

ANEXO I

Aguas continentales

	A	B	C	D	E
	Parámetro	Calidad excelente	Calidad buena	Calidad suficiente	Métodos de análisis de referencia
1	Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ISO 7899-1 o ISO 7899-2
2	Escherichia coli (UFC/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)	ISO 9308-3 o ISO 9308-1

(*) Con arreglo a la evaluación del percentil 95. Véase el anexo II.

(**) Con arreglo a la evaluación del percentil 90. Véase el anexo II.

Aguas costeras y de transición

	A	B	C	D	E
	Parámetro	Calidad excelente	Calidad buena	Calidad suficiente	Métodos de análisis de referencia
1	Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	100 (*)	200 (*)	185 (**)	ISO 7899-1 o ISO 7899-2
2	Escherichia coli (UFC/100 ml)	250 (*)	500 (*)	500 (**)	ISO 9308-3 o ISO 9308-1

(*) Con arreglo a la evaluación del percentil 95. Véase el anexo II.

(**) Con arreglo a la evaluación del percentil 90. Véase el anexo II.

ANEXO II

Evaluación y clasificación de las aguas de baño

1. Calidad insuficiente

Las aguas de baño se clasificarán como de calidad «insuficiente» cuando, en la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño correspondientes al último período de evaluación⁽¹⁾, los valores del percentil⁽²⁾ de las enumeraciones microbiológicas sean peores⁽³⁾ que los valores de «calidad suficiente» que figuran en la columna D del anexo I.

2. Calidad suficiente

Las aguas de baño se clasificarán como de calidad «suficiente»:

- 1) cuando, en la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño correspondientes al último período de evaluación, los valores del percentil de las enumeraciones microbiológicas sean iguales o mejores⁽⁴⁾ que los valores de «calidad suficiente» que figuran en la columna D del anexo I, y
- 2) cuando las aguas de baño estén expuestas a contaminación de corta duración, a condición de que:
 - i) se adopten medidas adecuadas de gestión, incluidas la vigilancia, sistemas de alerta rápida y controles, para evitar la exposición de los bañistas mediante una advertencia o, cuando sea necesario, una prohibición de baño,
 - ii) se adopten medidas adecuadas de gestión para prevenir, reducir o eliminar las causas de contaminación, y
 - iii) el número de muestras descartadas de acuerdo con el artículo 3, apartado 6, debido a una contaminación de corta duración durante el último período de evaluación no represente más del 15 % del número total de muestras previsto en los calendarios de control fijados para ese período, o no más de una muestra por cada temporada de baño, teniendo siempre en cuenta el valor más alto.

3. Calidad buena

Las aguas de baño se clasificarán como de calidad «buena»:

- 1) cuando, en la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño correspondientes al último período de evaluación, los valores del percentil de las enumeraciones microbiológicas sean iguales o mejores⁽⁵⁾ que los valores de «calidad buena» que figuran en la columna C del anexo I, y
- 2) cuando las aguas de baño estén expuestas a contaminación de corta duración, a condición de que:
 - i) se adopten medidas adecuadas de gestión, incluidas la vigilancia, sistemas de alerta rápida y controles, para evitar la exposición de los bañistas mediante una advertencia o, cuando sea necesario, una prohibición de baño,
 - ii) se adopten medidas adecuadas de gestión para prevenir, reducir o eliminar las causas de contaminación, y
 - iii) el número de muestras descartadas de acuerdo con el artículo 3, apartado 6, debido a una contaminación de corta duración durante el último período de evaluación no represente más del 15 % del número total de muestras previsto en los calendarios de control fijados para ese período, o no más de una muestra por cada temporada de baño, teniendo siempre en cuenta el valor más alto.

4. Calidad excelente

Las aguas de baño se clasificarán como de calidad «excelente»:

- 1) cuando, en la serie de datos sobre calidad de las aguas de baño correspondientes al último período de evaluación, los valores del percentil de las enumeraciones microbiológicas sean iguales o mejores ^(*) que los valores de «calidad excelente» que figuran en la columna B del anexo I, y
- 2) cuando las aguas de baño estén expuestas a contaminación de corta duración, a condición de que:
 - i) se adopten medidas adecuadas de gestión, incluidas la vigilancia, sistemas de alerta rápida y controles, para evitar la exposición de los bañistas mediante una advertencia o, cuando sea necesario, una prohibición de baño,
 - ii) se adopten medidas adecuadas de gestión para prevenir, reducir o eliminar las causas de contaminación, y
 - iii) el número de muestras descartadas de acuerdo con el artículo 3, apartado 6, debido a una contaminación de corta duración durante el último período de evaluación no represente más del 15 % del número total de muestras previsto en los calendarios de control fijados para ese período, o no más de una muestra por cada temporada de baño, teniendo siempre en cuenta el valor más alto.

NOTAS

- (*) Por «último período de evaluación» se entiende las cuatro últimas temporadas de baño o, si procede, el período especificado en el artículo 4, apartados 2 o 4.
- (†) Partiendo de la evaluación del percentil de la función normal de densidad de probabilidad \log_{10} de los datos microbiológicos obtenidos en unas aguas de baño determinadas, se deduce el valor del percentil del siguiente modo:
 - i) tómesese el valor \log_{10} de todas las enumeraciones bacterianas de la secuencia de datos evaluada. (Si se obtiene un valor cero, tómesese en su lugar el valor \log_{10} de límite mínimo de detección del método analítico utilizado),
 - ii) calcúlese la media aritmética de los valores \log_{10} (ii),
 - iii) calcúlese la desviación típica de los valores \log_{10} (ii).
 El punto superior del percentil 90 de la función de densidad de probabilidad de los datos se deduce de la siguiente ecuación: punto superior del percentil 90 = antilog $(\mu + 1,282 \sigma)$.
 El punto superior del percentil 95 de la función de densidad de probabilidad de los datos se deduce de la siguiente ecuación: punto superior del percentil 95 = antilog $(\mu + 1,65 \sigma)$.
- (‡) «Peor» significa que sus concentraciones expresadas en UFC/100 ml son superiores.
- (§) «Mejor» significa que sus concentraciones expresadas en UFC/100 ml son inferiores.

ANEXO III

Perfil de las aguas de baño

1. El perfil de las aguas de baño a que se refiere el artículo 6 consistirá en:
 - a) una descripción de las características físicas, geográficas e hidrológicas de las aguas de baño, así como de otras aguas superficiales en la cuenca hidrográfica de las aguas de baño de que se trate, que pudieran ser fuente de contaminación, que sean pertinentes a los efectos de la presente Directiva y estén contempladas en la Directiva 2000/60/CE;
 - b) la determinación y evaluación de las causas de contaminación que pudieran afectar a las aguas de baño y a la salud de los bañistas;
 - c) una evaluación de la propensión a la proliferación de cianobacterias;
 - d) una evaluación de la propensión a la proliferación de macroalgas o fitoplancton;
 - e) en caso de que la evaluación con arreglo a la letra b) revele un riesgo de contaminación de corta duración, la siguiente información:
 - la naturaleza, frecuencia y duración previsible de la contaminación de corta duración esperada;
 - los pormenores de cualesquiera causas residuales de contaminación, con indicación de las medidas de gestión adoptadas y el calendario para su eliminación;
 - las medidas de gestión adoptadas durante una contaminación de corta duración, así como la identidad y las señas de los organismos responsables de tales medidas;
 - f) el emplazamiento del punto de control.
2. En el caso de aguas de baño clasificadas como de calidad «buena», «suficiente» o «insuficiente», el perfil del agua de baño deberá revisarse periódicamente para evaluar si ha variado alguno de los aspectos que figuran en el punto 1. Si fuere necesario, deberá actualizarse. La frecuencia y el alcance de la revisión se determinarán en función del carácter y la gravedad de la contaminación. No obstante, la revisión deberá abarcar al menos las disposiciones del cuadro que figura a continuación y tener lugar al menos con la frecuencia fijada en dicho cuadro.

Clasificación de la calidad de las aguas de baño	«Buena»	«Suficiente»	«Insuficiente»
Las revisiones deberán tener lugar al menos cada	4 años	3 años	2 años
Aspectos que deberán revisarse (letras del punto 1)	a) a f)	a) a f)	a) a f)

En el caso de aguas de baño que anteriormente hubieran sido clasificadas como de calidad «excelente», el perfil de las aguas de baño deberá revisarse, y de ser necesario actualizarse, sólo en el caso de que la clasificación cambie por la de calidad «buena», «suficiente» o «insuficiente». La revisión deberá abarcar todos los aspectos mencionados en el punto 1.

3. Si se han realizado obras o cambios importantes en las infraestructuras de una zona de baño o en sus inmediaciones, deberá actualizarse el perfil de las aguas de baño antes del inicio de la siguiente temporada de baño.
4. Los datos mencionados en el punto 1, letras a) y b), deberán facilitarse en un mapa detallado, siempre que sea factible.
5. Podrá adjuntarse o incluirse otra información pertinente si la autoridad competente lo considera oportuno.

ANEXO IV

Control de las aguas de baño

1. Se tomará una muestra poco antes del inicio de cada temporada de baño. No podrán tomarse y analizarse menos de cuatro muestras por temporada de baño, incluida esta muestra adicional, y a reserva de la aplicación del punto 2.
2. Sin embargo, sólo será necesario tomar y analizar tres muestras por temporada de baño en el caso de las aguas de baño que:
 - a) tengan una temporada de baño que no exceda de ocho semanas, o
 - b) estén situadas en una región con limitaciones geográficas especiales.
3. Las fechas de muestreo deberán distribuirse a lo largo de toda la temporada de baño y el intervalo entre las fechas de muestreo nunca excederá de un mes.
4. En caso de contaminación de corta duración, se obtendrá una muestra adicional para confirmar el final del incidente. Esta muestra no formará parte de la serie de datos sobre la calidad de las aguas de baño. Si fuera necesario reemplazar una muestra descartada, se tomará una muestra adicional siete días después del final de la contaminación de corta duración.

ANEXO V

Normas sobre manipulación de muestras para análisis microbiológicos**1. Punto de muestreo**

En lo posible, las muestras se tomarán 30 cm por debajo de la superficie de las aguas y en aguas cuya profundidad no sea inferior a 1 m.

2. Esterilización de los recipientes de las muestras

Los recipientes de las muestras:

- se someterán a esterilización en autoclave durante al menos 15 minutos a 121 °C, o
- se someterán a esterilización en seco durante al menos 1 hora con una temperatura de 160 °C a 170 °C, o
- serán recipientes para muestras irradiados directamente por el fabricante.

3. Muestreo

El volumen del recipiente dependerá de la cantidad de agua necesaria para el análisis de cada parámetro. El contenido mínimo será en general de 250 ml.

Los recipientes para las muestras deberán ser transparentes e incoloros (de vidrio, polietileno o polipropileno).

Con el fin de evitar la cocontaminación accidental de la muestra, la persona que obtenga las muestras empleará técnicas asepticas para mantener la esterilidad de los recipientes de muestreo. No serán necesarios otros equipos estériles (como guantes quirúrgicos estériles, pinzas o varetas) si se procede adecuadamente.

La muestra deberá identificarse claramente con tinta indeleble en la muestra y en el formulario de la muestra.

4. Almacenamiento y transporte de las muestras antes de su análisis

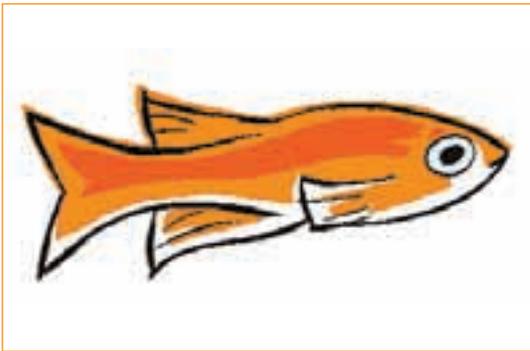
Las muestras de agua deberán estar protegidas de la exposición a la luz, especialmente a la luz solar directa, en todas las fases del transporte.

Las muestras deberán conservarse a una temperatura de aproximadamente 4 °C, en una caja térmica o en un refrigerador (dependiendo del clima), hasta su llegada al laboratorio. Será obligatorio el transporte en un refrigerador cuando sea probable que el transporte al laboratorio supere las 4 horas.

El lapso de tiempo entre la toma de muestras y su análisis deberá ser lo más corto posible. Se aconseja realizar el análisis el mismo día hábil en que se obtengan las muestras. Si ello no fuera posible por motivos prácticos, deberán procesarse las muestras en un plazo máximo de 24 horas. Entretanto se conservarán en la oscuridad y a una temperatura de 4 °C ± 3 °C.

Anexo IV: Galería de imágenes

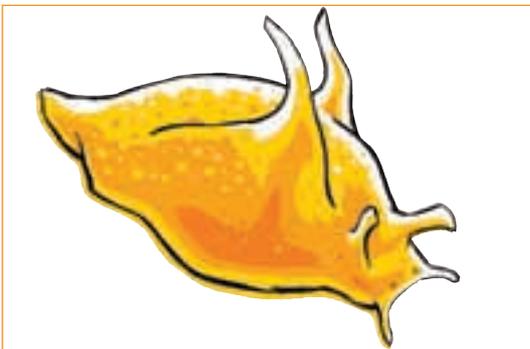
Especies animales más frecuentes en nuestras costas.



Alfonsito



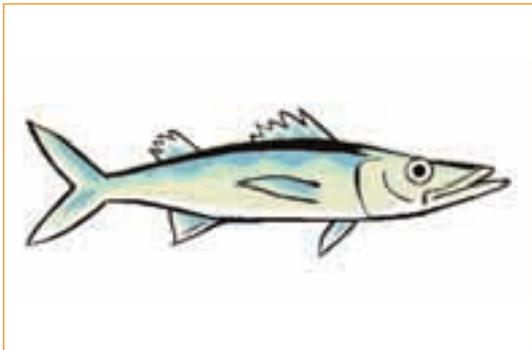
Atún



Liebre de mar



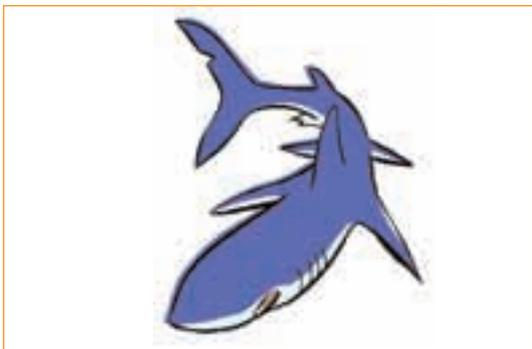
Ballena



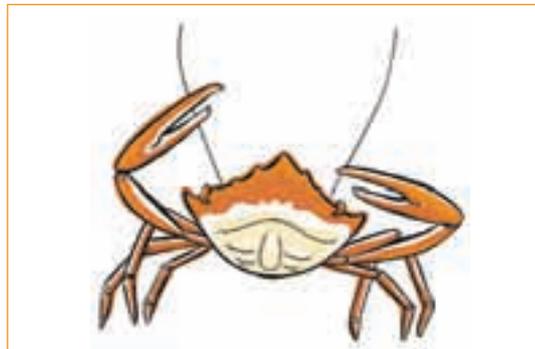
Bicuda



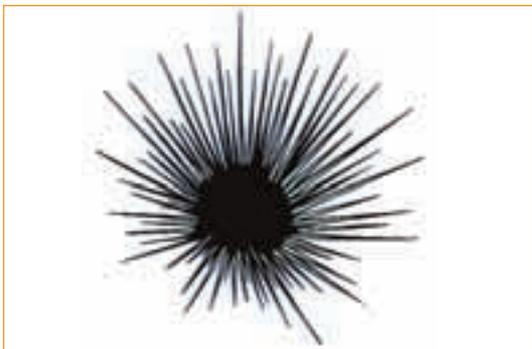
Cangrejo chico



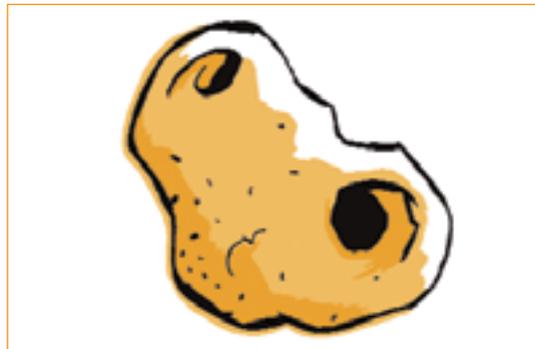
Cazón



Centollo



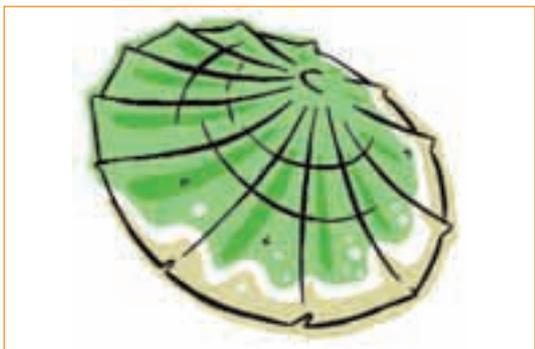
Erizo



Esponja



Langosta canaria



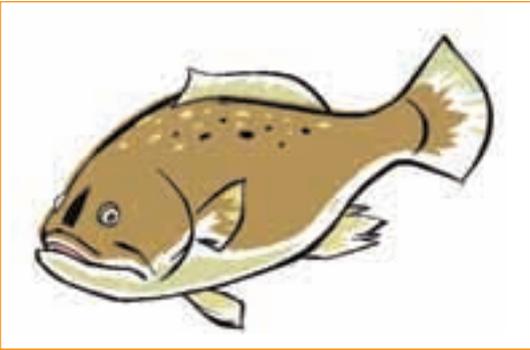
Lapa



Medusa



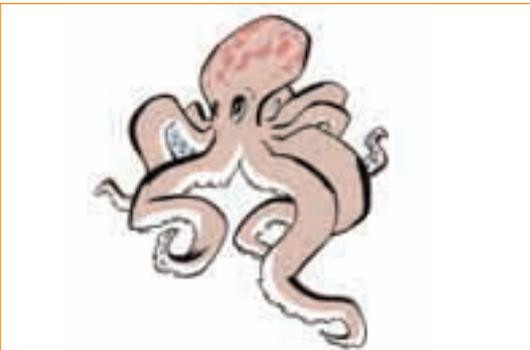
Mejillón



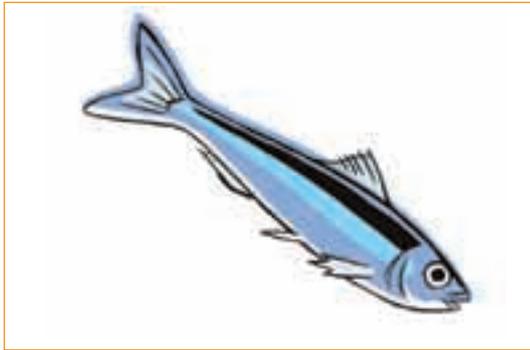
Mero



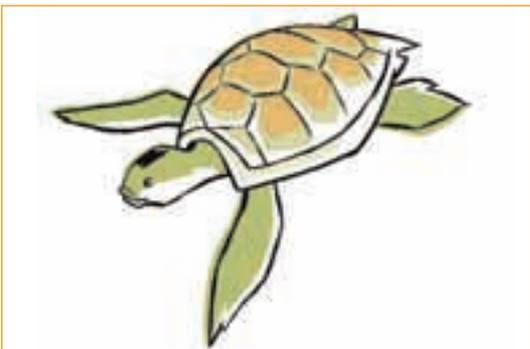
Pejerrey



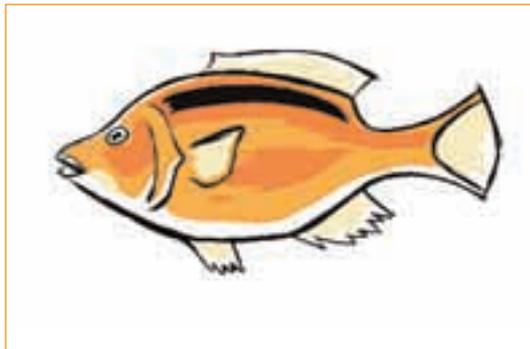
Pulpo



Sardina



Tortuga boba



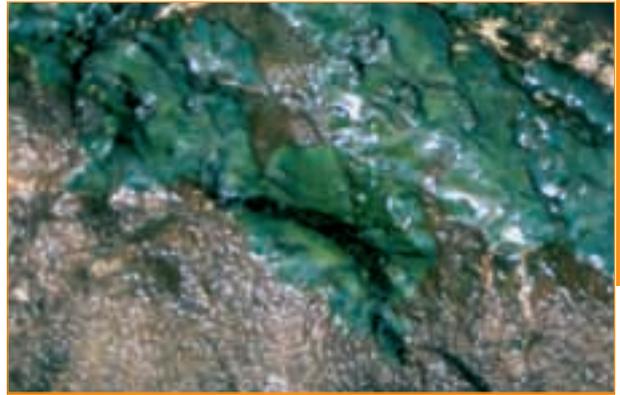
Vieja

Especies vegetales más frecuentes en nuestras costas (fotos E. Portillo).

Algas verdes



Caulerpa racemosa



Codium adhaerens



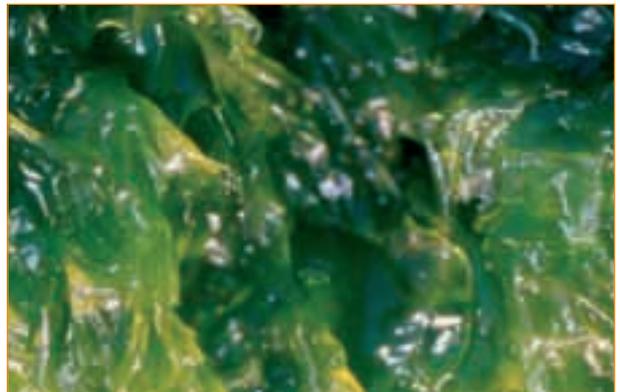
Codium duthieae



Enteromorpha intestinales



Enteromorpha ramulosa

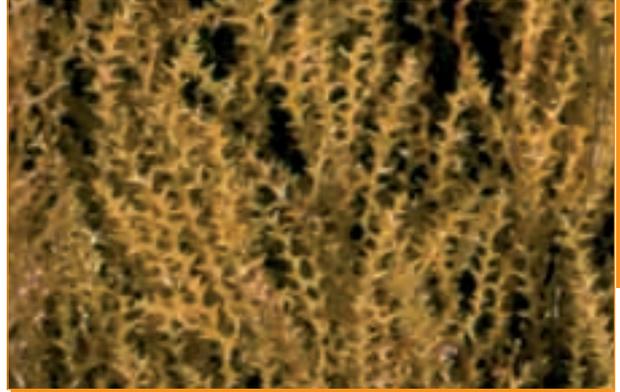


Ulva rigida

Algas pardas



Colpomenia sinuosa



Cystoseira abies-marina



Cystoseira compressa



Dictyota dichotoma



Fucus spiralis



Lobophora variegata



Padina pavónica



Sargassum desfontainessii



Stypocaulon scoparium



Zonaria tourneforti

Algas rojas



Corallina elongata



Gelidium canariensis



Halopithys incurva



Hypnea sp



Jania sp



Liagora sp

