

*'Mejorar la calidad del agua es aún la principal preocupación en la cuenca del Sena-Normandía, a pesar del progreso real realizado en los últimos treinta y cinco años. El agua de las tormentas durante los periodos de fuertes precipitaciones continúa creando problemas, causando que las aguas residuales se viertan directamente en los ríos o sobrecargando las plantas de tratamiento, y disminuyendo por tanto su eficacia. La contaminación de fuente no puntual, procedente de la agricultura y de las zonas urbanas, es todavía un gran problema, ya que las concentraciones de nitratos, plaguicidas y metales pesados continúan aumentando.'*

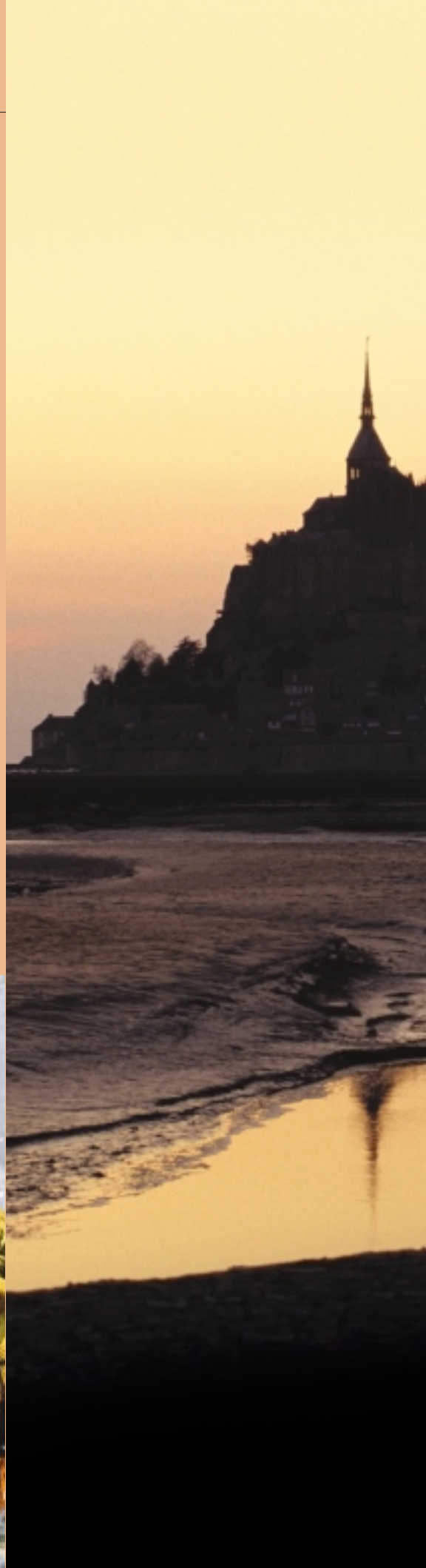
# 19

## La cuenca del Sena-Normandía, Francia

### Índice

<b>Contexto general</b>	<b>432</b>
Mapa 19.1: Mapa de situación	432
Tabla 19.1: Características hidrológicas de la Cuenca del Sena-Normandía	432
Mapa 19.2: Mapa de la cuenca	433
<b>Geología</b>	<b>432</b>
Densidad de población	432
Economía	432
<b>Recursos hídricos</b>	<b>433</b>
Aumento de la presión debida al hombre sobre la hidromorfología	433
Calidad del agua: un balance mixto	433
Mapa 19.3: Calidad del agua en la cuenca del Sena-Normandía	435
La biodiversidad se recupera	434
Datos sobre el agua fácilmente disponibles	434
<b>Retos para la vida y el bienestar</b>	<b>436</b>
Control sanitario riguroso	436
Abastecimiento de agua potable y tratamiento de las aguas residuales	436
Figura 19.1: Mejora de la calidad del agua del río Marne	437
Agricultura	437
Industria	437
El medio acuático para la biodiversidad y el turismo	438
<b>Retos de gestión: administración y gobernabilidad</b>	<b>438</b>
Las leyes del agua de 1964 y 1992 y la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (WFD)	438
Funciones de gestión del agua definidas	438
Participación pública innegable pero limitada	439
Figura 19.2: Legislación del agua en Francia	439

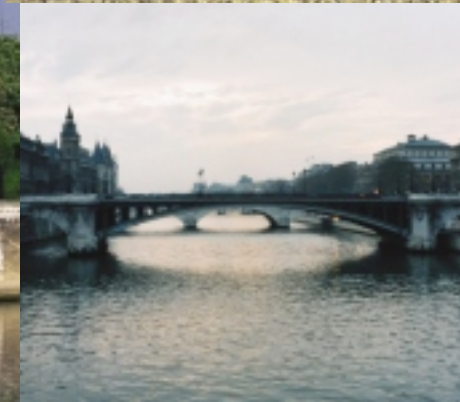
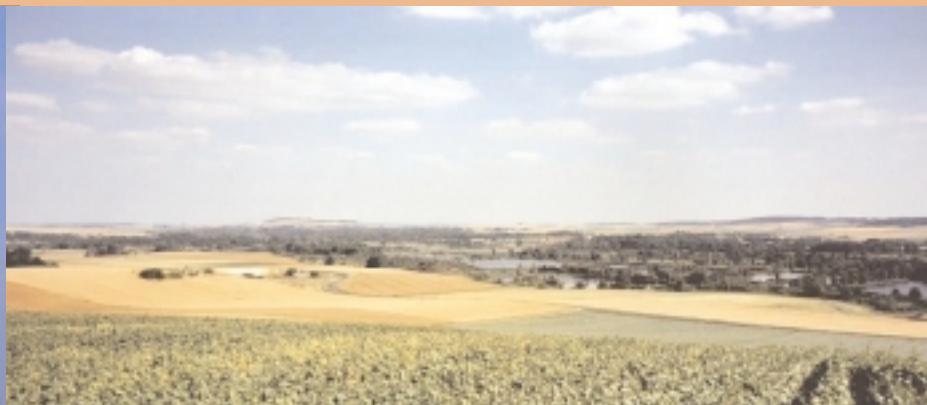
Pago de los servicios de agua, ayuda financiera y gestión de los recursos	440
Logros de este sistema de gestión del agua	440
<i>Proyectos de descontaminación</i>	440
<i>Medidas preventivas</i>	441
Protección y restauración del medio ambiente	441
Gestión del riesgo centrada en la escasez de agua, las inundaciones y la salud	442
<b>Conclusiones</b>	<b>442</b>
Cuadro 19.1: Desarrollo de indicadores	443
<b>Referencias</b>	<b>446</b>



Bajo el puente Mirabeau fluye el Sena  
con nuestros amores  
¿es preciso recordarlo?  
La alegría siempre suele suceder a la pena

*Guillaume Apollinaire*

Hace sólo cuarenta años el río Sena fue declarado 'muerto'. Los niveles de contaminación industrial y agrícola eran peligrosamente altos. Los peces nativos habían desaparecido, la vida vegetal estaba agonizando, y el agua era peligrosa para bañarse. Hoy, sin embargo, el río y sus alrededores han sido rehabilitados. La ciudad de París incluso organiza competiciones de pesca las tardes de verano. Este cambio espectacular empezó con el reconocimiento en 1964 de seis cuencas fluviales como las unidades hidrográficas naturales de Francia y la creación de seis agencias hidrológicas para su gestión adecuada. Los problemas persisten, especialmente la contaminación por nitratos procedentes de los fertilizantes y la continua desaparición de humedales, pero el estudio de caso presentado aquí muestra que la aplicación de la tecnología moderna, una base fiscal sensata y una voluntad política a varios niveles puede hacer mucho para lograr la reversión de algunas de las negligencias del pasado.





**EL** DISTRITO DE LA CUENCA DEL SENA-NORMANDÍA, en el noroeste de Francia, ocupa una superficie de aproximadamente 97.000 kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>), casi un 18 por ciento de la superficie total del país. Está formado por las cuencas del río Sena y sus afluentes, Oise, Marne y Yonne, y por las de los ríos de la costa de Normandía.

## Contexto general

La tierra es relativamente llana, con altitudes generalmente inferiores a los 500 metros. El clima es oceánico y templado, con una precipitación media anual de 750 milímetros (mm) y una evapotranspiración potencial media anual de 500 mm. La precipitación anual varía entre 300 y 1.600 mm, dependiendo de la zona. En París, varía de 400 a más de 800 mm, de un año a otro. La temperatura media mensual en París está entre 2,5°C (en enero) y 24,6°C (en agosto). Los periodos de helada son cortos en la costa oeste, pero se prolongan a medida que nos movemos hacia el borde oriental de la cuenca.

## Geología

La cuenca del Sena-Normandía incluye una gran parte de la cuenca sedimentaria de París. La estructura geológica de la cuenca de París se parece a un montón de 'platillos volantes' con las capas más recientes (terciario) aflorando en el centro y las capas más antiguas (mesozoico) aflorando en los bordes externos de la cuenca. Estas capas yacen sobre el lecho de rocas hercinianas (paleozoico) que afloran en la parte oeste de la cuenca. Este tipo de estructura geológica contiene numerosos acuíferos extremadamente variados en tamaño y estructura (acuíferos aluviales, sedimentarios y fracturados). En la cuenca de París, unos diez de estos acuíferos son muy importantes en cuanto a utilización.

Los suelos pardos lixiviados cubren la parte occidental de la cuenca. Hay una capa más fina de suelo pardo ácido, suelo pardo eutrófico y suelo calcáreo en el borde oriental de la cuenca de París y en la Baja Normandía. El suelo rendzina, que se encuentra en muchos sitios en la base de las colinas, se utiliza para el cultivo de la vid en la región de Champaña.

## Densidad de población

La cuenca del Sena-Normandía tiene una población estimada de 15,5 millones de habitantes, de los que un 80% vive en zonas

**Tabla 19.1: Características hidrológicas de la cuenca del Sena-Normandía**

Superficie de la cuenca	97.000	Km <sup>2</sup>
Precipitación anual	750	mm/año
Evapotranspiración potencial anual	500	mm/año
Descarga media en los ríos costeros de Normandía	125,8	m <sup>3</sup> /s
Descarga media en el río Sena	460	m <sup>3</sup> /s

**Mapa 19.1: Mapa de situación**



Fuente: Preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) por AFDEC, 2002

urbanas, la mayoría de ellas situadas a lo largo de los ríos de la cuenca y en la región de París (situada aproximadamente en el centro de la cuenca). La densidad de población en la cuenca varía enormemente. Los suburbios de París se están extendiendo ya por la Alta Normandía. La región de Ile-de-France, alrededor de París, es el destino turístico más popular en Francia, y tiene, por ejemplo, 35 millones de pernoctaciones de turistas extranjeros al año. La población de algunos departamentos de la costa normanda es también objeto de grandes variaciones estacionales.

## Economía

La actividad económica de la cuenca del Sena-Normandía es dinámica. Sólo la producción industrial en la cuenca supone el 40% de la producción nacional, e incluye el 60% de la industria del automóvil francesa y el 37% de sus refinerías de petróleo. Hay industrias agro-alimentarias, mientras que la industria pesada (química, petroquímica, papel, metalúrgica) se concentra en el valle inferior del Sena y en el valle del Oise. Sólo en la región de París hay una amplia gama de actividades económicas, en cuanto a tamaño y variedad. Los negocios, el comercio y los servicios, que son parte integral del tejido urbano, también florecen como consecuencia de la alta densidad de población.

La cuenca también tiene una industria agrícola próspera, con extensas explotaciones en vastas llanuras y las renombradas regiones productoras de vino de Champaña y Borgoña. El sesenta por ciento de la superficie de la cuenca se utiliza para la agricultura y el 80% del azúcar francés, el 75% de sus semillas oleaginosas y proteínicas, y el 27% de sus granos panificables provienen de esta región. Desde 1970, las prácticas agrícolas han seguido la tendencia mundial hacia grandes cultivos industriales con alto valor añadido (remolacha azucarera, semilla de colza, patatas) con una concentración del cultivo de cereales en el suroeste y una producción ganadera en los bordes de la cuenca.

Mapa 19.2: Mapa de la cuenca



Fuente: Preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) por AFDEC, 2002

## Recursos hídricos

Aumento de la presión debida al hombre sobre la hidromorfología  
La cuenca del Sena-Normandía tiene 55.000 Km de cursos de agua. El Sena, alimentado por los ríos Oise, Marne y Yonne, es la arteria central de la cuenca. Los ríos presentan pendientes suaves debido a la planicie del terreno. Durante los periodos de crecida, el agua de los ríos se desborda formando llanuras aluviales que, en algunos sitios, tienen más de 10 Km de anchura.

Las inundaciones son de hecho la mayor preocupación de la cuenca. La escorrentía ha aumentado a medida que una parte mayor de la cuenca se ha hecho impermeable (1.600 Km<sup>2</sup> de suelo impermeable de una superficie total de 100.000 Km<sup>2</sup>, aunque estas zonas están concentradas).<sup>1</sup> El flujo es interrumpido frecuentemente por la profundidad de los cauces, por los dragados y las graveras. Las presas de la cuenca del Sena-Normandía, pensadas en parte para estabilizar los picos de flujo, suelen tener un efecto mínimo sobre las inundaciones, debido a su distancia de las grandes zonas urbanas y a su capacidad limitada, en comparación con los volúmenes de las grandes inundaciones.<sup>2</sup> Sin embargo, estas grandes presas regulan el flujo escaso y sin ellas los ríos aguas arriba de París estarían secos durante el verano, debido a la gran cantidad de agua extraída por la región de París.

1. La escorrentía adicional debida a la impermeabilización de superficies se estima en 760 millones de metros cúbicos al año, basándose en el coeficiente de escorrentía del 100% en superficies impermeables y el 20% en superficies permeables, y una media anual de precipitación de 600 mm.

2. Mientras que las grandes presas del Sena, aguas arriba de París, pueden contener 800 millones de m<sup>3</sup> de agua, casi 4.000 millones de m<sup>3</sup> fluyeron a través de París durante la inundación de 1910.

El desarrollo humano también daña la biología de los ríos: los peces migratorios no pueden pasar pese a que el 60% de las centrales hidroeléctricas y menos del 20% de las presas están equipados con pasos de peces. Las modificaciones de las cuencas de los ríos principales, particularmente por motivos de navegación (1.427 Km de cursos de agua navegables, 550 de ellos con calado alto o medio) son la principal causa de disminución en la población de especies de peces migratorios.

Los efectos cuantitativos de otras presiones debidas al hombre en la cuenca no son significativos. De las aproximadamente cuarenta formaciones acuíferas, sólo tres de ellas han caído temporalmente por debajo de su umbral de estrés hídrico. En los ríos, la extracción afecta principalmente a la calidad. El agua de algunos ríos sale ahora simplemente de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

### Calidad del agua: un balance mixto

A pesar de la gran actividad del hombre, que produce residuos oxidables, la concentración de oxígeno disuelto en los ríos de la cuenca ha aumentado en los últimos treinta años, después de haber estado seriamente debilitada en la década de los sesenta.<sup>3</sup> La situación de los nitratos, sin embargo, está empeorando. Desde 1965, la concentración de nitratos en el bajo Sena ha aumentado significativamente, aún cuando la tasa de progresión ha disminuido

3. El contenido medio de oxígeno, en la estación de medida de Poses (bajo Sena), ha aumentado, como media, en un 0,9% al año en los últimos veinticinco años, lo que refleja por tanto los esfuerzos realizados en la cuenca del Sena.

desde 1989. Las mismas concentraciones existen también en las aguas subterráneas.<sup>4</sup> Hoy en día, un 25% de los puntos de medida del agua subterránea de la cuenca muestra más de 40 miligramos (mg) de nitrato por litro; el 12% muestra más de 50 mg/litro. Pero estos niveles de nitrato están todavía por debajo del umbral del agua subterránea para considerarla agua potable (que es de 100 mg/litro, mientras que es de 50 mg/litro para el agua superficial). El nitrato es también la tercera causa mayor de contaminación costera y del agua del mar. Cuando está combinado con fosfato, puede causar eutrofización y la proliferación de microalgas tóxicas. La entrada de fosfato de fuentes continentales, que es la causa principal de eutrofización del agua dulce, ha disminuido considerablemente aunque todavía es demasiado alta.<sup>5</sup>

Las concentraciones de metales están también disminuyendo.<sup>6</sup> Aunque naturalmente presentes en pequeñas cantidades en el medio acuático, los metales también proceden de aguas residuales insuficientemente tratadas y de la escorrentía superficial en zonas urbanas. Aunque la descarga accidental de contaminantes muy tóxicos que matan peces es actualmente rara, se detectan aún concentraciones altas cerca de los sitios contaminados.

Por otro lado, las concentraciones de bifenilos policlorados (PCB) son todavía alarmantes, a pesar de que están disminuyendo.<sup>7</sup> Aunque los PCB no se fabrican desde 1987, se producen todavía por la incineración de basuras domésticas y la fabricación de pinturas y lubricantes. Junto a los metales y los hidrocarburos, los PCB son la segunda causa mayor de contaminación costera y del agua del mar (después de la contaminación microbiológica). Sin embargo, el agua subterránea está muy poco afectada por microcontaminantes orgánicos distintos de los plaguicidas.

Los plaguicidas utilizados, además de en agricultura, en las vías férreas, carreteras y jardines, son un problema grave en la cuenca del Sena-Normandía. Las triazinas (compuestos orgánicos nitrogenados muy solubles, móviles y persistentes) son las más importantes. Están presentes en las aguas superficiales (con máximos en primavera), en las aguas costeras y, sobre todo, en las aguas subterráneas.<sup>8</sup>

En general, los microcontaminantes orgánicos son uno de los mayores problemas de gestión del agua, porque las concentraciones que deben medirse son extremadamente bajas y están apareciendo constantemente nuevas moléculas sintéticas, que también se deben detectar. El mapa 19.3 muestra el estado físico-químico de la cuenca entre 1997 y 1999.

### La biodiversidad se recupera

De un total de treinta y tres especies de peces identificadas como pertenecientes al ecosistema local, se encuentran hoy habitualmente veintiséis, una mejora considerable sobre la década de los sesenta, en la que la diversidad y el número de peces había disminuido debido a una fuerte contaminación del agua (Belliard, 2001). La red hidrobiológica y piscícola de la cuenca del Sena-Normandía, que controla la población de peces, tiene ahora 143 estaciones. Tres o cuatro veces al año se utilizan técnicas eléctricas de pesca para estudiar la población de peces. Los peces vivos son entonces devueltos al río. Mientras que las condiciones cerca de los bordes de la cuenca son, en general, favorables para la vida de los peces, no ocurre lo mismo en el centro (en particular, en el río Sena). En ríos pequeños, la contaminación de fuente no puntual y la salinización de los lechos de los ríos son las principales causas de la disminución de las poblaciones de peces. En los ríos grandes, las causas son principalmente las barreras físicas y los vertidos de las zonas urbanas. Junto con el impacto negativo de la presión antrópica (siete especies ya no se encuentran), alrededor de veinte especies nuevas han sido introducidas por el hombre,<sup>9</sup> que también introdujo especies de plantas invasoras como el polígono japonés.<sup>10</sup>

### Datos sobre el agua fácilmente disponibles

La Agencia del Agua del Sena-Normandía (AESN) y los servicios del gobierno francés, junto con otras instituciones públicas, gestionan varias redes de medida que recogen datos cuantitativos y cualitativos sobre las aguas superficiales y subterráneas. En el año 2000, por ejemplo, los parámetros habituales de medida de la calidad del agua superficial se analizaron en 441 puntos de la cuenca. De éstos, en 171 también se analizaron metales y en 120 microcontaminantes. Estos puntos se muestrean de seis a cuarenta y ocho veces al año, para determinar más de 150 parámetros (dando un total de casi 2 millones de datos/año), los cuales varían en el tiempo y en el espacio con las condiciones de campo. La red de calidad del agua subterránea utiliza 402 pozos y piezómetros para el control de los diez acuíferos principales de la cuenca. Las muestras se toman entre doce y cuarenta y ocho veces al año, para determinar más de 250 parámetros (casi 3 millones de datos/año). También se han creado redes para vigilar las aguas costeras. En el año 2000, se analizaron muestras de agua de 130 sitios para determinar su calidad para el baño; de veintidós sitios para los mariscos y de once sitios para los sedimentos marinos. En los estuarios, ríos costeros, zonas de baño y en los puntos de descarga, los principales análisis llevados a cabo son análisis bacteriológicos (*Escherichia coli*, enterococos), respaldados por análisis

4. En el año 2000, de 407 pozos, el 37% tenía contenidos de nitratos entre 20 y 40 miligramos por litro y un 14% tenía agua de muy mala calidad (>50 mg/litro).

5. El flujo que llega al estuario del Sena disminuyó de 60 a 39 t/día entre 1974 y 1999.

6. Desde 1976, ha habido una disminución en Poses (bajo Sena) en la cantidad de metales disueltos: cadmio (una disminución de diez veces en los últimos treinta años), cobalto, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc. Otros metales como cobre, titanio, vanadio, hierro y manganeso, están también disminuyendo, aunque en menor medida.

7. Su concentración ha disminuido desde 1978, aunque todavía es de cinco a seis veces mayor que la media nacional.

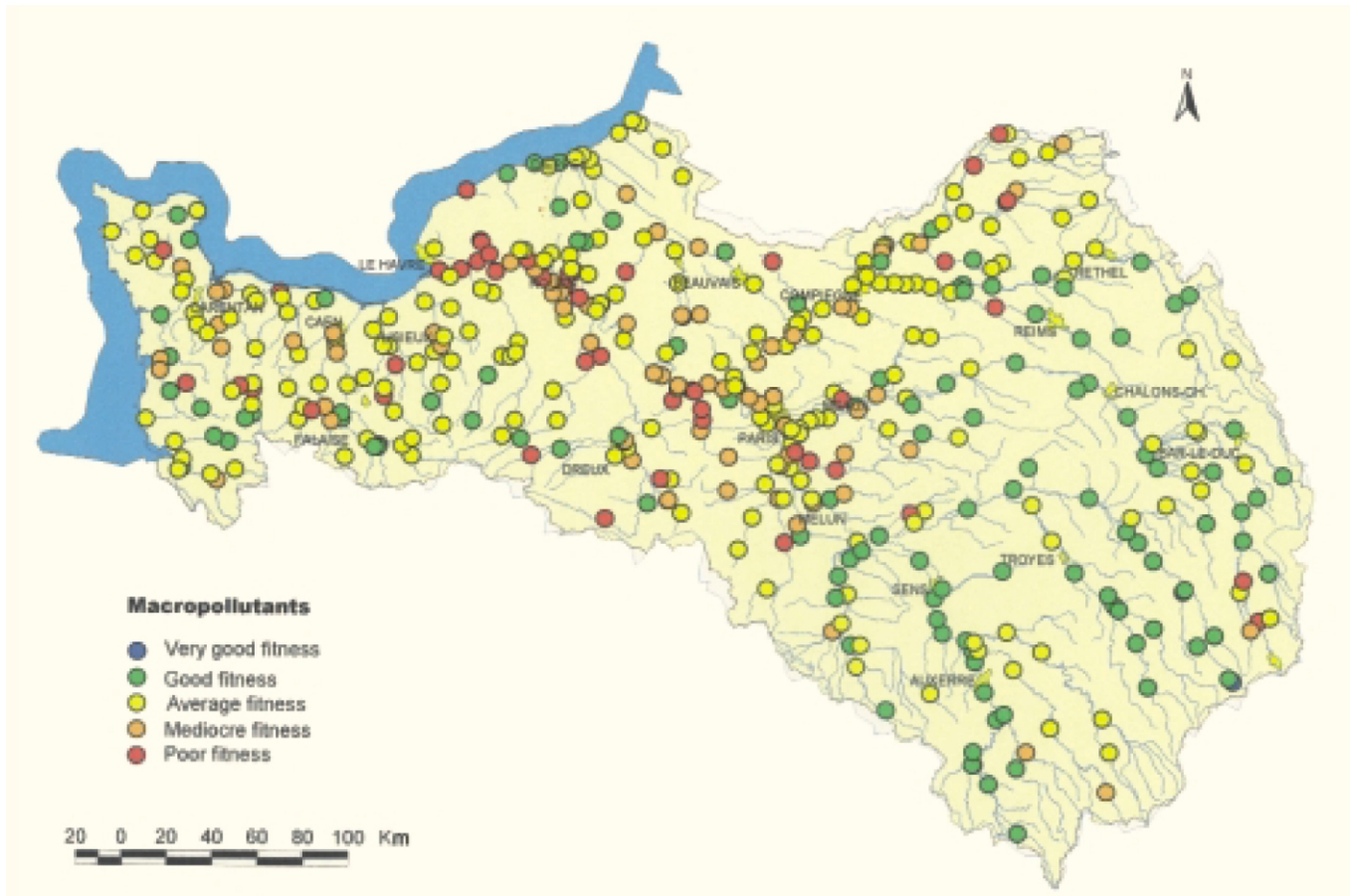
8. La mitad de los 371 pozos de la red monitorizada estaban contaminados en 1999. El cuarenta por ciento tenían concentraciones de triazinas superiores a 0,1 microgramos por litro.

9. Ejemplos de especies que se han introducido son la gola y el boga (*Chondrostoma nasus*), y entre las que han desaparecido están el esturión, la trucha de mar, el salmón y la lamprea de mar.

10. El *phytophthora fungus*, parte de cuyo ciclo de vida se desarrolla en los ríos, daña seriamente los alisos, los cuales tienen una gran importancia ecológica y forestal. El mejillón cebra es un molusco invasor en los ríos. *Cladophora* y *Vaucheria* son algas verdes que crecen en ambientes eutróficos y han sido introducidas por el hombre, procedentes de acuarios. Las *Cyanophyta* son también perjudiciales en medios de agua dulce por razones sanitarias.



Mapa 19.3: Calidad del agua de la cuenca del Sena-Normandía



Los datos cuantitativos y cualitativos de las aguas superficiales y subterráneas se procesan utilizando el sistema de evaluación de la calidad (SEQ-Eau) basado en un conjunto de indicadores y requisitos de uso.

Fuente: AESN, 2001b, IGN-BD Cartho 94.

químicos (partículas en suspensión, capacidad de oxidación, nitratos, cloruros). En el marisco se analizan las bacterias (recuento total de coliformes, estreptococos, Salmonella), los metales y la radioactividad.

Los datos resultantes se procesan usando el sistema de evaluación de calidad (SEQ-Eau) basado en el concepto de indicadores (grupos de parámetros similares, como 'metales' o 'nitratos') y en los requisitos para varios usos (abastecimiento de agua potable, riego, baño). Este sistema es muy flexible y permite evaluar la calidad del agua según los criterios más relevantes para un uso determinado.

Los datos cuantitativos se miden en 174 pluviómetros, 214 piezómetros y 418 estaciones hidrométricas. Esto permite vigilar el riesgo de inundaciones y los posibles efectos de éstas en la calidad del agua. Los registros de nivel del agua se almacenan en una base de datos y están disponibles al público a través de una página web. La mayoría de estos datos está también disponible en el sitio web de AESN, el cual utiliza un software dedicado a la producción de resúmenes, midiendo puntos y parámetros bajo demanda.

En Francia, el público está muy concienciado sobre la gravedad de los problemas medioambientales, especialmente cuando la salud

humana puede verse afectada. La población de la cuenca del Sena-Normandía está mucho más preocupada por la calidad del agua que por la escasez de ésta. Sabe que los plaguicidas y los fertilizantes químicos son un gran problema y entiende que el agua se tiene que "limpiar" antes de verterla. Por tanto considera normal el pago por este servicio, aunque se queja cuando el precio le parece demasiado alto para el servicio prestado, o cuando los costes no se reparten equitativamente entre los interesados. Es interesante constatar que el consumo de agua ha disminuido recientemente, pero los estudios muestran que el precio no es directamente responsable de esta tendencia.

11. <http://infoterre.brgm.fr/>

12. [www.eau-seine-normandie.fr](http://www.eau-seine-normandie.fr)



## Retos para la vida y el bienestar

### Control sanitario riguroso

La calidad del agua potable es ahora mucho mejor que hace treinta años. Los estándares son más altos y las técnicas de tratamiento mucho más eficientes. El agua potable debe cumplir unos criterios basados en la dosis máxima permisible (MPD). La Directiva Marco del Agua (WFD) europea exige tener en cuenta cuarenta y ocho parámetros, incluyendo microbiología, sustancias tóxicas y 'no deseables'. El agua potable de más de la mitad de la población de la cuenca procede de acuíferos subterráneos. Con el agua subterránea los estándares biológicos se pueden cumplir simplemente protegiendo los pozos y depurando ligeramente el agua bombeada (excepto cuando el agua está turbia, lo que puede ocurrir en los periodos de fuertes precipitaciones en las regiones kársticas, privando de agua a unas 500.000 personas durante varios días al año). En París y sus alrededores, donde el agua potable procede principalmente de los ríos, el tratamiento requerido depende de la calidad del agua de partida. El agua superficial se clasifica en tres categorías según su calidad, y cada una exige un tratamiento cada vez más riguroso. El agua más contaminada no se debe utilizar para beber. Sin embargo, hay pocos casos de agua de calidad inferior a la exigida en la cuenca del Sena-Normandía. Por otra parte, la MPD para la atrazina (un herbicida químico) supone un problema, especialmente porque los límites fijados por la Unión Europea (UE) son aún más estrictos que los de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 0,5 microgramos (g) por litro para el total de microcontaminantes orgánicos y 0,1 g/litro para cada sustancia individual. Para los nitratos, la UE recomienda 25 mg/litro, pero la norma actual, tanto para Europa como para la OMS, es de 50 mg/litro. La tendencia en la cuenca indica que la MPD para el nitrato planteará también pronto un problema. El alto contenido de plomo en el agua potable es, con frecuencia, un problema en las casas antiguas, debido principalmente al estado de las cañerías particulares.

Bañarse en los ríos está todavía restringido, debido a la pobre calidad bacteriológica. La línea de costa de la cuenca es la zona donde florece el turismo, así como una industria dinámica de cría de mariscos, especializada en mejillones y ostras, que requieren ambos un agua de mar de muy alta calidad.

La contaminación microbiológica de los sistemas de alcantarillado, de la escorrentía superficial y de los ríos costeros es la principal amenaza y tiene efectos muy perjudiciales sobre las actividades económicas. La situación ha mejorado considerablemente desde 1990, pero todavía ocurren incidentes aislados durante los periodos de precipitaciones fuertes. Las áreas utilizadas para el cultivo de mariscos están clasificadas en cuatro categorías según su calidad; cada una requiere un tratamiento cada vez más riguroso, para garantizar que los productos comercializados cumplen las normas.

Abastecimiento de agua potable y tratamiento de las aguas residuales

En 1999, 1.564 millones de metros cúbicos de agua fueron bombeados en la cuenca del Sena-Normandía para el abastecimiento de agua potable. Esto corresponde a un volumen distribuido de alrededor de 1.240 Mm<sup>3</sup>, considerando las

pérdidas de la red (estimadas en un 20%), lo que supone un consumo diario medio de 190 litros por habitante y día o 70 m<sup>3</sup>/año.

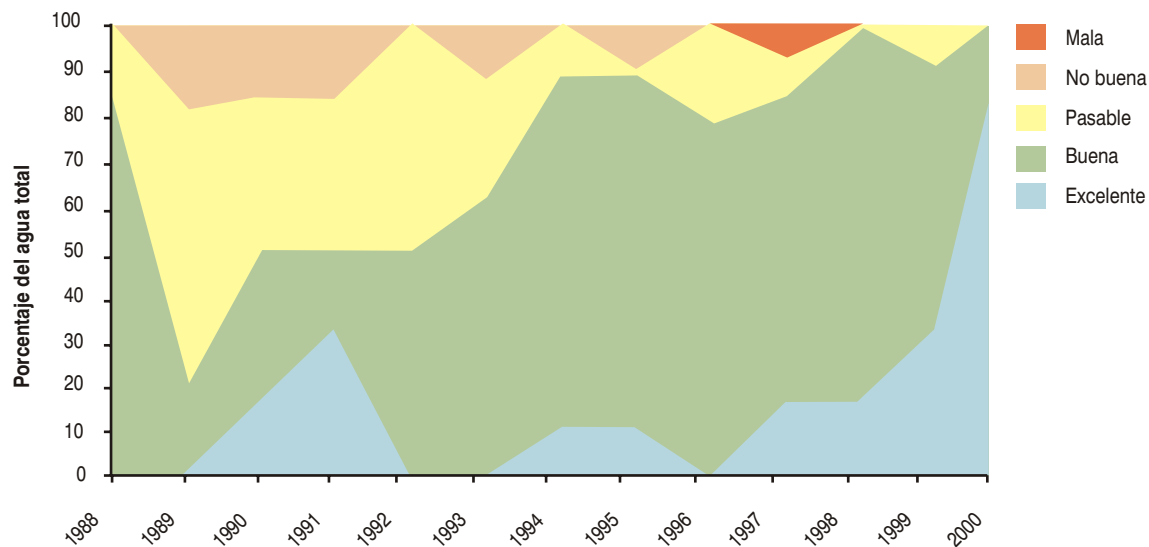
En cuanto al tratamiento de las aguas residuales, reducir la descarga de nitrógeno se considera el factor determinante para la calidad del agua de los ríos. Esto depende de la capacidad del medio ambiente receptor y de la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Cada ciudad de la cuenca con una población mayor de 10.000 habitantes tiene una planta de tratamiento. En 1999, el 88% de la población de la cuenca estaba conectado a las redes municipales de recogida de aguas residuales (el resto de la población habita en viviendas aisladas con sistemas de alcantarillado privados), y las plantas de tratamiento de aguas residuales de la cuenca tienen una capacidad total equivalente a los residuos de 20,7 millones de habitantes. Normalmente son muy eficaces para eliminar partículas en suspensión (85%) y materias oxidables (78%), pero no tan buenas para materias nitrogenadas y compuestos que contienen fósforo (Comité de la Cuenca del Sena-Normandía, 2000). Aunque estos resultados son adecuados, deben interpretarse con precaución, porque no incluyen los 60 Mm<sup>3</sup> que fluyen directamente a los ríos, cada año, durante los periodos de precipitaciones fuertes, cuando el agua de las tormentas sobrepasa la capacidad de la red de desagüe y/o de la planta de tratamiento. La figura 19.1 muestra la mejora de la calidad del agua al entrar en servicio la planta de tratamiento de Saint Dizier.

Durante las tormentas, los vertidos urbanos se pasan a veces por las plantas de tratamiento, dependiendo de la capacidad de almacenamiento y de tratamiento disponible, y de la intensidad de la tormenta. Actualmente no hay medios adecuados para tratar vertidos contaminados y de alto riesgo. Sin embargo, la ciudad de París tiene en proyecto construir nuevos sitios para almacenar el agua de las tormentas con una capacidad de 1,6 Mm<sup>3</sup>. Los residuos peligrosos, sólidos y líquidos, se depositan en sesenta y siete vertederos privados, dentro de la cuenca. Cinco de ellos se usan para material peligroso; su impacto sobre el agua es bajo y están bien vigilados. Los setenta y dos restantes son para residuos normales. Se pagan impuestos por cada tonelada de residuos que se lleva al vertedero.

Los usuarios domésticos son también una fuente de contaminación no puntual. Los contaminantes son transportados por los vertidos superficiales que raramente se tratan, y fluyen directamente a los ríos. Los residuos de las zonas públicas y los excrementos de animales en los pueblos y ciudades son también importantes fuentes de contaminación.

La eliminación de los lodos de las plantas de tratamiento (190.000 toneladas de materia seca/año) es también problemática. La mayor parte la reciclan los agricultores, lo que a su vez plantea el problema de la difusión de metales pesados en las tierras de cultivo.

Figura 19.1: Mejora de la calidad del agua del río Marne



Gracias a la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales en Saint Dizier en 1995, la calidad del agua del río Marne ha mejorado considerablemente: más del 80% del agua se consideró de una calidad excelente en el año 2000, en comparación con un 10% en el año 1995.

Fuente: AESN, 2002.

## Agricultura

En la Cuenca del Sena-Normandía, el regadío se utiliza para incrementar el rendimiento de las cosechas, mejorar la calidad del producto, regular la producción y cultivar especies que son muy sensibles a la escasez de agua (por ejemplo, patatas para la producción industrial de patatas fritas). Actualmente se pueden regar 394.000 hectáreas (7% de la superficie agrícola utilizable), cifra que casi se ha doblado desde 1988. La calidad del agua extraída, 90% de la cual es agua subterránea, es generalmente muy buena. A pesar de este rápido aumento, el regadío tiene todavía un impacto cuantitativo pequeño sobre los recursos hídricos, excepto en casos excepcionales de bombeo excesivo que se han resuelto regulando la demanda. El regadío tiene, sin embargo, un impacto indirecto sobre la calidad, porque favorece las técnicas agrícolas intensivas y las cosechas de primavera, que dejan el suelo desnudo durante largos periodos del año y aumentan la carga química de los ríos por lixiviación y drenaje.

Las sustancias no degradables procedentes de fertilizantes, plaguicidas, abonos líquidos y otras sustancias (o el uso excesivo de éstos) que se aplican a los cultivos, o proceden del ganado, terminan en los ríos y en las aguas subterráneas. Esto tiene un efecto perjudicial sobre el medio ambiente y sobre otros usos del agua. La contaminación está aumentando a medida que se aran los

prados (la superficie total de praderas disminuyó un 22 por ciento, entre 1988 y 2000) y la producción fuera del suelo se extiende cada vez más, creando problemas de gestión de los efluentes. La erosión del suelo, que causa turbidez del agua, está también estrechamente relacionada con las prácticas agrícolas.

## Industria

La industria en la Cuenca del Sena-Normandía consumió 1.612 Mm<sup>3</sup> de agua en 1999, la mayor parte bombeada directamente de los ríos, y la mayoría utilizada en las centrales eléctricas. La industria química y las refinerías de petróleo también utilizan grandes cantidades de aguas superficiales. Un tercio del agua extraída en periodos de aguas bajas procede de los ríos. El volumen de agua extraída para fines industriales, con excepción de las centrales eléctricas, ha disminuido en un 3% al año durante los últimos diez años. Las industrias química y agro-alimentaria prefieren utilizar aguas subterráneas y a menudo las tratan antes de su uso.

A pesar de la gran producción de materia oxidable (20 a 30 toneladas al día producidas por las grandes industrias), el tratamiento reduce los flujos unitarios medios a 300 kilogramos (Kg) por día. Las tasas medias de purificación son menores para la materia nitrogenada, de la que la industria produce varios cientos de Kg/día. Algunas industrias están conectadas a los sistemas

13. El efecto de las zonas urbanas sobre el río que les sirve de desagüe se puede expresar por un indicador calculado relacionando la capacidad de descarga de la planta de tratamiento, A, con el flujo mínimo en cinco años del río receptor. Así, la relación  $A/Q_{mna}$  permite calcular la concentración máxima de amonio en el río en el punto de descarga.

14. Por ejemplo, el nivel del agua en el acuífero de Beauce disminuyó drásticamente en 1992 y 1997, causando conflictos en el uso del agua.

15. La lista de los sitios industriales contaminados está disponible en <http://basol.environnement.gouv.fr>.

municipales de alcantarillado, aumentando así la carga que pesa sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como la carga de metales pesados en los lodos, y limitando por tanto su uso en la agricultura.

A pesar de las grandes cantidades de residuos peligrosos generados por la industria (diez veces más que la basura doméstica en volumen), la presión de la industria sobre el medio acuático se ha reducido considerablemente, porque la cuenca está muy bien dotada de instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos. Disminuyendo la contaminación en la fuente, mediante procesos de lavado, y reciclando los materiales contaminados, se reduce aún más la presión de la industria sobre los recursos hídricos. Entre las soluciones se incluye la mejora del rendimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando procesos de desnitrificación. La AESN está promoviendo esta solución.

Otro problema importante se refiere a los vertidos de las bodegas productoras de vino y de numerosos servicios y negocios pequeños, que forman parte integral del tejido urbano.

Cada año ocurren unos 30 incidentes de contaminación accidental de fuentes industriales. En más de la mitad de los casos, los peces mueren y la contaminación se extiende más de 3 Km.

#### El medio acuático para la biodiversidad y el turismo

En la cuenca del Sena-Normandía, hay que hacer frente a dos retos importantes: proteger los humedales y combatir la eutrofización, si se quiere que el agua actúe como reserva de biodiversidad y como un medio atractivo y saludable para el ocio al aire libre.

Los humedales de la cuenca (alrededor de 580.970 hectáreas) son capaces de disminuir los niveles de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales en un 60 a 95 por ciento. También contribuyen a reducir las inundaciones graves, absorbiendo las aguas subterráneas, y proporcionan espacio para que los ríos se extiendan. También son de interés estratégico para muchas aves acuáticas: el 74 por ciento de las aves acuáticas que anidan habitualmente en Francia, y el 81 por ciento de las aves que invernan, encuentran refugio en la cuenca. Seis de las diez rutas migratorias principales que cruzan Francia pasan sobre la cuenca. Desgraciadamente, doce de las setenta y ocho especies que anidan y quince de las noventa y cuatro que invernan, están ahora en declive, debido al deterioro del medio ambiente. De hecho, la mitad de los humedales han desaparecido en los últimos treinta años, debido a la presión del hombre, en particular, al drenaje para agricultura (1.400 hectáreas en 1999), a las grandes obras de navegación, a los sistemas hidroeléctricos y a las líneas de ferrocarril y carreteras.

El agua es también una gran atracción turística y tanto los ríos como las playas están amenazados por la eutrofización.

En verano, algunas playas se ven invadidas por 'mareas verdes' que pueden ser resultado del alto contenido en fosfatos y nitratos del agua.

## Retos de gestión: administración y gobernabilidad

### Las Leyes del Agua de 1964 y 1992 y la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (WFD)

La primera Ley del Agua francesa sentó las bases del sistema francés de gestión del agua. Esta ley fue el resultado de la creciente necesidad de coordinar los numerosos usos y responsabilidades locales sobre el agua cuando, a principios de los años sesenta, el país se enfrentó a un aumento de la contaminación debido el crecimiento urbano e industrial, y a un fuerte aumento de la demanda de agua. La Ley del Agua de 1964 creó el nuevo concepto de Agencias del Agua cada una con su propio 'parlamento del agua' o Comité de Cuenca. La descentralización de la gestión del agua se reforzó con la segunda Ley del Agua, de 1992, que potenció el papel de las Agencias del Agua y creó un plan director para la gestión del agua (SDAGE, Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux), así como directrices para una gestión equilibrada del agua en las cuencas fluviales, que deben fijar los Comités de Cuenca. El SDAGE informa sobre el estado de la cuenca (véanse los indicadores en el cuadro 19.1, al final del capítulo), con la aprobación de los distintos participantes, y fija objetivos estratégicos a largo plazo (diez a quince años). En 2000, la UE publicó su WFD, que traza los principios de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) en las cuencas fluviales y exige que los estados miembros consigan un 'buen estado' de todas sus masas de agua para el 2015, utilizando los métodos que les parezcan más adecuados. Desde un punto de vista institucional, la WFD sigue el sistema francés. La nueva Ley del Agua francesa, que entrará en vigor en 2003, transpone la WFD a la legislación francesa.

### Funciones definidas de gestión del agua

Como aspectos distintivos del sistema francés de gestión del agua se pueden citar el alto grado de responsabilidad local, las asociaciones público-privadas, la coordinación en las cuencas fluviales, y la toma en consideración de todos los usos del agua. Los ayuntamientos (desde los de los pueblos pequeños a los de las ciudades grandes) vienen siendo responsables de todos los servicios relacionados con el agua desde el siglo XIX. Hoy, no son sólo responsables de iniciar las obras relacionadas con el agua y del funcionamiento de las instalaciones, sino que también son legalmente responsables de la calidad de los servicios y de los precios que se cargan a los usuarios en sus comunidades. Las ciudades crean a menudo asociaciones intercomunales para operar las redes de abastecimiento de agua potable (un sistema

16. Doce plantas de tratamiento de aguas residuales peligrosas que normalmente pueden destruir o fijar más del 95 por ciento de los contaminantes, cinco centros para enterrar los residuos finales utilizando técnicas de confinamiento eficientes, y setenta y dos centros para enterrar los residuos industriales comunes.

17. Las Agencias del Agua son entes públicos administrados conjuntamente por los ministerios del Medio Ambiente y de Hacienda. En Francia hay seis, una por cada una de las cuencas principales

del país: Sena-Normandía, Artois-Picardía, Loira-Bretaña, Ródano-Mediterráneo-Córcega, Adour-Garona y Rin-Mosa.

18. El SDAGE del Sena-Normandía se aprobó en 1996; los datos temáticos sobre el SDAGE están disponibles en Internet en [www.envionnement.gouv.fr/ile-de-france](http://www.envionnement.gouv.fr/ile-de-france)



que afecta al 67 por ciento de la población de la cuenca) y las de tratamiento de las aguas residuales (16 por ciento de la población de la cuenca). También crean asociaciones conjuntas público-privadas, subcontratando los servicios de abastecimiento y de tratamiento a compañías privadas, bajo distintos tipos de contratos (85 por ciento de la población de la cuenca para el abastecimiento de agua, 36 por ciento para el tratamiento de aguas residuales). Sin embargo, todavía son responsables del sistema y el proveedor privado del servicio debe dejar la red en buen estado de funcionamiento al final del periodo de contrato.

Además de los servicios de abastecimiento y tratamiento del agua, la gestión del agua implica muchas responsabilidades que a veces son poco claras. Un ejemplo es la gestión de los ríos de propiedad privada. Su mantenimiento es, teóricamente, responsabilidad de los propietarios ribereños, pero en la práctica lo suelen realizar grupos de voluntarios intercomunales.

Todos los usuarios del agua deben cumplir las normas fijadas por las leyes del agua, y el cumplimiento está vigilado por los representantes locales de las agencias estatales. El estado, por tanto, sigue siendo el 'guardián' de los recursos hídricos. Es también responsable del mantenimiento de los ríos públicos, una tarea que delega en gran parte a la Autoridad francesa de vías de agua navegables (Voies Navigables de France).

Frente a esta compleja asignación de responsabilidades, el papel de la Agencia del Agua en las cuencas fluviales consiste en promover medidas para asegurar un equilibrio entre los recursos hídricos y las necesidades. Su papel es principalmente financiero. Asigna fondos (en forma de préstamos o subvenciones) para proyectos que se correspondan con los objetivos del programa de la Agencia del Agua. Por tanto, evaluando propuestas y vigilando los proyectos financiados, también juega un papel asesor y consultivo, ampliamente reconocido por sus socios. El dinero que distribuye procede de los usuarios en forma de impuestos o tasas basados en las cantidades de agua consumidas y en la cantidad de contaminación vertida. Cobra todos los impuestos sobre el agua de su cuenca fluvial. La reconocida neutralidad de la Agencia del Agua también le permite actuar como mediador.

### **Participación pública innegable, pero limitada**

El Comité de la Cuenca es un organismo asesor y decisorio, formado por tres grupos representativos: funcionarios electos, usuarios del agua y personas designadas por el estado. Después de estudiar la situación en la cuenca, el comité recomienda las bases y cuantías de los impuestos sobre el agua, basándose en los planes quinquenales aprobados por la Agencia del Agua y su consejo de patronato (compuesto de la misma forma que el Comité de la Cuenca). Los programas de la Agencia del Agua deben seguir las directrices del SDAGE, las cuales, de acuerdo con las exigencias de la Ley del Agua, son también el resultado de una amplia colaboración. Por tanto, el estado no es más que uno de los muchos participantes implicados en las fases de planificación (véase la figura 19.2). Participa en discusiones sobre las políticas formuladas y financiadas por quienes están directamente implicados. No obstante, tiene el control administrativo sobre todas las acciones que se lleven a cabo. En el ámbito local (cursos de agua, aguas subterráneas), mecanismos muy descentralizados permiten la asignación de responsabilidades locales. La cooperación se consigue mediante acuerdos interdepartamentales, asociaciones intercomunales y, en

particular, por iniciativas de participación local, como los planes locales de gestión del agua (SAGE, Schémas d'aménagement de gestion des eaux), formulados para las subcuencas, siguiendo las líneas del SDAGE de la cuenca fluvial, y los 'contratos rurales' creados por la AESN.

La composición del Comité de Cuenca y de los comités directores de las iniciativas participativas locales, garantizan, en principio, que la gestión del agua está, hasta cierto punto, abierta al público. En la práctica, sin embargo, este intento de apertura es, a veces, ineficaz. La participación de los usuarios en los debates suele ser mínima, y la aportación local se limita a los aspectos financieros, y no a la planificación de los proyectos. Frente a esta situación, estrechamente relacionada con la timidez general de la sociedad francesa, está claro que la Agencia del Agua necesita estimular una mayor participación pública, en particular cuando la WFD entre en vigor.

### **Pago de los servicios de agua, ayuda financiera y gestión de los recursos**

El recibo del agua que pagan los usuarios domésticos e industriales, conectados a la red municipal de abastecimiento de agua, cubre los costes de distribución del agua potable y de recogida y tratamiento de las aguas residuales. El precio del agua varía según su tratamiento, gestión, condiciones de suministro y vertido de aguas residuales. El recibo también incluye una tasa de contaminación y una tasa de extracción del agua, que cobra la Agencia del Agua. Estos impuestos representan sólo una pequeña parte del total del recibo de agua. Los ingresos son redistribuidos por la Agencia del Agua en forma de préstamos sin interés o subvenciones, de acuerdo con el programa quinquenal aprobado conjuntamente por los representantes de los usuarios del agua, en el marco del SDAGE de la cuenca. Esta ayuda financiera está concebida para animar a los usuarios a reducir el impacto que tienen sobre el agua, mediante inversiones o técnicas mejoradas. La cuantía de la ayuda financiera asignada a las distintas categorías de usuarios es aproximadamente equivalente a los impuestos que pagan. Los fondos, sin embargo, varían algo entre las distintas categorías de usuarios de la cuenca y entre las zonas geográficas, de acuerdo con un principio de 'solidaridad entre cuencas'. Por ejemplo, los usuarios domésticos de París pagan de media más en impuestos de contaminación y extracción, que la ayuda que obtienen. Esto es comprensible, ya que su agua se bombea aguas arriba y ellos contribuyen considerablemente a la contaminación aguas abajo. La WFD recomienda que los usuarios paguen totalmente el coste real del agua, que se mida un indicador del "coste real" y que se carguen las tasas apropiadas para mejorar la calidad. En la cuenca del Sena-Normandía, y en otras partes de Francia, se facturan a los consumidores los costes de distribución y tratamiento. Pero los usuarios no pagan por los daños medioambientales debidos, por ejemplo, a contaminación de fuentes no puntuales, en particular de la agricultura. La cuenca debe ser más transparente acerca de cómo distribuye los fondos entre las distintas categorías de usuarios, las instituciones públicas y del estado, y debe tener en cuenta los costes producidos por el impacto medioambiental.

El cálculo del impuesto de contaminación, realizado por la Agencia del Agua, se basa en la cantidad real de agua contaminada. Por ejemplo, se ha establecido una asignación para tratamiento del agua, para las industrias, basada en la eficacia del tratamiento y el destino de las aguas residuales, de modo que sólo se las grava por



## Logros de este sistema de gestión del agua

### *Proyectos de descontaminación*

Las primeras medidas de ayuda financiera de la Agencia del Agua en los años 60 incitaron a muchos ayuntamientos, indecisos hasta entonces, a lanzar programas costosos de tratamiento del agua. Durante el primer programa quinquenal de la Agencia del Agua, el número de plantas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca se multiplicó por tres. Entre 1972 y 1976, se crearon incentivos económicos para aumentar la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas (que ha aumentado desde entonces del 40 al 70 por ciento). Desde 1971, las unidades SATESE (servicio de apoyo técnico para las plantas de tratamiento de aguas residuales) emplean personal para vigilar el correcto funcionamiento de las plantas de depuración. En 1976, se responsabilizó a los habitantes de la contaminación que generaban, y ahora pagan un precio unitario por la contaminación. Como resultado, las redes de recogida y tratamiento de aguas residuales se han renovado. Al mismo tiempo, la Agencia del Agua empezó también a financiar sistemas de alcantarillado privados. Entre 1977 y 1981, los esfuerzos de la Agencia del Agua se centraron en recuperar la calidad del agua de los ríos, lanzando numerosas acciones conjuntas de carácter local, que se convirtieron en planes de desarrollo de los ríos. Se financiaron estudios de diagnóstico de los sistemas de recogida de aguas residuales y se intensificó la formación del personal de SATESE. Entre 1982 y 1986, todavía se dio prioridad a la mejora de los sistemas de recogida de aguas residuales. La Agencia del Agua creó entonces 'Zonas de Acción Reforzada', donde se cobró un impuesto de contaminación más elevado (más del 70 por ciento), a cambio de un aumento de la ayuda financiera. Entre 1987 y 1991, el quinto programa de la Agencia del Agua se centró en los 'puntos negros', áreas muy contaminadas que necesitan recuperación, utilizando inteligentemente contratos pluri-anales para estimular a las zonas urbanas a emprender obras de tratamiento de aguas residuales a largo plazo. Actualmente, la cuenca del Sena-Normandía tiene 2.100 plantas de tratamiento de aguas residuales, que recogen residuos de 3.200 municipios o asociaciones intercomunales. Los esfuerzos actuales se orientan hacia el desarrollo de métodos de tratamiento de aguas residuales más eficaces, particularmente en lo que respecta a la contaminación por nitrógeno, teniendo en cuenta la escorrentía superficial, y hacia métodos de tratamiento más adecuados para las zonas rurales (creación de lagunas, dispersión, filtros de arena, filtros de jardín). La Agencia del Agua está ahora animando a los pequeños contaminadores a reducir la extensión de la contaminación.

La Agencia del Agua también participa en la construcción de plantas potabilizadoras. Actualmente está financiando nuevas técnicas de filtración.

### *Medidas preventivas*

El impuesto de contaminación ha incitado a las industrias a emprender prácticas de descontaminación, sistemáticas y altamente eficientes. Un número cada vez mayor de empresas, apoyadas por la Agencia del Agua, está utilizando ahora procesos limpios para reducir la contaminación en la fuente.

La reciente ejecución de contratos rurales permite a los actores locales trabajar juntos en temas locales, especialmente combatiendo la contaminación de fuente no puntual. Por el

momento, estos contratos juegan un papel importante para elevar la concienciación e impulsar a la acción. El indicio alentador, en la cuenca del Sena-Normandía, es que se están desarrollando políticas conjuntas, locales y regionales, para prevenir la contaminación, particularmente la contaminación agrícola de fuente no puntual.

Para reducirla, la Agencia del Agua está financiando un proyecto piloto para desarrollar técnicas agrícolas no contaminantes (cubrir el suelo en invierno, mejor uso de plaguicidas, adaptación más eficaz de suelos y cultivos) y ayudar a los ganaderos a que sus instalaciones cumplan los reglamentos de protección del agua (mediante un nuevo impuesto sobre explotaciones ganaderas). Hay normas que regulan el almacenamiento de residuos agrícolas y la mayoría de los ganaderos pagan un impuesto sobre la cría de ganado, que corresponde al impacto de los vertidos en el medio ambiente. Los agricultores que utilizan agua para riego pagan un impuesto fijo sobre el agua, basado en la superficie de regadío declarada. Si tienen un contador, pagan menos impuestos. La instalación de contadores está subvencionada por la Agencia del Agua. La Agencia también proporciona ayuda financiera a los ganaderos para mejorar sus prácticas agrícolas. Se les anima a que sus estercoleros cumplan los controles de nitratos, y a colocar cubiertas protectoras para evitar la lixiviación. El Ministerio de Agricultura prohibió la venta de atrazina, a partir de septiembre de 2002, y prohibirá su uso desde junio de 2003.

La regulación y los cambios en ciertos productos químicos han tenido también efectos beneficiosos. El uso creciente de productos de limpieza libres de fosfatos, combinado con los esfuerzos especiales realizados por la industria, ha producido una disminución importante en los niveles de fosfato. Las concentraciones de cadmio en los sedimentos del estuario del Sena han disminuido durante los últimos cinco años, desde que no se vierten al medio ambiente los subproductos de la fabricación de fertilizantes fosforados.

### **Protección y restauración del medio ambiente**

Otras medidas preventivas se refieren específicamente al medio ambiente. Una de ellas es la protección de los humedales. Aunque sólo un 11 por ciento de los humedales de la cuenca está protegido por medidas reguladoras, el 55 por ciento está clasificado con denominaciones internacionales (sitios Ramsar, reservas de la biosfera de la UNESCO). La Agencia del Agua también adquiere humedales directamente (643 hectáreas se adquirieron en 2001, casi diez veces más que en 1999, y 1.262 hectáreas se han adquirido en los últimos cinco años). Además, participa en estudios y da empleo local a guardas y a personal técnico. Desde hace siete años, la Agencia del Agua viene impulsando esfuerzos para restaurar los humedales, concediendo premios en un concurso anual. La Agencia del Agua invirtió 1,53 millones de dólares (1,6 millones de €) en humedales en 2000, más del doble que en 1998.

La Agencia del Agua ha creado unidades de apoyo técnico para el mantenimiento de los ríos, conjuntamente con las autoridades locales y las federaciones de pescadores, e impulsa la celebración de contratos fluviales. Algunas de estas medidas ya han dado sus frutos. Por ejemplo, la trucha ha sido reintroducida en el río Touques en Normandía, y sus orillas han mejorado para los caminantes y los pescadores. Para 2002, unas 200 presas estarán equipadas con pasos para peces.



### Gestión del riesgo centrada en la escasez de agua, las inundaciones y la salud

Los principales riesgos en la cuenca del Sena-Normandía son las inundaciones, los niveles de agua gravemente bajos y la contaminación del agua potable. El veintidós por ciento de las localidades propensas a inundaciones tiene planes de prevención del riesgo de inundación. Se informa a la población local, que tiene acceso a la información relevante en Internet. Un mapa detallado del riesgo de inundaciones de la región está próximo a completarse. Se están utilizando superficies permeables en las carreteras para limitar los efectos adversos de la impermeabilización sobre las inundaciones. Como las presas sirven de poco para controlar las inundaciones, las obras públicas se centran principalmente en la creación de cuencas de dispersión. La Agencia del Agua ha podido hacer poco hasta ahora, ya que nunca ha cobrado impuestos por la gestión del riesgo de inundaciones. Aunque la probabilidad de perder la vida en una inundación es muy pequeña en la cuenca, no ocurre lo mismo con los daños en las propiedades. Se estima que otra inundación como la de 1910 costaría más de 4.000 millones de € (4.100 millones de dólares).

Las grandes presas del Sena, cuya construcción fue subvencionada por la Agencia del Agua, aseguran que el Marne, el Yonne y el Sena no se sequen en verano como resultado de las extracciones para la región de París. Utilizando modelos hidrodinámicos, los especialistas pueden estudiar ahora los principales acuíferos, especialmente en cuanto al riesgo de que se sequen. Se han determinado los umbrales de riesgo, y se han acordado medidas concretas en los planes de gestión para el caso de que se superen (cuencas de dispersión que reducen la velocidad de flujo). Los contratos sobre acuíferos entre los usuarios de aguas subterráneas, aseguran que, en caso de crisis, la escasez se comparta por todos los usuarios según un sistema de prioridades (por ejemplo las cuotas de riego en el acuífero de Beauce, véase el cuadro 12.4 del capítulo 12 para más detalles).

Para disminuir el riesgo de contaminación del abastecimiento de agua potable de la cuenca de París, se está estudiando actualmente un proyecto para perforar pozos muy profundos para drenar el acuífero de Albien, que se extiende bajo la cuenca a 700 metros de profundidad.

### Conclusiones

Mejorar la calidad del agua es todavía el principal problema de la cuenca, a pesar del progreso real experimentado durante los últimos treinta y cinco años. El agua de las tormentas durante los periodos de precipitaciones fuertes continúa creando problemas, dando lugar a que las aguas residuales se descarguen directamente en los ríos o sobrecargando las plantas de tratamiento, y disminuyendo así su eficiencia. La contaminación de fuente no puntual de las zonas agrícolas y urbanas es todavía un problema importante, ya que las concentraciones de nitratos, plaguicidas y metales pesados continúan aumentando. Hay normas para los residuos agrícolas, como las hay para la industria, pero sólo conciernen a la ganadería.

El tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales necesita mejorar, aumentando la eficiencia de las plantas de tratamiento, en particular con respecto a los nitratos y fosfatos. El sistema de recogida de aguas residuales debe mejorarse y hay que controlar la contaminación procedente de las pequeñas empresas y de los artesanos. La erosión es otra fuente de contaminación no puntual, especialmente en las regiones kársticas, donde los usuarios domésticos todavía se ven privados ocasionalmente de agua potable debido a su turbidez. Combatir las inundaciones y la eutrofización, proteger los humedales y dispersar los lodos de las plantas de tratamiento son también cuestiones importantes en la cuenca del Sena-Normandía.

Todos estos problemas están en la agenda de la Agencia del Agua. Se cobrarán impuestos para combatir más eficazmente la contaminación por nitratos (un impuesto de nitratos, proporcional al vertido de residuos agrícolas) y las inundaciones (un impuesto de modificación del régimen de agua, basado en la superficie impermeable, en las estructuras que impiden el flujo del río, y en barreras contra la extensión de la inundación). Ciertos productos químicos (plaguicidas, productos de limpieza fosfatados) se han gravado con un impuesto ecológico, a fin de reducir su uso.

La Directiva Marco del Agua (WFD) europea no sólo confirma los principios de la gestión del agua en Francia (gestión a escala de las principales cuencas hidrográficas, implicación directa de los interesados) sino que también marca un punto de inflexión, fijando un objetivo ambicioso para mejorar la calidad de los recursos hídricos y para conseguir su 'buen estado' en los próximos quince años. Así pues, las políticas prescriptivas concretas (como fijar las normas de vertido) se han de ampliar para cubrir todos los usos y evaluar el impacto general sobre el medio ambiente. Para todos los implicados en la gestión del agua, esto significa pasar desde una obligación de los medios (hacer lo que exige la ley, independientemente de los resultados) a una obligación de los resultados (hacer lo que sea necesario para cumplir los objetivos de calidad exigidos por la ley). Los requisitos de la WFD obligarán al sistema de gestión del agua francés a aumentar su participación pública y su transparencia, una tarea ya emprendida con la creación de los comités de cuenca.

## Cuadro 19.1: Desarrollo de indicadores

Desde que se implementó el SDAGE de la cuenca del Sena-Normandía, se publica anualmente un informe de funcionamiento; por tanto, se puede seguir el progreso hacia la consecución de los objetivos fijados por el Comité de la Cuenca. El seguimiento se realiza mediante indicadores bien adaptados al contexto específico de la cuenca y se centra en las actividades de la Agencia del Agua.

Tema	Indicadores	Tema	Indicadores
GESTIÓN DEL MEDIO ACUÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seis indicadores de la funcionalidad del río (pasos para peces, ayuda financiera para el mantenimiento de los ríos)</li> <li>• Tres indicadores de preservación de humedales (superficies drenadas, medidas reguladoras de protección)</li> <li>• Dos indicadores de la disminución del dragado de grava</li> <li>• Un indicador de control de la escorrentía y de la erosión</li> </ul>	GESTIÓN DE CRISIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuatro indicadores de gestión de nivel extremadamente bajo de agua (zonas de expansión, zonas peligrosas, etc.)</li> <li>• Tres indicadores de control de inundaciones (planes de prevención del riesgo, mejora de la predicción)</li> </ul>
GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuatro indicadores de la calidad general (sitios contaminados, calidad del agua del río Sena)</li> <li>• Cinco indicadores de vertidos municipales e industriales</li> <li>• Cuatro indicadores de la disminución de la contaminación agrícola (delimitación de zonas vulnerables, control de los efluentes de explotaciones ganaderas)</li> <li>• Dos indicadores de control de la contaminación costera</li> <li>• Dos indicadores del abastecimiento de agua potable (calidad del agua y protección de pozos)</li> <li>• Un indicador de tuberías y grandes obras</li> </ul>	GESTIÓN INTEGRADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un indicador del progreso del SDAGE (desarrollo local del agua y planes de gestión)</li> <li>• Dos indicadores de contratos</li> </ul>
		KNOW-HOW Y COMUNICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tres indicadores del desarrollo de conocimientos (programas de investigación, inventarios)</li> <li>• Tres indicadores de vigilancia del medio acuático (redes de medida, bases de datos)</li> </ul>
		ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seis mapas que indican el estado del medio acuático: niveles de agua subterránea, calidad físico-química del agua superficial, contenido de plaguicidas del agua superficial, calidad de las poblaciones de peces, calidad de las aguas costeras, concentraciones máximas de nitratos y de plaguicidas en el agua subterránea</li> </ul>

Estos indicadores han sido suficientes para seguir los cambios en el medio ambiente y el sistema de gestión bajo el actual SDAGE.

Los objetivos de la WFD de la UE para conseguir un 'buen estado' y cubrir los costes reales necesitarán, sin duda, indicadores adicionales.

En el marco del Programa Mundial de Evaluación del Agua (PMEA), la AESN recomienda que se tengan también en cuenta los siguientes indicadores del medio ambiente, de la administración y de los aspectos financieros.

Tema	Indicadores	Tema	Indicadores
MEDIO AMBIENTE: CALIDAD (ADAPTABLE AL AGUA SUBTERRÁNEA, A MASAS DE AGUA Y A AGUAS COSTERAS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas realizados utilizando el Sistema de Evaluación de la Calidad, basados, al menos, en los siguientes indicadores: BOD5, NH4+, NO3-, P total, partículas en suspensión, pH, conductividad, color, organismos coliformes termotolerantes/fecales, cromo total, mercurio, plomo, DDT op', DDT pp', lindane, endrine, dieldrine, aldrine</li> </ul>	ECONOMÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio medio del agua potable/m3, cantidad anual pagada por los habitantes por el agua potable, proporción del precio del agua utilizada para proteger el recurso, valor de las instalaciones de distribución y tratamiento/familia, fondos destinados al agua/PIB, volumen consumido anualmente/habitante, recibo anual por familia/renta anual. Índice de recuperación de costes. Precio de los servicios y autonomía financiera de los presupuestos para obras hidráulicas</li> </ul>
MEDIO AMBIENTE: HUMEDALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie y evolución; humedales protegidos y sitios RAMSAR, humedales de la cuenca, especialmente los situados en las llanuras aluviales, áreas drenadas</li> <li>• Mapas de las zonas urbanas y densidad del tejido industrial</li> <li>• Cambios en las presiones derivadas de la agricultura intensiva, la industria y el desarrollo urbano en la cuenca</li> </ul>	ADMINISTRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descentralización, participación del público en las decisiones políticas del agua, transparencia, asignación de funciones, apertura a la sociedad civil, movilización del know-how, reparto del conocimiento, evaluación del sistema de gestión, asociaciones público-privadas (equidad y eficiencia)</li> </ul>

## Cuadro 19.1: Continuación

Si intentamos asignar puntuaciones globales a la gestión sostenible del agua, corremos el riesgo de terminar con cifras carentes de significado. Los detalles sobre los que se basan las puntuaciones se deben preservar y acompañarlos con puntuaciones individuales para cada indicador. Los métodos utilizados para obtener y calcular indicadores también se deben describir en detalle. Puede ser difícil asignar un valor preciso a algunos indicadores. Por ejemplo, el estado del medio ambiente se muestra normalmente con un mapa. La ponderación, que favorece a ciertos temas o indicadores en detrimento de otros, debe considerarse cuidadosamente. Por ejemplo, diferentes métodos de ponderación dan lugar a diferentes puntuaciones, cada una de las cuales se puede utilizar para reflejar de modo más preciso un área determinada de la gestión del agua (escasez, administración, medio ambiente).

En la cuenca del Sena-Normandía se están recogiendo ahora datos para algunos de los indicadores propuestos por el PME. Los métodos de recogida de otros datos se están desarrollando todavía, mientras que otros datos no se pueden recoger, por el momento, o los indicadores son demasiado vagos.

Área temática	Indicador de la cuenca del Sena-Normandía	Área temática	Indicador de la cuenca del Sena-Normandía
AGUA SUPERFICIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Extracciones: 2.044 Mm<sup>3</sup>/año</li> <li>•Precipitación: 750 mm</li> <li>•Evapotranspiración: 500 mm</li> </ul>	PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estimación actual de la superficie de los humedales: 580.969 hectáreas (6% de la superficie de la cuenca), de las cuales un 2% está protegido por normativas nacionales y el 9% por normativas internacionales</li> <li>•En 2004, el 31% de los humedales se clasificará como sitios de importancia europea</li> <li>•Tres sitios Ramsar</li> <li>•Un 1,6% de la superficie de la cuenca se ha vuelto impermeable</li> <li>•Alrededor de 600.000 Ha se desecaron entre 1974 y 1999 (en otras palabras, un 6,2% de la superficie de la cuenca).</li> <li>•33 especies de peces en el Sena</li> </ul>
CALIDAD DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mapas anuales para vigilar la calidad de los cursos de agua utilizando indicadores</li> <li>•Se usa el sistema SEQ (Sistema de Evaluación de la Calidad), que cubre grupos de parámetros similares</li> <li>•Indicadores de calidad del Instituto Francés del Medio Ambiente (IFEN)</li> </ul>	EL AGUA Y LAS CIUDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Extracciones de agua potable: 1,6 Mm<sup>3</sup></li> <li>•20% de fugas que se utiliza para la limpieza de la red; los habitantes consumen 70 m<sup>3</sup>/año</li> <li>•El 100% tiene acceso a agua potable</li> <li>•El acceso al saneamiento en las ciudades se está evaluando actualmente</li> <li>•El 100% de las comunidades con más de 10.000 habitantes tienen una planta de tratamiento de aguas residuales</li> <li>•La responsabilidad (penal) por el agua y los servicios de saneamiento incumbe a la autoridad local</li> </ul>
AGUA SUBTERRÁNEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•10 acuíferos importantes</li> <li>•Extracciones: 1.213 Mm<sup>3</sup>/año</li> <li>•El volumen de los recursos subterráneos no ha sido evaluado aún con precisión</li> <li>•Control piezométrico de los acuíferos. Tres de ellos han sobrepasado el umbral de estrés hídrico en los últimos diez años, pero se han vuelto a llenar debido a las fuertes precipitaciones recientes</li> </ul>	SEGURIDAD ALIMENTARIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Indicador que no es muy relevante en la cuenca del Sena-Normandía (no hay problemas de seguridad alimentaria)</li> </ul>
PROTECCIÓN DE LA SALUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>•La incidencia de las enfermedades transmitidas por el agua es baja</li> <li>•Virtualmente todas las familias tienen acceso a agua potable de buena calidad (nivel de conformidad de los análisis del agua potable &gt;99% para los sesenta y dos parámetros).</li> <li>•El 0,03 % de la población carece de agua potable varios días al año, debido a turbidez en periodos de fuertes precipitaciones, en ciertas zonas.</li> <li>•El 88 % de la población tiene acceso a saneamiento colectivo y el 10 % utiliza medidas de saneamiento individuales (en zonas rurales).</li> <li>•El derecho al agua está legalmente reconocido.</li> <li>•Fuentes públicas de agua potable, baños o lugares para lavarse en cada ciudad o pueblo.</li> <li>•Ayuda social temporal a los pobres para el pago de sus recibos de agua; los cortes de agua son muy escasos y están teóricamente prohibidos para los pobres.</li> </ul>	ABASTECIMIENTO DE AGUA E INDUSTRIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Consumo anual de agua por la industria: 95 m<sup>3</sup>/habitante (de los cuales 2/3 se usan para refrigeración en las centrales eléctricas térmicas) frente a 188 m<sup>3</sup>/habitante de agua extraída anualmente</li> <li>•Contaminación por las industrias no conectadas al sistema de alcantarillado: 147 Tm/día de materia oxidable, 19 Tm/día de materia nitrogenada, 3,2 miliequivalentes (Meq)/día de materia inerte, 2,9 Tm/día de metales tóxicos</li> </ul>



## Cuadro 19.1: Continuación

Área temática	Indicador de la cuenca del Sena-Normandía	Área temática	Indicador de la cuenca del Sena-Normandía
EL AGUA Y LA ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo anual de agua para refrigeración en las centrales térmicas: 831 Mm<sup>3</sup>/año</li> </ul>	ASEGURAR EL CONOCIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para el agua superficial se miden 150 parámetros de 6 a 48 veces al año, en 441 puntos de observación, en relación con 15.000 Km de desagües principales y 17 millones de habitantes</li> <li>• Para el agua subterránea se miden 250 parámetros, en 402 pozos, de 12 a 48 veces al año; en relación con unos 10 acuíferos, una superficie total de 97.000 Km<sup>2</sup> y 17 millones de habitantes</li> <li>• Para la calidad del agua costera: 130 sitios de 'baño' (unos diez parámetros), 22 sitios de 'mariscos' (unos 5 parámetros), 11 sitios de 'sedimentos' (al menos radioactividad, metales pesados) en relación con 600 Km de costa</li> <li>• En términos cuantitativos hay 174 pluviómetros, 214 piezómetros y 418 estaciones hidrométricas</li> <li>• En total, unos 5 millones de series de datos al año, la mayoría disponible al público en Internet</li> <li>• Los datos de calidad se analizan utilizando el SEQ (Sistema de Evaluación de la Calidad) que permite generar mapas por tipo de indicadores (agrupando los parámetros similares)</li> </ul>
GESTIÓN DE RIESGOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.239 comunidades tienen riesgo de inundaciones; un 22% de ellas tiene planes de prevención del riesgo. Mapa de las inundaciones de toda la cuenca</li> </ul>		
REPARTO DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han puesto en práctica medidas de bienestar para asegurar que los pobres tengan acceso al agua (los cortes en el suministro de agua están prohibidos)</li> <li>• El 49% de las extracciones de agua es para las necesidades domésticas, el 27% para la industria, el 3% para la agricultura, el 23% para electricidad y el 5% para otros usos (limpieza de carreteras, etc.)</li> <li>• Si hay conflicto entre sectores en el uso del agua, el abastecimiento doméstico es prioritario</li> <li>• Existen contadores de agua</li> </ul>	ADMINISTRACIÓN DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoridades locales responsables del agua y el saneamiento; programación, coordinación en la cuenca</li> <li>• Intervenciones de gestión adaptadas a la escala del problema (contratos fluviales, sistemas de gestión a escala de subcuenca)</li> <li>• Delimitación efectiva de funciones y asociaciones público-privadas equilibradas (delegación de los servicios de agua y saneamiento)</li> <li>• Participación insuficiente de los actores civiles y vaguedad de la responsabilidad sobre la conservación de los ríos</li> <li>• Transparencia en los precios del agua y autonomía presupuestaria, precios vigilados y bien discutidos</li> <li>• Problemas de desequilibrio de conocimientos y evaluación insuficiente de las acciones de gestión</li> <li>• Fondos solidarios para las zonas rurales, para promover la equidad y la solidaridad en la cuenca entre las zonas y los usuarios finales</li> </ul>
VALORACIÓN DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El precio del agua potable es de media 2,74 €/m<sup>3</sup> (2,80 \$/m<sup>3</sup>), o sea 126 €/habitante/año (120 \$/habitante/año)</li> <li>• La tarifa varía entre 0,15 y 5,35 € (0,14 y 5,11 \$), dependiendo del tamaño de la comunidad, de la complejidad del tratamiento necesario, y del sistema concreto de gestión</li> <li>• Todos los consumidores pagan recibos de agua y saneamiento.</li> <li>• En promedio, las familias gastan 1,03 % de sus ingresos anuales en agua y saneamiento.</li> <li>• El estado controla el sistema de precios</li> <li>• Como media, la cantidad que se paga representa un 20% del precio del agua potable</li> <li>• El gasto anual en agua (agua potable y saneamiento) es un 0,5 por mil del PIB.</li> </ul>		

## Referencias

- AESN (Agencia del Agua del Sena-Normandía). 2002. Comment évolue la qualité des eaux depuis trente ans? Paris.
- . 2001a. Contribution de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie à l'état des lieux. Inventario según la Directiva Marco Europea del Agua. Documento de trabajo. Paris.
- . 2001b. Quelle eau fait-il dans le bassin Seine-Normandie? La qualité des eaux superficielles, souterraines et littorales, synthèse 2001. Paris.
- . 2000. Les Forêts Alluviales du Bassin Seine-Normandie. Un Patrimoine à Protéger. Paris.
- . 1999a. L'eau dans le Bassin Seine-Normandie trente-cinq ans d'action. Paris.
- . 1999b. Enquête statistique sur le prix de l'eau du bassin. Informe. Ecodécision. Paris.
- . 1997a. Les oiseaux d'eau du bassin Seine-Normandie. Un patrimoine à protéger. Paris.
- . 1997b. Eléments de sociologie de l'environnement et de l'eau en France, résumé et synthèse de sept études et Enquêtes d'opinion. Paris.
- AREA, 2001. Barrages, entraves à la dynamique biologique des rivières. Recensement des problèmes majeurs en Seine-Normandie, corrections et remèdes possibles. Version préliminaire. Paris, Dirección Regional del Medio Ambiente de Île de France.
- Belliard, J. 2001. 'Historique du peuplement de poissons dans la Seine'. Eaux Libres, septiembre
- Bouleau, G. 2001. Acteurs et circuits financiers de l'eau en France. Paris, Instituto Francés de Bosques, Agricultura e Ingeniería Medioambiental.
- Comité de la Cuenca del Sena-Normandía. 2000. Tableau de bord. Suivi des orientations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Seine- Normandie. Bilan de l'année 2000. Paris, Agencia del Agua del Sena-Normandía, Dirección Regional de Asuntos Sanitarios y Sociales, Dirección Regional del Medio Ambiente.
- . 1999. Tableau de bord. Suivi des orientations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Seine-Normandie. Bilan de l'année 1999. Paris, Agencia del Agua del Sena-Normandía, Dirección Regional de Asuntos Sanitarios y Sociales, Dirección Regional del Medio Ambiente.
- . 1998. Tableau de bord. Suivi des orientations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Seine-Normandie. Bilan de l'année 1998. Paris, Agencia del Agua del Sena-Normandía, Dirección Regional de Asuntos Sanitarios y Sociales, Dirección Regional del Medio Ambiente.
- Meybeck, M.; de Marsily, G.; Fustec, E. 1998. La Seine en son Bassin. Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé. Paris, Elsevier.
- Smets, H. 2002. Le droit à l'eau. Paris, Academia del Agua, Consejo Europeo de Derecho Medioambiental.