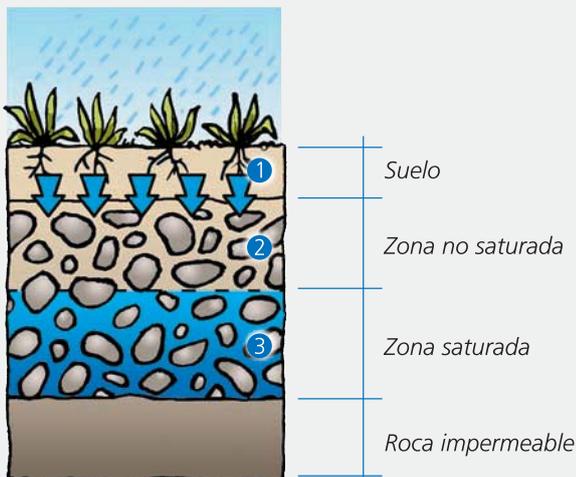


## 2. Aguas subterráneas, la parte oculta del ciclo del agua

### 2.1. Acuíferos, reservas de agua en movimiento

El agua es un elemento fundamental para la vida cuya circulación a través de los diferentes medios es lo que hemos dado en llamar el ciclo del agua. En los ecosistemas se presenta en continuo movimiento y así, tras llegar a la superficie terrestre en forma de precipitaciones, discurre por ella de diferentes formas. A través de los ríos va la parte más visible, la de las aguas superficiales, pero no la única, ya que una parte nada despreciable circula por el subsuelo, son las aguas subterráneas. En determinadas condiciones estas aguas alcanzan considerables proporciones, y debido a su lento discurrir, constituyen importantes reservas conocidas como acuíferos.

Los acuíferos no son otra cosa que formaciones geológicas capaces de albergar agua, bajo las cuales un material impermeable actúa de barrera y permite su acumulación. La retención del agua se produce entre los espacios del material de que se trate, ya sea éste arena, grava o roca. El volumen de sus reservas depende de la porosidad, a más espacios más posibilidades de acumulación, así como de las conexiones entre ellos, la permeabilidad, que condiciona la velocidad con que circula el agua.



#### Circulación del agua en un acuífero

1. El agua que precipita en la superficie **se infiltra en el suelo**, cuando esta capa se satura continúa su descenso.
2. El agua **desciende** por la formación geológica, entre los **huecos de las rocas, hasta la zona saturada** (el área donde todos los espacios entre las rocas y la tierra están llenos de agua).
3. Las aguas de la **zona saturada** son las aguas subterráneas. El agua circula longitudinalmente a través de la zona saturada del acuífero.

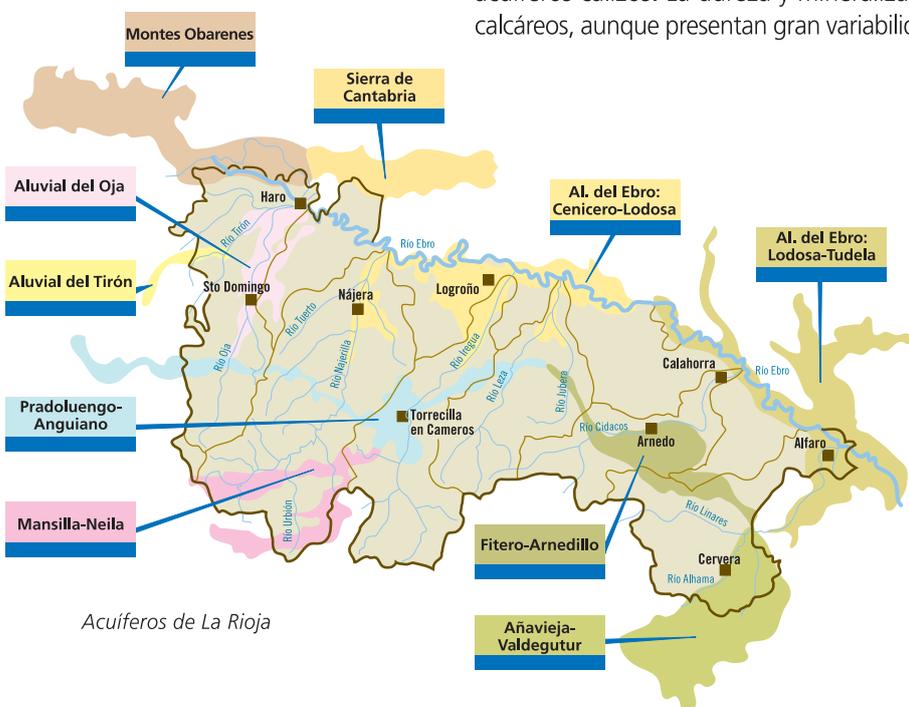
Una de las características prácticas más importantes que tienen los acuíferos es su gran capacidad de almacenamiento. Almacenan una cantidad de agua que suele ser de 10 a 100 veces superior a la recarga anual que reciben. Se pueden equiparar a grandes embalses en los que no hay evaporación, pudiendo ser un elemento clave para mitigar los efectos de las sequías.

En términos generales la calidad natural de las aguas subterráneas (color, turbiedad, temperatura, sólidos en suspensión, etc.) no plantea problemas, debido al filtrado natural del terreno. Aun así, las aguas subterráneas disuelven muchos materiales en su descenso, debido a la lenta velocidad con que se mueven, por lo que nos encontramos con aguas de diferentes calidades.

## 2.2. Aluviales o calizos, los acuíferos en La Rioja

La formación de un acuífero, como ya hemos indicado, está muy relacionada con la existencia de materiales porosos y permeables. En La Rioja estos materiales se localizan por un lado en la Depresión del Ebro y por otro en el contacto Sierra-Valle, dando lugar a dos tipos de acuíferos bien diferenciados.

■ **Acuíferos aluviales:** se localizan en La Rioja sobre suelos depositados en la Depresión del Ebro y originados en el Cuaternario. Están formados principalmente por conglomerados, gravas y arenas poco consolidadas, lo que les da una gran capacidad para retener grandes cantidades de agua. Ocupan una extensión de 561,3 Km<sup>2</sup> y se encuentran vinculados a los principales ríos que desembocan en el Ebro. Son poco profundos y en ellos el agua circula más lentamente que en los acuíferos calizos. La dureza y mineralización de sus aguas son superiores a los de los calcáreos, aunque presentan gran variabilidad en función de los materiales que atraviesan.



Acuíferos de La Rioja

■ **Acuíferos calizos:** se localizan en La Rioja sobre rocas carbonatadas que aparecen principalmente en el contacto Sierra-Valle, asociadas al cabalgamiento del Sistema Ibérico sobre la Depresión del Ebro. También se presentan rocas de este tipo en el sistema Obarenes-Sierra de Cantabria al norte de la comunidad. Las calizas sufren procesos de disolución de sus carbonatos (karstificación) que dan lugar a numerosas fisuras, grietas y oquedades que recogen grandes cantidades de agua. Ocupan una extensión de 531,1 Km<sup>2</sup> y pueden llegar a ser de gran profundidad proporcionando importantes caudales a través de fuentes y manantiales. En ellos, la circulación de las aguas suele ser rápida y éstas son de gran calidad con mineralizaciones débiles o medias.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS ACUÍFEROS DE LA RIOJA

Tipo	Nombre	Superficie (Km <sup>2</sup> )		Recursos (Hm <sup>3</sup> /año)	
		Total	En La Rioja	Total	En La Rioja
Aluvial	Tirón	31,03	7,65	N.E.	N.E.
	Oja	148,49	148,49	31	31
	Ebro: Cenicero-Lodosa	320,67	267,29	35	26
	Ebro: Lodosa-Tudela	654,02	167,87	135	35
Calizo	Montes Obarenes	575,34	27,21	N.E.	1
	Sierra de Cantabria	213,60	6,23	N.E.	1
	Pradoluengo-Anguiano	221,80	220,45	23	18
	Fitero-Arnedillo	199,69	146,66	12	12
	Mansilla-Neila	414,60	103,35	30	16
	Añaveja-Valdegutur	575,34	27,21	20	5

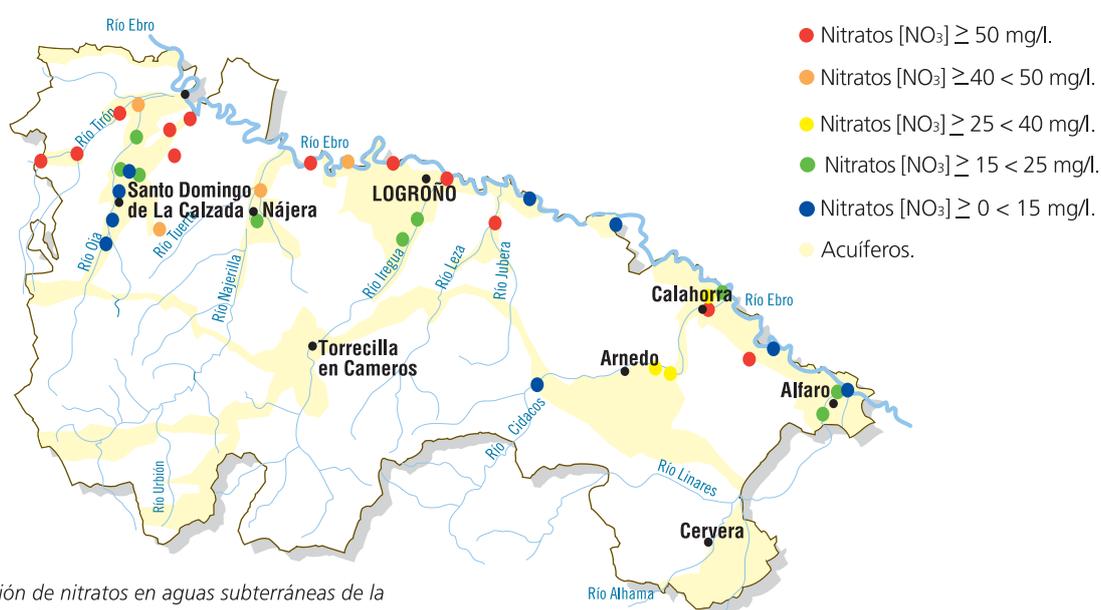
Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro N.E.: No estimado

### 2.3. Acuíferos, recursos importantes pero vulnerables

Por la calidad y la cantidad de sus aguas, los acuíferos pueden ser considerados como reservas de gran importancia para el hombre. En áreas rurales alejadas de los cauces fluviales o con cauces de escasa entidad, éstos pueden ser la única fuente de agua potable para la población. Gracias a ellos también muchos regadíos pueden contar con agua en los periodos de sequía, pues sus aguas no dependen tanto de las precipitaciones. Sin embargo, estas mismas actividades pueden ser la causa de su degradación y agotamiento y por ello es necesario hacer un uso adecuado y responsable de sus aguas.

La sobreexplotación de los acuíferos puede suceder cuando las actividades humanas que aprovechan sus aguas, extraen más caudal del que éstos pueden obtener en su recarga. En este sentido hay que anotar que no todos los acuíferos tienen la misma velocidad de recarga. Hay acuíferos que con una rápida circulación del agua e importantes recargas naturales, pueden recuperar sus reservas a lo largo del ciclo anual. Otros sin embargo, albergan aguas de más lenta circulación y mayor recorrido siendo más vulnerables a la sobreexplotación.

La degradación de las aguas subterráneas puede originarse por la contaminación producida en algunas actividades asentadas en su superficie. La agricultura intensiva puede ser fuente de abonos nitrogenados y fitosanitarios, la ganadería intensiva de purines y estiércoles, los núcleos urbanos y sus vertederos de lixiviados orgánicos y las industrias, de metales pesados y derivados bencénicos entre otros. El agua puede arrastrar estos contaminantes y conducirlos hacia las capas profundas donde se encuentra el acuífero. La vulnerabilidad de los acuíferos a esta contaminación está en función de distintas condiciones naturales como la topografía, el periodo de recarga, el tipo de suelo, el espesor de la zona no saturada de agua, la porosidad o la permeabilidad del sustrato. Son muy vulnerables los acuíferos calcáreos y aquellos aluviales con escaso espesor de la zona no saturada, dado que ésta atenúa la contaminación que llega a la zona saturada de agua.



Mapa de concentración de nitratos en aguas subterráneas de la Comunidad Autónoma de La Rioja

## VULNERABILIDAD DE LOS ACUÍFEROS DE LA RIOJA

Tipo	Nombre	Vulnerabilidad
Aluvial	Tirón	Muy alta
	Oja	Muy alta
	Ebro: Cenicero-Lodosa	Media
	Ebro: Lodosa-Tudela	Media
Calizo	Montes Obarenes	Media
	Sierra de Cantabria	Media
	Pradoluengo-Anguiano	Alta
	Fitero-Arnedillo. Aguas frías	Alta
	Fitero-Arnedillo. Aguas termales	Baja
	Mansilla-Neila	Alta
	Añavieja-Valdegutur	Alta

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro

### 3. El aluvial del Oja, un acuífero en La Rioja Alta

#### 3.1. El agua en la cuenca del Oja

El agua que va a abastecer la cuenca del río Oja, y por lo tanto a su acuífero, procede en gran medida de las precipitaciones producidas en la sierra de La Demanda, ya sea en forma de lluvia o nieve. Este ámbito de La Rioja Alta es conocido por las importantes precipitaciones que recibe a lo largo del año (1.200 mm de precipitación media anual en Posadas) consecuencia de la influencia que el clima atlántico, más húmedo y frío, ejerce sobre el paisaje. Aún así, la distribución de las precipitaciones es irregular a lo largo del año, con dos periodos claramente diferenciados. Existe un periodo húmedo (invierno y primavera) y un periodo seco (verano-otoño) en el cual la cantidad de precipitaciones disminuye considerablemente.

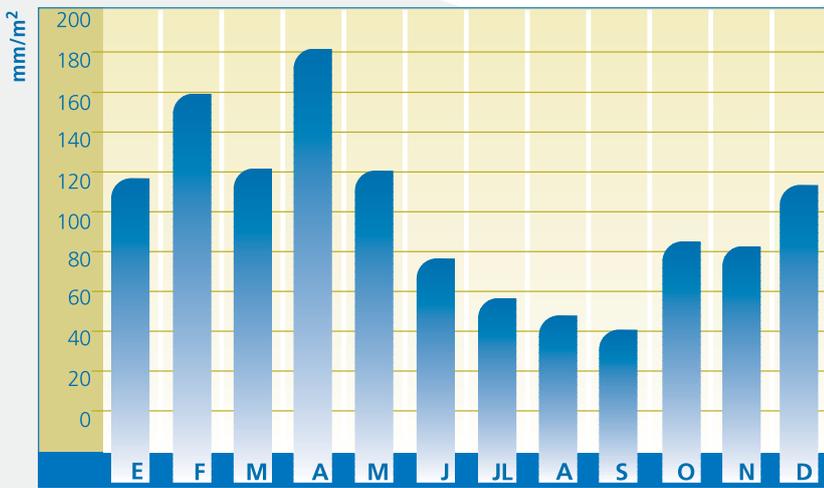
#### Tramos del río Oja

El agua procedente de la sierra de La Demanda se encauza en el río Oja y atraviesa distintos tramos. En el **curso alto** salva grandes desniveles, en los primeros tres kilómetros supera 660 m, arrastrando gran cantidad de sedimentos. Conforme nos vamos adentrando en el **curso medio** domina una morfología del cauce trezada que refleja claramente las dificultades que experimenta para movilizar el material que llega desde las laderas. Destacan las acumulaciones sedimentarias en forma de islas o barras. En este tramo con frecuencia sus aguas "desaparecen" entre los cantos y las gravas de su lecho, dando la falsa impresión de que el río está seco cuando el agua se ha filtrado para formar parte del acuífero. Llegando a la desembocadura, en el **curso bajo**, la anchura de su cauce alcanza los 400 m, dos kilómetros aguas abajo de Sto. Domingo de la Calzada. En este tramo el agua "aparece" de nuevo consecuencia del menor espesor del acuífero que drena el agua a través del río y de diversas fuentes.



Curso medio del río Oja

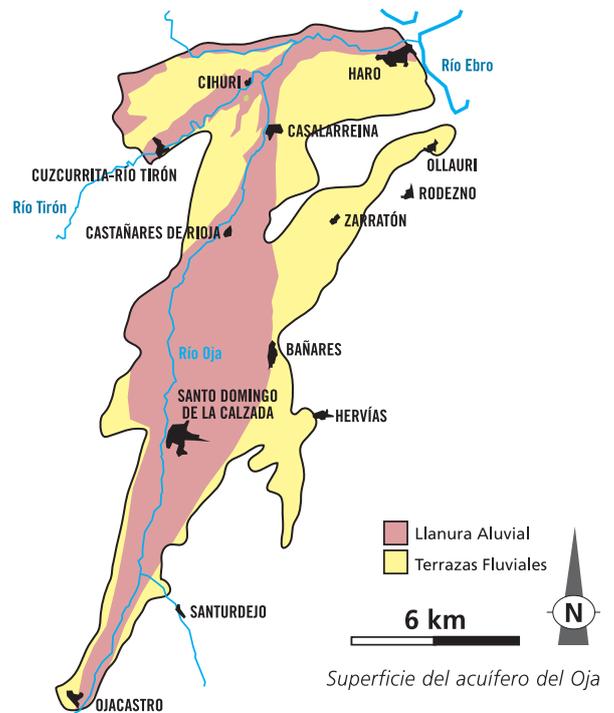
PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL EN POSADAS



El caudal del río Oja presenta un régimen pluvio-nival, con un matiz oceánico. Las aguas del deshielo quedan en un segundo plano debido a la abundancia de lluvias en invierno y primavera, que proporcionan un importante caudal. Además, la fusión de la nieve tiene lugar a lo largo de todo el invierno, de forma que puede darse por finalizada en el mes de mayo. Por este motivo, sus efectos como reserva de agua no son suficientes para evitar la fuerte disminución del caudal durante el verano-otoño, estaciones en las que se produce estiaje.

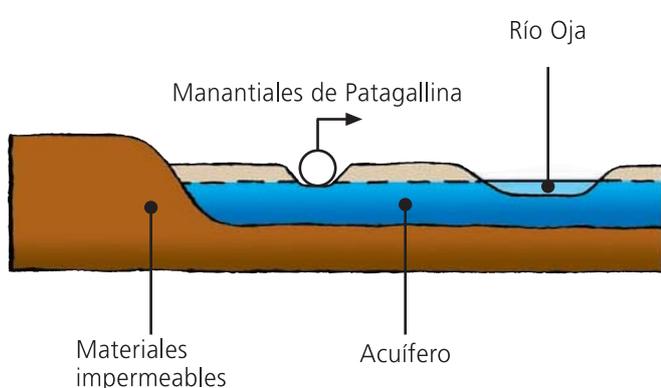
### 3.2. De Ojacastro a Haro, la estructura del acuífero

El acuífero aluvial del Oja se emplaza al norte de la sierra de La Demanda y coincide con la cuenca hidrográfica del río Oja aguas abajo de Ezcaray. Está constituido por materiales poco consolidados tipo gravas, arenas y limos, depositados en la llanura aluvial y en terrazas fluviales, con gran capacidad para almacenar agua entre sus intersticios. El acuífero se asienta sobre una base impermeable compuesta por conglomerados, areniscas y arcillas del Terciario. Las terrazas medias y altas de este sistema, constituyen un complejo conjunto de pequeños acuíferos, libres y desconectados del acuífero principal, destacando dos niveles principales. El primer nivel lo forman terrazas medias y altas localizadas en la parte central del acuífero, en la margen derecha del Oja (Hervías, San Antón, Zarratón y Rodezno), que constituyen un acuífero colgado de 69 Km<sup>2</sup> conectado puntualmente con el aluvial del Oja. El segundo nivel está formado por terrazas bajas del sector Haro-Zarratón con una superficie de 18 Km<sup>2</sup>.



CARACTERÍSTICAS DEL ACUÍFERO DEL OJA

Espesor medio	Espesor medio Zona saturada	Porosidad media	Permeabilidad media	Volumen de reservas
12 m	7,6 m	22%	100 - 200 m/día	170 Hm <sup>3</sup>



En los manantiales de Patagallina el agua del acuífero sale a la superficie

El funcionamiento del acuífero aluvial es muy sencillo. Por una parte se abastece de los aportes de escorrentía de la sierra de La Demanda que recoge el río Oja y que se infiltran en la zona aluvial comprendida entre Ojacastro y Sto. Domingo de La Calzada. En la localidad de Ojacastro el río Oja atraviesa el acuífero calcáreo Pradoluengo-Anguiano del que recibe un caudal medio de 50 litros por segundo a través del manantial de la Peña San Torcuato. A estos aportes hay que sumar la escorrentía de los laterales del valle, así como la infiltración de las precipitaciones directas sobre el acuífero. La reducción de las dimensiones del acuífero, a la altura de Casalarreina, hace que el agua contenida aflore a través de los ríos Oja y Zamaca y de manantiales naturales. Estas circunstancias se ven modificadas por las extracciones en pozos para riego y

drenajes locales (manantiales de Patagallina) para abastecimiento urbano.

La circulación del agua en este acuífero es relativamente rápida (100-200 m/día) para tratarse de un acuífero aluvial. Ello hace que aunque en verano pueda bajar considerablemente sus niveles, acentuado por la intensa explotación de la agricultura, éstos puedan recuperarse en el periodo de recarga los meses de otoño e invierno. El funcionamiento es, pues, cíclico y estacional.

### 3.3. Aprovechamientos del acuífero

El acuífero del Oja está intensamente explotado para usos urbanos y fundamentalmente agrícolas. La zona de mayor explotación se sitúa en la parte media y baja, desde Santo Domingo hacia aguas abajo, donde el acuífero adquiere su mayor espesor. No obstante la utilización de este recurso no es algo reciente, desde de tiempos históricos se han venido aprovechando estas aguas a través de surgencias naturales (manantiales y fuentes) y pozos artesanales. En este sentido son de destacar los manantiales de Patagallina en Santo Domingo de la Calzada, donde una curiosa y rudimentaria captación de agua conduce el agua del acuífero a un sistema de acequias para la zona.

En cuanto a los aprovechamientos actuales el primero en importancia es el **agrícola**. Desde la década de los 60 la mejora de las técnicas de perforación de pozos ha supuesto un mayor aprovechamiento del agua para este uso. Los suelos del acuífero acogen cultivos de regadío como patatas, remolachas, guisantes, judías o zanahorias, de los que se realizan varias siembras a lo largo de año. Esta agricultura intensiva exige gran cantidad de agua, abonos y fitosanitarios. Para su riego, cada agricultor obtiene mediante pozos la cantidad necesaria para el cultivo, haciendo las mayores extracciones en primavera y verano. Las cantidades utilizadas anualmente para este uso rondan los 10 Hm<sup>3</sup>/año.



Captación de agua del acuífero

Otro de los usos del agua del acuífero es el **abastecimiento de agua potable** de muchos municipios de la cuenca del Oja como Santo Domingo de la Calzada, Casalarreina, Castañares, Haro, etc... Muchas de estas localidades no cuentan con cauces de aguas superficiales adecuados de los que abastecerse, siendo el recurso de las aguas subterráneas la posibilidad más inmediata. Para este uso se extrae del acuífero una cantidad en torno a 1,5 Hm<sup>3</sup>/año que incluye también los consumos de industrias dependientes del suministro urbano en Sto. Domingo de la Calzada (fábricas de congelados vegetales, curtido de pieles, corte y confección) y en Haro (bodegas).

### 3.4. Problemas del aluvial del Oja

El aluvial del Oja está considerado como uno de los acuíferos más vulnerables de La Rioja. En su superficie encontramos una intensiva actividad agrícola, pequeñas explotaciones ganaderas, poblaciones de pequeño y mediano tamaño y algunas actividades industriales. A estos posibles focos de contaminación hay que añadir el riesgo que supone el escaso espesor de la zona no saturada del acuífero, es decir la cercanía del nivel freático a la superficie. Por otra parte la existencia de zonas del acuífero aisladas del sistema río-aluvial, donde la renovación del agua es menor, supone igualmente un factor importante de vulnerabilidad a la contaminación.

La contaminación de las aguas subterráneas es fundamentalmente un problema de contaminación difusa, es decir producida en múltiples puntos y dispersada por las aguas a lo largo del acuífero. Las dos principales causas de la contaminación difusa del aluvial son los nitratos procedentes de la agricultura y de la ganadería intensiva y los fitosanitarios usados en los cultivos. Otro problema, aunque de carácter puntual y localizado, se deriva de la presencia de metales pesados en el suelo originados por industrias de curtido de pieles ubicadas en Santurde y Santo Domingo. La llegada de estos contaminantes a las aguas subterráneas es un proceso lento que puede producirse por las aguas lluvia o a través del riego en el caso de los cultivos. El suelo puede retener parte de estos contaminantes, pero tarde o temprano terminan llegando a las aguas subterráneas. Al no estar a plena vista, la contaminación puede pasar desapercibida hasta que las aguas sean extraídas, siendo ya un proceso irreversible.



*La agricultura intensiva es fuente de contaminación de las aguas subterráneas*

La rápida circulación del agua en gran parte del aluvial del Oja, así como el corto periodo de recarga-descarga que se produce a lo largo del ciclo anual, evitan una mayor acumulación de los contaminantes. Los principales problemas se dan en niveles del acuífero con una menor renovación del agua, como sucede en terrazas fluviales medias y altas desconectadas del sistema río-aluvial.

#### **La contaminación orgánica, los abonos nitrogenados**

La agricultura intensiva que se practica en la actualidad, necesita importantes cantidades de abonos para su desarrollo. Tradicionalmente la agricultura se complementaba con la ganadería y los abonos utilizados eran los procedentes de las explotaciones ganaderas familiares (estiércoles o abonos orgánicos). Actualmente una premisa fundamental de la agricultura convencional es el aumento de la producción y ello ha llevado a la

#### PRINCIPALES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

<b>Agrícolas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso excesivo de abonos nitrogenados</li> <li>- Uso excesivo de productos fitosanitarios</li> </ul>
<b>Ganaderas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acumulación inadecuada de estiércoles</li> <li>- Mala gestión de purines de granjas</li> </ul>
<b>Urbanas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lixiviados de vertederos de residuos urbanos</li> <li>- Pérdidas en fosas sépticas deterioradas</li> </ul>
<b>Industriales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depósito de residuos en suelos industriales</li> <li>- Vertidos y pérdidas de productos en suelos</li> </ul>

sustitución de los abonos orgánicos por abonos minerales, de origen industrial. La fácil aplicación de los abonos minerales y las producciones exigidas a la tierra, han supuesto que las labores de abonado del suelo se realicen con mayor intensidad. Cuando el abonado se hace de forma abusiva, en épocas inadecuadas o cerca de cursos de agua, queda un porcentaje de nitrógeno no aprovechado por los cultivos que se filtra con la lluvia o el riego a las aguas subterráneas originando problemas de contaminación difusa. La legislación europea y nacional limita la cantidad de nitrógeno en agua a un máximo de 50 mg/l, por encima de este valor las aguas se consideran contaminadas. Bajo unas determinadas condiciones ambientales, estos nitratos pueden convertirse en nitritos cuya ingesta y acumulación en el organismo pueden provocar enfermedades e inducir procesos cancerígenos.

En varias zonas del aluvial del Oja los valores de nitratos superan los 50 mg/l, aunque la mayor parte del acuífero tiene concentraciones mucho menores. La zona más afectada es la cuenca del río Zamaca (antiguas terrazas del río Oja), en la que se han detectado valores superiores a 100 mg/l. La superficie afectada es de 2.280 Ha concentradas en el tramo bajo del Zamaca, donde se localizan los municipios de Ollauri, Cidamón, Zarratón, Rodezno, Gimileo y Haro, localidades con problemas para el abastecimiento urbano de agua potable por esta causa.



Productos Fitosanitarios

#### **La contaminación química, los fitosanitarios**

Otro de los problemas a los que se enfrenta el aluvial del Oja es la contaminación difusa procedente de productos químicos utilizados para combatir malas hierbas y plagas. En la actualidad los productos fitosanitarios se han hecho necesarios para seguir manteniendo la elevada producción de las cosechas en la agricultura convencional. A pesar de la peligrosidad que pueden suponer para la salud humana y para los ecosistemas, el consumo de fitosanitarios ha venido creciendo en los últimos años en España. En La Rioja se utilizan una media de 12 kg de fitosanitarios por hectárea y año, el doble de la media nacional, lo que además genera importantes cantidades de envases usados.

La mayoría de los fitosanitarios utilizados en agricultura son solubles en agua y biodegradables, pero una vez arrastrados al interior del acuífero las condiciones que se dan en sus aguas impiden su degradación natural. La acumulación de fitosanitarios en las aguas subterráneas es un proceso que se incrementa en los cultivos de regadío como éstos del aluvial del Oja. A esta contaminación contribuye también el abandono de los envases usados en bordes de caminos y ribazos y el vertido incontrolado de del lavado de tanques y cisternas utilizados en su aplicación.

#### CONSUMO DE FITOSANITARIOS EN LA RIOJA

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Cantidad Vendida (Tm)	1.563	1.474	1.490	1.758	2.145	2.354	2.732	2.690	2.308	2.331

Fuente: Asociación para la protección de las plantas (AEPLA).2003

### 3.5. Soluciones para un acuífero en apuros

Los procesos contaminantes de las aguas subterráneas tienen una especial importancia, ya que la detección de los contaminantes puede pasar desapercibida al ser aguas que no están a simple vista y los medios existentes para su descontaminación son muy costosos. El agua se convierte en el mejor vehículo para el transporte de los contaminantes, dificultando así la localización del foco donde se inició la contaminación. Puede ocurrir que la contaminación no proceda de un solo foco, sino que el origen sea una gran superficie donde existen múltiples focos, como ocurre en la cuenca del Zamaca.

Problemas como éste requieren realizar grandes esfuerzos en medidas de prevención, evitando en lo posible que los contaminantes lleguen a las aguas subterráneas. Esto supone la participación de amplios sectores de la población, entre los que nos encontramos todos, que de una u otra manera podemos colaborar para evitar problemas de este tipo: agricultores y ganaderos han de aplicar buenas prácticas medioambientales en sus explotaciones, atendiendo a las indicaciones que existen para reducir la contaminación por nitratos y fitosanitarios; los industriales han de tratar adecuadamente sus aguas residuales así como encargarse de gestionar los residuos peligrosos y no peligrosos que produzcan; la administración local y regional ha de emprender las medidas necesarias para remediar y reparar en lo posible esta contaminación (ordenanzas, programas de actuación, tratamiento de aguas residuales urbanas y residuos, ...); y por último todos nosotros, como ciudadanos podemos evitar la creación de focos incontrolados de residuos en los alrededores de las ciudades (escombros o aceites usados de coches) y como consumidores, favorecer un consumo más respetuoso con el medio ambiente como el de productos procedentes de agricultura y ganadería ecológica o de empresas auditadas y certificadas medioambientalmente. En nuestra comunidad ya se están poniendo en marcha algunas medidas en este sentido con objeto de recuperar la salud de nuestros acuíferos. Entre las más destacables y que afectan más directamente al acuífero del Oja están las orientadas a la utilización racional de fitosanitarios y abonos, al control y la gestión de los residuos derivados de la actividad agropecuaria y a la recuperación de los suelos contaminados que se detallan a continuación.

#### Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos

Siguiendo las pautas marcadas por la legislación europea y nacional, el primer paso ante problemas de contaminación por nitratos es identificar las zonas más directamente afectadas. De esta manera se delimitan aquellas zonas con más de 50 mg/l, así como las que manifiestan una tendencia creciente que hace prever, que esta concentración se alcanzará si no se adoptan las medidas de necesarias. Estas zonas son conocidas como zonas vulnerables.

En La Rioja hasta el momento han sido declaradas dos zonas vulnerables atendiendo a este criterio: el acuífero aluvial del Zamaca y el último tramo del aluvial del Oja, y una zona de cultivos en Aldeanueva de Ebro correspondiente al acuífero aluvial del Ebro. Estas zonas son objeto de un seguimiento específico para determinar el alcance de la contaminación a través de una red de control. Además sobre ellos se realizan actuaciones de formación de agricultores y ganaderos para poner en marcha buenas prácticas y se experimenta con formas de laboreo y sistemas de fertilización menos contaminantes.



*Muchas soluciones pasan por la sensibilización de la gente*



*Mapa de zonas vulnerables del Oja-Zamaca*

### **Código de buenas prácticas agrarias**

Una de las formas de participación de los agricultores en la solución del problema de los nitratos es la aplicación de un código de buenas prácticas agrarias elaborado al efecto. En él podemos encontrar una descripción de los productos responsables de esta contaminación, su problemática y las actuaciones ante cada una de las situaciones que recoge la legislación europea para la protección de las aguas.

El código no tiene carácter obligatorio para los agricultores a nivel general, siendo más bien una recopilación de prácticas agrarias concretas que voluntariamente podrán llevar a efecto. No obstante, una vez que la administración designa las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, las medidas contenidas en él pasan a ser de obligado cumplimiento en esos lugares.

#### ALGUNAS MEDIDAS DEL CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS

ÁMBITO DE ACTUACIÓN	MEDIDA PREVENTIVA
Abono en terrenos inundados, helados o nevados	Prohibición de aplicar estiércoles, purines, lodos o similares. Si el suelo está helado, prohibición total de aplicar compuestos nitrogenados.
Abono cerca de cursos de agua	No podrán utilizarse fertilizantes orgánicos nitrogenados a menos de 50 metros de corrientes naturales. La distancia será de más de 200 metros en los casos de pozos o manantiales de abastecimiento de agua potable.
Abono con purines	Prohibida su aplicación directa al suelo.
Abono con estiércoles sólidos	Se deberán enterrar antes de las 48 horas.
Instalaciones ganaderas	Mantener impermeables las zonas exteriores. Conducir y mantener las aguas de limpieza adecuadamente.



Recogida de envases de fitosanitarios

### **Gestión de envases usados de fitosanitarios y de aguas de lavado**

La legislación vigente considera como residuos peligrosos a los fitosanitarios y a los envases que los han contenido. Por ello los agricultores han de asumir la correcta eliminación de estos residuos como consumidores de este tipo de productos. Por otra parte, las aguas de lavado de tanques y cisternas tampoco pueden verterse de manera incontrolada en el campo. Para estos dos problemas se ha puesta en marcha de un sistema integrado de gestión de residuos de fitosanitarios y se han creado una serie de puntos de carga de agua, donde realizar de forma controlada las labores de limpieza de tanques usados en la aplicación de fitosanitarios.

El **sistema integrado de gestión de residuos de fitosanitarios** supone que los agricultores han de recoger los envases usados de fitosanitarios y los productos caducados de éstos en unas bolsas específicas y entregarlos en los lugares autorizados para ello. Previamente se les pide realizar un triple enjuagado para retirar los restos de producto y separarlos según su composición. Desde que se iniciara en 1999 esta recogida, la cantidad de envases usados por año ha experimentado un importante aumento, así como la participación de los agricultores.

Los **puntos de carga de agua controlados** suponen un lugar donde los agricultores pueden manipular los productos fitosanitarios sin peligro de contaminación para las aguas. Estos puntos se distribuyen por las principales comarcas en las que se usan fitosanitarios y permiten que las aguas con restos de fitosanitarios puedan ser tratadas adecuadamente.

#### EVOLUCIÓN DE LA RECOGIDA DE ENVASES DE FITOSANITARIOS EN LA RIOJA

	1999	2000	2001	2002
Cantidad Recogida (Kg)	8.037	17.253	24.468	35.632

Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental. Medio Ambiente en La Rioja 2002

#### Agricultura respetuosa con el medio ambiente

Paralela a la agricultura convencional se están desarrollando nuevas concepciones de la agricultura que buscan el equilibrio entre los distintos elementos del agrosistema. La agricultura ecológica y la producción o agricultura integrada forman parte de estas nuevas concepciones y permiten abordar los impactos ambientales de la agricultura desde la raíz. Poco a poco van calando en la práctica habitual de los agricultores pero exigen un cambio en los hábitos y la mentalidad tanto de los productores como de los consumidores.

La **agricultura ecológica** consiste en un buen conocimiento del entorno donde se desarrolla la actividad agraria para aprovechar de la forma más eficaz la tecnología. Trata de aumentar la capacidad productiva natural sin provocar grandes daños ambientales. En nuestra comunidad ha experimentado un importante aumento, aunque todavía queda mucho trabajo por hacer. El número de productores pasó de 6 en 1997 a 170 a finales de 2001 aunque la superficie total apenas supera las 2.350 hectáreas, tan solo un 1,4 % del total de la superficie dedicada a la agricultura en La Rioja.



Certificación  
agricultura ecológica

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE AGRICULTURA

AGRICULTURA ECOLÓGICA	AGRICULTURA INTEGRADA	AGRICULTURA CONVENCIONAL
Orientación ecológica, economía sana, uso eficaz de la mano de obra	Orientación ecológica, economía sana, uso eficaz de la mano de obra	Orientación económica, mecanización, minimización de la mano de obra
Ciclo de nutrientes dentro de la finca	Aporte externo de nutrientes si se observan deficiencias	Se aportan nutrientes
Predominio de materiales de abonado producidos en la finca	Utilización de materiales de abonado de la finca y si es necesario de fertilizantes externos	Predominio o uso exclusivo de fertilizantes producidos en el exterior
Aporte, si es necesario, de minerales de lenta incorporación	Aplicación de cantidades de fertilizantes ajustadas a las necesidades del cultivo	Aplicación de fertilizantes industriales
Control de malas hierbas por rotación de cultivos, laboreo o calor	Control de malas hierbas por técnicas culturales. Si no es suficiente aplicación de herbicidas	Control de malas hierbas por herbicidas
Control de plagas basado en el equilibrio y el uso de sustancias inofensivas	Control de plagas con tratamientos biológicos. Si la plaga disminuye la productividad se aplican pesticidas	Control de plagas basado en el uso de pesticidas.
Máxima conservación de suelos, de la calidad del agua y de la vida silvestre	Mantener fertilidad y productividad del suelo, minimizando el riesgo de contaminación de aguas, suelo y pérdida de vida silvestre	Agotamiento de la fertilidad del suelo, pérdidas de calidad del agua y la vida silvestre

La **producción o agricultura integrada** es el paso intermedio entre la convencional y la ecológica. La producción integrada no prohíbe el uso de fitosanitarios sino que defiende la utilización racional de éstos, evitando los excesos que son los que pueden ocasionar graves daños ambientales. Igualmente regula el uso de abonos para evitar los problemas. En La Rioja aún está poco implantada aunque ya ha comenzado a dictarse las normativas específicas para diferentes productos que quieran acogerse a esta modalidad.

### **Fitorremediación de suelos contaminados con cromo**

La presencia de cromo en los suelos cercanos a varias industrias de curtido de pieles de Santurde y Santo Domingo supone un riesgo para las aguas del Acuífero del Oja. Para evitar que este contaminante pueda llegar a las aguas subterráneas se han retirado los suelos contaminados de su ubicación y con ellos se está realizando una experiencia de descontaminación denominada fitorremediación. Sobre estos suelos, almacenados en un depósito impermeabilizado al aire libre, se están haciendo crecer distintas plantas para absorber los contaminantes de forma natural. Los vegetales por medio de las raíces obtienen del suelo los nutrientes necesarios, pero también se les "cuelan" otros elementos, entre ellos los metales pesados. Una vez que están dentro de la planta se almacenan en los tejidos vivos. Aprovechando esta propiedad podemos extraer los metales pesados del suelo.



Parcela experimental en Santo Domingo

En la parcela experimental, situada en las cercanías de Santo Domingo, se vienen sembrando distintas especies vegetales como trigo, alfalfa, altramuç, cebada, tomate, judía verde, mostaza o maíz. Tras varias siembras se ha comprobado que la concentración de  $Cr_6$ , el más contaminante, en el suelo ha ido disminuyendo a medida que ha ido aumentando en los vegetales. No obstante éste es un proceso lento y costoso que nos indica una vez más la importancia que tiene la prevención en los procesos de contaminación del medio ambiente.

### ESPECIES CON MAYORES TASAS DE EXTRACCIÓN DE CROMO EN LA PARCELA

Especie	Raíz	Tallo	Hojas	Fruto	Total
Alfalfa	490	-	55	-	545
Trigo	464	-	38	1	503
Judía	421	29	26	-	476
Cebada	348	-	44	-	392

(Tasas máximas de extracción en mg Cr/Kg peso seco)

## 4. Aguas superficiales en el Oja-Tirón, contaminación y depuración

### 4.1. Aguas residuales urbanas, los problemas para el río

Hasta el momento hemos prestado una especial atención a los riesgos y problemas de contaminación de las aguas subterráneas, la parte más desconocida del ciclo del agua. Sin embargo, las aguas superficiales no están exentas de problemas de contaminación. Durante años las aguas residuales urbanas han ido a parar a los ríos sin un tratamiento adecuado. Estos vertidos han sido y, en algunos casos siguen siendo, los principales responsables de la degradación de las aguas superficiales.

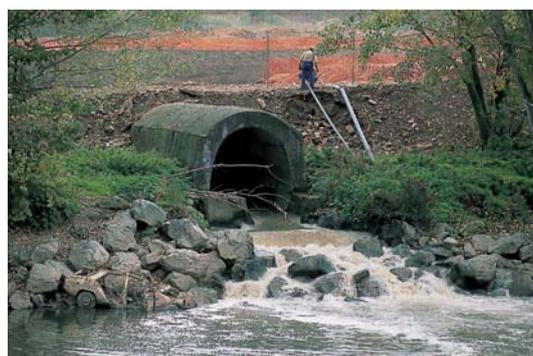
Las aguas residuales urbanas evacúan de las ciudades las aguas domésticas, los vertidos de algunas industrias asimilables a urbanos y las aguas pluviales recogidas en las calles. De nuestras casas el agua se lleva restos fecales y de comida, así como compuestos diversos del tipo detergentes, jabones, aceites o plásticos. Las industrias por su parte pueden verter un amplio rango de sustancias al alcantarillado, aunque en los vertidos asimilables a urbanos lo normal es que haya altas cargas de materia orgánica disuelta.

En condiciones naturales los ríos cuentan con una cierta capacidad de autodepuración de sus aguas. En ellos la materia orgánica se degrada por acción de distintos tipos de bacterias, con especial importancia de las bacterias aerobias. No obstante los vertidos urbanos incrementan la carga orgánica en el agua, lo que puede hacer proliferar estas bacterias en tal número, que disminuyan el oxígeno disuelto en agua, produciendo la muerte del resto de organismos vivos. Este fenómeno es conocido como eutrofización y se produce con más facilidad en ríos con aguas poco oxigenadas y poco caudal, como sucede en los cursos bajos de los mismos.

### 4.2. E.D.A.R. del Bajo Oja-Tirón, una solución para la cuenca

En la cuenca del Oja-Tirón los vertidos de aguas residuales de una serie de municipios de la zona se encuentran canalizados hasta una E.D.A.R. (Estación Depuradora de Aguas Residuales) ubicada en Haro. En total son 9 las localidades conectadas a este sistema de depuración: Cuzcurrita del río Tirón, Tirgo, Cihuri, Anguciana, Santo Domingo de la Calzada, Bañares, Castañares de Rioja, Casalarreina y Haro. La población de estos municipios alcanza casi los 18.000 habitantes, cifra que llega a triplicarse en temporada estival, lo que supone un considerable incremento de los vertidos.

Para evacuar las aguas residuales de estas localidades, existe una red de colectores que recorre la cuenca de Santo Domingo a Haro con ramificaciones a distintos municipios. Estos colectores recogen las aguas y las conducen hasta la EDAR situada en Haro donde, una vez depuradas, van a parar al Ebro. La orografía del terreno no permite que en todos los tramos el agua circule por gravedad y por ello en determinadas localidades se hace necesario el uso de bombas que impulsan su recorrido. Todo este sistema de saneamiento y depuración es gestionado por el Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja, un organismo supramunicipal del que estos ayuntamientos, al igual que la gran mayoría de los de La Rioja, forman parte.



*Las aguas residuales son el principal contaminante de los ríos*



*Colectores de aguas residuales*



Vista aérea de la EDAR del Bajo Oja-Tirón

El sistema de saneamiento y depuración del bajo Oja-Tirón supone un gran respiro para los tramos bajos de estos dos ríos riojanos. Las aguas superficiales de éstos se liberan, gracias a él, de unas cargas orgánicas que, en periodos estivales en los que los caudales circulantes y la oxigenación de las aguas es menor, provocaban una importante pérdida de la calidad de las aguas.

#### 4.3. El proceso de depuración en las instalaciones de Haro

La depuración de las aguas residuales en la EDAR del Bajo Oja-Tirón sigue un proceso que comprende un **pretratamiento** que retira grasas y sólidos en suspensión, un **tratamiento biológico** con aireación forzada que elimina la materia orgánica y una posterior **decantación** en la que se separan las aguas depuradas para devolver al río y los fangos que serán deshidratados para su utilización en agricultura.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA EDAR DEL BAJO OJA-TIRÓN

Parámetros de diseño	Verano	Invierno Vendimia
Población (Hab-eq*)	68.800	56.900
Caudal medio diario (m <sup>3</sup> /día)	16.000	8.000
DBO <sub>5</sub> ** Agua Bruta (mg/l)	258	427
Sólidos en Suspensión Agua Bruta (mg/l)	318	526
DBO <sub>5</sub> ** Agua Tratada (mg/l)	20	20
Sólidos en Suspensión Agua Tratada (mg/l)	25	25

\* Hab-eq (Habitantes equivalentes): unidad referida a la carga contaminante de una población incluyendo el equivalente en habitantes que supone la carga contaminante debida a industrias e instalaciones ganaderas que vierten a la red de saneamiento.

\*\* DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxígeno): Medida de la carga contaminante en un agua con relación al daño biológico que produciría en un río.



Rejas y tamices del pretratamiento

#### **El pretratamiento, la retirada de los sólidos y grasas**

Las aguas residuales que llegan a la EDAR atraviesan, en una primera etapa, una serie de rejillas y tamices donde quedan retenidos y son retirados residuos sólidos, como papeles y plásticos, que lleva el agua en suspensión. Tras esto el agua pasa a dos tanques al aire libre, los desarenadores-desengradores, donde la menor velocidad del agua facilita el depósito en el fondo de las partículas de arena. Las grasas por su parte son concentradas en superficie con unos aireadores de forma que se puedan retirar de forma automática por unas rasquetas de superficie.

### **El tratamiento biológico, la digestión de la materia orgánica**

Una vez eliminados los sólidos, las arenas y las grasas, se procede a la eliminación de la materia orgánica, que supone el principal problema ambiental y sanitario de las aguas residuales. Este proceso tiene lugar en los reactores biológicos, dos grandes depósitos donde los distintos tipos de bacterias procedentes de los fangos activados que hay en el fondo, digieren la materia orgánica.

Las bacterias responsables de la degradación de la materia orgánica tienen diferentes necesidades, las aerobias requieren la presencia de oxígeno y para ello se hace circular el agua por unos agitadores de gran tamaño y se inyecta oxígeno con difusores desde el fondo, las anaerobias por su parte se desarrollan en las zonas profundas a donde no llega el oxígeno. Aunque en estos tanques está continuamente entrando y saliendo agua, se calcula que el tiempo de permanencia en ellos del agua viene a ser de 15 días, periodo en el que realiza varias veces el circuito bacterias aerobias-bacterias anaerobias.

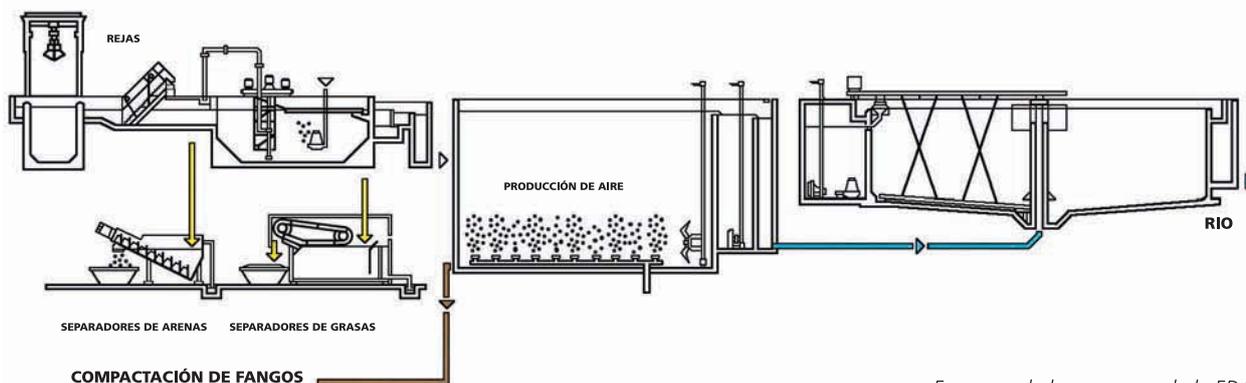
Al final del proceso la materia orgánica queda estabilizada por acción de las bacterias y una parte decanta en el fondo, mientras otra sigue en suspensión en el agua. Los fangos del fondo son extraídos por una bomba para evitar su acumulación y llevados a la línea de fangos, un proceso en el que se espesan y deshidratan para obtener abonos para la agricultura.

### **Los decantadores, la obtención de agua depurada**

El agua que se obtiene de los reactores biológicos ya ha sufrido una primera decantación. Ahora al pasar a unos tanques circulares, también llamados clarificadores, el agua queda en reposo y decanta la materia en suspensión obteniéndose fango en el fondo y agua depurada en superficie. El primero se recircula a los reactores biológicos para que pase una nueva digestión y la segunda ya puede salir directamente al río.



Proceso de clarificación en la EDAR del Bajo Oja-Tirón



Esquema de los procesos de la EDAR