



3.12

Provincia de
Sønderjylland

Bodil Deen Petersen
Mogens Bjørn Nielsen

El arroyo de Brede en Bredebro

Cuenca:

Arroyo de Brede

Introducción al proyecto

En conexión con la canalización y regulación del arroyo de Brede a mediados de la década de los 1950, se construyeron dos grandes presas de hormigón en los tramos inferiores del sistema de dicho arroyo. La presa en Bredebro era la que estaba más abajo y también la mayor con un rebosadero de 8,4 metros de ancho. Durante el período de verano el agua que bajaba de la presa caía hasta 1,2 metros, en tanto que en el período de invierno la caída era de un promedio de 0,6 metros, por lo cual constituía una obstrucción eficaz para los peces migratorios del arroyo.

Objetivo del proyecto

El objetivo de calidad fijado para la mayor parte del arroyo aguas arriba de la presa (294 km²) es aguas salmónidas o área de cría y desove de salmónidas. No se cumplían estos objetivos de calidad, en parte debido a la obstrucción de la presa. El objetivo del proyecto era, en consecuencia, restaurar el libre paso de los peces migratorios y posibilitar así el cumplimiento de los objetivos fijados para el curso aguas arriba de la presa. Con ello se incrementaría también el área del arroyo accesible para la especie de salmónida en peligro de extinción, la farra, que se soltó para repoblar entre otros lugares en el arroyo de Brede.

La eliminación de la presa en Bredebro y la restauración del libre paso de la fauna también eran los requisitos para que se pudiera efectuar la restauración y restablecer los meandros en los tramos cerca de Løgumkloster, aguas arriba (ver ejemplo 3.11). En conexión con este proyecto se eliminó la restante presa grande del arroyo de Brede.

Implementación del proyecto

El proyecto se llevó a cabo a fines del verano de 1990. La presa original de hormigón no se modificó. Inmediatamente debajo de la presa se creó un relleno de 250 metros de largo con un declive medio del 5%, que consta de tres sub-elevaciones de una longitud total de 110 metros. Cada una de éstas tiene un declive del 10% y un ancho de lecho de 4 metros en

comparación con el ancho de 6 metros entre las sub-elevaciones. De esta forma crean dos «estanques de descanso» entre las tres sub-elevaciones. Aguas abajo del relleno se establecieron bancos de desove para truchas y salmones.

Al ejecutarse el proyecto se aseguró que las obras no modificaran las condiciones de desagüe aguas arriba y abajo del relleno, ya que hay grandes intereses agrícolas en juego en las áreas de cultivo intensivo adyacentes.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Todos los años se realiza electropesca en el arroyo de Brede en colaboración con la asociación local de pescadores deportivos. Dicha pesca revela que ahora sube un número considerable de truchas, farras y salmones por el arroyo de Brede.



La presa de Bredebros antes y después de la restauración.



Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Sønderjylland
Contratista:	La Provincia de Sønderjylland
Inicio del proyecto:	Septiembre de 1990
Término del proyecto:	Octubre de 1990
Costes totales:	DKK 550.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Sønderjylland y la Dirección General del Medio Ambiente

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	294 km ²
Desagüe:	
Medio:	3.500 lt./seg.
Máximo:	30.000 lt./seg.
Mínimo:	1.000 lt./seg.
Objetivo de calidad:	B2 (aguas salmónidas)
Grado de contaminación:	II (1991-92)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°03'N 8°51'E
Longitud:	4-6 m
Declive:	5‰
Caudal:	30.000 lt./seg.
Cascajos de desove colocados:	150 m ³
Piedras colocadas:	1.500 m ³



3.13

Provincia de
Fionia

Claes Levin Pedersen

El arroyo de Odense en Ejby Mølle, Odense

Cuenca:

Arroyo de Odense

Introducción al proyecto

El arroyo de Odense es el arroyo más grande y más importante de Odense. Tiene una longitud total de 54 km y con su superficie de desagüe de 631 km² con muchos valiosos afluentes cubre aprox. 1/5 del área total de la isla de Fionia. Desde el siglo XIII existe un molino en Ejby Mølle. La represa de casi 2 metros de altura del molino constituía una obstrucción eficaz para el paso de los peces a aprox. un 85% de la superficie de desagüe del arroyo.

Croquis del paso de la fauna en Ejby Mølle (Escala aprox. 1:2.000).



Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto era restablecer el libre paso de los peces y macroinvertebrados por la represa del molino de Ejby Mølle.

El nivel del agua en la parte superior al molino tenía que permanecer inalterado y había que mantener también el suministro de agua al molino.

Implementación del proyecto

Las obras se iniciaron en junio de 1992, realizándose en colaboración con el Municipio de Odense.

El proyecto consistía en el establecimiento de un relleno de piedras de 166 m que los peces pudieran pasar aguas arriba y por la esclusa. Aguas abajo de éstas se proyectaba otro relleno más de 99 metros.

En la parte superior a la esclusa se hincó un tablestacado de acero de una longitud de 166 metros en forma paralela a la orilla, para que se pudiera establecer un relleno de piedras de un ancho de 7 metros entre

la pared y la orilla adyacente. Dicho relleno se estableció debajo de la esclusa por una longitud de 99 metros en todo el ancho del arroyo (aprox. 23 metros). Dado que se han incorporado estanques de descanso en el relleno, el declive medio es de 8‰ con un máximo del 12‰. Con el caudal mínimo promedio (870 lt./seg.) el perfil de entrada del relleno se llena por completo. Con caudales mayores, el agua excedente desborda el tablestacado cayendo al relleno. El rebosadero de una longitud de 166 metros puede así drenar aprox. 25.000 lt./seg. antes de que el agua llegue al nivel de inundación. Regulando la represa en la esclusa resulta posible drenar un total de aprox. 45.000 lt./seg.

Cuando el caudal sobrepasa el medio mínimo, una pequeña cantidad de agua puede desviarse al canal del molino, pero, de manera tal que la corriente guía del paso de la fauna sea siempre la más fuerte. En conexión con el proyecto había que reponer una alcantarilla y remover un tubo de rebosamiento.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Desde el establecimiento del relleno se ha realizado electropesca 4 veces durante el invierno de 1992-93 para determinar si el relleno asegura el paso libre a la trucha de mar que sube por el arroyo.

Adicionalmente, la fauna de macroinvertebrados en la parte inferior del



Relleno y rebosadero vistos desde la parte superior a la esclusa.



Relleno y esclusa vistos desde el estanque de descanso inferior del relleno, mirando aguas arriba.

relleno ha sido objeto de estudios antes y después de la realización del proyecto. En conexión con el establecimiento del relleno nuevo se eliminó una elevación que existía con anterioridad al proyecto. Desde 1989 se han efectuado análisis sacando muestras de la fauna dos veces por año. Esta serie de análisis posibilita una evaluación de la velocidad con que los macroinvertebrados pueblan los rellenos nuevos.

Después de haberse concluido el proyecto, se han realizado mediciones hidráulicas y cálculos en el relleno para verificar los cálculos que sirvieron de base para el proyecto.

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Fionia
Contratista:	Carl Bro Ltd.
Inicio del proyecto:	Junio de 1992
Término del proyecto:	Invierno de 1992/verano de 1993
Costes totales:	DKK 5.290.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Fionia, el Municipio de Odense y la Dirección General del Medio Ambiente

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	631 km ²
Desagüe:	
Medio:	5.360 lt./seg.
Máximo:	36.500 lt./seg.
Mínimo:	250 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (aguas de desove y cría de salmónidas)
Grado de contaminación:	II y II-III (1993)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°24'N 10°25'E
Longitud:	265 m
Ancho:	7-23 m
Declive:	6-12‰
Caudal:	45.000 lt./seg.
Tierra aportada:	4.680 m ³
Piedras colocadas:	3.290 m ³
Tierra excavada:	7.540 m ³
Tablestacado hincado:	1.227 m ²

El resultado de estos estudios todavía no se ha publicado, pero ya se han ganado algunas experiencias respecto al paso de los peces.

Experiencias cosechadas

El relleno de Ejby Mølle asegura un paso eficiente para la trucha de mar que sube por el arroyo. Las mediciones hidráulicas efectuadas después de haberse concluido el proyecto muestran que los cálculos aplicados para la planificación del proyecto eran correctos. El relleno nuevo tiene una construcción estable y, tal como se había previsto, la capacidad suficiente para

manejar los niveles de caudal registrados en el arroyo.

El futuro

El proyecto debe verse en conexión con el plan para el arroyo de Odense hasta el año 2000, según el cual la Provincia de Fionia, en colaboración con los municipios, el comercio y la industria, aspira a desarrollar el sistema del arroyo de Odense para que ofrezca condiciones óptimas a nivel europeo para la pesca de truchas.



3.14

Provincia de
Fionia

Claes Levin Pedersen

El arroyo de Odense en el «Hipocampo», Odense

Cuenca:

Arroyo de Odense

Introducción al proyecto

En Munke Mose en el centro de Odense, el arroyo de Odense discurre por un parque público, donde hay una escultura dentro de sus aguas denominada el «Hipocampo». Se sabe que el monasterio de Knuds Kloster tenía un molino de agua en este sitio en el año 1175. Este molino ya no existe, pero se ha preservado el estanque y el puente de la esclusa. Para asegurar el nivel del agua en el «Hipocampo» aprox. 70 metros más abajo del puente, se habían montado dos rebosaderos sólidos aguas abajo, donde el arroyo se divide alrededor de una isla. De esta manera se creó una represa de un metro de altura que obstaculizó eficazmente el paso de los peces y la fauna a un 85% de la superficie de desagüe del arroyo. En conexión con la modificación del puente de la esclusa en 1987, se construyeron dos escalas pesqueras en la represa frente al puente de modo que ahora los peces pueden pasar libremente la obstrucción.

Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto era restablecer el libre paso de los peces y la fauna por los sólidos rebosaderos debajo del «Hipocampo» y a la vez mejorar las posibilidades de desove para las salmonidas en el arroyo de Odense. El nivel del agua debía mantenerse en general inalterado entre los rebosaderos y el puente, como así también aguas arriba de la esclusa.

Implementación del proyecto

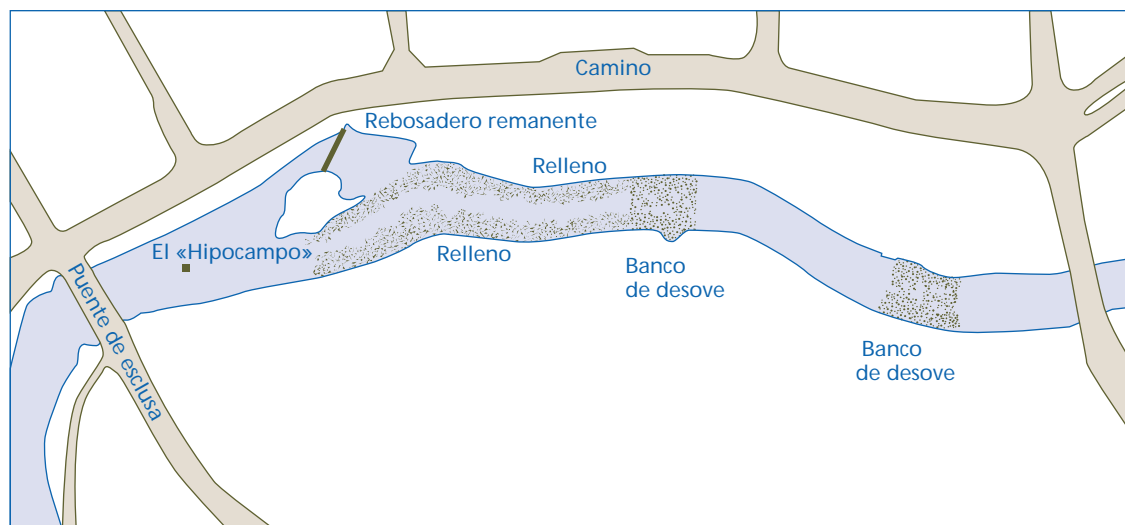
En la primavera de 1993, el Municipio de Odense presentó ante la Provincia de Fionia una propuesta para el establecimiento de bancos de desove en el arroyo de Odense. El resultado fue un proyecto conjunto entre el Municipio y la Provincia,

que comprendía el establecimiento de un relleno de piedras y dos bancos de desove aguas abajo de los rebosaderos cerca del «Hipocampo».

Las obras se iniciaron en otoño de 1993, terminándose en la primavera de 1994. Se estableció un relleno de piedras de 115 metros de largo en todo el ancho del arroyo aguas arriba del rebosadero al sur (ver croquis).

El declive del relleno oscila entre el 5% y el 12%. El relleno remata en un banco de desove de 25 metros de largo. Además, se estableció otro banco de desove de 40 metros de largo 75 metros más abajo. Ambos bancos de desove ocupan todo el ancho del arroyo y tienen un declive del 5 al 6%.

Croquis del relleno y los bancos de desove (Escala aprox. 1:2.200).





Relleno visto mirando aguas arriba hacia la isla.

El rebosadero al norte se elevó en 10 cm. Debajo de éste se ha preservado un estanque grande y profundo mediante el establecimiento de una represa en el arroyo donde se une con el relleno nuevo detrás de la isla.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Todavía no se han realizado estudios específicos del impacto, pero experiencias cosechadas en proyectos similares indican que el nuevo relleno logra restablecer un libre paso por la obstrucción tanto para los peces como para la fauna.

El futuro

El proyecto debe verse en conexión con el plan para el arroyo de Odense hasta el año 2000, según el cual la Provincia de Fionia, en colaboración con los municipios, el comercio y la industria, aspira a desarrollar el sistema del arroyo de Odense para que ofrezca condiciones óptimas a nivel europeo para la pesca de truchas.

El banco de desove visto mirando aguas abajo.



Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Fionia
Contratista:	El Servicio danés de Desarrollo del Suelo
Inicio del proyecto:	Noviembre de 1993
Término del proyecto:	Junio de 1994
Costes totales:	DKK 940.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Fionia, el Municipio de Odense y la Dirección General del Medio Ambiente

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	631 km ²
Desagüe:	
Medio:	5.360 lt./seg.
Máximo (10 años):	36.470 lt./seg.
Mínimo:	250 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (aguas de cría y desove de salmónidas) y/o B2 (aguas salmónidas)
Grado de contaminación:	II y II-III (1993)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°24'N 10°25'E
Longitud:	115 m y 65 m
Ancho:	18-24 m
Declive:	5-12‰
Caudal:	44.600 lt./seg.
Bancos de desove colocados:	390 m ³
Piedras colocadas:	4.090 m ³
Tierra depositada:	4.160 m ³
Tierra excavada:	500 m ³



3.15

Provincia de
Fionia

Claes Levin Pedersen
Annette Sode

El arroyo de Lindved en «Hollufgård», Odense

Cuenca:

Arroyo de Odense

Introducción al proyecto

El arroyo de Lindved es el arroyo provincial inferior que desemboca en el arroyo de Odense. En épocas anteriores fue sometido a canalización aguas arriba al molino en Hollufgård (al sureste de Odense) y encerrado por diques, parcialmente obstruido, llano y de lento discurrir. Con el correr del tiempo, habían surgido varias vegas que eran valiosas preservar. Desde las vegas, el arroyo de Lindved pasaba por el estanque del molino de Hollufgård y una represa de 2 metros, que constituía una obstrucción eficaz para el paso de los peces y macroinvertebrados.

Objetivo del proyecto

En 1990 el Municipio de Odense planificó el establecimiento de un «paisaje prehistórico» junto al Centro Cultural de Hollufgård.

En esta conexión, se deseaba crear un arroyo que por un lado podía formar parte natural del «paisaje prehistórico» y que por otra podía mejorar las condiciones biológicas alrededor del arroyo y dentro del mismo, inclusive mediante un libre paso por la obstrucción para la fauna del arroyo.

Entre otras cosas, los planes comprendían una modificación del curso del arroyo de Lindved, de modo que atravesara el paisaje en parte del anterior curso de Parkvandløbet, un pequeño arroyo del parque.

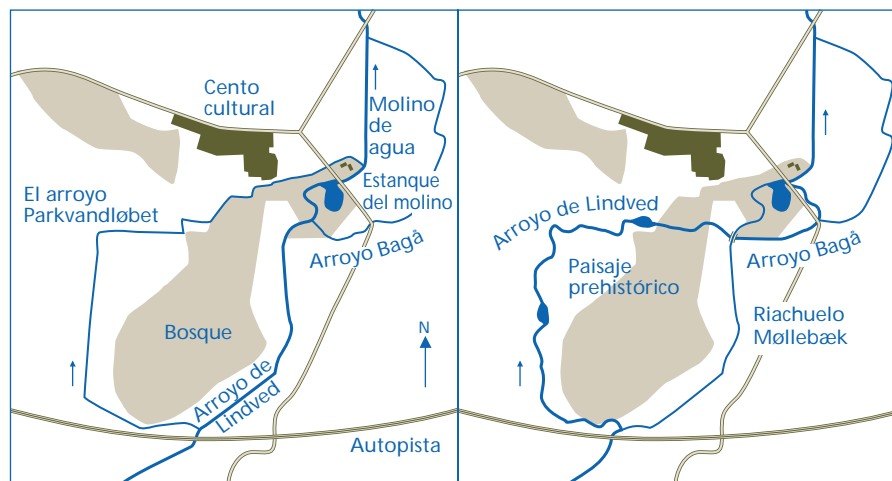
En atención a las valiosas vegas a lo largo del arroyo de Lindved era importante preservar el alto nivel del agua. Análogamente, la importancia histórica del molino de agua requería el mantenimiento del suministro continuo a su estanque.

Implementación del proyecto

En el verano de 1991 el Municipio de Odense y la Provincia de Fionia realizaron el proyecto de rehabilitación en colaboración con la Dirección General de Bosques y Naturaleza.

El curso nuevo del arroyo de Lindved resultó aprox. 2 km de largo (ver croquis) y cruzaba por el nuevo «paisaje histórico» recién establecido, habiendo sido desviado a parte del anterior curso del arroyo Parkvandløbet. Este tramo tiene un perfil

Croquis del curso del arroyo antes y después de la rehabilitación (Escala aprox. 1:2.200).





transversal muy llano que se desborda en invierno. Se excavaron también dos lagos, que sirven como recolectores de arena. Se excavó un curso nuevo a través del bosque, pasando a continuación por debajo de un acueducto recién construido, que ahora guía al riachuelo Møllebæk al lecho anterior del arroyo de Lindved. Desde aquí continúa por parte del curso anterior del arroyo Bagå hasta un puente también recién construido sobre el camino. Desde este puente y hasta el molino de agua de Hollufgård el curso nuevo se ha construido en forma de un relleno de piedras, que asegura el libre paso de la fauna por la represa.

El relleno fuera de la represa del molino visto mirando aguas abajo hacia el molino de agua.

Ahora el caudal del arroyo Møllebæk es menor, pero sigue siendo suficiente para mantener húmedas las vegas y asegurar el suministro de agua necesaria para el estanque del molino.

El Municipio de Odense ha establecido una red muy ramificada de senderos públicos en el «paisaje prehistórico», que cubre 20 hectáreas. Posteriormente el área ha sido rodeado de cercos y destinado a pastoreo de ganado.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Después de la rehabilitación del arroyo de Lindved se han realizado con intervalos

regulares estudios biológicos en el arroyo y alrededor del mismo y se ha registrado la composición del lecho del mismo y el nivel del agua. Además, se han sacado también a intervalos regulares fotos de puntos fijos del arroyo.

Las investigaciones biológicas comprenden los siguientes elementos: Composición de especies y grado de cobertura estimada de plantas acuáticas y palustres (una vez por año), composición de especies y número relativo de macroinvertebrados acuáticos (dos veces por año), composición de especies y número de peces que viven en el tramo y que pasan por él (una vez por año). Hasta la fecha, no se ha practicado el corte de hierbas en el tramo nuevo. Para averiguar si esto podría causar problemas de drenaje, se efectúan, aguas arriba de este tramo, mediciones continuas del nivel del agua.

El resultado de estas investigaciones no ha sido publicado todavía, pero ya se han cosechado algunas experiencias.

Experiencias cosechadas

El número de especies y de plantas y macroinvertebrados ha ido aumentando constantemente desde la rehabilitación del arroyo. Al mismo tiempo, las condiciones físicas han cambiado considerablemente a medida que iba extendiéndose la vegetación de las orillas. En los lugares más sombreados el desarrollo ha sido más lento. También se ha registrado un aumento constante de la población de peces desde 1991 hasta 1993, siendo, no obstante, muy reducido en 1994. A pesar de ello, en los tramos llanos, suaves y de aguas someras que cruzan el «paisaje prehistórico» hay solamente pocos peces, o ninguno.

Después de haberse concluido el proyecto, la Provincia de Fionia y el Municipio de Odense han montado una exposición permanente sobre la interacción entre el arroyo y el hombre.

El futuro

El proyecto debe verse en relación con el plan para el arroyo de Odense hasta el año



2000, según el cual la Provincia de Fionia, en colaboración con los municipios y la vida comercial e industrial, intenta desarrollar el sistema del arroyo de Odense para que ofrezca condiciones óptimas a nivel europeo para la pesca de truchas.

El curso recién establecido del arroyo de Lindved a través del «paisaje prehistórico».

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Fionia y el Municipio de Odense
Contratista:	El Servicio danés de Desarrollo del Suelo
Inicio del proyecto:	Mayo de 1991
Término del proyecto:	Julio de 1991
Costes totales:	DKK 1.180.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Fionia, el Municipio de Odense y la Dirección General de Bosques y Naturaleza

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	65 km ²
Desagüe:	
Medio:	420 lt./seg.
Máximo:	4.400 lt./seg.
Mínimo:	26 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (aguas de cría y desove de salmónidas)
Grado de contaminación:	II-II y II (1993)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°24'N 10°25'E
Longitud:	890 → 1.820 m
Ancho:	3-5 → 2-6 m
Declive:	0,4 → 1-10‰
Meandros:	10 → 24
Cascajos de desove colocados:	180 m ³
Piedras colocadas:	440 m ³
Tierra excavada:	6.800 m ³

Aspectos técnicos:

Un puente de hormigón
 Un puente municipal de hormigón sobre el camino
 Un acueducto de hormigón
 Dos lagos/recolectores de arena
 Una estructura de distribución de madera
 Cinco puentes de madera sobre caminos en el bosque/pasarelas
 Cruce de un drenaje de un diámetro de 30 cm



3.16

Provincia de
Fionia

Claes Levin Pedersen
Ann Fuglsang

El riachuelo de Holmehave en Borreby Mølle, Odense

Cuenca:

Arroyo de Odense

Introducción al proyecto

El riachuelo de Holmehave es el curso provincial segundo inferior que desemboca en el arroyo de Odense. En 1970 fue canalizado en el tramo aguas arriba del Molino de Borreby, justo antes de la confluencia. En consecuencia revestía la forma de un canal, llano y con una corriente lenta. Al mismo tiempo que se canalizó el riachuelo, se eliminó el estanque del molino, se desmontaron las compuertas y se tapó la entrada al molino, de manera que el riachuelo de Holmehave pasaba por las paredes que quedaban en las alas de la esclusa. El lecho anterior del riachuelo aguas arriba de la esclusa no se cegó completamente y en 1988 seguía visible dentro del terreno. En la esclusa había todavía una diferencia en el nivel del agua de aprox. 1,5 metros, que constituía una obstrucción eficaz para los peces y macroinvertebrados del riachuelo.

Objetivo del proyecto

En 1988 el propietario de Voldsgård, una granja por la cual cruza el riachuelo, se dirigió a la Provincia de Fionia para preguntar si le interesaría a la Provincia restablecer meandros en el riachuelo de Holmehave aguas arriba del molino de Borreby. Como él mismo estaba muy interesado, puso a disposición gratuita el terreno necesario para las obras.

En conexión con los esfuerzos realizados por la Provincia para mejorar las condiciones de los arroyos, por ejemplo, creando libre paso por las obstrucciones, se acordó con el citado propietario realizar un proyecto para restablecer un paso libre por las obstrucciones de la esclusa y para mejorar las condiciones físicas y químicas dentro del riachuelo y alrededor del mismo. Dada la importancia histórica del molino de agua, era importante preservar las alas que quedaban de la esclusa.

Implementación del proyecto

Antes de la elaboración del proyecto se determinó el curso anterior del riachuelo aguas arriba de la esclusa, sobre la base de mapas antiguos y sondeos del terreno. Este curso se observó a grosso modo al excavar el riachuelo nuevo.

Se creó libre paso por encima de la esclusa bajando el fondo de la misma con aprox. 1 metro y ampliando una elevación de piedras existente hasta la esclusa. El curso nuevo se construyó con un declive

del 1,1‰ y se excavó un doble perfil.

Después de haberse concluido el trabajo de excavación, se desparramaron cascajos de desove en los tramos rectos entre los recodos y piedras grandes para proteger las orillas contra la corriente. Después de la terminación del proyecto, se ha establecido un sendero público a lo largo de parte del nuevo curso.

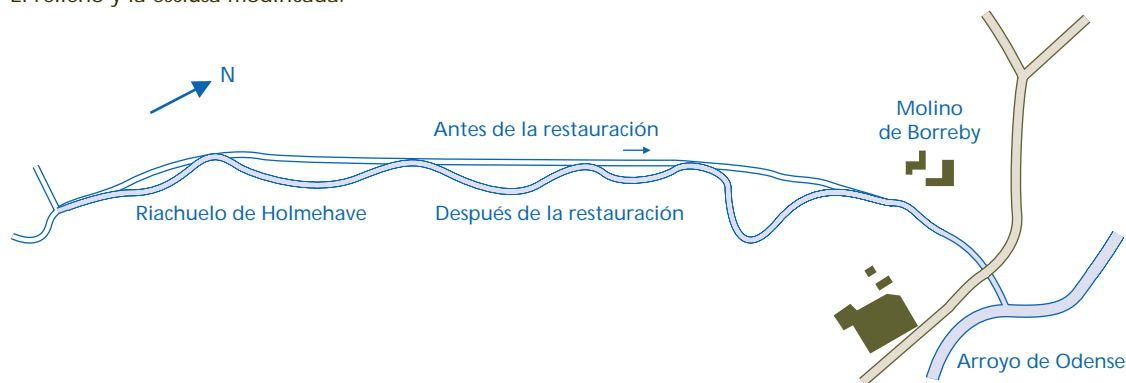
Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Se han realizado estudios biológicos tanto antes como después del restablecimiento de meandros en el tramo del riachuelo de Holmehave. Dichos estudios biológicos se realizaron una vez por año en el período de 1988 a 94 y comprendían los siguientes factores: Composición de especies y grado de cobertura estimada de plantas acuáticas, palustres y de las orillas, composición de especies y un número relativo de macroinvertebrados acuáticos, composición de especies y cantidad de peces, así como composición de la sedimentación en el lecho, basada en un análisis del desglose de granos por tamaño.

Todos los estudios se realizaron en dos localidades en el tramo nuevo del riachuelo y en dos diferentes localidades de referencia aguas arriba del tramo en que se restablecieron los meandros. Hasta la fecha estos tramos no han sido sometidos a corte de hierbas acuáticas.



El relleno y la esclusa modificada.



Croquis del curso del riachuelo de Holmehave antes y después de su restauración (Escala aprox. 1:5.500).

El resultado de estas investigaciones no ha sido publicado en detalle todavía, pero ya se pueden describir algunas de las experiencias.

Experiencias cosechadas

El número de especies y de plantas ha ido aumentando desde el restablecimiento de meandros en el riachuelo. En cuanto a los macroinvertebrados, la composición de especies puede variar marcadamente en las localidades estudiadas; en consecuencia, los cambios de la composición de especies deben ser considerables para que pueda atribuirse con algún grado de certeza a las medidas de restauración. Varias descargas ilegales de tóxicos aguas arriba de los tramos estudiados y una variación interanual de las condiciones del lecho han provocado grandes variaciones en la composición de las especies de macroinvertebrados. No obstante, las condiciones parecen haberse mejorado para la fauna en la parte inferior del tramo ahora meandriforme del riachuelo, aunque el cambio no es marcado en comparación con las variaciones registradas en los tramos de referencia.

La población de truchas era muy reducida inmediatamente después de haberse terminado el proyecto y en varios de los tramos estudiados otras especies de peces desaparecieron por completo. En los años siguientes la población de truchas ha aumentado a medida que se ha arraigado la vegetación y ahora el riachuelo se presenta mucho más variado, con hierbas, hondonadas y cuevas socavadas. Esta tendencia ha sido especialmente marcada a partir de 1990 y la población actual de peces es en general considerablemente mayor que la existente antes del restablecimiento de los meandros.

Dado que el nuevo curso se estableció en un área de una estructura de suelo muy suelto, era bastante inestable inmediatamente después de la excavación. Esta tendencia desfavorable fue remediada desparramando cascajos de desove, pero no se frenó hasta que la vegetación se extendió, estabilizando las orillas y cuevas.

El futuro

El proyecto debe verse en relación con el plan para el arroyo de Odense hasta el año 2000, según el cual la Provincia de Fionia, en colaboración con los municipios y la vida comercial e industrial, intenta desarrollar el sistema del arroyo de Odense para que ofrezca condiciones óptimas a nivel europeo para la pesca de truchas.

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Fionia
Contratista:	La Provincia de Fionia
Inicio del proyecto:	Septiembre de 1988
Término del proyecto:	Noviembre de 1988
Costes totales:	DKK 270.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Fionia y la Dirección General del Medio Ambiente

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	70 km ²
Desagüe:	
Medio:	640 lt./seg.
Máximo:	11.830 lt./seg.
Mínimo:	35 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (aguas de cría y desove de salmónidas)
Grado de contaminación:	II y II-III (1993)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°22'N 10°22'E
Longitud:	790 → 910 m
Ancho:	4,25 → 3,75 m
Declive:	0,3 → 1,1‰
Meandros:	2 → 10
Bancos de desove colocados:	110 m ³
Piedras colocadas:	75 m ³
Tierra excavada:	4.200 m ³
Tierra transportada de otros lugares:	1.000 m ³

Aspectos técnicos:

Restablecimiento de cuatro salidas
 Reconstrucción de esclusa y pasarela
 Tubería de agua cruzada



3.17

Provincia de
Frederiksborg

Birthe Petersen

El arroyo de Esrum que surge en el lago de Esrum

Cuenca:

Arroyo de Esrum

Introducción al proyecto

El arroyo de Esrum nace en una esclusa en la parte norte del lago de Esrum, que junto con gran parte de sus alrededores constituye zona protegida. Además, se está deliberando incluir en esta protección también al canal de Esrum y los canales y los monumentos históricos adyacente. El citado canal fue excavado para conectar el lago de Esrum con el pueblo de Dronningmølle a principios del siglo XIX, para facilitar el transporte de madera en barcazas desde el bosque de Gribskov hasta Copenhague.

El arroyo de Esrum es una de las corrientes que ofrecen mejores condiciones de pesca en la Provincia de Frederiksborg. Las truchas de mar suben por el arroyo y en varios tramos del mismo existen lechos de cascajos y bancos de desove para las truchas. El arroyo fue canalizado a fines del siglo XIX, pero hoy en día aparece sólo ligeramente canalizado en la mayoría de los tramos.

Objetivo del proyecto

En 1990 la Provincia decidió restaurar aprox. 3,5 km del arroyo, para crear condiciones físicas más variadas y mejorar así su calidad medioambiental. Dada la fuerte erosión, el lecho del tramo canalizado era muy ancho. En consecuencia, otro objetivo del proyecto era estrechar el arroyo en este tramo y lograr así un lecho más variado.

Implementación del proyecto

El proyecto se inició en 1990. Se estableció un banco de desove de una longitud de 55 metros cerca del pueblo de Esrum,

creándose otros tres bancos de desove en un tramo de 2 kilómetros aguas abajo. A lo largo de un tramo de aprox. 500 metros se establecieron concentradores de corriente hincando postes de roble hendidos. Los concentradores se construyeron a intervalos de 25 m alternando entre una orilla a otra.

Como suplemento a los bancos de desove existentes, se desparramaron cascajos de desove en los lugares en que las condiciones de lecho lo permitían.

La mayor parte del trabajo práctico relacionado con el proyecto fue realizado por un contratista seleccionado entre 4



El arroyo de Esrum.

que fueron invitados a participar en una licitación cerrada. Además, se colocaron cascajos de desove y piedras grandes en un trayecto de aprox. 300 metros de largo en la primera parte del tramo en cuestión, trabajo en que colaboraron los pescadores deportivos locales. La Provincia se encargó del transporte de los cascajos y piedras al lugar y del alquiler, de carretillas, etc., encargándose los pescadores de la colocación del material. El contratista terminó el trabajo en diciembre de 1990.

En 1991 se construyó un desvío por el estanque de molino en Esrum Møllegård, de manera que en la actualidad hay libre paso entre el Oeresund y el lago de Esrum.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

No se ha estudiado todavía el impacto de este proyecto de restauración.

Experiencias cosechadas

El inicio planificado del proyecto se retrasó debido a las protestas presentadas por los propietarios ribereños durante las tramitaciones formales del caso, por lo cual los estudios en el campo se realizaron en un momento del año en que las condiciones no eran óptimas respecto tanto a la fauna como al medio ambiente del arroyo. En consecuencia, la realización del proyecto tuvo lugar durante los últimos tres meses del año, precisamente en la época en que las truchas de mar suben por el arroyo y cuando suelen registrarse muchos días de lluvia que pueden retrasar el trabajo. Este momento avanzado del año también significó que se demorara el establecimiento de la vegetación que debe «ocultar las huellas» de la excavación y el desparramado de tierra en el área del proyecto y sus alrededores.

A pesar de las dificultades provocadas por la temporada, se logró observar el calendario establecido por el contratista. Hubo que asegurar los caminos de acceso y de trabajo para las excavadoras y para el transporte del material, colocando planchas de metal y astillas y virutas de madera, lo cual elevó los costes del proyecto. No obstante, el temor de que las

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Frederiksborg
Contratista:	La Provincia de Frederiksborg
Inicio del proyecto:	Octubre de 1990
Costes totales:	DKK 500.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Frederiksborg DKK 325.000 (exclusive IVA) y la Dirección General del Medio Ambiente, DKK 175.000 (exclusive IVA)

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	125 km ²
Desagüe:	
Medio:	600 lt./seg.
Máximo:	1.400 lt./seg.
Mínimo:	300 lt./seg.
Objetivos de calidad:	A (Áreas de interés científico especial) B1 (aguas de cría y desove de salmónidas)
Grado de contaminación:	I-II (1993)

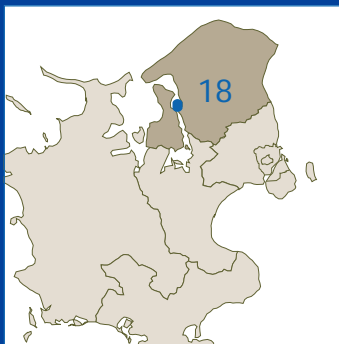
Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	56°00'N 12°25'E
Longitud:	3.200 m
Ancho:	2,5 – 3,5 m
Declive:	3‰
Caudal:	1.800 lt./seg.
Meandros:	0 → 8
Cascajos de desove colocados:	150 m ³
Piedras colocadas:	100 m ³
Tierra excavada:	20 m ³

Aspectos técnicos:

Traslado de tres drenajes que desembocaban antes sobre los bancos de desove
Establecimiento de dos pozos en conexión con ello.

obras iban a ahuyentar a las truchas de los bancos de desove carecían de fundamento, registrándose actividades intensas de desove tanto en los bancos de desove nuevos como en los ya existentes durante la realización del trabajo.



Cuenca:

Arroyo de Græse

Introducción al proyecto

El arroyo de Græse tiene 15 kilómetros de largo y desemboca en el Fiordo de Roskilde. En el molino de Græse distante aprox. 3 km de la boca del arroyo, había antes un molino de agua. Cuando se lo construyó se estableció una represa en el arroyo. Cuando se desmanteló el molino, quedó una presa de aprox. 2,8 metros de alto sobre un tramo de aprox. 15 metros inmediatamente después de un tramo entubado bajo el camino. El agua se retenía mediante placas colocadas inmediatamente antes del mismo. Las anguilas sólo podían pasar por la presa a través de pasos de anguilas. En el plan regional vigente el objetivo de calidad fijado para el arroyo de Græse es que sus aguas sean ciprínidas. Dadas las mejoras de la calidad del arroyo, se está contemplando fijar un objetivo de calidad más alto para que sean también aguas de desove y cría de salmónidas. El cumplimiento de dicho objetivo requiere que se establezca libre paso de los peces migratorios en el molino de Græse.

3.18

Provincia de
Frederiksborg

Birthe Petersen

El arroyo de Græse en Frederikssund

Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto era, en consecuencia, restablecer el libre paso de los peces en el molino de Græse, convirtiendo la presa en un relleno. En 1991, la Provincia de Frederiksborg inició un estudio de los aspectos prácticos. Ya se había comprobado que las truchas subían a la parte inferior del arroyo desde el Fiordo de Roskilde hasta el molino de

Græse y se estaba realizando un proyecto de repoblación de alevines de trucha aguas arriba de la presa.

Implementación del proyecto

El estudio iniciado en 1991 llevó al establecimiento en 1993 de un relleno de piedras de una longitud de 125 metros aguas arriba del puente sobre el camino y a la construcción de una escala de



La escala de estanques en el arroyo de Græse vista mirando aguas arriba en dirección al puente.

estanques aguas abajo del puente. El relleno de piedras se estableció con un estrecho y sinuoso canal dentro del perfil mismo del arroyo para poder conservar una profundidad de agua razonable, también con el caudal reducido en el verano. Al mismo tiempo, se bajó el lecho de manera que el relleno tuviera un declive uniforme hacia la tubería debajo del camino. Se eliminaron las planchas delante de la tubería debajo del puente y se construyó una escala de estanques constituida por 10 estanques colocados de manera que había una diferencia de altura de 31 centímetros entre cada uno de los mismos. Para que la escala pudiera formar parte natural del terreno, las superficies visibles sobre el nivel del agua se decoraron con piedras de granito del tamaño de un puño. La escala fue dotada también de un paso para anguilas.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

En conexión con los planes anteriores de repoblación de truchas en el arroyo de Græse, se han realizado experimentos soltando avelines de truchas aguas arriba y abajo del molino. En su programa de supervisión de 1994-95, la Provincia realizó estudios para determinar si las truchas de mar pueden pasar por la escala de estanques y si su migración aguas arriba da como resultado un desove exitoso.

Análogamente los estudios de macroinvertebrados podrán posibilitar una comparación entre el tramo restaurado y los tramos aguas arriba y revelar así si las condiciones físicas mejoradas dan lugar a una mayor diversidad de especies.

Experiencias cosechadas

Para impedir el transporte de sedimentación del tramo aguas arriba del relleno y de la escala de estanques durante y después del trabajo de construcción, se estableció un recolector de arena aguas arriba del relleno. Resultó ser una idea muy buena, dado que el citado transporte de sedimentación era mayor que lo anticipado. A pesar del establecimiento del recolector de arena, que se ha vaciado

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Frederiksborg
Contratista:	Niels Lonnebjerg y La Provincia de Frederiksborg
Inicio del proyecto:	Agosto de 1993
Término del proyecto:	Octubre de 1993
Costes totales:	DKK 575.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Dirección General del Medio Ambiente y la Provincia de Frederiksborg

Datos relativos al arroyo:

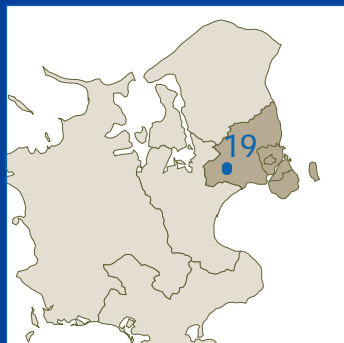
Superficie de desagüe:	28 km ²
Desagüe:	
Medio:	75 lt./seg.
Máximo (10 años):	1.075 lt./seg.
Mínimo:	25 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B3 (Aguas ciprínidas)
Grado de contaminación:	II (1993)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°51'N 12°05'E
Longitud:	
Rellenos:	125 m
Escala de estanques:	30 m
Ancho, relleno:	1,25 → 0,5-2 m
Declive relleno:	0,6 → 6,1‰
Caudal:	
Máx:	1.000 lt./seg.
Mín.:	75 lt./seg.
Cascajos colocados:	210 m ³
Piedras colocadas:	210 m ³
Tierra excavada:	150 m ³

varias veces después de haberse terminado el trabajo resultó necesario vaciar también la escala de estanques de arena aprox. 6 meses después de haberse concluido el proyecto.

Los habitantes locales han mostrado gran interés por la escala de estanques y pasean a menudo por este tramo.



3.19

Provincia de
Copenhague

Peter Malmolin
Jørgen Johansen

El arroyo Store Vejleå cerca de Glostrup

Cuenca:

Arroyo Store Vejleå

Introducción al proyecto

El arroyo Store Vejleå corre por un corredor en las vegas de un ancho de aprox. 0,5 – 1 km, que sirve de cinturón verde de recreo que atraviesa zonas densamente edificadas en las afueras de Copenhague. El arroyo está fuertemente canalizado en todo su curso. En un tramo de una longitud de 1,5 km ha sido trasladado de una zona antes pantanosa a dos lagos artificiales con una capacidad de aprox. 0,5 millones m³.

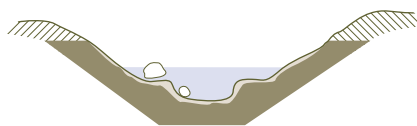
El tramo superior del arroyo Store Vejleå fue regulado en la década de los 1940 y sus orillas y lecho fueron revestidos con baldosas de hormigón para proteger a la capa freática bastante superficial en el pozo de suministro de agua cercana contra filtraciones de aguas residuales diluidas.

Objetivo del proyecto

El arroyo Store Vejleå es uno de los contados arroyos del área capitalina, donde las condiciones físicas abren la posibilidad de lograr objetivos de calidad altos. Dado que el arroyo corre por un área de alto valor recreativo, había base para realizar inversiones de la magnitud en cuestión.

Implementación del proyecto

El trabajo de construcción se realizó en el periodo 1992-94. El revestimiento de baldosas se eliminó en un tramo de 1,7 km del arroyo. Se restablecieron meandros a lo largo del lecho anterior y un tramo de 400 metros fue trasladado completamente.



Membrana de greda de un grueso de 30 cm.

El perfil del arroyo se modificó, convirtiéndoselo en un perfil doble revestido con una membrana de greda de un grueso de 30 cm, destinada a impedir el contacto hidráulico entre el agua del arroyo y la capa freática del pozo en la fuente de suministro de agua cercana (ver figura). El establecimiento de la membrana de greda era uno de los requisitos para la implementación del proyecto.

El bombeo preventivo de las aguas residuales contaminadas en el pozo de suministro de agua asegura un caudal mínimo del arroyo, ya que 10 a 15 litros de agua purificada por segundo son guiados aguas arriba por una tubería a presión de 2,7 km de largo para salir de nuevo cerca de la divisoria hidráulica.

Se colocaron una serie de piedras grandes en el perfil del arroyo para protegerlo contra la corriente. Además, se desparramaron piedras y cascajos en el lecho del arroyo. Se eliminaron tres obstrucciones para el paso de los peces y se establecieron cuatro bancos de desove.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

La sección antes provista de baldosas nunca tuvo, antes de la restauración del arroyo, ni fauna ni flora en grado significativo. Desde la conclusión del proyecto, se ha iniciado un programa de monitoreo para seguir la colonización de plantas y animales. Los primeros datos están entrando, pero hasta la fecha no se ha podido sacar conclusión alguna de ellos.

La calidad del agua freática purificada y sacada a bombeo se controla continuamente según los criterios estipulados en el permiso de descarga.

El futuro

Durante estos últimos años ha sido capturado en la parte inferior del arroyo Store Vejleå un número considerable de

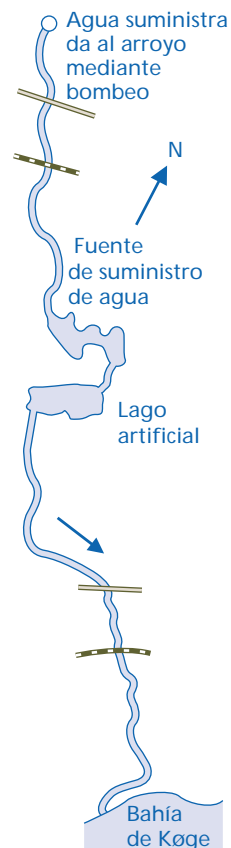


truchas, varias de las cuales median más de 60 cm. En el mismo tramo se está estableciendo una población de percas que en tamaño pueden compararse con los peces de las mejores aguas de pesca de Dinamarca. En la fecha falta todavía sacar una obstrucción para los peces en medio del sistema. Una vez eliminada esta obstrucción, la población de peces podrá subir por el arroyo y extenderse al tramo restaurado.

Experiencias cosechadas

La realización del proyecto resultó bastante complicada porque había muchos distintos intereses en juego respecto al funcionamiento del arroyo. Por otro lado, el proyecto suscitó gran interés en los círculos locales y los medios de comunicación seguían de cerca el desarrollo de las obras de restauración. Las asociaciones de pescadores deportivos han seguido el proyecto con especial interés.

El arroyo Store Vejleå antes y después de su restauración.



Croquis del arroyo Store Vejleå.

Datos relativos al proyecto:

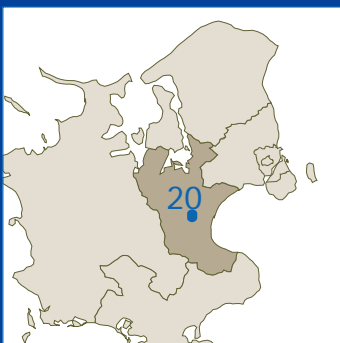
Organo responsable:	La Provincia de Copenhagen
Contratista:	El Servicio de Desarrollo del Suelo en Dinamarca
Inicio del proyecto:	1992
Término del proyecto:	1994
Costes totales:	DKK 2.800.000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Copenhagen, la Dirección General del Medio Ambiente y los Municipios de Albertslund y Høje-Tåstrup

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	9,8 km ²
Desagüe:	
Medio:	56 lt./seg.
Máximo:	930 lt./seg.
Mínimo:	15 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (Aguas de cría y desove de salmónidas)
Grado de contaminación:	«No se puede determinar» (1994)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°41'N 12°25'E
Longitud:	1.547 → 1.711 m
Ancho:	1,5 → 1,2/0,6 m (perfil doble)
Declive:	2,7 → 2,6‰
Caudal:	930 → 930 lt./seg.
Meandros:	0 → 8
Cascajos de desove colocados:	40 m ³
Piedras colocadas:	550 m ³
Tierra excavada:	5.700 m ³



3.20

Provincia de
Roskilde

El arroyo de Køge en Lellinge

Anne-Marie Kristensen

Cuenca:

Arroyo de Køge

Introducción al proyecto

El arroyo de Køge pasa por un área en su mayor parte dedicada a la agricultura. Los primeros 10 kilómetros fueron restaurados mediante la construcción de concentradores de corriente y la colocación de cascajos y bancos de desove (ver ejemplo 3.21). A continuación atraviesa una zona no cultivada de bosque y en este tramo el declive es suficiente para impedir la sedimentación de arena o fango. La parte inferior del arroyo de Køge pasa por unas vegas destinadas en su mayoría al cultivo agrícola extensivo, para luego desembocar en la bahía de Køge. En este tramo, tiene un curso sinuoso con una excelente calidad medioambiental.

Objetivo del proyecto

En el tramo que atraviesa las vegas se comprobaron con regularidad gran sedimentación de arena dentro del arroyo, por lo cual era necesario dragar. Estos depósitos tenían un impacto negativo sobre la calidad del arroyo, porque el transporte de arena suspendida y los frecuentes dragados reducían las variaciones físicas necesarias para albergar una flora y fauna variadas. El objetivo de calidad fijado para este tramo del arroyo de Køge era «aguas salmónidas».

Para reducir al mínimo la necesidad de dragado en este tramo y mejorar así las condiciones físicas en beneficio de los peces, macroinvertebrados y plantas, se estableció en 1991 un recolector de arena en la parte superior del tramo.

El recolector de arena en el arroyo de Køge.

Implementación del proyecto

Previo al establecimiento del recolector de arena, se obtuvieron las autorizaciones necesarias y se acordaron con los propietarios afectados por el proyecto las indemnizaciones pagaderas. El trabajo práctico lo realizó el equipo de mantenimiento de arroyos de la Provincia.

El recolector de arena se estableció fuera de la corriente principal del arroyo, de manera que parte del agua pasaba por éste y parte por el recolector de arena para asegurar el caudal estipulado en el reglamento correspondiente a este arroyo. Se colocó una tubería de una longitud de 10 metros dentro del curso principal dimensionada de manera tal que todo caudal que excediera los 200 lt./seg. pasaría por el recolector de arena,



dejando, además, libre paso de la fauna durante todo el año.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

No se han realizado estudios biológicos en el área comprendida por el proyecto, ni tampoco aguas arriba del recolector de arena, con el fin especial de revelar los efectos del proyecto.

La categoría de contaminación del arroyo aguas arriba y abajo del recolector de arena ha permanecido inalterada en un nivel insatisfactorio. Uno de los problemas más graves del arroyo de Køge en cuanto al cumplimiento del objetivo de calidad es el caudal muy reducido en los meses de verano, lo cual hace difícil alcanzar un grado de contaminación más satisfactorio.

Experiencias cosechadas

El proyecto se llevó a cabo en 1991 y desde entonces se ha sacado arena de parte del recolector de arena una vez en el verano 1992 y de todo el recolector una vez en 1994. El recolector ha cumplido las expectativas y la arena excavada se ha utilizado para elevar el nivel del terreno adyacente al lago/recolector de arena.

Este área se cubrió rápidamente de vegetación y se han plantado árboles y arbustos. Todo el área se presenta hoy en día como un terreno de vegas de una belleza natural, especialmente en invierno, cuando el nivel del agua del lago/recolector de arena es alto.

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Roskilde
Contratista:	El Servicio de Desarrollo del Suelo en Dinamarca
Inicio del proyecto:	Junio de 1991
Término del proyecto:	Septiembre de 1991
Costes totales:	DKK 266.350 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Roskilde y la Fundación Carlsen-Lange

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	153 km ³
Desagüe:	
Medio:	900 lt./seg.
Máximo:	11.500 lt./seg.
Mínimo:	10 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B2 (Aguas salmónidas)
Grado de contaminación:	II-III (1990-94)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°28'N 12°08'E
Longitud:	200
Ancho:	5 m
Declive:	0,6‰
Caudal:	8.000 lt./seg.



3.21

Provincia de
Roskilde

El arroyo de Køge en Bjæverskov

Anne-Marie Kristensen

Cuenca:

Arroyo de Køge

Introducción al proyecto

El arroyo de Køge solía ser una joya entre los arroyos de Selandia con una población de peces abundante y variada. A principios de este siglo se podía pescar numerosas truchas de mar en los tramos inferiores del arroyo.

En Bjæverskov el arroyo pasa por un área de agricultura intensiva y estaba marcado por una canalización realizada en tiempos anteriores y por un mantenimiento bastante severo. Gran parte del tramo había profundizado en más de medio metro por debajo del nivel de lecho estipulado en el reglamento del arroyo.

Además, tenía el aspecto de un canal con pocas variaciones físicas y escasas posibilidades de una flora y fauna variadas.

Objetivo del proyecto

El objetivo de la restauración de este tramo del arroyo de Køge era crear condiciones físicas variadas dentro del arroyo para así cumplir los objetivos de calidad fijados para que sus aguas fueran aptas para la cría y desove de salmonidas. Las medidas físicas que se tomaron estaban diseñadas para mejorar la calidad medioambiental del arroyo y reducir al mínimo la necesidad de mantenimiento en este tramo.

Implementación del proyecto

El trabajo de restauración se llevó a cabo en el período 1990-92. El proyecto comprendía tres tipos de medidas de

restauración así como el establecimiento de bancos de desove y plantación de vegetación a lo largo del arroyo. Las medidas tipo 1 comprendían la colocación de piedras amontonadas y piedras individuales grandes y fueron implementadas en los tramos en que no se permitía que la restauración redujera la capacidad de desagüe. Las medidas tipo 2 que fueron implementadas en los tramos de un declive superior al 2‰ comprendían la colocación de piedras amontonadas y rellenos de cascajos. Las medidas tipo 3 comprendían la colocación de lechos de cascajos y piedras grandes individuales, así como la colocación de piedras amontonadas como



Colocación de
piedras y cascajos
de desove en el
arroyo de Køge.

concentradores de corriente y se implementaron en tramos donde el mantenimiento anterior y la erosión habían profundizado o ensanchado demasiado el arroyo y donde se habían formado pequeñas presas junto a las salidas de tuberías. Los tres tipos de medida comprendían todos el establecimiento de bancos de desove, siempre que los tramos reunieran las condiciones necesarias. En algunos contados tramos, la restauración provocó realmente una reducción del caudal, pero en ningún caso hasta tal extremo que llegara a ser más bajo que lo estipulado en el reglamento para el arroyo.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

En dos tramos experimentales la población de peces fue estudiada mediante electropesca antes y después de la restauración. En uno de los tramos, el número de especies aumentó de 2 a 6, indicando así un verdadero avance. Pero en el otro tramo no se registró ningún efecto evidente sobre dicha población.

La densidad de truchas en los dos tramos sigue siendo baja. En el tramo de menor declive no se han detectado truchas desde 1992, en tanto que en el otro la densidad de truchas tiende a aumentar lentamente.

También se recolectaron muestras de macroinvertebrados en los dos tramos antes y después de la restauración. El número de macroinvertebrados que requieren aguas limpias parece estar aumentando en el arroyo, dado que se ha registrado un incremento en ambos tramos experimentales.

Experiencias cosechadas

A pesar de la mejora de las condiciones físicas del tramo restaurado, los estudios de los peces y macroinvertebrados no han revelado ninguna mejora evidente de la calidad medioambiental en el arroyo de Køge.

Una explicación posible sería la gran variación del caudal del arroyo, que resulta sumamente bajo en verano, lo cual hace difícil mantener un grado de

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Roskilde
Contratista:	El Servicio de Desarrollo del Suelo en Dinamarca
Inicio del proyecto:	Octubre de 1990
Término del proyecto:	Noviembre de 1992
Costes totales:	DKK 924.830 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Roskilde y la Dirección General del Medio Ambiente de Dinamarca

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	130 km ²
Desagüe:	
Medio:	350-800 lt./seg.
Máximo:	3.300-10.000 lt./seg.
Mínimo:	0-6 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (Areas de desove y cría de salmónidas) (no cumplidos)
Grado de contaminación:	II-III (1991-94)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°28'N 12°02'E
Longitud:	9.260 → 9.260 m
Ancho:	2,25-5 → 2,25-5 m
Declive:	0,55-5,7 → 0,55-7‰
Caudal:	~ 6.000 lt./seg.
Cascajos de desove colocados:	3.000 m ³
Piedras colocadas:	1.500 m ³
Tierra excavada:	90 m ³

contaminación satisfactorio. Durante el verano, las descargas de aguas residuales se diluyen muy poco y el contenido alto de nutrientes del agua del arroyo, el nivel de agua relativamente bajo y la corriente lenta provocan un crecimiento masivo de algas filamentosas. El resultado es fluctuaciones diarias pronunciadas del contenido de oxígeno del agua.

Otra señal de la migración lenta de macroinvertebrados que requieren aguas limpias es que no existen tramos aguas arriba del tramo restaurado que alberguen tales especies.



3.22

Provincia de
Storstrøm

Poul Debois

El arroyo Suså en Holløse Mølle, Skelby

Cuenca:

Arroyo Suså

Introducción al proyecto

El sistema del arroyo Suså drena una superficie de desagüe de aprox. 815 km², siendo así el sistema de arroyo más grande de Selandia. En el molino de Holløse, la superficie de desagüe es de 753 km². El arroyo se caracteriza por variaciones estacionales marcadas de su caudal. El caudal en el molino de Holløse puede bajar en verano hasta unos pocos centenares de litros por segundo, en tanto que el máximo registrado en aquel lugar era de 37.000 lt./seg. En el molino de Holløse, situado entre estructuras de interés histórico, el arroyo Suså se divide en dos canales que confluyen de nuevo aguas arriba del molino. Ambos canales fueron regulados por sendas compuertas de una esclusa, por lo cual también se vio afectado el nivel del agua en dos lagos localizados aguas arriba. El desagüe se reguló adicionalmente en otro rebosadero/compuertas cerca de las de la esclusa del canal principal y por la toma de agua para una turbina. En las compuertas de la esclusa del canal principal, que estaban provistas de una anguilera, se montó en 1987 una escala pesquera y un paso de anguilas.

Objetivo del proyecto

En 1991 las compuertas de la esclusa del canal principal se rompieron y las demás esclusas resultaron también dañadas. Dado que aparentemente la escala pesquera nunca ha podido asegurar un paso adecuado para los peces, se dio la ocasión para una renovación total de todo el área.

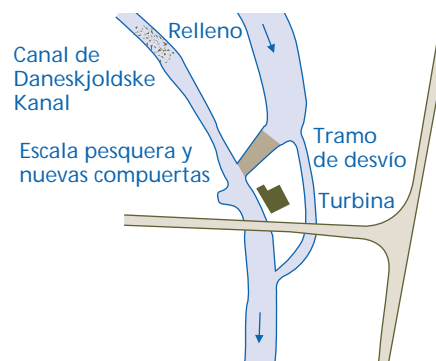
En consecuencia el objetivo del proyecto era asegurar una regulación del caudal y del nivel del agua del arroyo Suså y de los lagos Tystrup y Bavelse, preservar el valor histórico del área y crear un paso eficaz para los peces y la fauna mediante el establecimiento de un relleno.

En 1991 se construyó otro relleno similar en el lugar donde el arroyo Suså desemboca en el mar. Parece ser que desde los siglos XIII – XIV el arroyo ha estado cerrado al paso de los peces migratorios. El establecimiento de dos rellenos debería, en consecuencia, abrirles todo el sistema del Suså.

Implementación del proyecto

El proyecto se llevó a cabo en el invierno de 1992-93. Los restos de las compuertas del canal principal y de la anguilera se sacaron y fueron restituidos por compuertas nuevas y más grandes. Se conservó la escala pesquera, que debe servir, en primer término, como esclusa de bajada para los peces migratorios. En conexión con el proyecto, se renovó aprox. 1 kilómetro de diques a lo largo del canal principal.

Las compuertas del canal secundario, el «Daneskjoldske kanal», se desmontaron y fueron sustituidas por un relleno. El relleno se ubicó de manera tal que asegura la mejor preservación y protección de las estructuras de valor histórico. Dado que puede producirse una corriente guía falsa en las compuertas del canal principal durante períodos de caudales grandes en invierno, se construyó un concentrador de corriente para guiar los peces hacia el relleno. Además, se construyó un puente nuevo sobre el canal, en sustitución del camino que antes cruzaba por las compuertas ahora desmanteladas.



Croquis de los
alrededores del
molino de Holløse.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Estudios de electropesca realizados en el relleno en otoño de 1994 revelaron la presencia de gobios, lotas, lochas, anguilas y pardillas. El molino de Holløse había bloqueado en tiempos anteriores el paso a todo el sistema superior del arroyo. La electropesca futura indicará el valor del relleno como paso para los peces migratorios.



Experiencias cosechadas

El proyecto siempre ha funcionado según las expectativas, siempre pasa agua por el relleno, desbordando las compuertas del canal principal solamente durante períodos de caudales grandes.

Es demasiado prematuro sacar conclusiones relativas a las posibilidades de los peces de pasar por el relleno, dado que hasta la fecha no se han realizado estudios suficientes aguas arriba del molino de Holløse.

El proyecto se realizó en estrecha y exitosa colaboración con el museo local, que tuvo oportunidad de investigar las estructuras asociadas al Daneskjoldske Kanal.

Las compuertas del molino de Holløse (arriba) y relleno en el Canal de Daneskjold (abajo).

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Storstrøm
Contratista:	El Servicio de Desarrollo del Suelo en Dinamarca
Inicio del proyecto:	Noviembre de 1992
Término del proyecto:	Marzo de 1993
Costes totales:	DKK 2.000.0000 (inclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Storstrøm, la Provincia de Vestsjælland y la Dirección General del Medio Ambiente de Dinamarca

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	753 km ²
Desagüe:	
Medio:	2.941 lt./seg.
Máximo:	21.900 lt./seg.
Mínimo:	600 lt./seg.
Objetivos de calidad:	
Parte superior:	A (Areas de especial interés científico)/ B3 (Aguas ciprínidas)
Parte inferior:	A (Areas de especial interés científico)/ B2 (Areas de desove y cría de salmónidas), II (1993)
Grado de contaminación:	II (1993)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°19'N 11°42'E
Longitud:	140 → 140 m
Ancho:	9 → 2-9 m (perfil doble)
Declive:	Presa 14,5‰
Caudal:	5.200 lt./seg.
Meandros:	4
Piedras colocadas:	1.000 m ³
Tierra excavada:	1.200 m ³

Aspectos técnicos:

Desmantelamiento de dos compuertas y anguileras
 Construcción de compuertas nuevas inclusive escala pesquera y paso de anguilas
 Construcción de relleno pasable para los peces
 Construcción de puente
 Renovación de 1 km de diques
 Establecimiento de concentrador de corriente



3.23

Provincia de
Storstrøm

El arroyo Lilleå en Kongsted

Poul Debois

Cuenca:

Arroyo de Fakse

Introducción al proyecto

El arroyo Lilleå es un afluente del arroyo de Fakse, y tiene aguas limpias con un buen declive y condiciones físicas relativamente buenas. El objetivo de calidad fijado para el arroyo era hacerlo apto para el desove y cría de salmónidas. En los tramos superiores que pasan por terrenos antes destinados a cultivo intensivo el objetivo de calidad no se alcanzó debido al hecho de que un tramo de 700 metros de largo del arroyo estaba entubado. Además, había un estanque de molino con su correspondiente represa.

Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto era restaurar un arroyo abierto con caudal suficiente y buenas condiciones físicas, para poder cumplir el objetivo de calidad y recrear el arroyo como parte de las vegas.

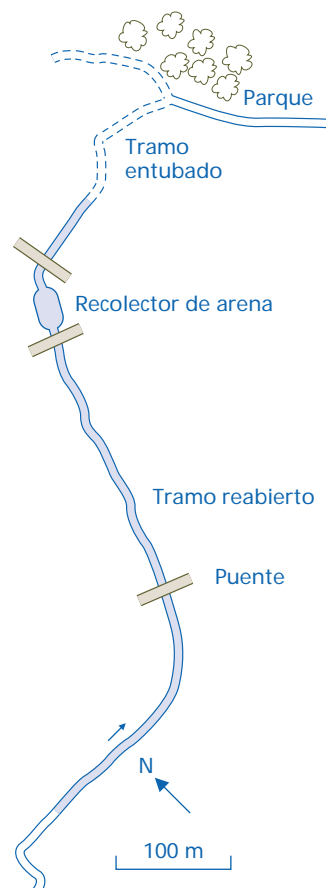
Implementación del proyecto

El proyecto se llevó a cabo en el invierno de 1993-94. Se sacó un tramo de 600 metros de la tubería y se lo restableció como arroyo abierto. No fue posible abrir los remanentes 100 metros de la tubería porque uno de los propietarios ribereños no quiso participar. Se reforzaron las orillas con piedras, colocándose también piedras en el lecho del arroyo con intervalos cortos para crear un curso meandriforme, que en realidad funciona como un perfil transversal doble. Se establecieron tres pequeños pasos y se colocó una tubería de un diámetro mayor debajo de un sendero ya existente. Además, se estableció un recolector de arena en la parte inferior del tramo, y se plantaron grupos de árboles de follaje caduco característicos de la zona a lo largo del tramo abierto.

Se intentó restablecer el paso por los 100 metros entubados restantes estableciendo un pozo de toma de agua aguas arriba de la tubería. El pozo está provisto de una placa al nivel de la superficie del agua, que impide la penetración de ramas etc., a la tubería.

Estudios de impacto en conexión con el proyecto de restauración

Todavía no se han realizado estudios relativos al impacto del proyecto, pero se realizarán estudios de seguimiento y electropesca de la fauna, que indicarán si la tubería restante sigue constituyendo un obstáculo para el paso de los peces.



Croquis del tramo reabierto del arroyo Lilleå.



El nuevo arroyo en verano de 1994 (arriba) y en invierno de 1995 (abajo).

Experiencias cosechadas

Dado que los proyectos de restauración suelen realizarse a base de trabajos voluntarios, resulta a menudo difícil alcanzar resultados óptimos. Una debilidad de este proyecto es que no fue posible

restablecer toda la tubería como un arroyo abierto. A pesar de ello, se decidió realizar el proyecto, ya que se consideraba que la apertura de los 600 metros disponibles podría en todo caso ser de valor para el paisaje y el medio ambiente.

Datos relativos al proyecto:

Organo responsable:	La Provincia de Storstrøm
Contratista:	El Servicio de Desarrollo del Suelo en Dinamarca
Inicio del proyecto:	Noviembre de 1993
Término del proyecto:	Diciembre de 1993
Costes totales:	DKK 400.0000 (exclusive IVA)
Financiación:	La Provincia de Storstrøm

Datos relativos al arroyo:

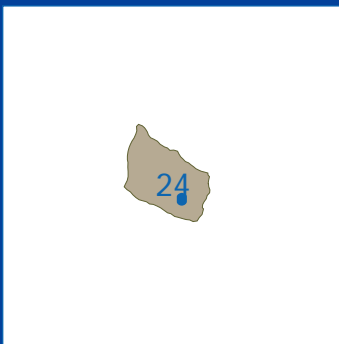
Superficie de desagüe:	2,6 km ²
Desagüe:	
Medio (verano):	5 lt./seg.
Medio (invierno):	30 lt./seg.
Máximo:	79 lt./seg.
Mínimo:	0,1 lt./seg.
Objetivos de calidad:	B1 (Aguas de desove y cría de salmónidas)
Grado de contaminación:	No estimado debido a tubería

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°15'N 12°03'E
Longitud:	700 → 700 m
Ancho:	1 m (tubo) → 1 m
Declive:	6‰
Piedras colocadas:	80 m ³
Tierra excavada:	3.000 m ³

Aspectos técnicos:

Eliminación de tubería de 600 metros de largo
 Ampliación de diámetro de tubería bajo sendero
 Cruce de cables eléctricos
 Establecimiento de tres paso



Cuenca:

Riachuelo Søbæk

Introducción al proyecto

El riachuelo Søbæk nace aprox. 6 kilómetros al suroeste del pueblo de Neksø. La superficie de desagüe es un área agrícola baja. Casi todo el riachuelo está canalizado, lo cual es inusitado en la isla de Bornholm. El declive promedio del 3,2‰ es mayor en su manantial. La mitad inferior del riachuelo discurre por lecho de mar elevado, que ha sido antes vegas y pantano.

3.24

Provincia de Bornholm

El riachuelo Søbæk en Neksø

Klavs Nielsen

Objetivo del proyecto

En la década de 1980 se comprobó la existencia de una población de truchas de mar en el riachuelo y que hubo varios bancos de desove. No obstante, éstos peligraban debido al transporte de arena



Restauración del riachuelo Søbæk.

suspendida, por lo cual las posibilidades de preservar la población eran limitadas. El objetivo del proyecto era mejorar las condiciones para las plantas y los animales dentro del riachuelo y alrededor del mismo desviando el curso principal en un tramo de aprox. 350 metros y estableciendo un par de pequeños lagos.

Implementación del proyecto

La asociación local de pescadores deportivos llegó a un acuerdo con los propietarios ribereños locales, después de lo cual se pusieron en contacto con la Provincia. El proyecto se llevó a cabo en otoño de 1991 y fue financiado con los fondos estatales destinados a la restauración de la Naturaleza. En conexión con el restablecimiento del canal principal se establecieron un par de pequeños lagos en el área y se restauró un corto tramo de un afluente menor. Además, se estableció un recolector de arena en el riachuelo nuevo para impedir el transporte de arena suspendida a los bancos de desove aguas abajo. Se preservó el curso canalizado anterior, para evitar el trabajo de desplazar drenajes y afluentes.

Después de un período inestable con transporte de arena suspendida, se estableció un relleno en la parte superior del tramo restaurado, relleno que a continuación ha servido de banco de desove.

Experiencias cosechadas

El proyecto despertó gran interés público y los propietarios ribereños han recibido el premio Medio Ambiente de la Asociación de Pescadores Deportivos de Bornholm.

Datos relativos al arroyo:

Superficie de desagüe:	13 km ²
Objetivos de calidad:	B4 (Aguas con una variada fauna y flora, pero de escaso valor para la pesca)
Grado de contaminación:	II (1985)

Datos relativos a la restauración:

Coordenadas:	55°04'N 15°08'E
Longitud:	334 → 381 m
Ancho:	1,5 → 2-3 m
Declive:	0,5‰
Meandros:	0 → 5
Piedras colocadas:	Pocas y desparramadas

Aspectos técnicos:

Establecimiento de dos cruces nuevos