

Evaluación y Provisión de caudales ambientales en los cursos de agua mediterráneos

- Conceptos básicos, Métodos y Práctica emergente

Estudio de caso mediterráneo

Evaluación de los flujos de agua superficiales y subterráneos del Humedal de Aammiq

Autor

Richard Storey

Técnico Científico – A Rocha Líbano

Las opiniones expresadas en esta publicación corresponden a los autores y no reflejan necesariamente las de UICN.



La publicación de los estudios de caso mediterráneos presentados en este Dossier Informativo ha sido posible gracias a la financiación de la Iniciativa del Agua y la Naturaleza respaldada por el Gobierno de Holanda y el apoyo financiero del Ministerio de Asuntos Exteriores, Dirección General de Cooperación para el Desarrollo, Italia.



IUCN
The World Conservation Union

CENTRE FOR
Mediterranean
COOPERATION

El soporte central de las actividades de la UICN
en el Centro de Cooperación del Mediterráneo
está proporcionado por:

JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

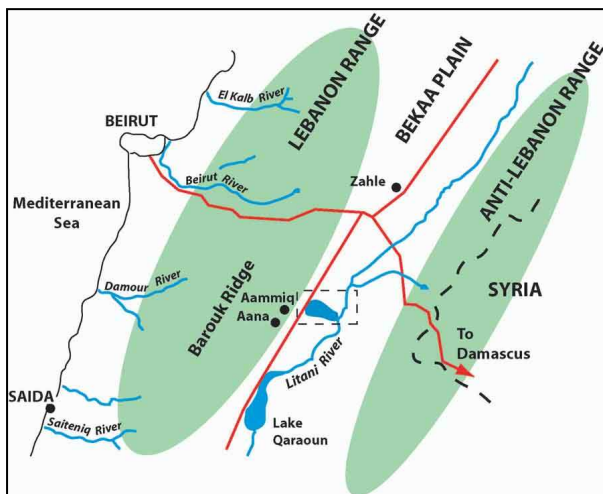


Evaluación de los flujos de agua superficiales y subterráneos del Humedal de Aammiq

1. Contexto político y de cuenca

1.1 Antecedentes

El humedal de Aammiq, zona Ramsar 978, es uno de los sólo tres o cuatro humedales que todavía existen en Líbano, siendo considerado como el más importante y saludable de ellos. El humedal ($33^{\circ} 44' N$, $35^{\circ} 47' E$) se encuentra localizado en la fértil llanura de Bekaa, extendiéndose entre las cordilleras montañosas de Líbano y Anti-Líbano a una altitud de 850-1000 m sobre el nivel del mar.



Descansa en el lado occidental de la llanura, a los pies de la cordillera de Líbano (aquí citado como Cresta de Barouk) de donde recibe su suministro de agua. La precipitación total en el área es moderadamente elevada con un promedio de 700-880 mm anuales en el valle y hasta 1,500-1,600 mm anuales en las laderas de Barouk (Plassard, 1972; Chapond, 1976); sin embargo, la precipitación es extremadamente estacional, ocurriendo casi exclusivamente en un periodo de 80 a 90 días entre Noviembre y Abril y siendo sumamente rara entre los meses de Junio y Agosto (Sene et al., 1999). Este patrón altamente estacional es responsable por los principales problemas de disponibilidad de agua en la región.

Fig. 1a Localización del Humedal de Aammiq

Debido a que los suelos en las laderas de Barouk son poco profundos, la lluvia y el deshielo penetran rápidamente en la capa de piedra caliza fisurada formando el principal acuífero de la región. Al pie de la montaña, al sur del valle, el agua subterránea fluye de norte a sur confinada por la gruesa capa de sedimentos arcillosos de la superficie del valle, mientras que en la región del humedal ésta emerge en forma de manantiales al pie de la montaña, posiblemente debido al afloramiento de la piedra caliza. Desde este punto el agua fluye sobre la superficie 3 km hacia el este hasta el río Litani en el medio del valle, extendiéndose sobre un área de aproximadamente 280 hectáreas.

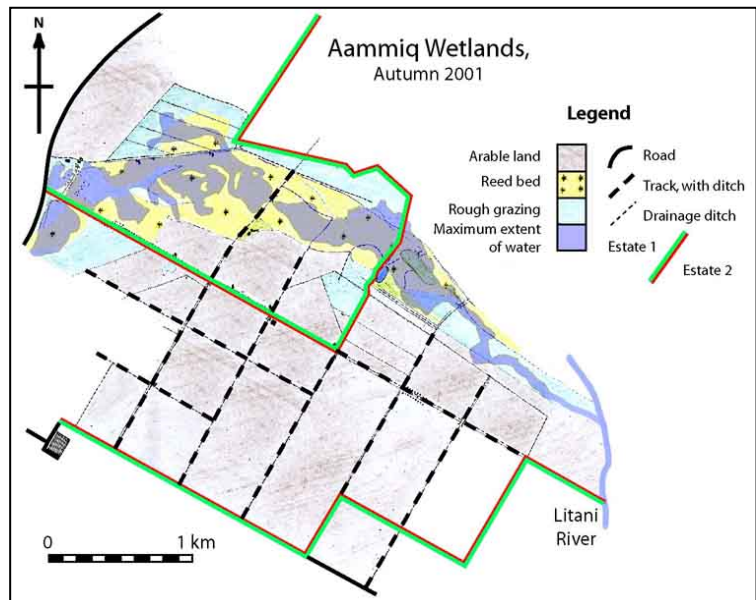


Fig. 1b Límites de las propiedades en el humedal de Aammiq.

1.2 Propiedad de las tierras

Toda la región de Aammiq es de propiedad privada. Cuatro miembros de una familia son propietarios de aproximadamente 70% del área del humedal además de una gran superficie de tierras de cultivo a su alrededor; estas tierras se indican como Propiedad 1 en la Figura 1b. El restante 30% de la zona húmeda (además de otras grandes áreas de tierras cultivadas a su alrededor) es propiedad colectiva de 52 miembros de otras cuatro familias; sus propiedades se indican como Propiedad 2 en la Figura 1b. Cada año las tierras cultivadas son subarrendadas a granjeros arrendatarios para el pastoreo de ovejas y cabras y para la producción de trigo, maíz, alfalfa y hortalizas. En la Propiedad 1 la mayor parte del humedal está rodeado de una “zona tampón” en la que no se siembran cultivos y donde el pastoreo se encuentra limitado.

1.3 Alteraciones en los caudales y problemas hídricos

Históricamente el humedal cubría una gran proporción de la llanura de Bekaa, extendiéndose treinta kilómetros al norte de sus límites actuales. Sin embargo, desde tiempos inmemoriales algunas partes de la llanura han sido convertidas en granjas debido a la elevada fertilidad del suelo. El último gran esfuerzo realizado para drenar el humedal con fines agrícolas ocurrió durante la década de los 60 e inicios de los 70, con la excavación de una extensa red de canales de drenaje a lo largo de la llanura y la construcción de diques alrededor del río Litani para prevenir que el agua del río se desbordara hacia la llanura durante las inundaciones. Estas acciones redujeron el humedal a aproximadamente su tamaño actual. También se excavaron canales dentro del mismo humedal acelerando su desecado durante la temporada seca, aunque éstos han sido cerrados en interés de la conservación. El conflicto entre los intereses de los granjeros locales y de la flora y fauna del humedal es aún la fuente principal de los problemas de agua en la zona.



Fig. 2 Vista hacia el oeste a través del humedal de Aammiq.

Debido al elevado patrón estacional de la precipitación, las presiones hídricas en la llanura de Bekaa son opuestas durante el invierno y el verano. Durante el invierno y la primavera los granjeros locales sufren problemas por el exceso de agua debido a las intensas lluvias que inundan la llanura y que amenazan con anegar los cultivos de invierno; los canales de drenaje son utilizados para extraer las aguas de inundación de los campos lo más rápido posible, sin embargo las lluvias excepcionalmente fuertes aún pueden dañar los cultivos. Durante el verano, las elevadas temperaturas (32-34° C en promedio; UNDP/FAO), los fuertes vientos y la ausencia de lluvias producen un severo déficit hídrico; las necesidades de riego aumentan mientras que las aguas superficiales de la región resultan insuficientes como fuente de abastecimiento de agua. Consecuentemente, en los últimos 40 años se han perforado más de 30 pozos de agua en la base de las montañas Barouk, al norte del humedal, con el fin de bombear el agua del acuífero de piedra caliza que provee de agua al humedal de Aammiq. Aunque en la actualidad pocos de estos pozos se encuentran en funcionamiento, se cree que la extracción de agua subterránea es una de las principales razones por las que el humedal, que antes permanecía inundado durante todo el año, ahora se ve reducido a unas pocas pozas durante 5-6 meses en un año promedio. Esta sequía estacional se ve agravada por una bomba de gran potencia que extrae agua directamente del humedal a medio camino de su trazado.

A pesar de todo, no todas las presiones humanas sobre el régimen natural de caudales reducen los niveles de agua en la zona húmeda. Debido a que el agua del humedal es extraída para regar los cultivos y dar de beber a las ovejas, los granjeros locales controlan, mediante pequeñas presas, las

salidas naturales de agua durante los meses de verano con el fin de retener agua en el humedal por tanto tiempo como sea posible, reduciendo de manera significativa el índice de sequía.

Las poblaciones locales también compiten por el agua; tres aldeas (Aana, Deir Tahnish y Aammiq) extraen agua para consumo doméstico de tres manantiales ubicados en la parte superior de la Cresta de Barouk. De acuerdo con Walley (1997), estas fuentes, que antes proveían alrededor del 20% del suministro de agua al humedal de Aammiq, contribuyen en la actualidad con muy poca (o ninguna) agua.

Los patrones hidrológicos en la región de Aammiq han sido severamente modificados para el beneficio de los residentes y granjeros locales. Hasta la fecha, únicamente se han realizado ajustes menores con el fin de beneficiar la conservación de la zona húmeda de Aammiq.

1.4 Contexto Político

Actualmente Líbano carece de leyes que obliguen a establecer caudales mínimos en los cursos de agua; se espera que a finales de 2003 se inicie una revisión de la ley ambiental, pero se desconoce si la puesta en práctica de los caudales mínimos será introducida como requisito después de esta revisión. Lo que es más, como la extracción de agua para riego en la llanura de Bekaa no está regulada de manera efectiva, los usuarios pueden extraer la cantidad de agua que deseen del humedal. Debido a la falta de legislación, cualquier cambio en la gestión de agua que A Rocha recomiende basado en el estudio de caudales ambientales será puesto en marcha voluntariamente por los diferentes propietarios de las tierras. El rol de A Rocha, autor de la evaluación de caudales ambientales, es exclusivamente consultivo.

2. Antecedentes de la evaluación de caudales ambientales

2.1 Motivaciones y objetivos

Las acciones para evaluar los recursos acuáticos del humedal de Aammiq han sido motivadas por el creciente reconocimiento de su importancia internacional. Aunque el reconocimiento oficial de Aammiq se originó en 1980 con su inclusión en el directorio de humedales del Paleártico occidental como un “humedal de importancia internacional” (Carp, 1980), el impulso actual para la conservación se debe principalmente a los datos recopilados desde 1997 por A Rocha Líbano sobre la elevada diversidad de aves. A Rocha Líbano es una organización no gubernamental, parte de A Rocha International, que tiene por mandato conservar los hábitats importantes en las áreas que carecen de recursos para la conservación. A Rocha Líbano ha estado trabajando en Aammiq en un rol consultivo con la familia propietaria de la Propiedad 1 desde 1997; al mismo tiempo que ha ido acumulando información sobre la biodiversidad de Aammiq, A Rocha Líbano ha abogado activamente por la conservación de la zona húmeda entre los propietarios de la Propiedad 1, dando lugar a un compromiso para proteger las partes del humedal localizadas en sus tierras.

En su Plan de Manejo para Aammiq (2002), A Rocha identificó el objetivo de “mantener y, donde sea posible, mejorar el tamaño, funcionalidad y biodiversidad del ecosistema del humedal”. Ya que para alcanzar este objetivo es necesaria una mejor comprensión de los requisitos hidrológicos de la zona húmeda, A Rocha Líbano y los propietarios de la Propiedad 1 se plantearon la necesidad de desarrollar un estudio cuantitativo de la hidrología de Aammiq y hacer un seguimiento de la calidad del agua.

En particular, las preguntas clave fueron:

- ¿Se puede incrementar el suministro de agua al humedal sin entrar en conflicto con las necesidades agrícolas?
- ¿Qué cantidad de agua debe añadirse al humedal para incrementar significativamente su área o la cantidad de tiempo que éste permanece inundado?
- Si se añade agua, ¿qué áreas se inundarán primero?

- ¿La extracción de agua subterránea en zonas adyacentes quitando agua del humedal?
- ¿Es viable mantener agua permanentemente en el área del humedal?, y ¿esta acción tendría efectos positivos o negativos en la biodiversidad?
- ¿La calidad del agua de la zona húmeda es lo suficientemente buena para mantener las funciones y valores naturales?

Para contestar estas preguntas necesitamos primero respuestas fundamentales sobre la hidrología del humedal de Aammiq:

- ¿Qué cantidad de agua entra en la zona húmeda desde las diferentes fuentes?
- ¿Cuánta agua se pierde del humedal a través de las diferentes vías?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas de la zona húmeda y de las tierras adyacentes que determinan la forma en que el agua entra y sale de Aammiq?

El alcance del estudio se vio limitado por diversos factores. Primero se experimentaron problemas de personal; solamente un miembro del pequeño equipo de A Rocha tenía la experiencia y conocimientos de hidrología necesarios para realizar el estudio. Segundo, la falta de datos previos determinó que se descubriera muy poco en relación al comportamiento del agua subterránea; los límites de la cuenca de recepción no pudieron ser determinados debido a la complejidad de los pliegues y fallas de la capa de piedra caliza fisurada bajo la montaña; el escaso conocimiento existente sobre la geología de los sedimentos del valle impidió la evaluación de las ganancias y pérdidas verticales de agua a través de los sedimentos del humedal; y, la dirección del flujo regional de agua subterránea no pudo ser determinada fácilmente debido a la falta de registros del nivel freático y de las propiedades del acuífero para los pozos de agua existentes en la región. Tercero, las alteraciones constantes e impredecibles de los caudales entrantes y salientes hacen difícil cuantificar los caudales de agua superficial. En esta llanura casi horizontal el flujo de agua puede ser dirigido en prácticamente cualquier dirección; varios canales que interceptan el humedal son frecuentemente abiertos, cerrados y redirigidos para mover el agua entre el humedal y los campos agrícolas cercanos.

Debido a estas dificultades se decidió limitar el estudio inicialmente a:

1. Determinar los límites del área inundada a diferentes niveles de agua.
2. Cuantificar tantos caudales entrantes y salientes como sea posible durante un año hidrológico.
3. Recopilar toda evidencia disponible del efecto que el bombeo de agua subterránea en zonas adyacentes tiene sobre el suministro de agua al humedal.
4. Determinar la conductividad hidráulica de los sedimentos superficiales de la zona húmeda.
5. Registrar el consumo actual de agua para la agricultura en los alrededores de Aammiq e identificar cualquier cambio en la gestión de los recursos hídricos que podría incrementar el suministro de agua a la zona húmeda.
6. Recolectar muestras para análisis de la calidad del agua en puntos clave del humedal en intervalos de seis semanas durante un año hidrológico.
7. Comparar la diversidad de invertebrados acuáticos entre los hábitats inundados temporal y permanentemente.

2.2 Participación de los actores

El actor principal, la familia de la Propiedad 1, tiene intereses en continuar la producción agrícola en su propiedad, en desarrollar el potencial ecoturístico de la zona húmeda y las regiones adyacentes, y en la conservación para su propio beneficio. Hasta el momento, los propietarios de la Propiedad 2 han expresado interés únicamente en la agricultura. Los granjeros arrendatarios de las dos propiedades están interesados principalmente en el cultivo, sin embargo, al igual que los residentes más cercanos al área del humedal, también han expresado su deseo de proteger los valores naturales de éste. Otros actores incluyen la aldea cercana de Aammiq que podría beneficiarse de la llegada de ecoturistas, y

MedWet Coast (asociado con el Ministerio Libanés de Medio Ambiente/Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas) que recientemente se ha involucrado en el manejo de Aammiq con el mandato de conservación y ecoturismo.

A pesar del número de actores interesados en los valores naturales del humedal, la gestión del agua en Aammiq y en la región está dominada actualmente por intereses agrícolas. Dentro de su rol de proveedor de información y recomendaciones con base científica para la conservación de la zona húmeda de Aammiq, A Rocha Líbano está llevando a cabo el estudio de los caudales ambientales. Consecuentemente, aunque el estudio es llevado a cabo tomando en cuenta los intereses agrícolas, su principal objetivo es asegurar que el suministro de agua de Aammiq mantenga una cantidad y calidad suficientes para preservar sus valores naturales.

3. Preparación de la evaluación de caudales ambientales

3.1 Métodos

Así como los objetivos de la evaluación de caudales ambientales fueron diseñados para adecuarse a las limitaciones de personal, la falta de datos básicos y una gestión de agua imprevisible, los métodos utilizados fueron escogidos por su rapidez, flexibilidad y bajo coste.

Primero se instalaron estaciones de aforo y de nivel en Aammiq para registrar los niveles de agua. Por cada 10 cm de aumento o disminución en el nivel de agua, la extensión de área inundada fue cartografiada utilizando un sistema de posicionamiento global GPS para encontrar los límites del humedal; esto dio como resultado una serie de mapas topográficos que fueron utilizados para calcular el volumen total de agua en la zona húmeda. Además, un mapa del área mojada durante un evento de inundación de 1 en 50 años mostró qué tierras alrededor de Aammiq serían las primeras en inundarse si en el futuro se incrementara el suministro de agua al humedal.

Un balance hídrico para casi la totalidad del humedal fue compilado registrando tantas entradas y salidas de agua como fue posible para luego relacionarlas con la precipitación anual. En el lugar donde el agua de los manantiales fluye hacia el humedal se construyeron dos presas rectangulares para medir el flujo entrante en el extremo occidental de la zona húmeda. Los caudales entrantes de los campos al sur de Aammiq fueron medidos utilizando un vertedero en V ubicado en un canal que recoge agua de todos los canales del sur; el caudal saliente de la zona húmeda fue identificado y medido utilizando un velocímetro portátil y el área transversal en el punto de salida. Comparando el caudal saliente con las entradas de agua medidas pudimos calcular los caudales entrantes restantes como el brote de agua subterránea dentro de la zona húmeda que no pudo ser medido directamente con el equipo disponible. Los datos de precipitación fueron obtenidos de una estación climática local. El balance hídrico carecía de datos de pérdidas verticales de agua al acuífero subterráneo, sin embargo, éstos fueron estimados a través del registro del índice de disminución del nivel freático del humedal en relación a su volumen durante la temporada seca, cuando el caudal saliente superficial de Aammiq permanece bloqueado.

El efecto del bombeo de agua subterránea de los pozos cercanos sobre la zona húmeda fue demostrado a través del registro de las fluctuaciones diarias del nivel freático en relación con las horas que las bombas fueron encendidas y desconectadas. El registro del tiempo y la magnitud de las fluctuaciones en los días en que las diferentes bombas estaban funcionando permitió demostrar qué bombas afectan más al humedal, y como consecuencia, deducir la dirección principal del flujo de agua subterránea en la región de Aammiq. Estos resultados serán confirmados en los próximos meses por medio del uso de trazadores en el agua subterránea. No obstante, aunque fue posible mostrar la influencia relativa de las diferentes bombas, fue imposible cuantificar la cantidad de agua extraída del humedal por cada bomba.

La conductividad hidráulica de los sedimentos de la zona húmeda será determinada con ensayos de permeabilidad. Esto implica instalar piezómetros de hasta 4 m de profundidad en los sedimentos del

humedal y registrar el índice con que el nivel del agua dentro del piezómetro se recupera después de que es incrementado o disminuido artificialmente.

Se realizó un seguimiento de la calidad del agua tomando muestras de agua de los manantiales, de un dique que transporta agua de los campos adyacentes y de otros dos lugares a intervalos a lo largo del humedal. Utilizando estos puntos se evaluó además la calidad de la fuente principal de agua subterránea y de la escorrentía proveniente de las tierras de cultivo, así como la capacidad de Aammiq para eliminar el exceso de nutrientes. Las muestras de agua fueron enviadas a un laboratorio cercano para ser analizadas; el análisis fue limitado a los nutrientes principales y a las propiedades químicas básicas como el pH y los sólidos disueltos totales. El presupuesto del proyecto no permitió la medición de pesticidas y herbicidas pero se espera que puedan incluirse al menos una vez en análisis futuros.

Las mediciones fueron realizadas por una sola persona empleando 2-3 días por semana y utilizando un equipo básico, por consiguiente se consideran apropiadas tomando en cuenta los recursos disponibles.

3.2 Principales restricciones y limitaciones

Una de las mayores restricciones del estudio fue la falta de información sobre la geología y las propiedades del acuífero de la región, así como la falta de registros de los índices de bombeo. De haberse conocido más sobre la geología subsuperficial de la llanura de Bekaa, particularmente bajo la zona húmeda, y de haber existido datos sobre las pruebas de bombeo para los pozos de agua cercanos, habría sido posible modelar la hidrología del humedal utilizando un modelo computarizado. Esto habría permitido una estimación más precisa del presupuesto de agua de Aammiq así como una evaluación de diferentes escenarios en la gestión del agua. Asimismo, de haber contado con información adicional sobre los índices y las horas de bombeo de los diferentes pozos de agua, se habría podido utilizar el mismo modelo para cuantificar los efectos individuales de las diferentes bombas en el abastecimiento de agua al humedal.

Los métodos utilizados tuvieron dos limitaciones principales. Primero, las constantes aperturas y cierres de los diques que conectan con el humedal cerca de su punto de salida afectaron la precisión de las mediciones de los flujos de agua, introduciendo errores en las estimaciones del presupuesto hídrico. Estos errores fueron controlados con la introducción de márgenes de error para los datos proporcionados. Segundo, el hecho de que no exista un horario para el bombeo de los pozos de agua cercanos a los manantiales implica que las investigaciones del efecto de las bombas individuales sobre éstos no fueran tan precisas como podrían haber sido y que se haya podido pasar por alto información relevante.

Cierta incertidumbre rodea además los datos de calidad del agua; debido a que las muestras fueron llevadas a un laboratorio externo no pudo garantizarse el cuidado y la precisión de los análisis así como el procedimiento seguido en el manejo de las muestras después de su entrega. En una ocasión se enviaron réplicas a un segundo laboratorio y los resultados difirieron ligeramente aunque estaban dentro del mismo rango. Una evaluación más precisa de la calidad del agua requerirá enviar muestras a un laboratorio universitario.

4. Medidas clave para mejorar los caudales ambientales

4.1 Recomendaciones y beneficios esperados

Cuando se dio inicio a la evaluación de caudales ambientales, parecía que había pocas oportunidades para cambiar la gestión de los recursos hídricos del humedal de Aammiq. Por lo tanto la evaluación fue llevada a cabo principalmente para recopilar información de referencia sobre el estado actual de la hidrología del humedal, para determinar algunas de las propiedades hidrológicas de la zona húmeda y para desarrollar un protocolo de seguimiento constante. No obstante, del estudio surgieron algunas posibilidades de mejora de la gestión del agua.

Hasta hoy, los resultados muestran que las bombas de agua subterránea al norte del humedal tienen un efecto mayor en el abastecimiento de agua de los manantiales que aquellas al sur, aún cuando están más alejadas. Por lo tanto la forma más efectiva de incrementar los caudales ambientales de Aammiq es reducir el bombeo de agua subterránea en el norte. Los campos al norte de la zona húmeda pertenecen a la Propiedad 1, por lo que hemos recomendado a la familia propietaria de estas tierras dos medidas que idealmente deberían ejecutarse simultáneamente: 1) reorganizar los sembríos de forma que las especies con menor requerimiento de agua (i.e., trigo) estén localizadas en estos campos, y 2) introducir técnicas de riego más eficientes (i.e., riego por goteo).

La evaluación de los caudales ambientales y las observaciones de la gente local sugieren que el bombeo de agua subterránea al norte de la Propiedad 1 reduce además el abastecimiento de agua del humedal. Para confirmar el comportamiento del agua subterránea entre esta zona y el humedal, A Rocha está comenzando un programa de seguimiento de agua subterránea y superficial más completo. Las bombas al norte de la Propiedad 1 pertenecen a diferentes propietarios, de los cuales actualmente ninguno de ellos tiene relación estrecha con A Rocha Líbano. Si el seguimiento confirma que el agua de la zona húmeda se origina en esta área, A Rocha propondrá, en cooperación con la Sociedad para la Protección de la Naturaleza en Líbano y MedWet Coast, un Nuevo proyecto para evaluar las prácticas agrícolas en las tierras hasta 10 km al norte del humedal. El objetivo es minimizar el consumo de agua y el uso de químicos dañinos. Debido a que las tierras al norte de la Propiedad 1 no bordean la zona húmeda, los propietarios podrían no sentir una conexión fuerte con ésta; por consiguiente, creemos que será difícil poner en práctica cualquier cambio en los regímenes de bombeo en esta área. Sin embargo, al involucrar ingenieros agrícolas en el proyecto, esperamos encontrar soluciones que minimicen los costes a los granjeros y hagan los cambios propuestos tan atractivos como sea posible.

De acuerdo a los datos actuales, reducir el bombeo de agua subterránea en la Propiedad 1, al norte de la zona húmeda, podría causar un aumento significativo en el nivel freático y en el área inundada durante la primavera y principios de verano, y extender además el periodo de inundación. Sin embargo, el alcance de este efecto no puede ser predecido todavía. Si adicionalmente se reduce el bombeo de agua subterránea más al norte, sería posible que el flujo de los manantiales al humedal vuelva a ser permanente.

Otra recomendación es reparar una compuerta vieja a medio camino de la zona húmeda, dentro de los límites de la Propiedad 1, con el fin de incrementar los niveles de agua durante la temporada seca. Aunque esta compuerta no beneficiaría a la parte baja de Aammiq al este, sí beneficiaría a la parte alta ya que la aislaría de la gran bomba que todavía extrae agua directamente del humedal al este de la compuerta. No obstante, durante la temporada seca la parte alta de la zona húmeda experimentaría una pérdida gradual de agua hacia el acuífero de agua subterránea y posiblemente hacia la parte baja a través del flujo subsuperficial. A pesar de que esta medida desaceleraría la reducción del nivel de agua durante la temporada seca ampliando el periodo de inundación, es poco probable que asegure agua permanente en Aammiq.

Resultaría más beneficioso para Aammiq cerrar la bomba que está conectada directamente a la zona húmeda y crear una nueva compuerta en el extremo inferior dentro de la Propiedad 2. Esta medida mantendría niveles de agua más elevados en toda el área del humedal, pero requeriría que los propietarios de las tierras acuerden gestionar los niveles de agua con propósitos conservacionistas además de encontrar una nueva fuente de agua para los campos de cultivo próximos al extremo este de Aammiq.

Se desconoce los beneficios que tendría el aumento del nivel de agua y la ampliación del periodo de inundación sobre la flora y fauna de Aammiq. Observaciones hechas durante el 2003, un año especialmente húmedo, sugiere que algunas especies de aves acuáticas permanecerían en el área durante el verano y criarían a sus pequeños en el humedal. Otras aves que migran al sur durante el otoño se beneficiarían del hábitat y la fuente de comida provista por el agua, al igual que lo hacen en la primavera. Los efectos en los invertebrados no son predecibles tan fácilmente, ya que los cuerpos de agua temporales pueden tener mayor diversidad de invertebrados acuáticos que los cuerpos de agua

permanentes. Los estudios de las comunidades de invertebrados en los cuerpos de agua temporales y permanentes de Aammiq podrían ayudar a determinar si la diversidad aumentaría o disminuiría al reintroducir agua permanente en la zona húmeda. Los efectos sobre las poblaciones de peces, ranas y mamíferos no han sido estudiados pero seguramente serían positivos.

El aumento del nivel de agua de la zona húmeda podría traer como beneficio adicional la reducción de incendios incontrolados dentro del carrizal. En los últimos años incendios causados accidental e irresponsablemente han destruido grandes secciones de los carrizales durante la temporada seca, encendiendo las turberas y ocasionando que éstas permanezcan consumiéndose durante varios meses hasta que el nivel freático aumente otra vez en el invierno. Aunque el fuego pueda ser utilizado como una herramienta de gestión muy efectiva para reducir la acumulación excesiva de materia orgánica, los fuegos sin control destruyen grandes secciones del hábitat de los carrizos que algunas especies de plantas y animales podrían no ser capaces de tolerar. Además, los fuegos de la turba resultantes son una molestia para los residentes locales ocasionando actitudes negativas hacia el humedal. Proteger los carrizales de incendios incontrolados resulta difícil, por lo que sería de gran beneficio reducir el riesgo de incendios a través del incremento de los niveles de agua.

4.2 Puesta en práctica de los cambios necesarios

Ya que la zona húmeda así como las tierras circundantes son de propiedad privada, los cambios en la gestión del agua dependen completamente de los dueños de las dos propiedades principales y sus administradores. La recolección de información para la evaluación de los caudales ambientales aún no ha sido completada, de manera que ninguna de las recomendaciones mencionadas anteriormente han sido llevadas a cabo. Sin embargo, las discusiones informales con un miembro clave de la familia de la Propiedad 1 han dado resultados positivos. El coste parece ser el principal obstáculo para la reparación de la compuerta presente en su propiedad y para introducir el riego por goteo en los campos al norte. La familia propietaria de las tierras ha solicitado a A Rocha una lista de posibles opciones para la gestión del agua, indicando los beneficios ambientales y los costes financieros de cada una de ellas de modo que sea posible encontrar una solución óptima.

En el pasado, los propietarios de la Propiedad 2 no quisieron poner en marcha ningún cambio que pudiera imponer restricciones o gastos adicionales a la producción agrícola. Por lo tanto es poco probable que acepten detener el bombeo de agua del humedal, construir una compuerta con propósitos conservacionistas, o reducir el bombeo de agua subterránea de sus pozos de perforación. Sin embargo, esperamos que exista un cambio de actitudes mientras A Rocha y MedWet Coast continúen abogando por el humedal y alternativas como el ecoturismo con el fin de diversificar la generación de ingresos en su propiedad.

Debido a que en Líbano las leyes que regulan la extracción de agua con fines agrícolas son muy blandas y usualmente no se hacen cumplir, cualquier cambio en la gestión del agua tendría que ser realizado voluntariamente. Para que esto ocurra los propietarios de las tierras deberían reconocer un beneficio potencial en la reducción del consumo de agua o estar interesados en contribuir a la conservación del humedal de Aammiq. Antes de conocer los resultados de este estudio no se sabía con certeza el impacto que los granjeros de las tierras al norte de la Propiedad 1 tenían sobre el humedal, por lo que no se había realizado ningún intento para discutir la gestión del agua con ellos. Sin embargo, discusiones como ésta tienen pocas probabilidades de éxito a menos que pueda demostrarse a los propietarios de las tierras los beneficios que conllevaría introducir cambios positivos en la gestión de los recursos hídricos.

Es necesario mencionar que mantener un equilibrio óptimo en el uso del agua para la agricultura puede requerir un esfuerzo y coste considerables para los propietarios de las tierras. En el pasado, la familia propietaria de la Propiedad 1 permitió que ciertas áreas marginales vuelvan a ser parte de la zona húmeda debido a que el esfuerzo y el coste de drenarlas eran demasiado altos. Lo mismo sucede con otras tierras alrededor del humedal dentro de las Propiedades 1 y 2, las cuales al ser marginales para el cultivo podrían en el futuro volver a ser parte del humedal únicamente por razones prácticas.

4.3 Investigación y seguimiento en curso

El objetivo principal de la evaluación de caudales ambientales era crear una base para un programa de seguimiento del agua subterránea y superficial más completo. Se hará un seguimiento de los flujos de agua que entran y salen del humedal a través de los manantiales y canales por medio de presas construidas en puntos de entrada claves. En el caso de que las demandas de agua en el área aumenten en el futuro, este programa proveerá un sistema de alarma advirtiendo de la disminución de los caudales ambientales del humedal. Si se ponen en práctica cambios positivos en la gestión de los recursos hídricos de la zona, este programa proporcionará retroalimentación sobre los efectos de estos cambios.

También se realizará un seguimiento de los niveles de agua subterránea y superficial en pozas aisladas en la región de Aammiq a través de una red de piezómetros, tablas de aforo y pozos abiertos. Esto ayudará a entender hasta qué punto está conectado el humedal con el nivel freático en las tierras de cultivo circundantes, indicando de este modo qué tan sensible es el humedal a las prácticas agrícolas que aumentan o disminuyen el nivel freático en la región. Adicionalmente, una estación climática está siendo instalada en Aammiq para hacer un seguimiento de los niveles de precipitación. Por lo tanto, un operador con conocimientos de hidrología y habilidad para hacer frente a las alteraciones en el patrón de drenaje o a eventos extremos de precipitación debería ser capaz de continuar recopilando toda la información requerida para un presupuesto hídrico anual de la zona húmeda de Aammiq.

También continuará el seguimiento del número de aves y su comportamiento, proporcionando retroalimentación sobre los efectos ecológicos de cualquier cambio en la hidrología del humedal.

5. Lecciones aprendidas de este estudio

5.1 Elementos esenciales

Debido a que aún no se han ejecutado cambios en la gestión del agua basados en los resultados de este estudio, todavía es muy pronto para estimar su impacto final o para saber qué factores podrían contribuir más a su éxito. Sin embargo, hay varios elementos que han permitido que el estudio haya avanzado hasta este punto, y ello sugiere que las recomendaciones finales serán bien recibidas.

El principal elemento que hizo posible la realización de este estudio fue una relación directa y positiva con la principal familia propietaria de las tierras. Esta relación, que data desde 1997 cuando A Rocha empezó a trabajar en Aammiq, ha sido construida a través de muchas horas discutiendo los valores y beneficios de la conservación con los propietarios así como a través del deseo de A Rocha de combinar sus objetivos con aquellos de los propietarios. También podría ser significativo que todo el equipo de A Rocha resida localmente, estén inmersos en la cultura local e interaccionen casi diariamente con los empleados de la propiedad; estos elementos proveen estabilidad a la relación así como oportunidades de crecimiento en el respeto mutuo. Aparte de la confianza mutua que se ha desarrollado, varios estudios científicos sobre aves, mariposas y mamíferos han sido realizados en esta propiedad, estableciéndose además protocolos para dichos estudios. El agua, siendo un recurso escaso en la región, es un asunto mucho más delicado que los temas tratados en estudios previos; las implicaciones de un estudio hidrológico sobre los cambios en la gestión de la propiedad tendrían potencialmente un alcance mucho mayor. Esta evaluación hidrológica ha dependido de los protocolos establecidos para dichos estudios y sus resultados positivos. La transparencia en la discusión de los métodos y el informe de los resultados ha sido muy importante para reforzar la confianza entre A Rocha y la principal familia propietaria.

La evaluación de caudales ambientales fue el primero de los estudios realizados por A Rocha en requerir la construcción de estructuras en las tierras de la Propiedad 2. Los riesgos percibidos por los propietarios eran primero, que el estudio conllevaría la alteración de los patrones de caudales (especialmente la disminución del drenaje durante la temporada húmeda), y segundo, que al fomentar

la recopilación de información podría después resultar en una presión para cambiar su gestión del agua o de las tierras. La inversión de tiempo en explicar claramente las intenciones y alcance del estudio, y la promesa de eliminar las estructuras si interferían con las necesidades agrícolas, constituyeron factores esenciales en la obtención del permiso para trabajar en su propiedad.

A un nivel práctico, un elemento clave fue el uso de una metodología flexible para la recolección de datos sobre los flujos de agua. En una situación en la que el agua es constantemente redirigida para drenar o irrigar los campos adyacentes y la lluvia del invierno puede duplicar el promedio anual, los métodos tienen que ser lo suficientemente flexibles para poder hacer frente a nuevas salidas y entradas de agua y a desbordamientos de una semana a otra. Debido a esto, un velocímetro portátil era mucho más adecuado que un sistema de diques verticales para medir los caudales salientes del humedal, el cual además podía ser utilizado en adición a los diques para medir los nuevos caudales entrantes mientras éstos eran creados. La rápida capacidad de respuesta frente a nuevas oportunidades de recolección de datos también benefició al estudio; en particular, no se había anticipado que el bombeo de agua subterránea en las zonas cercanas causaría una fluctuación del nivel freático de los manantiales del humedal. La posibilidad de establecer un programa de muestreo intensivo durante el corto periodo que el efecto era visible permitió la recopilación de información crítica. Ciertamente el hecho de vivir cerca de la zona húmeda resultó esencial para alcanzar la flexibilidad necesaria.

A la hora de recomendar cambios en la gestión a los diferentes propietarios, una ventaja de esta evaluación de caudales ambientales será que está basada en información científica. Actualmente existe mucho diálogo en el Bekaa sobre la gestión del agua, pero la información disponible para informar las decisiones es muy poca o nula. Esperamos que esta evaluación de caudales gane credibilidad entre los actores por su dependencia en datos científicos, y que además se convierta en un modelo para los gestores de recursos hídricos en la región de Bekaa.

5.2 Restricciones clave

Las dos limitaciones fundamentales para la gestión efectiva del agua en esta región han sido discutidas anteriormente: la falta de información relacionada al agua y la falta de una legislación efectiva que regule las extracciones de agua y los caudales mínimos en los hábitats acuáticos. Otra de las principales limitaciones es la falta de conciencia y preocupación del público en general con respecto a la protección de los ecosistemas naturales. Debido a que, en ausencia de legislación, la gestión del agua para la conservación depende de la cooperación voluntaria de los propietarios y granjeros locales, resulta esencial introducir una ética de cuidado de los sistemas naturales así como lograr un mínimo entendimiento de cómo alcanzar dicho objetivo. Aunque las actitudes de los propietarios son lo más importante, las actitudes de la población pueden afectar el incentivo y apoyo que los propietarios de las tierras perciben para proteger los ecosistemas naturales. A largo plazo, esperamos que el éxito de mantener caudales ambientales viables y otros componentes clave del ecosistema de Aammiq no dependerán únicamente de los dueños de las tierras. Las personas encargadas de tomar decisiones en el gobierno, los investigadores de las universidades y los residentes locales, podrán seguramente influenciar la supervivencia a largo plazo del ecosistema del humedal.

La educación es la clave para el cambio de actitudes con respecto al medio ambiente. Por esta razón, A Rocha dirige un programa activo de educación ambiental para estudiantes desde la escuela primaria hasta la universidad, basado en actividades de campo en el humedal. Además A Rocha ha organizado clubes de ciencia y arte ambientales entre las mujeres y niños de las villas locales. Para muchos estudiantes, el viaje de campo de Aammiq fue su primera experiencia al aire libre del estudio de la naturaleza, y para la mayoría de los residentes locales, es su primera visita al humedal. La respuesta al viaje de campo y otros programas educativos es casi siempre entusiasta. Aunque estos programas no estén conectados directamente con la evaluación de caudales ambientales, resultan esenciales para mejorar las actitudes hacia la naturaleza entre un gran número de sectores clave de la población. Por lo tanto ayudan a establecer un contexto en el que estudios como la evaluación de caudales ambientales pueden convertirse en acción.

Calendario de acontecimientos principales

Fecha	Evento
1960s-1970s	Grandes áreas al sur del valle de Bekaa fueron drenadas para cultivo. El humedal de Aammiq se redujo a aproximadamente su tamaño actual. Se dio inicio al bombeo de agua subterránea para irrigación.
1975	Empezaron las discusiones entre G. Tohme (Universidad Libanesa) y los propietarios de la Propiedad 1 para preservar el humedal de Aammiq.
1975-90	La guerra civil libanesa pone un alto a los esfuerzos conservacionistas.
1997	Se creó A Rocha Líbano con el objetivo de proteger el humedal de Aammiq.
1998	Los canales de drenaje principales dentro del área del humedal fueron cerrados. Se marcaron los límites de la zona húmeda con postes.
1999	Después de haber sido utilizada para cultivo, un área grande al norte del humedal volvió a formar parte de la zona húmeda añadiendo 20% a su superficie.
1999	El humedal de Aammiq fue declarado sitio Ramsar 978.
2001	Terminaron los subsidios para el cultivo de remolacha. La remolacha fue reemplaza por especies con menor requerimiento de agua. Muchas bombas de agua subterránea fueron clausuradas.
2002	Aammiq se convierte en un proyecto oficial de MedWet Coast con la designación de un coordinador a tiempo completo. Se empezaron a escribir las leyes para permitir que las tierras privadas (incluyendo Aammiq) se volvieran reservas naturales oficiales en Líbano.
2002-04	Evaluación de caudales ambientales en Aammiq. Comenzó el seguimiento constante de los flujos de agua.

Agradecimientos

Las actividades de A Rocha Líbano, incluyendo esta evaluación de caudales ambientales, son financiados por la Fundación Mava, Suiza. Agradecemos a las familias propietarias de las Propiedades 1 y 2 por permitirnos realizar los estudios en sus tierras, y a la familia de la Propiedad 1 por la provisión de soporte logístico.

Agradecemos también los comentarios proporcionados en el borrador de consulta.

A Rocha es una organización de conservación internacional que trabaja para mostrar el amor de Dios por toda la creación.

Páginas Web

<http://www.arochoa.org> - la página web oficial de A Rocha International

http://www.medwetcoast.com/article.php3?id_article=15- descripción del humedal de Aammiq por MedWet Coast

<http://www.wetlands.org/inventory&/MiddleEastDir/LEBANON.htm> - Aammiq en “Directorio de Humedales en el Oriente Medio”

<http://www.lebanonwire.com/0306/03061204DS.asp> - artículo sobre el humedal de Aammiq, publicado en un periódico libanés

<http://www.birdlifemed.org/Contries/lebanon/lebanon.html> - a description of Aammiq Marsh by Birdlife International