

Exposición Internacional Zaragoza 2008
Simposio "Tribuna del Agua"
Conferencia Especial

Convivir con el agua

- Ingenio y sabiduría del ser humano -

Lunes, 21 de julio de 2008
Pabellón de la Tribuna del Agua, Zaragoza

1 Molinos de viento y ruedas hidráulicas

(1) Paisaje con molinos de viento

<Don Quijote y el Molino de viento>

Los japoneses sienten una gran estima por *Don Quijote*, la clásica novela del gran escritor español Miguel de Cervantes. El pasaje en que Don Quijote, acompañado de su fiel escudero Sancho Panza, se enfrenta valerosamente a los gigantes de brazos inconmensurables no deja de despertar la curiosidad de niños de todas las edades. (Figura 1).

Los gigantes son, tal como acertadamente apuntara Sancho Panza, molinos de viento que hacen girar ruedas de molino. No obstante, Don Quijote no dudó en espolear a Rocinante, su maltrecho y anciano caballo, para cargar contra los titanes, pero una repentina ráfaga de viento azotó las enormes velas de los molinos, que derribaron a Don Quijote y su cabalgadura en sentido opuesto.

Durante mi visita a España, me dirigí a La Mancha para contemplar sus molinos. Tras haber cumplido holgadamente su función, los blancos molinos de viento descansan ahora inmóviles sobre la tierra roja abrasada por el sol. No obstante, mientras los observaba con detenimiento tuve la impresión de que sus aspas eran como los brazos de un gigante, y pude imaginar claramente el gran servicio que habían prestado a la población en tiempos de Cervantes.

<Molinos de viento holandeses>

Estos molinos, naturalmente, nos recuerdan a los de los Países Bajos, lugar de origen de Su Alteza Real el Príncipe Guillermo, Presidente del Consejo Consultivo de Agua y Saneamiento del Secretario General de las Naciones Unidas (Figura 2). En los Países Bajos, los molinos son símbolo de la lucha del hombre contra el agua. Los molinos de viento desempeñaron un papel fundamental en la protección y extensión de las tierras, una cuarta parte de las cuales se encontraba antaño bajo el nivel del mar, ya que permitieron drenar el agua expulsándola de los canales que surcan las tierras ganadas al océano.

En esta fotografía observamos un conjunto de tres molinos en Leidschendam, a las afueras de La Haya. A simple vista resulta difícil de apreciar, pero si examinamos con detenimiento descubriremos que el nivel del agua es, en efecto, superior al de la tierra firme. Gracias al aprovechamiento del viento que sopla incansable desde el Mar del Norte a lo largo de todo el año, los holandeses fueron capaces de drenar las aguas y explotar nuevas tierras.

(2) El papel de las ruedas hidráulicas

<Las ruedas hidráulicas en España>

En España, las ruedas hidráulicas se utilizaban para accionar ruedas de molino que trillaban el grano y elaboraban harina. Volvamos ahora de nuevo a Don Quijote. Éste se encuentra junto a Sancho Panza en un pequeño bote surcando el río Ebro e imagina que una gran rueda hidráulica a la orilla del río es un castillo donde una bella princesa y diversos caballeros permanecen cautivos. Heroicamente, intenta rescatarlos, pero en dos ocasiones acaba en el fondo del río. Finalmente, unos molineros auxilian a Don Quijote, ya empapado hasta los huesos (Figura 3). La ilustración refleja con gran realismo una pequeña embarcación arrastrada por la fuerte corriente en dirección a una noria. La temeridad de Don Quijote puede hacernos reír, pero también nos advierte sobre el enorme poder y peligro del agua.

Tomé esta fotografía en una anterior visita a Toledo (Figura 4). Si bien no se observa en la imagen, existen unas ruinas de unas grandes

instalaciones con varias ruedas hidráulicas que elevaban el agua del Tajo a la ciudad, a una altura 100 metros sobre el río cerca del Puente de Alcántara, al pie del Alcázar de Toledo. Me explicaron que se trataba de una obra de Juanelo Turriano, relojero y matemático llegado de Italia en el siglo XVI. En el Pabellón de Castilla-La Mancha del recinto de la Expo (Figura 5) se exhibe una maqueta de su obra.

Los ciudadanos de Toledo se veían obligados a hacer acopio de agua de lluvia o acarrearla desde el río a lomos de burros antes de construirse esta infraestructura. Desafortunadamente, los planes originales que nos hubiesen permitido estudiar los pormenores del proyecto se han perdido, si bien se ha conservado lo suficiente como para que podamos maravillarnos ante el ingenio del ser humano, que intentó utilizar la fuerza del agua para sustentar la vida.

<Ruedas hidráulicas en Japón>

Las ruedas hidráulicas desempeñaron también diversas funciones en Japón, y su historia es bastante antigua. En el primer libro de historia del país, titulado *Nihon Shoki* (Crónicas de Japón) y compilado en el año 720 d.C., se cita que en marzo de 610, en el decimoctavo año de reinado del Emperador Suiko: "Se ha construido un *mizuusu*"; ¿significa eso que en aquel entonces comenzó la construcción de los *mizuusu*? (Figura 6). Un *mizuusu* es un molino de piedra que funciona con la fuerza de una rueda hidráulica, y se afirma que la tecnología de estos ingenios llegó de la mano del monje Don-cho, enviado a Japón por el rey de Koguryo, un antiguo reino en el norte de la península coreana.

En *Yoro Ryo*, un decreto gubernamental del año 718 (descrito en la obra *Ryo no Gi Ge*, publicada en 833 durante el Periodo Heian), encontramos una referencia sobre irrigación en una sección titulada *Zoryo* (leyes diversas sobre irrigación). Se considera que esa cita sobre los *mizuusu* hace referencia a las ruedas hidráulicas, o tal vez se tratara de un intento de promover el agua como fuente de energía para afianzar la base económica de un país que, en aquel entonces, estaba embarcado en un proceso de construcción nacional tras haber importado el sistema

administrativo de la China de la dinastía Tang. Poco sabemos, no obstante, sobre la difusión de estos ingenios.

Posteriormente, a finales del Periodo Kamakura (principios del siglo XIV) la obra *Ishiyamadera engi emaki*, formada por rollos ilustrados con las leyendas del Templo de Ishiyamadera, contiene una representación en la que unas ruedas hidráulicas elevan agua a unos arrozales (Figura 7). Se cree que el puente de la ilustración es el Puente Uji, uno de los tres puentes antiguos más famosos de Japón. El río que nace en el Lago Biwa, el mayor lago del país, recibe el nombre de Seta en su curso superior, pasa a llamarse Uji a su paso por la zona sur de Kioto y, a partir de ahí y hasta su desembocadura en la Bahía de Osaka se lo conoce como río Yodo. Los tres han dejado constancia histórica. Las norias junto al Uji aparecen en numerosas pinturas y en la literatura de la Edad Media. Su construcción se atribuye a algunos nobles y a importantes santuarios y templos, hecho que confirma que las ruedas hidráulicas ya imperaban en el Japón de la época.

Hacia fines del siglo XVIII, durante el Periodo Edo, numerosas ruedas hidráulicas seguían en pleno funcionamiento en Asakura (en la actual ciudad de Asakura, prefectura de Fukuoka). En esta imagen pueden verse las ruedas hidráulicas de Hishino (Figura 8). Tres ruedas de madera de cinco metros de diámetro dispuestas en grupo captan un abundante caudal de agua y dan testimonio de la ingeniería de riego más avanzada de una época en la que ayudaban a explotar nuevos campos de arroz en una región proclive a las sequías. Actualmente, casi 200 años después, estas ruedas siguen activas e irrigan los arrozales de la zona.

(3) Usos contemporáneos de la fuerza del viento y del agua

Como vemos, agua y viento desempeñaron un papel fundamental como valiosas fuentes de energía hasta la adopción generalizada de los motores de vapor. ¿Qué podemos aprender de esos primeros usos de la fuerza del viento y del agua?

La energía eólica, que todavía representa un modesto porcentaje sobre el total de generación eléctrica, cuenta actualmente con una potencia instalada que crece más de un 25% anual en todo el mundo. España parece

haberse mantenido fiel a su tradición de molinos ya descrita en El Quijote, ya que la capacidad instalada en el país es una de las mayores del mundo, junto con la de Alemania y otros países, y aumenta a un ritmo de más del 30% anual (Figura 9).

La generación de energía hidráulica en todo el mundo es prácticamente equivalente a la producida por las centrales nucleares. En Japón, se generan unos 90.000 millones de kilowatios/hora (kWh) de energía hidráulica, lo que representa un 10% del total generado. Ambos son ejemplos de cómo la tradición, sustentada por la historia y el entorno natural, puede vencer al paso del tiempo (Figura 10).

La energía es uno de los retos que hoy en día debemos afrontar globalmente, y todos tenemos que mantener nuestro compromiso para solucionar de manera sostenible los acuciantes desafíos que plantean el crecimiento de la población mundial y el calentamiento global. El objetivo de esta conferencia no es la búsqueda de respuestas a esos retos, puesto que eso es algo que debe realizarse de manera permanente con exhaustividad y una perspectiva a largo plazo. Sin embargo, puede resultar enormemente significativo para el futuro de la humanidad que logremos aprender de la sabiduría e ingenio de nuestros antepasados a la hora de aprovechar las energías naturales del viento y el agua y de desarrollar técnicas adecuadas para nuestro presente y futuro.

2 Imágenes asociadas al agua de mis viajes por Europa

Entre los numerosos viajes que he realizado por Europa, algunos han estado vinculados al agua. Permítanme compartir con ustedes algunas imágenes memorables.

(1) Acueducto de Segovia, España

Durante la época romana, en multitud de ciudades europeas se construyeron sistemas hídricos que nada tienen que envidiar a nuestros sistemas actuales, y en España abundan también las ruinas de antiguas canalizaciones de agua. Se dice que el Acueducto de Segovia fue construido a finales del siglo I o inicios del II, y es un ejemplo bien conocido para muchos japoneses (Figura 11). Estuve de visita en esa ciudad en el verano

de 1985 y me causó una profunda impresión la gran altura del acueducto, prueba de la absoluta importancia que los romanos atribuían al agua y de su interés visionario por mantener un suministro estable a largo plazo.

Los romanos edificaron también baños públicos a lo largo y ancho del Imperio, y redistribuyeron grandes caudales de agua. La imagen de todo un pueblo, tanto de los soldados como de los civiles, disfrutando de los baños tras una dura jornada de trabajo ilustra claramente el estilo de vida de los romanos en la época. La gran abundancia de agua permitió asimismo el funcionamiento de una extensa red de alcantarillado, contribuyendo así, cabe suponer, a la salubridad de la ciudad-estado.

(2) Palacio del Agua (Palacio de la Alhambra, España)

Hace treinta años, cuando estudiaba bachillerato, visité el Palacio de la Alhambra. El grandioso complejo que se alza sobre Granada constituye una visión majestuosa (Figura 12). No obstante, lo que más me fascinó fue la importancia capital del agua en la civilización islámica. Los jardines de agua como recreación del paraíso que podemos encontrar en el palacio independiente del Generalife me impresionaron profundamente, teniendo en cuenta que en la zona adyacente el agua es escasa. Aún me parece oír el susurro del agua en las fuentes del Patio de los Leones y respirar la tranquilidad del Palacio Real sumido en las tinieblas tras la caída de sol.

El Palacio de la Alhambra es la comunión de dos civilizaciones, la islámica y la cristiana, que prosperaron en una región árida, e inevitablemente tengo la sensación de que el rumor de sus fuentes evoca la relación espiritual entre el agua y el ser humano.

(3) Curioso objeto esférico en una alcantarilla parisina

En París, visité el Museo de las Alcantarillas, que se encuentra dentro de una descomunal alcantarilla de la ciudad. De inmediato atrajo mi atención un enorme y extraño objeto esférico (Figura 14) que, como supe más tarde, se utilizaba para limpiar la enorme cañería que discurre bajo el Sena. El objeto en cuestión es una bola de madera con un diámetro ligeramente inferior al de la conducción. Al introducir la bola en él, la presión generada por el efecto sifón la impulsaba a lo largo de la conducción,

y limpiaba sus paredes gracias a la fricción y a los chorros de agua que fluían por el estrecho intersticio entre ambas. Me explicaron que, de esta manera, la bola y los chorros de agua eliminaban cualquier residuo o suciedad al avanzar por el conducto.

Una réplica de esa ingeniosa bola, que me fue entregada como recuerdo de mi visita, permaneció sobre mi escritorio durante largo tiempo. Cada vez que la contemplaba, recordaba la sabiduría y perspicacia de los parisinos, quienes habían reconocido la importancia de construir y mantener una red de alcantarillado como infraestructura básica para proporcionar a los ciudadanos unas condiciones aceptables de higiene urbana.

3 Los japoneses y el agua - La gestión del agua en Japón (*Chisui*)

Nuestros antepasados convivieron con el agua en el proceso de construcción nacional. Tal como se emplea actualmente, el término *chisui* (gestión del agua) hace referencia al control de los riesgos del agua con vistas a proteger las vidas de las personas y sus bienes materiales ante posibles inundaciones o corrimientos de tierras. Sin embargo, parece que originalmente el término *chisui* incluía también la concepción de inventos e innovaciones de ingeniería que permitían aprovechar el agua como recurso. La adecuada gestión del agua tuvo un papel determinante en la construcción del país.

En Japón, la mayoría de obras hidráulicas fueron realizadas por la población local, desde líderes regionales hasta gente común. Por esa razón, el pueblo las tenía en gran estima y las protegía, y se han mantenido en funcionamiento hasta la fecha.

Es posible que algunos de ustedes ya hayan visitado el Pabellón de Japón en la Expo. La exposición se inicia con un paseo en bote desde la ciudad de Edo (actual Tokio) de hace 200 años. Por ello, quisiera hablarles también sobre la relación de los japoneses con el agua durante el Periodo Edo.

(1) *Chisui* en pro del desarrollo regional (Colector de Ishiibi,

prefectura de Saga)

Desde principios del Periodo Edo (inicios del siglo XVII), bajo el gobierno de los sogunes y de los clanes (gobiernos locales), se ampliaron las explotaciones agrícolas para la producción de arroz mucho más que en el anterior periodo de guerras internas.

Aquí se pueden contemplar las llanuras de Saga, en Kyushu, la principal isla meridional de Japón (Figura 15). A causa de las escarpadas montañas que las rodean, las llanuras de Saga padecían frecuentes inundaciones cada vez que se producían lluvias torrenciales, mientras que en otras ocasiones, a causa de prolongadas sequías, su población era víctima de la escasez de agua. Se trata sin duda de un medio que plantea grandes retos. Hace 400 años, en un intento por mejorar la situación, Naridomi Hyogo Shigeyasu, el vasallo principal al servicio del clan Saga, construyó un colector que permitía trasvasar agua del río Kase al Tabuse, lo que permitió abastecer de agua para fines agrícolas y domésticos a la ciudad castillo de Saga (Figura 16).

El Colector de Ishiibi es producto de numerosas argucias. Un dique calmaba las corrientes del río Kase (Figura 17), captaba apaciblemente una parte de su caudal y lo trasvasaba al Tabuse. Para ese fin, Naridomi construyó un *Oidetodate* (dique de contención), islas de piedra y *suisei* (espigones desde las orillas hacia el centro del cauce que moderaban el flujo del agua) en absoluta armonía con el entorno. En el lecho del río fueron depositados arenas y sedimentos y, a través de un acueducto, se proveía la ciudad de agua potable. Gracias a ello, los habitantes de Saga pudieron disfrutar de aguas fluviales de buena calidad para el consumo ya a finales del Periodo Meiji.

Para mitigar el impacto negativo de dichas infraestructuras en caso de inundación, los diques estaban alineados por pares creándose así un espacio entre ambos que retenía el agua durante las crecidas. Asimismo, se plantó bambú en la zona de contención de crecidas para aminorar la fuerza de las aguas y evitar que rocas y troncos fueran arrastrados río abajo. Habitualmente, resulta difícil conseguir un equilibrio entre prevención de

inundaciones y aprovechamiento hídrico, pero en este caso ambos objetivos se satisficieron simultáneamente y las cuestiones más desafiantes se solventaron con éxito.

El Colector de Ishiibi salvaguardó las llanuras de Saga de los dos principales peligros del agua, las crecidas y las sequías, hasta la construcción de una nueva compuerta de esclusa para captar agua del río en 1960. A causa de su valor histórico, el Colector de Ishiibi fue restaurado hace tres años tras unas extensas excavaciones de estudio, y hoy por fin podemos contemplar su diseño original. A pesar de que en la época de su construcción no existía un término semejante al de "ingeniería fluvial", la población local consagró toda su destreza y sabiduría para su creación.

(2) Un Sifón en el Cielo (Puente de Tsujunkyo, Kumamoto, Prefectura de Kumamoto)

Este es el puente-acueducto de Tsujunkyo, erigido en 1854 (Figura 18). Se trata de un puente de piedra de 20 metros de altura y 75 de longitud, con un caudal de 15.000 metros cúbicos diarios, que aún presta servicio irrigando 120 hectáreas de terrenos agrícolas.

La meseta de Shiraito, en la prefectura de Kumamoto (Kyushu), es un altiplano que se eleva entre 400 y 600 metros sobre el nivel del mar y que históricamente ha padecido sequías. El agua disponible en la zona procedía exclusivamente de estanques y fuentes. Fuda Yasunosuke, un líder local, tomó la iniciativa y decidió que era necesaria la construcción de un canal que suministrase agua a granjas y hogares. Yasunosuke se propuso un ambicioso plan para captar agua del río Sasahara, a seis kilómetros de distancia, y transportarla a lo largo de 12 kilómetros de canales de irrigación atravesando montañas para regar los campos de cultivo ya existentes y explotar otros nuevos (Figura 19).

El puente-acueducto debía cruzar el profundo valle del río Gorogataki. Albañiles locales con gran experiencia y granjeros de los valles vecinos participaron en el proyecto, del que aún hoy podemos aprender muchas lecciones. Gracias al éxito a la hora de movilizar a toda esa mano de obra,

los trabajos se completaron en tan sólo veinte meses.

El puente-acueducto hacía gala de numerosas innovaciones. Aquí pueden ver cómo algunos curiosos observan los chorros de agua que salen del puente. No obstante, ese flujo de agua no es una atracción turística (Figura 20). Obviamente, no se trata de un gran escape, y su función en realidad es eliminar fangos y arenas del conducto sirviéndose de una corriente de agua.

Un acueducto que salvase un barranco de 30 metros de profundidad superaba la capacidad técnica de la mampostería de la época, que sólo permitía la construcción de estructuras de 20 metros, por lo que la obra sólo alcanzó esa altura. El problema de elevar el agua esos diez metros adicionales se solucionó con un sifón de presión hidráulica. El puente es, por consiguiente, una combinación única de puente-acueducto y sifón (Figura 21). El acueducto está sometido a una gran presión hidráulica debido a su estructura de sifón. Gracias a esta presión hidráulica y al flujo de agua, es posible eliminar los fangos y sedimentos en el acueducto. Este hermoso arco es el resultado de una hábil técnica de mantenimiento (Figura 22). Para garantizar la viabilidad a largo plazo del acueducto, sus diseñadores llegaron incluso a definir su mecanismo de mantenimiento.

La escala de este puente-acueducto es difícilmente comparable a la del de Segovia, pero supone también una muestra de la sabiduría aplicada de la población local, un activo común tanto en Oriente como en Occidente.

(3) Edo, una sociedad que reciclaba

Permítanme llevarles ahora a Edo, una de las mayores ciudades del planeta entre los siglos XVII y XIX. Edo, antiguo nombre de Tokio, disponía de un sorprendente y enormemente funcional sistema de recogida de aguas negras. Las aguas negras de todos los hogares se recogían en barcos que se desplazaban por los canales que atravesaban la ciudad, y posteriormente se llevaban a los pueblos agrícolas cercanos a través de ríos y canales (Figura 23). Los residuos se transportaban en "barcazas de aguas negras" especiales, donde se trataban (y vendían) como un valioso fertilizante (Figura 24). Los campesinos las almacenaban después en tanques de

fermentación y las empleaban como abono una vez que el calor de la fermentación había exterminado todos los gusanos parasitarios y demás microorganismos.

El arroz y las verduras cultivados en las granjas se transportaban también hasta Edo en barco. En otras palabras, existía un sistema de recuperación de recursos que unía la gran ciudad de Edo con las granjas periféricas. No ha de extrañarnos, por tanto, que los visitantes de ultramar destacaran que se trataba de la ciudad más limpia del mundo.

Actualmente se celebra el Año Internacional del Saneamiento, cuestión largamente ignorada que a veces se considera más un tabú que una cuestión importante para la dignidad humana. ¿Qué estamos haciendo al respecto? Nuestra sabiduría está ahora en tela de juicio. Quizá no resulte posible replicar el sistema de reciclado de aguas negras de la antigua Edo en nuestras sociedades modernas, pero el hecho de que en una sociedad del pasado se lograra poner en práctica un sistema de esa índole puede servir de inspiración a otras comunidades sin instalaciones de saneamiento para que recurran a la imaginación y creen sistemas de tratamiento de aguas negras adecuados a su situación.

(4) El ciclo del agua en la Metrópolis de Tokio

Hemos visto en qué modo los japoneses se relacionaron con el agua en el pasado, pero ¿cuál es su situación actual? La producción en masa, el consumo de masas y la generación masiva de residuos son elementos distintivos de nuestra sociedad contemporánea. Esos factores afectan también al agua, ya que actualmente tendemos a despilfarrarla, ignorando que es un bien muy valioso. Deberíamos recordarnos a nosotros mismos los grandes esfuerzos que se realizan para tratar los residuos que generamos de manera sostenible.

<Obras de la red hidráulica de Tokio destinadas a lograr un suministro de agua fiable>

Echemos ahora un vistazo a la situación actual de la red hidráulica de Tokio. El sistema hidráulico de la ciudad incluye una gigantesca red de 26.000 kilómetros de canalizaciones, además de embalses, presas, plantas

de tratamiento de aguas y servicios de suministro de agua. Al observar este mapa donde se muestra en rojo la red de tuberías de un diámetro igual o superior a 40 centímetros, comprobaremos su similitud con nuestro sistema circulatorio (Figura 25). El porcentaje de fugas de agua, de un 3,3% en el ejercicio fiscal de 2007, es asombroso si se tiene en cuenta que en las principales capitales mundiales asciende a tasas superiores al 30%. Es difícil detectar las fugas de agua subterráneas, por lo que en Tokio se utilizan detectores de fugas electrónicos que localizan el ruido de cualquier fuga mientras la ciudad duerme (Figura 26). Yo lo comprobé personalmente, y puedo asegurarles que no es un trabajo fácil. Este concienzudo servicio a la comunidad es lo que ha permitido reducir gradualmente la tasa de fugas. Además, me alegra enormemente saber que estos conocimientos se han transferido también a muchos países extranjeros.

Obviamente, no podemos pasar por alto la necesidad de conservar nuestros recursos hídricos. Durante más de 100 años, Tokio ha realizado grandes esfuerzos para el mantenimiento y desarrollo de las masas forestales de sus cuencas. Actualmente, el Gobierno Metropolitano de Tokio conserva y explota 21.600 hectáreas de superficie forestal, el equivalente al 35% de la extensión de los 23 distritos especiales de Tokio, con el fin de proteger los recursos hídricos y optimizar la calidad del agua (Figura 27). No se escatiman tampoco energías para diversificar gradualmente los bosques formados por una sola especie de coníferas e incluir también *mizunaras* (roble japonés) y arces. Los bosques con más de una especie contribuyen a la biodiversidad y crean suelos más adecuados para la conservación de los recursos hídricos y la purificación de las aguas.

Los bosques de las cuencas fluviales de Tokio se adentran en la vecina prefectura de Yamanashi, que visité recientemente y donde tomé esta fotografía de un bosque que se extiende en dirección al Monte Daibosatsu (Figura 28). Algunas zonas de esta región llegaron a estar completamente devastadas, pero ahora cuentan con una rica cubierta vegetal (Figura 29). Al cerrar los ojos podía escuchar el canto de los pájaros y el rumor de los arroyos descendiendo por el valle. El Gobierno Metropolitano de Tokio ha creado una ruta a través de la zona para recordar a los visitantes el papel del bosque en la conservación del agua así como su

responsabilidad de proteger la naturaleza. Cuando abandoné la zona, me sentí feliz de saber que unos bosques tan esenciales para nuestra agua y, por tanto, para nuestra vida, estaban tan bien cuidados por personas realmente implicadas en su conservación (Figura 30).

El Gobierno Metropolitano de Tokio está extendiendo sus iniciativas al extranjero, y algunos de sus miembros viajan por todo el mundo y se invita también a especialistas a realizar prácticas en Japón. Asimismo, se ha creado una página Web para compartir información sobre tecnologías relacionadas con los servicios hídricos. En mi opinión, es importante que los conocimientos de ingeniería hidráulica japoneses, si así se requiere, puedan transferirse a aquellos que los necesiten mediante el establecimiento de asociaciones con los gobiernos locales encargados directamente del mantenimiento y gestión de los servicios hídricos.

<Reestablecer el ciclo hídrico en la ciudad – Reutilización de aguas tratadas procedentes de la red de alcantarillado>

Y ahora, ¿por qué no abordar otra cuestión de gran trascendencia para el reciclado de aguas urbanas: el alcantarillado? Quisiera abordar un punto acuciante y de gran actualidad como son las redes de alcantarillado. La fiabilidad del suministro y el tratamiento adecuado de las aguas constituyen el cordón umbilical de cualquier ciudad. La población y urbanización crecientes en el mundo suponen todo un desafío para el ya bastante difícil suministro y gestión de los recursos hídricos. Además, la carestía de agua, que según las previsiones se agravará como consecuencia del cambio climático, es otra amenaza para la sostenibilidad de muchas ciudades. Existe cada vez una mayor necesidad de que las redes de aguas urbanas se vuelvan cíclicas y sostenibles.

En consecuencia, las medidas para reutilizar las aguas residuales urbanas han adquirido un creciente cariz de urgencia, y en Japón se están poniendo en práctica toda una serie de iniciativas al respecto. Por ejemplo, en Tokio, 3.000 metros cúbicos de aguas residuales, tras ser tratadas con las últimas tecnologías en la planta depuradora de Ochiai, se envían a diario al Centro de Reciclado de Agua de Shinjuku, un *subcentro* de la capital,

para su reutilización en las cisternas de los baños de los rascacielos (Figura 31). El agua reciclada sirve también para alimentar ríos urbanos que restauran el medio ambiente de la ciudad (Figura 32).

Nosotros los japoneses tenemos una cultura de continuo reciclado del agua. En nuestros hogares, el agua empleada para cocinar se aprovecha luego para fregar suelos y limpiar, y más tarde para regar el jardín. Tal vez esa mentalidad se vea reflejada en nuestro absoluto compromiso con el tratamiento avanzado de las aguas residuales, que posteriormente se destinan a los fines que mejor se ciñen a su calidad.

4 Conclusión

La Tierra es el planeta del agua. Los seres humanos existen gracias a ella y nuestras diferentes historias y culturas son el resultado de la adaptación a las condiciones naturales de nuestro medio (Figura 33). Nuestros diversos estilos de vida y culturas son fruto de la adaptación al entorno natural en que vivimos. En la base de esa diversidad se halla la relación del ser humano con el agua. De hecho, podríamos llegar a afirmar que la relación entre ser humano y agua es la fuerza principal que nos da la vida y ha hecho de nosotros lo que somos.

Los problemas del agua subyacen a todos los demás desafíos que afrontamos con incertidumbre, como la pobreza y el hambre, la agricultura y la producción de alimentos, la capacitación de la mujer y la educación infantil, y la gestión de desastres. No cabe duda de que todas esas cuestiones deben solventarse más allá de las fronteras nacionales y desde la perspectiva de la seguridad y la supervivencia humanas. No obstante, la resolución de los problemas del agua, un desafío común para todos nosotros, exige también que cada comunidad local busque soluciones activamente basándose en su historia y cultura únicas.

La Exposición Internacional Zaragoza 2008 sobre Agua y Desarrollo Sostenible, al haber logrado reunir los conocimientos y tecnologías sobre el agua procedentes de innumerables regiones y países del planeta, es una ocasión crucial para transmitir a las generaciones futuras nuestra sabiduría colectiva sobre los temas relacionados con el agua. Quisiera finalizar mi

intervención expresando mi más sincero deseo de que esta exposición sirva de base para un mayor progreso de nuestra raza humana.

Muchas gracias.