

Proyectos de distribución de agua para el desarrollo en zonas rurales de África y Sudamérica

Esta última entrega de la serie dedicada a oportunidades profesionales en Sudamérica y África se dedica al potencial de los proyectos de distribución de agua en el medio rural. Si bien son muchas las grandes infraestructuras que empiezan a construirse en estos territorios, el artículo se centra sobre todo en las pequeñas actuaciones técnicas que pueden desarrollarse desde la ingeniería relativa al equipamiento electromecánico de las instalaciones que trabajan con agua.

Santos Lozano Palomeque

De la importancia del agua en la región pude darme cuenta en mi primer viaje a Venezuela en 1995. En el estado Táchira, justo en la frontera con la tumultuosa Colombia de la época pude ver cómo en el trópico la estacionalidad de las aguas condiciona la vida de sus habitantes. Periodos de inundación alternan con periodos de sequía y esto impide el desarrollo de

infraestructuras estables en enormes regiones de las grandes cuencas fluviales de la región. En África ecuatorial este fenómeno se produce con menor intensidad en las regiones más occidentales del continente.

En las terrazas bajas inundables de los ríos se sitúa una parte significativa de la población rural y la mayor parte de la superficie dedicada a la producción de cultivos alimenticios. Hay que indicar también que

la cobertura de electrificación en el mundo rural es muy limitada salvo en algunos países como Chile, donde alcanza al 95 % del país. Pese al crecimiento espectacular de las ciudades en el mundo rural, la densidad es muy baja con grandes regiones en las que escasamente se superan los dos habitantes/km². Las actividades productivas rurales no pueden disponer de energía eléctrica convencional y, por tanto,

En África el agua suele ser subterránea. En la imagen, un grupo de trabajadores traslada un tubo para agregar en la perforación. Foto: Gilles Paire / Shutterstock.



el uso del agua es costoso al tener que recurrir a generadores.

Pese a que son muchas las regiones rurales en el mundo que se encuentran en esta situación, ha sido muy escaso el esfuerzo de las instituciones de investigación en ampliar el conocimiento sobre estas áreas y generar tecnologías adecuadas para su uso racional. Tan solo en la cuenca del Amazonas 7.000.000 de km² son drenados por el río, una superficie que equivale a 14 veces España.

La implantación de tecnologías para la distribución, riego, potabilización y depuración de agua a pequeña escala suponen una gran oportunidad de desarrollo profesional en entornos urbanos, periurbanos y en el medio rural.

Ejemplos del uso del agua

Por mencionar algunos ejemplos de lo que está ocurriendo con el agua en Sudamérica y África podemos hablar del enorme crecimiento que he podido ver en la creación de zonas cultivables en la Amazonía peruana. El incremento en el precio de los alimentos ha propiciado el desarrollo de nuevas tierras de cultivo donde se obtienen altas rentabilidades. Este frenesí en la implantación de nuevos cultivos lo he encontrado en muchos lugares. Recuerdo, por ejemplo, el enorme crecimiento en la implantación de invernaderos en la República Dominicana, donde la superficie cultivada crece sin cesar. Como ejemplo diría que he podido ver cómo el tomate alcanza porte arbóreo (¡hasta seis metros!) cuando es protegido en los invernaderos frente a los insectos, por lo que las rentas de estas explotaciones son muy elevadas. Los especialistas en sistemas de distribución de agua y en técnicas de riego son profesionales muy demandados. El conocimiento de las técnicas de bombeo de agua y de las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías es aún muy reducido en la gran mayoría de los países que he visitado. Posteriormente hablaré de ello.

Otro de los problemas técnicos que abordar que propician unas interesantes perspectivas laborales para la ingeniería es la necesidad de construcción de obras de saneamiento. El crecimiento irregular de las ciudades ha originado que una parte importante de la población carezca de saneamientos para la eliminación de aguas residuales. Por ejemplo, en Puerto Príncipe (Haiti) no existía una red de saneamientos como tal, lo que obligaba a la construcción de soluciones individuales



Bombas eléctricas para sacar agua del río Breede en la provincia del Cabo Occidental de Sudáfrica para el riego de tierras áridas al lado del río. Foto: Abraham Badenhorst / Shutterstock

en cada edificio. Estas carencias de saneamiento están más extendidas de lo que pudiera pensarse y suponen una contaminación del subsuelo que acaba perjudicando la distribución del agua potable.

La contaminación orgánica del suelo es enorme en las zonas más superpobladas y acaba llegando a las redes de distribución de agua potable. Este tipo de contaminación la he podido ver, por ejemplo, en Santo Domingo (República Dominicana) y Malabo (Guinea Ecuatorial) pero es un problema casi general que acaba provocando toxiinfecciones alimentarias.

Pero aparte del uso del agua más convencional, otros nichos de mercado han aparecido en los que se requieren conocimientos de ingeniería. Se trata de aplicaciones industriales que iremos encontrando por doquier como consecuencia de las actividades transformadoras de recursos naturales, agrícolas, ganaderos o mineros. El alto crecimiento económico que la mayoría de los países del sur vienen experimentando en los últimos decenios ha provocado demandas en ingeniería, ya que se requieren profesionales que tengan capacidad para mejorar procesos.



Sistema de riego automático en una granja agrícola en Mpumalanga, Sudáfrica. Foto: AdeleD / Shutterstock.

Estos nuevos nichos de mercado son, por ejemplo, la industria minera y petrolífera, las plantas concentradoras de oro y los polimetálicos en Perú, o el cobre en Chile. Las dificultades llegan a tener que manejar enormes cantidades de agua a costes elevados, la mayoría de las veces en lugares remotos con suministro eléctrico insuficiente. La contaminación de las aguas subterráneas, sobre todo por el arsénico, es un problema extendido que requiere aportación de tecnología para paliar el problema.

Por último, quisiera también mencionar la importancia de actividades de piscicultura, donde un mejor dominio del agua puede conseguir un incremento sustancial de la productividad. Como ejemplos de piscicultura mencionamos la actividad artesanal para el cultivo de peces amazónicos que tiene lugar en varios países de Sudamérica (Venezuela, Perú, Brasil y Bolivia entre otros) o las actividades más tecnificadas en la costa, especialmente la salmonicultura en Chile.

Las diferencias de nivel

África y en mayor medida Sudamérica tienen grandes cuencas hidrográficas críticas para el desarrollo humano y sostenible de los habitantes de la cuenca. La mayor de ellas es la del Amazonas, que con más de 3.500 km de longitud es la depositaria de la mayor extensión de bosques tropicales del planeta.

Estas extensas regiones geográficas se caracterizan por estar sometidas a unas extensas diferencias de nivel entre cre-

ciente y vaciante de los ríos. En la ciudad de Manaus (Brasil), se ha registrado una variación media de 10 m por año en 80 años. Desde el punto de vista de las actividades económicas y de la localización de los asentamientos poblacionales, estos sectores son precisamente los más importantes. La fertilidad del suelo y la facilidad de comunicaciones a través de los ríos propician que estos territorios se encuentren entre los que mayor desarrollo económico presentan en muchos países emergentes. Los suelos aluviales inundables constituyen un recurso de importancia. Por ejemplo, aquí se concentra el 80% de los recursos de la región amazónica.

A la vista de lo anterior, creo que existen interesantes oportunidades profesionales para la ingeniería si nos centramos en el sector hídrico. Aconsejaría sobre todo el establecimiento de actividades de emprendimiento a pequeña escala, evitando como siempre digo embarcarnos en proyectos grandes de dudoso resultado y en los que aparecerán problemas. Y dentro de las disciplinas técnicas según mi opinión las más interesantes son las que expongo en los siguientes párrafos.

Antes de nada es importante indicar que en muchos países emergentes nos vamos a encontrar problemas de potencia en el suministro eléctrico, con apagones frecuentes por sobrecarga en cada vez más lugares. El control de las bombas, equipos intensivos en consumo energético, hace aparecer interesantes oportunidades.

Las bombas centrífugas tienen un comportamiento que no es tan fácil de enten-

der y ello ha hecho que gran parte de las instalaciones que nos vamos a encontrar en Sudamérica y África sean ineficientes. El consumo de las bombas depende de las leyes de afinidad, las cuales expresan la relación matemática que existe entre el caudal, la velocidad de la bomba (rpm), la altura y el consumo de energía para el caso de bombas centrífugas. Las leyes muestran que incluso una pequeña reducción en el caudal se convertirá en reducciones importantes de potencia y, por tanto, de consumos energéticos. La introducción de estos conceptos en sistemas hidráulicos existentes se realiza con variadores de frecuencia y suponen una interesante oportunidad técnica de actuación.

Dimensionado correcto

Otra cuestión importante sobre la que trabajar es el correcto dimensionado de los sistemas de bombeo. Es común pasar por alto el dimensionado y seleccionar bombas guiándonos exclusivamente por la potencia nominal del motor. Introduciendo conceptos de dimensionado calculando con detalle la altura manométrica podremos conseguir interesantes mejoras en los procesos.

En un proceso con bombas centrífugas el BEP, (siglas en inglés de punto de mejor eficiencia); este punto como su nombre indica, está asociado a los parámetros de operación de la bomba, en la cual su eficiencia es máxima. Así, entonces hay un valor de caudal y de altura relacionados con el BEP (QBEP y HBEP). Lo ideal es trabajar la bomba en este punto (o en su vecindad), para suplir las necesidades del proceso.

La consideración de los problemas de sobreconsumo provocados por el bajo factor de potencia de las bombas, las elevadas potencias absorbidas en bombas con bajo rendimiento y los problemas que aparecen cuando la bomba trabaja en puntos alejados del BEP son factores que hay que considerar para mejorar los procesos.

Corrientes de arranque

También hay mucho que hacer introduciendo en los procesos tecnologías para reducir las corrientes de arranque de las bombas centrífugas. La reducción de la corriente de arranque se realiza para evitar que otros equipos sufran subidas de tensión al conectar cargas de tensión altas a la alimentación eléctrica. Con ello se protege a las tuberías de los incrementos de presión excesivos. Muchos países cuentan con normativa para reducir la corriente de arranque, en forma de una carga máxima



Bomba de agua en un cultivo tropical en África. Foto: Sylvie Bouchard / Shutterstock

en kW o en Amp permitida para arrancar con una conexión directa en línea (DOL). En la mayoría de los países de África y Sudamérica no se dispone de normativa rigurosa o es muy reciente. Por ello nos encontraremos este tipo de dificultades. La implantación de arranques progresivos y convertidores de frecuencia para paliar este problema es una actuación interesante en las que las bombas produzcan problemas eléctricos o se quieran minimizar los problemas.

Hay que tener en cuenta también que en muchos países no son frecuentes o no existen las redes trifásicas, por lo que nos veremos obligados a utilizar sistemas monofásicos, más costosos y con un consumo más intensivo. Los convertidores de frecuencia son un dispositivo ideal para controlar el rendimiento de la bomba, al ajustar la velocidad del motor. Por tanto, es el tipo de arrancador ideal tanto para reducir la corriente de arranque como para reducir los picos de presión.

El convertidor de frecuencia es el dispositivo más caro para controlar las corrientes de arranque, se usa principalmente en aplicaciones de rendimiento variable pues tiene otra serie de ventajas, sobre todo mejorar la eficiencia energética y proporcionar diferentes medios de control.

Otra de las cuestiones que considerar al trabajar en proyectos de distribución de agua es la calidad de la energía. Los problemas de calidad de la energía son comunes en Sudamérica y África. He encontrado problemas serios en República Dominicana y Haití que condicionan el uso

de equipos sofisticados. Los mayores problemas se encuentran en zonas alejadas de los centros urbanos, donde la disponibilidad de energía puede ser muy limitada. Incluso en países avanzados como Chile tendremos problemas con la energía como consecuencia de la insuficiencia de energía y de las largas distancias.

También debemos considerar que en el trópico las tormentas eléctricas son muy frecuentes y más intensas que en zonas templadas. Los transitorios originados por las tormentas eléctricas provocan fallos catastróficos en los aparatos eléctricos.

Es, por tanto, importante considerar los problemas de calidad de la energía cuando vayamos a trabajar con sistemas de bombeo en África y Sudamérica.

Bombeo solar

Entre las áreas que considero relevantes para realizar trabajos de ingeniería relacionadas con el agua he querido acabar con el bombeo solar, una disciplina tecnológica reciente en la que las energías renovables son competitivas frente a los generadores diésel y las redes públicas.

Según mi experiencia en Sudamérica y África, en grandes extensiones de estos territorios solamente es posible el bombeo de agua de una forma competitiva si utilizamos bombeo solar. El problema del coste de la energía no es tan acuciante como en Europa, salvo en algunos países como Chile, Uruguay y Paraguay como las carencias de redes de distribución capaces de aceptar sistemas de bombeo. La conexión de bombas centrífugas a las redes

eléctricas o a los generadores conlleva unos requerimientos de energía elevados, muy superiores a la potencia en eje del motor de la bomba. Por ello, nos veremos obligados a sobredimensionar la generación y las redes públicas con poca capacidad se verán sobrecargadas.

Pero además de los problemas eléctricos en regiones extensísimas, no existen líneas eléctricas y, por tanto, el desarrollo está condicionado al no disponer de energía. No es previsible la electrificación convencional en estos territorios y solo la generación distribuida permitirá el desarrollo. Entre las tecnologías más interesantes está la del bombeo solar autónomo o directo. Actualmente es bastante sencillo impulsar bombas de forma directa a partir de paneles fotovoltaicos. Estas tecnologías son demandadas en todos estos territorios.

En conclusión, según mi experiencia de campo, creo que una de las disciplinas más interesantes sobre las que actuar en África y Sudamérica son los proyectos de distribución de agua para el desarrollo rural de grandes territorios con gran expansión económica. El dominio del agua eficiente supone la aparición de problemas técnicos relevantes que son los que propician la aparición de interesantes nichos de mercado para nuestra profesión.

Santos Lozano Palomeque es ingeniero técnico industrial especialista en diseño de aplicaciones que integran el uso de la energía y las máquinas. En los últimos años centra su trabajo en el desarrollo de soluciones de generación distribuida en nuevas aplicaciones en las que las energías renovables son ya competitivas. tecnoce@telefonica.net