

RECUPERACIÓN DE MOLINOS HIDRÁULICOS TRADICIONALES COMO CENTRALES ENERGÉTICAS RENOVABLES PARA LA ILUMINACIÓN DE ENTORNOS PÚBLICOS EN GALICIA

Diz J.*, Rodríguez M.**

* Dep. Electrónica, IES Escolas Proval, Av. Portugal 171, Nigrán 36350, Galicia, España, Tel. +34986369402, Fax. +34986369405, javier.diz@edu.xunta.es

** Dep. Xeografía e Historia, IES Valadares, Av. Clara Campoamor s/n, Vigo 36315, Galicia, España, Tel. +34986465143, Fax. +34986465139, montserpaz@edu.xunta.es

RESUMEN

En este artículo se explora una propuesta de rehabilitación de instalaciones energéticas tradicionales gallegas como los molinos (*muiños*) dándoles una nueva utilidad como centrales microhidráulicas y solares para la generación de energía eléctrica para el alumbrado de vías públicas u otras instalaciones. La propuesta se basa en la proximidad de estos elementos a los posibles puntos de consumo debido a la dispersión de población en el rural gallego, que en este caso supone una ventaja comparativa. El artículo expone las trabas burocráticas existentes y propone que se reduzcan para allanar el camino a otros usos particulares. La propuesta se ha desarrollado para el corredor que une la Universidad de Vigo con el centro urbano, que reúne todos los elementos: viales y áreas recreativas, cursos de agua con molinos tradicionales, y capacidad tecnológica para la realización del proyecto.

PALABRAS CLAVE: Energías renovables, Iluminación Eficiente

ABSTRACT

This article makes a proposal for rehabilitation of traditional energy facilities like hydraulic mills (*muiños*) in Galicia, giving them a new use as micro-hydraulic and solar power plants for the generation of electricity for lighting of nearby roads or other public installations. The proposal is based on the proximity of the mills to the possible points of consumption due to the dispersion of population in rural Galicia, which in this case supposes a certain advantage. The article exposes the bureaucratic difficulties and proposes to be reduced to open the way for other uses. The proposal has been developed for the road between the University of Vigo and the city center, where meet all the necessary elements: roads, water courses with traditional mills, and technological capacity to develop the project.

KEYWORDS: Renewable Energy, Efficient Lighting

INTRODUCCIÓN

La dispersión tradicional de la población rural en Galicia supone un problema y un sobrecoste añadido para la prestación de servicios como electricidad, agua, saneamiento y otros. En el caso del suministro eléctrico, esta situación podría proporcionar una cierta ventaja comparativa debido a la tendencia creciente hacia la generación distribuida, el autoconsumo y la autonomía energética, que no hará más que aumentar en los próximos años debido a cambios normativos que simplificarán su implantación y al aumento de los costes asociados a la generación centralizada y las fuentes no renovables.

En el entorno gallego es posible el aprovechamiento de numerosas fuentes energéticas renovables como la microhidráulica, microeólica, solar térmica y fotovoltaica, cuya combinación puede conducir al autoabastecimiento a nivel particular e incluso generar excedentes.

Sin embargo existen numerosas trabas, tanto por el difícil acceso actual a la tecnología apropiada para un aprovechamiento sencillo y eficaz como por las complicaciones administrativas y legales que hay que superar.

Un buen ejemplo de este tipo de posibles aprovechamientos energéticos son los molinos hidráulicos, que actualmente en su mayor parte están destruidos, en desuso o en algunos casos rehabilitados pero dedicados sólo a visitas y demostraciones didácticas. Esta falta de utilidad conduce a que no exista un interés real en su recuperación, lo que contribuye más a su deterioro. Su utilización directa por particulares está limitada a los usos tradicionales de molienda de grano, que como actividad económica es irrelevante y en la mayor parte de los casos sólo se mantiene por la constancia y apego a las tradiciones de sus propietarios.

La reconversión de molinos hidráulicos para la producción eléctrica no es algo novedoso, hay numerosos ejemplos en los primeros tiempos de la era eléctrica a comienzos del siglo XX como el muíño do Burato en Allariz o la Ferreiría de Bogo en A Pontenova. Esta actividad se abandonó con la construcción de centrales hidroeléctricas más grandes.

Debido a la dispersión de la población antes mencionada, la inmensa mayoría de estos molinos están suficientemente próximos a viviendas o núcleos habitados como para que su aprovechamiento energético sea interesante. Pero el cambio de uso para producción eléctrica, técnicamente posible y compatible con el uso tradicional de molienda, choca con numerosas trabas administrativas y un profundo desconocimiento de la población.

Por estos motivos sería de gran utilidad que los centros tecnológicos y de innovación locales (universidades, institutos de investigación, centros de formación profesional, agencias municipales de energía, parques tecnológicos) y otros agentes públicos se implicaran en el desarrollo de soluciones energéticas de fácil implantación que luego pudieran ser adoptadas por el conjunto de la población.

En este artículo se presenta una propuesta de rehabilitación de molinos hidráulicos tradicionales y el aprovechamiento de la energía proporcionada por éstos para usos públicos como alumbrado y señalización de caminos o áreas recreativas. De esta forma los molinos recuperarían su finalidad energética, uso para el que fueron construidos y para el que sirvieron eficazmente a la sociedad durante siglos.

El proyecto persigue un cuádruple objetivo: desde el punto de vista histórico-etnográfico, la recuperación de un patrimonio material que forma parte de nuestra cultura y su puesta a disposición del público a través de proyectos de musealización, visitas guiadas, publicaciones y otros medios. Desde el punto de vista económico, la renovación y explotación de instalaciones de generación de energía que no necesitan de importación ni transporte de materias primas, ya que se obtienen localmente a coste cero. Desde el punto de vista tecnológico, el desarrollo de soluciones de aprovechamiento energético a nivel

local y la transferencia de tecnología a todos los interesados para beneficio de la comunidad. Desde el punto de vista normativo y legal, la identificación y superación de todos los escollos que existen actualmente para la puesta en marcha de este tipo de instalaciones de forma que sirva de ejemplo para otras entidades y particulares, incluso si es necesario impulsando cambios en la legislación.

ANTECEDENTES

La idea original de este proyecto surge tras el desarrollo de un sistema de electrificación interior de bajo coste para el *muíño do Foxo* (Beade, Vigo), realizado con un panel solar fotovoltaico de 10W y un SAI de ordenador (Diz, 2008). En este caso no se optó por el aprovechamiento directo mediante turbina por la complicación técnica que suponía y para no modificar la funcionalidad del molino, que se sigue utilizando para su uso tradicional.

La construcción en la misma zona de Beade-Valadares del Parque Tecnológico e Loxístico por la Zona Franca de Vigo supone una transformación radical de este ámbito de rural a industrial, respetándose sin embargo el entorno de los regatos y molinos como zonas verdes de la nueva infraestructura. Se ha creado un sendero y área recreativa que discurre paralela a la carretera de la Universidad (Av. Clara Campoamor), en la que han participado alumnos del IES Valadares como parte de su formación dentro del Programa de Cualificación Profesional Inicial (PCPI) en la modalidad de Jardinería. Este programa ha sido dirigido durante el curso 2010-2011 por la coautora de este artículo.

A raíz de otras actividades de los autores relacionadas con el patrimonio tradicional y las energías renovables se pudo constatar que en muchos casos existe una correlación entre presencia de molinos hidráulicos y vías de comunicación, pequeños núcleos aislados o áreas recreativas, realizadas en muchos casos como resultado de la rehabilitación de los propios molinos mediante subvenciones públicas. Como ejemplos podemos citar el propio *muíño do Foxo* (Vigo), los *muíños de Coruxo* (Vigo), próximos a la carretera C-550, el *muíño de Nande* (Mañufe, Gondomar) en la carretera PO-2305 (Fig. 1), o los *muíños da Serra* (Peiteiros, Gondomar).

De todo lo expuesto surge la idea de dar un paso más en la rehabilitación de los molinos e incidir en su aspecto más tecnológico, que es el de la producción de energía.



Fig. 1. Muíños do Foxo (Beade, Vigo) y Nande (Gondomar)

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En todos los casos citados el aprovechamiento de los molinos para producción eléctrica e iluminación resulta posible, fácil, conveniente y con un elevado impacto publicitario y didáctico. La energía generada puede dedicarse a la iluminación de las áreas recreativas,

vías públicas o a la alimentación de dispositivos de telecomunicación. Podría incluso combinarse con proyectos de viabilidad de electrificación para viviendas de la zona.

La adecuación de los molinos para estos usos se justifica por varios motivos:

- el ya mencionado de la proximidad de los generadores a los puntos de consumo (correlación espacial).
- La correlación temporal entre la energía diaria producida y la necesaria para iluminación: en invierno hay más caudal y se necesitan más horas de luz.
- Las instalaciones microhidráulicas producen energía durante la noche, al contrario que los sistemas solares fotovoltaicos sin acumulación.
- No es imprescindible almacenar la energía, lo que simplifica y abarata la instalación y reduce la probabilidad de averías.
- La energía excedente durante el día puede usarse para otras aplicaciones aisladas (telecomunicaciones, etc) o inyectarse a la red eléctrica si es posible.
- La tecnología de turbina microhidráulica es robusta y puede transferirse a países en vías de desarrollo sin crear dependencias de suministro o mantenimiento.
- En todo caso, se puede prever un sistema de almacenamiento a baterías para usos concretos o para mejorar el aprovechamiento cuando haya posibilidad económica.
- El sistema permite la integración de diferentes tipos de energías (hidráulica, solar e incluso eólica) en una misma instalación.

ESTUDIO PRELIMINAR

Esta propuesta está pensada para el entorno rural de Vigo, en concreto para el corredor del río Barxa que discurre en los límites de las parroquias de Beade y Valadares. Este corredor es la principal vía de acceso (Avenida Clara Campoamor) desde el centro de la ciudad al Campus Universitario de Marcosende, pasando por colegios como Castrelos o Sobreira, institutos como Beade y Valadares, el Parque Tecnológico e Loxístico de Vigo y el nuevo Hospital en construcción. En concreto, se tomará en consideración la zona entre el cruce de As Carneiras y el IES Valadares (Fig. 2), con un desnivel total de 200 m. En esta zona existen al menos 6 molinos en buen estado de conservación.

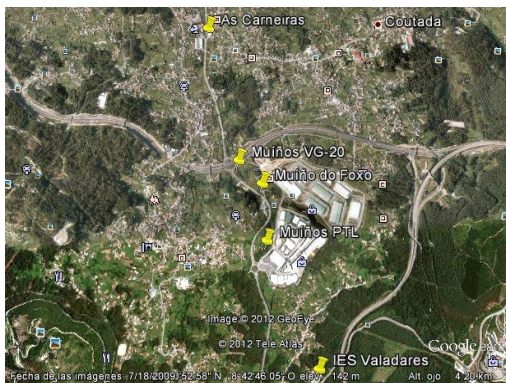


Fig. 2. Área de desarrollo del proyecto

Como cálculos preliminares, se ha tomado para cada molino un caudal promedio $C = 5 \text{ l/s}$ y una altura de la columna de agua desde el canal de entrada hasta el rodicio $H = 3,5\text{m}$. Con estos datos resulta una potencia disponible total de $171,5 \text{ W}$ (Ec. 1):

$$P(W) = 9,8 \times C(l/s) \times H(m) \quad (1)$$

Para estas condiciones de funcionamiento podría usarse una microturbina como el modelo MHG-200HH de Powerpal (2012) que se representa en la Fig. 3. Esta turbina proporciona una tensión alterna de 230V con un rendimiento en torno al 50% , por lo que podría esperarse una potencia útil en torno a 90W . Otros tipos de turbinas podrían proporcionar una salida a 12 ó 24V en continua.

La salida de esta turbina es adecuada para los nuevos tipos de luminarias con diodos led como las BC-SL-18W (Boocca Led 2012), que pueden admitir un amplio rango de tensiones de entrada (entre 85 y 265V en alterna), por lo que no importa que la tensión o frecuencia de la turbina no sean muy estables o se sobrepasen los valores nominales.

Con luminarias de 18W , cada turbina podría alimentar un máximo de 5 puntos de luz.

Para estos cálculos se han considerado sólo las características de los molinos existentes, ya que con el desnivel existente la energía disponible sería mucho mayor y permitiría el uso de turbinas de más potencia.

Es posible integrar la turbina con una pequeña central solar fotovoltaica si se contempla también un sistema de almacenamiento a baterías, o si existe una represa de suficiente capacidad asociada al molino puede usarse para el almacenamiento mediante bombeo solar.

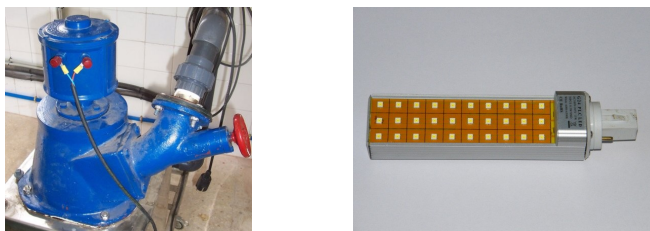


Fig. 3. Microturbina y luminaria led

NORMATIVA

En este apartado no se pretende hacer un análisis exhaustivo de la legislación y los trámites necesarios para la instalación considerada, sino sólo llamar la atención sobre algunos aspectos de la situación actual.

Las normativas fundamentales aplicables son la Ley de Aguas (Aguas de Galicia, 2012a), el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (BOE, 1986) y el Real Decreto 916/1985 de concesiones hidroeléctricas (Aguas de Galicia, 2012b).

El principal escollo normativo es la necesidad de obtener una concesión para cualquier tipo de aprovechamiento hidráulico, que debe someterse a información pública, publicar la concesión y en algunos casos someterse a competencia entre posibles candidatos. Pueden encontrarse casos que rozan el esperpento, como la concesión (BOP, 2012) de un caudal de $0,01 \text{ l/s}$ de un manantial para uso doméstico en Mougás.

Otro aspecto curioso es la consideración del accionamiento de molinos dentro de los casos de “usos no energéticos”.

El IDAE dispone de una guía (IDAE, 2012) con la inacabable lista de trámites necesarios para obtener una concesión de aprovechamiento minihidroeléctrico.

Existe un procedimiento especial para concesiones hidroeléctricas inferiores a 5MW según el RD 916/1985, lo que es claramente excesivo para usos domésticos.

En el caso de los molinos (y en el del riego también), la infraestructura, canalización y concesión del caudal ya existe, por lo que sólo habría que establecer un procedimiento para autorizar un nuevo uso de la energía generada.

CONCLUSIONES

Se ha elaborado una propuesta de aprovechamiento de molinos tradicionales para la producción hidroeléctrica a pequeña escala con la posibilidad de integrar energía solar fotovoltaica. La tecnología necesaria para la realización de proyecto está disponible, aunque sería necesario un esfuerzo de innovación para ponerla a disposición del público en general y sobre todo para vencer la laboriosa tramitación administrativa actualmente existente. Se destaca la necesidad de impulsar un cambio normativo que facilite la instalación y conexión de pequeños generadores hidroeléctricos para autoconsumo al mismo nivel que otros aprovechamientos como el riego o la molienda.

REFERENCIAS

Diz, J. and Rodriguez, M. (2008) Solar-Recharged UPS as a Low Cost AC Power Supply for Electronics and Environmental Education. *Proceedings of the 5th International Conference on Hands on Science*. 13-17 October, Recife, Brasil, Costa M. and Dorrio B., pp. 20-23.

Powerpal turbina microhidráulica MG-200HH, <http://www.powerpal.com/highhead.html>, último acceso: 29 de marzo de 2012.

Boocca Led, lámpara exterior BC-SL-18W, <http://www.boocaled.com/2-1-1-18w-24w-led-street-light.html>, último acceso: 29 de marzo de 2012.

Augas de Galicia, Texto Refundido da Lei de Augas, <http://augasdegalicia.xunta.es/gl/Texto%20refundido%20Ley%20de%20Augas%20%28actualizado%20a%202-01-04%29.pdf>

Augas de Galicia, RD 916/1985, <http://augasdegalicia.xunta.es/gl/2.5.20.htm>, último acceso: 29 de marzo de 2012.

BOE, Reglamento Dominio Público Hidráulico, http://www.boe.es/boe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1986-10638, último acceso: 29 de marzo de 2012.

IDAE, Minicentrales hidroeléctricas, http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10374_Minicentrales_hidroelectricas_06_d3d056dd.pdf, último acceso: 29 de marzo de 2012.

BOP concesión Mougás, <http://www.bop.depo.es/bop.PONTEVEDRA/2012/bop.PONTEVEDRA.20120306.046.pdf>, último acceso: 29 de marzo de 2012.