

COGENERACIÓN. LA EFICIENCIA ES FUNDAMENTAL

INCLUSO 132 AÑOS DESPUÉS DE LA PUESTA EN SERVICIO DE LA PRIMERA CENTRAL DE COGENERACIÓN, PEARL ST STATION, 130 kW, EN LA ISLA DE MANHATTAN, SIGUE SIENDO NECESARIO EXPLICAR LA COGENERACIÓN. LOS 6.000 MW CONSTRUIDOS EN ESPAÑA DESDE HACE 30 AÑOS TAMPOCO PARECEN HABER SERVIDO PARA DEMOSTRAR LO QUE, A OJOS DE CASI TODO EL MUNDO, RESULTA UNA EVIDENCIA: LA COGENERACIÓN ES UNA ENERGÍA LIMPIA, DISTRIBUIDA, QUE REDUCE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA, QUE FOMENTA LA COMPETITIVIDAD, QUE ATIENDE DEMANDAS REALES, QUE EVITA INVERSIONES EN GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN, QUE INCREMENTA LA SEGURIDAD DE SUMINISTRO Y QUE REDUCE LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA.

Sorprenden y disgustan los pasos de cangrejo que seguimos dando en España, los palos en las ruedas que descaradamente se van colocando para frenar la cogeneración, el desinterés por conocer y entender esta tecnología, demostrado a través del cínico RD 900/2015, que osa enunciar que: “La generación distribuida presenta beneficios para el sistema, fundamentalmente en lo relativo a reducción de pérdidas de la red en los supuestos en los que las instalaciones de generación se encuentren cerca de los puntos de consumo y reduzcan los flujos de energía por la red, suponiendo además una minimización del impacto de las instalaciones eléctricas en su entorno” para, después, desarrollar una serie de trabas que, en la práctica, contribuyen al mantenimiento del oligopolio eléctrico e imposibilitan el desarrollo de esta generación distribuida, penalizándola económica y administrativamente.

El agravio es más acusado si acudimos al desarrollo legislativo mexicano: desde hace ya más de un año, México está preparando una ambiciosa Reforma Energética orientada a una plena liberalización del mercado y al fomento de la sostenibilidad económica y medioambiental de esta actividad. Y dentro de este conjunto, la cogeneración aparece como un elemento fundamental para contribuir al cumplimiento de estos objetivos, siempre bajo preceptos tecnológicamente coherentes, que deben ofrecer capacidad de incentivar y modular el crecimiento en las instalaciones y de verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos a nivel nacional. En este sentido, la Comisión Reguladora de Energía se percibe como pilar básico en el impulso de este desarrollo normativo simple y coherente, del que tan huérfanos nos sentimos en España, y al que, ojalá, algún día podamos acercarnos.

No es objeto de este artículo resumir el mencionado desarrollo normativo mexicano, pero sí lo es tratar de detenerse en sus principios básicos y en algunas reflexiones y consecuencias que de él se derivan.



Vista exterior de una central de cogeneración de 6 MW diseñada y construida por AESA (Tula - México) | External view of a 6 MW CHP plant designed and constructed by AESA (Tula - Mexico)

CHP. EFFICIENCY IS ESSENTIAL

EVEN 132 YEARS AFTER THE COMMISSIONING OF THE FIRST CHP PLANT, THE 130 kW PEARL ST STATION PLANT ON MANHATTAN ISLAND, COGENERATION STILL NEEDS SOME EXPLANATION. NOR HAVE THE 6,000 MW CONSTRUCTED IN SPAIN 30 YEARS AGO BEEN ABLE TO DEMONSTRATE SOMETHING WHICH, IN THE EYES OF ALMOST THE WHOLE WORLD, IS PROOF POSITIVE: CHP IS A CLEAN, DISTRIBUTED ENERGY THAT REDUCES LOSSES IN THE SYSTEM, PROMOTES COMPETITIVENESS, COVERS REAL DEMANDS, AVOIDS THE NEED FOR INVESTMENTS IN GENERATION, TRANSPORT AND DISTRIBUTION, IMPROVES SUPPLY SECURITY AND REDUCES ENERGY DEPENDENCE.

Spain's continued sideways progress surprises and disappoints, blatantly hindering the advance of CHP and demonstrating a lack of interest in learning about and understanding this technology. The cynical tone of Royal Decree 900/2015 boldly states that: “Distributed generation offers benefits for the system, essentially as regards the reduction of losses from the grid in cases where the generation installations are close to the points of consumption. It reduces the flows of energy through the grid, thereby minimising the impact of the electrical installations on their surrounding area” so that a series of obstacles can later be developed that in practice help preserve the monopoly of the utilities while impeding the development of this distributed generation by penalising it in both economic and administrative terms.

This discrimination is more pronounced when we compare our situation with Mexico's legislative development. For just over one year, Mexico has been preparing an ambitious Energy Reform designed to fully liberalise the market and promote the economic and environmental sustainability of this activity. And CHP has a part to play in this reform as a fundamental element to help achieve its goals, accompanied by technologically coherent guidelines that have to be able to incentivise and modulate growth in the installations as well as verifying that national targets are met. In this regard, Mexico's Energy Regulatory Commission (CRE) considers the promotion of simple and coherent legislation is a basic cornerstone; a concept completely lacking in Spain and which hopefully one day, we will move closer to.

It is not the purpose of this article to provide a summary of Mexico's regulatory development, however it does try to focus on its basic principles, offering some reflections and their consequences.

Self-consumption

The energy that enters the system is surplus energy, not the self-consumed power. Despite being a truism, it is worth mentioning that today, this practice is almost penalised in Spain. The energy produced is first consumed by the cogeneration company itself and the surplus is injected into the grid where it is sold to third parties or to the market. In Mexico, self-consumed energy is completely toll-free.

Clean energy

The energy produced from CHP contains a percentage component of clean energy, absolutely comparable to a renewable energy, known as Carbon Free Energy (CFE). This is

Autoconsumo

La energía que entra en el sistema es la energía excedentaria, no la autoconsumida. Parece de perogrullo, pero merece la pena recordar que, hoy en día, esta práctica está casi penalizada en España. La energía producida es consumida en primer lugar por el propio cogenerador y el excedente es vertido a la red, donde será vendido a terceros o al mercado. Sobre aclarar que en México la energía autoconsumida no paga peaje alguno.

Energía limpia

La energía producida a través de cogeneración tiene una componente porcentual de energía limpia, absolutamente equiparable a una energía renovable, denominada Energía Libre de Combustible (ELC), calculada como producto del Ahorro de Energía Primaria (AEP) asociado a la cogeneración por el Rendimiento Eléctrico de Referencia (RefE) de una planta que utilice el mismo combustible.

$$ELC = AEP \cdot RefE$$

Cada cogeneración produce una determinada cantidad de ELC (siendo cada MWh, equivalente a un certificado de energía Limpia, CEL). A partir de 2018 será obligatorio consumir un 5% de ELC, llegando hasta el 15% en 2024, y se establecerá un mercado de certificados. La cogeneración, al igual que las tecnologías renovables, genera certificados que podrán ser comercializados.

¿Qué consecuencia tiene la energía limpia de una cogeneración?

Toda la energía neta generada por una instalación renovable es limpia. Sin embargo, sólo un cierto % de la generada por una cogeneración lo es. De hecho este % de energía limpia depende directamente del rendimiento eléctrico equivalente (REE) de la instalación.

Incorporando los certificados al cálculo de los ahorros que proporciona una cogeneración, se puede comprobar que, simplificada y para una planta sin excedentes, el resultado neto sigue la siguiente expresión algebraica:

$$\frac{A}{E} = p_E + \left(\frac{1}{fp} - \frac{RefE}{REE} \right) \cdot p_{CEL} - \frac{3.8}{REE} \cdot p_G - p_{OM} - FC$$

Dónde:

A/E = resultado neto, \$ por MWh neto generado
 pE = precio medio de compra eléctrico, \$/MWh

calculated as a product of the Primary Energy Saving (PES) associated with CHP by the Energy Efficiency Reference (RefE in its Spanish acronym) of a plant that uses the same fuel.

$$CFE = PES \cdot RefE$$

Each cogeneration produces a determined quantity of CFE (where each MWh is equivalent to a Clean Energy Certificate, CEL). As from 2018 it will be compulsory consume 5% of CRE, increasing to 15% by 2024, with the establishment of a certificates market. As with other renewable technologies, CHP generates certificates that can be commercialised.

What consequence does clean energy have for CHP?

All the net energy generated by a renewable installation is clean. However, this only applies to a specific % of the energy generated by a CHP plant. In fact this % of clean energy depends directly on the equivalent electrical efficiency (REE in its Spanish acronym) of the installation.

Incorporating the certificates into the calculation of the savings provided by CHP, it can be demonstrated that, in simple terms and for a plant with no surplus, the net result can be expressed as follows:

$$\frac{A}{E} = p_E + \left(\frac{1}{fp} - \frac{RefE}{REE} \right) \cdot p_{CEL} - \frac{3.8}{REE} \cdot p_G - p_{OM} - FC$$

Where:

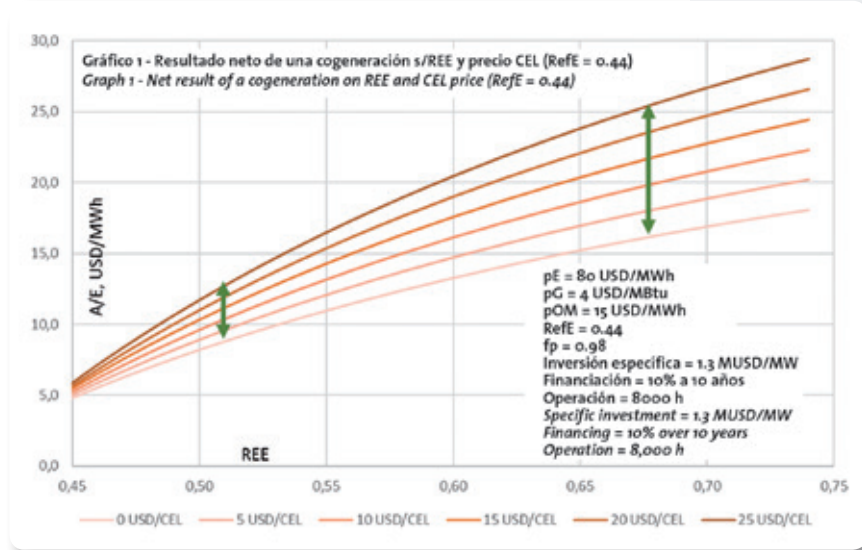
A/E = net result, \$ per net MWh generated
 pE = average price of electricity purchase, \$/MWh
 pCEL = price of the Clean Energy Certificate, \$CEL
 pG = average price of natural gas, \$/MBtu
 pOM = specific average price for O&M, \$/MWh
 fp = loss factor depending on voltage level
 RefE = efficiency reference for electricity generation
 REE = net equivalent electrical efficiency of the cogeneration
 FC = financial cost of the investment, in \$/MWh

Graph 1 shows the impact that CELs have on the result provided by CHP for a generic case, which amounts to more than 10 \$/MWh. The incorporation of the CELs has a multiplier effect: if the plant is fairly inefficient, the CELs contribute almost nothing to the project. However, its impact is extraordinarily effective when high levels of efficiencies are achieved.

It therefore involves a clearly incentivising mechanism for good projects, which could even extend to average projects: the proposed CEL calculation methodology has been recently announced with the value of the RefE amounting to 51%. Under these conditions (see graph 2), the impact of the CELs decreases, making it almost impossible to achieve 10 \$/MWh, but in this case, the average efficiency projects are almost unworkable.

Monitoring efficiency

Even though this regulation is simple to apply on paper, there is still one task pending: to establish the efficiency monitoring mechanism (audit). This is no



pCEL = precio del certificado de energía limpia, \$/CEL
 pG = precio medio del gas natural, \$/MBtu
 pOM = precio medio específico de operación y mantenimiento, \$/MWh
 fp = factor de pérdidas según nivel de tensión
 RefE = rendimiento de referencia para la generación eléctrica
 REE = rendimiento eléctrico equivalente neto de la cogeneración
 FC = coste financiero de la inversión, en \$/MWh

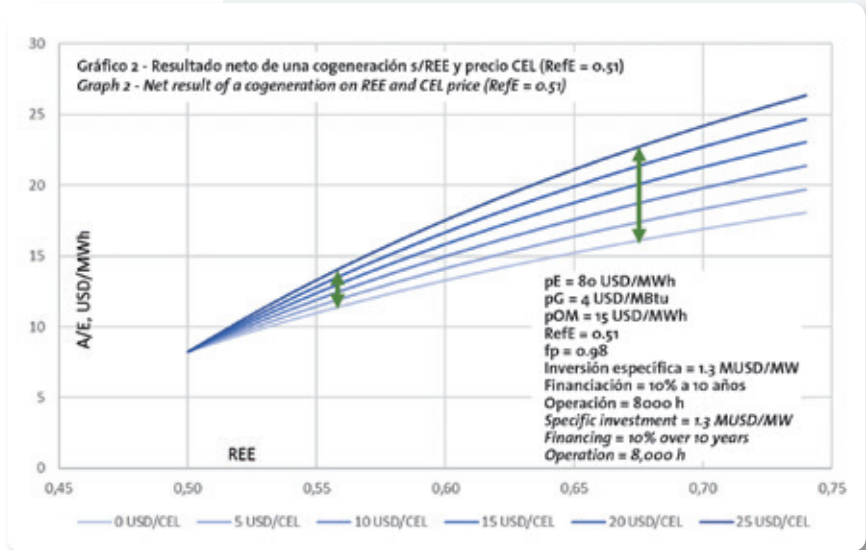
En el gráfico 1 se muestra el efecto que tienen los CEL en el resultado proporcionado por una cogeneración para un caso genérico. Obsérvese que puede llegar a ser de hasta más de 10 \$/MWh. La incorporación de los CEL tiene un efecto multiplicador: si la planta es poco eficiente, los CEL prácticamente no aportan nada al proyecto. Sin embargo, su efecto es extraordinariamente efectivo cuando conseguimos eficiencias elevadas.

Se trata, entonces, de un mecanismo claramente incentivador de buenos proyectos que incluso puede descabalar proyectos mediocres: ha sido puesta a información pública recientemente la propuesta de metodología de cálculo de CEL y el valor de RefE puede llegar hasta un 51%. Bajo estas condiciones (ver gráfico 2), el impacto de los CEL disminuye, siendo casi imposible llegar a los 10 \$/MWh, pero es que, en ese caso, los proyectos de eficiencia mediocre prácticamente son inviables.

Monitorización de la eficiencia

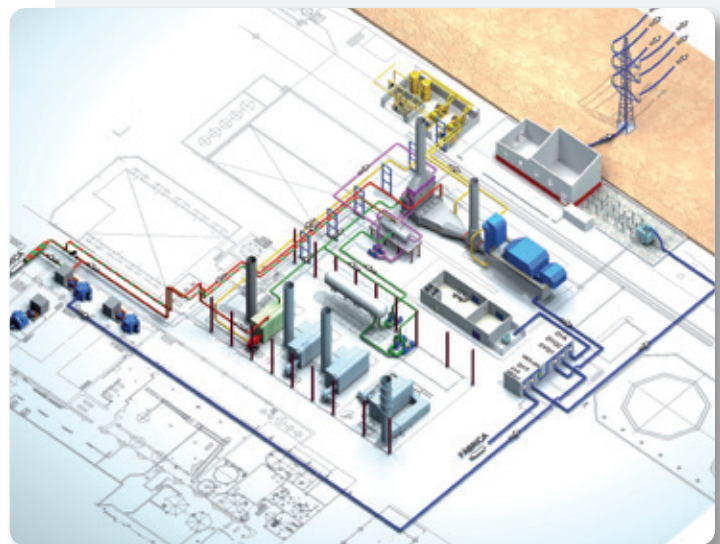
Si bien la normativa es de simple aplicación sobre el papel, queda todavía un trabajo pendiente: establecer el mecanismo de monitorización (auditoría) de la eficiencia. No es un trabajo sencillo: la medida de la energía eléctrica y del gas, siempre sometida a control y facturación por parte de las compañías eléctricas y gasistas, no debe presentar dificultades. Sin embargo, la medida del calor, en sus múltiples formas, no está todavía satisfactoriamente resuelta. En este aspecto, la CRE deberá ser muy cuidadosa ya que de ello depende la propia credibilidad de los certificados de energía limpia, base de todo este mecanismo de fomento de la cogeneración.

En este sentido, las experiencias habidas en otros lugares, como España, donde sistemas similares ya se pusieron en práctica, deben servir para orientar los procedimientos de medida y control, así como de sistemas expertos para verificación de la coherencia de los resultados. AESA, con su dilatada trayectoria en el campo de la cogeneración, así como en el asesoramiento a su operación, puede sin duda contribuir tanto al diseño de las soluciones de alta eficiencia, como a la propuesta de mecanismos de verificación de resultados que aporten confianza en el sistema. AESA prescribe un REE intrínseco para sus plantas superior al 65%, con rendimientos globales siempre superiores al 75 y 80% para ciclos simples y combinados respectivamente.



easy task: the metering of electricity and gas, which is always subject to control and billing by the utilities, should not present any problems. However, there is still no satisfactory solution for metering heat, in its multiple forms. The CRE has to take particular care over this aspect, as the very credibility of the clean energy certificates depends on this, the basis of the entire mechanism to promote CHP.

As such, the experiences of other places, such as Spain, where similar systems have already been put into in practice, should provide an example on which to base the metering and control systems, as well as expert systems to verify the coherence of the results achieved. With its extensive track record in the field of cogeneration, as well as operational advice, AESA can undoubtedly contribute to both the design of high efficiency solutions and the proposed results verification mechanisms to bring confidence to the system. AESA prescribes an intrinsic REE for its plants of more than 65%, with overall efficiencies that are always above 75 to 80% for simple and combined cycles respectively.



Raimon Argemí

Director de Consultoría y Promoción de AESA y Administrador de ASESORÍA ENERGÉTICA CHP MEXICO, SA de CV y de AESA COLOMBIA, SAS. Director of Project Development and Consulting at AESA and CEO of ASESORÍA ENERGÉTICA CHP MEXICO, SA de CV and of AESA COLOMBIA, SAS.