

## MÉXICO, EL RETO DE LA INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA RED

**MÉXICO ES EL SEGUNDO MERCADO MÁS GRANDE EN EL SECTOR DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LATINOAMÉRICA Y EL DE MAYOR POTENCIAL DE CRECIMIENTO. EN UN MOMENTO DE TRANSICIÓN EN EL CUAL LAS REGLAS DEL MERCADO SON REDEFINIDAS Y LAS NORMATIVAS TÉCNICAS SE ESTÁN ACTUALIZANDO, LAS SOLICITUDES DE ESTUDIOS DE PRE-FACTIBILIDAD HASTA EL 2018 SUPERAN YA LOS 27.400 MW. PARA QUE ESTA TENDENCIA SE CONSOLIDE, ES CRÍTICO OBTENER UN MARCO LEGAL Y TÉCNICO ROBUSTO, QUE SATISFAGA LOS INTERESES PÚBLICOS Y DE LOS DESARROLLADORES, SIN COMPROMETER LA ESTABILIDAD DE LA RED ELÉCTRICA.**

Actualmente hay cuatro centrales solares de la Comisión Federal de Electricidad operando en México; dos proyectos piloto de CFE, uno con una capacidad de 5 MW y otro de 1 MW en Baja California, y dos proyectos de pequeños productores, uno en Baja California Sur, con una capacidad de 30 MW y otro en Durango, con una capacidad de 17 MW.

En 2013 se inauguró en La Paz la primera planta fotovoltaica del país con un tamaño significativo, conectada al sistema aislado de Baja California. Desde su puesta en operación ha tenido graves problemas para afrontar situaciones de gran inestabilidad, causadas principalmente por el aislamiento de la red y la falta de dispositivos que permitan a la planta almacenar energía para poder responder mejor a estos eventos.

Esto puede deberse en parte, a que se desarrolló en un marco legal que aún no contemplaba la integración de energías renovables y las características técnicas específicas de las mismas. Por lo tanto, no aborda en profundidad ciertos requisitos, tales como la capacidad de almacenamiento o el factor de potencia requerido. Para promover la integración de las renovables en el país sin poner en juego la estabilidad de la red, se ha iniciado un proceso de reforma de ley.

La principal barrera en México respecto a la integración en red de la energía renovable es que se aplica una sola normativa técnica para todas las redes eléctricas, tomando como referencia las condiciones más restrictivas. Existen regiones que se encuentran eléctricamente aisladas - como es el caso de Santa Rosalía o Guerrero Negro en Baja California Sur - que son más sensibles a la incorporación de energías renovables y requieren por tanto una mayor calidad de red.

Sin embargo, la mayoría del país cuenta con una red interconectada de gran robustez que podría hacer posible unas condiciones más suaves si se tuvieran en cuenta las peculiaridades de cada red.

Estas circunstancias han llevado a que los borradores liberados de la nueva legislación sean exigentes con variables que realmente son importantes para las redes aisladas, pero que en este contexto afectan al desarrollo de las renovables en el conjunto del país.

También afecta a la nueva regulación el riesgo de concentración de las plantas en ubicaciones muy cercanas, lo cual puede hacer que la aparición de cualquier evento que perturbe la producción de energía, por ejemplo un intervalo nuboso, suponga una gran inestabilidad para la red.

## MEXICO, THE CHALLENGE OF INTEGRATING RENEWABLE ENERGY INTO THE GRID

**MEXICO IS THE SECOND LARGEST MARKET IN LATIN AMERICA'S RENEWABLE ENERGY SECTOR AND THE ONE THAT OFFERS THE HIGHEST GROWTH POTENTIAL. DURING A TIME OF TRANSITION IN WHICH THE RULES OF THE MARKET ARE BEING REDEFINED AND TECHNICAL STANDARDS UPDATED, APPLICATIONS FOR PRE-FEASIBILITY STUDIES UP UNTIL 2018 HAVE ALREADY EXCEEDED 27,400 MW. FOR THIS TREND TO CONSOLIDATE, A LEGAL FRAMEWORK AND ROBUST TECHNIQUE IS CRITICAL THAT SATISFIES THE INTERESTS OF BOTH THE PUBLIC AND THE DEVELOPERS, WITHOUT COMPROMISING ELECTRICAL GRID STABILITY.**

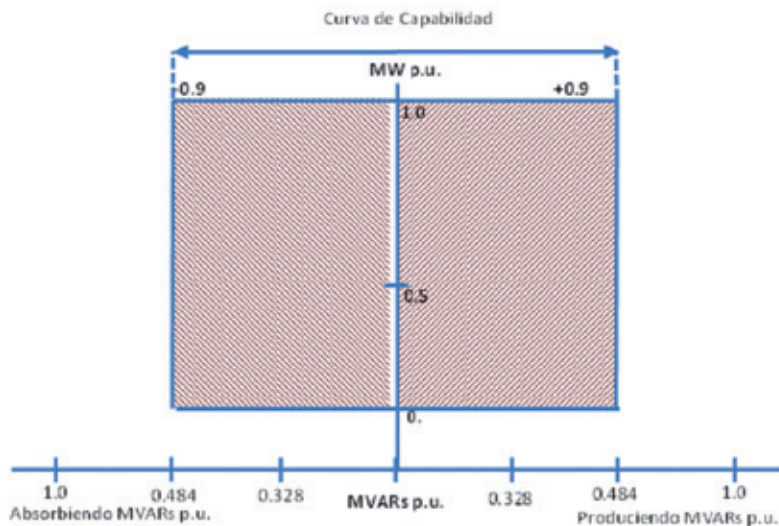
There are currently four Federal Electricity Commission (CFE) solar plants operating in Mexico: two CFE pilot projects in Baja California, with capacities of 5 MW and 1 MW respectively; and two small producer projects, one in Baja California Sur with a capacity of 30 MW and the other in Durango with a capacity of 17 MW.

In 2013 the country's first major PV plant was inaugurated in La Paz, connected to the Baja California off-grid system. Since coming online it has experienced serious problems as it has had to address highly unstable situations, mainly as a result of the grid's isolation and the lack of devices that would allow the plant to store energy and thus better respond to such events.

This was partly due to the implementation of a legal framework that still does not take into account the integration of renewable energy sources and their specific technical features. As such, it fails to tackle specific requirements in sufficient depth, such as storage capacity or the required power factor. To promote the integration of renewables in the country without bringing grid stability into play, a legal reform process has been initiated.

The main barrier in Mexico as regards grid integration of renewable energy is that one single technical standard is applied for every electrical grid, taking as a benchmark the most restrictive conditions. There are regions that in electricity terms are off-grid, as is the case with Santa Rosalía or Guerrero Negro in Baja California Sur - where the incorporation of renewables is more likely and as such, a better quality grid is required.





El primer borrador de ley publicado en Julio de 2014 podría ser adecuado para ciertas redes del país, como comentábamos antes, pero no para todas. Los requerimientos de este primer borrador suponían un gran incremento de la inversión en el desarrollo de las plantas, lo cual provocó rechazo de asociaciones de empresas afectadas por estas circunstancias, con el apoyo de otros organismos. En consecuencia una nueva versión con ciertas modificaciones se publicó en Junio de 2015.

Este último borrador deja la puerta abierta a aquellos casos en que la red sea interconectada, aunque mantiene las grandes exigencias técnicas en el caso de redes aisladas, lo que no deja de causar cierta incertidumbre a los desarrolladores de plantas. En él, la regulación de rampa es menos exigente que en el de 2014, lo que afecta positivamente al dimensionamiento de las plantas. Las plantas solares fotovoltaicas de media y alta tensión están obligadas a operar y mantenerse conectadas ante variaciones de voltaje que no excedan el rango de +5% y -10% del voltaje nominal en el punto de interconexión, lo que supondría 90%  $U_n < U < 105\%$ .

Los requerimientos para los sistemas aislados están orientados a permitir que la planta permanezca conectada ante perturbaciones a corto plazo y evite excesivos rearmes del sistema, debido a la variabilidad tanto en los sistemas aislados, como de aquellos interconectados a otras plantas de generación. Estos límites son lógicos, y por sí solos no afectan directamente al dimensionamiento de las plantas, pero considerando que las curvas de capacidad de potencia reactiva tienen que mantenerse en el rango de voltaje, el dimensionamiento sí se vería afectado.

Aquellos desarrolladores de plantas conscientes de todas estas variables a la hora de construir una nueva instalación, cuentan con el asesoramiento de expertos tecnológicos como GPTech para que el diseño de la planta sea óptimo, empleando aquellos componentes necesarios para el buen funcionamiento de la planta y asegurando el cumplimiento de los requerimientos legales. De esta forma se previene la incorporación a posteriori de sistemas que encarecen el coste de la planta, y pueden retrasar su puesta en marcha. Esto tendría consecuencias dramáticas para la rentabilidad del proyecto. A modo de ejemplo, GPTech está atendiendo a sus clientes en la definición de grandes proyectos fotovoltaicos en el centro y norte del país.

Utilizando como referencia los últimos borradores de normativa de conexión, se están prescribiendo centros integrados como el APIS 2200, con cerca de 2,2 MVA de capacidad de conversión, para asegurar el cumplimiento de los requisitos de potencia reactiva, al mismo

However, most of the country benefits from a highly robust, interconnected grid that makes more lenient conditions possible if the peculiarities of each grid are taken into account.

Such circumstances have meant that the white papers published on the new legislation contain demanding terms, applying variables that are extremely important for the off-grid systems but which impact on the development of renewables in the country as a whole.

Also impacting on the new regulation is the risk of concentrating the plants in locations that are in close proximity, meaning that the emergence of any event that upsets the energy production, for example a cloudy period, represents a high level of instability for the grid.

The first draft law published in July 2014 could have been appropriate for specific grids in the country but, as already mentioned, is not suitable for all. The requirements of this first draft involved a considerable increase in investment in the development of the plants, resulting in its rejection by the business associations affected by these circumstances, supported by other organisations. As a result, a new version, including some amendments, was published in June 2015.

This latest draft has left the door open to those cases in which the grid is interconnected, however continues to include a long list of technical demands in the case of off-grid systems, prolonging the atmosphere of uncertainty for plant developers. In it, the ramp-rate control is less demanding compared to 2014, which has a positive impact on plant size. Medium- and high-voltage solar PV plants are required to operate and remain connected during voltage fluctuations that do not exceed the range of +5% and -10% of the nominal voltage at the interconnection point, representing 90%  $U_n < U < 105\%$ .

The requirements for off-grid systems are designed to allow the plant to remain connected despite short-term incidents and to avoid excessive system resets arising from the variability of both the off-grid systems and those interconnected to other generation plants. These limits make sense and do not in themselves have a direct impact on plant size, however taking into account that the reactive output power curves have to be maintained within the voltage range, the size would indeed be affected.

Plant developers that are aware of all these variables when building a new facility, benefit from the advice of technological experts such as GPTech to guarantee an optimal plant design, using the components necessary for the correct operation of the plant and ensuring compliance with legal requirements. In this way, the subsequent incorporation of systems that increase the cost of the plant is taken into account that might otherwise delay its commissioning. This would have dramatic consequences for project profitability. For example, GPTech is currently assisting clients as regards the definition of large-scale PV projects in the centre and north of the country.

Taking the latest drafts of the connection regulation as a reference, integrated centres such as the APIS 2200, with some 2.2 MVA of conversion capacity are being recommended, to



tiempo que se minimiza el equipamiento necesario para cumplir los objetivos de capacidad de producción de la planta.

También se están demandando estudios con equipos capaces de trabajar con paneles fotovoltaicos con tecnología de 1.500 Vdc, como los inversores de la familia PVWD3. Esto hace posible reducir el cableado necesario y aumentar la capacidad de conversión de cada unidad, hasta los 3,3 MVA.

En cualquier caso, la prioridad en mercados como el mexicano es tener en cuenta el cumplimiento de todos los requisitos que tendrá que superar la instalación durante el tiempo de operación, y anticiparse para evitar costes de reforma y repotenciación, como ha ocurrido en otras regiones.

Incluso en medio de este momento de incertidumbre, se han producido un gran número de propuestas de pequeños productores al gobierno mexicano para la construcción de nuevas plantas. Esto ha hecho que el Gobierno y los organismos oficiales busquen redefinir sus planes iniciales para dar cabida a toda la demanda.

En este nuevo modelo, la asignación del reparto energético del país se hará mediante una subasta, en la que hay cuatro tipos de Entidades Responsables de Carga que podrán participar en las subastas a medio y largo plazo. Estas son: el Suministrador Básico, el Suministrador Calificado, el Suministrador de Último Recurso y el Usuario Calificado participante del Mercado.

El 8 de Septiembre de 2015 se publicaron las bases del mercado, especificando el modo de operación, y el día 28 del mismo mes se publicaron las reglas de las subastas. En esta subasta, que tendrá lugar en 2016, competirán todas los tipos de energías renovables, no sólo la fotovoltaica, por lo que la competencia será mayor que en las subastas ordinarias.

El CENACE (Centro Nacional de Control de Energía) ha establecido ciertos objetivos para la red eléctrica mexicana, como aumentar la fiabilidad y la eficiencia energética, incentivar el desarrollo de la generación de renovables, satisfacer el crecimiento de la demanda, reducir costes o cumplir con las políticas públicas y la ley de la Industria Eléctrica.

Para asegurar el cumplimiento de dichos objetivos se llevarán a cabo estudios y evaluaciones en las que se identificarán las infraestructuras más adecuadas para interconexiones y conexiones, así como cuáles son las principales violaciones de fiabilidad. También se evaluará la congestión de la red, las restricciones de generación y se localizarán las redes más adecuadas para la generación distribuida. Una vez que estos elementos sean identificados, se especificarán las tecnologías necesarias, los elementos de la red y las capacidades de transporte.

guarantee compliance with reactive power requirements, at the same time as minimising the equipment required to comply with the plant's production capacity targets.

Studies are also being called for involving equipment that is compatible with 1,500 VDC solar panel technology, such as inverters from the PVWD3 product range. This makes it possible to reduce the amount of cabling necessary and increase the conversion capacity of each unit up to 3.3 MVA.

In any event, the priority for markets such as Mexico is to take into account compliance with every requirement that the installation may have to overcome during its operational period and to anticipate refurbishment and repowering costs, as has occurred in other regions.

Even during this period of uncertainty, a large number of proposals from small producers have been submitted to the Mexican government for the construction of new plants. This has made the Government and official entities seek to redefine their original plans to cope with all the demand.

Under this new model, the allocation of the country's energy distribution will take place via an auction, in which four types of Entities Responsible for Supply will be able to take part in medium- and long-term auctions. These are: the Basic Supplier, the Qualified Supplier, the Supplier of Last Resort and the Qualified Market Participant User.

The market conditions specifying the operating format were published on 8 September 2015, with publication of the auction rules taking place on the following 28 September. Every type of renewable energy, not just PV, will compete in this auction, due to be held in 2016, meaning that competition will be greater than in ordinary auctions.

CENACE, the National Energy Control Centre, has established certain objectives for Mexico's electrical grid such as increasing reliability and energy efficiency, offering incentives for the development of renewable generation, covering the growth in demand, bringing down costs and complying with both public policies and the Electricity Industry Act.

To ensure compliance with these objectives, studies and assessments will be undertaken during which the most appropriate infrastructures will be identified for interconnections and connections, as well as the main breaches of reliability. Grid congestion, generation restrictions and the location of the most appropriate infrastructures for distributed generation will also be assessed. Once these elements have been identified, the necessary technologies will be specified as well as the grid elements and transmissions capacities.

For proposals that respond to these needs, the assessing organisms will have to take into account different considerations: public policies, the status of the assets, production costs, supply security, losses and expenses, cost per profit, rights-of-way, the risks arising from advancement or delay, the opinion of the participating market transmitter or distributor and the construction dates.

For project consent, the CRE will first evaluate the extension and modernisation of the system, as well as contributions

Para las propuestas que den respuesta a estas necesidades, habrá diferentes consideraciones a tener en cuenta por los organismos evaluadores: las políticas públicas, el estado de activos, los costes de producción, la seguridad del suministro, las pérdidas y costes, el coste por beneficio, los derechos de vía, los riesgos por adelanto o atraso, la opinión del transmisor o distribuidor participante del mercado y las fechas de construcción.



Para la aprobación de los proyectos, en primer lugar, la CRE evaluará la ampliación y modernización del sistema, así como las aportaciones al transmisor o distribuidor. Por otra parte, SENER procederá a la aprobación de proyectos, asignará al transportista que ejecutará cada proyecto y mantendrá las relaciones con las asociaciones, particulares u organismos gubernamentales pertinentes, además de gestionar las convocatorias y asignar la construcción a cargo del interesado.

Sin embargo para la óptima integración de generación renovable en el país, es necesario un refuerzo de la red de transmisión para minimizar así la congestión de la generación, por medio de sistemas de almacenamiento de energía.

También habría que establecer un margen de reserva en giro, fuentes para el control del voltaje, control de la calidad de la frecuencia, flexibilidad operativa de la generación, control de flujos de potencia, capacidad de margen de reserva para la demanda máxima nocturna, coordinación de la generación hidráulica y eólica, actualización de códigos de red y aplicaciones de condensadores síncronos para compensar inercia y para control de voltaje.

Todas estas variables son contempladas en los nuevos borradores de ley, que adaptan la legislación a las peculiaridades de la generación de energías renovables.

En enero de 2016 se han presentado las ofertas de aquellas tecnologías que quieran participar, y en marzo deben adjudicarse los proyectos. Una vez que estos proyectos sean adjudicados, el precio de la energía será estable a 20 años, lo que facilita enormemente la financiación de dichas plantas.

Según la Secretaría de Energía Mexicana, en 2014, la capacidad instalada creció un 11%, siendo, al final del año de 16.240 MW. El 25% de la capacidad total corresponde a energías renovables. La generación mediante renovables creció un 39% en comparación con el año anterior generando 55 GW.

Estos datos suponen muy buenas noticias y confirman el auge inminente del sector fotovoltaico en México, ya que se augura un gran crecimiento en los próximos años. Además no nos referimos sólo a la energía solar, sino al conjunto de todas las energías renovables, que ayudarán a alcanzar el objetivo de reducir en un 30% las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2020.



Raquel Martínez Aranda  
Key Account Mexico, GPTech

for the transmitter or distributor. SENER will then proceed with project consent, appointing the transmission company to execute each project and maintain relations with the pertinent associations, private entities and government organisms, in addition to managing the official announcements and allocating the construction for the account of the interested party.

However for the optimal integration of renewable generation in the country, the transmission grid has to be strengthened by means of energy storage systems that will minimise generation congestion.

The following will also need to be established: the spinning reserve margin; sources for voltage control; frequency quality control; operational flexibility for generation; control of power flows; the reserve margin capacity to cover peak night time demand; coordination with hydropower and wind power generation; updating the grid codes; and the applications of synchronous condensers to compensate for inertia and to control voltage.

All these variables are taken into account in the new white papers that adapt the law to the particular characteristics of renewable energy generation.

In January 2016 offers for those technologies taking part were submitted, with projects expected to be awarded in March. Once the awards have taken place, the cost of the energy will be stable for 20 years, greatly improving the ability to obtain financing for the plants in question.

According to Mexico's Secretariat of Energy, installed capacity grew by 11% in 2014, achieving 16,240 MW by the end of the year. Renewable energies accounted for 25% of the total capacity. Generation from renewables grew 39% compared to the previous year, generating 55 GW.

These figures are very good news and confirm the imminent boom in Mexico's PV sector, with a high level of growth anticipated over the coming years. This data not only refers to solar power, but to every form of renewable energy that together will help achieve the target of a 30% reduction in CO<sub>2</sub> emissions by 2020.