

## Cátedra Abierta de Eficiencia Energética Centro Argentino de Ingenieros

### Tema: **Más allá de las energías de baja emisión**

Expositor: *Alejandro Giardino*

Img 1: Presentación del Curso

Img 2: Titulo de la presentación “**Mas allá de las energías de baja emisión**”

El desarrollo tecnológico nos está brindando la posibilidad de reemplazar económicamente las tradicionales energías basadas en hidrocarburos fósiles emisoras de gases de efecto invernadero y su consecuencia el calentamiento global, por energías de baja emisión que permitirán mantener la temperatura de nuestro planeta por debajo de límites críticos para la humanidad.

Pero algunas de estos nuevos tipos de energía adolecen de cierta característica esencial para el desarrollo de una matriz que satisfaga la demanda de la sociedad, su **DESPACHABILIDAD**.

Por eso en esta presentación veremos los requerimientos que trae aparejado el reemplazo de energías despachables por otras no despachables, de ahí su título Mas alla de las energías de baja emisión.

Img 3: El primer requisito de una matriz energética es básico y fundamental aunque parezca una perogrullada “**ABASTECER LA DEMANDA**”. Esto implica que todos y cada uno de los consumidores abastecidos por esta matriz recibirán el fluido eléctrico a su requerimiento en todo momento y lugar. Consecuente con este requisito fundamental se requiere además que el servicio se brinde de la mejor calidad, con el nuevo requerimiento de no emisión de gases de invernadero y al menor costo tecnológico.

Img 4: Como el costo al que se brinda la energía es un tema fundamental para la sociedad, acá presentamos los costos de cada tecnología tanto emisoras como de baja emisión. En esta tabla podemos ver porque es tan dificultoso reemplazar las energías de origen fósil. Hasta el momento su costo es menor que las de baja emisión. Pero afortunadamente el desarrollo tecnológico de estas últimas está logrando valores competitivos con las tradicionales. Esta es la buena noticia. Pero vemos también en esta tabla cuales tienen característica de abastecer la demanda y cuales no. Lamentablemente, las energías de baja emisión más baratas no son despachables.

Img 5: En esta imagen podemos ver la curva de demanda del SADI para el 4 de Abril de este año superpuesta con la oferta solar de esa misma fecha. Vemos claramente que entre esta demanda y esta oferta es imprescindible proveer de ciertos mecanismos o amortiguadores que permitan a la matriz energética **ABASTECER LA DEMANDA**. En Hawai, California y Arizona ya no pueden asimilar el aporte de solar fotovoltaica de los mediodías estivales. Esta situación se ha vuelto emblemática de los requerimientos logísticos involucrados en el cambio masivo de matriz. En California han adelantado todos los programas de almacenamiento de energía dado que actualmente está regalando energía a Arizona.

IMG 6: Para mantener el incremento de temperatura del planeta por debajo de los 2 C es necesario, además de reemplazar oportunamente la matriz de transporte mundial, reemplazar casi totalmente la generación fósil por energías de baja emisión. De acuerdo a los costos relativos y recursos de cada una de ellas, la futura matriz limpia tendrá un alto porcentaje de energías no despachables que deberán ingresar acompañadas de una serie de acciones que posibiliten su disponibilidad.

Estas acciones son:

- **Respaldo: tensión, frecuencia, fase, armónicas, factor de calidad**
- **Acumulación**
- **Redes de transporte aplicadas**
- **Redes inteligentes de distribución**
- **Domótica**
- **Integración regional**

Todas estas acciones se traducen en costos incrementales que juegan en contra de la inserción de energía limpia en la matriz. Por lo tanto las futuras energías de baja emisión no despachables deberán competir con las tradicionales a un costo lo suficientemente bajo y competitivo como que permita la introducción del sobrecosto que representan todas las acciones enumeradas anteriormente. Si observamos el cuadro de la Img 4 vemos que los costos actuales de inserción de las energías de baja emisión aún no permite el extracosto de todas estas acciones de manera competitiva. Esto hace que se deba trabajar para disminuir, tanto sobre los costos de estas tecnologías como sobre los costos de las acciones complementarias.

El respaldo de las energías despachables es un factor determinante para mantener la calidad del suministro tanto en tensión como frecuencia, fase, armónicas y factor de calidad. En ese sentido la energía hidráulica, la de biomasa y la geotermal con sus características de despacho inmediato y estabilidad son un factor importante en la futura matriz dependiendo su inserción tanto en disponibilidad del recurso como en su costo relativo.

Como el recurso renovable no coincide geográficamente con la demanda, es necesario adecuar las redes de transmisión existentes a la existencia de este recurso. Por tal motivo, antes de la licitación de RenovAR 3 se está llamando a licitación para instalar las redes que transporten las energías a licitar en los futuros llamados para cumplimentar lo establecido por la ley 27191.

Img 7: Dado que la acumulación es esencial a la futura matriz y uno de los mayores factores de costo, nos explayaremos sobre los distintos tipos disponibles y sus posibilidades.

La firma IHS indica la instalación de 6 Gw en 2017 y predice 40 Gw/año de almacenamiento para el año 2022. Estos guarismos no incluyen la hidroeléctrica..

- Baterías eléctricas
- Capacitores eléctricos
- Energía potencial hidro
- Almacenamiento térmico
- Hidrógeno
- Inercial
- Aire comprimido
- Gravitatorio

#### Img 8: **Acumulación eléctrica.**

El primer inconveniente de la acumulación eléctrica es su baja densidad de energía comparable con los hidrocarburos. Una placa Tesla Powerwall tiene 13 veces mayor volumen que un litro de nafta para la misma cantidad de energía y por supuesto 35 veces mayor en peso. Esto explica porque todavía los autos eléctricos tienen menos autonomía que los térmicos a pesar de la mayor eficiencia de los motores eléctricos vs los térmicos. El futuro se vislumbra por las flow batteries de materiales baratos y abundantes donde el electrolito almacena cargas y más adelante por las baterías de grafeno que trabajan a nivel molecular. Los precios se estiman que descenderán de U\$S 300/Kwh a U\$S 200/ Kwh en el término de 24 meses.

El desarrollo de la acumulación eléctrica definirá terminantemente el paso de la matriz de transporte hidrocarburiífera contaminante a una de baja emisión esencial para mantener los objetivos de Paris 2015. Expertos de Siemens estiman que el costo de la acumulación eléctrica descenderá de los actuales 250/300 U\$S/Kwh a U\$S 95 en 2024 y U\$S 70 en 2030

#### Img 9: **Capacitores.**

Los supercondensadores, también conocidos como condensadores electroquímicos de doble capa, pseudocapacitores, ultracapacitores o simplemente EDLC, son dispositivos electroquímicos capaces de sustentar una densidad de energía inusualmente alta en comparación con los condensadores normales, presentando una capacidad miles de veces mayor que la de los condensadores electrolíticos de alta capacidad.

Mientras que un típico condensador electrolítico D-Cell tiene una capacidad de decenas de miliFaradios (mF), la de un EDLC del mismo tamaño será de varios faradios, o sea alrededor de dos o

tres órdenes de magnitud mayor, pero generalmente con una menor tensión de trabajo. Los EDLC comerciales de mayor tamaño cuentan con capacidades tan elevadas como 5000 F, alcanzando densidades de energía de hasta 30 Wh/kg (unas 500 veces menos que la nafta).

#### Img 10: Almacenamiento hidráulico.

Es la mayor tecnología de acumulación utilizada en el mundo dado que en la actualidad esta se utiliza para balancear los costos diferenciales de la energía eléctrica a lo largo de las horas del día o entre días laborables y feriados. La utilización de conjuntos reversibles motores-generadores/turbinas-bombas posibilitó esta acumulación con los menores costos por unidad de energía.

Los equipos utilizados hasta el presente son de velocidad fija pero para su nuevo cometido de acumulador de energías renovables, se ha comenzado a instalar sistemas de velocidad variable dado su mejor control de frecuencia.

Japón tiene 10% de su potencia instalada total en acumulación hidráulica, Europa el 5% y EEUU el 2% pero incrementándola..

En Mendoza se encuentra el sistema Los Reyunos-El Tigre como presa compensadora del primero y depósito de bombeo. Potencia 224 Mw

La isla del Hierro en Canarias es la primera instalación integral de un sistema Eolo- hidráulico que abastece la demanda en forma completa.

#### Img 11: Almacenamiento térmico

El caso más cercano a nosotros de este tipo de almacenamiento son los termos para bebidas tanto calientes como frías. El ejemplo más difundido de acumulación térmica a gran escala se ve en las plantas de energía solar concentrada con sales eutécticas. A la fecha se han instalado en el mundo casi 5 Gw de este tipo de energía en España, EEUU, Chile y China.

Img 12: La empresa BrightSource tiene varios proyectos con almacenamiento en California, Nevada, Israel y China

#### Img 13: Hidrógeno

No es una fuente energética pero si un acumulador y un vector. Existen diferentes formas de generar Hidrógeno por electrólisis del agua, por reforming con vapor de agua de diferentes hidrocarburos, por procesos biológicos como fermentación, por radiación solar directa, etc.. Actualmente en Alemania se han desarrollado electrolizadores de corriente variable aceptando su obtención a través de energías renovables.

#### Img 14: Almacenamiento inercial

Un volante es un mecanismo rotante acumulador de energía que puede ser utilizada en forma instantánea. En su forma más básica, un volante contiene una masa rotante en su centro impulsada por un motor que se transforma en generador instantáneamente deteniendo la velocidad de rotación y viceversa. La tecnología inercial tiene grandes beneficios que permiten mejorar la red eléctrica. Es capaz de capturar energía desde fuentes renovables entregando regulación de frecuencia y mejorando la calidad de la corriente eléctrica.

Los volantes se construyeron tradicionalmente de acero apoyados en cojinetes convencionales que rotaban a menores revoluciones pero actualmente se están desarrollando volantes de fibras de carbono encapsuladas al vacío para reducir la fricción con cojinetes magnéticos permitiendo velocidades hasta 50000 rpm. Como la energía almacenada depende del cuadrado de la velocidad, estas soluciones incrementan sustancialmente las capacidades de almacenamiento.

Comparado con otras formas de almacenamiento, el inercial tiene mayor vida útil, 10 mill. de ciclos, menor mantenimiento, alta densidad energética y menor tiempo de respuesta

Fabricantes: Amber Kinetics, Beacon Power,

**Img 15: Aire comprimido**

Existen 3 maneras de almacenar aire comprimido según su grado creciente de disipación térmica, Adiabática, Diabática e Isotérmica y por lo tanto de mayor a menor eficiencia. Las eficiencias del aire comprimido son comparativamente menores frente a los otros sistemas descritos en este estudio y del orden de los 40 a 60%

En Huntorf, Alemania RWE Power opera una planta de 320 Mw desde 1978 con 42 % de eficiencia y McIntosh, Alabama, USA opera una planta desde 1991 con una eficiencia de 54%.

Img 16: Longyangxia. Conjunto Hidrosolar sobre Río Amarillo - China.

Img 17: El primer parque eólico del mundo con almacenamiento por baterías de iones de litio fabricadas por Elon Musk el genio de Tesla, la Ferrari eléctrica. El bueno de Elon desafió a sus contratistas sudafricanos que si no entregaba el acumulador en 100 días se los regalaba,. Lo entregó a los 60 días Cobró U\$S 250/Kwh de un equipo de 100 Mw de potencia y 129 MWh de capacidad. Por otro lado, Musk ya anunció la construcción de un acumulador de 1 Gwh de capacidad.