

## **Módulo 1 – Optimización energética**

Argudo, Ian. Legajo N° 10197  
Eyub, Leandro. Legajo N° 10133  
Jordán, Emmanuel. Legajo N° 10228  
Martínez, Alejandro. Legajo N° 10237  
Sosa, Daniel. Legajo N° 10240

### **Microgrids**

#### **Implementación de microgeneración en zonas aisladas de Argentina**

**Resumen.** En el presente informe evaluaremos la posibilidad de implementar sistemas de microgeneración eléctrica en el 40% de los hogares argentinos, los cuales se encuentran en situación precaria en cuanto a su suministro eléctrico, y su impacto en el consumo energético del país.

**Palabras Clave:** microgeneración, smartgrids, consumo energético.

### **1. Introducción**

Durante los últimos años nos encontramos con la problemática de que en Argentina hay ciertas zonas en las cuales la alimentación eléctrica es lineal, lo que conlleva a cortes de energía frecuentes, con grandes demoras en la restitución del servicio. Con este proyecto nos disponemos a solucionar el mencionado problema, como así también buscamos una reducción en los picos de consumo de energía característicos de nuestro país. Esto llevará no sólo a una mejora en el sistema de generación y transporte de electricidad, sino que también disminuirá sustancialmente la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

## **2. Descripción de la Situación Problema**

Hay una gran variedad de problemas que acarrea el actual sistema de generación y distribución eléctrica, por lo que buscamos una solución integral y adecuada para los mismos. Los siguientes tres son aquellos que consideramos de mayor impacto en la sociedad y que hay que solucionar en carácter de urgencia:

- La constante interrupción del suministro eléctrico en zonas aisladas, donde sólo llega una línea de alimentación.
- La gran emisión de gases contaminantes para el medio ambiente producidos por la generación eléctrica de centrales térmicas.
- Los picos de consumo que sobrecargan al sistema de distribución eléctrica.

### **2.1. Análisis de otras soluciones que ya se han implementado**

A lo largo de la historia se han implementado diferentes soluciones a los problemas mencionados, teniendo algunas más éxito que otras, pero ninguna por separado ha logrado erradicarlos por completo. Se requiere de varias medidas tomadas en conjunto para paliar estos inconvenientes casi en su totalidad. Algunos ejemplos de estas soluciones son:

Para la disminución de emisiones de gases contaminantes al medio ambiente:

- Cambios en los hábitos domésticos:
  1. No dejar las luces encendidas de las habitaciones sin estar en ellas.
  2. Apagar el ordenador cuando no vaya a ser utilizado.
  3. Utilizar bombillas eficientes en puntos de muchas horas de utilización.
  4. Seleccionar una temperatura adecuada para la calefacción.
  5. Evitar el uso de lavadoras y lavavajillas.
  6. Secar la ropa al sol en lugar de usar secadora.

- Correcta gestión de los residuos:

Toda actividad humana, incluso la desarrollada en el ámbito doméstico, genera una gran cantidad de residuos. La generación de residuos se encuentra asociada a la emisión de gases de efecto invernadero. Esto sucede, bien de manera directa, en vertederos (emisión de metano y dióxido de carbono por la descomposición de materia orgánica o por la liberación de gases refrigerantes de frigoríficos y otros aparatos de frío) o bien indirectamente (en procesos de incineración, de tratamiento, de reciclado o de recuperación). Además, muchos residuos poseen valor como materia prima para la obtención de nuevos productos, evitando así el consumo de recursos naturales, de modo que su no aprovechamiento también genera de manera indirecta emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de las actividades de obtención de materias primas.

- Tratados de responsabilidad social sobre el medio ambiente:

1. **Protocolo de Kioto**, en el año 1997. Los países acordaron reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero alcanzando una reducción del 5% en todo el mundo respecto al año 1990. Este tratado entraría en vigor cuando los países que firmaran superaran el 55% de las emisiones. El protocolo entro en vigor en el año 2004 con la inclusión de Rusia en el protocolo de Kioto. Los países europeos son los más activos dentro del protocolo mientras que Estados Unidos con el 25% de emisiones totales no participa.
2. **Convención de Estocolmo**, firmado en el año 2001. Entró en vigor en el año 2004. Este tratado prohíbe el uso de muchos componentes tóxicos y nocivos para la vida. Participan la mayoría de países desarrollados a excepción de Estados Unidos.
3. **Cumbres de la tierra de Río y Johannesburgo**. Estas cumbres celebradas los años 1992 y 2002 respectivamente hablan sobre desarrollo sostenible y el estado del bienestar de las personas.

Para la disminución en los picos de consumo y prevención de cortes de energía en las zonas más vulnerables del país:

- **A.C.E. POWER ENERGY TRIFÁSICO ( 58 KW – 1000 KW ):**

Se trata de un dispositivo electrónico que conectado a su red eléctrica privada, reducirá su factura eléctrica hasta un 30 %, con un mínimo garantizado del 10 %. El A.C.E. POWER ENERGY almacena el excedente de energía eléctrica durante los picos y después la entrega según la necesidad, actuando como un estabilizador de tensión mediante el almacenamiento de más de 10 segundos de energía, y ofreciendo una carga con un voltaje constante, incluso de carácter temporal mientras hay pico de tensión. Gracias a esta regulación la vida de sus equipos eléctricos será más larga.

- **A.C.E. POWER SAVER MONOFÁSICO ( 30 KW - 50 KW ):**

Los ahorradores de energía A.C.E. POWER SAVER Monofásicos optimizan los picos de corriente que todos tenemos en nuestras instalaciones, acumulando esta corriente que no se usa, y liberándola progresivamente cuando se necesita de verdad. Esto significa que se está aprovechando la "energía extra" que resulta constantemente cuando el voltaje de la red sube. La optimización del factor de potencia mediante estos dispositivos incrementa la eficiencia de la carga eléctrica, consumiendo menos amperaje y disminuyendo el importe del recibo de electricidad.

- **POWER FACTOR SAVER ( DOMÉSTICO - 19 KW ):**

La unidad Power Factor Saver monofásico le proporcionará ahorro en el consumo de electricidad. Optimizan el factor de potencia, reduciendo la cantidad corriente requerida en su hogar para equipos de aire acondicionado, radiadores eléctricos, congeladores, lavadoras, aspiradoras, bombas de agua, ventiladores, etc... La optimización del factor de potencia mediante el Power Saver incrementa la eficiencia de la carga eléctrica de los motores de los electrodomésticos y aparatos eléctricos de su hogar, consumiendo menos amperaje en sus operaciones y disminuyendo por tanto el importe del recibo de luz.

- **ENERKEEPER ( K2 GRUPO ):**

Los dispositivos ENERKEEPER se adaptan especialmente a grandes instalaciones con gran potencia contratada y consumos eléctricos muy elevados. Disponibles para cualquier capacidad y efectivos para cualquier carga. Mejoran sustancialmente la calidad de la energía y protegen toda la instalación, optimizando el funcionamiento de los aparatos eléctricos y logrando aumentar la vida útil de los mismos en torno a un 20%, así como ahorrar entre un 10 y un 20% en la factura de electricidad.

- **ENERGÍAS RENOVABLES. BIOSOL BIOENERGY ( ENERGÍA SOLAR ), BIOMASA. GEOTERMIA:**

Mediante la energía solar térmica se cubrirán las necesidades de agua caliente y calefacción, así como la climatización de su piscina, necesidades que también pueden ser satisfechas por la energía que proporcionan la biomasa y la energía geotérmica.

Por otro lado, mediante la energía solar fotovoltaica y la energía eólica se pueden cubrir las necesidades de abastecimiento eléctrico de su instalación con una gama muy extensa de productos.

## **2.2. Descripción de la solución propuesta e Hipótesis Central**

Nuestra hipótesis del caso es que implementando un sistema de micro-generación controlado por micro-grids podremos abastecer de energía eléctrica a aquellas zonas propensas a frecuentes fallas o cortes de la misma. Esta solución nos permitirá no sólo brindar un servicio continuo sino que también disminuir los picos de consumo eléctrico ya que al contar las viviendas con un sistema de almacenamiento de energía, serán capaces de entregar a la red electricidad en momentos críticos de utilización del recurso. Lograremos así un aplanamiento en la curva de consumo, permitiendo un mejor aprovechamiento de los sistemas de generación y distribución de energía eléctrica. Además analizaremos la posibilidad de la implementación de paneles solares domésticos para favorecer la reducción de emisión de gases contaminantes como solución complementaria de la micro-generación.

### **3. Demostración**

Para el desarrollo de la demostración utilizamos el programa LEAP (Long range Energy Alternatives Planning System) para simular nuestra situación actual.

Lo primero que se realizó fue un análisis acerca de la situación actual y un relevamiento que incluyera los datos de consumo y costos actuales para luego poder analizar las distintas opciones de ahorro de energía. El análisis se plantea considerando que el ahorro energético se produce en el 40% de las viviendas de Argentina, ya que este porcentaje representa el total de los hogares que se encuentran en las periferias de la red eléctrica, y son la cantidad que se ve más afectada ante un corte de energía.

#### **Paneles Solares**

El problema actual radica en que las energías renovables si bien son muy sanas para el ecosistema a su vez son limitadas. Ya que los paneles solares solo son capaces de generar en la presencia del sol y la energía eólica requiere grandes vientos los cuales no se poseen en todos los países. Un país como Dinamarca ya abastece el 40% de su consumo energético por medio de energías renovables pero ya está llegando a su techo de producción.

Es así como se plantea el hecho de utilizar paneles solares junto con un juego de baterías para así poder generar energía durante el día y poder utilizarla de noche o venderla al mismo sistema.

Actualmente esta idea de vender energía a la red en Argentina es un delito, por ende esta alternativa será descartada y se analizará el costo de la instalación de paneles solares versus el ahorro de energía.

#### **Paneles solares versus electricidad de red**

Al verificar nuestra hipótesis, supondremos que el total de viviendas a analizar ya cuenta con energía de la red. En promedio, el kilowatt-hora (kWh) se paga \$ 0,608, según las facturas de electricidad provinciales.

En Argentina existen 43 millones de personas, si consideramos que en una vivienda promedio habitan 4 personas esto nos arroja un valor de 10,75 millones de casa por lo que el 40% de dicho valor es 4,3 millones de casas.

Se considera que un hogar de clase media consume 750 kWh bimestral, lo cual nos arroja un valor de 19,3 Gwh anuales.

Si tomamos una instalación solar pequeña conectada a la red con cuatro paneles de 240W (suficiente para una vivienda promedio), la instalación llave en mano es de aproximadamente 5700 dólares. Este sistema generaría en 30 años (vida útil de los paneles) unos 40MWh. Es decir que cada MWh solar nos cuesta 142 dólares.

Mientras que al precio actual cada MWh de la red cuesta 40,2 dólares (a un cambio de \$14,9 AR).

Es de apreciación simple que el precio de la energía solar es el triple de la de la red, por lo que vuelve a los paneles solares una alternativa muy poco viable económicamente, pero si una buena posibilidad si no se contase con la energía provista por la red, como es el caso de las zonas rurales más alejadas, pero no es el segmento que nos interesa analizar.

### Baterías

Ya que la posibilidad de generar energía solar se vuelve muy poco rentable, lo que vamos a analizar a continuación es el uso de baterías domésticas para la reducción de los picos de consumo de la red.

Tesla Motors presentó su PowerWall para uso residencial que viene en dos versiones, una de 7kWh y otra de 10kWh, y costarán 3000 y 3500 dólares respectivamente. Cada uno soporta una potencia máxima constante de 2kW y picos de 3kW, funciona tanto con corriente monofásica como trifásica. No incluye el inversor, un dispositivo bastante costoso que transforma la electricidad a corriente alterna para utilizar en el hogar. La garantía de los mismos es de 10 años de funcionamiento. Su eficiencia es del 92%, es decir que devuelve el 92% de la energía que recibe, el 8% se pierde en calor. Es un número muy respetable cuando consideramos que el motor de un automóvil pierde más del 60% de la energía que le provee la nafta. Las baterías son a base de ion litio al igual que las de los automóviles Tesla y de nuestros dispositivos electrónicos.

Con estos datos, la alternativa para disminuir los picos de consumo, es usar las baterías durante la noche, que es cuando la energía eléctrica cuesta un 50% menos que durante el día, y poder proveer de energía al hogar durante toda la jornada diurna.

	DIA	NOCHE
<b>Consumo (kWh)</b>	45.000	45.000
<b>Precio Kwh (\$)</b>	0,608	0,304
<b>Total en 10 años (\$)</b>	27360	13680

A estos costos hay que sumarle el de la batería, que para la de 10kWh son 3500 dólares o \$52150 AR. El ahorro proyectado a 10 años, que es la vida útil de esta batería y suponiendo una inflación del 0%, es de \$13680.

A continuación se incorporará estos datos en el programa LEAP para poder obtener las curvas reales de proyección de la demanda con y sin baterías.

### Uso del Software LEAP:

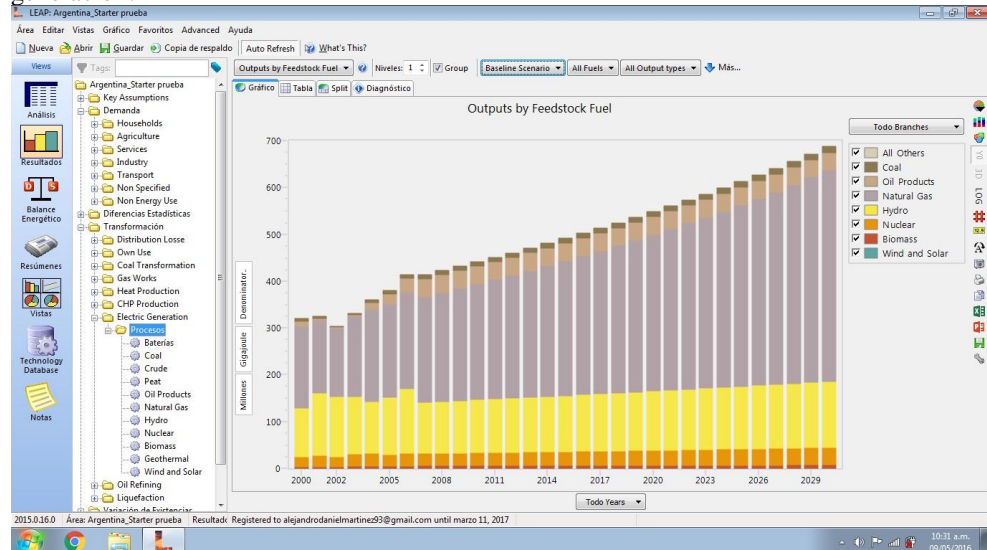
- Carga de datos:  
Se descargó el paquete de datos de Argentina: *Argentina\_Starter*. Se creó un nuevo escenario llamado *BAT:baterías dia*, basado en *Baseline*. Luego al

cargarlo, se agregó una nueva rama en *Transformación-Electric Generation-Procesos* llamado *Baterías*. En *Historical production* se cargaron los datos finales de 19,3 Gwh para el 2030, y se realizó una interpolación desde cero, para que se observe la paulatina implementación del sistema de baterías. Así mismo, en el proceso *Natural Gas* se realizó una interpolación desde el crecimiento esperado, pero restándole los 19,3 Gwh que demandarán las baterías.

- Gráficos:

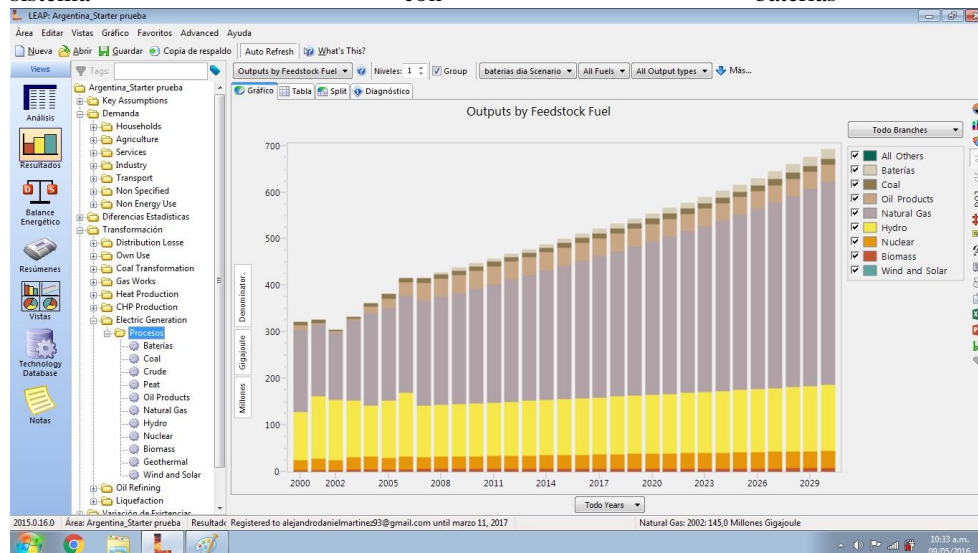
Los gráficos representados muestran la variación total a lo largo de los años, ya que no habría producción extra de energía, sino que durante el día la generación sería menor, compensada por la utilizada durante la noche. Luego se realizó la observación de ambos gráficos para comprobar que el balance de energía sea el correcto.

Escenario esperado de generación eléctrica con el sistema actual de generación:





### Escenario esperado de generación eléctrica con la implementación del sistema con baterías



#### 4 – Conclusiones finales y recomendaciones:

Con respecto a los sistemas de generación, vemos que dadas las condiciones actuales de precios y tecnologías, no es viable la implementación de paneles solares para la microgeneración eléctrica, ya que la inversión inicial es muy elevada y no se amortizarían durante su período de funcionamiento (vida útil esperada).

Con respecto a la implementación de las baterías, es un poco más factible la implementación, aunque el costo inicial es muy elevado. Podemos obtener un ahorro de \$13680 en 10 años. Esta implementación sólo aplanaría la curva de consumo eléctrico en los picos, ya que el ahorro en el precio de la electricidad no se contempla actualmente en la Argentina debido a que el precio de la energía es el mismo en todos los horarios. Este sistema sí satisface nuestro problema de alimentación unilineal, ya que abastecería durante más del tiempo planteado a los hogares que se queden sin el suministro eléctrico. Esto permite la posibilidad de construir una red de suministro eléctrico en lugares alejados más barata y simple que no requiera obligadamente la interconexión con zonas aledañas para garantizar un continuo abastecimiento de energía.

## **5 - Referencias**

- Real Instituto El Cano: [www.realinstitutoelcano.org](http://www.realinstitutoelcano.org)
- Sistema Integrado de Documentación, Universidad Nacional de Cuyo :  
<http://sid.uncuyo.edu.ar/>
- Science Direct: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Alianza para la Sociedad de la Informática, fase 2: <http://www.alis2.eu/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe:  
<http://www.cepal.org/es>
- Energy Efficiency Indicators, Word Energy Council: <https://www.wec-indicators.enerdata.eu/household-electricity-use.html#/household-electricity-use.html>
- Tesla Motors: <https://www.teslamotors.com>
- Fundación para el Desarrollo Eléctrico:  
[http://fundelec.com.ar/la\\_fundacion.htm](http://fundelec.com.ar/la_fundacion.htm)
- La Nación: <http://www.lanacion.com.ar/1833274-es-rentable-usar-un-panel-solar>



Técnicas y Herramientas Modernas by [Ricardo Palma](#) is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 Unported License](#).

Based on a work at [nodriza.uncu.edu.ar](http://nodriza.uncu.edu.ar).