

Impacto de Generación Distribuida Renovable en la Operación del Sistema Interconectado Provincial de Entre Ríos

Impact of Distributed Renewable Generation on the Operation of the Provincial Interconnected System of Entre Ríos

Presentación: 27 y 28 de octubre de 2021

Marcos Cea

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional - Lavaise 610 - Santa Fe - Santa Fe - Argentina
marcoscea28@gmail.com

Agustín Solari

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional - Lavaise 610 - Santa Fe - Santa Fe - Argentina
agustinsolari17@gmail.com

Diego López

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional - Lavaise 610 - Santa Fe - Santa Fe - Argentina
dclopez@frsf.utn.edu.ar

Juan Fernández

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional - Lavaise 610 - Santa Fe - Santa Fe - Argentina
jfernand@frsf.utn.edu.ar

Pablo Marelli

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional - Lavaise 610 - Santa Fe - Santa Fe - Argentina
pamarelli@frsf.utn.edu.ar

Irene Steinmann

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional - Lavaise 610 - Santa Fe - Santa Fe - Argentina
isteinma@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Se analiza la producción energética individual y global de distintos proyectos de generación renovable gestionable y no gestionable ideados para el sistema interconectado provincial de Entre Ríos, con la finalidad de verificar su impacto en los niveles de Energía No Suministrada -consecuencia de la operación de la red fuera de los límites admisibles-, las pérdidas activas del subsistema y la energía demandada al sistema argentino de interconexión.

A su vez, se propone una ampliación de la infraestructura de red de alta tensión que tienda a disminuir los montos de Energía No Suministrada y mejorar la calidad del producto técnico.

La incorporación de generación renovable impacta significativamente en las condiciones de operación de la red, destacándose reducciones anuales del 65% en los niveles de energía no abastecida, 19% aproximadamente en las pérdidas Joule de la red y valores en torno al 22% en la compra de energía al sistema argentino de interconexión.

Palabras clave: Generación Renovable, Energía No Suministrada, Sistema Interconectado, Infraestructura de Red

Abstract

The individual and global energy production of different manageable and non-manageable renewable generation projects designed for the provincial interconnected system of Entre Ríos is analyzed, in order to verify their impact on the levels of Non-Supplied Energy - consequence of the operation of the network. out of the admissible limits-, active losses of the subsystem and in the energy demanded from the Argentine interconnection system.

In turn, an expansion of the high-voltage network infrastructure is proposed that tends to reduce the amounts of Non-Supplied Energy and improve the quality of the technical product.

It should be noted that the incorporation of renewable generation has a significant impact on the operating conditions of the network, highlighting annual reductions of 65% in the levels of non-supplied energy, approximately 19% in the Joule losses of the network and values of around 22% in the purchase of energy from the Argentine interconnection system.

Keywords: Renewable Generation, Energy Not Supplied, Interconnected System, Network Infrastructure

Introducción

La inserción de Generación Distribuida (GD) en la red de distribución puede impactar de forma positiva como negativa, dependiendo de sus características y las del sistema. Además, con el avance de la tecnología, su definición implica el uso de las energías renovables, lo que contribuye a reducir las emisiones de CO₂ (Endesa Fundación, 2014). Es por esto, que se presentan grandes desafíos técnicos que requieren un estudio detallado, con el fin de evitar posibles problemas relacionados con la calidad del servicio técnico (armónicos, problemas transitorios, energía no abastecida, entre otros.), a su vez, la introducción de este tipo de tecnología debe posibilitar la operación de la red dentro de márgenes admisibles.

En un estudio previo (Cea et al., 2020), los autores verificaron la inserción en forma individual y conjunta de posibles proyectos de Generación Distribuida Renovable (GDR), sobre las redes de distribución de Media Tensión (MT) en 33 [kV], abastecidas por los corredores de 132 [kV] “Salto Grande-Los Conquistadores” y “Gran Paraná-El Pingo” pertenecientes a la Empresa de Energía de Entre Ríos S.A. (ENERSA). Para ello, se consideraron dos tipos de GDR: centrales térmicas a biogás (CTB) y parques fotovoltaicos (PFV).

Los resultados de simulaciones de flujos de potencia dejan entrever, que, de la potencia total teórica, es decir, la suma de potencias individuales de GDR admitidas por cada uno de los nodo analizados, el subsistema admitiría en forma individual 224,5 [MW], de los cuales aproximadamente el 95% corresponde a PFVs y el otro 5% a CTBs. Pero del análisis en conjunto de los proyectos propuestos, se destaca que el principal factor limitante de la potencia total admisible en el SIP se debe a la capacidad de los elementos que componen el subsistema, ya que se observan sobrecargas en LMT y en transformadores. También se manifiestan problemas de tensión en barras de carga, debido a sobretensiones y fluctuaciones de tensión por variaciones rápidas de potencia. En este último aspecto, los PFVs constituyen la tecnología a la cual se le debe limitar en mayor cuantía los módulos de potencia.

En la Fig. 1 se resumen la potencia máxima admitida por ET de 132 [kV], discriminado según el tipo de fuente de GDR (PFV o CTB).

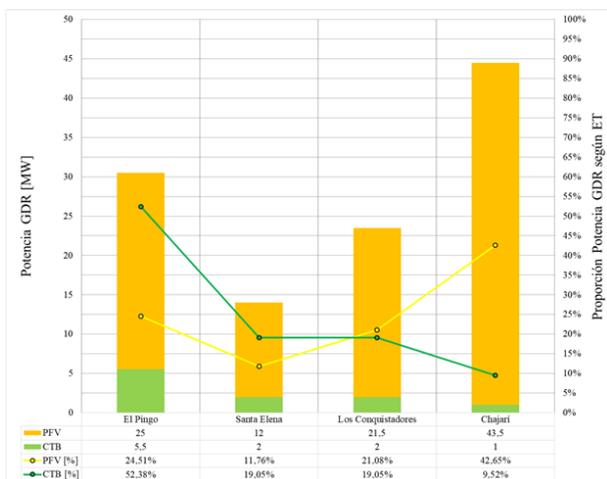


Figura 1. Potencia total admitida por ET de 132/33/13,2 [kV]

Partiendo del estudio previo, se plantea por objetivo, estimar los niveles de producción de energía anual que generarán los proyectos de PFVs y las CTBs definidas y verificar su impacto en los niveles de Energía No Suministrada (ENS) del sistema para un período de estudio de 10 años, comparando escenarios con y sin la nueva GDR. A su vez, proponer las obras de expansión en AT de la red para el período de estudio y analizar los posibles beneficios de la GDR en el retraso y/o reformulación de tales obras.

Desarrollo

Niveles de Producción Energética Anual, ENS y Pérdidas Activas de la Red

Definidos los módulos de potencia admisible de GDR, se estima de manera teórica, la producción de energía anual a inyectar en el SIP, para un período de estudio de 10 años.

En el caso de los PFV, se calcula las curvas de producción de energía anual haciendo uso del software PVSyst 6.7., para lo cual se debe tener presente los siguientes supuestos:

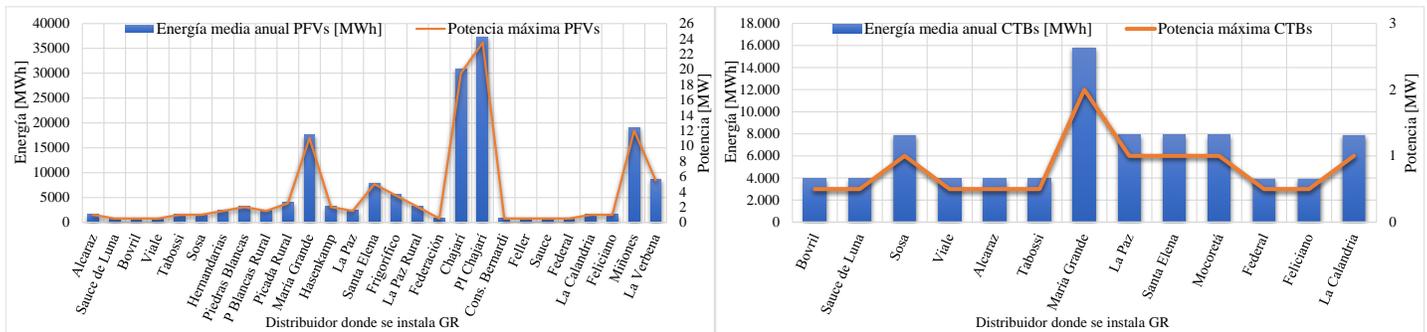
- ✓ Potencia máxima de los proyectos definida según estudios en régimen permanente
- ✓ Coordenadas geográficas de los lugares de emplazamiento de los PFVs
- ✓ Irradiación del lugar, la posición óptima y disposición de los paneles fotovoltaicos,
- ✓ Tipo de celdas que componen a los paneles, considerándose aquellas celdas del tipo monocristalino.
- ✓ Inclinación los paneles FV, en el caso de estudio, se considera una inclinación de 28° y un azimut de 0°, es decir orientados hacia el Norte

Al evaluar las curvas de producción de energía anual de las CTBs, se debe tener presente las paradas de mantenimiento programadas y las condiciones de estacionalidad que poseen las distintas materias primas ganaderas utilizadas para la producción de biogás. Por lo tanto, para el desempeño de las CTBs se asume un factor de disponibilidad de 0,9, lo cual se traduce en 876 hs en las que cada central está fuera de servicio.

Resultados

Producción anual media de energía de GR

En la Figura 2, se presentan los resultados de la estimación de generación media anual de energía para la GR. En la Figura 2-a se observa que la producción energética de los PFVs varía desde 789 [MWh] para proyectos de 0,5 [MW] a 37.278 [MWh] para módulos de potencia de PFV de 23,5 [MW]. Mientras que, en la Figura 2-b, se observa que para las CTBs se tiene una energía anual promedio de 6.368 [MWh].



a) Energía media anual PFVs

b) Energía media anual CTBs

Figura 2. Producción anual de energía de GDR

Resultados del análisis de Energía No Suministrada

La evolución de la demanda en el subsistema en estudio se considera creciente para un período de 10 años, con una tasa de crecimiento interanual promedio del 4% (Guía de Referencia, Enersa, 2018). Esto se traduce en incrementos de los niveles de ENS por perfiles de tensión no admisibles, pérdidas activas en la red, y mayor necesidad de compra de energía al SADI. Sin embargo, con la incorporación de GDR se observa una clara reducción en dichos indicadores de operación del SIP (ver Figura 3 y Figura 4).

Con la inserción de la GDR en el SIP, se disminuye en promedio 245.961 [MWh] de energía requerida al SADI por año, es decir, el aporte energético del conjunto de proyectos de GDR es de aproximadamente un 28% de la energía anual demandada por el SIP.

Con la incorporación de la GDR se logra reducir aproximadamente un 72% los niveles de ENS del subsistema actual en condiciones normales de operación, como se puede observar en la Figura 3. Sin embargo, en condiciones de emergencia – fallas en ETs o en LAT – los niveles de ENS no se modifican, ya que los criterios de diseño de la GDR no contemplan su operación en isla. Por otro lado, se puede inferir que, con la inyección de energía proveniente de la GDR, las pérdidas activas en la red disminuyen aproximadamente un 19%, pasando a representar, en promedio, un 10% de la energía operada en el SIP, contra un 12% correspondiente al caso Base (ver Figura 4).

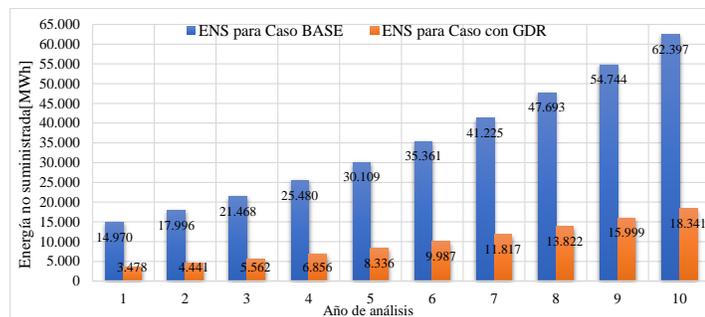


Figura 3. Evolución de la ENS para Condición de Operación Normal. Período 2020-2030

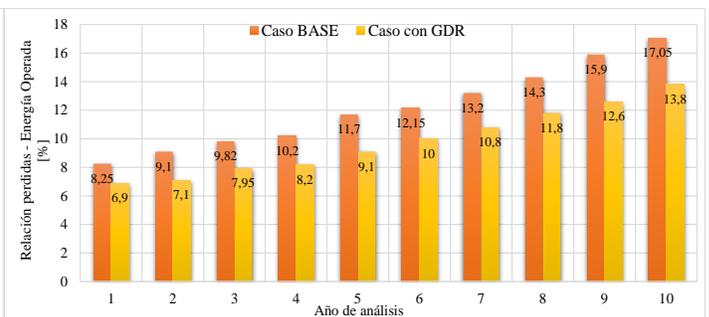


Figura 4. Evolución de las Pérdidas Activas de la Red. Período 2020-2030

Propuesta de ampliación de la infraestructura de alta tensión

Se propone la ampliación de la infraestructura de la red de manera tal que tienda a disminuir los niveles de ENS debido a problemas de subtensión. En este sentido, se evalúa la inserción de una obra de 132 kV, destacando que, si bien no es la única obra necesaria, representa la más importante para mejorar la calidad del producto técnico del subsistema en estudio. La propuesta se divide en tres etapas, a saber:

- 1º. Construcción de una ET de 132/33/13,2 [kV], ubicada en localidad de La Paz. La ET se prevé para dos transformadores de 40 [MVA]. Sin embargo, inicialmente la ET dispondrá de un solo transformador 132/33/13,2 kV de 15/15/15 [MVA].

- 2º. Construcción de una ET 132/33/13,2 [kV] en la localidad de Federal, con la misma configuración de la ET La Paz y una LAT de 132 [kV] que vincula las ETs La Paz y Federal, con conductores 240/40 Al/Ac, disposición coplanar triangular y longitud de traza de 84 [km].
- 3º. Construcción de un campo de salida en 132 [kV] en la ET Federal y una LAT de 132 [kV], con conductores 240/40 Al/Ac, disposición coplanar triangular y longitud de traza de 52 [km]. Esta línea interconecta las ETs Federal y Los Conquistadores.

Con la incorporación de la nueva infraestructura a la red, los niveles de ENS - en condiciones de operación normal - disminuyen un 6% respecto a los valores actuales, pero resultan mayores a los obtenidos con GDR. Para simplificar la presentación de los resultados, en la Figura 5, se presentan agrupados los resultados de ENS para condición de operación normal y de emergencia, se observa que se logra una reducción de los niveles de ENS en un 65% con el ingreso de la GDR - a pesar de que en condiciones de emergencia no se modifica dicho parámetro - mientras que con las obras propuestas la reducción es de un 10%.

Por otro lado, como consecuencia de tener mayor cantidad de LATs, las pérdidas activas del SIP aumentan, representando un 16% aproximadamente de la energía operada en el SADI, como se puede ver en la Figura 6 .

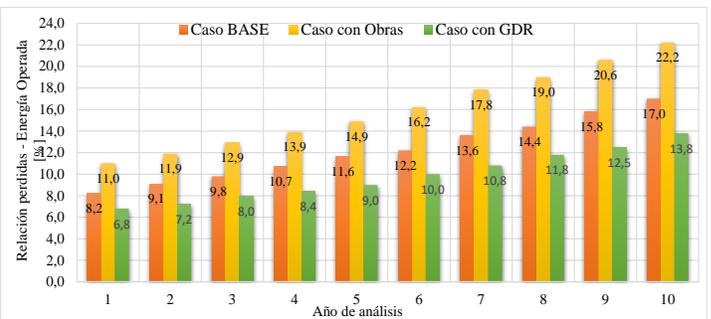
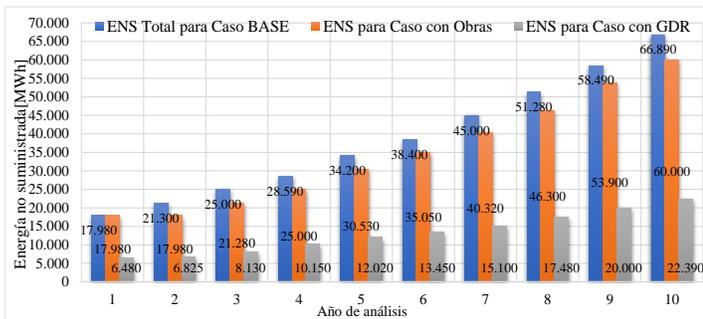


Figura 5. Comparación ENS Total – Condición normal más emergencia de red -. Período 2020-2030

Figura 6. Comparación Pérdidas Activas – Condición normal más emergencia de red -. Período 2020-2030

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la evaluación del SIP permiten inferir que la GDR impacta significativamente en la reducción de los niveles de ENS, en las pérdidas activas del SIP y en el volumen de energía requerida al SADI, observándose reducciones anuales del 65% para los niveles de ENS (equivalentes a MUSD 75,8), del 19% para las pérdidas activas (valorizado en MUSD 1,4) y del 22% en la compra de energía al SADI (obteniéndose ahorros de aproximadamente MUSD 8,2 anuales). Por lo tanto, se puede concluir que la incorporación de proyectos de GDR en el SIP trae consigo grandes beneficios, tanto técnicos como económicos en la operación del SIP.

Finalmente, cabe destacar que los estudios y metodologías de análisis propuestos en este trabajo resultan aplicables a los sectores de planificación y operación de empresas distribuidoras y transportistas de energía eléctrica, ya que permiten establecer bases metodológicas para analizar, en cualquier punto del sistema eléctrico, la inserción de un proyecto de generación renovable

Referencias

Cea M., Manassero U., Cano D., Fernández J. P., Steinmann I., Gaspoz P. (2020). "Dimensionamiento de módulos de generación distribuida renovable a incorporar en redes de subtransmisión en 33 kV". Actas de IX Seminario Nacional Virtual "Energía y su uso Eficiente". Evento de modalidad virtual, organizado por la UTN, Facultad Regional Pacheco, provincia de Buenos Aries, Argentina, 26 al 27 de noviembre 2020, 43-44.

Endesa Fundación (2014) Generación distribuida. Noviembre 2014. Disponible en: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-generacion-distribuida>