



Identificación del Trabajo	
Área:	Energía
Categoría:	Alumno
Regional:	Santa Fe

## Evaluación de acceso a la red de los Parques Eólicos adjudicados en las Rondas Renovar en el sistema de transmisión de la región patagónica.

---

**Dino GHISOLFI, Bruno PIROLA, Esteban SALVETTI, Mariano PERDOMO, Damián CANO**

*Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE) (Lavaise 610, Santa Fe), Facultad Regional Santa Fe, UTN.*

[dinoghisolfi@live.com](mailto:dinoghisolfi@live.com), [brunopirola7@gmail.com](mailto:brunopirola7@gmail.com), [esteban.salvetti@gmail.com](mailto:esteban.salvetti@gmail.com), [perdomomariano@hotmail.com](mailto:perdomomariano@hotmail.com),  
[damian\\_cano\\_77@hotmail.com](mailto:damian_cano_77@hotmail.com)

*Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección del Ing. Ulises Manassero, en el marco del proyecto ENUTIFE0005151TC “Diseño y Gestión de Redes Eléctricas Inteligentes Aplicables en Parques Industriales”. (2019 – 2021)*

### Resumen

---

Cada vez son más los módulos de Generación Distribuida Renovable vinculados a las redes eléctricas en países que presentan buenas características para explotar su desarrollo, como es el caso de Argentina. En este trabajo se pretende estudiar el impacto de ocho Parques Eólicos que fueron adjudicados en las rondas de licitación del programa “RenovAr”, impulsado por la Secretaria de Energía de la Nación y que tendrán vinculación en el sistema de transmisión de 132 kV de la región patagónica. Se realizan simulaciones de flujo de carga para distintos estados de generación por parte del parque, acorde estudios estadísticos de vientos en el lugar de emplazamiento de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos evidencian que en escenarios de valle de demanda, algunos parques eólicos ocasionan elevadas sobrecargas en líneas de 132 kV, que obligan al desarrollo e implementación de un sistema de desconexión de generación.

**Palabras Claves:** Parque eólico; Sobrecargas; Variaciones rápidas de potencia; Fluctuaciones de tensión.

---

### 1. Introducción.

Hoy en día, existe una tendencia mundial hacia la generación de energía eléctrica de forma sustentable y las energías renovables presentan un papel fundamental en este aspecto, dado que sólo utilizan recursos medioambientales como energía primaria.

Por otra parte, Argentina se presenta como un país de gran atracción para el desarrollo de éste tipo de energías debido a sus grandes niveles de radiación solar y sus elevadas velocidades de vientos, logrando ser el “onceavo mercado más adecuado para el desarrollo de nuevos proyectos energéticos sustentables” (E&Y, 2018).

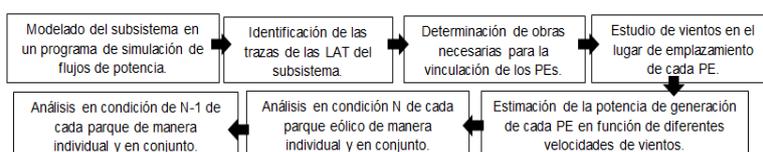
Como consecuencia de las expectativas técnico-económicas que brindan los proyectos renovables y con motivo de lograr una menor dependencia de la generación eléctrica a base de hidrocarburos, el Ministerio de Energía y Minería de la Nación impulso la ley 21.191 “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica” decreto 531/2016, en donde se pretende cubrir el 20% de la matriz energética

con energías renovables. En este contexto, y bajo las rondas licitatorias de los programas “RenovAr” (MEMN, 2016), cada vez son más los proyectos renovables que entran en servicio en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

En el presente trabajo se pretende estudiar el acceso a la red de los Parques Eólicos (PE) adjudicados en las rondas renovar 1, 1,5 y 2 que se vincularán al SADI en la región patagónica, con el propósito de evaluar su impacto en las condiciones de operación estacionarias, bajo diferentes escenarios de generación de energía del parque relacionadas al estudio de los vientos del lugar de emplazamiento del PE.

## 2. Metodología.

La metodología utilizada para el estudio de inserción de los PEs en el SADI se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Metodología de análisis de inserción de PE en la red de potencia

### 2.1. Hipótesis de trabajo

Para el modelado y las condiciones de operación admisibles de la red de subtransmisión, se adoptaron los siguientes supuestos:

- Adopción como límite de capacidad de transmisión de potencia de las líneas aéreas al límite térmico-mecánico impuesto por sus conductores.
- El límite admisible de condiciones normales de operación de transformadores de potencia (132/33/13,2 kV y 500/132/33 kV) corresponde a la capacidad nominal de la máquina, impuesta por el fabricante según su diseño.
- Se consideraron aceptables niveles de tensión en barras de 132 kV aquellos que se encuentran en el rango de 0,90 a 1,10 pu para nodos radiales y 0,95 a 1,05 pu para nodos que anillados. En 500 kV los niveles aceptables se encuentran dentro de un rango de 0,93 a 1,03 y, en contingencias, el rango utilizado se consideró aceptable dentro de 0,95 a 1,05 pu, tal como lo exigen los Procedimientos Técnicos de CAMMESA (CAMMESA, 2014).
- El escenario de demanda Base del subsistema en estudio es el correspondiente a un Pico de Verano.

### 2.2. Descripción del subsistema en estudio.

El subsistema de estudio abarca las líneas de transmisión de la región patagónica, el mismo comprende el corredor de 500 kV desde la ET Choele Choele 500/132 kV y se extiende hasta la ET Esperanza 500/330/132 kV. Presenta una topología radial con ETs de rebaje a 132 kV en las ETs Puerto Madryn (500/220/132 KV) y Santa Cruz Norte 500/132 kV.

En escenarios de valle de demanda el consumo del subsistema es de 246 MW y en escenarios de pico alcanza niveles cercanos a los 350 MW de demanda. En la figura 2 se observan las trazas de las redes de 132 y 500 kV del sistema patagónico en estudio.

El subsistema fue modelado con el software de simulación de sistemas eléctricos de potencia PSS/E (ver figura 3). Se utilizaron sus herramientas de cálculo de flujo de potencia en estado estable.



### 2.3. Vinculación de los PEs en el SADI.

En una primera instancia, se vincularon al SADI los PE adjudicados en las licitaciones correspondientes a las rondas Renovar 1, 1.5 y 2 impulsadas por la Secretaria de Energía de la Nación (MEMN, 2016).

Según la ubicación geográfica de cada PE y las trazas de las líneas de 132 kV del subsistema, se determinaron las obras de infraestructura necesarias para su vinculación a la red. En este aspecto, para el diseño y modelado de las obras de vinculación de los PE a la red se establecieron los siguientes criterios:

- Sección del conductor seleccionado en función de la potencia máxima de los PEs y de las líneas de 132 kV existente.
- En caso de que el PE no presente un nodo cercano de 132/13,2 kV, se establece una conexión de entrada/salida con la línea existente a través de construcción de una LAT doble terna.
- Las tensiones nominales de todos los transformadores de bloque utilizados son de 132/13,2 kV, con una tensión de cortocircuito de 5%.

A continuación, se detalla en la tabla 1 las obras necesarias para la vinculación de los PE.

**Tabla I. Obras necesarias**

PE	Obras necesarias			Transformador		Nodo de conexión
	Línea Aérea de 132 kV Conductor	Longitud [km]	P <sub>nom</sub> [MW]	X <sub>1</sub> [pu]	X <sub>0</sub> [pu]	
<b>Hercules</b>	185/30 Al Ac - Triangular	3,4	97,2	0,0489	0,0415	HERCULES
<b>Pampa</b>	240/40 Al Ac - Triangular	4,8	100	0,0475	0,0404	
<b>Kosten</b>	150/25 Al Ac - Triangular	3,4	24	0,1979	0,1682	PAMCA132
<b>Diadema</b>	-	-	27,6	0,1721	0,1463	DIADEMA
<b>Chubut 4</b>	150/25 Al Ac - Triangular	3,3	82,8	0,0574	0,0488	CHUBUNOR
<b>Chubut 3</b>	150/25 Al Ac - Triangular	4	57,6	0,0825	0,0701	CHUBUNOR
<b>Pomona I</b>	210/35 Al Ac - Triangular	5,2	100	0,0475	0,0404	CH.CHOEL
<b>C. León</b>	240/40 Al/Ac - Triangular	25	100	0,0475	0,0404	PT1.132

Con excepción al PE PAMPA, todos los PEs se vincularon mediante una terna simple hacia el nodo de conexión más cercano. En el caso del PE Pampa, fue necesario realizar una entrada/salida con la línea existente a través de una doble terna.

Para la vinculación del PE Diadema, sólo es necesaria la incorporación de un transformador de bloque, debido a que dicho PE ya se encuentra en funcionamiento con una potencia máxima de 6,3 MW adjudicada en la Ronda 1 de Renovar.

Además de las obras mencionadas, es indispensable realizar la construcción de línea aérea de 132 kV de 300/50 Al Ac tipo triangular de 13,4 km de longitud de entre los nodos CHUBUNOR-PMADRYN, debido a que con la incorporación de los PE Chubut 3 y 4, la evacuación de potencia por dicho corredor provoca significativas sobrecargas en la línea existente.

### 2.4. Potencia generada por el PE

La potencia que genera un aerogenerador es principalmente función de la velocidad del viento, por lo tanto, para poder determinar estos valores es necesario conocer la curva de variación de la potencia en función de las velocidades del viento. Para tal fin, se recurre al catálogo del fabricante que provee la curva de operación del aerogenerador presentada en la

figura 4 y su ecuación (1) correspondiente al cálculo de la potencia generada en función a la velocidad del viento ( $v$ ).

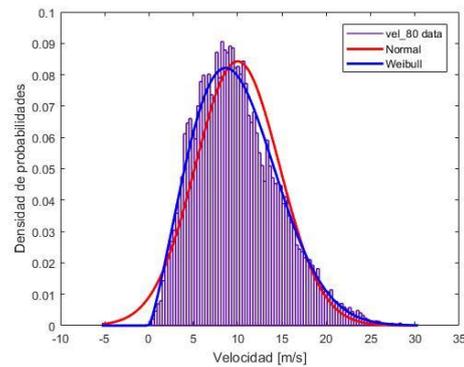
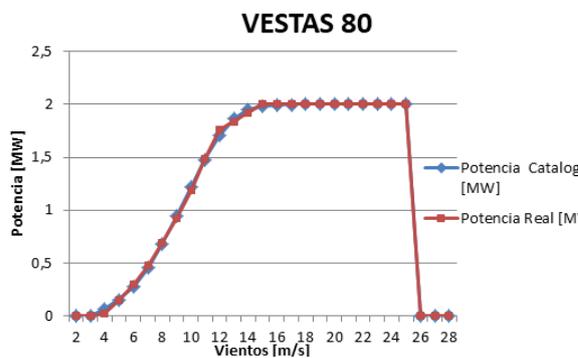
$$P = 4,2 \cdot \left[ \text{MAX}(0; \text{MIN}(C; R; 1)) \cdot (1 - \text{ENTERO}\left(\frac{v}{v_{\max}} - 0,01\right)) \right] \quad (1)$$

Donde la velocidad máxima de viento ( $v_{\max}$ ) admitida por el modelo de aerogenerador es de 25 m/s, y siendo los coeficientes C y R obtenidos a partir de las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

$$C = \left(\frac{v}{12}\right)^3 - 0,005 \quad (2)$$

$$R = 0,3 + 0,05 \cdot v \quad (3)$$

Para el presente estudio se utilizaron generadores marca Vestas, modelo 80, con una potencia máxima de 2 MW. En la figura 4 a), se muestra la curva de potencia generada en función de la velocidad del viento calculada según (1).



a) Curva de operación aerogenerador Vestas

b) Distribución de Weibull de vientos

**Figura 4.** Potencia de generación en relación a velocidades de vientos.

Para conocer la potencia generada por el aerogenerador, fue necesario recolectar información relacionada a las velocidades de vientos de la zona de emplazamiento de cada PE.

Se obtuvieron mediciones de velocidad de viento cada 10 minutos a lo largo de un año, a 10 metros del nivel del suelo en el lugar de emplazamiento de cada PE (GMAO, 2015). Luego, a partir de la ley de Hellmann se estimó la velocidad de viento a una altura de 80 m, que se corresponde con la altura del eje del aerogenerador. Finalmente, se realizó una distribución discreta de velocidades de vientos a fines de obtener una distribución densidad de probabilidades de Weibull (López, 2012).

El modelo de cálculo basado en la Ley de Hellman para la variación de la velocidad con la altura, se obtiene a partir de la ecuación 4.

$$\frac{\langle v' \rangle}{\langle v \rangle} = \left(\frac{z'}{z}\right)^\alpha \quad (4)$$

En donde:

- $v$  y  $v'$ : son las velocidades en metros por segundo a las alturas  $z$  y  $z'$  respectivamente.
- El factor  $\alpha$  puede obtenerse a partir de la fórmula de Justus-Mikjail (ver ecuación 5).

$$\alpha = \frac{0,37 - 0,088 \ln(v_z)}{1 - 0,088 \ln\left(\frac{z}{10}\right)} \quad (5)$$

En la figura 4 b) se muestra, a modo de ejemplo, el caso particular de la curva de densidad de probabilidades de Weibull, obtenida con la ayuda del software MATLAB, correspondiente al PE Hércules.

Por otra parte, a raíz de los coeficientes  $c$  y  $k$  de la distribución de probabilidades de Weibull, se obtuvo la “distribución de frecuencia acumulada”, que permite calcular la frecuencia acumulada de las velocidades que son mayores o iguales a cierto valor  $V$  (ver ecuación 6).

$$F'(v \leq V) = 1 - F(v \leq V) = e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (6)$$

La frecuencia acumulada se calculó para vientos de 0,5 m/s a 25 m/s con intervalos de 0,5 m/s, y de ésta manera se escogieron los valores de vientos correspondientes a los cuartiles 1, 2, 3 y 4. La definición estadística de los cuartiles utilizados en el análisis de la base de datos de los perfiles de velocidad de viento es la siguiente:

- $V_{Q1}$ : El 25 % del tiempo los vientos son menores o iguales al  $V_{Q1}$ ;
- $V_{Q2}$ : El 50 % del tiempo los vientos son menores o iguales a  $V_{Q2}$ ;
- $V_{Q3}$ : El 75 % del tiempo los vientos son menores o iguales  $V_{Q3}$ ;
- $V_{Q4}$ : El 100 % del tiempo los vientos son menores o iguales a  $V_{Q4}$ .

Finalmente, se compararon los cuartiles de velocidad de viento con la curva de potencia-viento del aerogenerador y se estimó la potencia generada para cada cuartil, las cuales se observan en la tabla 2.

**Tabla II.** Potencia generada por PE según cuartiles de vientos

PE	Vientos [m/s]				Potencia Parque Eólico [MW]			
	$V_{Q1}$	$V_{Q2}$	$V_{Q3}$	$V_{Q4}$	$P_{Q1}$	$P_{Q2}$	$P_{Q3}$	$P_{Q4}$
<b>Hercules</b>	6,50	9,50	13,00	25,00	19,12	51,79	90,16	98,00
<b>Pampa</b>	7,00	10,00	14,00	25,00	24,03	59,44	96,00	100,00
<b>Kosten</b>	7,00	10,00	14,00	25,00	5,77	14,27	23,04	24,00
<b>Diadema</b>	7,00	10,50	14,00	25,00	6,73	18,69	26,88	28,00
<b>Chubut 4</b>	6,00	9,00	12,00	25,00	12,60	38,85	73,92	84,00
<b>Chubut 3</b>	6,00	9,00	12,00	25,00	8,70	26,83	51,04	58,00
<b>Pompona I</b>	5,00	7,50	10,50	25,00	7,36	29,24	66,74	100,00
<b>Cañadon Leon</b>	7,00	9,50	13,00	25,00	24,03	52,85	92,00	100,00
<b>ManatialesBher (YPF)</b>	7,00	10,50	14,00	25,00	24,03	66,74	96,00	100,00

### 3. Resultados y discusión

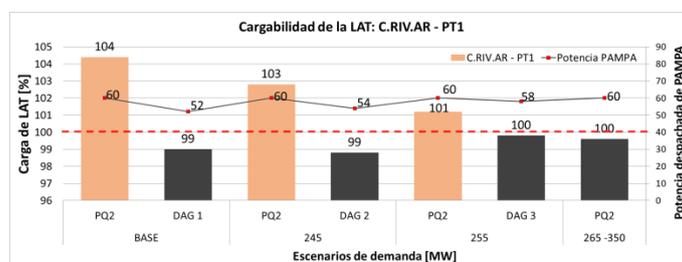
#### 3.1. Ingreso de PE al SADI de manera individual – Red en Condición Normal

Para el análisis de la configuración en régimen de funcionamiento normal (régimen N), se utilizaron los escenarios de pico y resto de demanda del Verano 2018/2019.

Con motivo de evaluar el impacto de los PE adjudicados en las rondas Renovar que se vincularán al SADI, se realizó el análisis de ingreso de cada PE de manera individual, siguiendo los requerimientos del Procedimiento Técnico N°1 de CAMMESA (CAMMESA, 2014) y teniendo



Con motivo de analizar el comportamiento del sistema con el ingreso del PE Pampa para escenarios de demanda mayores, se realizó un estudio para determinar cuál es la potencia posible a inyectar por el PE Pampa cuando éste presente potencia disponible correspondiente al cuartil 2 (es decir 60 MW), realizando incrementos sucesivos de 10 MW en la demanda del subsistema en estudio, hasta alcanzar la potencia de pico (350 MW). Los resultados se observan en la figura 6 y en la tabla 4.



**Figura 6.** Despacho de generación en escenario de valle: con y sin DAG en PE Pampa.

De la gráfica se puede observar que para los primeros tres incrementos de demanda del sistema es necesario contar con esquema DAG. Luego, a partir de una demanda de 265 MW en el sistema, la potencia generada por el PE para el cuartil 2 no representa sobrecarga en la LAT ni en ninguno de los equipamientos del sistema, por lo que no es necesario recortar generación. Estos resultados permiten inferir que, a medida que se incrementa la demanda, la potencia generada por el PE Pampa es consumida por el dicho subsistema, por lo que no es necesario que el PE evacúe su potencia disponible por el corredor que presenta la línea crítica.

**Tabla IV.** Despacho de generación en escenario de valle: con y sin DAG en PE Pampa.

	BASE [MW]		245 [MW]		255 [WW]		265-345 [MW]
	P <sub>Q2</sub>	DAG 1	P <sub>Q2</sub>	DAG 2	P <sub>Q2</sub>	DAG 3	P <sub>Q2</sub>
<b>C.RIV.AR - PT1 [%]</b>	104,4	99	102,8	98,8	101,2	99,8	< 99,6
<b>Potencia PAMPA [MW]</b>	60	52	60	54	60	58	60

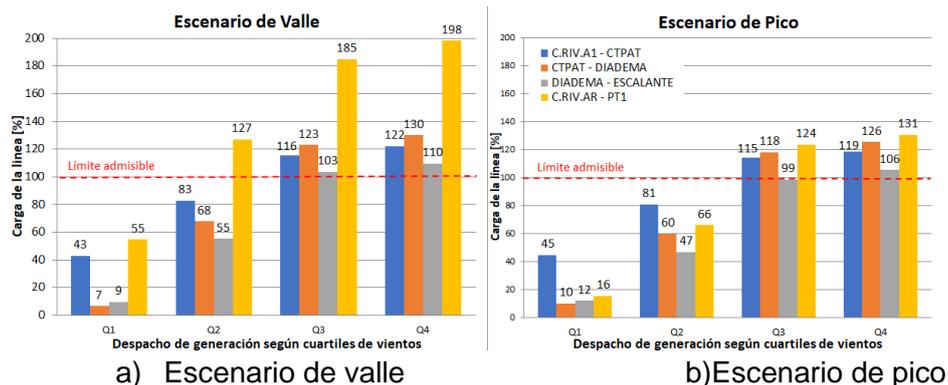
### 3.2. Ingreso de PE de manera conjunta – Condición N

Tal como se procedió para el análisis de la inserción de los PE individualmente el SADI, en este caso se evalúa la inserción en conjunto de los PE Pampa, Kosten y Diadema, debido a que evacúan su potencia de generación por la misma LAT crítica estudiada con anterioridad. Además, ambos se encuentran a distancias menores a 50 km, lo que podría significar un problema a la hora de realizar el análisis de fluctuaciones de tensiones en nodos producto de variaciones bruscas de potencia, ocasionadas por una disminución repentina del viento.

En primera instancia, se despachó el conjunto de PE en escenario de valle y de pico, inyectando potencia al sistema correspondiente a los cuatro cuartiles de potencia generada.

Los resultados se observan en la figura 7, donde se destaca que el escenario de valle es el más crítico debido a la sobrecarga en la línea "C.RIV.AR - PT1". En dicho escenario, para vientos correspondientes al cuartil 2, la sobrecarga de la línea aumenta considerablemente en relación al despacho individual del PE Pampa y alcanza niveles del orden a los 127 % de sobrecarga. A medida que se incrementa la potencia de despacho (cuartiles 3 y 4), la línea incrementa los niveles de sobrecarga, alcanzando un 198% cuando los PE generan a plena potencia.

En el escenario de pico de demanda los resultados son similares pero menos significativos, ya que comienzan a sobrecargar la LAT a partir del cuartil 3, y alcanzan una sobrecarga de 130% a plena potencia.

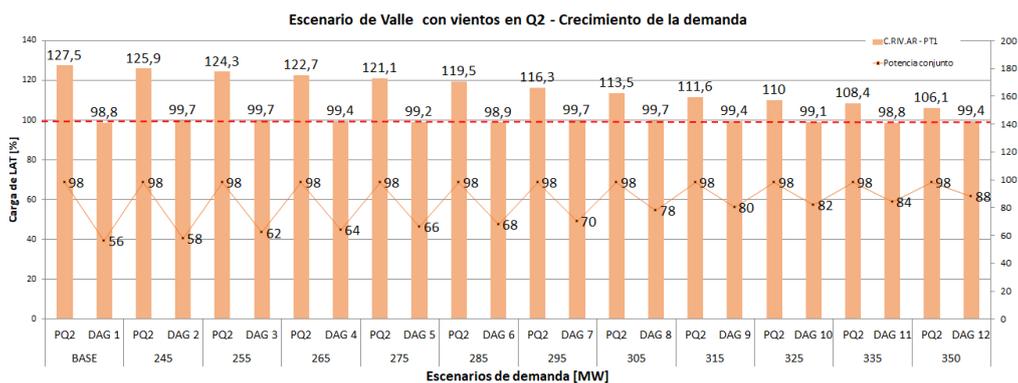


**Figura 7.** Estado de carga de Líneas de Alta tensión

En síntesis, para condiciones de vientos del cuartil 2 en adelante, el sistema alcanzaría condiciones inadmisibles de operación, por lo que es necesario recortar generación mediante DAG. Para encontrar los módulos de generación que son necesarios recortar, se procedió de manera similar al despacho del PE Pampa individual.

En primer lugar, se observó el valor de sobrecarga que presenta la línea en el caso de “base” cuando se despacha la potencia del conjunto de PE en el cuartil 2, incluido el PE Manantiales Behr. La ubicación geográfica de este último es próximo al conjunto de PE y, además, el mismo se encuentra actualmente en funcionamiento, lo que hace que el recorte de potencia se deba efectuar solo para el conjunto de PE a ingresar en la red, sin alterar su estado de generación. El PE Manantiales, tiene la particularidad de entregar potencia al sistema y canalizarla por la misma LAT crítica en estudio y, por ende, el recorte de generación del conjunto dependerá también de la potencia que aporta este PE.

Como primer resultado, se observa que en el escenario de base, la potencia del conjunto de PE debe ser igual a 56 MW, de un total de 96 MW disponibles, es decir que se deben recortar 42 MW (ver figura 8). El recorte de potencia se realiza de manera proporcional a la potencia nominal de cada PE (ver tabla 5).



**Figura 8.** DAG del conjunto de PE para distintos escenarios de demanda del sistema.

Tal como se procedió para el despacho de manera individual del PE Pampa, se realizaron incrementos en la demanda del subsistema a fines de estimar la potencia máxima a ingresar por los PE sin que se produzcan sobrecargas en la LAT.

Se observa que a medida que incrementa la demanda, la brecha entre la potencia disponible del conjunto y la potencia que es posible inyectar sin producir sobrecargas, es cada vez

menor, alcanzando diferencias de 10 MW para escenario de máxima demanda (350 MW en el subsistema). A continuación, en la tabla 5, se resumen los esquemas de DAG de los distintos PE.

**Tabla V.** DAG de cada PE para distintos escenarios de demanda

PE	Despacho de generación en condición N											
	DAG 1	DAG 2	DAG 3	DAG 4	DAG 5	DAG 6	DAG 7	DAG 8	DAG 9	DAG 10	DAG 11	DAG 12
<b>PAMPA</b>	38	38	40	42	42	42	48	50	50	50	52	54
<b>KOSTEN</b>	6	8	8	8	8	10	10	10	12	12	12	14
<b>DIADEMA</b>	12	12	14	14	16	16	16	18	18	20	20	20
<b>Conjunto</b>	56	58	62	64	66	68	74	78	80	82	84	88

### 3.3 Fluctuaciones de tensión en nodos producto de variaciones rápidas de potencia

Para verificar el correcto funcionamiento del sistema y cumplir con las exigencias del anexo 40 de CAMMESA, se observaron las fluctuaciones de tensión en los nodos del subsistema debido a la “mayor variación rápida de generación” del conjunto de PE. Se define como “mayor variación rápida de generación” al valor de la máxima variación estimada de potencia activa, en intervalos de 10 minutos, de los 10 valores de potencia media registrada cada 1 minuto.

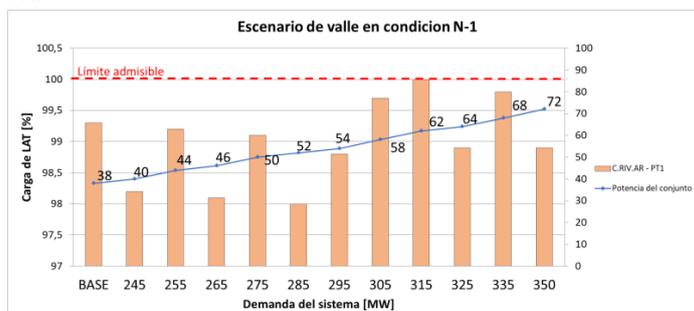
Las fluctuaciones de tensión en barras provocadas por fluctuaciones de potencia de los PE ingresados al sistema de manera individual no presentan variaciones significativas en los perfiles de tensión. Los resultados del análisis del ingreso en conjunto de PE para las distintas condiciones de despacho de generación establecidas por los esquemas DAG en ningún caso superan el máximo de 2% impuesto como límite por el anexo 40 de CAMMESA.

### 3.4. Ingreso de PE de manera conjunta – Condición N-1

En el presente estudio se buscó analizar el subsistema cuando sale de servicio una de las líneas de 132 kV (LAT que vincula Garayalde y Patagonia) y el sistema queda operando de forma radial, canalizando el flujo de potencia del conjunto por la línea crítica “C.RIV.AR - PT1”. El flujo de potencia que inyecta el conjunto se corresponde con la potencia máxima posible a despachar para no sobrecargar la LAT en la condición N, es decir, con la potencia que entrega cada PE una vez que actuaron las DAG del mismo, tal como se estimaron en el análisis anterior.

El estudio se realizó partiendo del escenario valle de demanda, incrementándose la potencia del sistema en escalones de 10 MW hasta alcanzar la potencia de pico, con el objetivo de encontrar la máxima potencia admisible a despachar por el sistema, sin producir sobrecargas en la LAT cuando el sistema opera en condición de N-1.

Los resultados se observan en la figura 9, en donde se observa la potencia máxima del conjunto de PE una vez producida la contingencia y la carga de la línea para esa condición de despacho de generación.



**Figura 9.** DAG en condición de N-1 para distintos escenarios de demanda del sistema.

En condición de N-1 la potencia del conjunto resulta significativamente inferior que en condición N, dado que en condición de contingencia, todo el flujo de potencia generado por los PE debe evacuarse a través de la línea C.RIV.AR-PT1 y esto hace indispensable que se actúe sobre DAG para no sobrecargar la línea.

A continuación, en la tabla 6 se muestran los niveles de DAG para condición de N-1 y para distintos escenarios de demanda del sistema:

**Tabla VI.** Tabla de DAG para condición de N-1

Escenario	Despacho de generación en condición N-1 [MW]											
	BASE	245	255	265	275	285	295	305	315	325	335	350
<b>Pampa</b>	28	30	30	32	34	34	36	40	40	42	44	46
<b>Kosten</b>	4	4	6	6	6	8	8	8	8	8	10	10
<b>Diadema</b>	6	6	8	8	10	10	10	10	14	14	14	16
<b>Potencia del conjunto</b>	38	40	44	46	50	52	54	58	62	64	68	72

#### 4. Conclusiones.

En este trabajo se ha desarrollado una metodología para evaluar el ingreso individual y conjunto de PE en redes de transmisión con potencias nominales en el rango de 25-100 MW. Los resultados permiten inferir que debido a problemas de sobrecargas y/o fluctuaciones de tensión que provocan el aporte de potencia de los PE al sistema, se requieren curvas de capacidad de los mismos con mayor regulación de potencia reactiva con respecto a las exigidas por CAMMESA, así como también el diseño de esquemas de DAG, para los escenarios de combinación más exigentes, que se establecen ante condiciones de bajos niveles de demanda y altos niveles de generación eólica.

Puntualmente, en escenarios de valle de demanda del sistema en estudio, el ingreso del PE Pampa de manera individual provoca significativas sobrecargas en una de las LAT de 132 kV, por lo que es necesario recortar generación mediante esquemas DAG. Cuando se evalúa el ingreso en conjunto de los parques Pampa, Kosten y Diadema en el sistema, la sobrecarga en la misma línea mencionada es aún mayor y, por ende, los PE también debe contar con esquemas DAG para evitar sobrecargas

A medida que la demanda del sistema crece, el mismo admite un mayor aporte de generación de los PE en el sistema. Esto significa que mientras mayor es la demanda del sistema, menor debe ser la potencia que debe recortar el DAG debido a que gran parte de la generación de los PE es consumida por el sistema y el flujo de potencia que se canaliza por la LAT crítica es menor.

En estudios próximos se analizará el impacto en conjunto de todos los PEs en el subsistema considerando escenarios de mayor exigencia, buscando encontrar la reserva rodante que debería tener el sistema en caso de contingencias.

#### 6. Bibliografía.

- CAMMESA (2014), Procedimiento Técnico N° 1: Estudios requeridos para la presentación de la solicitud de acceso y ampliaciones al sistema de transporte, Pp: 1-9.  
 CAMMESA (2014), Anexo 40: Generación eólica, Pp: 1-4.  
 CAMMESA (2014), Anexo 4: Control de tensión y despacho de potencia reactiva, Pp: 1-7.  
 E&Y (2018). Renewable Energy Country Attractiveness Index (recai).

Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) (2015), MERRA-2 tavg1\_2d\_slv\_Nx: 2d,1-Hourly,Time-Averaged,Single-Level,Assimilation,Single-Level Diagnostics V5.12.4, Greenbelt, MD, USA, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), Accessed May 2019.

Lopez Villarubia Miguel (2012), Ingeniería de la Energía Eólica, Pp: 1-282.

Ministerio de Energía y Minería de la Nación. (2016). Resolución N° 71-2016: Convocatori Programa RenovAr Ronda 1.

Ministerio de Energía y Minería de la Nación (MEMN) (2017). Resolución N° 275-2017: Convocatoria Programa RenovAr Ronda 2.

Ministerio de Energía y Minería de la nación (2016). Resolución N° 252/2016: Convocatoria Programa RenovAar Ronda 1.5