

## ENERGÍAS LIMPIAS Y CAMPOS ENERGÉTICOS RENOVABLES EN AEROPUERTOS DEL SISTEMA NACIONAL (SNA)

Ana Urano y Alejandro Di Bernardi

Grupo Transporte Aéreo – UIDET GTA-GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 116 e/ 47 y 48, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina Correo electrónico: [ana\\_u23@hotmail.com](mailto:ana_u23@hotmail.com)

*Palabras claves: Energías, limpias, renovables, aeropuertos, SNA*

Los aeropuertos, como toda instalación de gran envergadura de una cadena de producción y servicio, requieren de energía para su operación y gestión por lo que el presente trabajo busca analizar las diferentes posibles energías limpias (solar, eólica, hídrica, bioenergética, mareomotriz y undimotriz) y los aeropuertos que podrían sustentarse en ellas de acuerdo al mayor predominio en la región en la cual se encuentran emplazados dichos campos de vuelo.

Para ello se analizan de manera general las diferentes energías renovables existentes y las más utilizadas en el país, junto a un mapeo que permite la caracterización preliminar de las energías mencionadas según criterios definidos para tal efecto y los aeropuertos del sistema nacional de aeropuertos (SNA) que podrían beneficiarse de dicha situación y ayudar así reducir los potenciales daños ambientales priorizando la sostenibilidad ambiental.

El presente estudio se encuentra encolumnado con los objetivos del Comité de Protección Ambiental Aeronáutica (CAEP), conformado por la Organización de aviación civil internacional (OACI), y particularmente con los del Grupo de Trabajo 3 (WG3) centrados en la mitigación de las emisiones gaseosas.

### INTRODUCCIÓN

Las energías renovables han ganado protagonismo en los últimos años y se han establecido en todo el mundo como una necesidad. Su rápido crecimiento ha sido impulsado, no solo por la necesidad de bajar los gases efecto invernadero que los sistemas tradicionales aportan al calentamiento global sino también por las nuevas tecnologías involucradas, las mejores eficiencias en los sistemas intervinientes, el acceso a nuevas fuentes de financiación, la mayor demanda del mercado eléctrico, la posibilidad de escalamiento de la demanda / generación, las nuevas políticas supranacionales y nacionales de fomento y el estímulo a la implementación de estas energías limpias entre otros tantos considerandos. Estas situaciones, entre otras tantas, han permitido la generación de nuevos mercados que contemplan e impulsan el desarrollo de éstas energías.

Por otra parte durante la 21ª Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático realizada en París en el 2015, la gran mayoría de los países presentes se comprometieron a fomentar y estimular el uso de energías renovables. A su vez varios estados presentes se comprometieron a revisar y reformar sus políticas de subsidios a los combustibles fósiles generando así un precedente significativo que pretende impulsar la energía renovable.

Paralelamente la Argentina viene fomentando, desde hace varios años, el desarrollo de energías verdes en virtud de los recursos, capacidades y potencialidades disponibles que el amplio territorio nacional ofrece para abastecer la creciente demanda local en lo que a energías renovables se refiere.

En este contexto en septiembre de 2016, el gobierno nacional, lanzó una licitación para mejorar el suministro energético a través de energías verdes. El proyecto contempla como la instalación de 1.000 megavatios de las llamadas energías limpias, divididas de la siguiente manera: eólica 600MW, solar 300MW, biomasa 65MW, hidroeléctrica 20MW y biogás 15MW.

## **METODOLOGÍA**

Para el presente trabajo se analizan las fuentes de información disponible en la web en relación a los potenciales de energía renovable en el país, que luego se aplican al caso de estudio mediante mapeos de los aeropuertos del sistema nacional aeroportuario en concordancia con los correspondientes mapeos de energías con la finalidad de superponer las informaciones y conseguir una observación final.

Inicialmente se tomaron como referenciaseis tipos de regiones clasificadas en grados A, B, C, D, E y F, siendo A la de mayor potencial energético y F la de menor potencial. No obstante ello y con el fin de acotar el desarrollo del presente análisis sólo se consideran aquellas regiones que, a nuestro entender, presentaban mayor potencial energético según cada una de las energías consideradas.

En este contexto se contemplan las zonas A como los puntos de mayor aprovechamiento energético, las B como la zona intermedia y C como la zona media. Quedando el restos de las zonas (D, E y F) como no alcanzadas.

## **DESARROLLO**

La problemática resulta compleja, extensa y diversa por lo que a continuación solo se ponen en evidencia algunas consideraciones generales sobre cada tipo de energía, su situación en Argentina y su relación con los campos de vuelo en función de los criterios anteriormente indicados (A, B, y C), indicando además aquellos aeropuertos no alcanzados ( NA) por la energía considerada.

En este contexto se expone a continuación las siguientes energías limpias que pueden ser consideradas para el desarrollo energético del país y su aplicación a los aeropuertos bajo análisis: energía solar, energía eólica, energía geotérmica, bioenergía, energía hidráulica, energía marítima (undimotriz y mareomotriz).

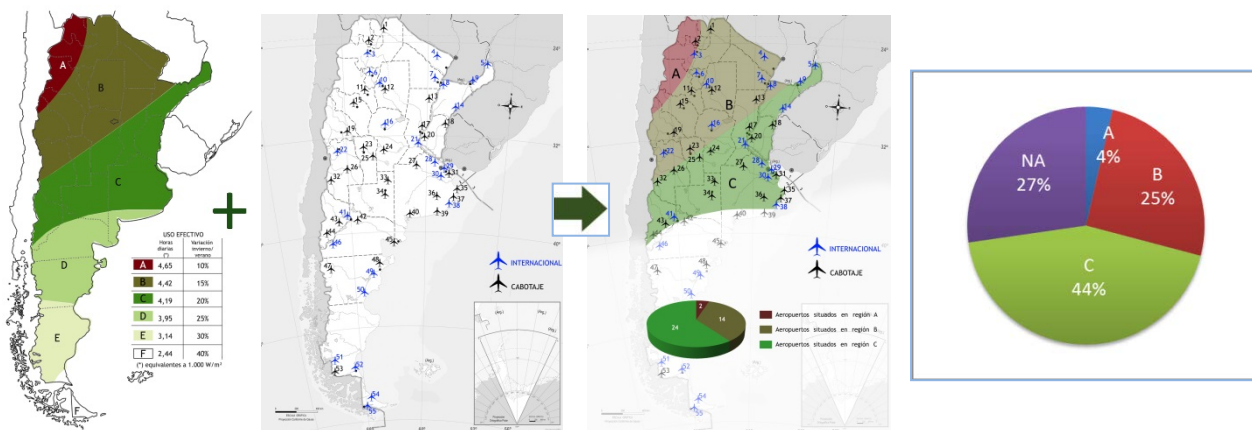
Las presentes no son limitativas ni excluyentes de otras energías que pudieran surgir como opciones válidas.

### **Energía Solar**

Considerando que la energía solar es aquella que proviene de la actividad electromagnética del sol y que la misma puede ser captada por diferentes dispositivos como: concentrados parabólicos, células fotovoltaicas, colectores térmicos, y helióstatos entre otros para luego transformarla en energía eléctrica o mecánica según sea el caso.

Contemplando que el noroeste argentino es de los más beneficiados en cuanto a energía solar se trata ya los porcentajes de variación solar verano/invierno son relativamente bajos del 10 al 20% contemplando en la región A4,65 horas de uso efectivo para  $1.000 \text{ W/m}^2$ , en la B4,42 hs, y en la C4,19 hs.

Resulta entonces que al cruzar esta información con la ubicación de los aeropuertos del SNA surgen los siguientes mapeos que evidencian que solo 2 aeropuertos del sistema se encuentran en la zona A, 14 en la B, y 24 en la C. Los restantes 15 no están alcanzados según los criterios establecidos

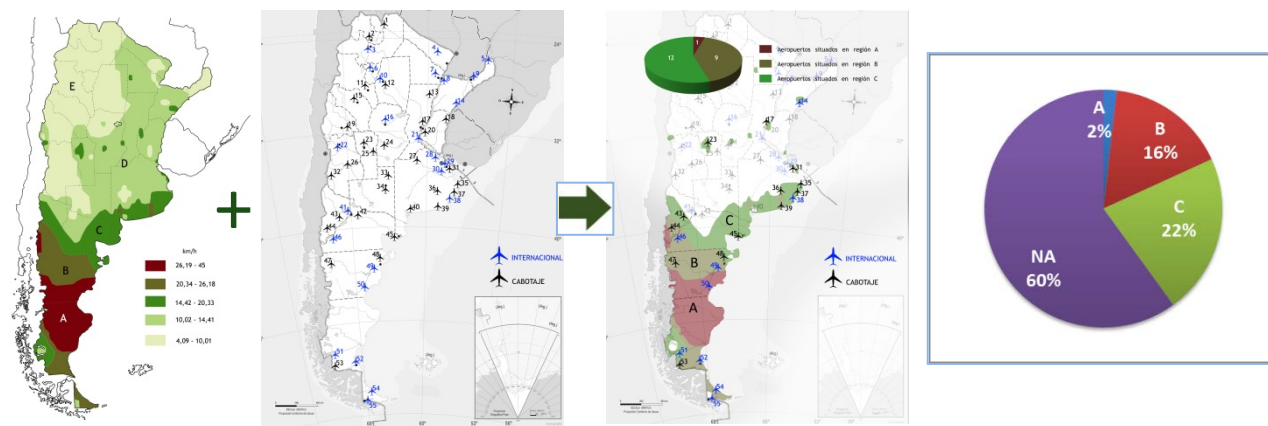


### Energía eólica

Considerando que la energía eólica es aquella que se obtiene al captar la energía cinética de las corrientes de aire de la atmosfera terrestre y que la manera de aprovechar esta energía es través de la utilización de molinos dispuestos en granjas eólicas que permiten transformar la energía cinética en energía eléctrica a través de generadores eléctricos.

Contemplando además que la Argentina tiene cerca del 70 % de su territorio vientos cuya velocidad media anual, medida a 50 metros de altura sobre el nivel del suelo superan los 6 m/s.y teniendo en cuenta los siguientes datos para la región A= 26,19 a 45 km/h, la B= 20,34 a 26,18 km/h y la C=14,2 a 20,33 km/h.

Resulta entonces posible trazar mapas que permiten evidenciar esto potenciales energéticos en concordancia con los aeropuertos del SNA.



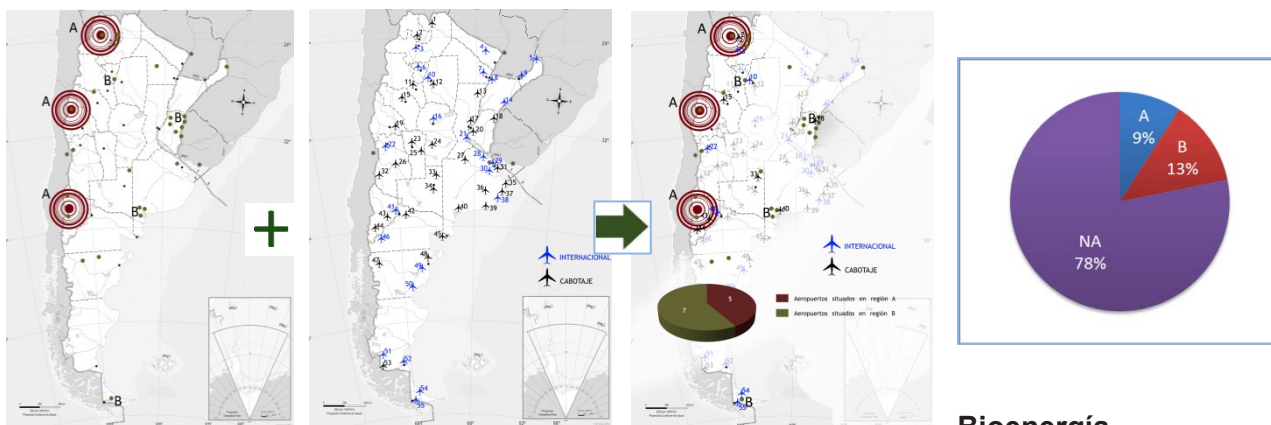
En este contexto se puede apreciar que solo un aeropuerto del SNA se encuentra en la zona A, 9 en la B, y 12 en la C. Los restantes 33 no están alcanzados según los criterios establecidos

### Energía geotérmica

Considerando que la energía geotérmica es aquella que proviene de interior de la tierra y que se la puede aprovechar a través de la captación y canalización de sus líquidos y vapores hacia intercambiadores de calor o bien hacia turbinas generadoras de electricidad entre otras tantas aplicaciones.

Contemplando además que en Argentina, existen sobre la cordillera de los Andes puntos de captación con alto potencial energético denominados A por ser las regiones que cuentan con mayor recurso geotérmico por cuanto se consigue vapor saturado siendo estos Tuzgle (Jujuy), Valle del Cura (San Juan), Domuyo (Neuquén) y en Copahue-Caviahue (Neuquén), mientras que las zonas B son aquellas localizaciones donde se logra temperaturas aproximadas cercanas a los 100°C.

Surge entonces que al realizar el cruce con los mapas del SNA que 5 aeropuertos se encuentran en la zona A mientras que 7 en la B, quedando así el resto de los 55 como no están alcanzados por esta energía según los criterios establecidos

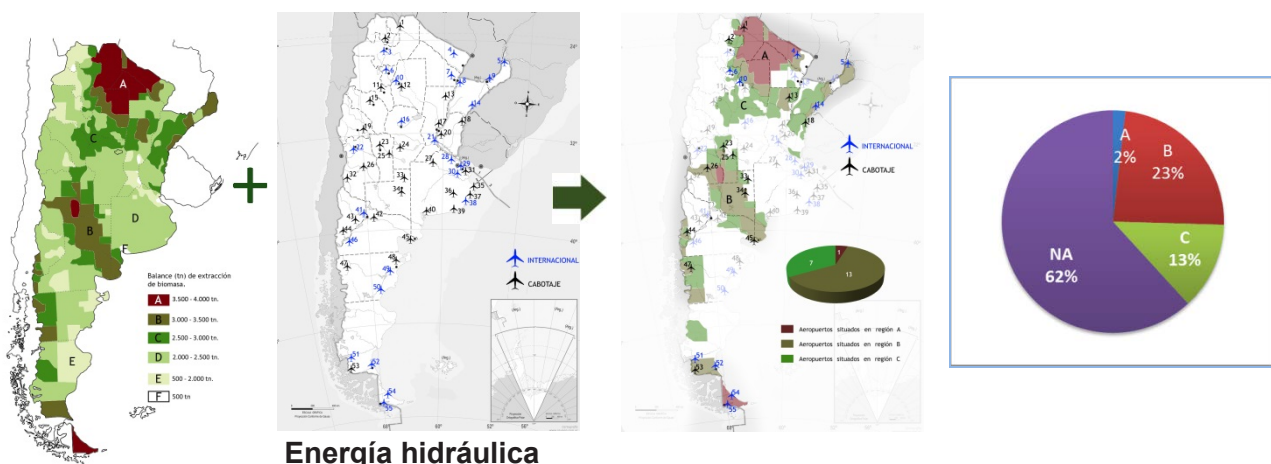


Bioenergía

Considerando que la bioenergía es aquella energía que proviene del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial residual y que la misma puede ser captada a través de los gases que estas generan en su procesamiento y que ésta puede ser convertida en energía eléctrica a través de diferentes dispositivos termo – mecánicos.

Contemplando además que en Argentina el potencial energético de este tipo de recursos es significativo en todo el país, pero que para el presente análisis solo se consideran las regiones A como aquellas que producen entre 3.500 tn. a 4.000 tn. de biomasa por año, las B entre 3.000 y 3.500 tn /año y las C entre 2.500 y 3.000 tn por año.

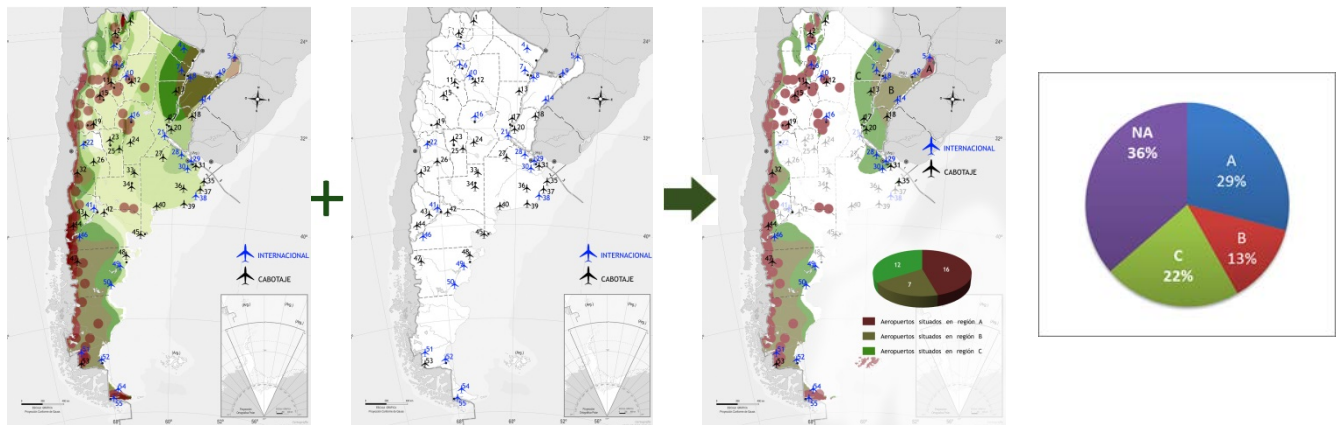
Surge entonces que al realizar el cruce con los mapas del SNA que solo 1 aeropuerto se encuentra en la zona A, 13 en la B y 7 en la C, quedando los restantes 34 como no alcanzados por esta energía según los criterios establecidos



Energía hidráulica

Considerando que la energía hidráulica es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinéticas y potencial de corrientes del agua y saltos de agua, y que las mismas pueden ser transformadas en energía eléctrica a través de diferentes mecanismos.

Contemplando además, que el mayor potencial de energía hidroeléctrica en Argentina se encuentra principalmente en la Cordillera de los Andes y en las Cataratas del Iguazú.



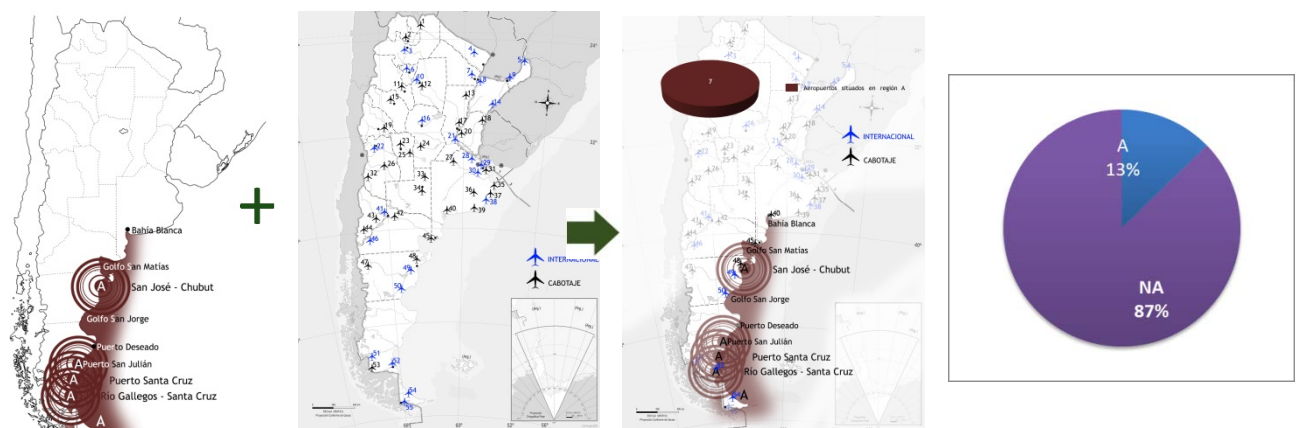
Surge entonces que al realizar el cruce con los mapas del SNA que 16 aeropuertos se encuentran en la zona A, 7 en la B y 12 en la C, quedando los restantes 20 como no están alcanzados por esta energía según los criterios establecidos

### Energía marítima (mareomotriz y undimotriz)

Considerando que la energía mareomotriz aprovecha el ciclo de las mareas, obteniendo así electricidad gracias a las diferencias de cota entre la plena y baja mar. Y teniendo en cuenta que la energía undimotriz aprovecha la energía de las olas para transformarla en energía eléctrica a través de generadores.

Contemplando además, que la Argentina cuenta con una costa amplia y extensa para generar energía a través de estas aplicaciones, considerando además que se estima un potencial energético de hasta 40.000 MW y que nuestra costa presenta olas con un promedio de altura que oscila entre el metro y los dos surge como óptimo todo el perfil costero por debajo de Bahía Blanca como óptimo para este tipo de energías.

Surge entonces que 7 aeropuertos del SNA podrían aprovechar estas energías para sus consumos.



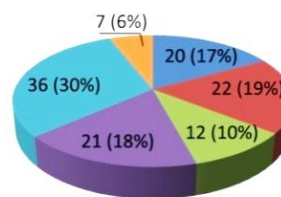
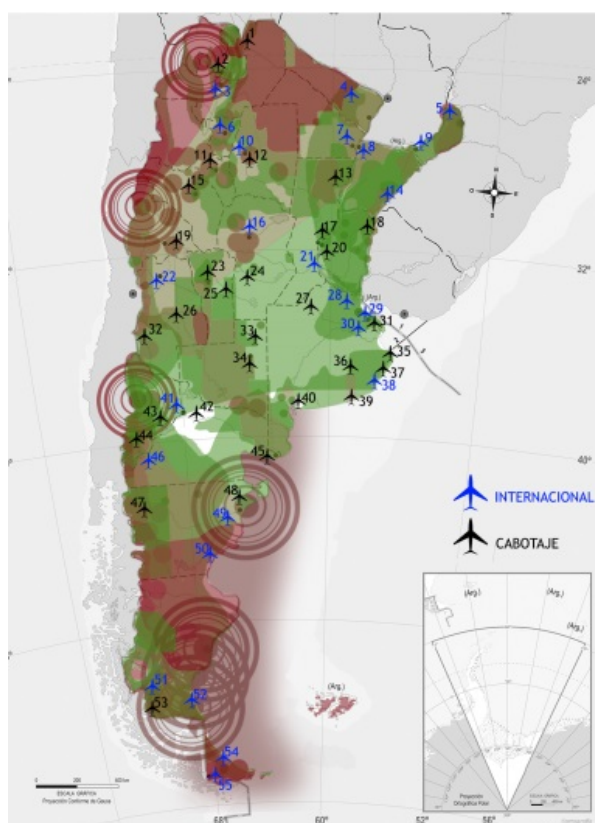
### RESULTADOS

Integrando los aeropuertos con las energías analizadas surge el siguiente cuadro resumen donde se aprecia para cada aeropuerto la energía que este podría aprovechar

A E R O P U E R T O S	E. SOLAR	E. EÓLICA	EGOTÉRMICA	BIOMASA	E. HIDRÁULICA	INERGIAS ALTERNATIVAS
1- A. de Tartagal "Gral Enrique Mosconi"	B	-	-	A	C	-
2- A. de Jujuy "Gobernador Horacio Guzmán"	A	-	A	-	A	-
3- A. Internacional de Salta "Martín Miguel de Güemes"	A	-	A	-	C	-
4- A. de Internacional de Formosa "El Pucu"	B	-	-	B	C	-
5- A. de Cataratas "Cataratas del Iguazu"	C	-	-	B	A	-
6- A. de Tucuman "Teniente Benjamín Matienzo"	B	-	-	C	A	-
7- A. de Resistencia "José de San Martín"	B	-	-	-	B	-
8- A. de Corrientes "Dr. Fernando Piragine Niveyro"	B	-	-	-	B	-
9- A. de Posadas "Libertador General San Martín"	C	-	-	-	B	-
10- A. Internacional Termas de Río Hondo	B	-	B	C	A	-
11- A. de Catamarca "Coronel Felipe Varela"	B	-	-	-	A	-
12- A. de Santiago del Estero "Vcom. Ángel de la Paz Aragónes"	B	-	-	-	A	-
13- A. de Reconquista "Daniel Jukic"	B	-	-	B	C	-
14- A. de Paso de los Libres	C	C	-	B	B	-
15- A. de La Rioja "Capitán Vicente A. Almonacid"	B	-	B	-	A	-
16- A. Internacional de Córdoba "Ing. A. Taravella"	B	-	-	-	A	-
17- A. de Sauce Viejo	C	C	-	-	C	-
18- A. de Concordia "Comodoro Pierrestegui"	C	-	B	C	B	-
19- A. de San Juan "Domingo Faustino Sarmiento"	B	-	-	-	A	-
20- A. de Paraná "General Justo José de Urquiza"	C	-	-	-	C	-
21- A. Internacional Rosario "Islas Malvinas"	C	-	-	-	-	-
22- A. Internacional de Mendoza "Francisco Gabrielli"	B	-	-	-	-	-
23- A. de San Luis "Brigadier Mayor César R. Ojeda"	B	C	-	C	-	-
24- A. de Río Cuarto "Área de Material"	C	-	-	-	-	-
25- A. de Villa Reynolds	C	-	-	C	-	-
26- A. de San Rafael "S.A. Santiago Germano"	C	-	-	B	-	-
27- A. de Junín	C	-	-	-	-	-
28- A. de San Fernando	C	-	-	-	C	-
29- A. "Jorge Newbery"	C	-	-	-	C	-
30- A. Internacional de Ezeiza "Ministro Pistarini"	C	-	-	-	C	-
31- A. de La Plata	C	-	-	-	C	-
32- A. de Malargüe "Comodoro D. Ricardo Salomón"	C	-	-	-	A	-
33- A. de General Pico	C	-	B	C	-	-
34- A. de Santa Rosa	C	-	-	B	-	-
35- A. de Santa Teresita	C	C	-	-	C	-
36- A. de Tandil "Héroes de Malvinas"	C	C	-	-	-	-
37- A. de Villa Gesell	C	C	-	-	-	-
38- A. Internacional de Mar del Plata "Astor Piazzolla"	C	C	-	-	-	-
39- A. de Necochea "Edgardo Hugo Yelpo"	-	B	-	-	-	-
40- A. de Bahía Blanca "Comandante Espora"	-	-	B	-	-	A
41- A. de Neuquén "Presidente Perón"	C	-	A	-	-	-
42- A. de Gral. Roca "Dr. Arturo Umberto Illia"	-	-	-	-	-	-
43- A. de Cutral Có	C	C	A	-	-	-
44- A. de Chapelco "Aviador Carlos Campos"	-	B	A	C	A	-
45- Aeropuerto de Viedma "Gobernador Castello"	-	C	-	B	-	A
46- A. Internacional de S. C. de Bariloche "Teniente L. Candelaria"	-	B	-	-	B	-
47- A. de Esquel "Brigadier General Antonio Parodi"	-	B	-	B	A	-
48- A. de Puerto Madryn "El Tehuelche"	-	C	-	-	-	A
49- A. de Trelew "Almirante Marco Andrés Zar"	-	B	-	-	C	A
50- A. de Comodoro Rivadavia "Gral. Enrique Mosconi"	-	A	-	-	C	A
51- A. El Calafate "Comandante Armando Tola"	-	C	-	B	A	-
52- A. de Río Gallegos "Piloto Civil Norberto Fernández"	-	B	-	B	B	A
53- A. de Río Turbio "El Turbio/28 de Noviembre"	-	B	-	B	A	-
54- A. de Río Grande "Gob. Ramón Trejo Noel"	-	B	B	B	A	A
55- A. de Ushuaia "Malvinas Argentinas"	-	B	B	B	A	-

Por otra parte para una mejor visualización lo anterior se plasma en un mapa donde se aprecian las diferentes energías y su relación con los aeropuertos. Para ello se ha tomado como referencia colores con distintos grados de calidez, donde puede entenderse que aquellas áreas con colores cálidos (distintas escalas de bordo) son las regiones de grado A en lo que a recurso de energía renovables se refiere, en aquellos sectores donde el color marrón predomina son regiones de grado B y las zonas con colores fríos (distintas escalas de verde) son regiones de grado C.

Así mismo se presenta un cuadro resumen con la cantidad de aeropuertos con posible utilización de energías renovables y otro con los porcentajes y cantidad de aeropuertos que admiten una, varias o ninguna energía renovable:



- Aeropuertos con potencialidad en Energía Solar.
- Aeropuertos con potencialidad en Energía Eólica.
- Aeropuertos con potencialidad en Energía Geotérmica.
- Aeropuertos con potencialidad en Bioenergía.
- Aeropuertos con potencialidad en Energía Hidráulica.
- Aeropuerto con potencialidad en Energía Marítima.

Aeropuerto que admite:	Cantidad	Tipo de aeropuerto	
		Cabotaje	Internacional
1 tipo de energía	5	3	2
2 tipos de energía	22	12	10
3 tipos de energía	20	7	13
4 tipos de energía	6	2	4
5 tipos de energía	1	-	1
ningún tipo de energía	1	1	-

## CONCLUSIÓN

A lo largo y ancho de la Argentina existen una cierta cantidad de zonas cuyos aeropuertos podrían aprovechar la potencialidad que las energías limpias ofrecen contribuyendo así a reducir los efectos contaminantes que las energías tradicionales aportan al medio ambiente.

De acuerdo a los resultados obtenidos según los criterios establecidos (A, B y C) surge que 54 de los 55 aeropuertos considerados se encuentran en el área de influencia de las zonas con mayor potencialidad en lo que recursos sustentables se refiere. Solo el aeropuerto de Gral. Roca “Dr. Arturo Umberto Illia” no contaría con la capacidad de aprovechar energía renovable alguna. Sin embargo esta situación no es del todo concreta por cuanto la precisión de las trazas seleccionadas no resultan exactas y finales sino que muestran un límite aproximado de potencialidad. En este contexto es de suponer que el aeropuerto de referencia tiene la capacidad de aprovechar con menor eficiencia algunas de las energías presentes en la región.

Con esta información queda entonces profundizar los estudios para determinar la mejor opción para cada aeropuerto en función de sus contextos de operación y desarrollo.

## REFERENCIAS

- <http://www.orsna.gov.ar/>
- <http://opcionrenovable.com.ar/>
- <http://www.argentinaeolica.org.ar/>
- <http://www.infoleg.gob.ar/>
- <http://www.fao.org/>
- <http://smn.gov.ar/>
- <http://www.twenergy.com>
- <http://www.ina.gob.ar/>