

**VITECFV # 65. PENETRACIÓN ELÉCTRICA DE LAS FRE.**

MAYO 31

DR.C. DANIEL STOLIK

La penetración eléctrica es el promedio en % que se corresponde de alguna fuente específica con respecto al total de la generación de electricidad en cada región, país o mundial. La generación de electricidad total en un país y el per cápita correspondiente influye notablemente en el análisis y las comparaciones de los niveles de penetración de los países.

La penetración se expresa en relaciones porcentuales de potencia (MW, kW, GW) o de energía (MWh, kWh, GWh)

$$\frac{\text{POTENCIA FRE INSTALADA}}{\text{POTANCIA DEL MIX ELÉCTRICO}} \times 100$$

$$\frac{\text{GENERACIÓN FRE}}{\text{GENERACIÓN DEL MIX ELÉCTRICO}} \times 100$$

Por ejemplo, en FV: (MW FV: MW MIX) X 100 y, (MWh FV: MWh MIX) X 100

Estimo que es importante tener en cuenta y también mucho cuidado en las comparaciones entre países, ya que la penetración depende no solo del nivel de producción de la FRE (en el numerador), sino también de la total del mix de electricidad (en el denominador).

Pongamos un ejemplo FV, comparemos específicamente la penetración FV entre Cuba y Puerto Rico. Las instalaciones FV son similares en los dos países, unos 240 MW FV, pero la población de Cuba es aprox. 11,2 millones de habitantes mientras que en Puerto Rico es de 3,1 millones, por lo que el per cápita de instalaciones en relaciones porcentuales MW FV es mucho mayor en Puerto Rico, aspecto que a su vez influye notablemente en la interpretación de la penetración, ya que a Puerto Rico, por tener un per cápita de generación total (entre todas las fuentes) mucho mayor, con igual nivel de instalaciones FV le corresponde penetraciones FV mucho menores que la de Cuba, que no es exactamente lo que caracteriza la real diferencia del escenario eléctrico..

Otro ejemplo ilustrativo de la influencia del nivel de la penetración y el per cápita de la generación de electricidad es la comparación con la penetración FV de Honduras, país que con una la instalación FV de unos 500 MW FV (por cierto, mayor que la de Cuba) logra una de las penetraciones FV más altas del mundo, pero que es debido a un per cápita de generación total del MIX (o sea, entre todas las fuentes) muy pequeño, menor inclusive que la de Cuba. La diferencia de las penetraciones del 12 % para Honduras y 1,2 % para Cuba no caracteriza la real diferencia del escenario eléctrico entre los dos países ya que si el per cápita de generación FV es mayor para honduras el total del MIX de Cuba es mayor que la de Honduras.

La penetración y el per cápita se puede aplicar a cada fuente de energía, al total de las FRE, también a cada país, son dos parameras importantes para la

caracterización del comportamiento de la generación y el consumo de electricidad desde dos puntos de vistas diferentes.

Primeramente, analicemos la penetración y posteriormente el per cápita por FRE distintas.

PENETRACIÓN DE LAS FRE

Las mayores penetraciones promedios mundiales actuales de las FRE son:

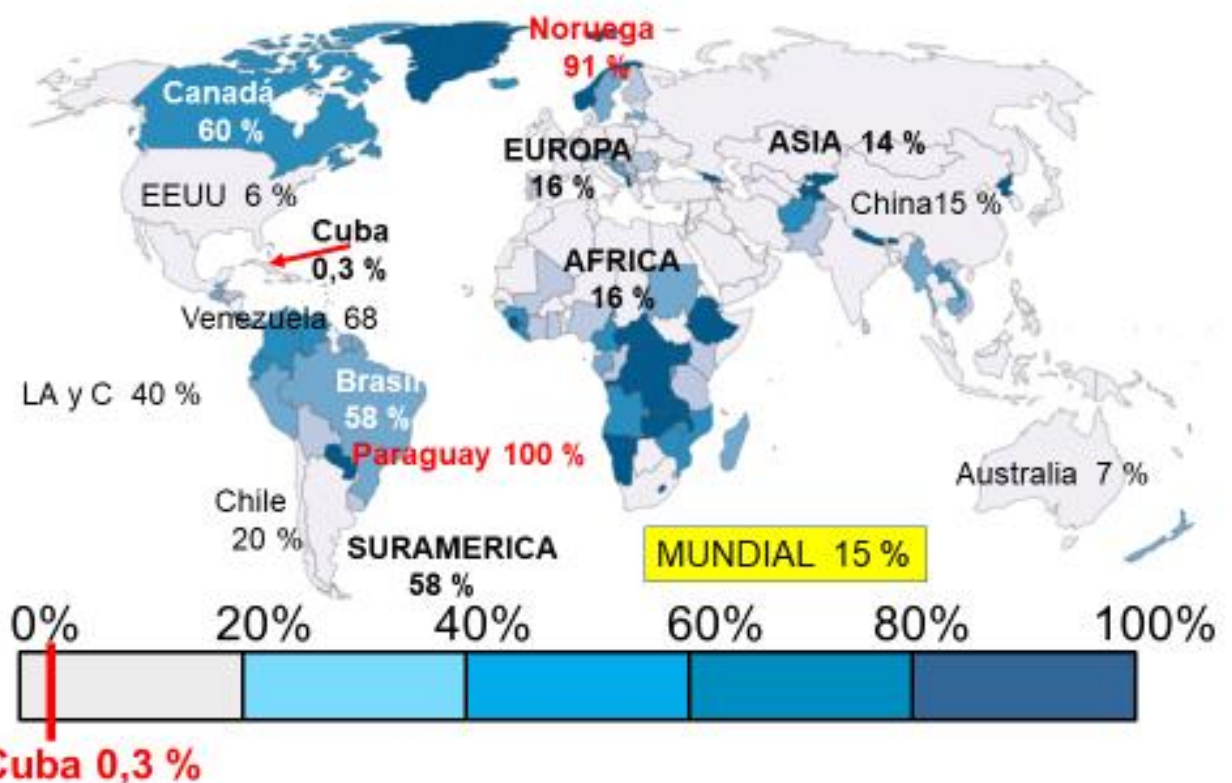
- Hidroeléctricas 16 %
- Eólica 6 %
- FV 4 %

La distribución mundial de la penetración de todas las FRE es muy disímil, fluctúa desde casi cero hasta cerca del 100%. La de Cuba es una de más bajas del mundo, aspecto que debe cambiar notablemente con la gran y difícil tarea de aumentar sensiblemente la generación eléctrica en base a FRE, sobre todo: FV, Eólica y bioeléctricas.

PENETRACIÓN HIDROELÉCTRICA

La generación hidroeléctrica, aunque se debe explotar al máximo, Es extremadamente pequeña para Cuba y su potencial también.

Penetración hidroeléctrica por países 2021

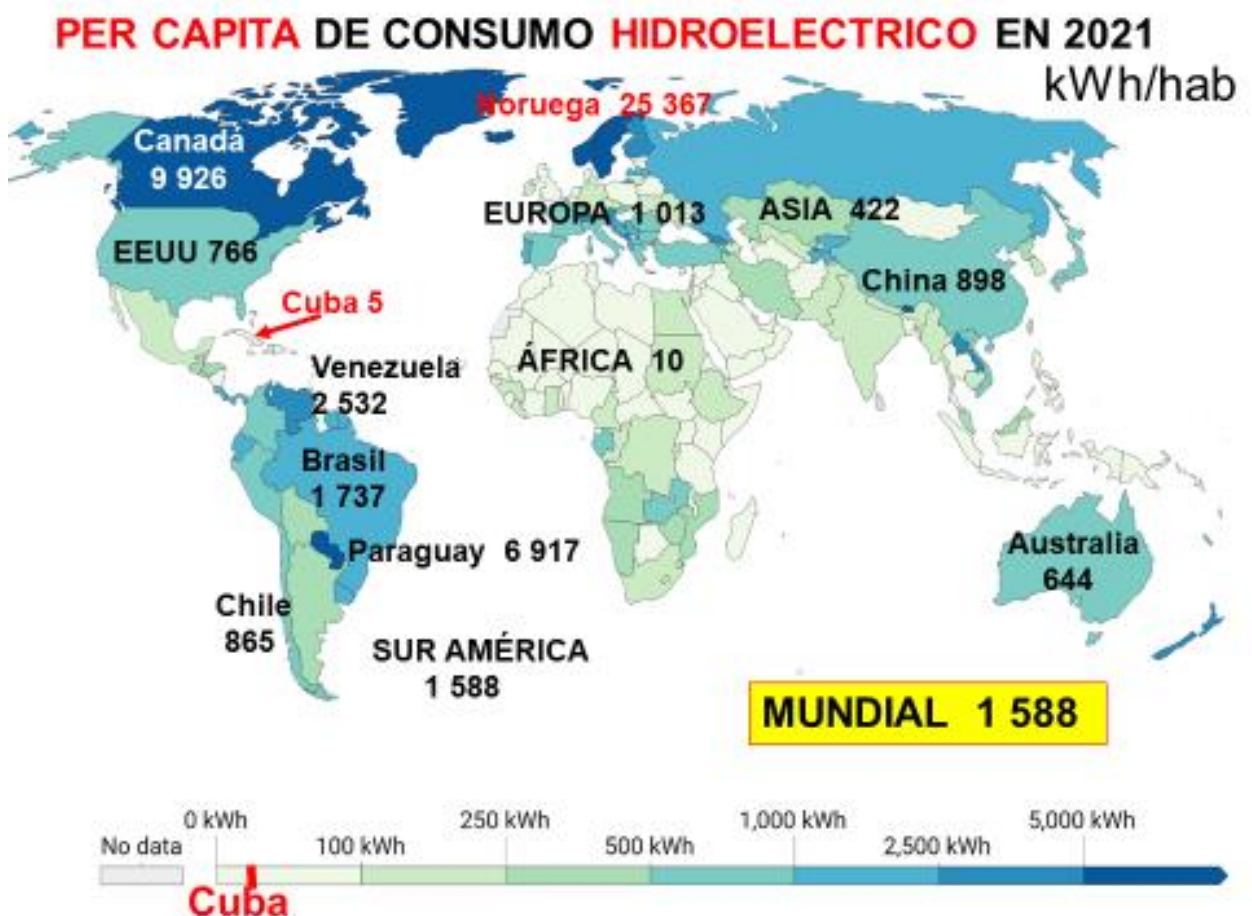


Nótese la gran diferencia para cada país, la de Paraguay es de un 100 %, por lo que la importancia para este país de desarrollar otras FRE es mucho menor que la hidro, algo similar ocurre en Noruega, Brasil y Venezuela, pero Cuba al no

tener un buen potencial hidroeléctrico, la importancia por FRE radica en FV, eólica y bioenergías.

La penetración porcentual tiene gran significado para cada región o país, pero no para la comparación entre países, por ejemplo, en África la penetración hidroeléctrica es de un 16 %, lo mismo que para Europa, pero el per cápita de Europa es 10 veces mayor que la de África, por lo que mientras la penetración es importante para conocer el comportamiento de la distribución del MIX por fuentes dentro del propio país, el per cápita caracteriza fehacientemente la diferencia de los escenarios eléctricos entre regiones y países.

En la próxima figura mostramos la distribución del per cápita de consumo hidroeléctrico por países, nótese que en el mapa anterior de penetración, África parecía con % igual al de Europa y similar al mundial, pero en el siguiente de per cápita es notablemente mucho más bajo, solo de 10 kWh/hab. de promedio.

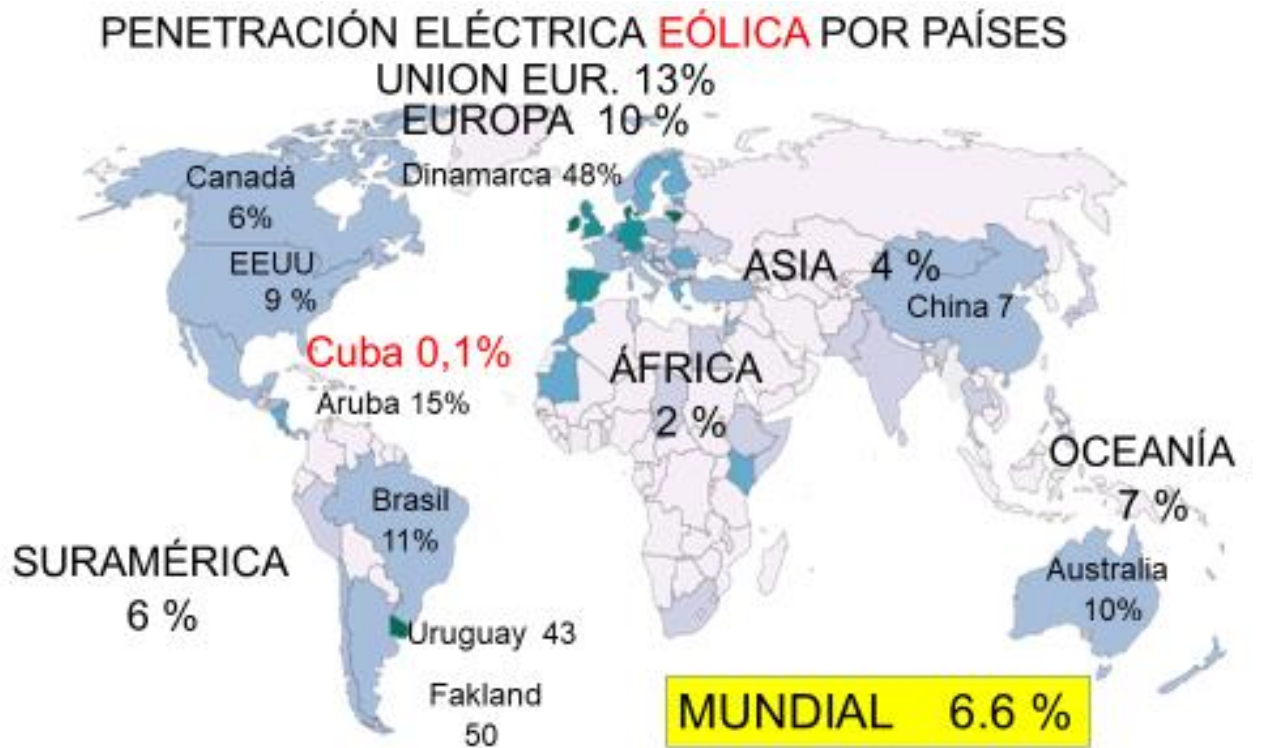


PENETRACIÓN EÓLICA y FV

Se ha alcanzado consenso sobre que la FV y la eólica son dos FRE que deben jugar un papel relevante en la transición energética de Cuba, pero las penetraciones en % y los per capitales de kWh/hab. son muy pobres, como se analiza a continuación.

EÓLICA

Cuba tiene más de 5 000 km² de área con vientos mayores de 4 m/seg, por lo que posee un altísimo potencial para la generación eléctrica eólica, pero lo que se alcanza en el país es muy pobre, como se muestra continuación.



Actualmente más de 70 países tienen en su MIX un % mucho mayor de penetración eólica que la de Cuba, Veamos por regiones dichos %;

AMÉRICA LATINA Y CARIBE %

Fakland 50	Costa Rica 12	Chile 9	Panamá 5	Guatemala 3
Uruguay 43	Puerto Rico 12	Honduras 8	S kitts-Nev 4	Perú 3
Aruba 15	Brasil 11	México 6	R Dominicana 3	El Salvador 2
Nicaragua 15	Argentina 9	Jamaica 6	Guadalupe 3	

EUROPA %

Dinamarca 48	Reno Unido 21	Feroe 15	Montenegro 8	Bulgaria 3
Irlanda 32	Alemania 20	Bélgica 13	Italia 7	Hungría 2
Lituania 32	Grecia 20	Finlandia 11	Francia 7	Latvia 3
Luxemburgo 29	Suecia 16	Rumania 11	Noruega 7	Ucrania 3
Portugal 27	Países Bajos 15	Estonia 10	Chipre 5	Bbosnia-H 2
España 23	Crecia 14	Austria 10	Serbia 3	

ASIA %

Turquía 9	China 7	Jordania 4	Sri Lanka 2
Mongolia 9	India 4	Tailandia 2	

AFRICA %

Cabo Verde 17	Mauritania 6	Suráfrica 3	Egipto 2	Tunes 2
Marrueco 12	Etiopia 4	Somala 3	Chad 3	

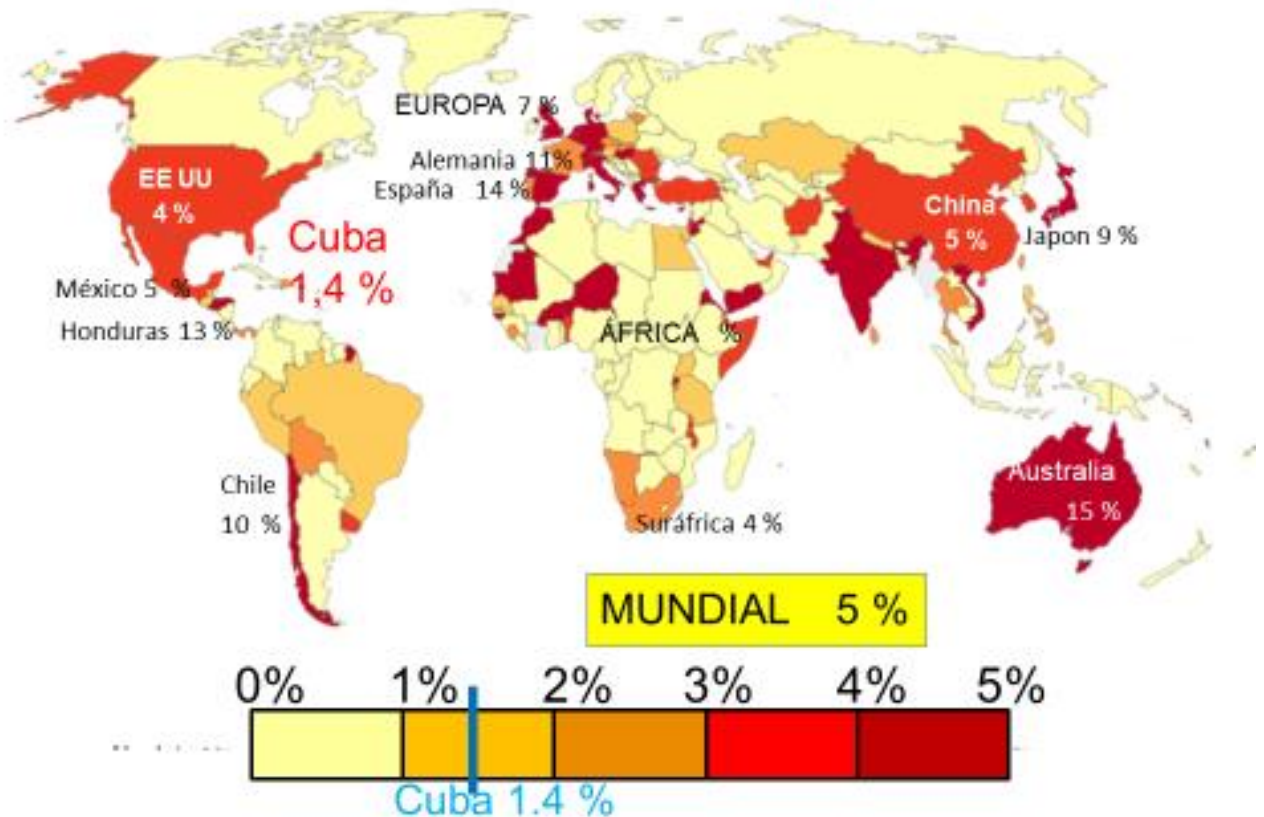
OCEANIA %

Vanatu 14	Australia 10	N Zelandia 4
-----------	--------------	--------------

EEUU 9%, Canadá 8%

FV

PENETRACIÓN ELÉCTRICA FV POR PAÍSES



Más de 70 países tienen mayores penetraciones FV que Cuba, esta diferencia debe estrecharse con el aumento de las instalaciones FV en CUBA. La de Australia es unas 10 veces mayor.

PAÍSES CON POR LO MENOS 2 VECES MÁS PENETRACIÓN FV QUE CUBA

Australia 15	Alemania 11	Turquía 6	Dinamarca 5	Rumania 3
España 14	Italia 9	Portugal 6	Surcorea 4	Francia 3
Grecia 13	Israel 9	Suiza 5	Austria 4	Tailandia 3
Honduras 11	Japón 9	Bulgaria 5	Suráfrica 4	Malasia 3
Países Bajos 11	India 8	México 5	Marrueco 4	
Chile 11	Bélgica 7	China 5	EEUU 4	

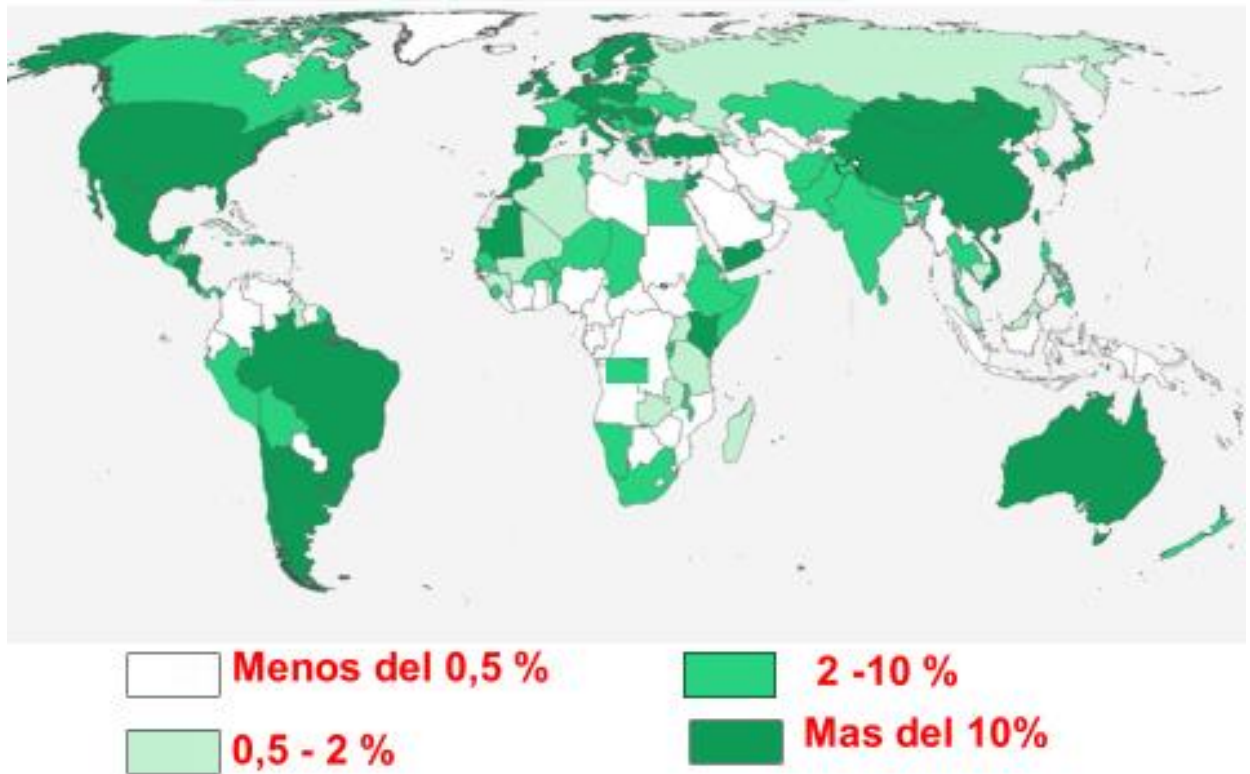
COMO MOSTRAMOS unos países tienen más potencial hidroeléctrico, otros eólicos, el potencial FV es uno de los más expandidos en por todo el planeta y en Cuba tiene un gran potencial como hemos descrito en Energía FV para Cuba y en varios vitecfv.

EÓLICA + FV

En distintas ocasiones anteriores hemos señalado que son la eólica y la FV las dos FRE que se incrementan más rápidamente mundialmente, aspecto que coincide con que son las dos de mayores potenciales del país, que deben ser complementadas con otras FRE, sobre todo de bioeléctricas. Veamos un mapa del comportamiento por países de la suma de ambas.

Recalcamos que el mayor significado de la penetración es el % de aporte al MIX de la FRE específica. lo mismo es válido para la suma de la eólica mas la FV.

PENETRACIÓN EÓLICA + FV POR PAÍSES



% DE PENETRACIÓN ELÉCTRICA EÓLICA + FV DE VARIOS PAÍSES

Dinamarca	51,9	Reino Unido	25,2	EEUU	13,1	India	8
Uruguay	46,7	Países Bajos	24,6	México	11,9	Noruega	7,5
Luxemburgo	43,4	Australia	21,7	China	11,2	Canadá	6,6
Lituania	36,8	Chile	21,4	Finlandia	11,8	N Zelandia	5,5
Irlanda	32,9	Suecia	16,6	Polonia	11,2	Perú	4,8
España	32,9	Italia	16	Vietnam	10,7	Kazajstán	4,2
Irlanda	32,9	Nicaragua	15,7	Mongolia	10,6	Pakistán	4
Portugal	31,5	Rumania	14	Argentina	10,4	Ucrania	3
Alemania	28,8			Japón	10,2	Filipinas	2,6
Grecia	28,7			Francia	9,4	Cuba	1,4

MAS DE 70 PAISES DEL MUNDO POSEEN PENETRACIONES FV, EÓLICAS Y DE SUMA FV + EÓLICA, MAYORES QUE LA DE CUBA.

UNA MEJOR CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA CON OTROS PAÍSES DEL MUNDO SE MUESTRA A PARTIR DEL COMPORTAMIENTO PER CÁPITA DE LA GENERACION Y LOS CONSUMOS DE ELECTRICIDAD PARA LAS DISTINTAS. ASPECTO QUE DEBIDO A LA EXTENSION CONTNUAREMOS ANALIZANDO EN EL PROXIMO VITEC.

DR.C. DANIEL STOLIK