

Fuentes Renovables de generación Eléctrica.

Visión Nacional y Provincial

Incluye concepto de Ley de Balance Neto
Secretaría de Energía de la Provincia de Misiones.

Septiembre 2017



**COMISION
DE POLITICA ENERGETICA,
PLANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE**



**CONSEJO PROFESIONAL
DE ARQUITECTURA E INGENIERIA
DE MISIONES**

Definiciones

Energía renovable

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Entre las energías renovables se cuentan la **eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocarburantes.**

Energía alternativa

Un concepto similar, pero no idéntico es el de las energías alternativas: una energía alternativa, o más precisamente una *fuentes de energía alternativa* es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

[Wikimedia Commons](#)



Asamblea General

Distr. general
11 de marzo de 2010

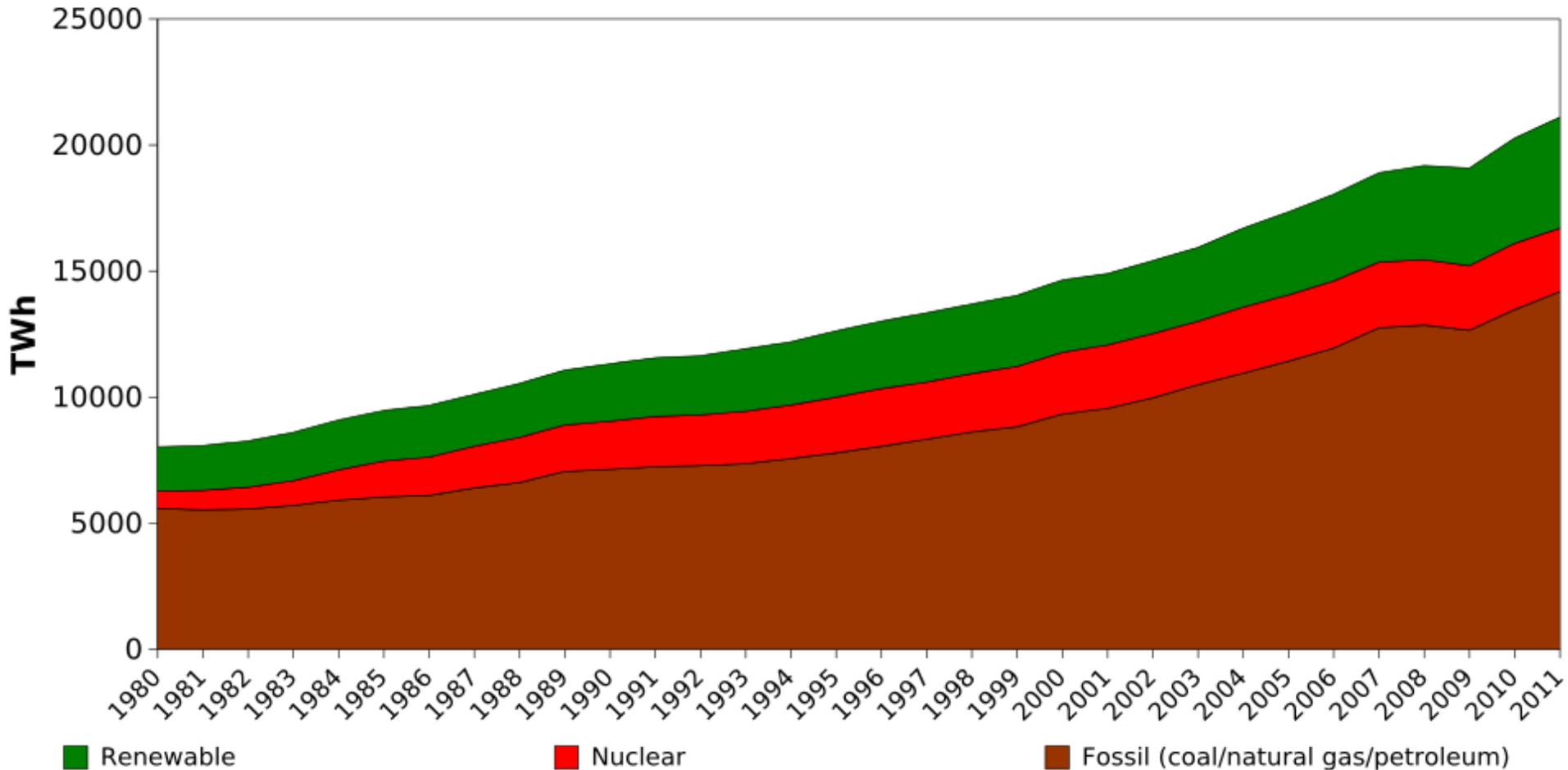
Sexagésimo cuarto período de sesiones
Tema 53 i) del programa

Reconociendo que el desarrollo de fuentes de energía nuevas y renovables desempeña una función importante en la diversificación de las fuentes de energía disponibles, logrando una mayor eficiencia energética, respaldando y acelerando el crecimiento económico y el desarrollo social, creando oportunidades de empleo, garantizando el acceso a la energía y su disponibilidad, promoviendo la cooperación energética y generando beneficios ambientales, contribuyendo así al logro del desarrollo sostenible y de los Objetivos de Desarrollo del Milenio,

Poniendo de relieve que la creciente utilización y promoción de fuentes de energía nuevas y renovables para el desarrollo sostenible, incluidas las formas de energía heliotérmica, fotovoltaica, de la biomasa, eólica, hidroeléctrica, de las mareas, oceánica y geotérmica, podrían contribuir en gran medida al logro del desarrollo sostenible y de los objetivos de desarrollo convenidos internacionalmente, incluidos los Objetivos de Desarrollo del Milenio,

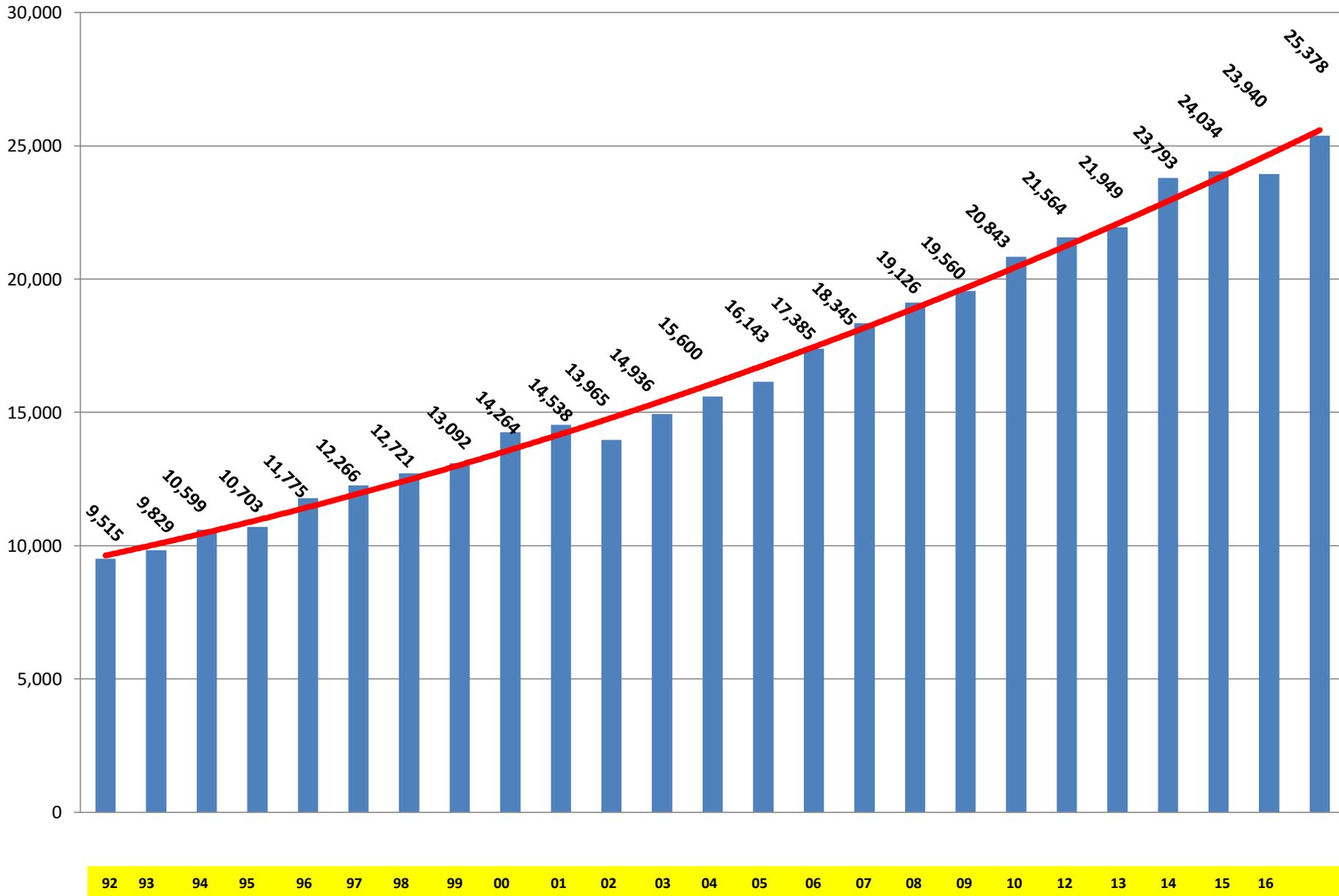
Fuentes primarias de la generación de energía eléctrica en el mundo entre 1980 y 2011. En verde, renovables, en rojo, nuclear, en marrón, combustibles fósiles.

Annual Electricity Net Generation in the World



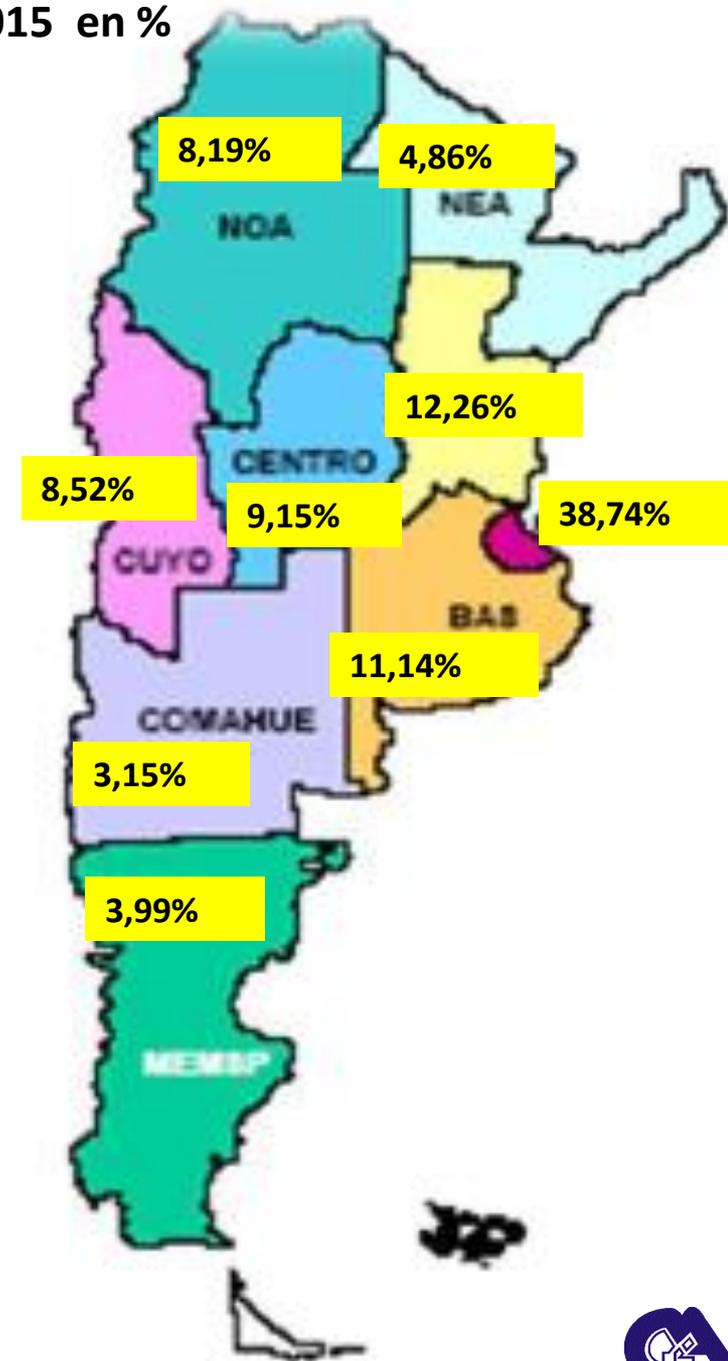
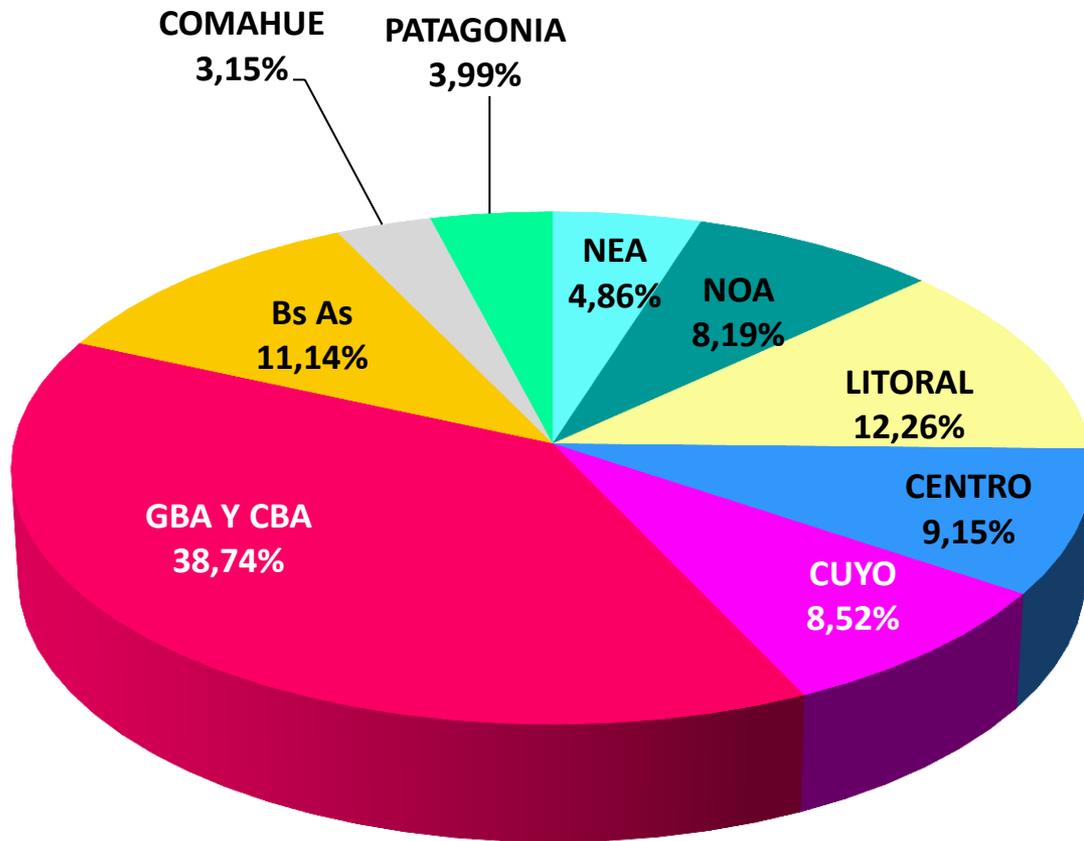


Argentina: Evolución de la Potencia máxima en MW (azul)



Fuente CAMMESA

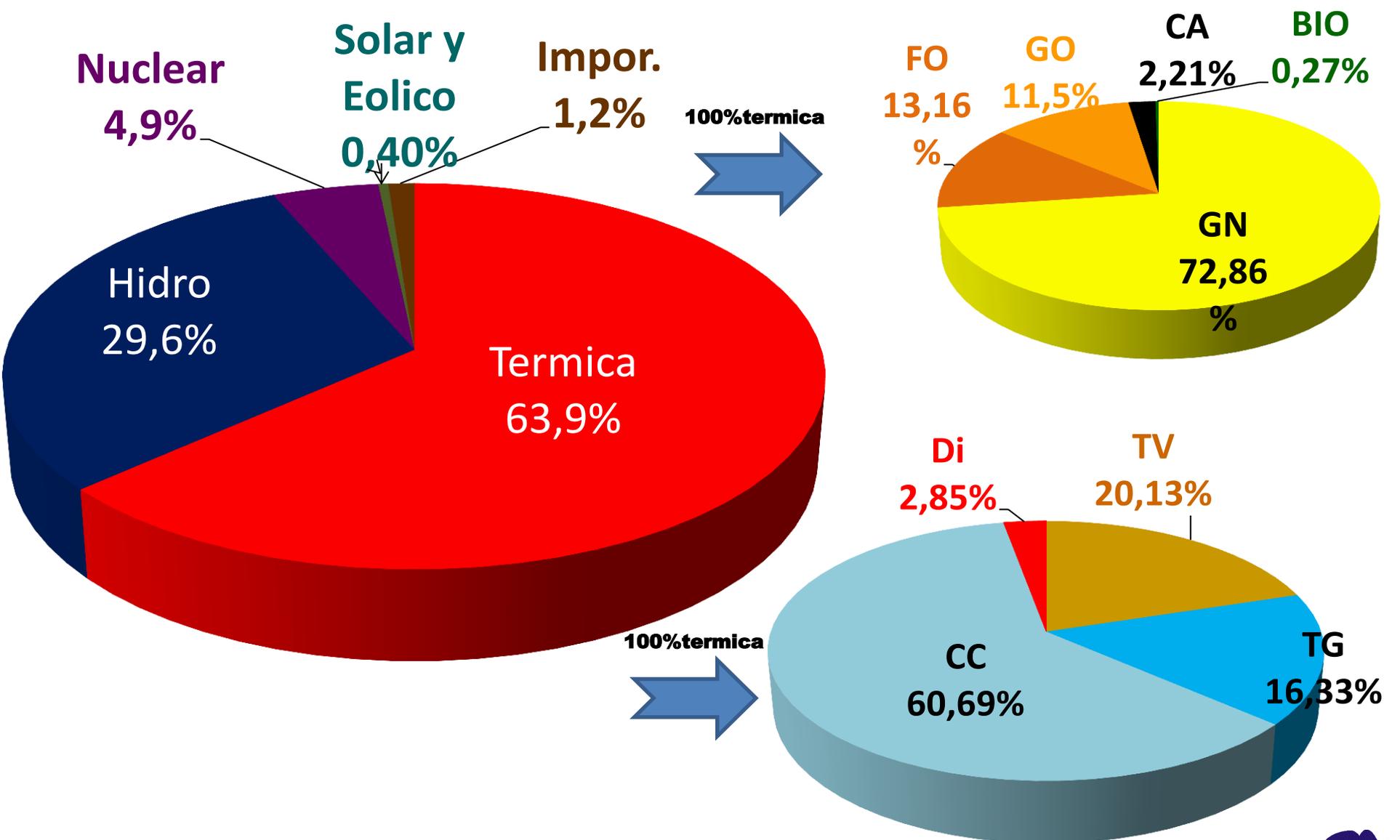
PARTICIPACION CONSUMO ENERGETICO POR REGION 2015 en %



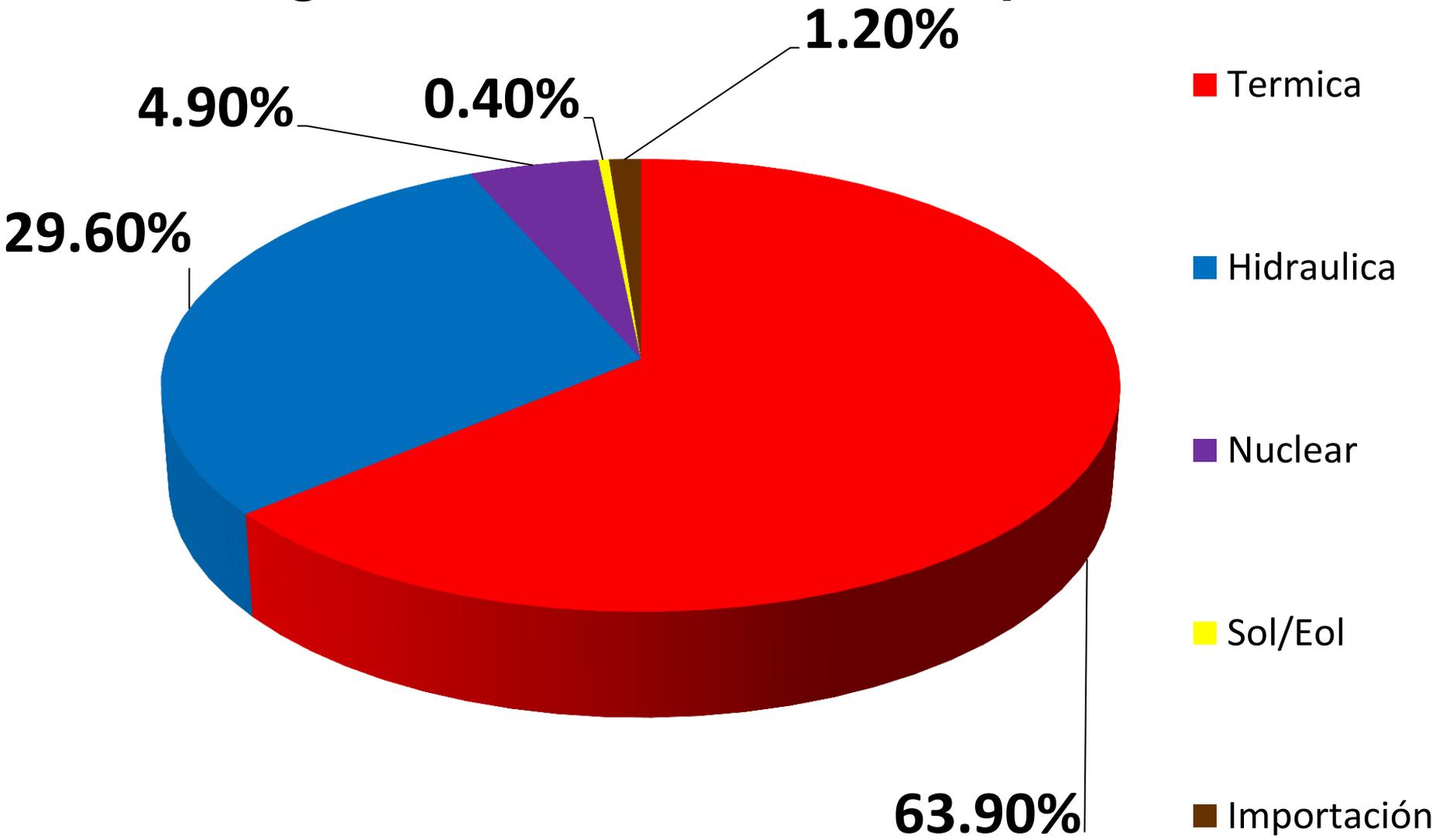
Fuente ADEERA 2015



Participación de las Fuentes de Generación de Energía Eléctrica año 2015, porcentual.



Participación de las Fuentes de Generación de Energía Eléctrica AÑO 2015, porcentual.



2016

Termica

Hidraulica

Nuclear

Sol/Eol

Importación

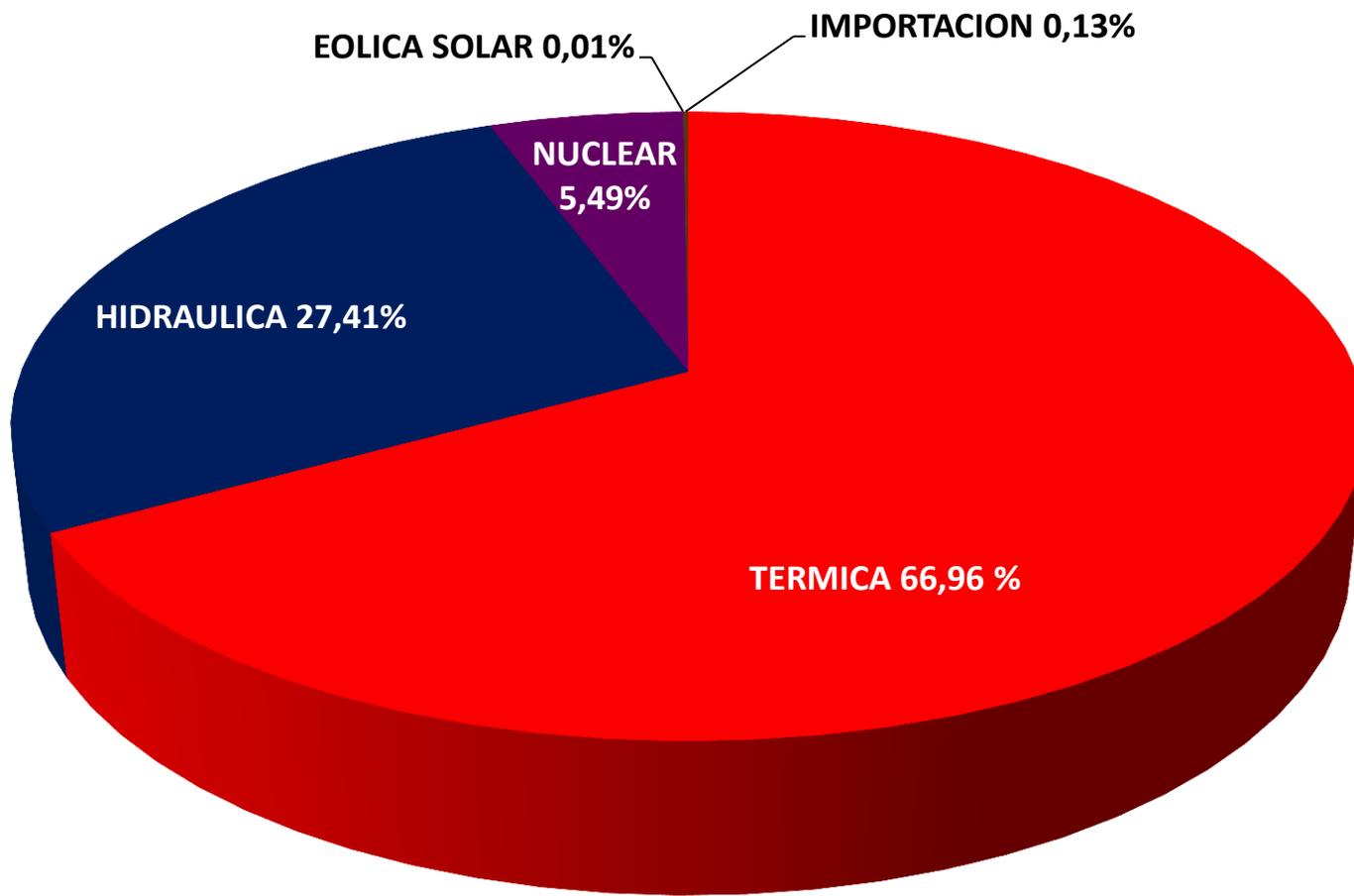
66.96%

27.41%

5.49%

0.01%

0.13%



Contexto Provincial Misiones

- TASA MEDIA DE POTENCIA MAXIMA ANUAL

7,51% (Misiones 2010 a 2014)

6,27% (Misiones 2011 a 2015)

3,91% (Nación 2010 a 2014)

3,04% (Nación 2011 a 2015)

- TASA PUNTUAL DE POTENCIA MAXIMA ANUAL

12,47% (Misiones 2014 Vs 2013)

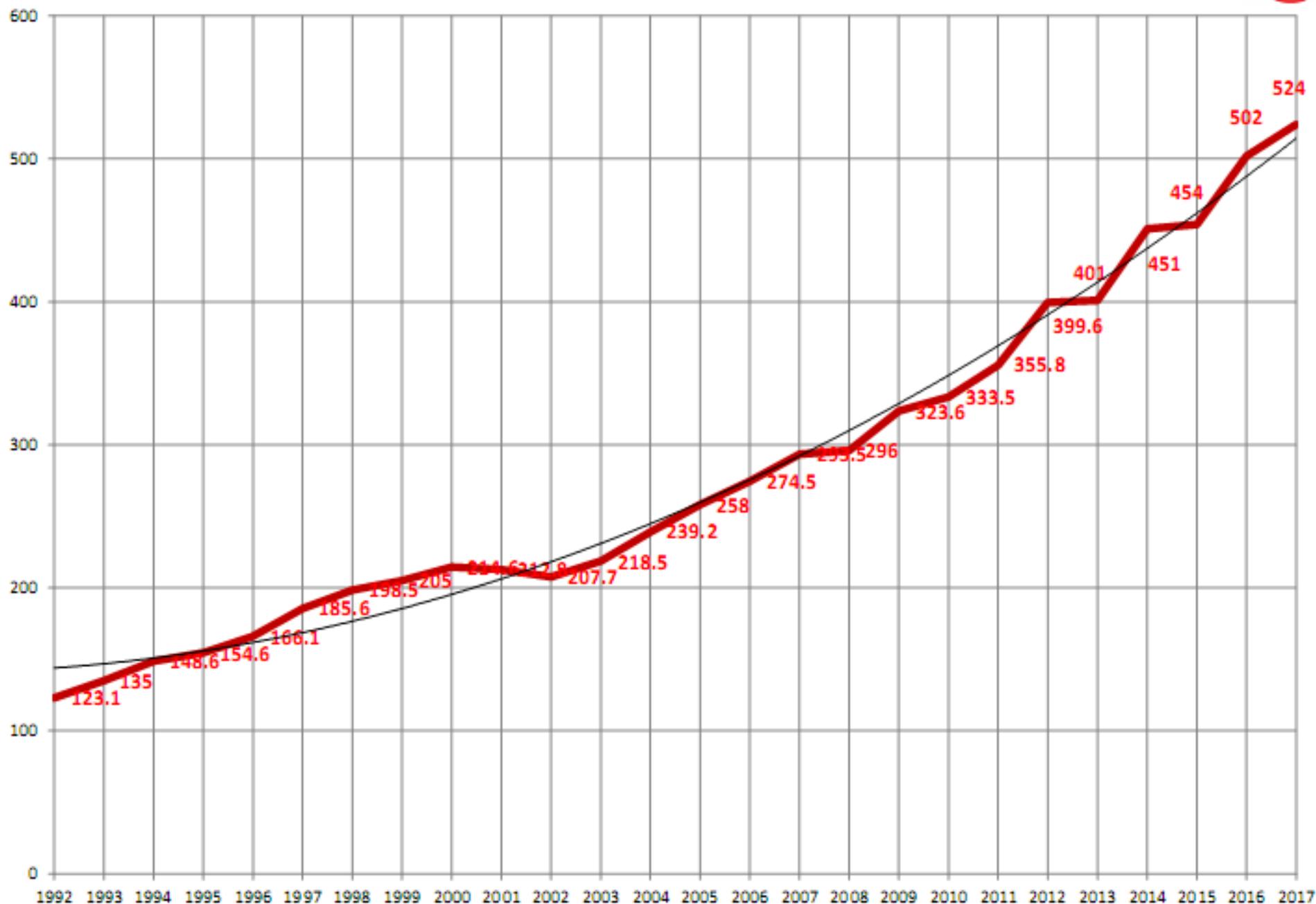
0,67% (Misiones 2015 Vs 2014)

1,012%(Nacional 2014 Vs 2013)

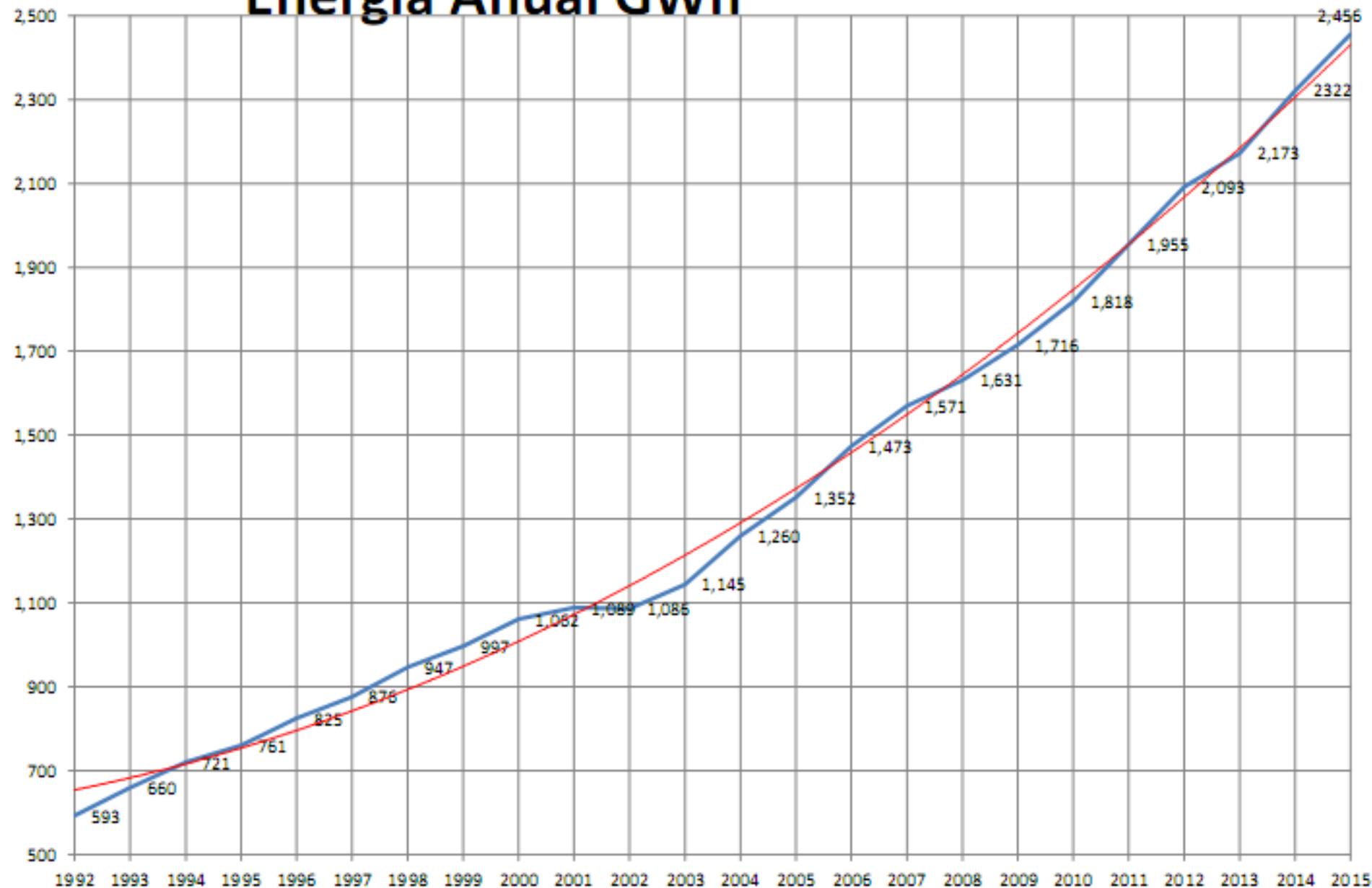
-0,39% (Nacional 2015 Vs 2014)



Potencia Anual Máxima en MW



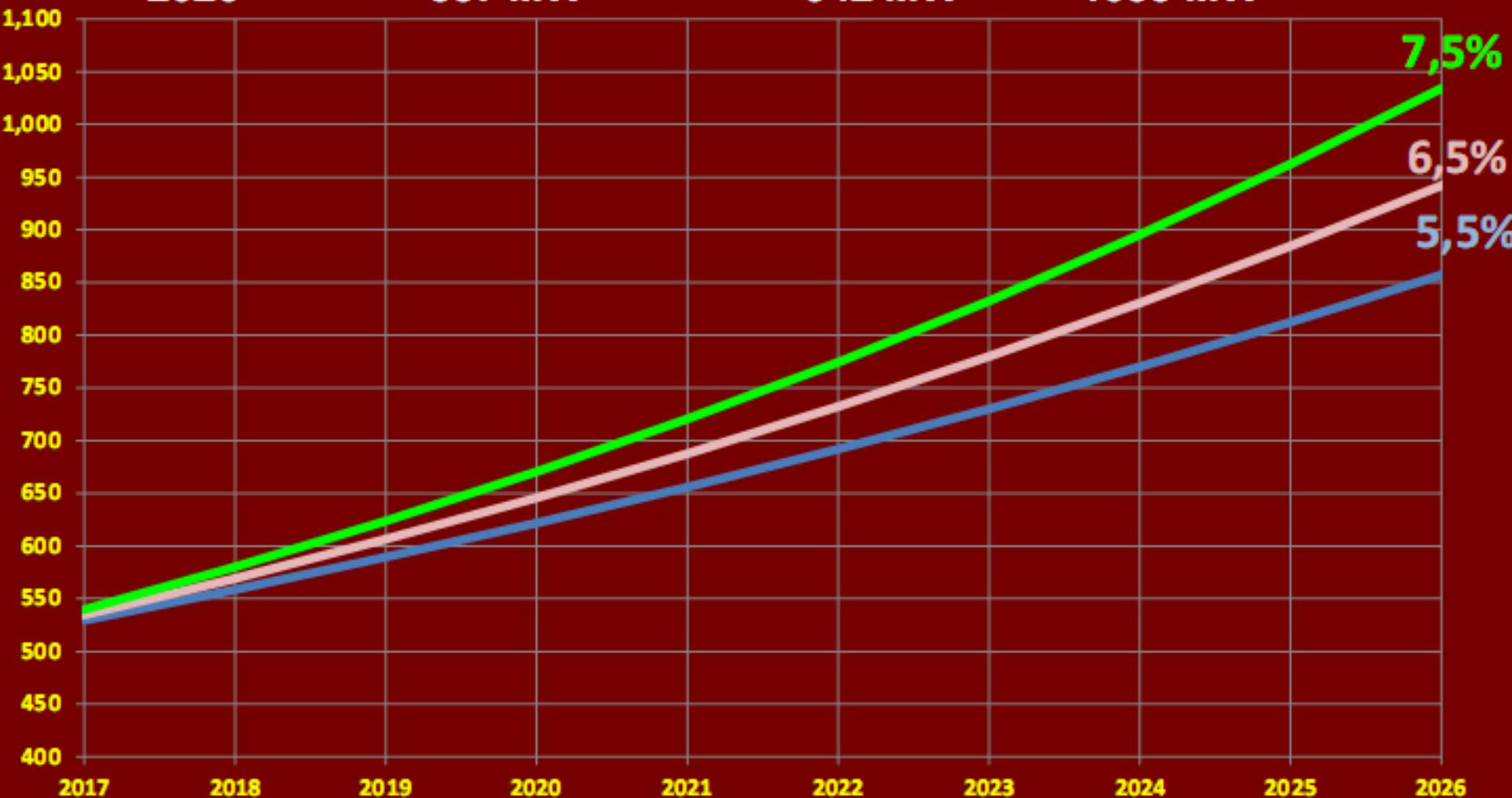
Energía Anual GWh



POTENCIA BASE 2016: 502 MW



	5,5%	6,5%	7,5%
2017	530 MW	535 MW	540 MW
2021	656 MW	688 MW	721 MW
2026	857 MW	942 MW	1035 MW





ENERGIA GWh

5,5%

6,5%

7,5%

2017

2784 GWh

2810 GWh

2836 GWh

2021

3448 GWh

3615 GWh

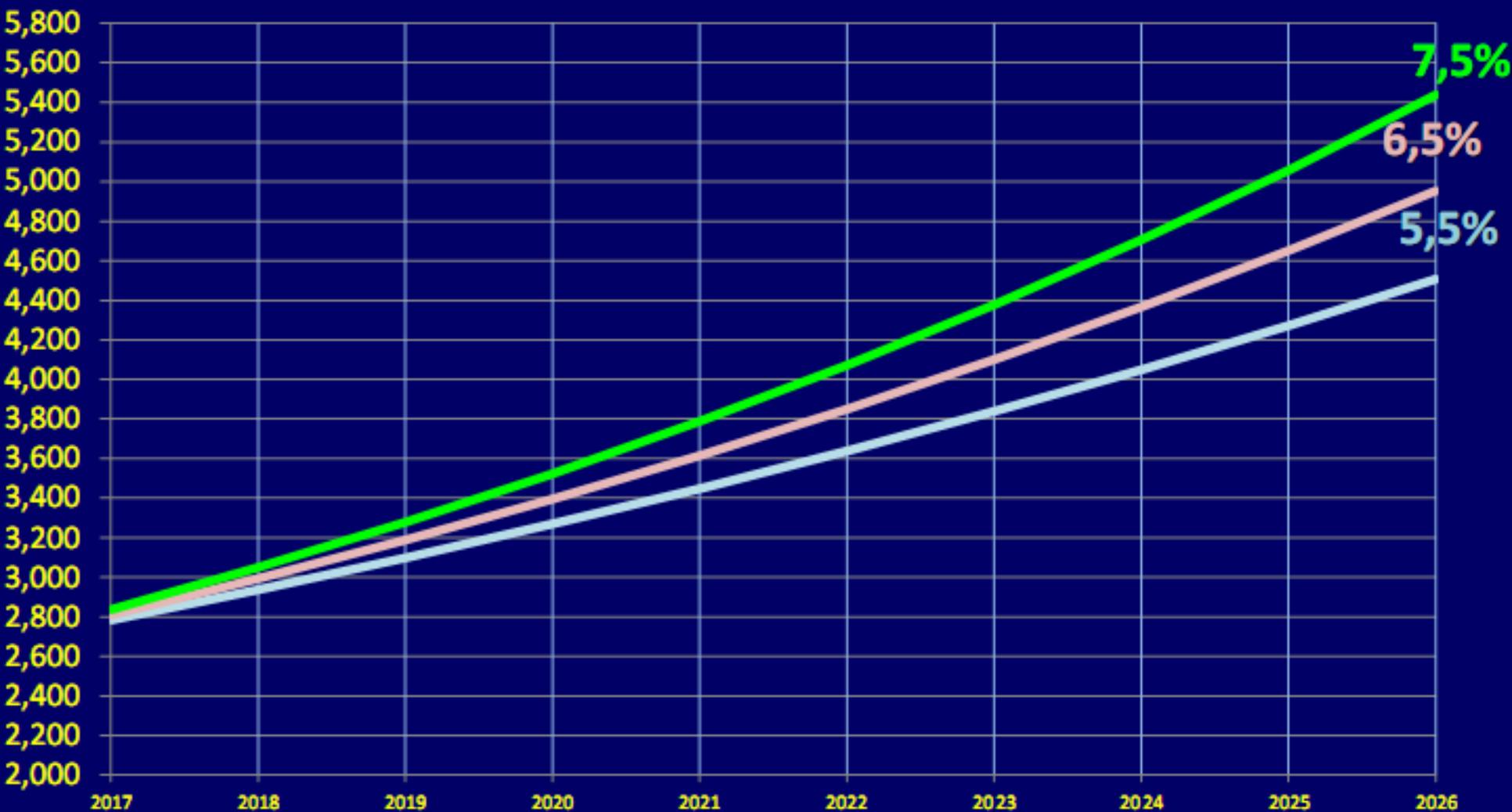
3788 GWh

2026

4507 GWh

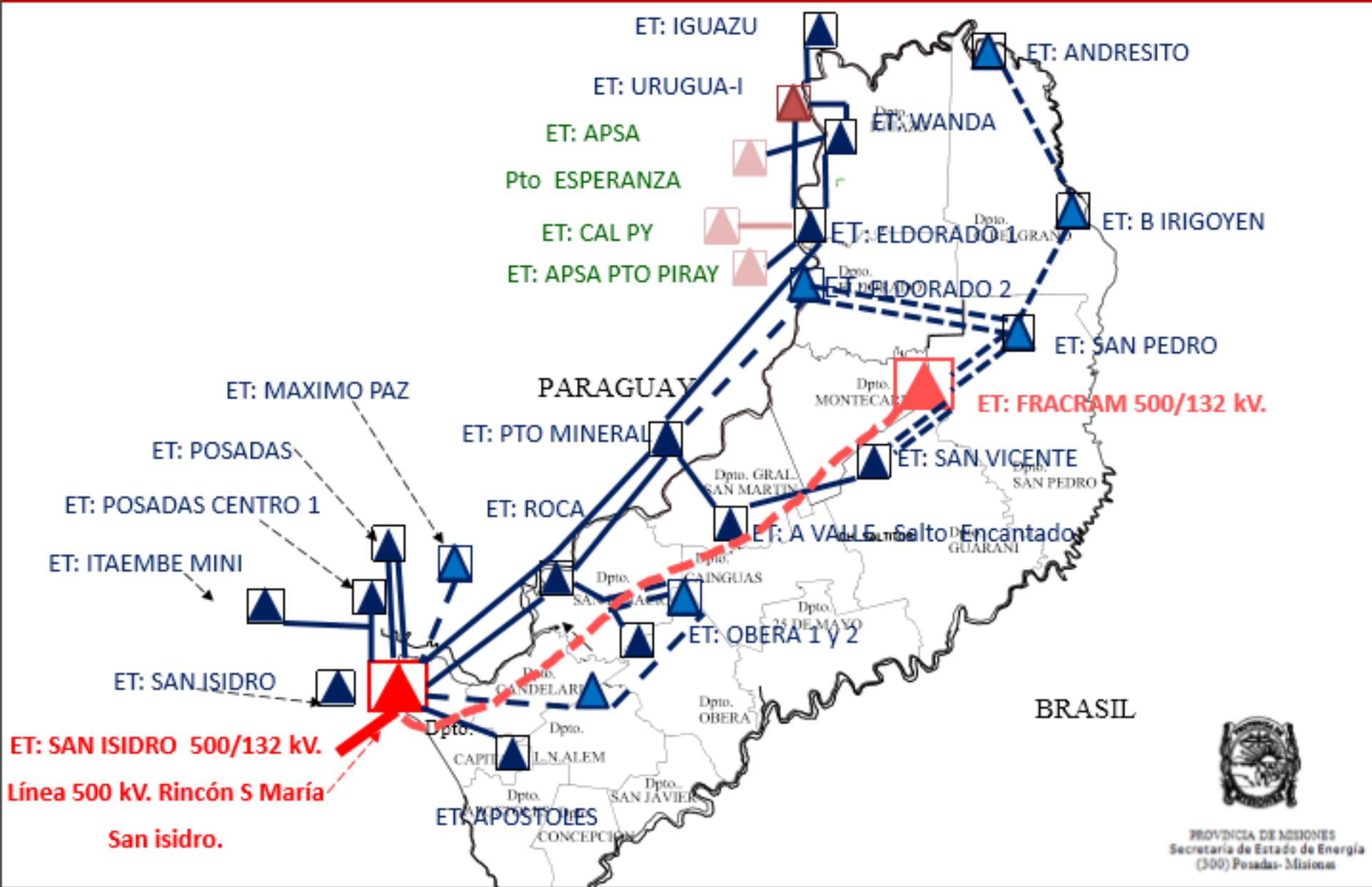
4953 GWh

5438 GWh



SISTEMA DE TRANSMISION EAT 500 KV AT Y 132 KV. PARTE 2

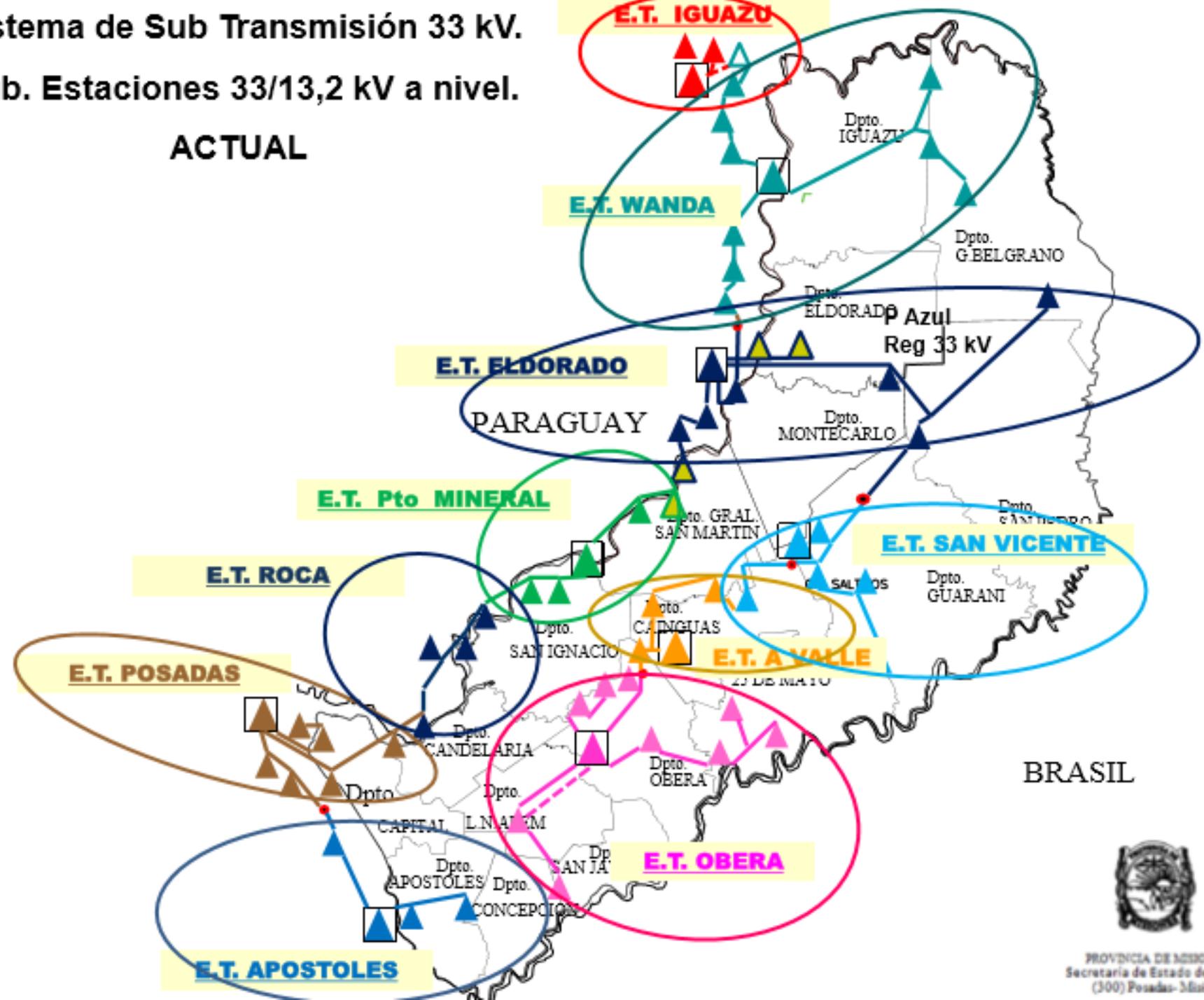
EN AMPLIACION Y PROYECTADO



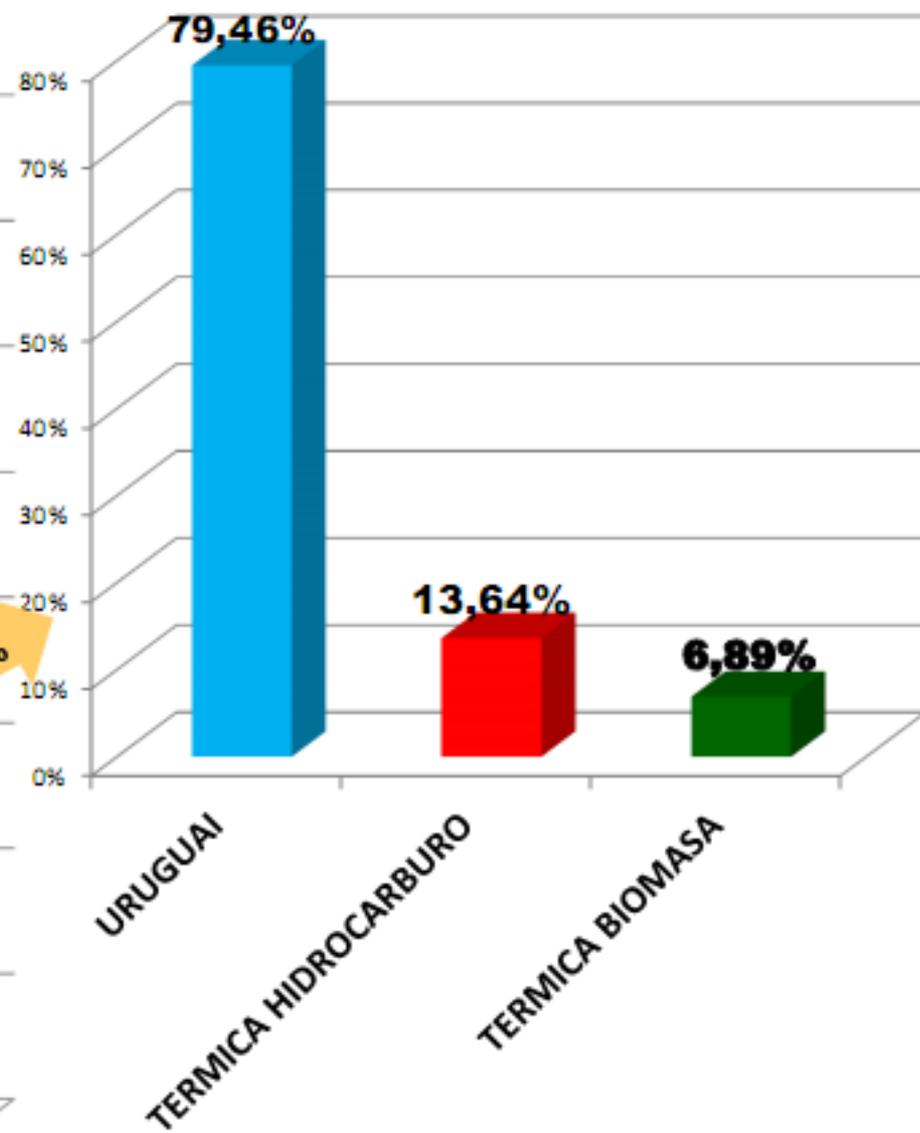
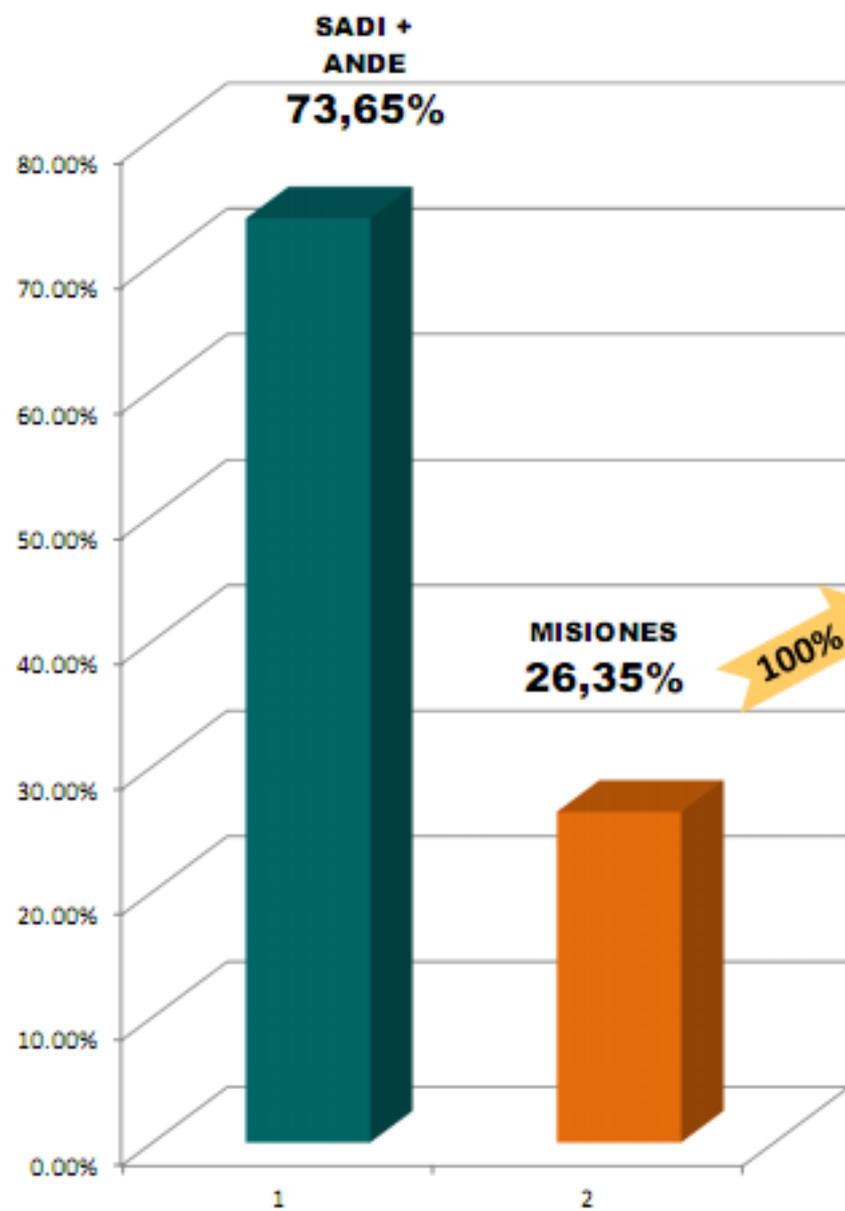
Sistema de Sub Transmisión 33 kV.

Sub. Estaciones 33/13,2 kV a nivel.

ACTUAL

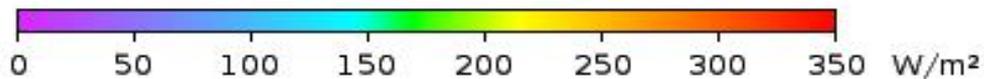
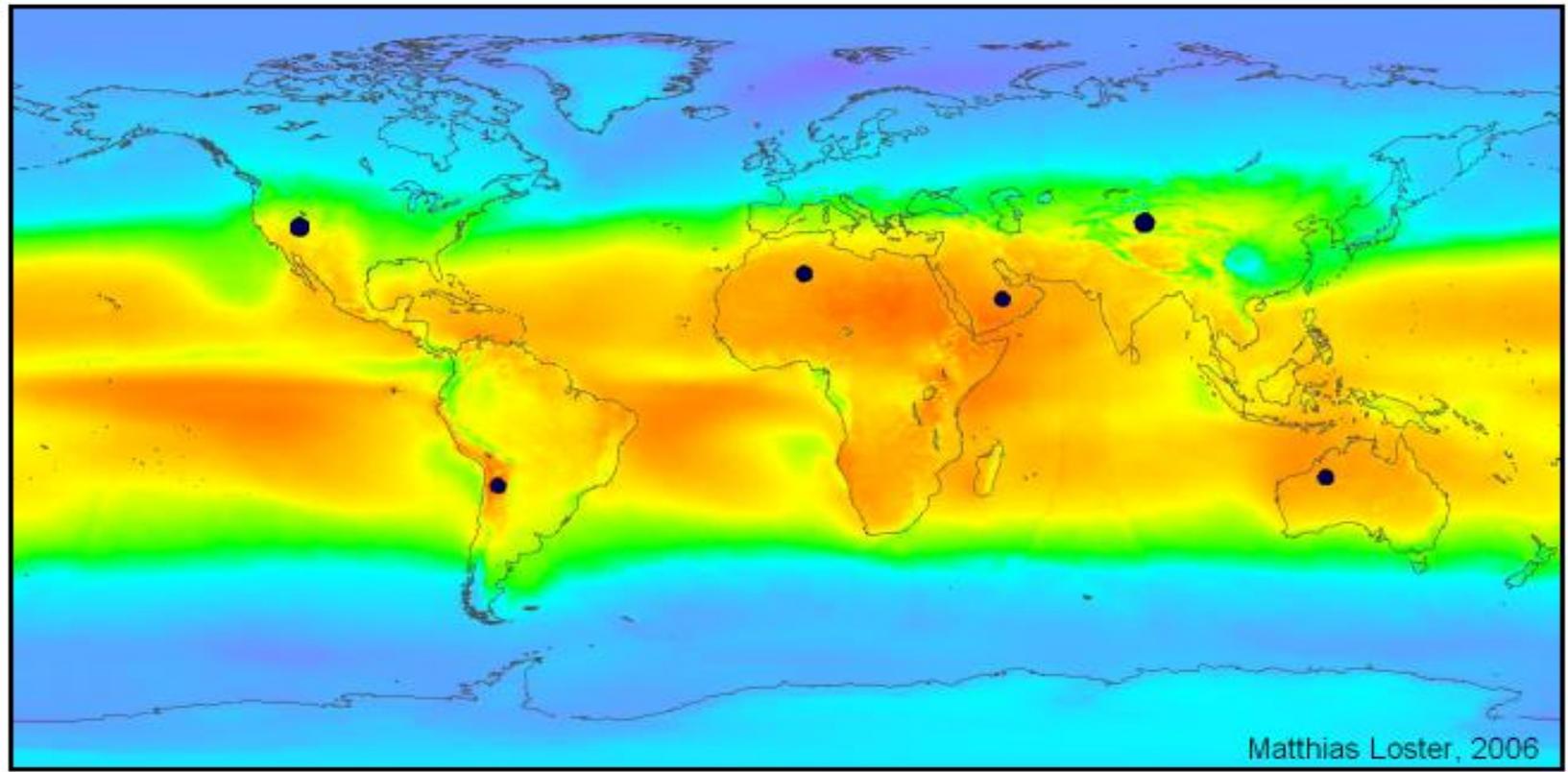


PARTICIPACION POR FUENTES DE ENERGIA Año 2015



Concepto de Ley de Balance Neto Energía Solar Fotovoltaica





$$\Sigma \bullet = 18 \text{ TWe}$$

Las áreas solares definidas por los discos oscuros podrían suministrar más energía que el total de la demanda de energía primaria mundial (asumiendo una eficiencia de conversión de un 8%). Esto significa que toda la energía actualmente consumida, incluyendo calor, electricidad, combustibles fósiles, etc., podría ser producida en forma de electricidad por medio de células solares. Los colores del mapa muestran la irradiación local promediada durante tres años de 1991 a 1993 (24 horas al día) tomando en cuenta la cubierta de nubes mostrada por los satélites meteorológicos.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

A principios de 2017, se estima que hay instalados en todo el mundo cerca de 300 GW (giga vatios) de potencia fotovoltaica instalada.

Su principal desventaja consiste en que su producción depende de la radiación solar directa, por lo que si la célula no se encuentra alineada perpendicularmente al Sol se pierde entre un 10-25 % de la energía incidente. Debido a ello, en las plantas de conexión a red se ha popularizado el uso de seguidores solares para maximizar la producción de energía.

Son complementarias a Fuentes Energéticas de Base:

La producción se ve afectada asimismo por las condiciones meteorológicas adversas, como la falta de sol, nubes o la suciedad que se deposita sobre los paneles. *Esto implica que para garantizar el suministro eléctrico es necesario complementar esta energía con otras fuentes de energía gestionables como las centrales basadas en la quema de combustibles fósiles, la energía hidroeléctrica o la energía nuclear.*

Electrificación rural:

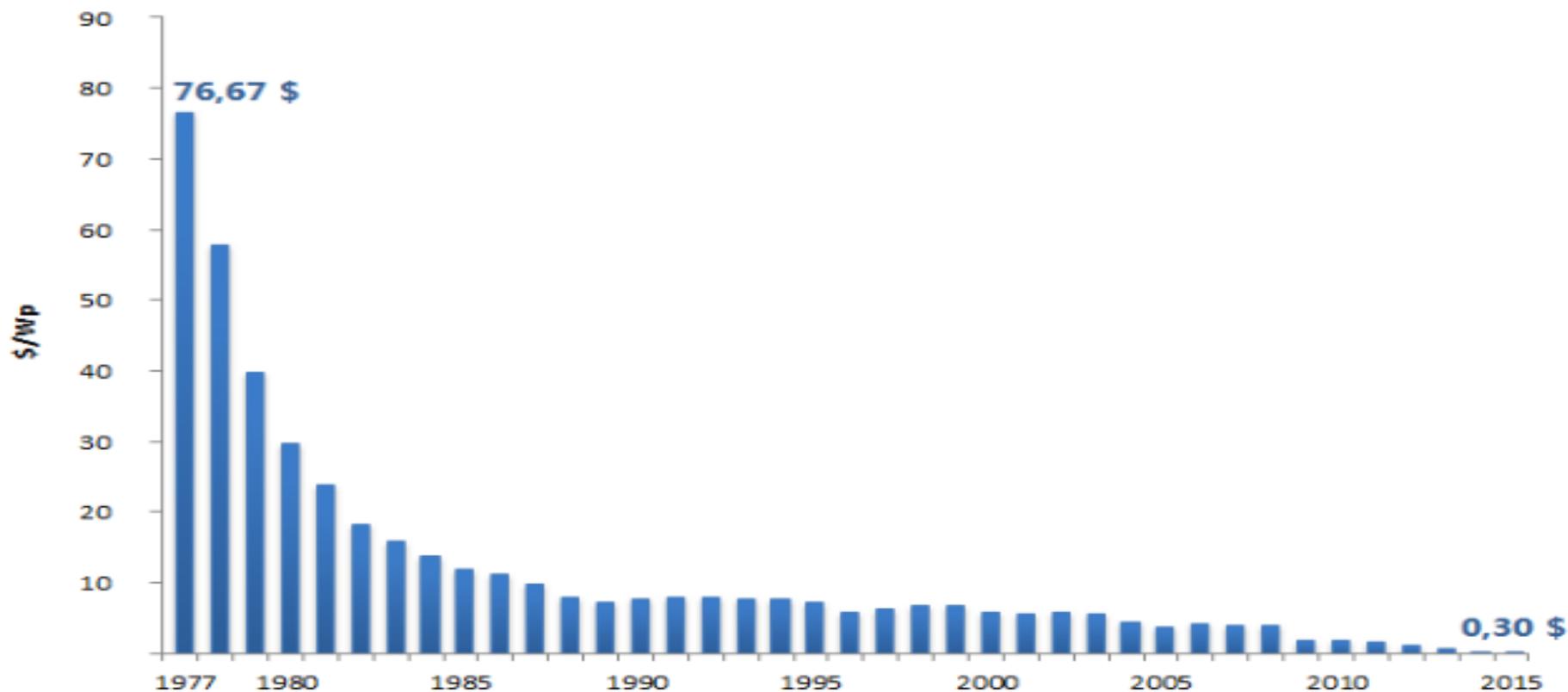
En entornos aislados, donde se requiere poca potencia eléctrica y el acceso a la red es difícil, las placas fotovoltaicas se emplean como alternativa económicamente viable desde hace décadas. Para comprender la importancia de esta posibilidad, conviene tener en cuenta que aproximadamente una cuarta parte de la población mundial todavía no tiene acceso a la energía eléctrica.

En los países en desarrollo, muchos pueblos se encuentran situados en áreas remotas, a varios kilómetros de la red eléctrica más próxima. Debido a ello, se está incorporando la energía fotovoltaica de forma creciente para proporcionar suministro eléctrico a viviendas o instalaciones médicas en áreas rurales. Por ejemplo, en lugares remotos de India un programa de iluminación rural ha provisto iluminación mediante lámparas LED alimentadas con energía solar para sustituir a las lámparas de queroseno. El precio de las lámparas solares era aproximadamente el mismo que el coste del suministro de queroseno durante unos pocos meses. Cuba y otros países de Latinoamérica están trabajando para proporcionar energía fotovoltaica en zonas alejadas del suministro de energía eléctrica convencional. Estas son áreas en las que los beneficios sociales y económicos para la población local ofrecen una excelente razón para instalar paneles fotovoltaicos, aunque normalmente este tipo de iniciativas se han visto relegadas a puntuales esfuerzos humanitarios.

Fuente biblioteca Wikipedia

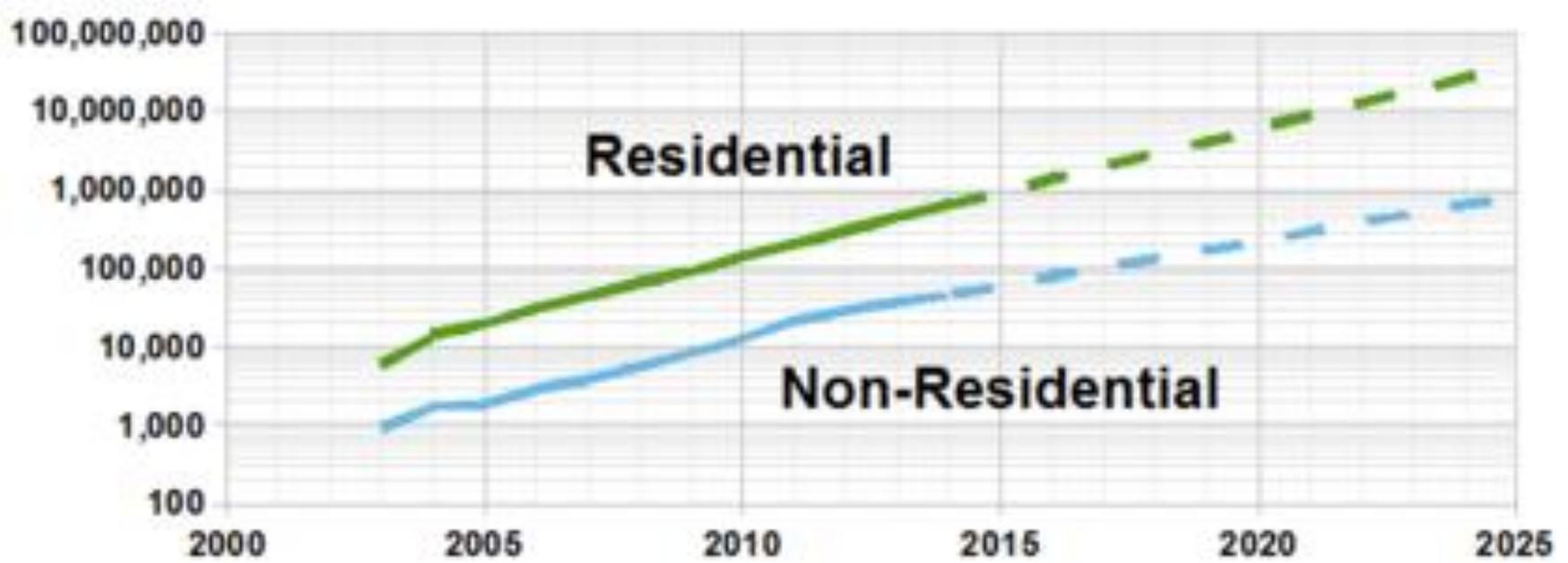
Actualmente, en ARGENTINA las secretarías de Energías implementan el plan “PERMER II” para la electrificación Rural: (acceso a la energía de hogares rurales, escuelas, puestos sanitarios, bombeo de agua y de emprendimientos productivos)

Precio de las células fotovoltaicas de silicio cristalino (en \$/Wp)

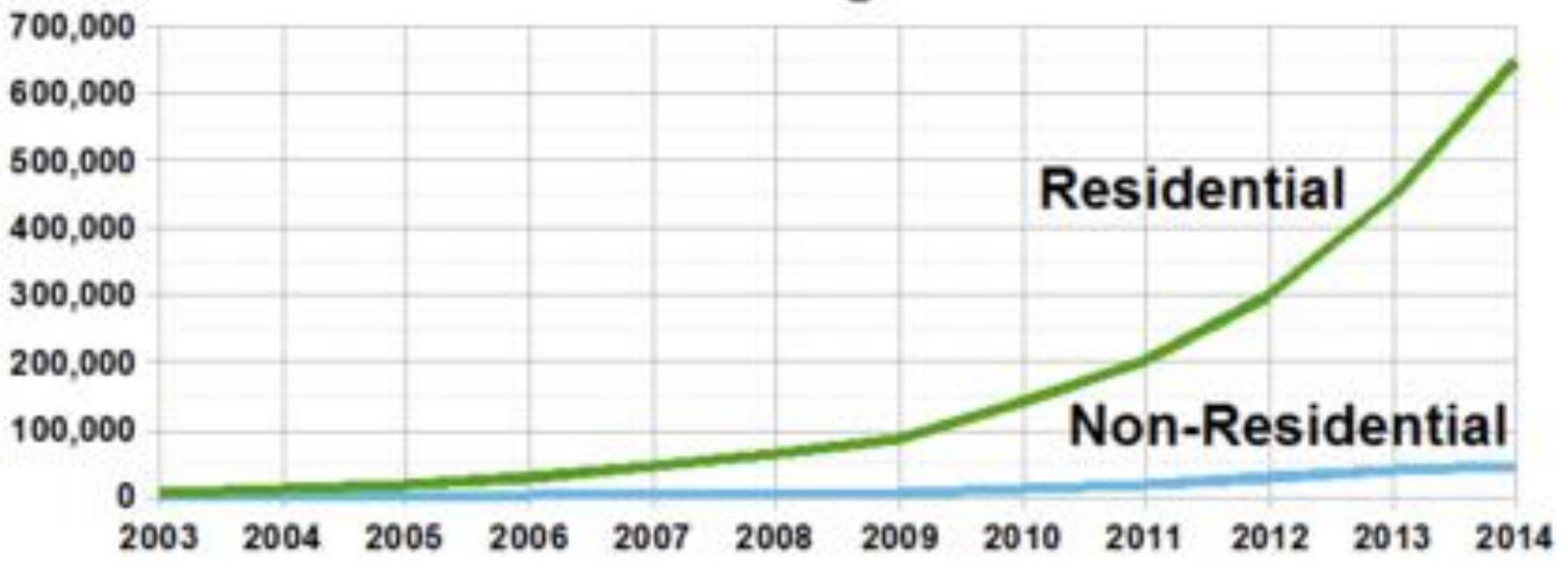


Datos: Bloomberg New Energy Finance & PV Energy Trend

Evolución del precio de las células fotovoltaicas de silicio cristalino (en \$/Wp) entre 1977 y 2015 (fuente: Bloomberg New Energy Finance)

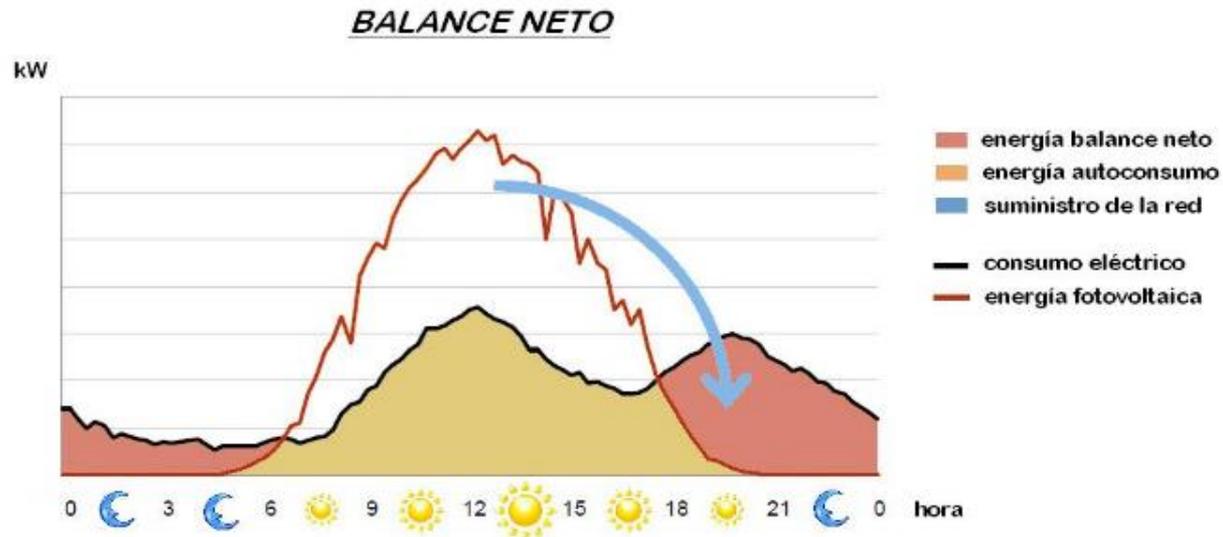
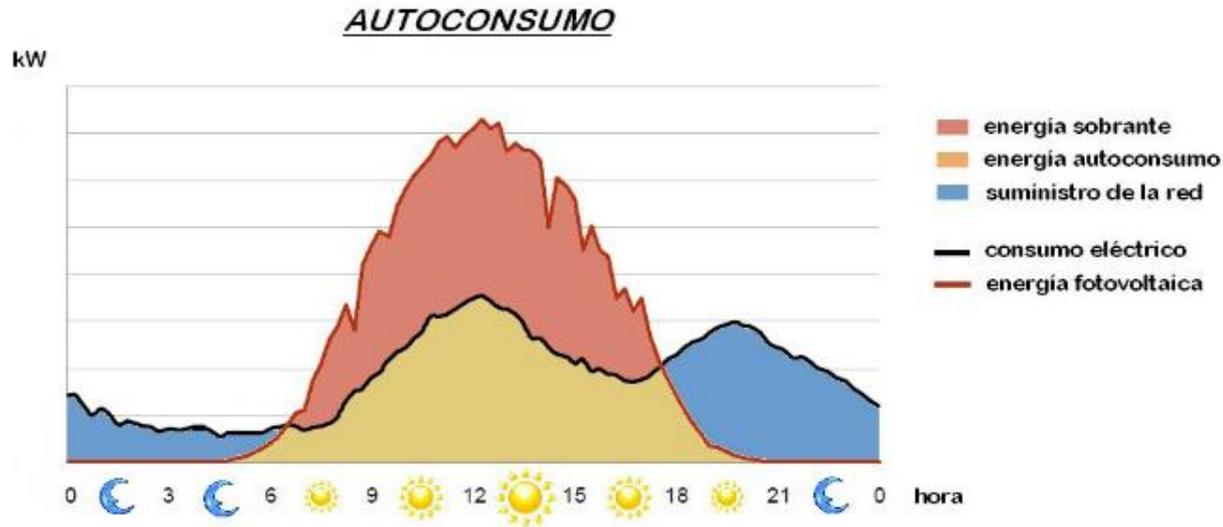


U.S. Net Metering Customers



Concepto de Ley de Balance Neto aplicado a generación Fotovoltaica de conexión a red

Una de las principales aplicaciones de la energía solar fotovoltaica más desarrollada en los últimos años, consiste en las centrales conectadas a red para suministro eléctrico, así como los sistemas de [autoconsumo fotovoltaico](#), de potencia generalmente menor, pero igualmente conectados a la red eléctrica



El balance neto o medición neta de electricidad:

Es un esquema de utilidad general para el uso y pago del recurso en el cual un cliente que genera su propia energía eléctrica puede compensar los saldos de energía de manera instantánea o diferida, permitiendo a los consumidores la producción individual de energía para su propio consumo, compatibilizando su curva de producción con su curva de demanda.

En EEUU hay actualmente más de 40 estados que utilizan alguna variante de la medición neta (también denominado allí crédito eléctrico), Nueva Jersey y Colorado son considerados como los que tienen mejores políticas de medición neta de EE.UU.

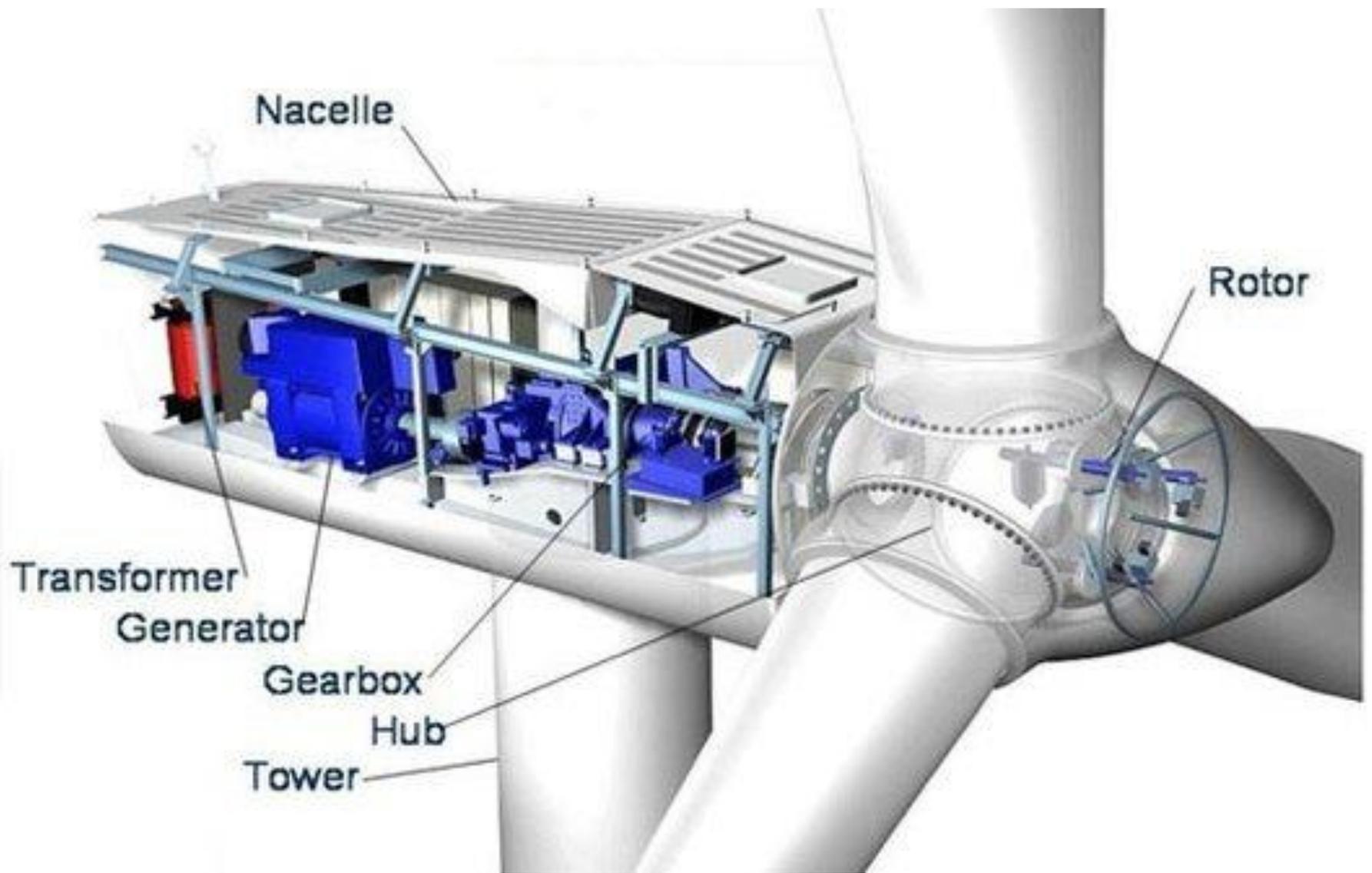
Algunos Estados	Límite del suscriptor (% pico)	Límite de potencia Res/Com (kW)	Volcado mensual	Compensación anual
Alabama	sin límite	100	sí, indefinidamente	varía
Alaska	1.5	25	sí, indefinidamente	precio al por menor
Arizona	sin límite	125% of load	yes, coste evitado at end of billing year	precio al por menor
Arkansas	sin límite	25/300	sí, hasta el final del año fiscal	precio al por menor
California	5	1,000	sí, indefinidamente	varía
Colorado	sin límite	120% of load or 10/25*	sí, indefinidamente	varía*
Connecticut	sin límite	2,000	yes, coste evitado at end of billing year	precio al por menor
Delaware	5	25/500 or 2,000*	sí, indefinidamente	precio al por menor
District of Columbia	sin límite	1,000	sí, indefinidamente	precio al por menor
Florida	sin límite	2,000	yes, coste evitado at end of billing year	precio al por menor
Georgia	0.2	10/100	no	rango determinado

Fuentes de generación renovables: Generación con Eólicas

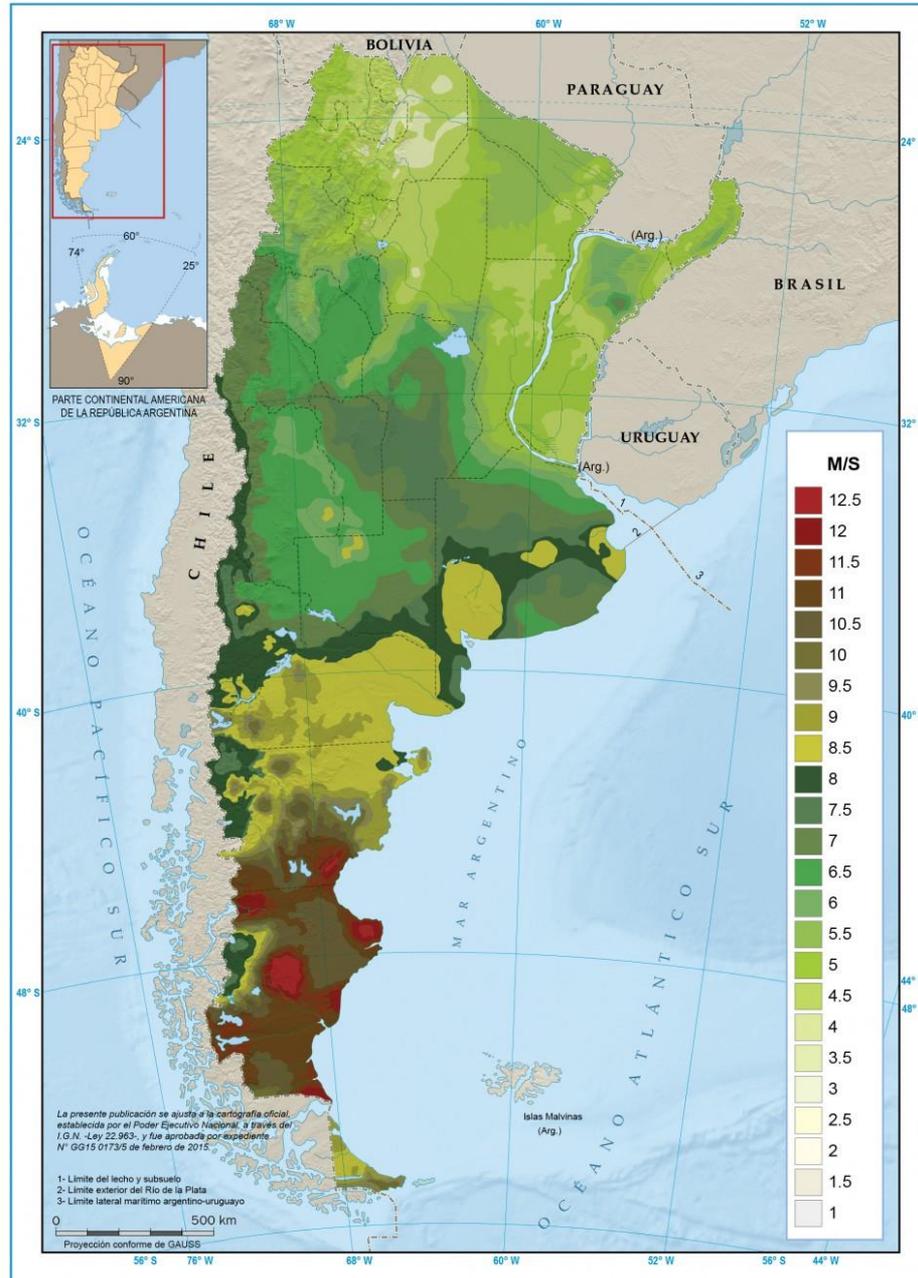


Micro generación Urbana y campos eólicos





Potencial eólico general sobre la Republica Argentina medido a 80 mts altura promedio.





Map **Satellite** Terrain Hybrid



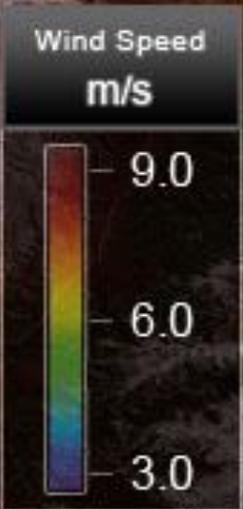
POWERED BY
Google

Wind data source: © 2008 3TIER
Imagery ©2009 TerraMetrics, NASA - Terms of Use

Latitude: 25.919° S Longitude: 66.841° W Height: 80.0 m

M/S
MPH

Map Satellite Terrain Hybrid



Latitude: 45.710° S
Longitude: 68.016° W
Height: 80.0 m

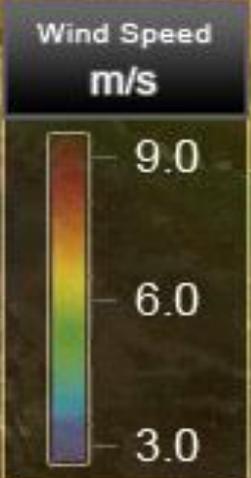
9.2 | 12.4
m/s

[Why do we show a range?](#)

A dark grey information box with a white wind icon on the left. It contains location data: Latitude: 45.710° S, Longitude: 68.016° W, and Height: 80.0 m. Below this, it displays a wind speed range of 9.2 to 12.4 m/s. A link 'Why do we show a range?' is at the bottom. A yellow arrow points from the bottom of the box to the map.



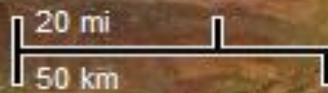
Map Satellite Terrain Hybrid




Latitude: 39.377° S
Longitude: 68.467° W
Height: 80.0 m

7.8 | 10.5
m/s

[Why do we show a range?](#)



Wind data source: © 2008 3TIER
© 2009 DMapas/El Mercurio, Inav/Geosistemas SRL, Europa Technologies - Terms of Use

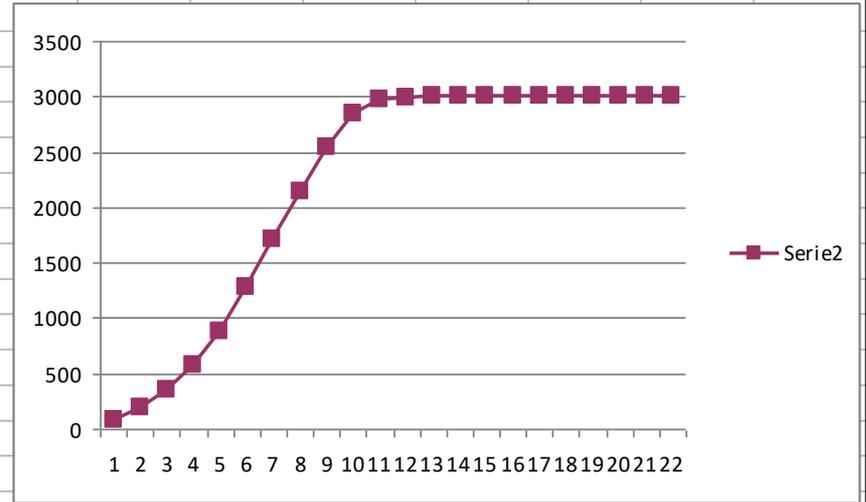
Latitude: 39.377° S Longitude: 68.467° W Height: 80.0 m

M/S
MPH

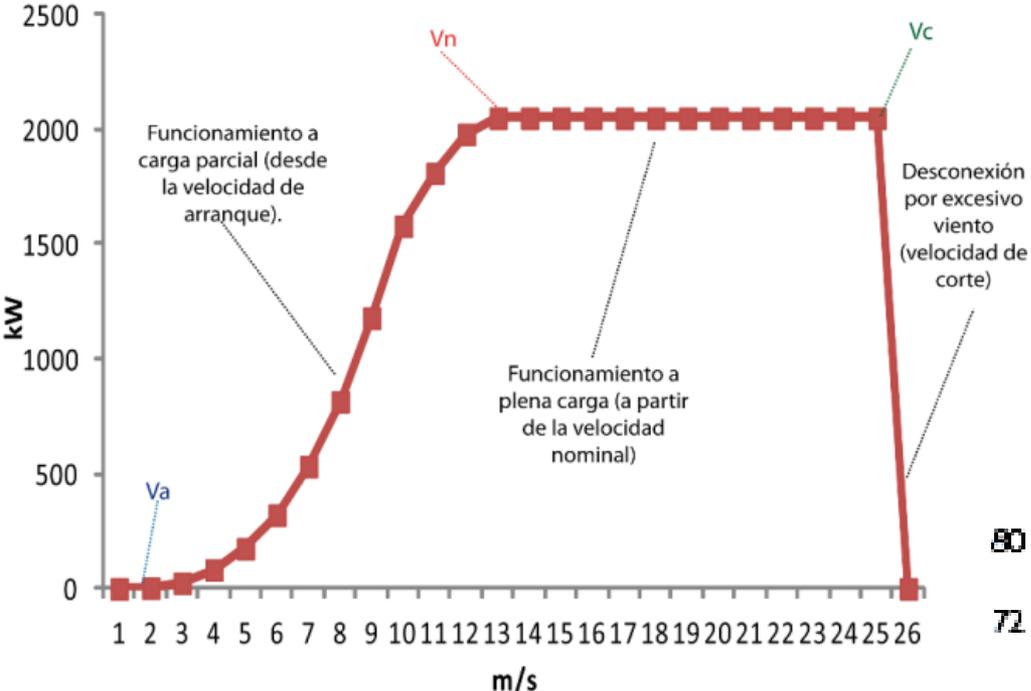
Vestas 3 MW Turbine

MW/Turbine	2			V90 3.0MW	
100% CF	17.52				
kWh/household/yr	5500			m/s	kW
				4	77
Capacity Factor	GWh/yr	kWh/yr	No. Households	5	190
45%	7.884	7884000	1433	6	353
40%	7.008	7008000	1274	7	581
35%	6.132	6132000	1115	8	886
30%	5.256	5256000	956	9	1273
				10	1710
				11	2145
				12	2544
				13	2837
				14	2965
				15	2995
				16	3000
				17	3000
				18	3000
				19	3000
				20	3000
				21	3000
				22	3000
				23	3000
				24	3000
				25	3000

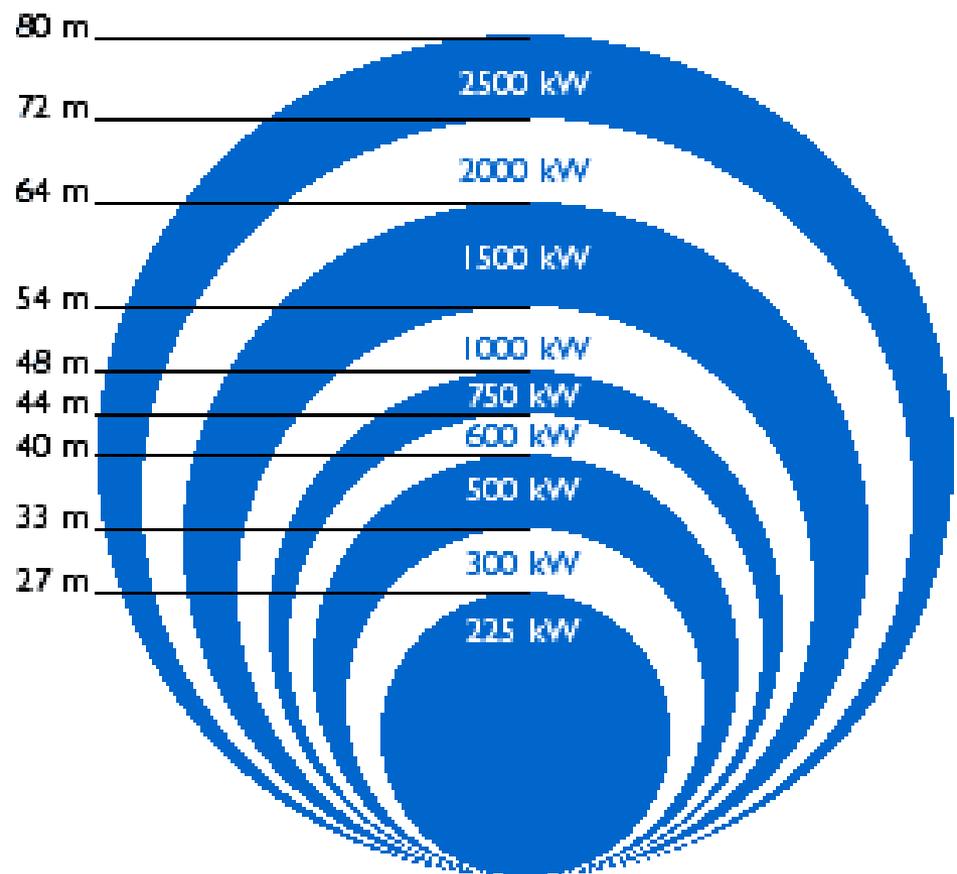
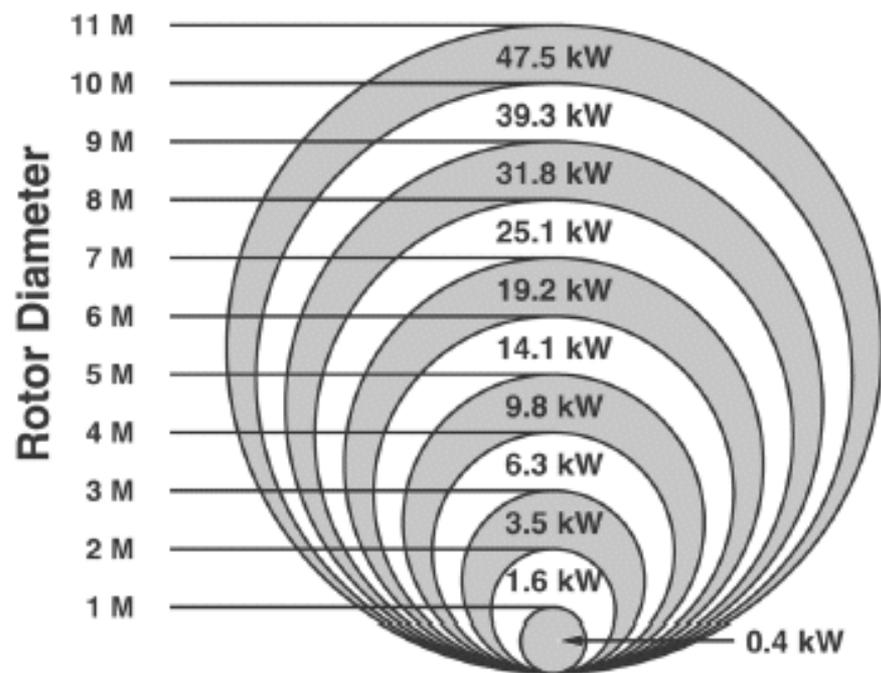
Power output kW



Wind velocity [m/s]



Theoretical Power Production



Ley física de potencial eólico: Ley de Betz

Potencia de la fórmula del viento

La potencia del viento que pasa perpendicularmente a través de un área circular es:

$$P = \frac{1}{2} (\rho) v^3 (\pi) r^2$$

Donde:

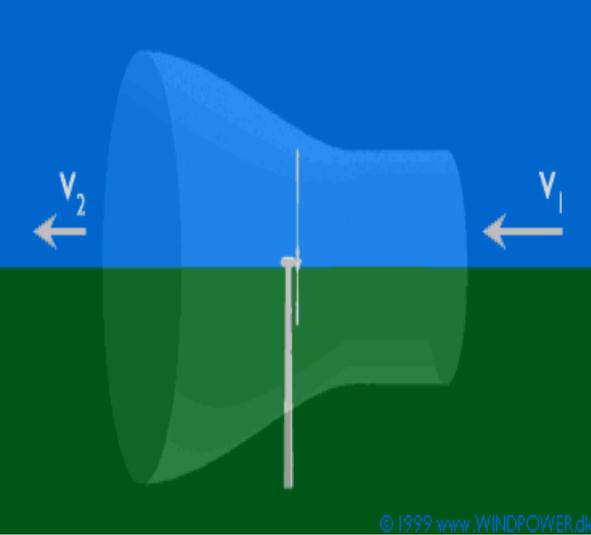
P = potencia del viento medida en W (vatios).

(rho) = densidad del aire seco = 1.225 medida en kg/m³ (kilogramos por metro cúbico, a la presión atmosférica promedio a nivel del mar y a 15° C).

v = velocidad del viento medida en m/s (metros por segundo).

(pi) = 3.1415926535...

r = radio (esto es, la mitad de un diámetro) del rotor medido en m (metros).



La ley de Betz

La ley de Betz dice que sólo puede convertirse menos de 16/27 (el 59 %) de la energía cinética en energía mecánica usando un aerogenerador.

La ley de Betz fue formulada por primera vez por el físico alemán Albert Betz en 1919. Su libro "Wind-Energie", publicado en 1926, proporciona buena parte del conocimiento que en ese momento se tenía sobre energía eólica y aerogeneradores.

Es sorprendente que se pueda hacer una afirmación general tan tajante que se pueda aplicar a cualquier aerogenerador con un rotor en forma de disco.

Consideremos, cosa bastante razonable, que la velocidad promedio del viento a través del área del rotor es el promedio de la velocidad del viento sin perturbar antes de la turbina eólica, v_1 , y la velocidad del viento después de su paso por el plano del rotor, v_2 , esto es, $(v_1+v_2)/2$. (Betz ofrece una demostración de esto).

La masa de la corriente de aire a través del rotor durante un segundo es:

$$m = (\rho) F (v_1 + v_2)/2$$

Donde: m es la masa por segundo (ρ) es la densidad del aire

F es el área barrida por el rotor.

$[(v_1+v_2)/2]$ es la velocidad del viento promedio a través del área del rotor.

La potencia del viento extraída por el rotor es igual a la masa por la diferencia de los cuadrados de la velocidad del viento (de acuerdo con la segunda ley de Newton):

$$P = (1/2) m (v_1^2 - v_2^2)$$

Sustituyendo en esta expresión la m de la primera ecuación obtenemos la siguiente expresión para la potencia extraída del viento:

$$P = (\rho/4) (v_1^2 - v_2^2) (v_1 + v_2) F$$

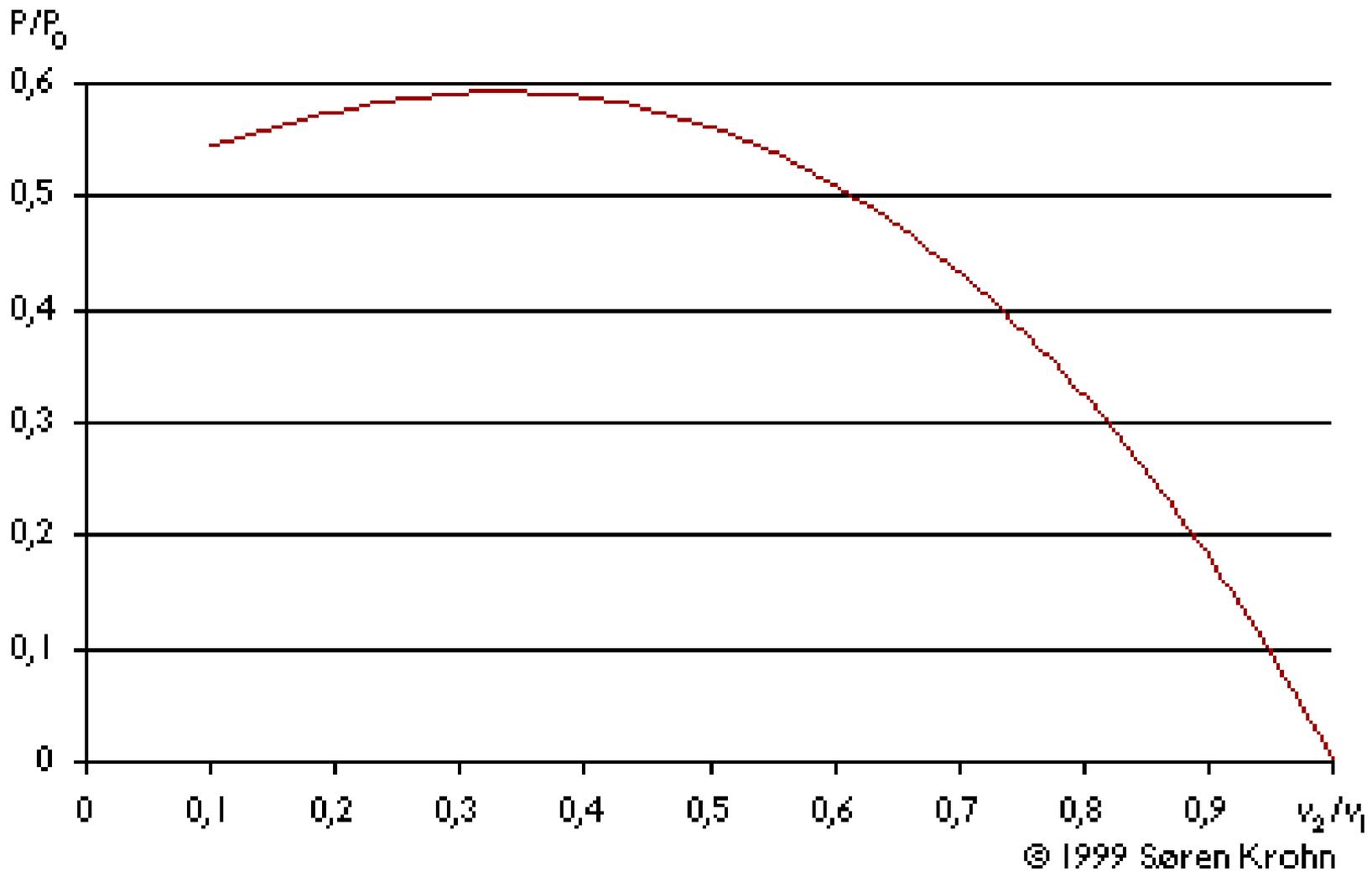
Ahora, comparemos nuestro resultado con la potencia total de una corriente de viento no perturbada a través de exactamente la misma área F , sin ningún rotor que bloquee el viento. Llamamos a esta potencia P_0 :

$$P_0 = (\rho/2) v_1^3 F$$

El ratio entre la potencia que extraemos del viento y la potencia del viento sin perturbar es:

$$(P/P_0) = (1/2) (1 - (v_2/v_1)^2) (1 + (v_2/v_1))$$

Podemos dibujar P/P_0 en función de v_2/v_1 :



Podemos ver que la función alcanza su máximo para $v_2/v_1 = 1/3$, y que el valor máximo de la potencia extraída del viento es de **0,59** veces ó **(16/27)** de la potencia total del viento.

Copyright 1997-2003 Asociación danesa de la industria eólica

Actualizado el 12 de mayo 2003

<http://www.windpower.org/es/stat/betzpro.htm>

GENERACIÓN EÓLICA EN ARGENTINA año 2010

Argentina cuenta en la actualidad con los siguientes campos eólicos instalados o “windfarm”, en muchos de estos casos son solo 1 (uno) generador aislado administrado por el municipio local.

La lista es la siguiente:

- [Barrick](#) (2000 kW, 1 turbine)
- [Claromeco](#) (750 kW, 1 turbine)
- [Comodoro Rivadavia](#) (17060 kW, 26 turbines)
- [Cutral-Co](#) (400 kW, 1 turbine)
- [Darregueira](#) (750 kW, 1 turbine)
- [General Acha](#) (1800 kW, 2 turbines)
- [Mayor Buratovich](#) (1200 kW, 2 turbines)
- [Pico Truncado](#) (2400 kW, 4 turbines)
- [Punta Alta](#) (2200 kW, 4 turbines)
- [Rada Tilly](#) (400 kW, 1 turbine)
- [Tandil](#) (800 kW, 2 turbines)

La suma total de la potencia instalada eólica en estas 11 estaciones o “windfarm” en Argentina es de: 29760 kW, o equivalente a **29.76 MW**. Lo cual para el *potencial eólico del país es una suma insignificante*.

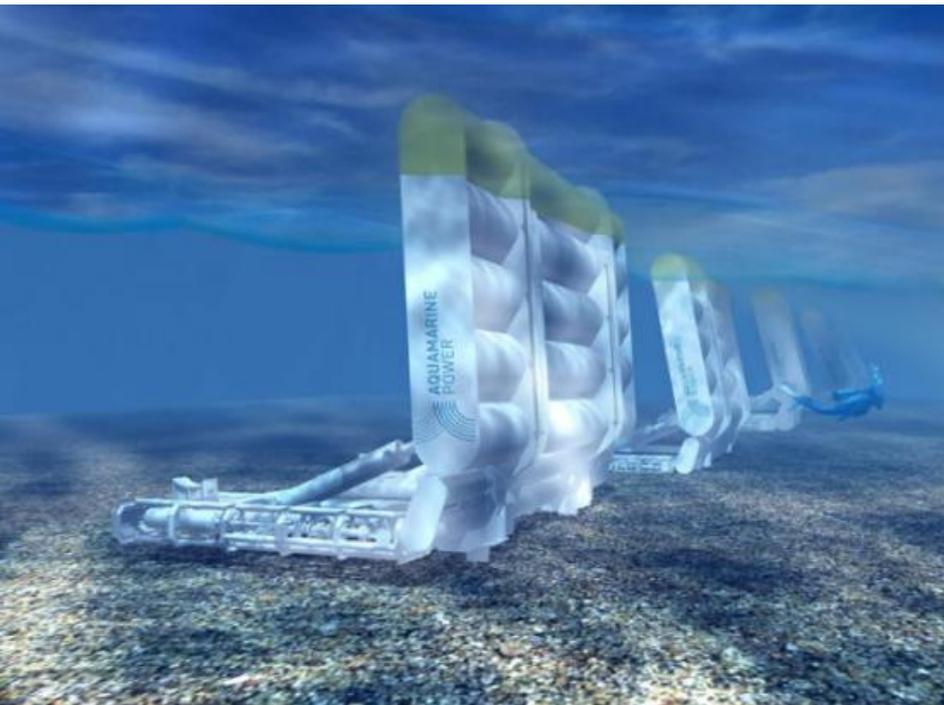
Para mayor información visite la siguiente página:

www.thewindpower.net/11-south-america-windfarms.php

Energía Undimotriz (mareas - Olas)



Dispositivos esquemas de generación



Qué es la energía de las olas?

Las olas son generadas por el paso del viento sobre la superficie del mar.

La energía se transfiere desde el viento a las olas.

Las ondas viajan grandes distancias a través del océano ya una gran velocidad y la energía se concentra cerca de la superficie del agua.

La energía dentro de una onda es proporcional al cuadrado de la altura de las olas.

Por lo tanto, una ola de dos metros de alto tiene cuatro veces la potencia de una ola de altura de un metro.







Specifications:

Rated power: 750kW

Structure: 180m long, 4m diameter, 1300 te displacement (mostly ballast)

Water depth: >50m

Mooring type: Compliant, slack moored

Conversion efficiency: ~70%

Three of these wave-energy converters (snakes) have been installing giving a maximum power generation capacity of 2.25MW (enough for 1,500 homes), The first phase of this project has so far cost €9 million.

Energía de las olas fórmula:

En aguas profundas, donde la profundidad del agua es mayor que la mitad de la longitud de onda, la onda de flujo de energía es ^[A.1]

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_{m0}^2 T \approx \left(0.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}\right) H_{m0}^2 T,$$

con P el flujo de energía de las olas por unidad de longitud de onda de la cresta, H_{m0} la altura de ola significativa, T la ola período, ρ el agua de densidad y g la aceleración de la gravedad. La fórmula establece que por encima de energía de las olas es proporcional a la duración de las olas y al cuadrado de la altura de las olas. Cuando la altura de las olas en metros, y el periodo de las olas en cuestión de segundos, el resultado es la energía de las olas en kilovatios (kW) por metro de frente de onda de longitud. ^{[1][5][8]}

Ejemplo: Supongamos que se hincha moderado al mar, en aguas profundas, a pocos kilómetros de una costa, con una altura de ola de 3 metros y un periodo de las olas de 8 segundos. Utilizando la fórmula para resolver por el poder, nos

$$P \approx 0.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}} (3 \cdot \text{m})^2 (8 \cdot \text{s}) \approx 36 \frac{\text{kW}}{\text{m}},$$

es decir, hay 36 kilovatios de potencial de energía por cada metro de costa.

En las grandes tormentas, las olas más grandes en alta mar están a unos 15 metros de altura y tienen un período de unos 15 segundos. De acuerdo con la fórmula anterior, estas ondas llevan alrededor de 1,7 MW de potencia en cada metro de frente de onda.

Un dispositivo de energía de las olas efectiva captura tanto como sea posible del flujo de energía de las olas. Como resultado de las olas serán de menor altura en la región detrás del dispositivo de energía de las olas.

[editar] **Energía de las olas y el flujo de energía de las olas**

En un estado de la mar, la densidad de energía promedio por unidad de superficie de las ondas de gravedad en la superficie del agua es proporcional al cuadrado de la altura de ola, de acuerdo con la teoría lineal de ondas: ^{[3][7]}

$$E = \frac{1}{16} \rho g H_{m0}^2 \quad [A.2][8]$$

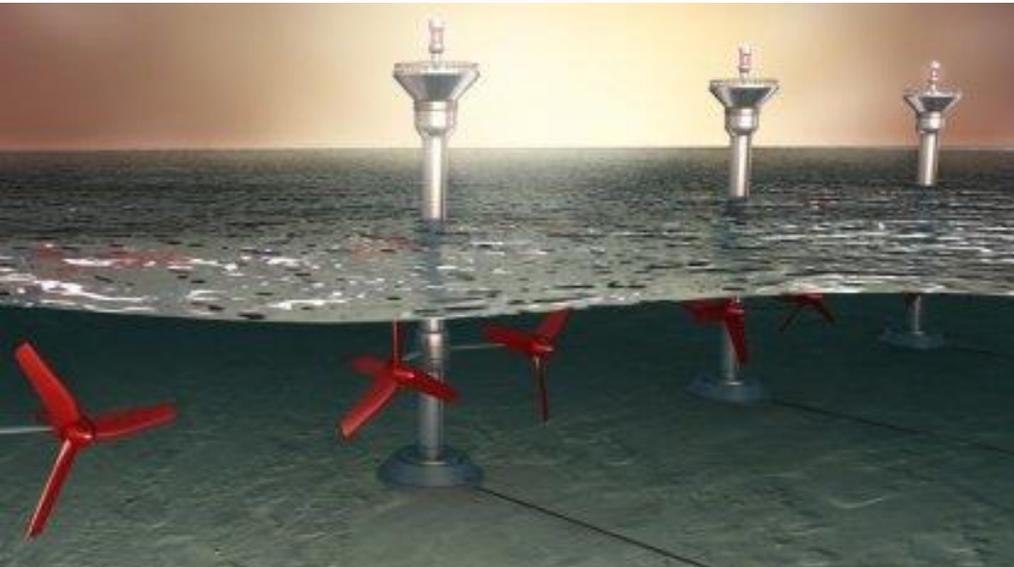
donde E es la densidad de energía de las olas media por unidad de superficie horizontal (W / m^2), la suma de cinética y energía potencial de la densidad por unidad de superficie horizontal. La densidad de energía potencial es igual a la energía cinética, ^[3] tanto un medio que contribuye a la onda de densidad de energía E , como se puede esperar de el teorema de equipartición. En las olas del mar, los efectos de la tensión superficial son despreciables para longitudes de onda superiores unos pocos decímetros.

Como las ondas se propagan, su energía se transporta. La velocidad de transporte de energía es la velocidad de grupo. Como resultado, la energía de las olas de flujo, a través de un plano vertical perpendicular de la unidad de ancho a la dirección de propagación de ondas, es igual a: ^{[9][3]}

$$P = E c_g,$$

con c_g la velocidad de grupo (m / s). Debido a la relación de dispersión para las ondas de agua bajo la acción de la gravedad, la velocidad de grupo depende de la longitud de onda λ , o equivalentemente, en la onda de período T . Además, la relación de dispersión es una función de la profundidad del agua h . Como resultado, la velocidad de grupo se comporta de manera diferente en los límites de las aguas profundas y poco profundas, y en profundidades intermedias: ^{[3][7]}

Energía de las Corrientes marinas



Potencia

250 – 5000 W

Medida

Longitud: 3130 mm
Ancho: 1600 mm
Altura: 2010 mm

Velocidad del rotor

90 – 230 rpm

Peso

380 kg

Número de aspas

3

Rotor-Ø

1000 mm

Cálculos de Energía

potencia de la turbina marina

Convertidores de energía de las mareas puede tener varios modos de funcionamiento y por lo tanto, la producción de energía diferentes. Si el coeficiente de potencia del dispositivo " C_P " es conocido, la siguiente ecuación se puede utilizar para determinar la potencia de salida del subsistema de hidrodinámica de la máquina. Esta energía disponible no puede exceder de la impuesta por el límite de Betz en el coeficiente de potencia, aunque esto se puede evitar en cierta medida por la colocación de una turbina en una sábana o en el conducto . Esto funciona, en esencia, forzando el agua que no han fluido a través de la turbina a través del disco del rotor. En estas situaciones es el área frontal de la vía, en lugar de la turbina, que se utiliza en el cálculo del coeficiente de potencia y por lo tanto el límite de Betz todavía se aplica al dispositivo en su conjunto.

La energía disponible en estos sistemas cinética se puede expresar como:

$$P = \frac{\rho A V^3}{2} C_P$$

donde:

C_P = coeficiente de potencia de la turbina

P = la potencia generada (en vatios)

ρ = densidad del agua (agua de mar es 1027 kg / m³)

A = el área de barrido de la turbina (en m²)

V = la velocidad del flujo

En relación con una turbina abierta en la corriente libre, las turbinas de conductos o cubiertas son capaces de aumentar la velocidad del fluido de hasta 3 a 4 veces de la turbina misma en el flujo abierto. Ejemplo del efecto Venturi con una turbina cubierta. Donde se reporta una mejora del 15% al 25% con respecto a la misma turbina sin cubierta, ver fotografía debajo.

El Race Rocks marea generador de corriente antes de la instalación.



Generación Hidráulica: Represas Centrales Hidráulicas

Central hidroeléctrica de Hoover, Nevada USA



Central hidroeléctrica de Itaipú



Central hidroeléctrica tres gargantas (china)



Central hidroeléctrica de Yacyretá

REPÚBLICA DEL PARAGUAY (MARGEN DERECHA)

PRESA ISLA
YACYRETA

PRESA DE CIERRE
DEL BRAZO PRINCIPAL

CENTRAL
HIDROELECTRICA

CAMINO INTERNACIONAL

VERTEDERO
PRINCIPAL

BRAZO
PRINCIPAL
DEL RIO PARANA

PRESA
LATERAL
IZQUIERDA

PRESA DE MATERIALES SUELTOS

REPÚBLICA ARGENTINA (MARGEN IZQUIERDA)

















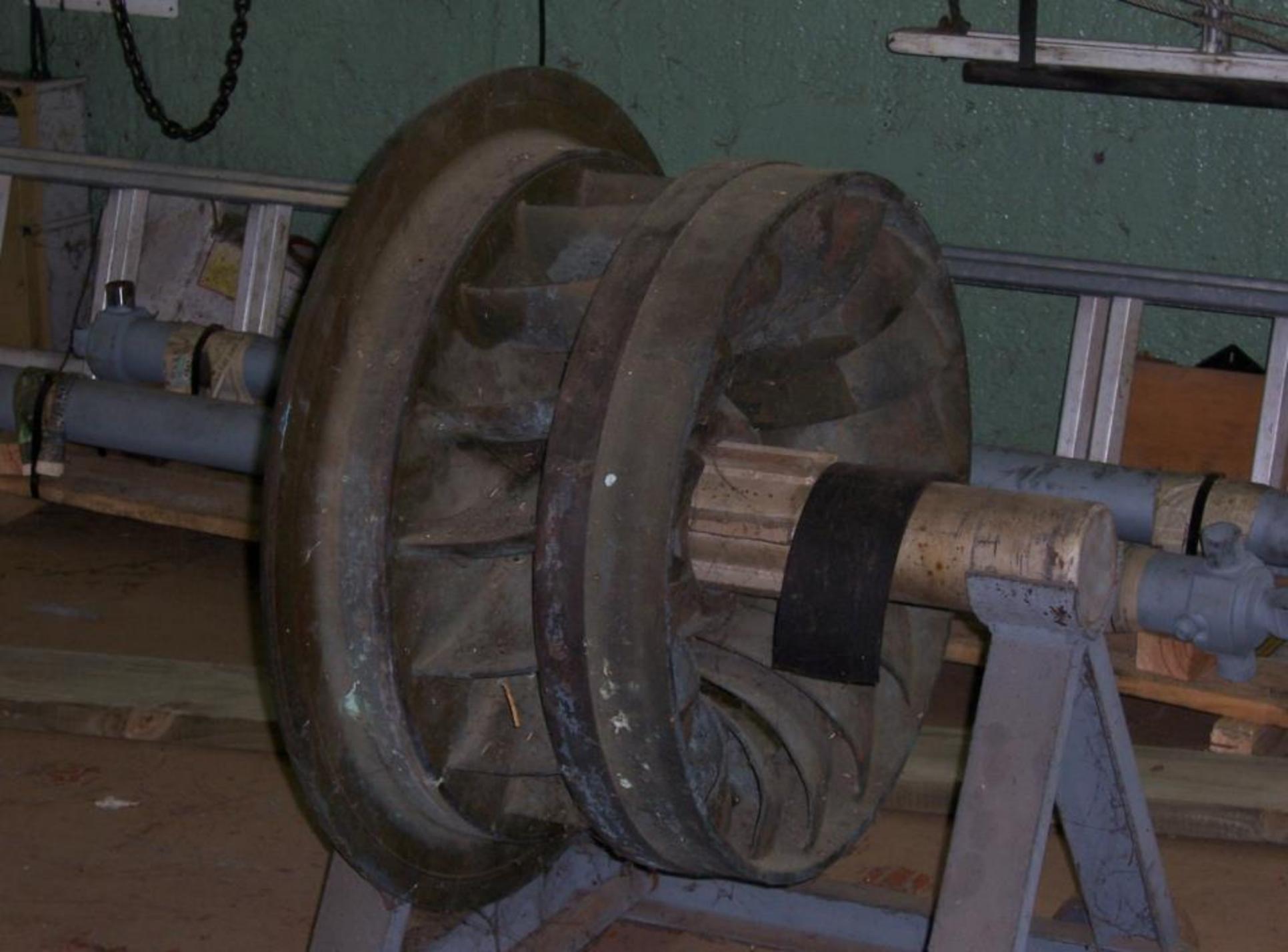








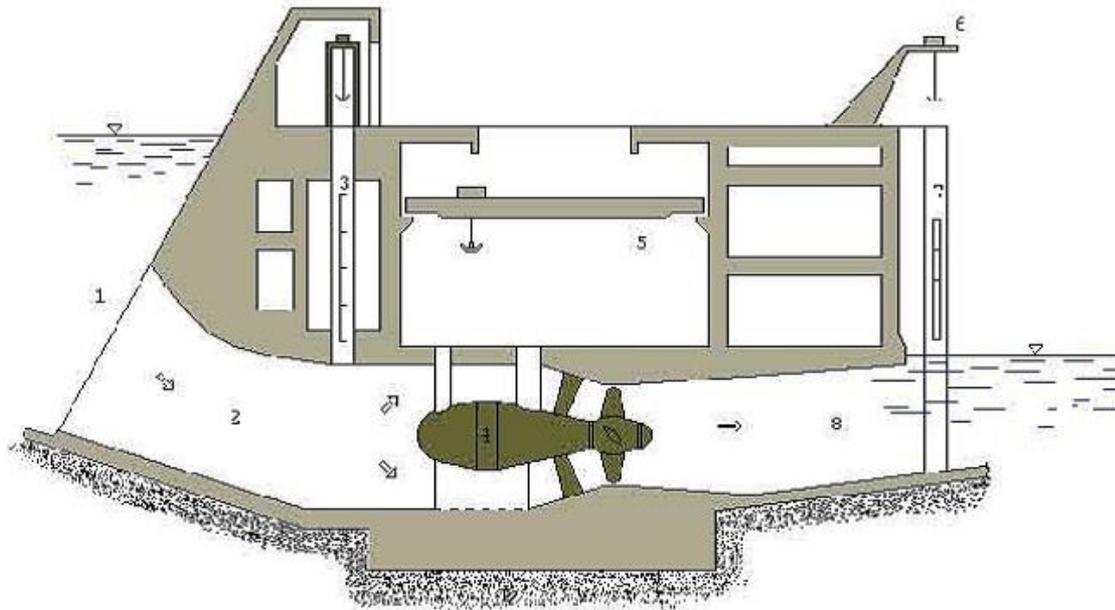






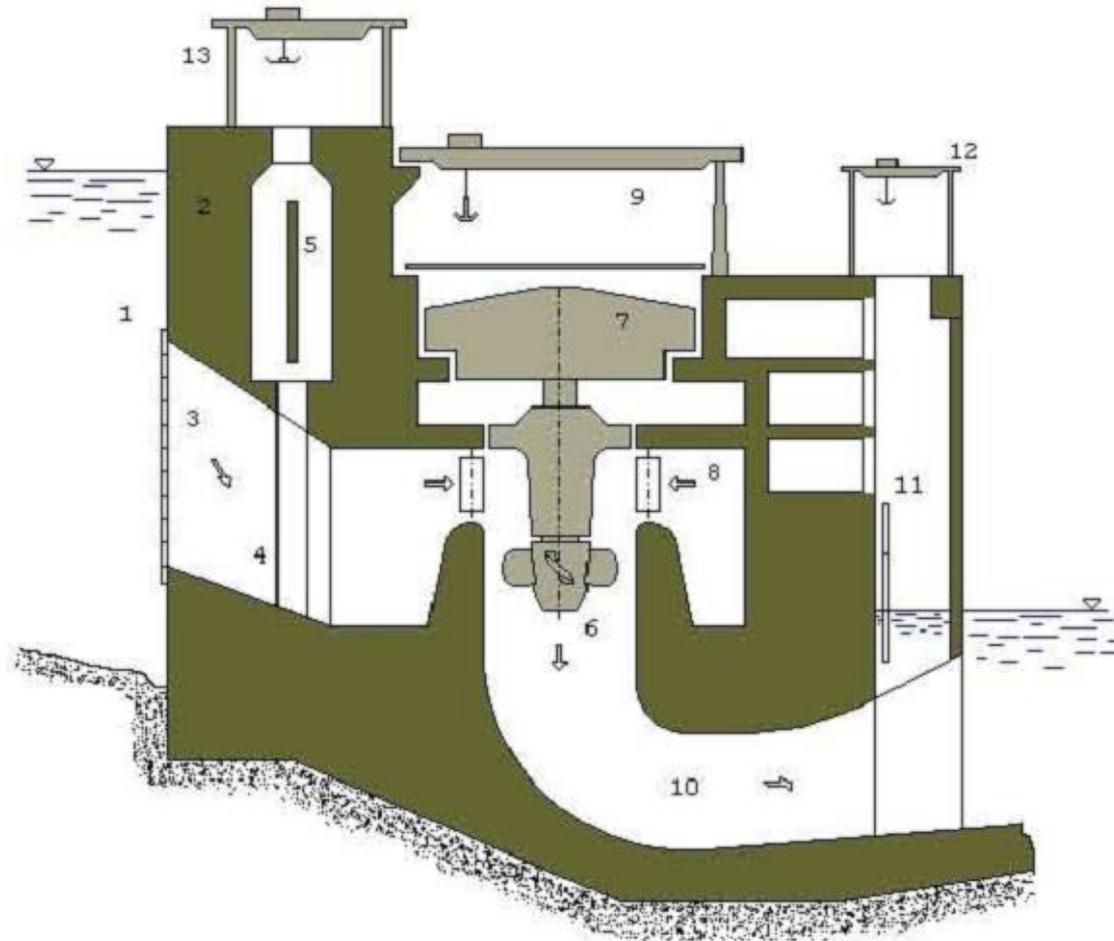


Esquemas de producción Turbinas (tipo Bulbo)



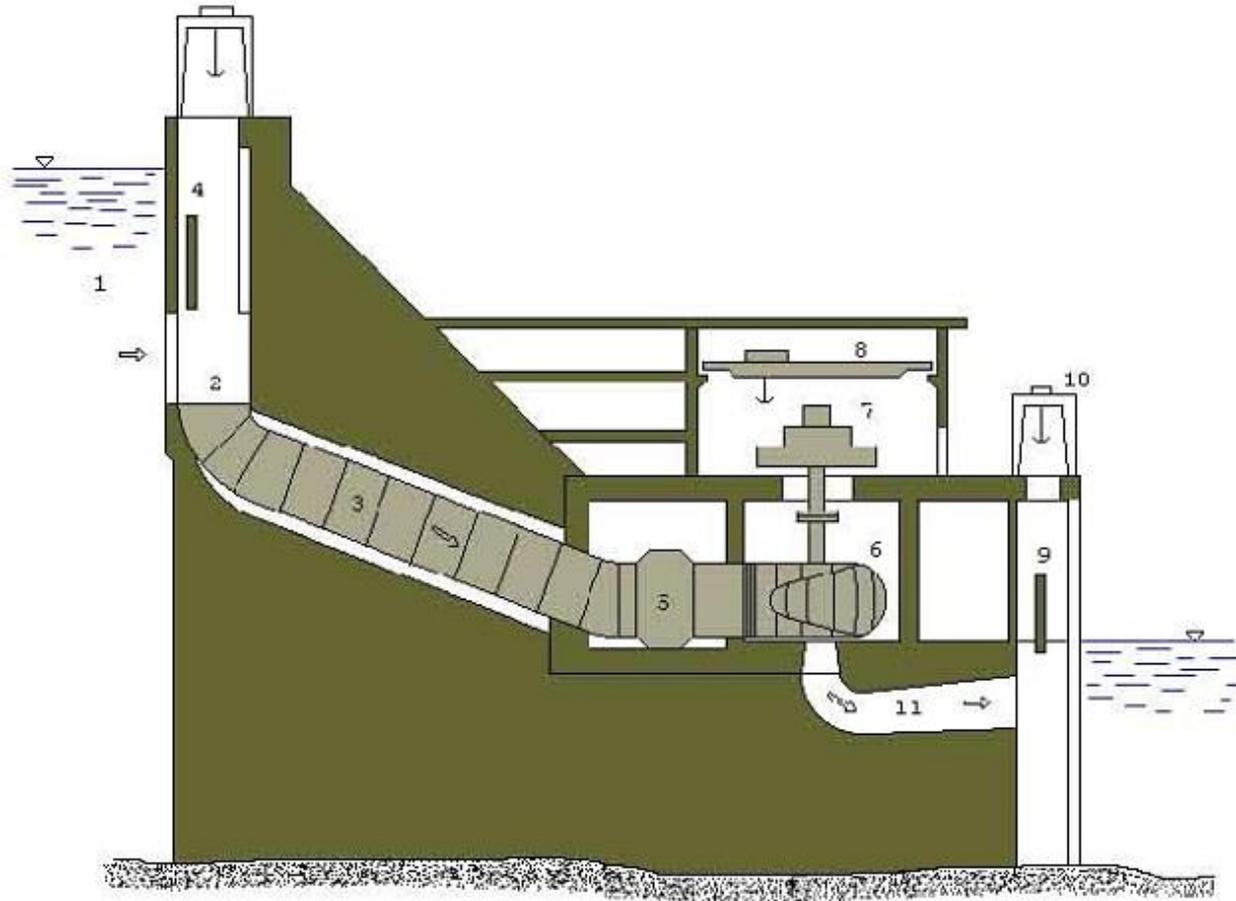
- 1 - Embalse
- 2 - Conducto de entrada de agua
- 3 - Compuertas de entrada "izadas"
- 4 - Conjunto de bulbo con la turbina y el alternador
- 5 - Puente grúa de las sala de máquina
- 6 - Mecanismo de izaje de las compuertas de salida
- 7 - Compuerta de salida "izada"
- 8 - Conducto de salida

Esquemas de producción Turbinas (tipo Kaplan)



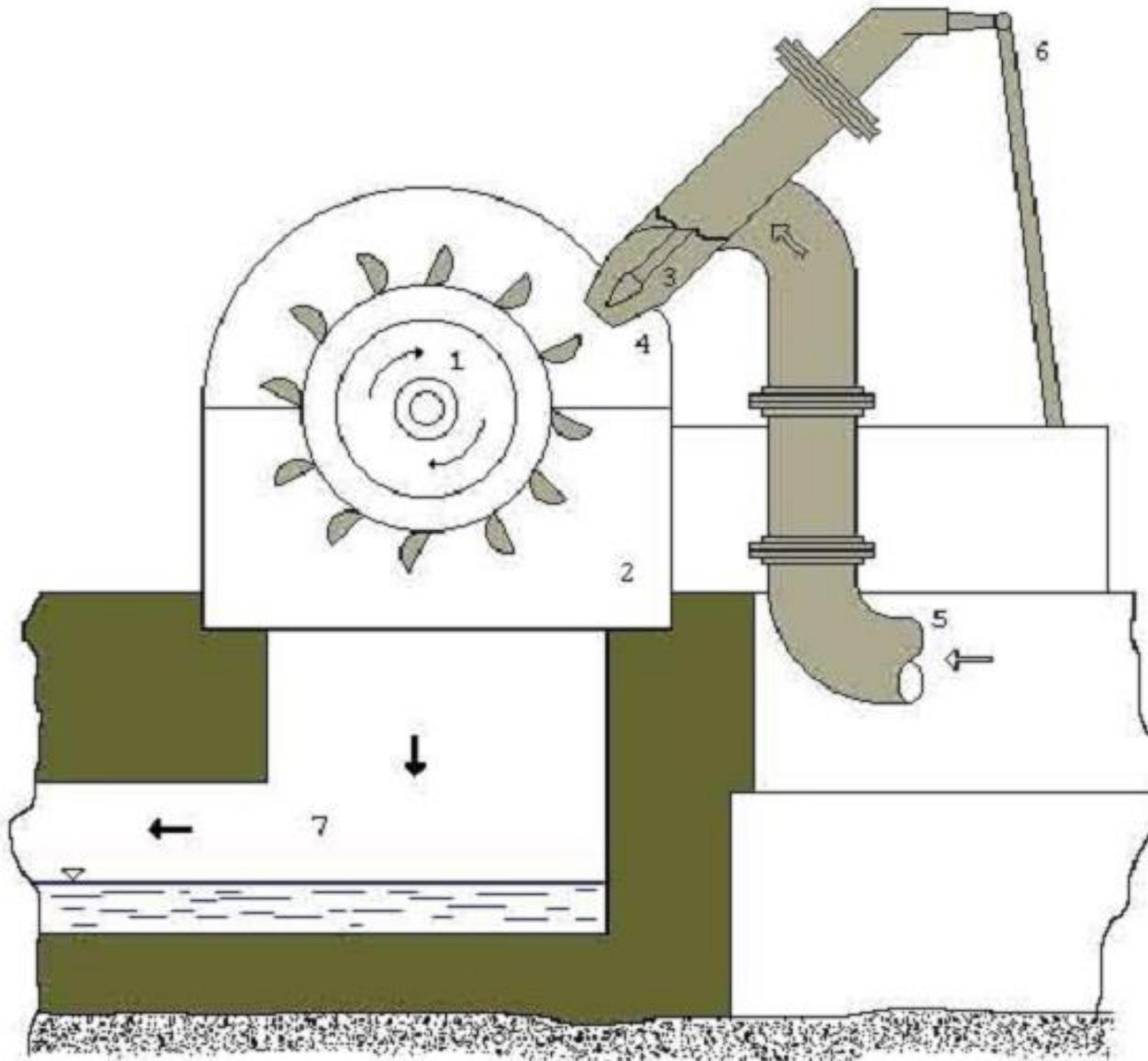
- 1 - Embalse
- 2 - Presa de contención
- 3 - Entrada de agua a las máquinas (toma), con reja
- 4 - Conducto de entrada del agua
- 5 - Compuertas planas de entrada, en posición "izadas".
- 6 - Turbina hidráulica
- 7 - Alternador
- 8 - Directrices para regulación de la entrada de agua a turbina
- 9 - Puente de grúa de la sala de máquinas.
- 10 - Salida de agua (tubo de aspiración)
- 11 - Compuertas planas de salida, en posición "izadas"
- 12 - Puente grúa para maniobrar compuertas salida.
- 13 - Puente grúa para maniobrar compuertas de entrada.

Esquemas de producción Turbinas (tipo Francis)



- 1 - Embalse
- 2 - Toma de agua
- 3 - Conducto metálico embutido en la presa
- 4 - Compuertas de entrada en posición de izada
- 5 - Válvulas de entrada de agua a turbinas
- 6 - Turbina
- 7 - Alternador
- 8 - Puente grúa de la central
- 9 - Compuerta de salidas "izada"
- 10 - Puente grúa para izada de la compuerta de salida
- 11 - Conducto de salida

Esquemas de producción Turbinas (tipo Pelton)



- 1 - Rodete
- 2 - Cuchara
- 3 - Aguja
- 4 - Tobera
- 5 - Conducto de entrada
- 6 - Mecanismo de regulación
- 7 - Cámara de salida

Calculo de Potencia hidráulica según salto obtenido y caudal

Potencia de una central hidroeléctrica

La **potencia de una central hidroeléctrica** se mide generalmente en Megavatios (MW) y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$P_e = \rho \cdot 9,81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_m \cdot Q \cdot H$$

donde:

- P_e = potencia en vatios (W)
- ρ = densidad del fluido en kg/m^3
- η_t = rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,75 y 0,90)
- η_g = rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97)
- η_m = rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (0,95/0.99)
- Q = caudal turbinable en m^3/s
- H = desnivel disponible en la presa entre **aguas arriba** y **aguas abajo**, en metros (m)

En una central hidroeléctrica se define:

- **Potencia media:** potencia calculada mediante la fórmula de arriba considerando el caudal medio disponible y el desnivel medio disponible.
- **Potencia instalada:** potencia nominal de los grupos generadores instalados en la central.

Fin

Matriz energética nacional y provincial: Generación y Potencial Renovable, conceptos sobre matriz energética y desarrollo sustentable

- Índice:
- Evolución de la potencia eléctrica máxima en Argentina.
- Porcentajes y totales energéticos por regiones nacional.
- Participación de las Fuentes de Generación de Energía Eléctrica año 2015, porcentual.
- Generación y potencial Eólico en Argentina.
- Generación Geotérmica, Conceptos regiones de posible producción en la Rep. Argentina.
- Generación con mareas Olas Generación Undimotriz.
- Generación con las corrientes marinas, Turbinas Hidrocinéticas.
- Generación Solar Fotovoltaica.
- Generación con Centrales Hidráulicas
- Resumen comparativo

Generación Geotérmica

'Los Géiseres'

Mayor complejo de plantas geotérmicas del mundo



Campo de plantas geotérmicas 'The Geysers'

Situación: Condados de Sonoma y Lake (California, EEUU)

Potencia: 890 MW

Características: 20 plantas geotérmicas

Empresa propietaria: 17 plantas pertenecen a [Calpine](#), dos a [Northern California Power Agency](#) y una a [US Renewables Group](#)

Año en el que comenzó a operar: La primera empezó en 1960

Número de trabajadores: más de 350

Producción de electricidad anual: 6.600.000 MWh

El campo de ['The Geysers'](#) de EEUU está formado por 20 plantas que producen una energía capaz de abastecer una ciudad del tamaño de San Francisco y evitan la emisión de **seis millones de toneladas de CO₂** al año (por la generación de carbón). Las centrales funcionan gracias al vapor seco que se obtienen de los más de **350 pozos excavados a unos tres kilómetros de profundidad**. El vapor, que alcanza la superficie con temperaturas de 180 grados, se reparte por las diferentes plantas gracias a una amplia red de tuberías —de más de 128 kilómetros— para después hacer girar unas turbinas conectadas a su vez a unos generadores. Cuando el vapor se enfría, se convierte en agua y vuelve de nuevo al interior de la tierra para recargar los acuíferos y producir más vapor. **Un dato más:** los acuíferos se rellenan también con las aguas residuales que llegan de la ciudad de Santa Rosa, situada a los pies de los montes Sonoma, a través de una tubería subterránea de 65 kilómetros.

REPUBLICA ARGENTINA

ZONAS EN ESTUDIO DE EXPLOTACION GEOTERMICA

Geotermia de alta entalpía

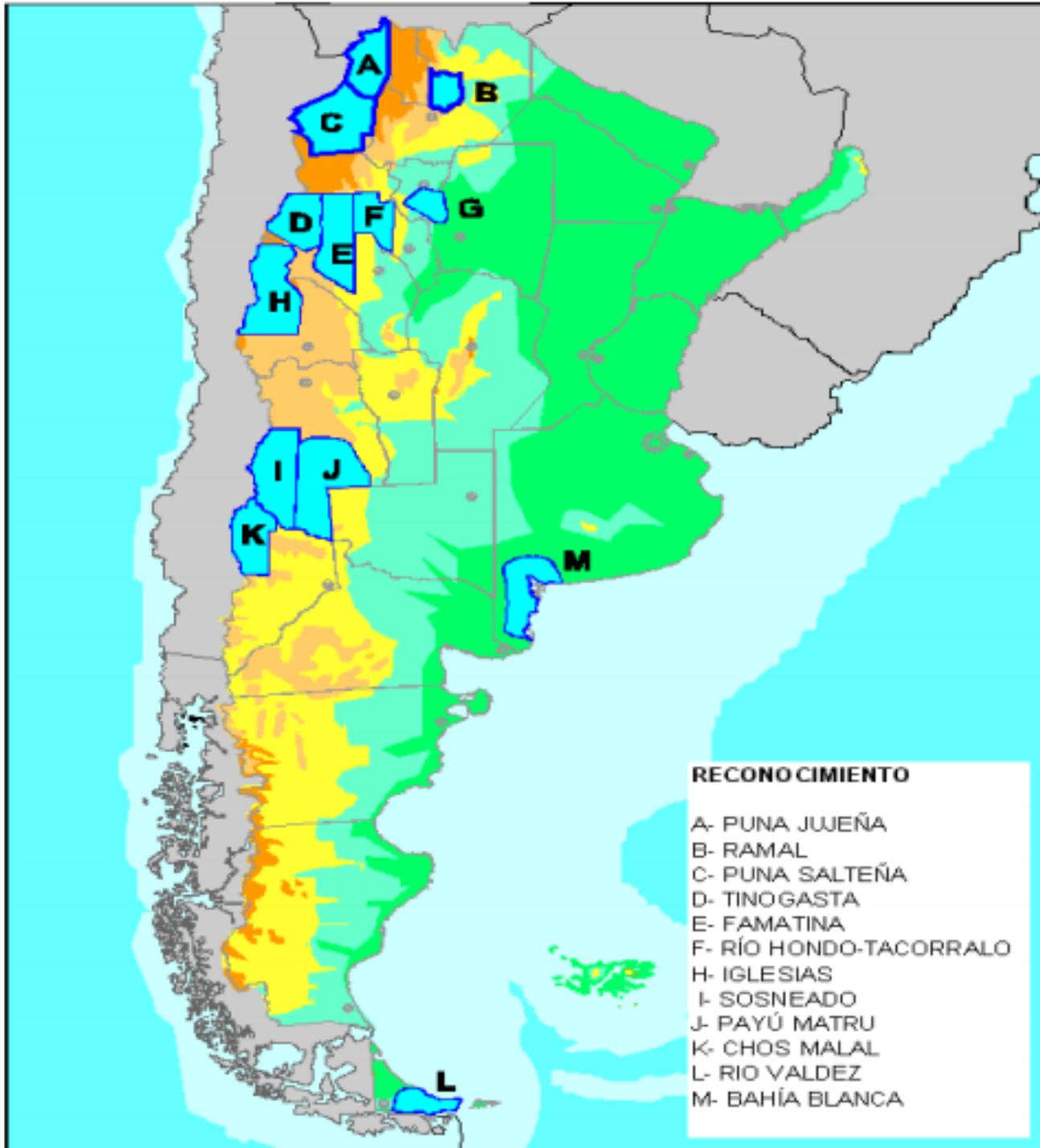
Describe el uso de yacimientos termales, los cuales debido a la gran temperatura y presión del fluido son aprovechables para la generación eléctrica.

En el campo geotérmico Copahue (en la Provincia del Neuquén) fue puesta en funcionamiento el 5 de Abril de 1988 una central geotérmica piloto que genera energía eléctrica mediante el empleo de vapor de agua del subsuelo. Funciona mediante un ciclo binario utilizando isopentano como fluido de trabajo intermedio. La planta es portátil, ya que es fácilmente desmontable.

Actualmente está emplazada sobre la boca del pozo productor de vapor ubicado a dos kilómetros de Copahue, cuya perforación se realizó en el año 1976 y que fue reperforado en 1981 a 1.415 metros. El reservorio hidrotermal se encuentra comprendido entre los 850 y los 1.000 metros generando un fluido geotérmico a 6,7 tn/hora de vapor saturado. La central tiene una potencia de 670 kWe nominales, suministrando electricidad a la línea de 13,2 Kv Caviahue-Copahue de 10 km de extensión.

Si la temperatura es alta (180 °C - 400 °C), el agua se extrae como vapor y se usa para mover una turbina y obtener energía eléctrica.

A temperaturas intermedias (70 °C - 180 °C), también puede aplicarse para la producción de electricidad, aunque con mucho menor rendimiento.



RECONOCIMIENTO

A- PUNA JUJEÑA
B- RAMAL
C- PUNA SALTEÑA
D- TINOGASTA
E- FAMATINA
F- RÍO HONDO-TACORRALO
H- IGLESIAS
I- SOSNEADO
J- PAYÚ MATRU
K- CHOS MALAL
L- RIO VALDEZ
M- BAHÍA BLANCA

Consideraciones económicas

Costos de la energía geotérmica(*)

El costo de producción de energía geotérmica está determinado, entre otras, por las inversiones en : exploración, perforación, líneas de transmisión del fluido y de construcción de la central o centrales de generación.

Costos de exploración.

La exploración de los recursos geotérmicos implica, desde el punto de vista económico, un riesgo que puede limitarse desarrollando las mismas en etapas sucesivas, con inversiones graduales y acordes a los resultados obtenidos en cada una de ellas.

Un estudio de este tipo, en un área preseleccionada de 20-30 km² cuesta aproximadamente 1 a 1,5 millones de dólares.

Costos de perforación.

Estos dependen de la profundidad a la cual se halla situado el reservorio, tipo de roca a perforar, diámetro , método de cementación, accesibilidad de la zona, etc. Estos valores son muy disímiles, según la bibliografía existente varían en un rango de 547.500 a 2.250.000 dólares por pozo en distintos lugares del mundo.

Costos de transmisión del vapor.

Los montos, según distintos autores, varían entre 30.000 a 240.000 dólares por MW, según la presión y temperatura del fluido a transportar, distancia entre pozos y central, número de separadores, tipo de acero a utilizar, etc.

Costo de una central.

Las variaciones que se observan en los costos publicados dependen de: potencia del grupo, rendimiento, ubicación y desarrollo industrial del país.

Como valor indicativo se puede admitir el de *Larderello* de 480 U\$S/kW, el que incluye maquinarias, obras civiles, transformadores, etc.

Goldsmith calcula un valor de 562,5 U\$S/kW para una central de 100 MW compuesta por dos grupos de 50 MW.

Baldo estima un costo para unidades móviles de pequeñas dimensiones de 400 U\$S/kW, mientras que una unidad a condensación, de alto rendimiento, con una potencia unitaria de 30-50 MW tendría un costo de 1.200-1.400 U\$S/kW incluyendo obras civiles, maquinarias, obras para eliminación de aguas residuales, como así también el costo de investigación y puesta en producción del campo.

4.1.5 Costo del kWh.

Existen profundas diferencias en la bibliografía sobre los costos de exploración, perforación e instalaciones que componen una central geotérmica. A esto debe sumarse la imposibilidad de estimar un caudal medio por pozo, como así también la cantidad de ellos que serán estériles, lo que hace difícil determinar el número de pozos que deberán perforarse para obtener una determinada cantidad de fluido.

Armstead calcula una producción media por pozo de 45 tn/h, con una probabilidad del 66 % de que el pozo perforado sea productivo (dos pozos productivos cada tres perforados).

Goldsmith estima para sus cálculos una producción de 56 tn/h por pozo.

Poli estima una probabilidad del 57 % de obtener un pozo productor (sobre 35 pozos perforados, 15 son estériles) y considera una producción media por pozo de 50 tn/h.

De lo señalado hasta aquí se deduce que cualquier previsión que se quiera hacer tendrá un margen de error que estará directamente vinculado con los conocimientos que se tengan sobre el campo geotérmico que se analiza. Mientras mejor se conozca un campo, menor será el error cometido al evaluar los costos.

En cuanto al período de amortización de la central, en general se toman 25-30 años y a los pozos se le asigna una vida útil de 10 años.

Según se trate de plantas telecomandadas o no, o según el modo de operación adoptado, puede haber una variación notable en la mano de obra requerida, pero esto no introducirá grandes errores, pues ésta es un 10-15 % del costo de operación.

Dado que las plantas geotérmicas producen casi siempre energía de base y su mantenimiento es sencillo, el factor de carga es elevado (7.500-8.000 horas/año).

Como ejemplo de cálculo efectuaremos el análisis de costos para una central de 50 MW.

(*) Fuente : Fundamentos sobre la Energía Geotérmica - J.L. Sierra, G. Pedro, O. Levi. 1987.

