

Instituto Tecnológico de Buenos Aires



Instituto Tecnológico
de Buenos Aires

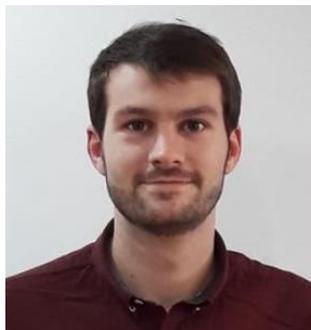
La eficiencia energética y los retos del abastecimiento energético

&

Aplicación de la eficiencia energética a los edificios e industria

Trabajo de Investigación

Metodología de la Investigación



Arthur Poncet

arthur.7.poncet@gmail.com

Agosto, 2018

Agradecimientos

Quisiera agradecer a las siguientes personas por su acompañamiento y/o la ayuda que me han dado durante la redacción de este informe:

- Marcelo Lezama, el tutor de este proyecto que me ayudó al largo de mi estudio.
- Claudio Rancan, responsable de los proyectos de investigación que aceptó mi proposición de proyecto.
- Benjamin Crevant, Fundador y CEO de Green Building 4 All que me permitió realizar una pasantía en su empresa.
- Ignacio Copa, Juan Gutierrez Guerra, Julia Villalba Ambrosoni, Marco Lillini Real, mis compañeros de trabajo que me acogieron bien. Aprendí mucho sobre eficiencia energética y Argentina con ellos.
- Romain Poudret, uno de mis compañeros de facultad que me transmitió el interés por estudiar e investigar los diferentes asuntos de este proyecto, y muchos otros.
- Ivan Hamm, mi amigo que me hospedó en Argentina y me ayudó a redactar este informe.

Índice

Agradecimientos.....	1
Índice	2
Tabla de referencias.....	4
Introducción.....	5
1 Justificación.....	6
1.1 Situación climática actual	6
1.2 Orígenes del cambio climático	6
1.2.1 Poder calorífico y emisión de CO ₂ de los combustibles fósiles	8
1.2.2 Mecanismos de retroacción del cambio climático.....	9
1.2.3 Consecuencias y riesgos	10
1.3 Aumenta del uso de energía.....	11
1.4 Dependencia a la energía e al petróleo	12
1.5 Eficiencia energética: la solución adecuada, la más simple y la más barata	14
2 Fundamentación	15
2.1 Pirámide energética.....	15
2.1.1 Uso racional de la energía (URE).....	15
2.1.2 Eficiencia energética.....	16
2.1.3 Energías renovables	16
2.2 Matriz energética y disponibilidad de los recursos energéticos en el mundo.....	19
2.2.1 Matriz energética	19
2.2.2 Demanda de electricidad mundial	22
2.3 Mercado eléctrico en Argentina.....	23
2.3.1 Matriz energética	23
2.3.2 Demanda de electricidad	24
2.3.3 Relación entre consumo de energía y desarrollo económico	25
2.3.4 política y estrategia energética	26
2.4 Mercado eléctrico en Francia.....	31
2.4.1 Matriz energética	31
2.4.2 Demanda de electricidad	32
2.4.3 Relación entre consumo de energía y desarrollo económico	32
2.4.4 política y estrategia energética	33
2.5 Errores comunes sobre energía y cambio climático	35
3 Objetivos	39
4 Eficiencia energética y métodos de ahorro energético.....	40
4.1 Definición de la eficiencia energética.....	40

4.2	EE.EE en los edificios.....	41
4.2.1	Matriz de consumo energético en los hogares.....	41
4.2.2	Iluminación.....	42
4.2.3	Calefacción y aire acondicionado.....	44
4.2.4	Aislación.....	48
4.2.5	Ventilación.....	48
4.2.6	Aparatos electrónicos domésticos.....	48
4.3	EE.EE en la industria.....	50
4.3.1	Procesos de refrigeración.....	50
4.3.2	Compresores y energía neumática.....	51
4.3.3	Recuperación de calor residual.....	52
4.3.4	Cañerías y red de calor.....	53
5	Resumen de las soluciones de eficiencia energética para Argentina y Francia.....	55
5.1	Hogares.....	55
5.1.1	Argentina.....	55
5.1.2	Francia.....	55
5.2	Industria.....	55
5.2.1	Argentina y Francia.....	55
5.3	Estrategia de abastecimiento.....	55
5.3.1	Argentina.....	56
5.3.2	Francia.....	56
6	Conclusiones.....	57
6.1	Conclusión general.....	57
6.2	Conclusión personal.....	57
	Bibliografía utilizada.....	58
	Anexos.....	60

Tabla de referencias

1 Emisiones antropógenas globales de CO ₂	7
2 Anomalía del promedio de temperaturas en superficie	7
3 Poder calorífico de los agentes energéticos.....	8
4 Factor de emisión (CO ₂) de los agentes energéticos.....	8
5 Tabla de los precios de combustibles fósiles. Argentina 05/18.....	8
6 Tabla de equivalencia entre migración climática y poblaciones de algunos países	10
7 Gráfico Índice de Desarrollo Humano por Consumo de energía per cápita.....	11
8 Gráfico del PBI y del consumo de electricidad en Argentina	11
9 Gráfico del costo de las diferentes fuentes de energía - Estudio Lazars LCOE v9.0. 2015 ..	14
10 Pirámide energética	15
11 Tabla de comparación de los rendimientos y factores de carga de las fuentes de energía renovable intermitente	17
12 Gráfico de la evolución del consumo mundial de energía primaria	19
13 Comparación de la matriz de generación de electricidad mundial en 1973 y 2015	20
14 Comparación de la matriz de generación de electricidad de algunos países	21
15 Curvas de consumo de electricidad de algunos países	22
16 Curvas de consumo de electricidad por cápita de algunos países	22
17 Matriz energética Argentina 2012	23
18 Matriz generación de electricidad Argentina 2017.....	24
19 Repartición del consumo de electricidad Argentina 2016.....	24
20 Tabla evolución del consumo de electricidad entre 2006 y 2016 Argentina.....	25
21 Gráfico del PBI y del consumo de las demandas intermedias y de los grandes usuarios Argentina	25
22 Gráfico del uso de electricidad de los grandes usuarios y del desempleo Argentina.....	26
23 Resumen del aumento de tarifa de agosto 2018	27
24 Gráfico del objetivo para 2025 de generación renovable Ley 27.191 Argentina.....	28
25 Gráfico del precio monómico de producción Argentina	29
26 Gráfico de la evolución del precio de producción y del uso de combustibles fósiles líquidos Argentina	29
27 Tabla evolución del precio de la BTU por combustibles fósiles Argentina.....	30
28 Extractos del informe mensual de CAMMESA de junio 2018 sobre la evolución de la generación por fuente	30
29 Tabla de la evolución del factor de emisión argentino.....	30
30 Matriz energía primaria Francia 2016	31
31 Matriz generación eléctrica Francia 2017	31
32 Repartición del consumo final de electricidad por sector Francia 2013 (en francés).....	32
33 Evolución del PBI y del consumo de energía en los países del OECD.....	32
34 Gráfico de la evolución de energía primaria en Francia.....	33
35 Tweet de Donald Trump. 19-10-2015	35
36 Curva de M. K. Hubbert re trabajada por la Universidad de Aarhus, Dinamarca.....	36
37 Evolución de las reservas políticas y técnicas. Campbell y Laherrere	37
38 Comparación matriz de consumo energético de los hogares argentinos y franceses	41
39 Tabla comparación bombilla equivalente a una bombilla incandescente de 60 W	43
40 Climograma – zona de confort higrotérmico.....	45
41 Rango de temperatura confort térmico extracto de la norma ISO 7730	45

Introducción

Desde la época del secundario, estoy interesando sobre el cambio climático y todas las consecuencias que podrían tener sobre nuestro ambiente, la Tierra. En los últimos meses, estudié con mucho interés los fenómenos que afectan el planeta, y ahora nuestra sociedad, nuestra manera de vivir.

Investigué y encontré evidencias científicas sobre la acción de los seres humanos sobre el cambio climático. Preocupado por todas las presiones que el modo de vida actual introdujo sobre nuestro entorno, comencé a buscar eventuales soluciones que podrían al menos limitar nuestro impacto sobre el mundo.

Muy rápidamente, un concepto apareció y se repitió cada vez en las entrevistas, debates, artículos, informes científicos. Simple de implementar, barato: es la eficiencia energética. ¿Hay algo más sencillo que utilizar menos recursos mientras consumimos demasiada energía?

A partir de este momento, tomé el desafío de llevar adelante este trabajo, para encontrar nuevas fuentes de datos, nuevas opiniones, y al mismo tiempo desarrollar una pasantía sobre la eficiencia energética. Al final, tuve la oportunidad de hacer este proyecto de investigación, sobre un tema que realmente me gusta.

El objetivo que me fijé es el de estudiar a larga escala cómo la eficiencia energética puede responder a las necesidades del cambio climático y abastecimiento energético, y también de estudiar la implementación de soluciones concretas de eficiencia energética en los sectores de los edificios et de la industria.

1 Justificación

En esta parte, se presentan las razones que me impulsan a investigar el tema de la eficiencia energética y los que demuestran que la eficiencia energética puede ser un elemento clave de la transición energética, de la disminución del calentamiento global y también del desarrollo (energético) de los países.

1.1 Situación climática actual

Para ilustrar esta parte, voy a utilizar datos y figuras del último informe sobre el cambio climático del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, acrónimo inglés)¹.

Esta organización está constituida por científicos, investigadores, y pensadores de los países miembros de las Naciones Unidas. Fue creado en 1988, sobre la impulsión de la ONU y varios de sus programas de investigación, para proveer informes con evaluaciones científicas y socioeconómicas, informes sobre el cambio climático de origen humano, sus efectos y consecuencias, y también las soluciones y alternativas posibles para limitarlo. Por ejemplo, el último informe que escribieron fue un año antes de la COP21 a París (el que fue utilizado en este trabajo).

Ahora el IPCC tiene como misión proveer un informe sobre las consecuencias de un calentamiento de 1.5°C que ellos van a publicar en septiembre-octubre 2018. Este estudio fue pedido al finalizar la COP21, para conocer más sobre las consecuencias del sobrepaso de este límite y la estrategia a adoptar al nivel mundial para hacer frente a las amenazas del cambio climático, apoyar el desarrollo sustentable, y describir los esfuerzos para erradicar la pobreza.

1.2 Orígenes del cambio climático

El calentamiento global está caracterizado por la diferencia de temperatura entre la época preindustrial (1850-1900) y ahora. En 2014, estábamos a 0.85°C por encima del valor de esa época² (consulte el gráfico siguiente a)).

Este calentamiento está debido en mayor parte a la emisión de gases de efecto invernadero, debido a la combustión de energías fósiles (carbón, petróleo y gas). El gas el más conocido, es el dióxido de carbono (CO₂), pero la lista de los gases de efecto invernadero contiene también el metano (CH₄), el óxido de nitrógeno (N₂O), y varias moléculas derivadas del flúor.

La primera investigación que mostraba los efectos negativos del uso de energía fósil fue publicada en 1896 por Svante Arrhenius, un científico sueco, debido al uso del petróleo, y del desarrollo de las actividades petroleras lanzado por John D. Rockefeller y su empresa, the *Standard Oil Company* (1870).

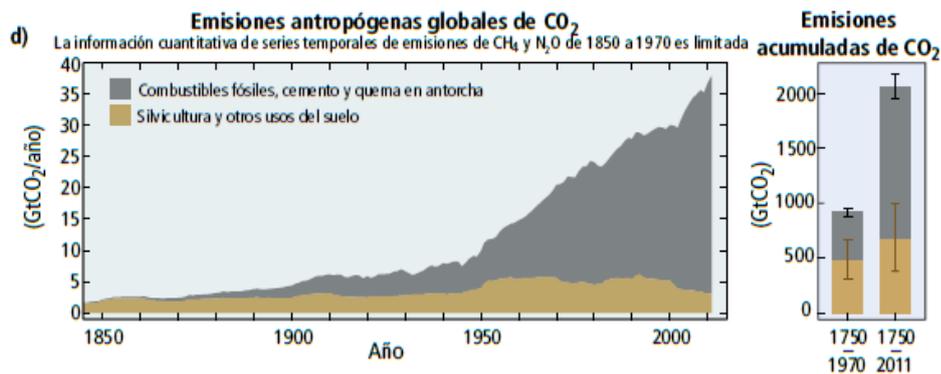
El uso de energías fósiles se desarrolló durante la época industrial, iniciándose los forzamientos antropógenos³ se iniciaron a este momento. Así, la diferencia de temperatura observada para caracterizar el cambio climático que se debe por la actividad humana es obviamente entre la

¹ IPCC. (2014). *Cambio climático 2014, informe de síntesis*. Resumen para responsables de políticas.

² Un experto del IPCC (Francois Marie Bréon) dio en julio 2018 durante una conferencia el valor de 1.1°C por encima de la época preindustrial para el año 2017.

³ forzamientos antropógenos: Procesos energéticos o mecánicos de origen humano cuyas acciones modifican los diversos componentes de un sistema climático o meteorológico.

época preindustrial y ahora. Sobre el gráfico de la próxima página, podemos ver el aumento de las emisiones antropógenas que se inició entre 1870 y 1890.



1 Emisiones antropógenas globales de CO₂

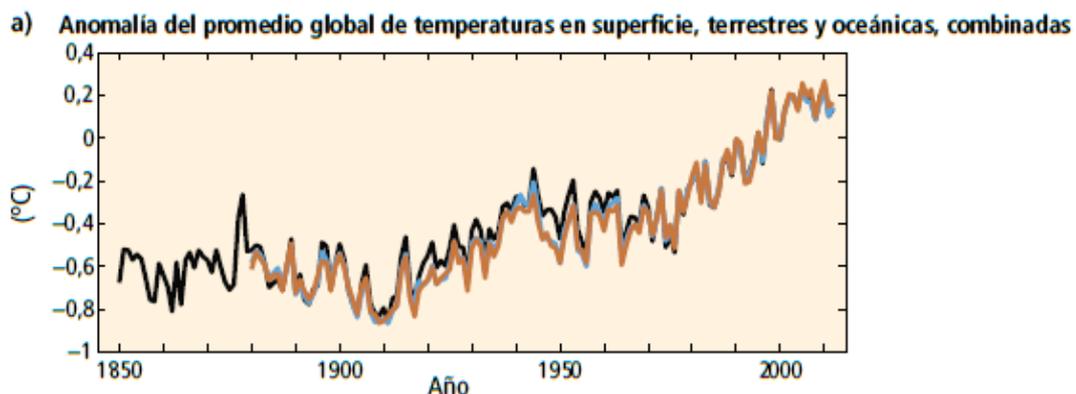
En marón, son las emisiones debido a la silvicultura, y también la deforestación. En gris, las emisiones que depende de los combustibles fósiles, su explotación y la construcción.

Para entender en que afectan los gases a efecto invernadero, y en particular el CO₂, tenemos que interesarnos al rol del carbono sobre la Tierra y a los ciclos de captación de carbono. El carbono es el átomo a la base de todo ser viviente, vegetales y animales. Los seres vivientes se deben de absorber carbono para crecer.

Cuando se mueren, sueltan el carbono y todos los otros elementos que necesitan para vivir, los cuales, un nuevo ser viviente puede captar de nuevo. Se llama ciclo de captación de carbono, los ciclos que permiten a un ser viviente de absorber carbono. Podemos discernir dos tipos de ciclo, los a corto y medio plazo como la fotosíntesis, o la captación por los océanos, y los a muy largo plazo como la formación de combustibles fósiles o la formación de permafrost.

Quemando petróleo, se suelta carbono en la atmosfera, que los ciclos cortos no puede absorber. Resulta claro que estos ciclos pueden aumentar la cantidad de carbono que captan, pero se puede también deteriorarlos, o deteriorar el medio donde se hace el ciclo (acidificación de los océanos).

Además, se observa sobre el gráfico siguiente las variaciones de temperaturas. Se puede encontrar fluctuaciones, de un año al otro, y también sobre periodo más grande de 40 hasta 50 años, que se deben a las mudanzas naturales del planeta. Sin embargo, se detecta una notable tendencia al alza de la temperatura en superficie de nuestro medio de vida.



2 Anomalía del promedio de temperaturas en superficie

Al final, el problema del cambio climático puede resumirse en una oposición que ilustra también nuestra sociedad basada en las nuevas tecnologías: La instantaneidad de nuestro ritmo de vida contra la duración de los ciclos biológicos del planeta.

1.2.1 Poder calorífico y emisión de CO₂ de los combustibles fosiles

Para entender el impacto de cada combustible fósil, tenemos que ver su poder calorífico (la cantidad de energía que genera durante su combustión por unidad de masa o de volumen) y su factor de emisión (número de tonelada de CO₂ que emite por unidad de masa, de volumen o de energía)⁴.

POUVOIR CALORIFIQUE DES AGENTS ÉNERGÉTIQUES		
	MJ / kg	TJ / t
Produits pétroliers		
Pétrole brut	43,2	0,0432
Huile extra-légère	42,6	0,0426
Huile lourde	41,2	0,0412
Coke de pétrole	35,0	0,0350
Gaz liquide, autres	46,0	0,0460
Essence	42,5	0,0425
Carburant Diesel	42,8	0,0428
Carburant d'aviation	43,0	0,0430
Charbon		
Houille	28,1	0,0281
Lignite	20,1	0,0201

3 Poder calorífico de los agentes energéticos

El volumen emitido de CO₂ por la combustión de un producto fósil depende (una otra vez) de su tipo y composición.

Una tonelada de carbón emite CO₂ en igual proporción que el gas. Por supuesto, su poder calorífico más débil necesita un uso mayor de carbón para producir la misma cantidad de energía. Así que el carbón es el combustible fósil lo más contaminante.

El gas natural emite la menor cantidad de CO₂ por unidad de energía.

Cada combustible va a generar una cantidad que depende de su composición química. La tabla adjunta presenta valores generales por el petróleo bruto (pétrole brut), Gas natural (gaz liquide & autres), y carbón (Charbon).

El poder energético es propio a cada yacimiento petrolífero o gasífero.

El petróleo y el gas tienen poder calorífico que son del mismo orden. El carbón tiene uno de 40% hasta 50% menor.

FACTEURS DES ÉMISSIONS DU CO ₂ DES AGENTS FOSSILES			
	t CO ₂ par TJ	t CO ₂ par t	t CO ₂ par volume
Charbon	94,0	2,64	
Huile extra-légère	73,7	3,14	2,65 par 1000 l
Huile lourde	77,0	3,17	3,01 par 1000 l
Gaz naturel	55,0	2,56	2,00 par 1000 Nm ³
Essence	73,9	3,14	2,34 par 1000 l
Carburant diesel	73,6	3,15	2,61 par 1000 l
Carburant d'aviation	73,2	3,15	2,52 par 1000 l

4 Factor de emisión (CO₂) de los agentes energéticos

Combustible fósil	Precio en USD (05/18) Por un millón de BTU
Gas Natural ⁵	4,76
Petróleo Bruto ⁶	13,23
Carbón ⁷	3,80

5 Tabla de los precios de combustibles fósiles.
Argentina 05/18.

La salida del carbón debería ser uno de los objetivos los más importantes. El consumo del carbón representa 28% del consumo mundial de energía primaria (ver 2.2.1.1 Matriz de energía primaria).

La razón del uso intenso en China y en India del carbón es primero su costo, es lo más barato de los combustibles fósiles, y su presencia en el suelo de estos países. Alemania, usa ahora también carbón, para compensar la cerrada de sus centrales nucleares y para responder a las bajadas de producción de electricidad solar y eólica. La

⁴ Agencia federal de la energía suiza (OFEN), Agencia federal del ambiente suiza (OFEV)

⁵ indexmundi.com

⁶ indexmundi.com, Calculado con el precio del barril (Brent-WTI-Fatéh) y la relación barril/MMBTU (5.551)

⁷ indexmundi.com, Calculado con el precio de la tonelada, y la relación tonelada/MMBTU (27.756)

Los precios de la tabla anterior son indicativos, se calculan el precio del carbón y el petróleo según valores comunes. En cuanto al petróleo, no se toma en cuenta las variaciones según el yacimiento o la calidad.

1.2.2 Mecanismos de retroacción del cambio climático

3 acciones humanas son a la origen del cambio climático:

- Uso de energía fósil (ver 1.2. y 1.4.)
- Aumento del uso de energía (ver 1.3.)
- Deforestación

La deforestación tiene como objetivo aumentar la superficie de terreno cultivable. Esos espacios sirven generalmente a la producción de aceite de palma o de soja. A veces, las selvas no son cortadas, pero directamente quemadas, lo que suelta obviamente todo el CO₂ contenido en los árboles. Además, perdimos una parte de la capacidad de captación de carbono.

Desde algunas décadas, proceso de cambio climático (podemos llamarlas retroacciones) que fue engendrado por el aumento de la temperatura o la contaminación se añaden a los 3 orígenes primeros.

- **Aumento del uso de energía para aplicaciones en relación con el cambio global.**

Con el aumento de la temperatura, utilizamos más electricidad para refrigerar tanto para aire acondicionado como el frío alimentario, industrial o residencial.

- **Deshielo de los permafrosts.**

Los permafrosts se ubican en las zonas polares. Son sectores de tierras congeladas, que capturaron carbono durante el último período glacial. Así que cuando se descongela, el permafrost emite carbono. Las cantidades contenidas son tan importantes, que los permafrosts pueden ser considerados como "bomba de carbono". El ONU escribe en un informe que el solo deshielo de los permafrosts puede generar un aumento de 1.5°C.

- **Acidificación de los océanos**

Debido a la contaminación del agua (desechos tirados directamente en los océanos, rechazos industriales) la acidificación de los océanos tiene como consecuencias la destrucción de la fauna submarina. Eso va a traducirse por una nueva bajada del poder de captación de carbono. Luego, se puede también crear una caída de los rendimientos de pesca, y aumentar las sueltas de metano del océano.

- **Disminución de la superficie blanca del planeta**

Los glaciares y las banquisas siguen reduciéndose, disminuyendo la superficie blanca del planeta que permite reflejar los rayos del sol. La energía solar absorbida por el planeta será mayor, y la temperatura también.

1.2.3 Consecuencias y riesgos

1.2.3.1 Consecuencias directas

Abajo, una lista de las consecuencias directas del cambio climático lo cuales son descrito el los diferentes informes del ONU o del GIEC:

- Aumentación de la temperatura promedio de nuestra planeta en algunos lugares
 - Cambio del clima de todos los regiones del globo
- Disminución de la biodiversidad
- Disminución de las reservas de agua / estrés hídrico
- Bajada de los rendimientos agrícolas
- Aumentación del nivel de los océanos

1.2.3.2 Repercusiones posibles sobre la sociedad

Varias consecuencias puedan ocurrir. Pocas son reconocidas como seguras de sobrevenir, y por lo cuales tenemos cifras. Sin embargo, la mayor parte son riesgos fuertes, que pueden ocurrir en bastantes lugares. Por sus gravedades, son impredecibles, pero que tienen cada vez más probabilidad de producirse. El IPCC no estudio estos riesgos, porque no se pueden modelizar.

- **Migración climática**

La ola de migración que va a engendrar el cambio climático será lo mayor movimiento de población de la humanidad. Para 2050, entre 140 millones según el Banco Mundial y 250 millones según el IDMC (organización del ONU) personas van a desplazarse.

Para realizar lo que representa 140 millones y 250 millones de personas:

140.000.000 personas representa...	250.000.000 personas representa...
3.2 veces Argentina	5.7 veces Argentina
2.1 veces Francia	3.7 veces Francia
Rusia	Indonesia
Francia y Alemania	Francia, Alemania, Italia y España
Argentina, Chile, Peru y Colombia	Argentina, México, Perú y Colombia

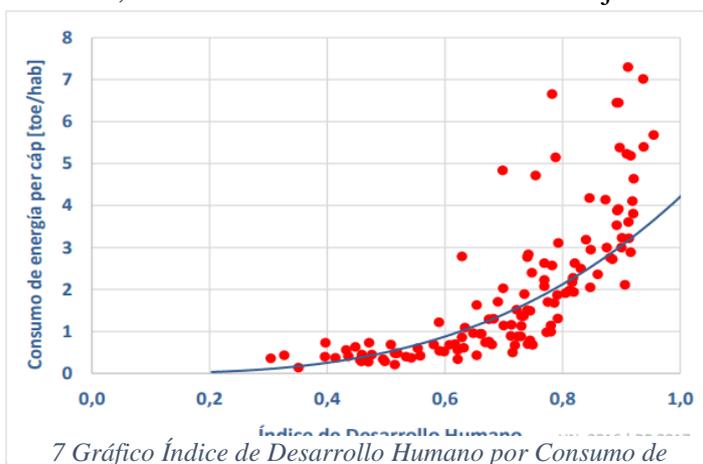
6 Tabla de equivalencia entre migración climática y poblaciones de algunos países

El cambio climático pueda tener también efectos sobre los países y las estructuras políticas actuales. Entre otros, las faltas de aprovisionamiento en comida que podrá ocurrir en África van a causar problemas.

Según las estimaciones del INED y del IPCC la población de África va a aumentar de 100% de aquí a 2050 ,mientras los rendimientos agrícolas risga bajar de 40-60%.

1.3 Aumenta del uso de energía

Desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, los pueblos del mundo se desarrollan a velocidad variable - según el nivel de avance de cada país – y con ellos la cantidad de energía utilizada. También, los Estados tienen la voluntad de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.



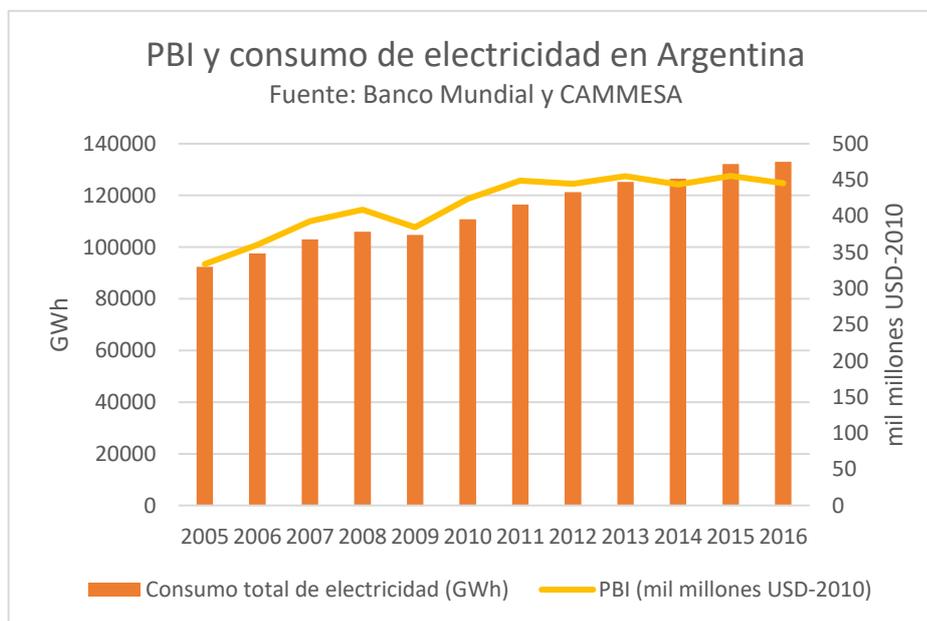
Podemos ver sobre la gráfica adjunta, el consumo de energía per cápita aumentó de manera casi exponencial según el Índice de Desarrollo Humano (IDH), un indicador que permite la evaluación del nivel de vida de la población de un país.

Así, mientras más desarrollado esté un país, más energía consume.

La consecuencia que tiene este fenómeno son las crisis de aprovisionamiento de electricidad interna a los países, una subida del precio de costo de la electricidad (generada por las importaciones y/o la generación por medidas más caras) y el uso intensivo de centrales a carbón que proveen una energía barata y muy contaminante.

La consecuencia que tiene este fenómeno son las crisis de

Además, otro objetivo de los países sería de seguir con un PBI creciente. La siguiente gráfica muestra que el crecimiento del PBI se apoya en un uso más fuerte de energía.



8 Gráfico del PBI y del consumo de electricidad en Argentina

Así, las demandas de cada país van a crecer, si o si, y las de los países en desarrollo aún más.

Alguno podría preguntarse si vamos a ser capaces de responder a esta demanda respetando los límites del ambiente, y los límites de los recursos disponibles.

1.4 Dependencia a la energía e al petróleo

Nuestra sociedad es adicta al petróleo y a los recursos fósiles. Transporte, hogares, agricultura... la mayor parte de los sectores se apoyan sobre el petróleo como fuente de energía, a veces como materia primera, y otras veces de manera indirecta.

Geoffrey Barraclough, historiador británico, en su *Introducción a la Historia Contemporánea*⁸ trata de las revoluciones industriales, científicas y da varios ejemplos de desarrollos o de progresos que hubieran sido inimaginables sin el uso de petróleo.

Primero, el desarrollo del sector químico fue permitido gracias a los adelantos científicos del momento y también al estudio del petróleo. Así nació el primer polímero sintético industrial, la baquelita (principios del siglo XX). Los descubrimientos en química han revolucionado la farmacéutica con nuevos productos, y la industrialización del sector permitió la propagación de la medicina. Desde esta época, nuestra esperanza de vida creció continuamente.

Para hacer frente al aumento demográfico la agricultura se revolucionó de una parte con su mecanización, y del otro parte con pesticidas y fertilizantes de fosfatos. Los rendimientos agrícolas crecieron, la presencia de trabajadores en los campos disminuyó. La bajada de la mano de obra agrícola generó un movimiento de la población hacia las ciudades.

Por fin, el desarrollo de los transportes sea cual sea: marítimo (barco de vapor y después motor térmico) aéreo o terrestre (motor térmico de nuevo) permitió el flete de recursos alimentarios (Argentina se convirtió en la principal exportadora de carne al inicio del siglo XX) y de abastecer las zonas urbanas donde la gente se agrupaba. Barraclough habla de “una revolución en los métodos de alimentar una población industrializada y urbanizada”.

Por la primera vez en la historia, el lugar de producción está diferenciado del lugar de consumo.

Último ejemplo de la omnipresencia del oro negro en nuestra vida diaria: los planes de urbanizaciones de los años 1950. En 1950 en los Estados Unidos, y después en todo el mundo se construyeron autopistas “justificadas o no” (Ver Anexo 1) para conectar las diferentes ciudades y los centros de los suburbios donde se instalaron la clase media, atraída por precios más bajos. El trabajo quedó en los centros, todos los pobladores de los suburbios tuvieron que comprar autos, lo que hizo necesario más rutas y más estacionamientos y las ciudades se extendieron más.

Por lo tanto estamos dependientes al petróleo, para responder a las necesidades primeras (alimentación, salud) vestirse (la ropa se fabrica en las plantas que funcionan con electricidad, 66% proveniente de fuentes fósiles (Datos 2015. Ver 2.3.1.2.), ir al trabajo (excepto la gente que usa sus piernas, caminando o manejando una bicicleta), y trabajar, porque el petróleo está presente en todos los sectores de la economía.

En resumen, los combustibles fósiles permitieron aumentar radicalmente la producción de riquezas y de bienes, del nivel de vida, desarrollaron el uso de electricidad y de tecnología gracias a una energía abundante y barata.

⁸ Geoffrey Barraclough (1973). *Introducción a la Historia Contemporánea*. Editorial Gredos, Madrid.

Para ilustrar esta dependencia, Jean Marc Jancovici, un ingeniero francés de la *École Polytechnique*, calculó el número de esclavos que correspondería a la cantidad de petróleo que usa el francés promedio por año (él hace un paralelo entre la potencia desarrollada por un litro de petróleo y la desarrollada por un humano). El resultado es desconcertante, porque nosotros franceses necesitamos en promedio la equivalencia del trabajo de 400 esclavos para responder a nuestra necesidad energética⁹.

Finalizando esta parte, dando algunas citas¹⁰ que pueden mostrar toda la implicación que tiene el petróleo en nuestra economía (citas original en inglés en anexo 2):

"Cuatro de las últimas cinco recesiones mundiales fueron precedidas por uno [un shock petrolero]. Sin embargo, el reciente aumento en los precios del petróleo no parece obtener ningún interés por lo que le está provocando en la economía mundial. Eso es extraño porque debería".

Jeff Rubin and Peter Buchanan (CIBC World Markets). *What's the Real Cause of the Global Recession?* Octubre 2008, acerca al *oil shock* que preceda la crisis de 2009.

"Lo que [este informe] delinea (...) es que hemos entrado en un período de profunda incertidumbre sobre cómo conseguiremos energía para la electricidad, el calor y el transporte, y cuánto tendremos que pagar por ello."

Richard Ward (CEO, Lloyd's). Lloyd's 360° risk insight, julio 2010

"Nos dirigimos hacia una crisis global en el terreno del petróleo y una subida de precio."

Citación del informe, cuya habla Ward.

"Nuestro análisis de la evidencia actual sugiere que la producción mundial de petróleo a partir de fuentes convencionales podría alcanzar su punto máximo durante el período 2010-2020."

International Energy Agency. World energy outlook, 1998 edition.

⁹ Pagina web J M Jancovici (2015). *Combien suis-je un esclavagiste ? (¿Cuánto soy un esclavista?)*. Artículo disponible sobre la página web: jancovici.com (fr)

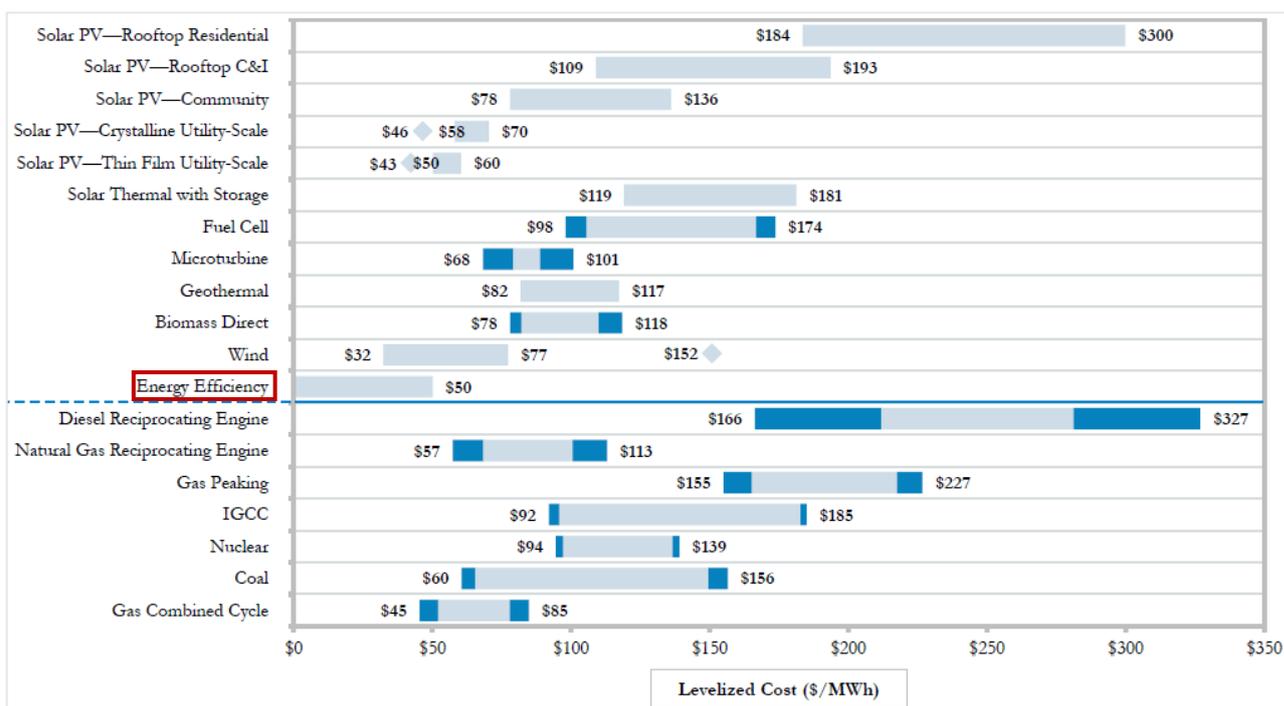
¹⁰ Pagina web J M Jancovici (2014). *Citations de personnes influentes (Citas de personas influentes)*. Artículo disponible sobre la página web: jancovici.com (fr)

1.5 Eficiencia energética: la solución adecuada, la más simple y la más barata

Para concluir la parte justificación, podemos poner en perspectivas las problemáticas de las últimas subpartes y el tema de este proyecto la eficiencia energética.

De hecho, la eficiencia energética tiene por objetivo reducir el nivel de consumo, así que tiene un impacto directo sobre las emisiones de CO₂. ahorrando energía, permite solucionar los problemas relativo al aprovisionamiento de electricidad porque cada kWh recuperado puede ser utilizar por otro usuario, en otro sector de actividad. Mediante los dos primeros efectos la eficiencia energética puede ayudar a reducir la generación eléctrica especialmente la generación térmica usando recursos fósiles.

Según el estudio Lazard del año 2015¹¹, las medidas de eficiencia energética son las soluciones que necesitan la inversión la más baja para proveer energía, ahorrándola.



9 Gráfico del costo de las diferentes fuentes de energía - Estudio Lazars LCOE v9.0. 2015

Entonces, la eficiencia energética se presenta como una de las mejores soluciones que tenemos que aplicar en un objetivo de responder a la demanda de energía y/o bajar las emisiones de CO₂.

¹¹ Lazard (2015). *Levelized costo f energy analysis 9.0*. Lazard study.

2 Fundamentación

2.1 Pirámide energética

La pirámide energética es un concepto que desarrolla los principios y acciones a implementar para lograr a un crecimiento durable, reduciendo el consumo de energía y la huella carbono.

Este pirámide tiene 3 pisos, el uso racional de la energía, la eficiencia energética y las energías renovables.

Como la pirámide de las necesidades de Maslow, se debe primero cumplir el primero piso, antes de iniciar a desarrollar el proximo. De hecho, la razon es que las mejoras que fueren aportando por la eficiencia energética o las energías renovables serían minimisando porque los consumidores no utilizarían la energía con sobriedad.



10 Pirámide energética

¿Para que sirva invertir millones de dolares en los energías renovables para mejorar la matriz energetica y proveer más energía verde, si no tomamos el tiempo de explicar a los consumidores que deben apagar la luz y bajar la calefacción de noche? Cualquier demanda electrica que exede la capacidad de electricidad de las fuentes baja en carbono esta haciendo en cargo por una energía fosil.

2.1.1 Uso racional de la energía (URE)

El uso racional de la energía reagrupa todas las prácticas que permiten la reducción del consumo energético, haciendo un uso más inteligente y responsable de los recursos energéticos que utilizamos diariamente. Estas acciones son muy complicadas de implementar a gran escala, porque necesitan una toma de consciencia general.

De hecho, el comportamiento respetuoso del ambiente se puede desarrollar solamente vía la información y la educación que el estado da a la gente. Cambios en este terreno toman mucho tiempo, y necesitan una voluntad fuerte de los políticos, de los gobiernos. También se puede observar el rol que puede jugar las iniciativas ciudadanas o algunas colectividades y también las políticas de administraciones locales.

Sin embargo, hay barreras que pueden impedir, o al menos ralentizar este proceso de cambio de mentalidad. Por ejemplo, un nivel de educación bajo o la falta de cursos sobre el respecto del ambiente es un obstáculo considerable. Los niños y estudiantes están muy capaz para entender e integrar a sus vidas diarias estos gestos y acciones. Cada año que pasa sin que se integra el uso racional de la energía a la educación se traduce por una generación más de consumidores que no van a tener, o aplicar las practicas respetuosas del ambiente.

Podemos también mencionar el bajo costo de energía como factor ralentizando. El público en general no puede dar cuenta del valor de energía si su costo es bajo. Esta problemática está presente acá en Argentina. Según los datos de la CAMMESA (Compañía Administradora del

Mercado Mayorista Eléctrico), durante el año 2015, los argentinos pagaron en promedio solamente 15% del precio real de producción de la energía (tomando en cuenta los valores del costo monómico y del precio monómico)¹².

Para ilustrar esta parte, pueden interesarse a lista que sigue. Es un resumen no exhaustivo de las buenas prácticas preconizadas por la ADEME (Agencia del Ambiente y de la Maestría de la Energía, organización pública francesa)¹³.

- Monitorear la temperatura de la calefacción y del agua caliente.
- Limpiar la heladera a dentro y atrás.
- Quedar una distancia de 5cm entre la heladera y el muro
- Bajar la calefacción la noche (16°C)
- Setpoint de calefacción: 19°C
- Setpoint Aire Acondicionado (AA): 25°C
- Limpiar los filtros de la AA, secadora, lavarropa y lavaplatos.
- Poner una tapa sobre la olla cuando está calentando agua ...

2.1.2 Eficiencia energética

La eficiencia energética representa las acciones que permiten la bajada del consumo energético, y de manera más general, cualquier recurso que utilizamos (agua, materia primera...). La EE.EE. corresponde a soluciones de ingeniería, las cuales mejoran instalaciones y procesos o que están aplicadas durante la fase de concepción de un nuevo producto para conseguir el mejor rendimiento posible.

Una definición más completa está en la parte 4.1. *Definición de la eficiencia energética.*

El rol de la eficiencia energética en esta pirámide es lo mismo que el uso racional de la energía, bajar el consumo y también reducir la huella carbono. Esta vez la disminución del consumo está provocada técnica y tecnológicamente, no por la manera de usarla.

2.1.3 Energías renovables

A la cumbre de la pirámide, se encuentran las energías renovables. Son fuentes de energía cuyas los ciclos de renovación es suficientemente rápido para que podemos considerarlas como inagotables a la escala del tiempo humano. Pueden ser considerables como energías renovables los siguientes tipos de generación:

- Energía solar (térmica y fotovoltaica)
- Energía eólica
- Energía mareomotriz
- Energía hidroeléctrica
- Energía geotérmica
- Biomasa*

Las 3 primeras, aunque son (en la mayor parte de los casos) simples de explotar, son también las que son las menos fiables y sujetas a variaciones considerables porque dependen del clima. El factor de capacidad (Fc), o *Capacity factor* así como el otro concepto de *Load factor* permiten materializar eso. Son características propias de cada fuente de energía y explotaciones, que

¹² CAMMESA. (2017) *Gráfico de comparación entre costo monómico de la energía y precio monómico de la energía.*

¹³ ADEME. (2016). *Être écocitoyen à la maison. [esp : Ser ecocidadado a la casa].*

permiten de representar la proporción de tiempo durante cual los instalaciones son capaces de generar energía.

Tipo de energía	tipo de generación	Rendimiento	Factor de carga común
Energía solar	fotovoltaica	5-24%*	10-24%
Energía eólica	On shore	20-35%*	10-25%
	Off Shore		30-35%
Energía mareomotriz	hidrogenerador	40-50%	46-57%
	planta mareomotriz	*	25%

11 Tabla de comparación de los rendimientos y factores de carga de las fuentes de energía renovable intermitente

Orden de magnitud rendimiento y factor de carga^{14,15} por energía renovable intermitente.

En este table se puede leer los rendimientos y factores de carga de los diferentes fuentes de electricidad renovable que tienen un funcionamiento intermitente. El hidroeléctrico, la biomasa y la geotermia no son en esta tabla porque no dependen de un fenómeno acerca de la meteorología (viento, sol, corriente marítima o marea).

Las instalaciones que permiten la transformación de la energía de las horas en electricidad no están tampoco, sus precios elevados y sus potencias bajas hacen que son muy poco interesantes.

Los valores de factor de carga, representan los observados en la mayoría de los casos, no representan los valores máximos que se puede alcanzar (ej: eólico 55% en Norte-Este de China y Patagonia).

Comentarios:

- Rendimiento energía solar: El rendimiento depende de la calidad de las celdas, de su cristalización.
- Rendimiento energía eólica: El rendimiento varía en función del tamaño del aerogenerador. Lo más grande es el aerogenerador, lo más el rendimiento es alto.
- Rendimiento mareomotriz: una planta mareomotriz tiene la misma tecnología que una instalación hidroeléctrica. Así, su rendimiento es igual a lo de la turbina de una represa hidroeléctrica (entre un 85 y un 95% por un caudal relativo superior a 40%).

Por fin se puede anotar que un ciclo bombeo-turbinaje que permite el almacenamiento de la energía tiene un rendimiento entre 70% y 85%.

Límites de las energías renovables

Las energías renovables necesitan estar consumidas instantáneamente debido a sus intermitencias. Las soluciones para prever la producción, de limitarla, y de almacenarla todavía son difíciles a poner en práctica a larga escala (excepto soluciones de bombeo que ya se usan, no obstante un rendimiento poco elevado). Por eso, la mejor solución para aprovechar de esta energía es usarla, o venderla a sus vecinos que pueden tener la necesidad. La venta/compra de electricidad se pasa entre las empresas en carga de la generación y/o distribución de cada país. El red eléctrico entre los países debe estar capaz de soportar las cargas, sino la venta de energía durante pico

¹⁴ Factores de carga (página fr). Wikipedia : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Facteur_de_charge_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Facteur_de_charge_(%C3%A9lectricit%C3%A9))

¹⁵ Energie Plus (no fecha). Rendement des éoliennes (Rendimientos de los aerogeneradores) : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16657#c20372>

de producción de puede generar problemas. Por ejemplo, la Republica Tcheca ve su red cerca de sus limites cando el país compra electricidad a Alemania.

Algunos expertos del terreno creen que la presencia de una potencia de generación renovable elevada en una region restringida puede crear una inestabilidad de los redes.

Además, recien se observa una disminución de las producciones eolicas y solares durante las periodas de fuerte calor en Europa. Eso se debe a un bajada de los rendimientos solares con el aumento de la temperatura, y del factor de carga (hay menos viento durante periodo de canicula) de los aerogeneradores. Eso genera un aumento del uso de centrales termícas.

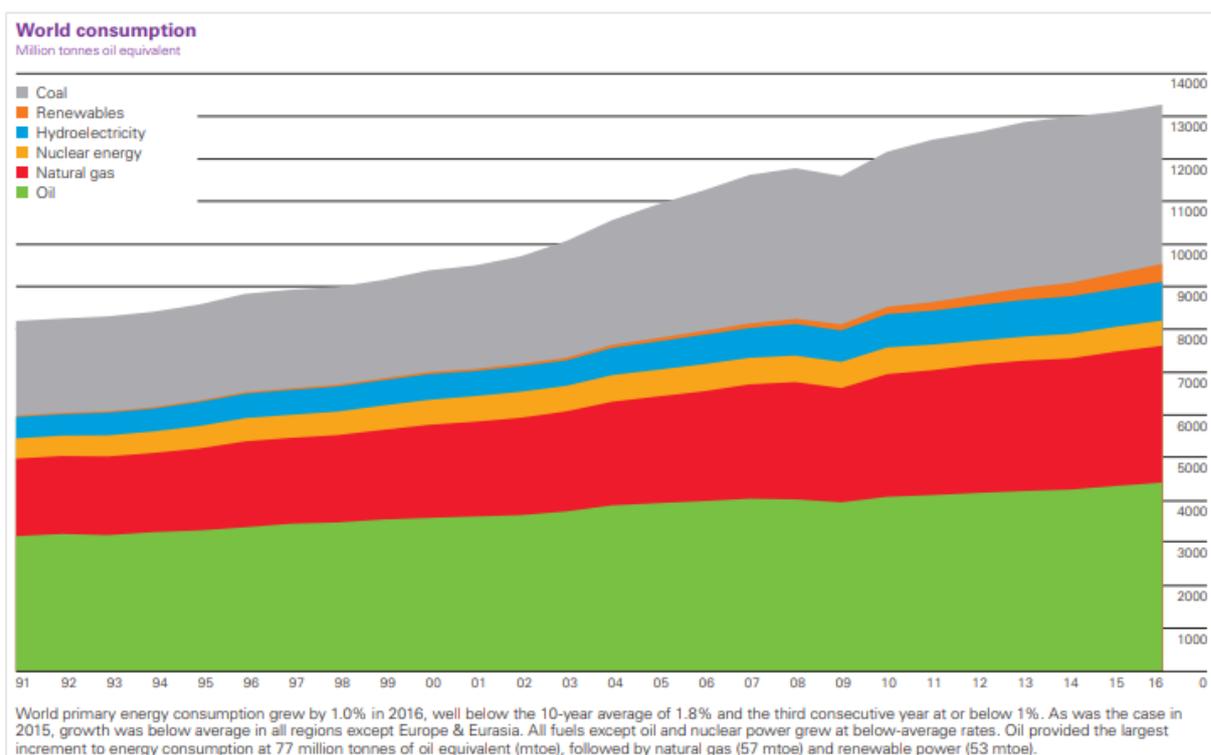
2.2 Matriz energética y disponibilidad de los recursos energéticos en el mundo

Aquí, se estudia diferentes gráficos que representan el uso de energía en el mundo. Primero matrices energéticas, de energía primera y también de generación eléctrica. Luego, se ve las tendencias de la demanda de electricidad.

2.2.1 Matriz energética

2.2.1.1 Matriz de energía primera

El gráfico siguiente¹⁶ representa el consumo mundial de energía primera (energía disponible en la natura antes cualquier transformación) en Mtep (Mega tonelada equivalente petróleo). El presenta la repartición de cada fuente en este mix energético.



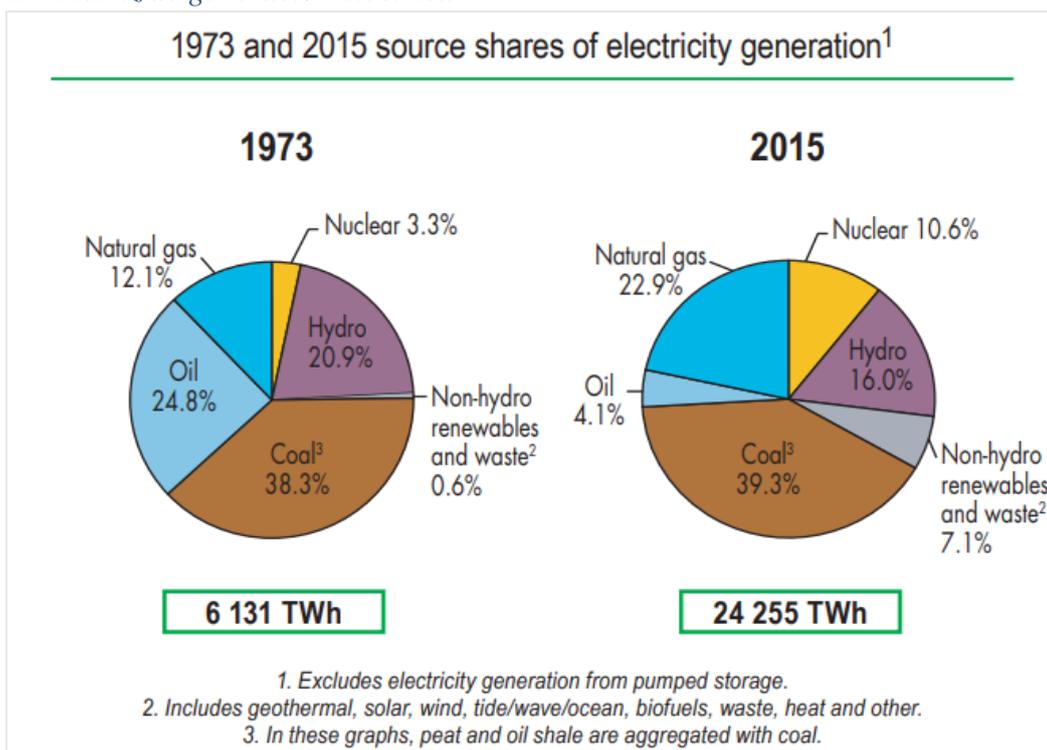
12 Gráfico de la evolución del consumo mundial de energía primaria

Observamos que el uso de carbón generalmente describe como una energía del pasado, nunca fue tan usado que ahora. Como lo vimos en la parte 1.2.1., Los países en desarrollo (China, India, Indonesia...) y otros ya desarrollado (Polonia) lo utilizan para proveer energía barata a su población. También, otros países lo usan como una “muleta” energética, compensando las fluctuaciones de las EE.RR. (Alemania) o las grandes demandas de invierno y verano.

El uso de las energías fósiles y del hidroeléctrico crecieron según la tendencia general. El nuclear tiene un aumento débil, y los renovables un mucho más fuerte. Eso fue permitido por un desarrollo de la industria de solares y del eólico que ofrecen ahorra mejor rendimiento y repago más corto. Sin embargo, las energías renovables deberán desarrollarse bastante más rápidamente para eventualmente remplazar una proporción de fósiles decreciente.

¹⁶BP Statistic (2017). *Statistical review 2017*: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>

2.2.1.2 Matriz de generación eléctrica



13 Comparación de la matriz de generación de electricidad mundial en 1973 y 2015

Ariba, se encuentra una comparación de la matriz de generación mundial de electricidad¹⁷. Las dos variaciones notables son la disminución del uso de petróleo y el aumento del uso de gas.

La bajada del petróleo se puede explicar para la subida del precio del barril, debido a los dos choques petroleros (1973 y 1979), y luego a un aumento desde los años 2000. Eso se traducía, para un movimiento de petróleo hacia las aplicaciones que necesita sus propiedades y su portabilidad (sector químico, transporte).

El gas, fuente de energía soltando poco carbono en comparación al petróleo o al carbón, tiene un uso mucho más importante que antes. Recupera parcialmente la parte perdida por el petróleo.

Las maneras “decarbonizadas” de generar electricidad se desarrollaron. Que sea la generación térmica nuclear, o las “nuevas” energías renovables. Si las EE.RR. tienen desde una década un uso creciente gracias a la disminución de los precios de producción. Aun si varios países tienen una industria de las energías renovables, la industria china domina actualmente este sector.

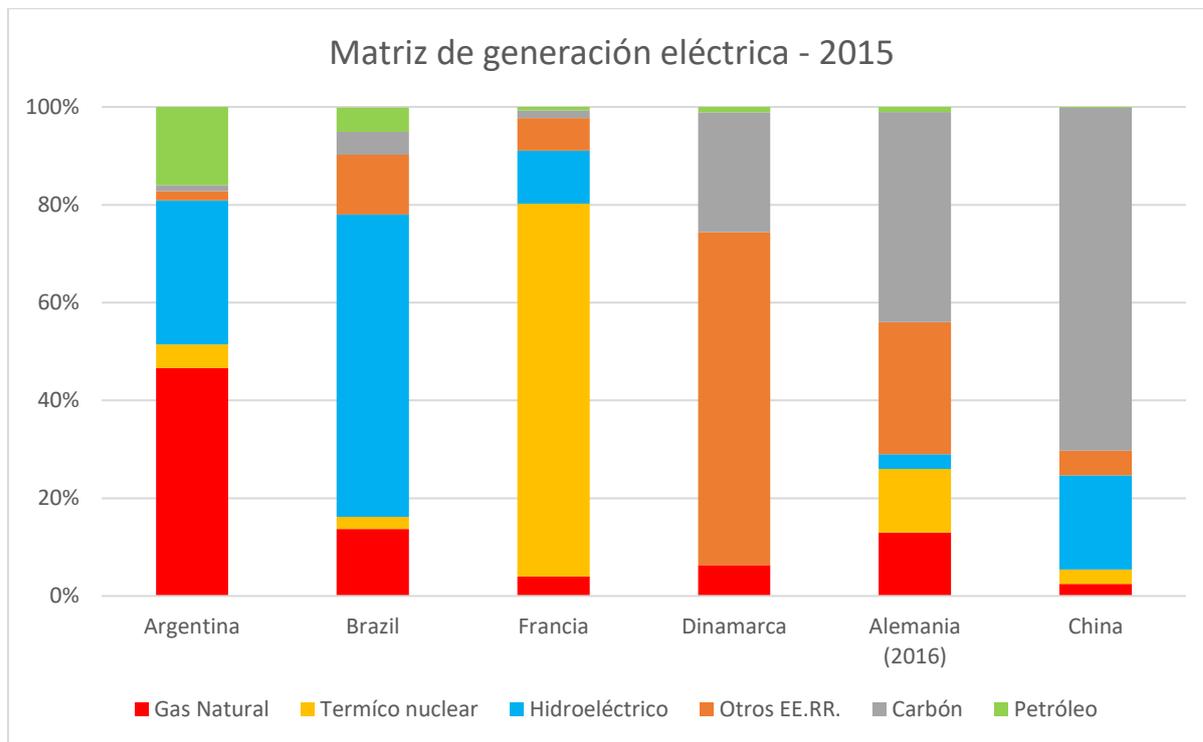
El nuclear, después del accidente de Fukushima, tiene una impopularidad importante que sigue su subida. Países tienen ahora el objetivo de salir del nuclear. Únicamente algunos países continúan a invertir en este sector (Francia, Inglaterra, Rusia y China) y otros quieren construir centrales nucleares (India).

Entre 1973 y 2015, hay una bajada de la proporción de electricidad hidráulica, se puede explicar esta tendencia porque las presas se desarrollan de manera complicada: necesitan una inversión elevada y, además, varios yacimientos ya son explotados (Francia). En algunos casos las localizaciones que presentan los requerimientos para la construcción de una presa no tienen buena rentabilidad.

¹⁷ International Energy Agency (2017). *Key World Energy Statistics 2017*. IEA Collection.

La proporción en el mix de producción eléctrica del carbón casi no cambio. Eso es una noticia preocupada para nosotros y el ambiente.

Perfiles de matriz de generación eléctrica



14 Comparación de la matriz de generación de electricidad de algunos países

Sobre este gráfico se puede ver las matrices de producción eléctricas de algunos países, que representan los casos los más comunes que se encuentran en el mundo.

Argentina tiene una matriz que parece a la de la mayoría de los países en desarrollo. Se basa en un mix de energía fósil compuesta de gas y/o carbón según los recursos del país. También el petróleo puede ser utilizado para compensar. Entonces, en el caso que el territorio del país tiene ríos, viene la captación de la energía de los corrientes por plantas hidroeléctricas.

Brasil representa los pocos países que tienen un potencial de energía hidroeléctrica gigante. Así la mayor parte de su producción de electricidad provee de esta fuente. la electricidad de origen fósil completa la matriz (Noruega).

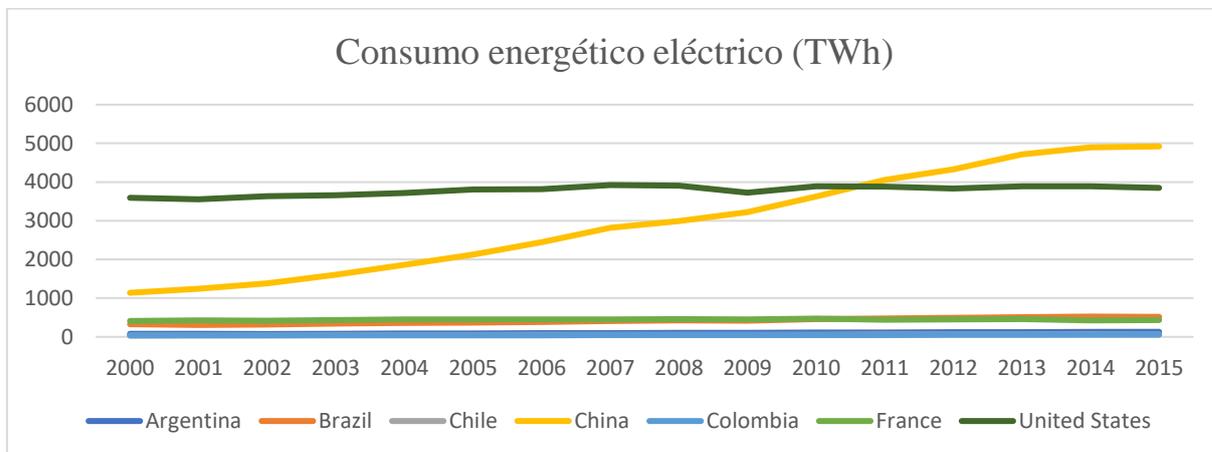
Francia, es un ejemplo de los países (el sólo en esta proporción) que eligieron la generación térmica nuclear para abastecer energía eléctrica. Esta solución permite proveer una electricidad baja carbón, aunque incurra un peligro importante para su población y todo el planeta. La estrategia actual de Francia a propósito del nuclear puede ser criticada (ver 2.3.).

Dinamarca es una de las primeras naciones a usar a veces 100% de energías renovables. Es también el caso de Uruguay. Dinamarca usa la generación eólica y luego solar para generar la electricidad que necesita su país. Las importaciones y generación térmica fósil permiten de compensar la intermitencia de la generación de fuente renovable.

Alemania, que tiene desde 2001 una política fuerte de desarrollo de las energías renovables, basando sobre el subsidio de la energía (precio fijo de compra de energía sobre 20 años). Además, recién tiene una voluntad de bajar la generación nuclear. Así, Alemania tiene una matriz con una parte importante de renovable, pero todavía genera la mayoría de su electricidad

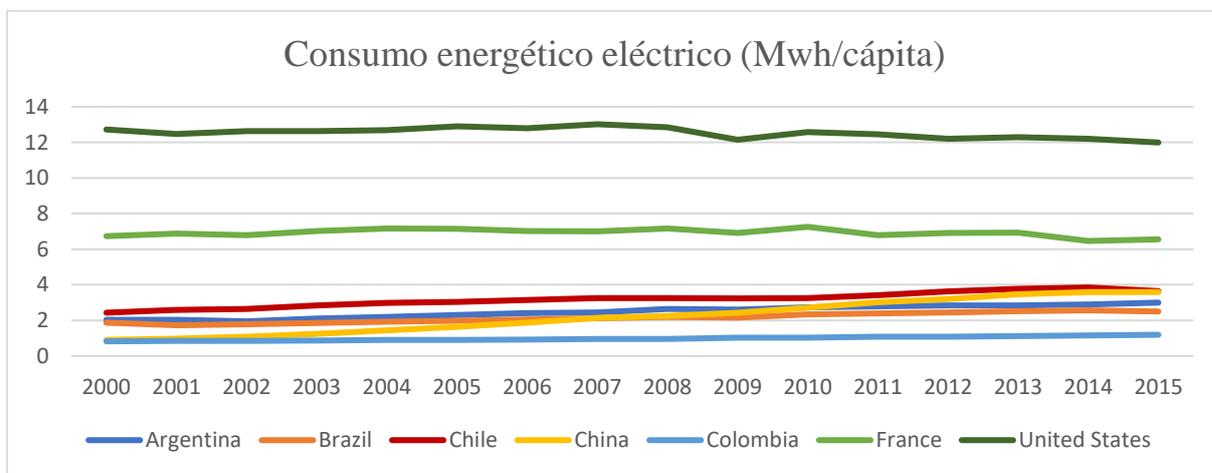
con carbón y trata de bajar su producción de energía nuclear en prioridad. El país es un de las mayor contaminador de Europa, con Polonia. El representa los países desarrollado que se apoyan sobre fuente carbona de electricidad, como Holanda, Bélgica o Irlanda.

2.2.2 Demanda de electricidad mundial



15 Curvas de consumo de electricidad de algunos países

La demanda de electricidad mundial, como la demanda de energía primera está creciendo. Los países desarrollados tienen una demanda constante o que disminuye débilmente (Francia, Estados Unidos). Sin embargo, estos países son los que tienen el consumo energético por cápita lo más elevado.



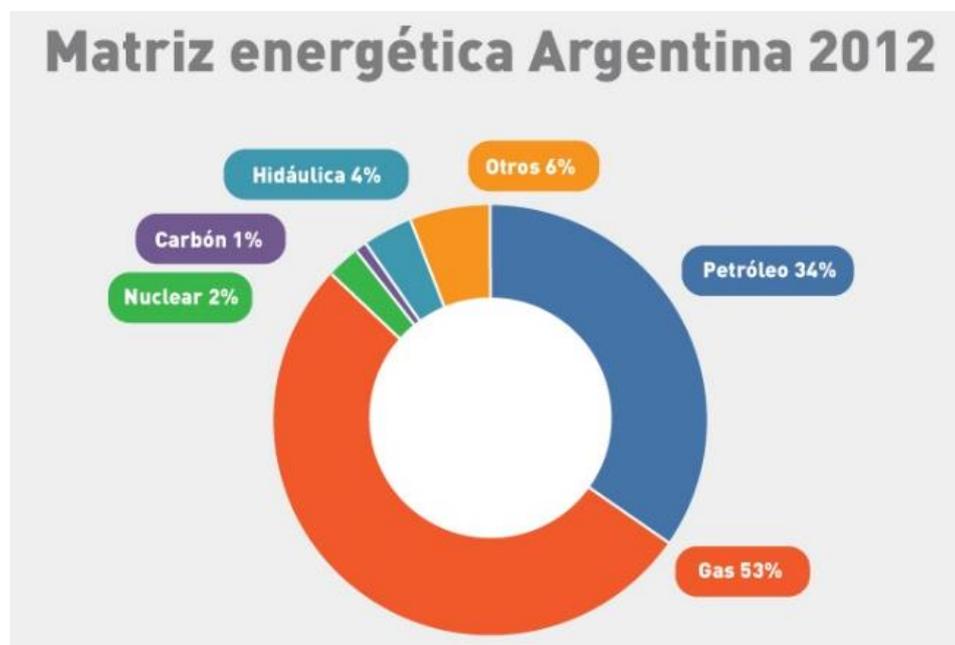
16 Curvas de consumo de electricidad por cápita de algunos países

Si sólo guardamos las curvas de los países de América del Sur, podemos ver que los consumos de estos países tienen una tendencia al alza. Al contrario, el consumo por cápita de los países desarrollado está bajado, pero todavía está mucho más encima del nivel de los países de América del Sur.

2.3 Mercado eléctrico en Argentina

2.3.1 Matriz energética

2.3.1.1 Matriz de energía primaria



17 Matriz energética Argentina 2012

La matriz de energía primaria de Argentina¹⁸ tiene una parte importante de energía de fuente térmica, tendencia que encontramos en proporciones igual al nivel mundial. Lo que está interesante es la presencia muy débil de carbón en este matriz que sólo está usado para compensar la falta de gas y de petróleo.

El país es un productor de petróleo y de gas. Sin embargo, desde varios años no puede más responder a sus propias necesidades de gas, así que tiene que importar gas desde Bolivia y Trinidad y Tobago. De hecho, su producción de gas llegó a su nivel máximo en 2006. Desde algunos años, su volumen de producción está creciendo de vuelta.

Durante el año 2011, Argentina paso de un perfil de exportador de energía, a un perfil de importador. Eso se explica para una demanda en aumentación, y una oferta en caída. Además, la política de subsidio masivo de energía apoyo el uso de electricidad. En 2014, el subsidio represento 4.3% del PBI del país. 72% de este montón sirvió a subsidiar el sector energético¹⁹.

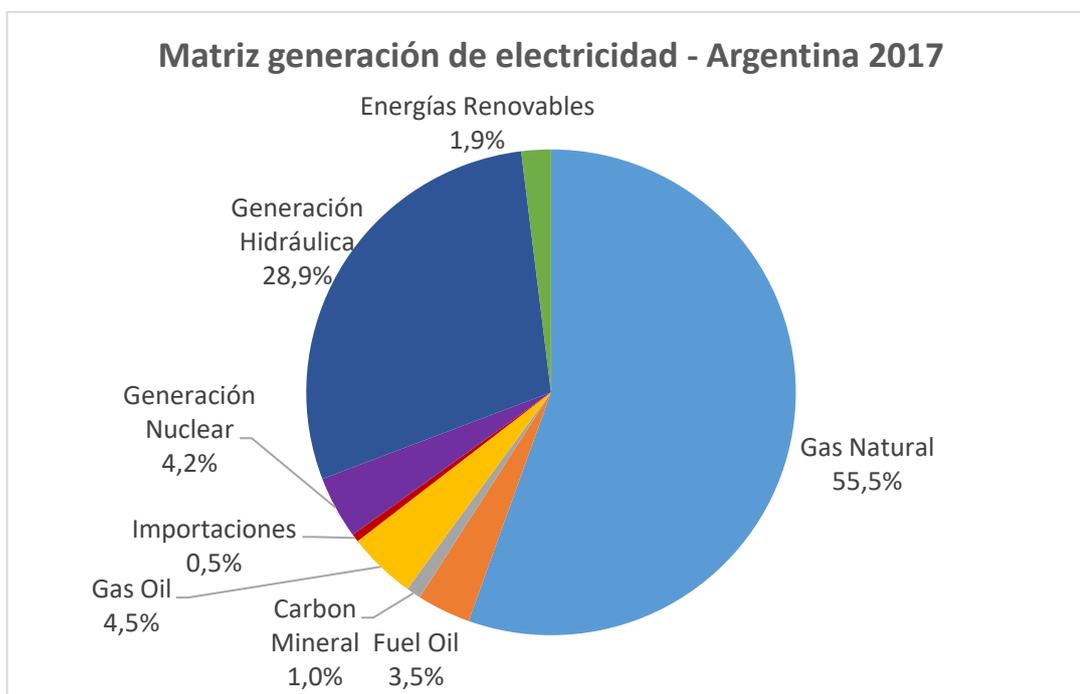
Las energías renovables no son tan avanzadas (excepto el hidroeléctrico) aunque, el país tiene potenciales importantes. Proyectos de represas hidroeléctricas en cooperación con empresas chinas deberían ver el día. El estado ha votado leyes para influenciar y apoyar el desarrollo de las energías renovables (solar y eólico). No obstante, el freno mayor a los EE.RR. es la

¹⁸ Energía de mi país (2015). *Matriz energética de Argentina*. Página web: energiademipais.educ.ar

¹⁹ Ministerio de la economía y de la finanza francés (2016). *le secteur de l'énergie en Argentine (El sector de la energía en Argentina)*. https://www.tresor.economie.gouv.fr/Ressources/13201_le-secteur-de-lenergie-en-argentine

concentración de la mayor parte de su potencial en Patagonia, zona muy lejana de los centros de consumación de electricidad.

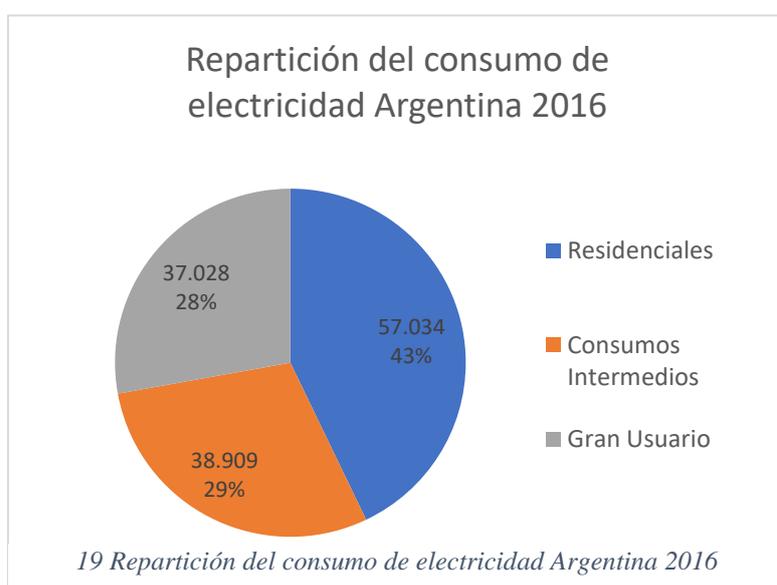
2.3.1.2 Matriz de generación eléctrica



18 Matriz generación de electricidad Argentina 2017

La matriz de producción de electricidad de Argentina se apoya mucho sobre la generación térmica, y especialmente sobre el gas. El aumento de la demanda entre 2000 y 2017 fue asumiendo por el térmica, la proporción de generación hidráulica disminuyó, tal vez porque el desarrollo de plantas hidroeléctricas se revela más complejo que las centrales térmicas. En 2017, 2% de la electricidad son de fuente renovable. Una parte importante ha producido por centrales hidráulicas después del almacenamiento de la energía eólica o/y solar (bombeo).

2.3.2 Demanda de electricidad



19 Repartición del consumo de electricidad Argentina 2016

La demanda eléctrica de Argentina se compone a 43% del sector residencial. De hecho, las demandas residenciales aumentaron de 41% entre 2006 y 2016. A proporción casi igual, las demandas de consumos intermedios (tiendas, oficinas, negocios...) y los grandes usuarios representan respectivamente 29% y 28%. La demanda eléctrica total se cifra a 132.5 TWh en 2017.

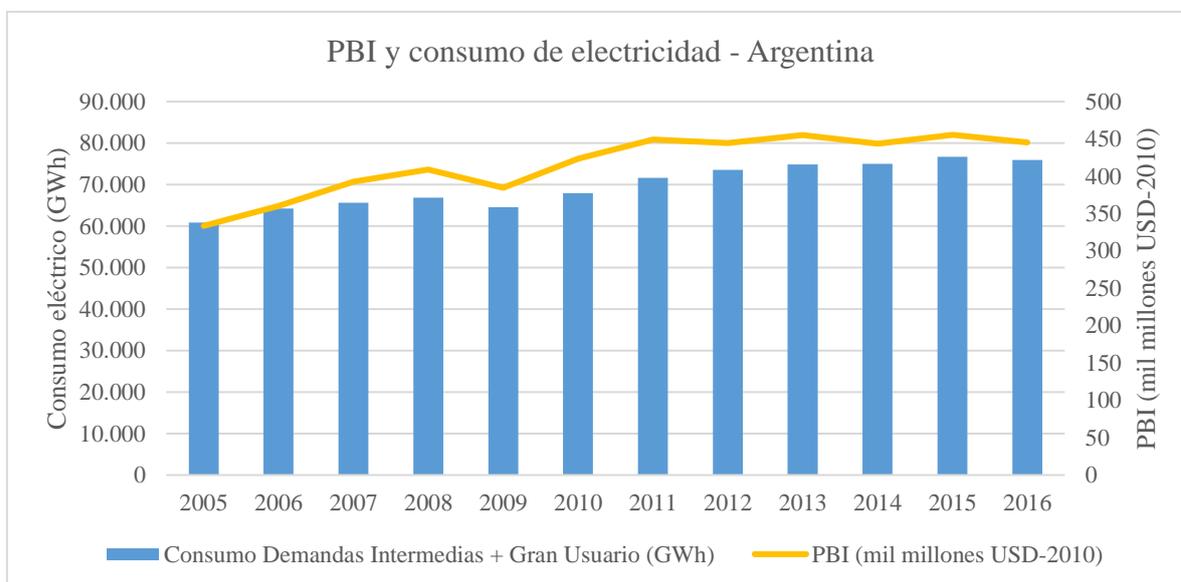
Consumo de electricidad	Evolución 2006-16
residencial	41%
Consumos Intermedios	27%
Gran Demanda	3%
TOTAL	27%

El débil aumento de la demanda de los grandes usuarios es una señal que el desarrollo de la industria y de los actores económicos importantes es complicado en Argentina.

20 Tabla evolución del consumo de electricidad entre 2006 y 2016 Argentina

2.3.3 Relación entre consumo de energía y desarrollo económico

Como se puede observar sobre el gráfico abajo²⁰, el PBI sigue las fluctuaciones del uso de energía de las demandas intermedias y las de los grandes usuarios (GU). Este consumo representa lo del sector comercial y del sector industrial. Por lo tanto, un aumento difícil o débil del uso de energía en los sectores creadores de valor agregada baja el ritmo de desarrollo del PBI.



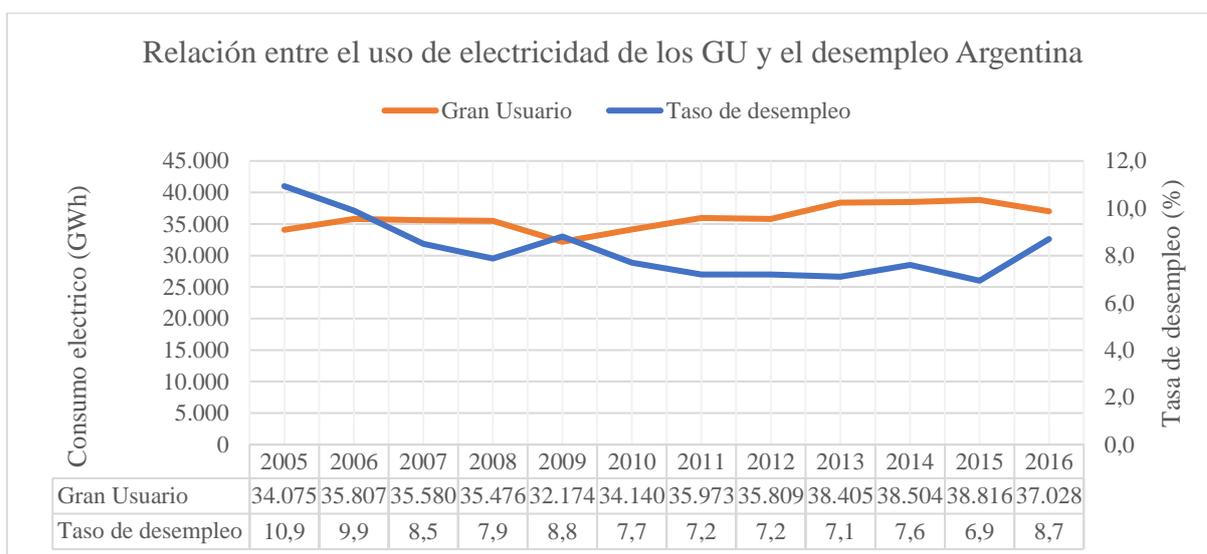
21 Gráfico del PBI y del consumo de las demandas intermedias y de los grandes usuarios Argentina

Una otra relación también se puede relevar, entre uso de energía y desempleo. Explica en parte la relación anterior.

Este gráfico²¹ muestra que cuando el uso de energía baja en el sector industrial sube el desempleo. En resumen, si hay menos energía para que las maquinas funciona, menos gente trabaja. No solamente la producción de valor agregada baja, pero también el desempleo se desarrolla. Las personas que quedan con menos o si trabajo tienen menos plata a gastar y consumen menos.

²⁰ Fuente de datos: Banco Mundial y CAMMESA

²¹ Fuente de datos: CAMMESA, FMI y INDEC



22 Gráfico del uso de electricidad de los grandes usuarios y del desempleo Argentina

Esta relación se aplica cuándo la disminución del consumo está provocada por razón económica (cierre de plantas-negocios, bajada de la producción...). No se aplica si la disminución tiene su origen en un uso más eficiente de la energía de los grandes usuarios.

2.3.4 política y estrategia energética

2.3.4.1 Subsidios

El estado y las provincias de Argentina subsidien las tarifas de energías, transporte, a veces de combustibles para favorecer sus usos, y también ayudar a los que tienen lo menos.

El subsidio de la electricidad se inició al menos hay 15 años. La información la más vieja a propósito del subsidio de electricidad se encuentra por el año 2002 (Precio monómico de producción: 28.8\$. Precio monómico de ventas: 27.9\$. Subsidio:1.1\$/MWh – 3%. Datos CAMMESA).

El subsidio permite proteger los consumidores del impacto de la devaluación del peso, de la inflación y de algunos sobrecostos. La cuota del subsidio en el presupuesto del estado creció cada vez más. En 2015, 83% del precio de energía estaba pagado por él subsidio.

En respuesta a la crisis fiduciaria de mayo y junio 2018 (desvaluación del peso de 30% después del anuncio de la Fed sobre el aumento del tasa de interés del dólar), El FMI otorgó un préstamo de 50.000 millones de USD a la Argentina. En contrapartida el FMI impuso, entre sus condiciones, la reducción del subsidio a la energía a un máximo del 10% en 2020. En junio 2018, el 61% de la tarifa eléctrica era subsidiada por el Estado.

Los valores que tratamos en esta parte del informe pueden parecer complicados a apreciar. Para apreciar más fácilmente lo que realmente representa el subsidio, y su peso por el estado, se puede calcular su valor y compararlo por ejemplo a su PBI, por ejemplo (1.2% en 2016). También se puede comparar con los 50.000 millones de USD que prestó el FMI el monto del subsidio de enero 2018 hasta junio 2018 (2.394 millones de USD o sea 4.7% del crédito²²).



23 Resumen del aumento de tarifa de agosto 2018

Javier Iguacel, nuevo ministro de Energía (desde junio 2018) anunció el último aumento de tarifa eléctrica el 1° de agosto 2018. Eso se traduce para la subida promedio de 24.4% para la demanda residencial, 40% para los grandes usuarios y 19% para los pymes y comercios²³.

Subiendo de esta manera las tarifas, el gobierno obliga a los usuarios a usar menos energía y a implementar medidas de eficiencia energética para limitar el impacto sobre sus presupuestos.

2.3.4.2 Leyes en favor del desarrollo de las EE.RR.

La ley 27.191 tiene la meta de establecer objetivos de contribución de las fuentes de energía renovables en la matriz de generación de electricidad del país. La matriz de generación eléctrica debe integrar el 31 de diciembre 2018 8% de electricidad de fuente renovable y el 31 de diciembre 2025 20% de electricidad de fuente renovable.

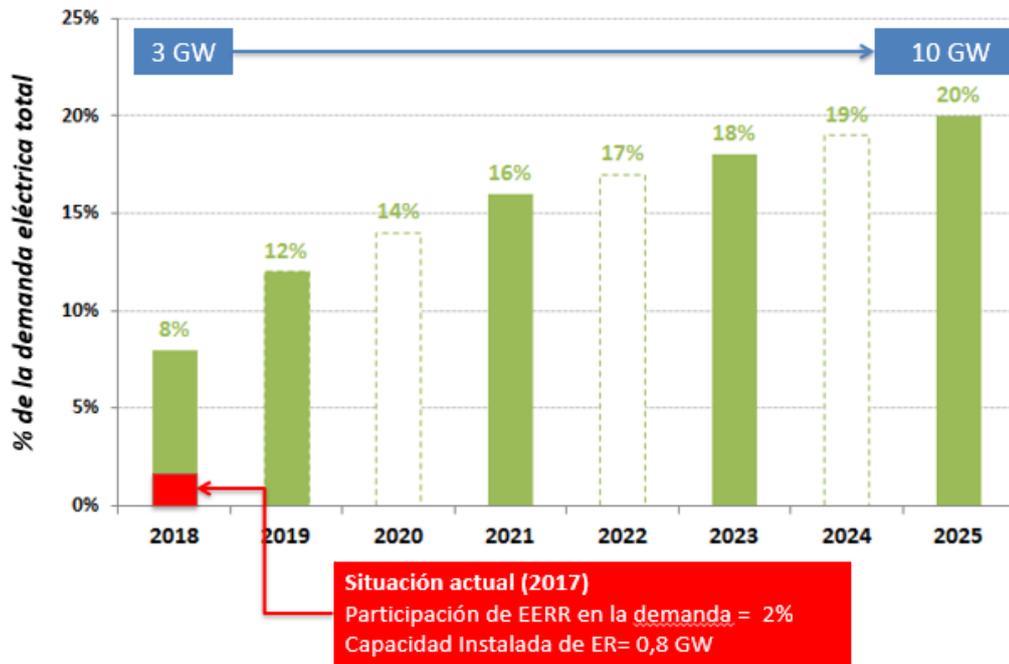
Además, los grandes usuarios (>300kW) deben alcanzar la incorporación de energía de fuente renovables directamente en sus consumos, comprando a empresa de generación, o autogenerando electricidad renovable.

²² Calculado con los datos de CAMMESA y el tasa ARS USD mensual.

²³ <https://www.cronista.com/economiapolitica/Sube-la-luz-a-hogares-244-promedio-pero-las-empresas-sentiran-aumentos-de-40-20180731-0098.html> Copyright © www.cronista.com

Sobre la figura abajo²⁴ se puede ver los objetivos anuales de la ley y el nivel actual de generación renovable.

Metas Nacionales de EERR 2018-2025



4

MINEM – Mayo de 2016

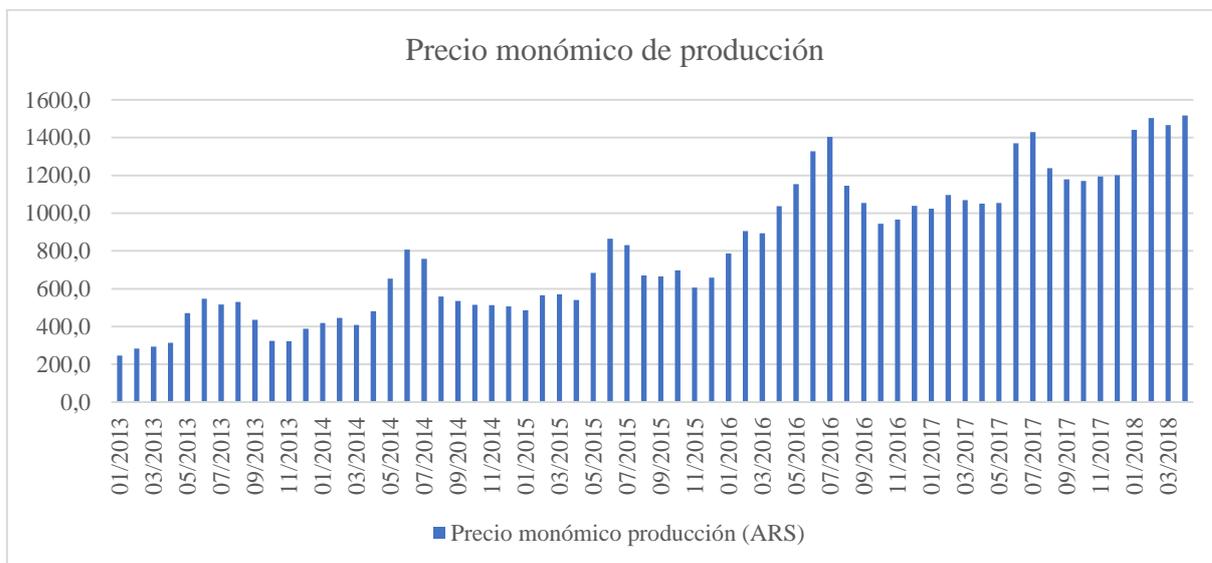
24 Gráfico del objetivo para 2025 de generación renovable Ley 27.191 Argentina

La diferencia entre el objetivo y el nivel actual de generación renovable es muy alta. Va a estar muy complicado, ver imposible de alcanzar a la meta.

²⁴ MINEM (mayo 2016). *Presentación RenovAr mayo 2016*.

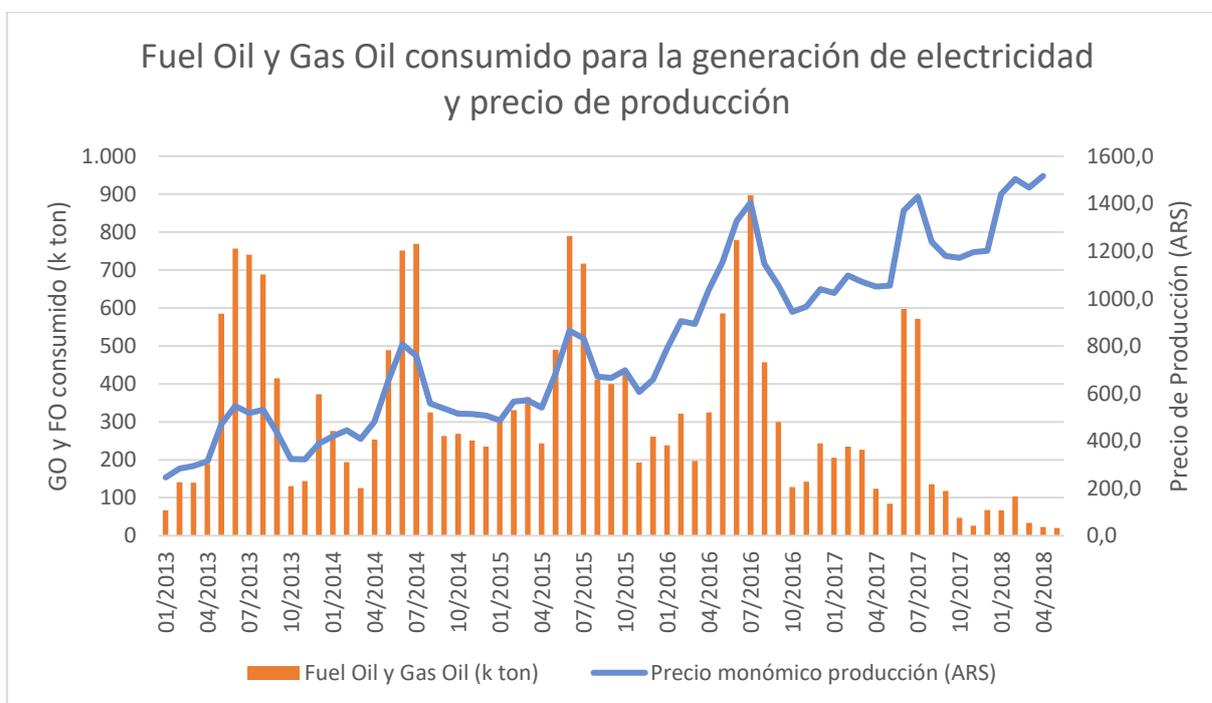
2.3.4.3 Sobrecosto de producción invernal

Se observa sobre la curva del precio de generación de electricidad un aumento anual durante los meses de mayo, junio y julio (meses los más frío)²⁵.



25 Gráfico del precio monómico de producción Argentina

Esta fluctuación que puede ser identificada como un sobre coste es debido a un uso de gas en los hogares (calefacción). Como se ha visto, la generación eléctrica argentina se apoya sobre un uso de gas intensivo. En el invierno la demanda para la calefacción es tal, que la disponibilidad de gas baja para las centrales de generación a gas. En este caso, se cambia el gas por combustible más caro, como el gas oil, el fuel oil o el carbón. También son productos que una vez quemado sueltan más contaminantes que el gas (GES, partículas finas...).



26 Gráfico de la evolución del precio de producción y del uso de combustibles fósiles líquidos Argentina

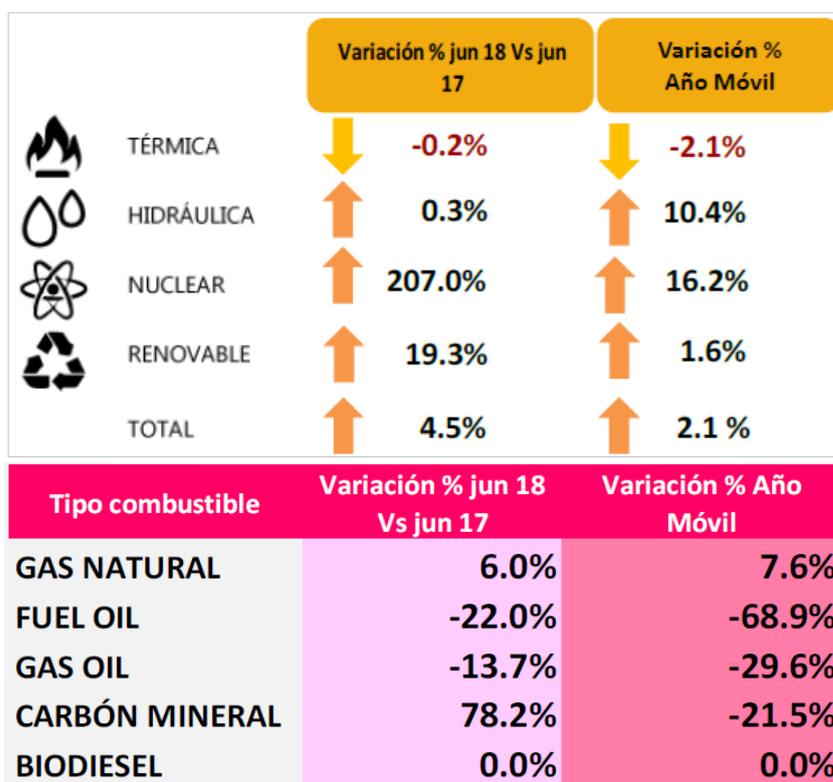
²⁵ Fuente de datos: CMMESA

El uso de carbón está muy bajo, se puede ignorarlo. El gráfico de la página precedente permite relevar el fenómeno describí en el último párrafo. El tablero que sigue es lo del precio de generación de un MBTU por combustible.

Precio combustible (USD/MBTU) ²⁶	2013	2014	2015	2016	2017
Carbón	7,50	6,90	6,30	6,63	8,40
Gas oil	24,90	23,30	17,00	12,78	11,50
Fuel oil	20,25	14,10	14,00	13,62	10,40
Gas	3,07	2,77	3,09	4,60	5,20

27 Tabla evolución del precio de la BTU por combustibles fósiles Argentina

Extracto del informe de junio 2018 de CAMMESA:



28 Extractos del informe mensual de CAMMESA de junio 2018 sobre la evolución de la generación por fuente

Cuando se analiza los últimos informes de la CAMMESA, parece que una estrategia de disminución del uso de combustibles “caros” fue adoptado. EL aumento de la generación nuclear (baja carbón) de la generación renovable (decarbonado), el aumento del uso de gas y de carbón permite reducir el uso gastoso de fuel oil y de gas oil.

Eso es una buena novedad por el presupuesto subsidio del gobierno argentino.

Sin embargo, el aumento de uso de carbón es negativo por el ambiente. Cuida, el valor de 78%

parece muy elevada, pero eso es debido al hecho que el carbón representa sólo 1% de la generación eléctrica. SI comparemos con junio 2017, el carbón pasa de un 2% de la generación térmica a un 4%.

Un último indicador que permite evaluar la generación de electricidad, es el factor de emisión, la huella carbono de cada MWh producido (fuente: MINEM, calculo propio para 2016-2017).

año	2013	2014	2015	2.016	2017
Factor de emisión t CO2/MWh	0,534	0,528	0,535	0,519	0,483

29 Tabla de la evolución del factor de emisión argentino

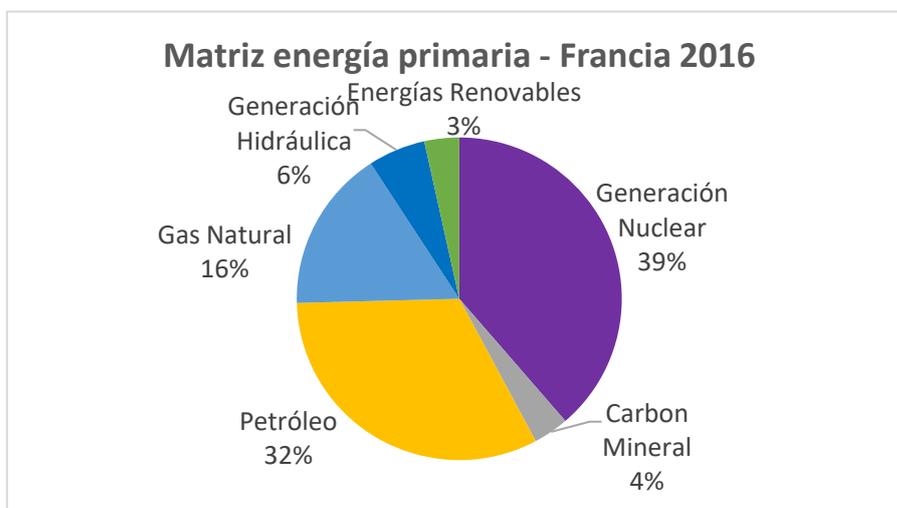
La cantidad de CO2 que emite la producción de electricidad de Argentina está bajando, le que demuestra la disminución del uso de los combustibles fósiles líquidos.

²⁶ Fuente de datos: CAMMESA

2.4 Mercado eléctrico en Francia

2.4.1 Matriz energética

2.4.1.1 Matriz de energía primaria



30 Matriz energía primaria Francia 2016

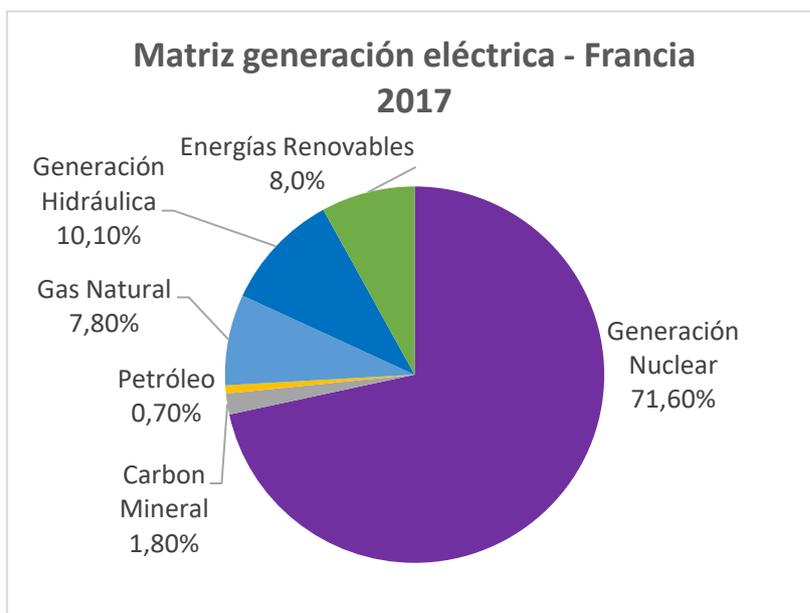
La matriz de energía primaria de Francia²⁷ no se apoya únicamente sobre la generación nuclear, como algunas personas lo creen. De hecho, 52% de la energía que Francia usa tiene como fuente recursos fósiles, el nuclear, 39%. La tendencia actual es una bajada del uso de

carbón, un aumento del uso de gas natural y un aumento de los renovables.

Los puntos positivos de la matriz es el 52% de energía fósil mucho más bajo que el 81% mundial y la muy baja proporción de carbón. Es la alta porción de nuclear que permite tener este nivel bajo.

La energía nuclear está ahora al centro de varias discusiones, en tema de seguridad, de desmantelamiento de las centrales y del almacenamiento de los desechos radioactivos.

2.4.1.2 Matriz de generación eléctrica



31 Matriz generación eléctrica Francia 2017

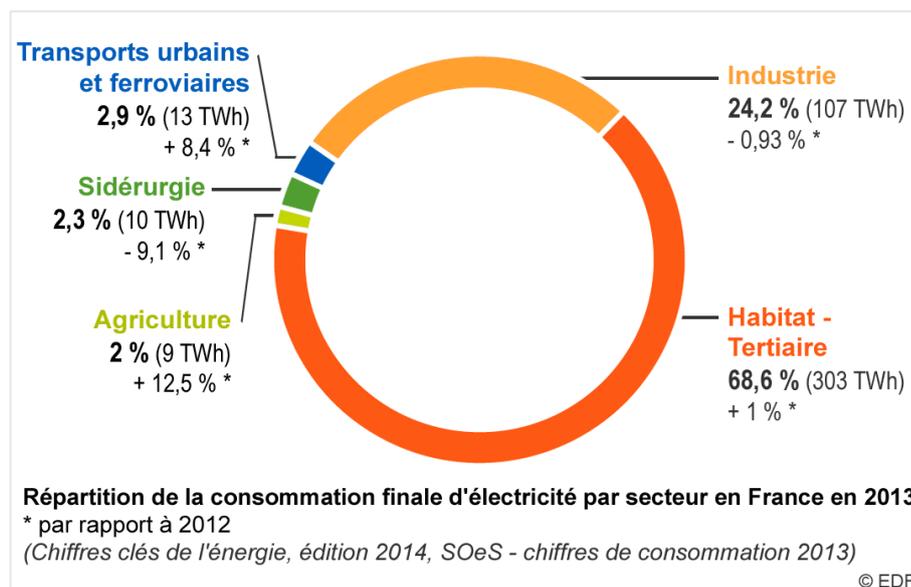
La generación francesa de electricidad²⁸ es a 72% nuclear. Francia tiene 58 centrales nucleares sobre su territorio con una potencia de 63 GW. En segundo, llega la generación hidráulica y en proporción igual la generación por combustibles fósiles y luego la generación renovable. Sólo un 10.3% de la electricidad es "carbonada". La mayoría de la generación renovable (generación hidroeléctrica

²⁷ BP Statistic (2017). *Statistical review 2017* : <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>

²⁸ Fuente de datos: RTE (Red de Transporte Eléctrico)

excluida) procede de aerogeneradores.

2.4.2 Demanda de electricidad



32 Repartición del consumo final de electricidad por sector Francia 2013 (en francés)

Al contrario de Argentina, no se puede sacar una proporción distinta para los hogares y para las demandas de media potencia. Entonces la categoría “Habitat – tertiaire” representa el sector residencial e las demandas de media potencia. El transporte por ferrocarriles tiene su propia parte en la demanda eléctrica. Igualmente, para el sector de la agricultura (agricultura) y la siderurgia (sidérurgie) que es el sector industrial que solicita lo más energía eléctrica.

Si juntamos las demandas de los sectores industrial, agrícola, y siderurgia la proporción es la misma que en Argentina.

2.4.3 Relación entre consumo de energía y desarrollo económico

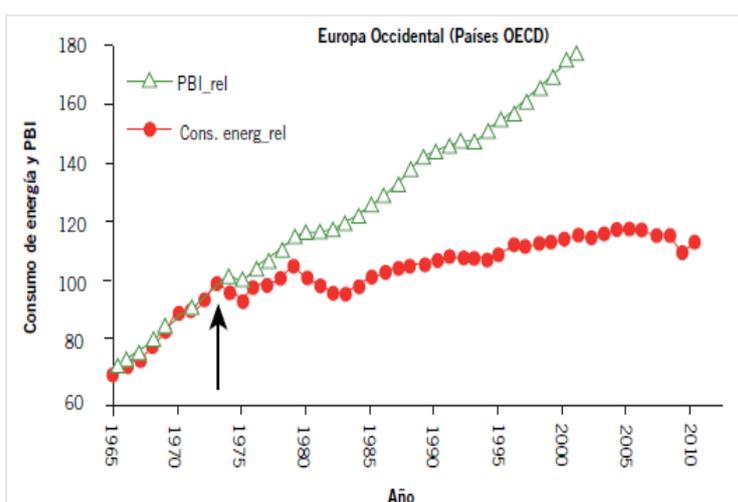
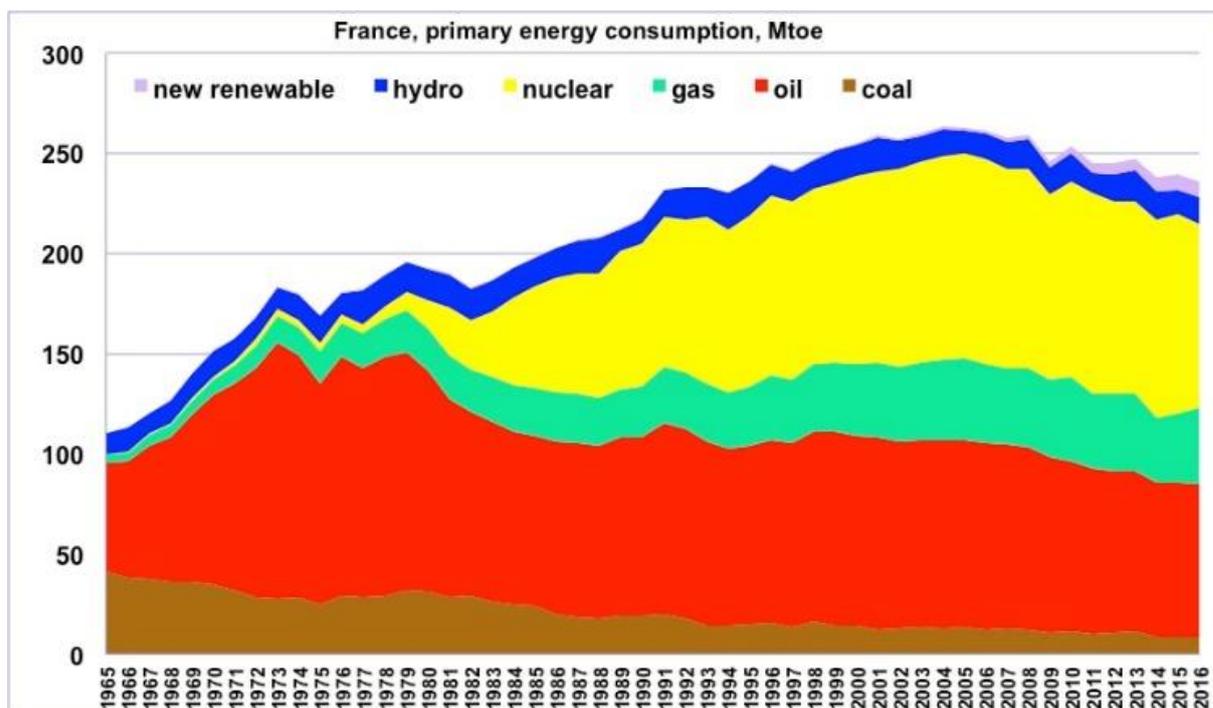


Figura 3. Variación del PBI (GDP) y el consumo final de energía para los países de Europa que pertenecen a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) de 1965 a 2009. Los datos están en unidades relativas, tomando como 100 los valores del año 1973. Se observa que hasta 1973 ambas curvas se movían juntas. A partir de esa fecha, y como consecuencia de las medidas de uso eficiente adoptadas, el crecimiento económico continuó su ascenso, pero el consumo de energía

33 Evolución del PBI y del consumo de energía en los países del OECD

Los países del OECD, tienen un aumento del PBI que está diferenciada de la curva de uso de energía. La relación entre los 2 indicadores todavía existe, pero no tiene el mismo efecto. Eso porque los consumidores lograron a bajar sus consumos manteniendo su nivel de producción, nivel de vida, confort... Así, el PBI sigue creciendo porque se usa menos recursos para producir la misma cantidad de riqueza. Non obstante, una bajada del abastecimiento en energía que no sea debido a eficiencia energética

va a tener cómo efecto la disminución, de la tasa de crecimiento del PBI.



34 Gráfico de la evolución de energía primaria en Francia

Sin embargo, esta observación se verifica más o menos por Francia, su PBI se estabiliza y su consumo bajando (ver gráfico arriba²⁹). Recién su PBI creció de nuevo, pero sus emisiones de carbono (indicador de la cantidad de energía fósil que usa el país) aumento, después de varios años de bajada.

Según las proyecciones de la subsecretaria de ahorro y eficiencia energética del MINEM, eso es el modelo que Argentina intenta de alcanzar.

2.4.4 política y estrategia energética

Eficiencia energética

Francia tiene organización gubernamental (ADEME) y empresas (EDF - Electricidad De Francia, RTE – Red de Transporte de Electricidad) que tratan desde varios años apoyar las acciones de ahorro energético y la implementación de la eficiencia energética en todos los sectores del país.

También nuevas normas tratan de reglamentar la aislación de los nuevos edificios y casa, para impedir a construcción de nuevas “coladora energética o térmica”. (NF EN 15217, NF ISO 23045, ISO 50001 para el sector industrial).

También algunas leyes que fue adoptada en los últimos años también van en este sentido. Aun así, estos esfuerzos no son percibido cómo suficiente para una mayoría de la gente.

²⁹ BP Statistic (2017). *Statistical review 2017* : <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>

Energía Nuclear y mix energético

La estrategia actual de Francia es el cierre de las centrales a carbón, la reducción parcial del nuclear y el aumento de la producción de electricidad renovable.

Actualmente, EDF (Electricidad De Francia) se lanza en un plan de creación de centrales de alta potencia en Flamant-ville (1650MW), o en Hickeley Point (Inglaterra, 2x1600MW) y también proyecta la renovación de sus centrales las más viejas para aumentar sus vidas útiles. Las nuevas centrales (EPR) enfrentan problemas. Algunos son relativos a la creación de algunas de las piezas críticas (cubas) lo que generan retraso de algunos años y sobre costos significativos.

La inversión en las energías renovables está todavía débil, cuando se la compara a la que va en el nuclear.

Según mí, EDF la empresa que manejan la generación de electricidad debería enfocar sus inversiones sobre el desmantelamiento de las centrales antigua, un reto capital que, si o si va a pasar, y también sobre la creación de nuevas centrales más segura y más robustez. Además, si EDF logra a desarrollar este saber hacer y desmantelar las centrales francesas, la empresa EDF podría después exportar y vender en el mundo.

2.5 Errores comunes sobre energía y cambio climático

Algunas informaciones, datos que están difundidos a través de los medios clásicos (periódicos, televisión, radio) son incompletos o falsos. De hecho, para transmitir de una mejor manera estas informaciones, se deben simplificarlas para ponerlo al alcance de cada uno. A menudo, esas simplificaciones privan los textos de una parte de sus significaciones, o de sus sentidos: contenidos científicos no presentados en su totalidad, hipótesis no explicadas...

Etienne Klein (investigador y filósofo) comentó a propósito del bosón de Higgs:

“Cuando se lo descubrió en 2012, hablamos muy poco de eso. Sin embargo, este descubrimiento estaba una prueba increíble de la inteligencia humana. Hubiera debido parar todas las actividades para presentar el bosón de Higgs durante uno o dos días al mundo entero para que cada uno entienda lo que es. Al final, se debía explicar en 3 minutos a la televisión o en un solo artículo algo que necesita al menos 4 horas para describirlo completamente”.

Así, voy a probar hacer una lista de algunas cosas que podamos corregir o de las definiciones que podamos completar.

El calentamiento global, es sólo unos grados suplementarios (2 hasta 5°C) por el fin del siglo.

En esta frase, hay dos cosas que tenemos que rectificar. Primero, el aumento de la temperatura anunciado corresponde al aumento promedio sobre todo el globo.

Eso se traduce por un aumento débil de la temperatura de los mares, y mucho más importante para las zonas continentales. Además, un efecto del cambio climático es de modificar el clima actual de las regiones. Por ejemplo, se va a tener más frío en Europa, porque las corrientes de los mares van a cambiar a traer un aire más frío en esta región del mundo. Al contrario, se va a tener corrientes más cálidas en la región del Atlántico norte³⁰.



35 Tweet de Donald Trump. 19-10-2015

Entonces, se puede creer que las consecuencias del cambio climático sólo van a aparecer por 2100. Pero si los científicos planean modelos y simulaciones sobre 100 años, es para proveer cálculos lo más completos, tomar en consideración efectos “despacios” como el calentamiento de los océanos o el deshielo de los permafrost y tener una fecha a largo plazo que permite una comparación más fácil³¹.

³⁰ Según el análisis de Piers Seller en el documental *Before the flood*.

³¹ Jancovici, J-M. (2015). *Dormez tranquilles jusqu'en 2100 [esp: Dormen tranquilo hasta 2100]* Edition Odile Jacob. Capítulo 3.

Así, la gente que no tienen conocimiento particular del terreno puede pensar que el cambio climático no es un problema actual, que tiene repercusión muy chica, en varios años. Sin embargo, los efectos ya están presentes (subidas de la ocurrencia de los fenómenos naturales extremos, cambio de las corrientes de viento ej: El Niño).

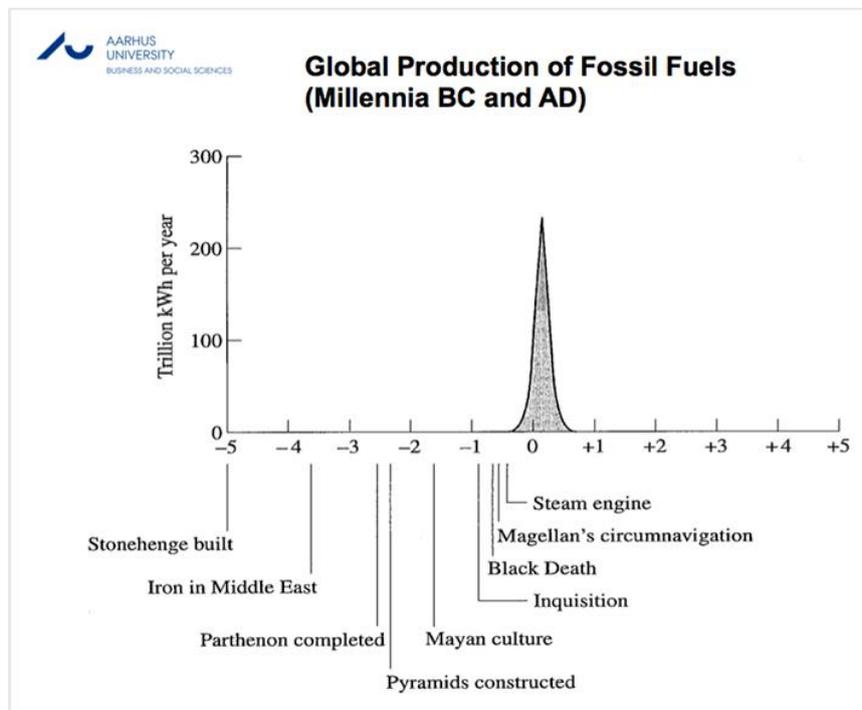
¿En este caso, cuál es lo más importante, el aumento de tarifa de luz y de gas que combinado a la inflación va a bajar el nivel de vida de la mayor parte de la población, o unos grados más en 80 años?

Tenemos que aumentar la producción de energía, para responder a la demanda de nuestra población.

“Producir energía”. Este fórmula, sin embargo, bastante común no es completamente verdadera. En energías renovables intermitentes, como la solar o la eólica, el verbo que sería más adaptado es captar energía o sino transformar energía. Decir “producir energía”, puede hacer creer que la cantidad de energía producida depende sólo del deseo del gerente de la planta. “Captar”, es decir que tomamos una parte del flujo energético. Eso me parece más cerca de la realidad. En energía eólica, el aerogenerador funciona según el límite de Betz (no puede transformar en energía eléctrica más que el 60% de la energía del viento incidente sobre las palas), y también debido a la presencia (o no) de viento (velocidad y permanencia) caracterizada por el factor de carga (proporción de tiempo durante la cual el aerogenerador puede inyectar energía sobre la red captando la energía del viento).

Los recursos mundiales en términos de energía y de materiales son ilimitados.

Cómo dijo Marion King Hubbert, un famoso geólogo estadounidense, los recursos fósiles del planeta son limitados. Hubbert, en sus trabajos como investigador para la empresa Shell describió el “*peak oil*”, el momento cuando la producción de petróleo crudo va a alcanzar su máxima, y luego va a disminuir hasta volver a 0 (sobre el gráfico siguiente, la curva de Hubbert).



36 Curva de M. K. Hubbert re trabajada por la Universidad de Aarhus, Dinamarca

Philippe Bihouix, ingeniero francés, aplica en sus estudios esta misma lógica a la totalidad de los recursos, tanto a los recursos petroleros, como a los recursos minerales. Según él, un esfuerzo sobre el reciclaje debe ser hecho, si no, no podríamos seguir sobre nuestro ritmo actual de vida. Él usa a menudo el ejemplo de los *smartphones* que contienen aproximativamente 50 materias diferentes, y que no son tratados por un proceso de reciclaje (menos de 1% de los componentes de celulares están reciclados) para explicar que nuestro consumo de recursos va a barrer las reservas a muy largo plazo (escala de los siglos).

Para Bihouix, no se puede solucionar los retos climáticos por soluciones tecnológicas *high tech* “recursóvoros”, pero para la sobriedad, el eco-diseño y el uso de soluciones más simples que él llama los *low tech*.

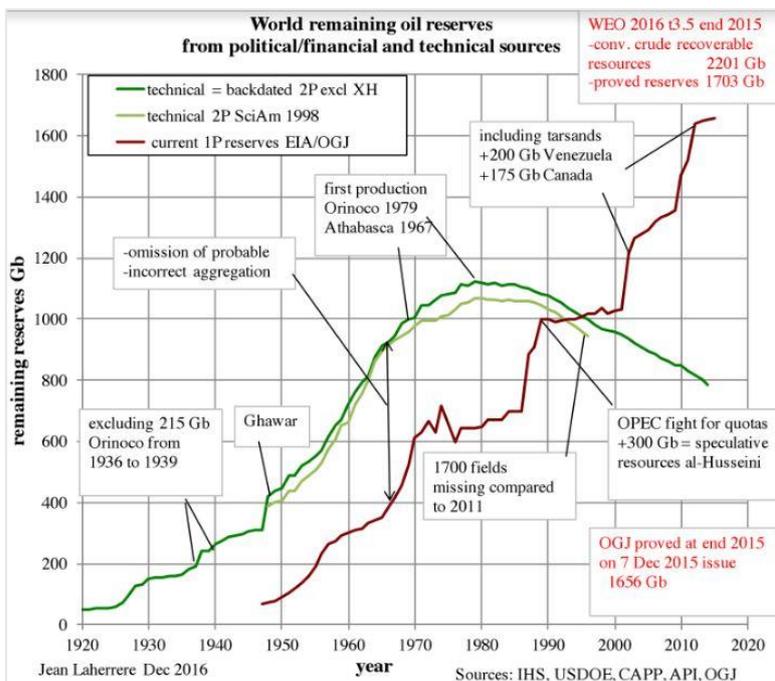
Cada los 10 años nos dicen que solamente tenemos reservas de petróleo para 40 años. cada 10 años nos dicen que descubrimos reservas de petróleo para 10 años más.

La mala simplificación de esta frase es la primera razón de la incomprensión de este fenómeno. De hecho, la frase original deba ser “las reservas de petróleo conocidas hoy permitiría tener la misma consumación que este año durante 40 años más”.

Hay 2 grandes diferencias entre las 2 frases. La primera es que siempre tenemos un uso de petróleo mayor al año pasada. Así no podemos tener reservas por 40 años más. Después, el volumen que se usa para calcular el número de años que no quedamos para un consumo de petróleo constante representa las reservas probables, y no las reservas demostradas.

Entender cómo se calculan las reservas de petróleo permite entender porque todavía hay 40 de reservas de petróleo. Ahora si calculamos según las reservas probables denominada “política” tenemos exactamente 55 años de petróleo a consumo constante y 53 años de gas a consumo constante (se calculó estas cifras con datos del informe BP statistics 2017).

Las reservas “políticas” se diferencian de las reservas denominadas “técnicas” que representan el volumen de petróleo probable y demostrado. De hecho, a veces se toma más tiempo para demostrar la veracidad de las reservas.



Además, las reservas “políticas” podrían estar falsear por productores de petróleo. Algunos productores tienen como límite de extracción anual un porcentaje de las reservas petroleras que contiene el subsuelo del país. Así, si alcanzan a su límite, aumentar el volumen de reservas permite aumentar el volumen de producción. Se puede ver las 2 curvas de reservas “políticas” y “técnicas” que fue elaborada en 2016 por Jean Laherrere (Gráfico ampliado en anexo 3).

37 Evolución de las reservas políticas y técnicas. Campbell y Laherrere

Este ingeniero petrolero estudia este tema desde 30 años. Él escribo sus primeros estudios conjunto con Colin Campbell en 1998. Él usa los datos de varias fuentes diferentes para tener los valores las más cercas de la realidad. Sin embargo, estos trabajos son muy criticados para empresas y agencias petroleras.

Es complicado de saber realmente cual tiene razón, porque los datos “reales” no tiene son accesibles a cada uno. Laherrere y Campbell parecen muy profesionales en sus varios estudios.

3 Objetivos

Los objetivos de este proyecto de investigación son varios, algunos representan las metas científicas y técnicas, y otros son más personal o bastracto.

Primero, quiero entender perfectamente los razones porque tenemos la necesidad de poner en lugar una politica de eficiencia energetica y como podemos implementarla de manera eficaz. Asi que un objetivo seria de **describir el estado del calentamiento climático y entender sus causas, sus mecanismos, y sus riesgos.**

El trabajo tratado de eficiencia energetica, deberia **definir que es la eficiencia energética de manera exostiva** para adquirir un dominio completo de esta tema.

Después, la materia principal del trabajo seria de **buscar métodos de eficiencia energética que permiten el ahorro de energía en los edificios y el sector industrial.** El alogamiento y la industria son fuentes de emisiones importantes, y que parecen poder estar mejoradas, optimizadas, reducidas.

Tengo la voluntad de hacer un trabajo concreto, y de **encontrar y/o traer métodos simples que pueden mejorar la situación energética en Argentina, en Francia o en el mundo, luego describirlas de manera concreta.**

Además, me gustaria probar buscar uniones entre la eficiencia energética al futuro de la energía y del mundo a largo plazo, y con un enfoque macro.

Por fin, tengo un objetivo de reflexión peronal. Seria de encontrar maneras para mi (ingeniero, ciudadano, tericola) de tener un impacto, un efecto directo sobre el cambio climatico, y eventualmente, un rol o un trabajo que me pareceria util y que me gustaria.

4 Eficiencia energética y métodos de ahorro energético

4.1 Definición de la eficiencia energética

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía. La meta es de tener un uso de la energía más eficiente, para optimizar los procesos utilizando menos recursos energéticos para lograr un mismo o a un mejor resultado. Por supuesto, la energía la más barata es la que ahorramos.

La eficiencia energética puede ser aplicada de varias maneras. Se pueden estar reagrupadas en 4 categorías.

El primer medio al que pensamos es el uso de nueva tecnología que recién fue desarrollado. Por ejemplo, la iluminación LED permite proveer más luz durante más tiempo que una bombilla “clásica” a igual potencia. También se puede citar la utilización de vidrios doble o triple, que baja las pérdidas térmicas de un edificio.

Otro método, es de bajar simplemente el consumo. De hecho, se puede pasar en algunos casos que las instalaciones de un edificio o una planta industrial utilizan demasiada energía para abastecer lo que está realmente necesitado. Podemos o reducir la cantidad de energía utilizada o las instalaciones existentes, hasta que corresponde a lo que se necesita, o reducir en limitando la disponibilidad de recurso, como los aireadores y reductores de caudal que se instalan sobre las canillas.

Además, hay todas las soluciones de recuperación de calor residual, (sin embargo, están permitido gracias a una evolución tecnológica) que son las ventilaciones doble flujo, o los generadores gas a cogeneración que puede tener un rendimiento hasta 55-60% en lugar de 35%.

La última categoría de eficiencia energética es la que va a implicar una modificación sobre la fuente de energía. La solución la más famosa es el bio-combustible, un parte del petróleo esta sustituido por un aceite vegetal. La manera menos conocida, pero un de la más eficaz, es el inyector de agua para motores de auto que puede aumentar hasta 40% la autonomía de un vehículo, y bajar hasta 60% el rechazo de gas a efecto invernadero.

Luego, hay también algunas soluciones de reducción del consumo energético que no están incluyendo en la eficiencia energética. Sin embargo, presentan aspectos muy interesantes que no se puede tratar en este proyecto de investigación.

Un de estos conceptos se llama el borrado energético. Se trata de suprimir radicalmente el uso de energía de actividades que se considera como de menor importancia, cuando se presenta un desequilibrio entre la demanda y la oferta de energía. La puesta en marcha de este proceso está facilitando en un escenario de redes inteligentes (*Smart grid*).

El último punto de interesante es los *Low Technologies* (o *Low Tech*) que se traduce por baja tecnología, en oposición a los *high tech*. Reagrupa el conjunto de las técnicas simples, practicas, baratas y populares que permiten la producción por el usuario de objetos de la vida diaria. Sin embargo, la palabra *low tech* no tiene una única definición y puede también representar el hecho de usar productos que usan una tecnología más simple, más barata, más respetuosa del ambiente.

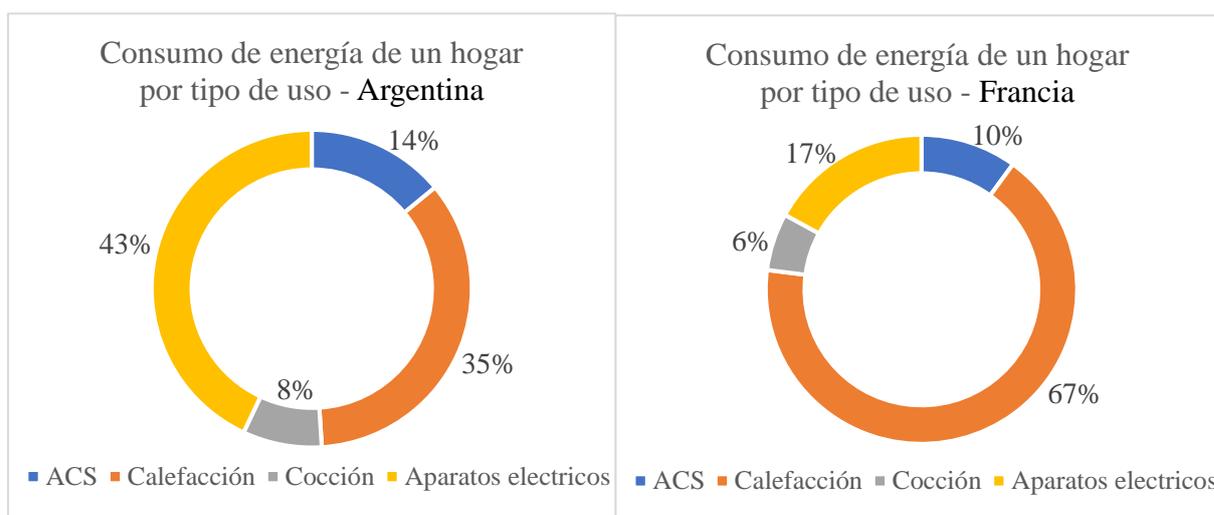
4.2 EE.EE en los edificios.

Para entender los retos de la eficiencia energética en los edificios, se debe fijar a la repartición de la consumación de energía de los hogares. Según la consumación, se adapta la manera de implementar eficiencia energética.

4.2.1 Matriz de consumo energético en los hogares

La consumación de energía en los hogares esta propia a cada país. Puede variar según el clima de la región, el nivel de desarrollo, las tecnologías y productos disponibles, de las normas y leyes en vigencia de cada país. Así que no hay una manera única de desarrollar eficiencia energética en todo el mundo.

Se estudia la matriz de consumo energético en los hogares de Argentina y la de Francia.^{32,33}



38 Comparación matriz de consumo energético de los hogares argentinos y franceses

Argentina

La cuota principal de consumo de los hogares argentinos es la alimentación de aparatos eléctricos. Las heladeras representan 13% y el aire acondicionado 7% del total del consumo. La calefacción sólo representa 35% de la consumación, 40% más bajo que en Francia. Esta disimilitud se puede explicarse por la diferencia de clima entre los dos países. La temperatura es más baja en Francia, así que los franceses necesitan calentarse más, y, al contrario, los argentinos van a utilizar más las machinas frigoríficas (AA, heladera).

Para bajar el consumo de energía de los hogares argentinos, lo que se debería hacer es de un parte la instalación de aparatos electrodomésticos de mayor eficiencia, instalación de aire acondicionado de mayor eficiencia combinado con trabajo de aislación, y la implementación por el estado de uso racional de la energía.

El aumento del costo de energía que pone en lugar el gobierno actual va a apoyar a la gente de tener un uso más inteligente del gas y de la electricidad. Sin embargo, si el aumento de tarifa es más fuerte que el ahorro que la población puede hacer el gasto por energía de los hogares va aumentar y, por lo tanto, su poder de compra bajar. En este caso, considerando que la proporción

³² Datos Argentina : S. Gil (2017). *Eficiencia energética y desarrollo sostenible*. Presentación ITBA 11-2017.

³³ Datos Francia: ADEME (Mayo 2016). *Estar un eco-cuidadano*. Informe oficial ADEME.

de persona con capacidad de ahorro no es tan importante en Argentina, solamente muy poca gente podría hacer inversión en aparatos más eficiente o menos en trabajo de renovación.

Francia

Los dos tercios del consumo de un hogar francés está en relación con la calefacción. La mayor parte de los hogares franceses fue construida en varios años, y no respetan las normas actuales en términos de aislamiento. Múltiples edificios viejos son considerados como coladora a energía. Es muy importante de lanzar programa de renovación de los casas y departamentos que necesitan una mejora de la aislamiento.

Un plano de subsidio a la escalera nacional o leyes obligando los propietarios a renovar el aislamiento permitiría no sólo un ahorro de energía importante para los habitantes de estos hogares, sino que una bajada del consumo eléctrico francés. Eso puede ayudar mucho la transición energética del país (cerrar las últimas centrales carbón, algunas plantas nucleares obsoletas, eventualmente centrales a gas natural o a fuel oil).

A menudo, los setpoints de calefacción que se en Francia o en Argentina son demasiado alta, y podrían ser menor mientras respondiendo a las exigencias de confort térmico de cada uno.

Políticas de uso racional de energía ya están en puesta por medio de la acción del ADEME, de sus estudios y campañas de propaganda.

Puntos en común:

- Mejora de la aislamiento de los edificios
- Mejora de los aparatos de aire acondicionado y de calefacción.

De hecho, son medidas comunes y primordiales para lograr la implementación de eficiencia energética en el sector residencial, de cualquier país. Además, la puesta en marcha de esfuerzos para ahorrar energía puede estimular la economía de un país. La renovación de los hogares necesita un número muy largo de artesanos y de mano de obra en el sector del edificio, y también estructuras o empresas capaz de planificar y coordinar las obras.

Divergencias: clima, nivel de progreso en términos de política de eficiencia energética (no estoy seguro).

Sin embargo, los matrices que vimos son las del sector residencial, así que las conclusiones en términos de medidas a implementar pueden no estar adaptada a la integralidad de los edificios.

4.2.2 Iluminación

Varias normas tratan de reglamentar la iluminación (cantidad de lux necesaria) necesaria por tal o tal aplicación, sea que sea en un espacio público, centro comercial, una planta de fabricación, la cocina de una panadería, los pasillos de una oficina...

- Argentina: IRAM-AADL-J-2006
- Estados Unidos: U.S. GSA (*General Services Administration*)
- Europa: EN 12464

Una comparación rápida entre estas 3 normas permite ver que la norma americana es la que requiere lo más de intensidad luminosa, la de Europa requiere lo menos. Además, algunas zonas son tratada en algunas normas, y otras no.

Obviamente se debe aplicar la norma en vigencia en el país o región donde se ubica. Sin embargo, puede ser interesante de utilizar otras normas para definir la iluminación de una aplicación particular en el caso que la norma del país no la trata.

Bajar la potencia instalada

Potencia ↘ Energía ↘

El primer ahorro que se puede hacer es verificar si la iluminación instalada respecta las normas, y adaptar en el caso que no corresponde al nivel aconsejado. A menudo el nivel de iluminación instalada es mayor a lo de las normas, así se puede reducir a potencia de las luces y sus consumos.

2 maneras de reducir la intensidad luminosa existen:

- Cambio de las luces instaladas por luces de potencia menor.
- Reducción del número de luces.

Ahorro potencial: según la diferencia entre la potencia instalada y la potencia requerida.

Cambiar las luces para tecnología LED

Potencia ↓ Energía ↓

Abajo se puede encontrar una tabla de comparación entre los 4 tipos de bombilla que existe. Se nota que las bombillas LED tienen características muy interesantes en términos de rendimiento luminoso y de vida útil.

Comparación bombilla equivalente a una bombilla incandescente de 60 W³⁴				
Tipo de bombilla	Incandescente	Halógena	Fluorescente compacta	LED
Potencia eléctrica (W)	60	48	13	8
Potencia luminosa (lm)	720	630	720	810
Rendimiento luminoso (lm/W)	12,0	13,1	55,4	101,3
Duración de uso por día (h)	1	1	1	1
Consumo/año (kWh)	21,9	17,52	4,745	2,92
Costo electricidad/año (€)	2,9	2,3	0,6	0,4
Costo de compra (€)	2,5	3,5	5	5
Vida útil (h)	1000	2000	8000	30000
Vida útil (año)	2,7	5,5	21,9	82,2
Costo de compra/año (€)	0,9	0,6	0,2	0,1
Costo total/año (€)	3,8	2,9	0,9	0,4
Repago (año)	-	1,2	0,9	0,7
Ahorro durante la vida útil (€)	-	5	64	275
Ahorro energético durante la vida útil (kWh)	-	24	376	1560

³⁹ Tabla comparación bombilla equivalente a una bombilla incandescente de 60 W

La tecnología LED permite bajar de manera significativa el gasto de iluminación. Sin embargo, el uso de LED tiene un inconveniente: la generación de armónicas que bajan el nivel de calidad de la señal eléctrica.

³⁴Conseil Thermiques (2017). *Comparatif des différents types d'ampoules (Comparación de los diferentes tipos de bombillas)*.

https://conseils-thermiques.org/contenu/comparatif_ampoule_incandescence_fluocompact_halogene_led.php

Implementación: Cambio de iluminación por iluminación LED. Se tiene que cuidar a las equivalencias entre el tipo de iluminación instalada y las LED. Se debe tomar en cuenta que las LED tienen una propagación luminosa menor a los otros tipos de iluminación.

Ahorro potencial: Una bombilla LED consume entre 8 y 10 veces menos que una bombilla incandescente y entre 3 y 5 veces menos que una bombilla fluorescente compacta.

Apagar la iluminación de noche

Potencia → *Energía* ↓

El apagado nocturno manual o automático de la luz permite ahorrar energía durante la noche. Esta solución que parece obvia no está siempre implementada.

Implementación: Política de ahorro de energía

Ahorro potencial: El ahorro generado corresponde al número de hora de apagado sobre el número de hora de funcionamiento actual.

Monitoreo automático por sensor de luz natural

Potencia → *Energía* ↓

Un monitoreo automático por sensor de luz natural permite encender las luces solamente cuando la luz diurna no está más suficiente para alumbrar el espacio.

Implementación: Instalación de un sistema de monitoreo por sensor de luz

Ahorro potencial: El ahorro depende de la cantidad de hora de iluminación natural por día, y de la presencia de ventanas o de lucernas que permiten a la luz de alumbrar el espacio

4.2.3 Calefacción y aire acondicionado

La calefacción y el aire acondicionado son los 2 aparatos que nos permiten de regular (no modificar) el ambiente térmico para que no sintamos mejor, sea que sea en nuestra casa, al trabajo, los lugares públicos y también en los transportes.

Sin embargo, una calefacción o un aire acondicionado deben ser utilizados con moderación. Por ejemplo, una calefacción no tiene como objetivo de calentar tan un lugar que se puede vestir solo una remera, pero de calentar de tal manera que la gente se siente cómodo con un suéter.

Para determinar la temperatura adecuada, se debe utilizar herramientas particulares.

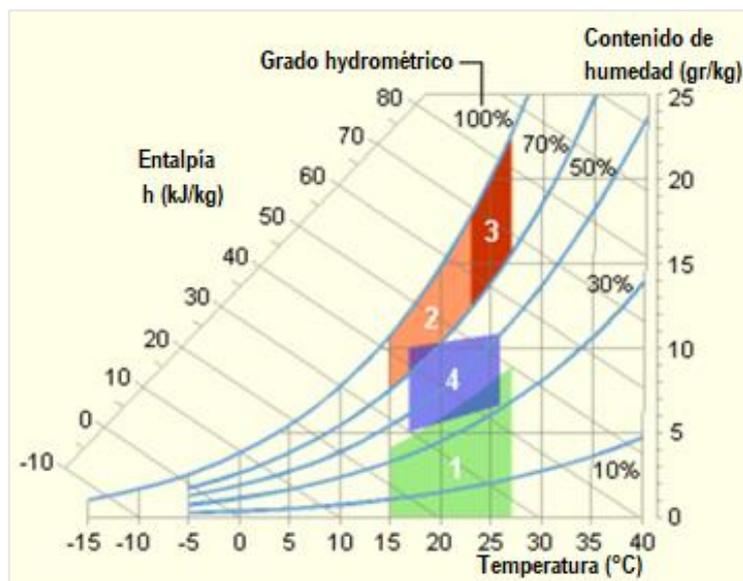
4.2.3.1 *Noción de confort térmico*

Es importante de saber que el confort (hygro)térmico es propio a cada persona porque cada uno tiene su sensibilidad propia. Así, es imposible de satisfacer todos los usuarios con una sola temperatura. Sin embargo se puede definir un rango de temperatura y de humedad óptima gracias a un climograma.

Este gráfico permite explicar cómo se caracteriza el confort térmico y mostrar que se ubica en un intervalo de 2 variables que son la temperatura operativa y el grado hidrométrico (humedad relativa) que representa el nivel de humedad.

También, la velocidad del aire puede tener una influencia sobre el confort de las personas. De hecho, mayor la velocidad del aire es, lo menos se siente el calor.

Climograma – zona de confort higrotérmico³⁵



40 Climograma – zona de confort higrotérmico

Explicación de las zonas:

- Zona 1: a evitar, la baja humedad relativa provoca problemas de sequía.
- Zona 2: a evitar, riesgo de desarrollo de bacterias y micro-champiñones.
- Zona 3: a evitar, la alta humedad relativa favorece el desarrollo de ácaros.
- Zona 4: “polígono” de confort higrotérmico.

Algunos conceptos se deben definirse para bien entender cómo se calcula la temperatura operativa y el confort térmico.

Definiciones

- Humedad relativa: relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.
- Temperatura radiante: es la temperatura transmitida gracias a rayos térmicos por los muros, muebles, personas y otros en el local.
- Temperatura del aire: es la temperatura del aire en el local.
- Temperatura operativa: en locales con una corriente de aire inferior a 0,5 m/s, corresponde al promedio entre la temperatura radiante y la temperatura del aire.

La norma ISO 7730 define los niveles de temperatura et el grado de hidrométrico para los cuales el confort térmico de la gente debería ser satisfecho.

Extracto de la norma ISO 7730

Rango de temperatura y de humedad de confort térmico en invierno y verano, según la norma ISO 7730, sobre ergonomía del entorno térmico.

	Confort térmico en invierno	Confort térmico en verano
Temperatura	20°C – 24°C	23°C – 26°C
Humedad relativa	30% - 70%	30% - 70%

41 Rango de temperatura confort térmico extracto de la norma ISO 7730

³⁵ Energie Plus (2015). *Climograma – zona de confort higrotérmico*. página web: energieplus.be

Comentarios:

- La temperatura indicada corresponde a la temperatura operativa que se mide, no a la temperatura de ajuste (setpoint) de los calefactores o aires acondicionados. Muy a menudo, el setpoint aconsejado de calefacción está por debajo de la temperatura. Los otros aparatos electrónicos, y la actividad humana la calefacción dan el resto del calor que se necesita para calentar el ambiente.
- A propósito del setpoint de aire acondicionado, esta aconsejado de nunca ajustarlo con más de 12°C de diferencia, y de preferencia 5-7°C³⁶.

4.2.3.2 *Calefacción*

Verificar y ajustar el setpoint de calefacción

Potencia → *Energía* ↘

Como se puede ver en la parte que trata del confort térmico, el setpoint se puede bajar hasta los niveles aconsejados. No obstante, en algunos casos cuando el hogar tiene una mala aislación a veces no se puede respetar los valores de setpoints aconsejados y el confort de los usuarios.

Los setpoints de calefacción se puede modificar durante una corta de luz o un *reset* del aparato. También los usuarios pueden elevarlo por un día/noche particularmente fría y olvidar bajarlo al fin de este periodo.

Implementación: Ver el setpoint de cada calefacción

Ahorro potencial: Evitar sobre costo debido a un uso mayor innecesario

Purgas (calefacción centralizadas)

Potencia → *Energía* ↘

En las inmuebles que tienen calefacción centralizadas, aire puede ingresar en las cañerías durante el periodo de fuera de uso (y también durante el uso si hay un disfuncionamiento) y así complicar la circulación del agua caliente en la red y bajar la calefacción.

Implementación: Purgar los calefactores y/o la caldera

efectos: Mejorar el confort de los usuarios y la eficacia de la calefacción

Cortar de noche y durante periodo de ausencia

Potencia → *Energía* ↓

Calentar su hogar durante periodo de ausencia no beneficia a nadie (ya que nadie está en la casa). Antes que se acosta, se puede cortar o al menos bajar la calefacción porque sabanas y colchas permiten de mantenerse caliente.

Implementación: Cortar (o bajar) la calefacción de manera manual o automática durante periodos de ausencia y por la noche.

Ahorro potencial: Disminución del consumo de calefacción hasta un 70%.

Aislar el circuito de agua caliente

Potencia → *Energía* ↘

La aislación de las cañerías de agua caliente de calefacción tiene un reto particular. De hecho, las pérdidas de las cañerías son a veces intencionales cuando el caño va a través de una sala habitada. A contrario, si la cañería pasa en paredes o a fuera del edificio se debe aislarla.

Implementación: Instalación de aislante sobre las cañerías.

³⁶ ADEME. (2016). *Être écocitoyen à la maison. [esp : Ser ecociudadado a la casa]*.

Ahorro potencial: depende de los casos. El repago de una tal obra es del orden de 3 a 5 años por el sector residencial.

Mantenimiento

Potencia → *Energía* ↓

Se olvida muy a menudo el mantenimiento y la limpieza de los aparatos e instalaciones. Un mantenimiento regular permite impedir sobrecostos importantes.

Implementación: Proveer las operaciones de mantenimiento de manera regular según las necesidades de los aparatos y/o instalaciones, (mensual, semestral o anual).

Ahorro potencial: Los sobrecostos debido a un mala estado de las instalaciones pueden ser de un 10% hasta un 40%.

4.2.3.3 Aire acondicionado

Verificar y ajustar el setpoint de aire acondicionado

Potencia → *Energía* ↓

Como se puede ver en la parte que trata del confort térmico, el setpoint se puede elevar hasta los niveles aconsejados. No obstante, en algunos casos cuando el hogar tiene una mala aislación a veces no se puede respetar los valores de setpoints aconsejados y el confort de los usuarios.

Los setpoints de aire acondicionado se puede modificar durante una corta de luz o un *reset* del aparato. También los usuarios pueden bajarlo por un día particularmente caloroso y olvidar ajustarlo al fin de este periodo.

Implementación: Verificar el setpoint de cada aire acondicionado

Ahorro potencial: Evitar sobre costo debido a un uso mayor innecesario.

Cortar de noche y durante periodo de ausencia

Potencia → *Energía* ↓

Refrescar su hogar durante periodo de ausencia no beneficia a nadie (ya que nadie está en la casa).

Implementación: Cortar el aire acondicionado de manera manual o automática durante periodos de ausencia.

Ahorro potencial: Disminución del consumo de calefacción hasta un 40%.

Mantenimiento

Potencia → *Energía* ↓

Se olvida muy a menudo el mantenimiento y la limpieza de los aparatos e instalaciones. Un mantenimiento regular permite impedir sobrecostos importantes.

Implementación: Proveer las operaciones de mantenimiento de manera regular según las necesidades de los aparatos y/o instalaciones, (mensual, semestral o anual).

Ahorro potencial: Los sobrecostos debido a un mala estado de las instalaciones pueden ser de un 10% hasta un 40%.

4.2.4 Aislación

Una casa bien aislada permite mejorar el confort térmico de sus ocupantes y también reducir las pérdidas. Una casa sin aislación tiene tendencia a tener una humedad más elevada, y también necesita más energía para satisfacer el confort de las personas que viven adentro.

ADEME (Agencia para el Ambiente y la maestría de la energía) muestra en un estudio que una casa etiqueta E va a consumir por año 1600€/año de más para la calefacción que una casa etiqueta A (mejor caso)³⁷. En Francia, se encontró ahora entre 7 y 8 millones de hogares calificado de “coladora térmica” que son etiquetas F o G.

Esta medida necesita que el usuario tiene un poder de inversión o que puede contar con ayuda del estado

Implementación: Obras de renovación de los hogares

Ahorro potencial: el ahorro va a depender del estado inicial y final de aislación. Sin embargo, el ahorro potencial en Francia parece más elevado, el número de *heating degree days* anual (horas con una temperatura inferior a 16°C) en Francia es en promedio sobre los últimos años de 2000, y en Argentina de 700³⁸.

4.2.5 Ventilación

La ventilación del aire de una casa permite la renovación del aire de las habitaciones para evitar la concentración de polución o de los olores. Una ventilación mecánica doble flujo usan el aire caliente que suelta para precalentar el aire ingresando. Así, se aprovecha del calor residual del aire saliendo, bajando las perdidas térmicas.

Esta medida es más fácil a integrar en una casa nueva, que durante la renovación de un hogar.

Un sistema denominado “pozo canadiense” puede ser combinado con una ventilación doble flujo. En este caso, el aire que ingresa en la casa pasa a través de una cañería entre 1.2 metro hasta 2 metros sobre el suelo para aprovechar de la temperatura del subsuelo a esta profundidad.

Implementación: Según los casos, integración en los planes de la casa durante la fase de diseño, o interacción en una casa ya construida.

Ahorro potencial: Ahorro de 10% al menos del consumo de calefacción. Repago de 5 años o menos.

4.2.6 Aparatos electrónicos domésticos

Por fin, los aparatos electrodomésticos se pueden cambiar al fin de sus vidas útiles por aparatos más eficientes. Como los LED revolucionaron la iluminación, las nuevas tecnologías de aparatos traen respuesta a la necesidad consumir menos para proveer la misma calidad de servicio.

La tecnología “inverter” usa variador de frecuencia para regular la velocidad de rotación de motores eléctricos. Así, permite bajar el consumo durante fase de utilización que no necesitan 100% del torque o de la velocidad disponible.

³⁷ ADEME. (2016). *Être écocitoyen à la maison*. [esp: Ser ecociudadano a la casa].

³⁸ Knoema (2017). Archivos Excel de los heating deegres days en acceso libre. <https://knoema.com/>

La modulación digítale tiene la misma función, pero al lugar de bajar la velocidad del motor la modulación va a cortar el motor encenderlo de vuelta. Se varía el trabajo del motor modificando el tiempo entre cada apagado y encendido.

Esta medida necesita que el usuario tiene un poder de inversión o que puede contar con ayuda del estado.

Verificar y ajustar el setpoint de la heladera

Potencia → *Energía* ↘

La temperatura aconsejada para una heladera es de 5°C.

Implementación: Verificar el setpoint de la heladera

Ahorro potencial: Una heladera consumo 5% más por grado de enfriamiento.

Cambiar por aparatos más eficientes

Potencia → *Energía* ↓

Al fin de la vida de un producto, se debe informarse sobre los productos que tiene una eficiencia mayor y/o

Ahorro potencial: Según las categorías de eficiencia de los aparatos

Mantenimiento

Potencia → *Energía* ↘

Todos los aparatos electrodomésticos necesitan mantenimiento. Lo más común es una operación de limpieza. Ejemplo: limpieza del condensador de la heladera y deshielo del freezer todos los 3 meses.

Implementación: Realizar operaciones de limpieza del electrodoméstico de manera regular

Ahorro potencial: caso de la heladera:

- Un condensador de heladera sucio puede generar un sobre consumo hasta 100%.
- Una capa de 1 cm de hielo en las paredes del freezer genera un sobre consumo de un 50%.

4.3 EE.EE en la industria.

En esta parte se estudia y se describen las medidas que permiten ahorrar energía en el sector industrial. Para ilustrarlas, se va a citar datos teóricos calculados para constructores o laboratorios y también de estudios y casos de éxito que fueron realizados para la empresa Green Building 4 All (GB4A), donde hice una pasantía. Participé en algunos de estos.

Las empresas clientes de GB4A son de diferentes sectores distintos: gran distribución (retail), automóvil, agroalimentario, textil.

Cada empresa y sectores tienen necesidades energéticas propias según los procesos que realizan y las tecnologías que utilizan. Así, un estudio de la matriz de uso energético no es viable para el sector industrial. Sólo es posible comparar el consumo entre empresas concurrentes que trabajan en la misma rama (benchmarking).

La aplicación de la eficiencia energética es por esta razón más complicada, porque se debe adaptar a cada caso. 2 plantas que producen el mismo producto pueden tener instalaciones eléctricas, de aire comprimido o de generación de vapor diferentes, y por eso una solución podría ser eficiente en un caso, pero no se podría implementar en otro.

Por lo tanto, es más complejo implementar un plano de eficiencia energética a la escala del sector industrial que a la escala del sector residencial. Sólo se puede normalizar el comportamiento de los usuarios: el uso racional de la energía. Eso se hace implementando políticas de ahorro energético en las empresas.

4.3.1 Procesos de refrigeración

Según EDF (Electricidad De Francia) un hipermercado (en Europa, la matriz de consumo en Argentina debería ser diferente) usan entre un 30% y un 40% de su energía para los procesos de frío alimentario. El frío es también un consumo importante en la industria agroalimentaria, mataderos...

Además de las medidas comunes tipo mantenimiento y ajuste del setpoint, se pueden implementar soluciones técnicas para mejorar el rendimiento de los procesos de refrigeración: Válvulas de expansión eléctrica, alto presión flotante, cambio por un compresor o un condensador de mayor eficiencia.

Verificar y ajustar el setpoint de la heladera

Potencia → *Energía* ↘

La temperatura aconsejada para una heladera es de 5°C.

Implementación: Verificar el setpoint de la heladera

Ahorro potencial: Una heladera consume 5% más por grado de enfriamiento.

Mantenimiento

Potencia → *Energía* ↘

Se olvida muy a menudo el mantenimiento y la limpieza de los aparatos e instalaciones. Un mantenimiento regular permite impedir sobrecostos importantes.

Implementación: Proveer las operaciones de mantenimiento de manera regular según las necesidades de los aparatos y/o instalaciones (mensual, semestral o anual).

Ahorro potencial: Los sobrecostos debido a un mala estado de las instalaciones pueden ser de un 10% hasta un 40%.

Válvulas de expansión electrónica

Potencia → Energía ↘

Las válvulas de expansión electrónica (VEE, EEV o ETV) tienen dos ventajas sobre las válvulas de expansión termostática (VET, TEV o TTV). Primero, usan un motor paso a paso que permite una grande velocidad de respuesta, y una precisión alta. Además, una VEE se instala con 2 sensores de presión y de temperatura a la salida del evaporador. Se permite así de arreglar el caudal de la válvula y reducir el consumo del grupo de frio.

Para tener el mejor ahorro, se aconseja de instalar la VEE con la instalación de un compresor con variación de velocidad o modulación digital.

Implementación: Diseñar e implementar la válvula en el sistema.

Ahorro potencial: VEE sola: 10% de ahorro según los estudios de proveedores³⁹.

Presión flotante

Potencia → Energía ↘

Los sistemas de baja o alta presión flotante permite regular la presión al nivel de los condensadores o de los evaporadores para reducir el trabajo que debe proveer el grupo de frio. Por ejemplo, a la noche no es necesario proveer al evaporador la misma cantidad de frio que durante la actividad comercial diurna.

Implementación: Instalación de un sistema de monitoreo de la alta-baja presión.

Ahorro potencial: 5% - 10%. Caso de estudio GB4A.

4.3.2 Compresores y energía neumática

El aire comprimido representa una parte importante de consumo eléctrico en las plantas. Los sistemas de compresión de aire son a menudo sobre dimensionado durante el diseño de las plantas. Algunos puntos simples permiten mejorar rápidamente la eficiencia de los compresores et de los circuitos de aire comprimido.

Reducir la presión de funcionamiento del compresor

Potencia ↘ Energía ↘

A menudo, la presión a la salida de los compresores está más elevada que la presión requerida la más alta que necesita las instalaciones de la planta.

Ahorro potencial: Disminuir de 1 bar permite un ahorro del 15%.

Ajustar la regulación de las válvulas

Potencia → Energía ↘

La presión en cada empalme tiene que estar adaptada al uso. Una presión demasiado alta puede dañar a herramientas. Un empalme con menos presión permite bajar el uso del compresor.

Fugas de aire comprimido

Potencia → Energía ↘

se estima una tasa de fuga del orden del 30% a 40% en los circuitos que no son inspeccionados con regularidad.

³⁹ Carel - Supercontrol (2017). *fuerte apuesta de carel por las válvulas de expansión electrónicas*. http://www.supercontrols.com.ar/_pdf/EEV.pdf

Ahorro potencial: Reducir el uso del compresor del valor de tasa de fuga del circuito de aire comprimido.

Caso de estudio de GB4A

Sector actividad del cliente: Automóvil

Tipo de edificio: Planta

Auditoria del circuito de aire comprimido de la planta.

Objetivo: Identificar las pérdidas y cifrar los ahorros potenciales del circuito de aire comprimido

Propuestas de mejora: Después del estudio del circuito de aire comprimido y del funcionamiento de los compresores de la planta, se propone algunas medidas de ahorro:

- Desbalanceo del uso de los diferentes compresores, el sistema de control actual no funciona bien.
- Setpoints de los compresores y de los reductores de presión no adaptado al uso.
- Fugas de aire.

Resultados: Ahorro mínimo de \$ 250.000 por año trabajando en:

- Revisión y reparación del sistema de control
- Reducción de la presión de set de los compresores
- Inspección y reparación de fugas

4.3.3 Recuperación de calor residual

La recuperación de calor residual permite utilizar la energía térmica que emiten varios procesos tanto para usar la directamente como energía térmica para la calefacción (precalentamiento de vapor o de ACS, redes de calor) tanto para transformar como energía eléctrica.

Un estudio de ADEME cifra a 17% la cantidad de energía perdida en calor residual, en flujos de una temperatura mayor a 100°C⁴⁰. Todavía según ADEME, 60% a 80% de la energía térmica está perdida⁴¹.

Cogeneración

El proceso de recuperación de calor lo más conocido es la cogeneración. Es un proceso de generación de electricidad que va a aprovechar a aprovechar 2 veces del calor que genera la combustión de un combustible fósil (generalmente gas). Eso permite pasar de un 35% de rendimiento a un 60% (o sea, un aumento de 70%).

⁴⁰ ADEME (2018). La récupération et la valorisation de chaleur (La recuperación y la valorización de calor). <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/lenergie-sites-industriels/procedes/dossier/recuperation-valorisation-chaleur/saviez>

⁴¹ ADEME (2017). La chaleur fatale Édition 2017 (El calor residual, edición 2017). ADEME. Disponible aquí : <https://nouvelle-aquitaine.ademe.fr/sites/default/files/chaleur-fatale-2017.pdf>

Generación de vapor

La generación de vapor que sirve en varios terrenos industriales (agroalimentario, textil, papeles y cartón, química, siderurgia) puede aprovechar del calor residual de los condensos para precalentar el agua que ingresa en la caldera o el generador de vapor.

Condensadores

En este estudio, se trata de recuperar el calor de los condensadores del sistema de frío comercial.

Caso de estudio de GB4A

Sector actividad del cliente: Gran distribución Tipo de edificio: hipermercado

Estudio de un sistema de recuperación de calor para la calefacción del agua.

Objetivo: Aprovechamiento del calor residual de condensación del sistema de frío comercial.

Observaciones: Se implementa un sistema de recuperación de calor en el condensador con el fin de calentar agua de vestuarios, baños y otros. El controlador posee la capacidad de controlar este sistema de recuperación.

Resultados:

- Ahorros consumo: son ahorros de producción de agua caliente: 50% a 80%.

4.3.4 Cañerías y red de calor

Las pérdidas en las cañerías representan 5% a 10% de la energía térmica perdida³⁷. Las pérdidas se pueden calcular usando tablas (ver Anexo 3) que dan las pérdidas por metros según el delta de temperatura entre el flujo que circula en el caño y su diámetro.

La realización de la aislación de la cañería de vapor y agua caliente permiten generar ahorros interesantes.

Ahorro potencial: reducción de un 60% hasta un 80% de las pérdidas térmicas de los circuitos de agua caliente o de vapor.

Caso de estudio de GB4A

Sector actividad del cliente: Textil

Tipo de edificio: Planta

Auditoria de la red de vapor de la planta.

Objetivo: Identificar las pérdidas y cifrar los ahorros potenciales de la red de vapor.

Observaciones durante la visita:

- La caldera funciona en un ciclo abierto, sin recircular condensado. El pre-calentamiento y el calentamiento se hacen a gas.
- Se encontraron muchas fugas de vapor.
- Son muchos tramos sin aislante.
- El vapor tiene una presión de casi 10 bar. Se puede estudiar una reducción de la presión operativa.
- Muchas cañerías del circuito secundario (empalmes) siguen transportando y perdiendo vapor, aunque las máquinas de dichas líneas estén fuera de servicio desde hace varios años.
- En el sector “estampado” se encuentran muchas fugas en el circuito de vapor (no había ningún uso de las maquinas alrededor). También se escuchó un ruido parecido a una cavitación en el circuito de vapor.

Estimaciones de los ahorros potenciales:

Oportunidad	Ahorro mínimo 2018	Repago
Alimentación de vapor en sectores innecesarios	\$ 400 000	< 3 meses
Funcionamiento no óptimo de la caldera	\$ 200 000	< 3 meses
Pérdidas de vapor	\$ 100 000	< 2 años
Cañerías de vapor no aisladas	\$ 100 000	< 3 años
Circuito de retorno de vapor sin aprovechamiento del calor	\$ 600 000	3-5 años
Control manual de la caldera	\$ 200 000	< 3 años

5 Resumen de las soluciones de eficiencia energética para Argentina y Francia

5.1 Hogares

En cualquier región del mundo, los Usos Racionales de la Energía (URE) deben ser aplicados por todos, para impedir desperdicios de recursos sea cual sea agua, minerales, electricidad o energía fósil.

Las medidas a implementar varían según las regiones del mundo. Por eso se debe desarrollar por cada país medidas distintas.

5.1.1 Argentina

En Argentina, se puede trabajar sobre la instalación en los hogares de **aparatos eficientes** (calefacción, refrigeración, heladeras, cocinas, ACS) y **Aislación**.

Sin embargo, los límites de estas medidas son los precios de aparatos eficientes que todavía son más altos que en otros mercados, y también la proporción de gente en capacidad de invertir en estos tipos de aparatos y obras. El desarrollo de la industria de producción de aparatos electrodomésticos permitiera una disminución de los precios. La creación de leyes para reglamentar la construcción de edificios se está reflexionando.

5.1.2 Francia

En Francia, la prioridad debe ser **el aislamiento** de los hogares y luego la instalación de **sistemas de calefacción eficientes**.

Un impulso (político, económico, social) debe ser dado para realmente lanzar una dinámica de renovación de los hogares. Hay ahora la necesidad en Francia de una empresa de coordinación de obra de renovación. También, el estado podría tomar medidas fuertes para orientar el país hacia una transición ecológica más rápida. Francia, como varios países (desarrollados) no respetan los compromisos que adoptaron durante la COP 21.

5.2 Industria

Las recomendaciones para la industria son casi la misma en cualquier lugar del planeta. Es decir que el consumo energético de las plantas depende primero de los procesos y de sus niveles respectivos de optimización y después de las condiciones climáticas como los hogares.

5.2.1 Argentina y Francia

5.3 Estrategia de abastecimiento

Estrategias políticas deben estar imponiendo al nivel nacional respetando su clima, su matriz actual de energía primaria y la de generación eléctrica, de los recursos que dispone un país, el estado del parque de hogares, su nivel de desarrollo, su industria.

La estrategia puede incluir el desarrollo de nueva forma de generación, un aumento del precio de la energía, obligaciones de renovación de los hogares (eventualmente subsidios), políticas urbanas, leyes y por supuesto reglamentación regional e/o internacional.

5.3.1 Argentina

En Argentina, varios puntos se pueden mejorar. Primero, el desarrollo del uso de los URE, todavía no tan aplicados. Las tarifas van a seguir subiendo, lo que va a obligar a la gente a cuidar más. Sin embargo, eso puede generar un empobrecimiento a corto plazo. El país ya está tratando de transmitir los URE a su población. Faltan algunos años, y también un esfuerzo más fuerte sobre la educación de la gente acerca del consumo de energía. Después, el uso y el cambio de antiguos aparatos electrodomésticos por aparatos más eficientes y después la aislación de los hogares (más costoso) deben estar apoyando.

Sobre el tema de la generación, recién Argentina está probando de bajar su consumo de combustibles fósiles líquidos aumentando su producción de nuclear, hidroeléctrico y también de carbón. Esa es una fase indispensable para el país para poder ahorrar y después tratar de invertir en soluciones de generación baja carbono.

También, es importante para el país de volver a un equilibrio financiero, y salir de las crisis que tocan su moneda. Si no, todos los esfuerzos para bajar el nivel de subsidio y mejorar su matriz energética no pueden lograr.

5.3.2 Francia

Las obras principales de transición energética en Francia tocan a los hogares y de su matriz de generación energética. El estado debe apoyar el aislacionamiento y la mejora de los sistemas de calefacción. Se podría o poner en lugar una política de subsidio, lo que va a costar mucho para el estado que ya tiene una tasa de deudamiento elevado, u obligar a los propietarios a hacer estas obras legislando o creando un sistema de multa.

Acerca de la generación de electricidad, la generación francesa de electricidad ya está baja carbono, en comparación con el promedio mundial. Sin embargo, La cierre de las plantas a carbón y a fuel oil – gas oil permitiría mejorar aún más la matriz. Después, la generación nuclear debe ser mejorada asegurada, y eventualmente disminuida a largo plazo a favor a las energías renovables.

6 Conclusiones

6.1 Conclusión general

La eficiencia energética no sólo se aplica en los hogares, pero se puede utilizar a varias escalas diferentes. Es más una filosofía de uso, una manera de mejorar el uso de energía y su dependencia a recursos fósiles. También la eficiencia energética siempre trae ahorros económicos que permiten de hacerla viable, de enfocar todos sus impactos positivos.

Sin embargo, varias facetas de la eficiencia energética no fueron desarrolladas en este proyecto. El borrado energético (*peak shaving*) permite reducir la demanda de potencia instantánea, para cambiar una curva de demanda de potencia y/o de energía con muchas variaciones a una curva más plana.

Las redes inteligentes (*Smart grid* y *Smart city*) usan este principio, y también la posibilidad de monitorear en vivo la generación eléctrica según la demanda de los consumidores.

El eco-diseño, la manera de diseñar productos que usan menos recursos y los *Low tech* (Jugaad-jagaad, manera de producir aparatos vitales con objetos básicos) son también terrenos que se puede desarrollar.

Tenemos mucho a aprender de los diseños simples que se encuentran en la página web del *Lowtechlabs* un grupo de viajeros que identifican y listan todas las soluciones que ven a través del mundo.

Finalmente, la sobriedad energética, es la idea de volver a soluciones más simples, que menos tecnología, con más sencillos a veces. Eso es un tema muy interesante porque tiene un potencial gigante, pero también es complicado porque va a cambiar nuestras costumbres, pueda hacer disminuir nuestro confort lo que sería problemático, porque cada uno no quiere ver su confort retroceder.

Todavía mucho queda a hacer en el terreno de la eficiencia energética y del ahorro de recursos. Una margen de evolución importante está al alcance de la mano.

6.2 Conclusión personal

Estudiar la eficiencia energética durante los 6 meses de la duración de mi proyecto realmente me apasionó. Este tema está realmente anclado en la realidad de la sociedad, es un tema de futuro. Durante mi pasantía, descubrí la profesión que quiero ejercer para los próximos años. Reducir el consumo energético de los clientes permite ayudarlos a lograr sus transiciones energéticas, y también tiene un impacto directo sobre el cambio climático.

La eficiencia energética es un tema muy amplio. Según yo, es imposible dominarlo completamente en 6 meses. Además, tienen retos a la escala macro comunes con la economía, el abastecimiento de energía, la generación de electricidad, la sociología y también desafíos técnicos muy avanzados en electrónica, energética...

Así que debo seguir aprender, informarme para tener un día una visión global de esta problemática.

Bibliografía utilizada

- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014, informe de síntesis*. Resumen para responsables de políticas.
- Datos ADEME (Agencia de Medioambiente y Control de la Energía (Francia)):
 - o ADEME (mayo 2016). *Estar un eco-ciudadano*. Informe oficial ADEME.
 - o ADEME (2018). La récupération et la valorisation de chaleur (La recuperación y la valorización de calor). <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/lenergie-sites-industriels/procedes/dossier/recuperation-valorisation-chaleur/saviez>
 - o ADEME (2017). *La chaleur fatale* Édition 2017 (El calor residual, edición 2017). Disponible aquí : <https://nouvelle-aquitaine.ademe.fr/sites/default/files/chaleur-fatale-2017.pdf>
- Agencia federal de la energía suiza (OFEN)
- Agencia federal del ambiente suiza (OFEV)
- indexmundi.com, precio del barril (Brent-WTI-Fatéh) y la relación barril/MMBTU precio de la tonelada de carbón, y la relación tonelada/MMBTU.
- Geoffrey Barraclough (1973). *Introducción a la Historia Contemporánea*. Editorial Gredos, Madrid.
- Jancovici, J-M. (2015). *Dormez tranquilles jusqu'en 2100 [esp: Dormen tranquilo hasta 2100]* Edition Odile Jacob.
- Página web J M Jancovici (2015). *Combien suis-je un esclavagiste? (¿Cuánto soy un esclavista?)*. Artículo disponible sobre la página web: jancovici.com (fr)
- Página web J M Jancovici (2014). *Citations de personnes influentes (Citas de personas influentes)*. Artículo disponible sobre la página web: jancovici.com (fr)
- Lazard (2015). *Levelized cost of energy analysis 9.0*. Lazard study.
- CAMMESA. (2017) *Gráfico de comparación entre costo monómico de la energía y precio monómico de la energía*.
- Factores de carga (página fr). *Wikipedia*: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Facteur_de_charge_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Facteur_de_charge_(%C3%A9lectricit%C3%A9))
- Energie Plus (no fecha). *Rendement des éoliennes (Rendimientos de los aerogeneradores)*: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16657#c20372>
- BP Statistic (2017). *Statistical review 2017* : <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>
- International Energy Agency (2017). *Key World Energy Statistics 2017*. IEA Colection
- Energía de mi país (2015). *Matriz energética de Argentina*. Página web: energiademipais.educ.ar
- Ministerio de la economía y de la finanza francés (2016). *le secteur de l'énergie en Argentine (El sector de la energía en Argentina)*. https://www.tresor.economie.gouv.fr/Ressources/13201_le-secteur-de-lenergie-en-argentine
- Cronista (2018). *Sube la luz a hogares*. Disponible aquí: www.cronista.com
- MINEM (mayo 2016). *Presentación RenovAr mayo 2016*.
- S. Gil (2017). *Eficiencia energética y desarrollo sostenible*. Presentación ITBA 11-2017.
- Conseil Thermiques (2017). *Comparatif des différents types d'ampoules (Comparación de los diferentes tipos de bombillas)*. https://conseils-thermiques.org/contenu/comparatif_ampoule_incandescence_fluocompact_halogene_led.php
- Energie Plus (2015). *Climograma – zona de confort higrotérmico*. página web: www.energieplus.be

- Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
- Knoema (2017). Archivos Excel de los heating deegres days en acceso libre. <https://knoema.com/>
- Carel - Supercontrol (2017). *fuerte apuesta de carel por las válvulas de expansión electrónicas*. http://www.supercontrols.com.ar/_pdf/EEV.pdf
- Stevens, F. (director y productor), Monroe, M. (writer), Di Caprio, L. (co productor y narator) (2016). *Before the Flood*.

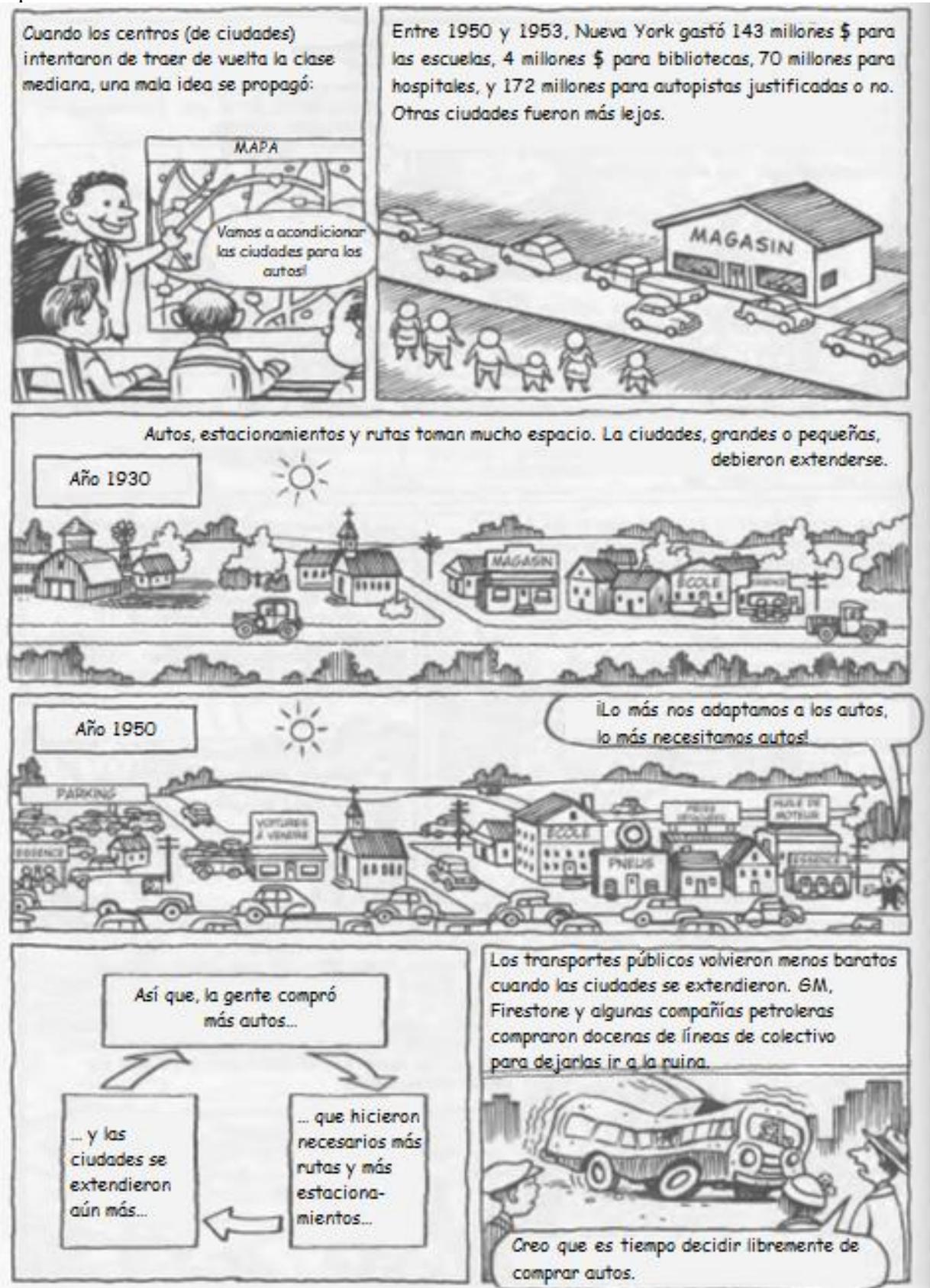
Bases de datos utilizados para calcular y crear gráficos:

- Banco Mundial,
- CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico),
- FMI (Fondo Monetario Internacional),
- INDEC (Instituto Nacional De Estadística y Censos de la República Argentina),
- Tasa oficial ARS USD,
- RTE (Red de Transporte Eléctrico (Francia)),
- EDF (Electricidad De Francia),
- BP statistics,
- IAE (Agencia International para la Energía).

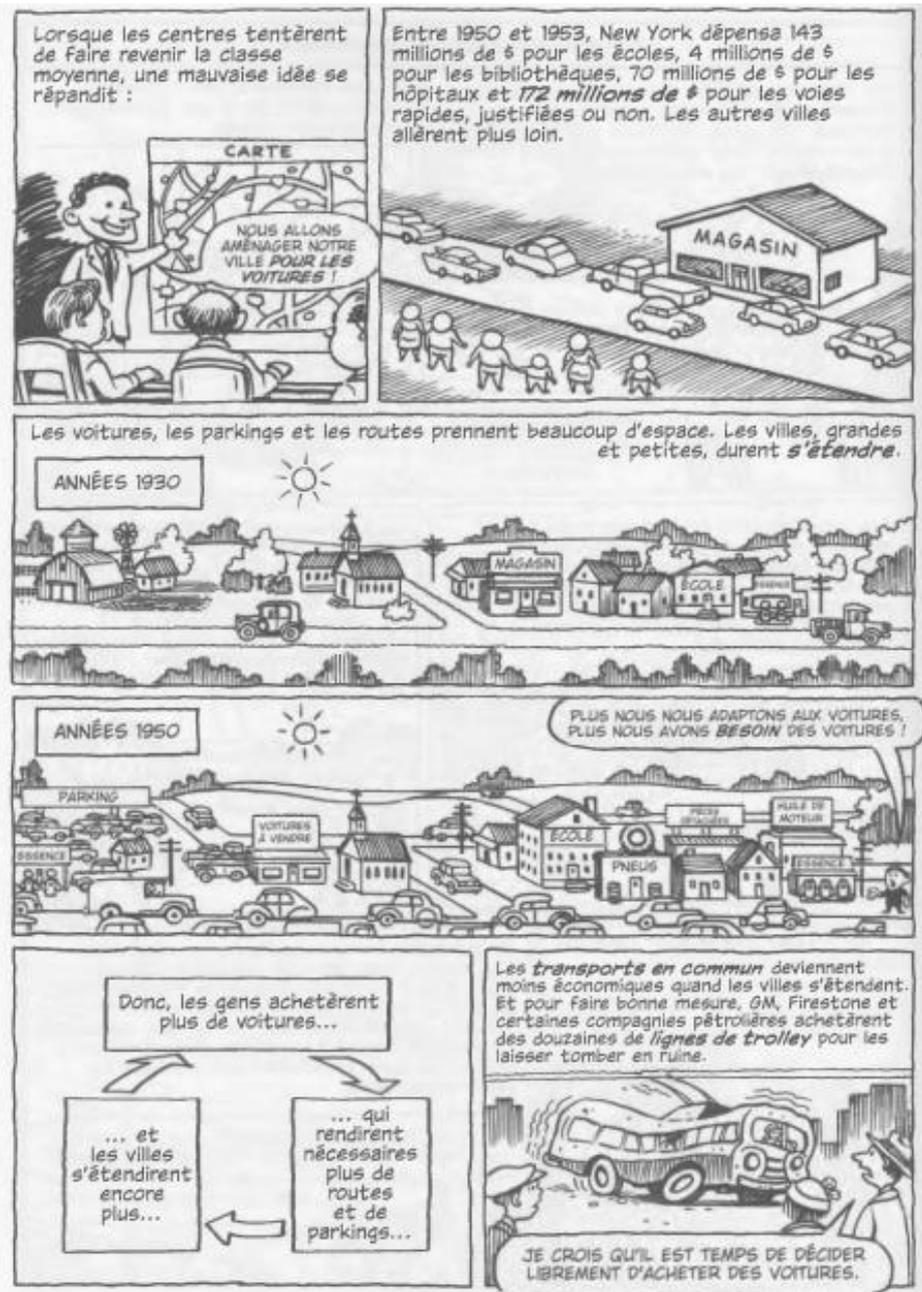
Anexos

Anexo 1 a: Extrato de <i>Economix</i> , traducido del francés.....	I.
Anexo 1 b: Extrato de <i>Economix</i> , versión francesa y traducción española.....	II.
Anexo 2: Citas originales en inglés de la parte 1.4. Dependencia energética.....	III.
Anexo 3: Tabla de cálculo de las pérdidas en cañerías sin aislante.....	IV.
Anexo 4: <i>Evolución de las reservas políticas y técnicas</i>	V.

Annexo 1 a: M. Goodwin D. E. Burr (2013). *Economix. Cómo funciona la economía (y cómo no) en palabras e imágenes*. Lunwerg Editores. (versión francesa) pagina 148. Traducido en español.



Annexo 1 b: M. Goodwin D. E. Burr (2013). *Economix. Cómo funciona la economía (y cómo no) en palabras e imágenes.* Lunwerg Editores. (versión francesa) pagina 148.



Traducción:

1. Cuando los centros (de las ciudades) probaron de traer de vuelta la clase mediana, una mala idea se propagó: 2. ¡Vamos a acondicionar las ciudades para los autos!
1. Entre 1950 y 1953, Nueva York gastó 143 millones \$ para las escuelas, 4 millones \$ para bibliotecas, 70 millones para hospitales, y 172 millones para autopistas justificadas o no. Otras ciudades fueron más lejos.
1. Año 1930 2. Autos, estacionamientos y rutas toman mucho espacio. La ciudades, grandes o pequeñas, debieron extenderse.
1. Año 1950 2. ¡Lo más nos adaptamos a los autos, lo más necesitamos autos!
1. Así que, la gente compró más autos... 2. ... que hicieron necesarios más rutas y más estacionamientos... 3. ... y las ciudades se extendieron aún más...
1. Los transportes públicos volvieron menos baratos cuando las ciudades se extendieron. GM, Firestone y algunas compañías petroleras compraron docenas de líneas de colectivo para dejarlas ir a la ruina 2. Creo que es tiempo decidir libremente de comprar autos.

Anexo 2: Citas originales en inglés de la parte 1.4. Dependencia energética

“Four of the last five global recessions were preceded by [an oil shock]. Yet the recent spike in oil prices doesn’t seem to get any credit for what’s happening to the world economy now. That’s odd because it should.”

Jeff Rubin and Peter Buchanan (CIBC World Markets). *What’s the Real Cause of the Global Recession?* Octubre 2008, acerca al *oil shock* que preceda la crisis de 2009.

“What [this report] outlines (...) is that we have entered a period of deep uncertainty in how we will source energy for power, heat and mobility, and how much we will have to pay for it.”

Richard Ward (CEO, Lloyd’s). Lloyd’s 360° risk insight, julio 2010

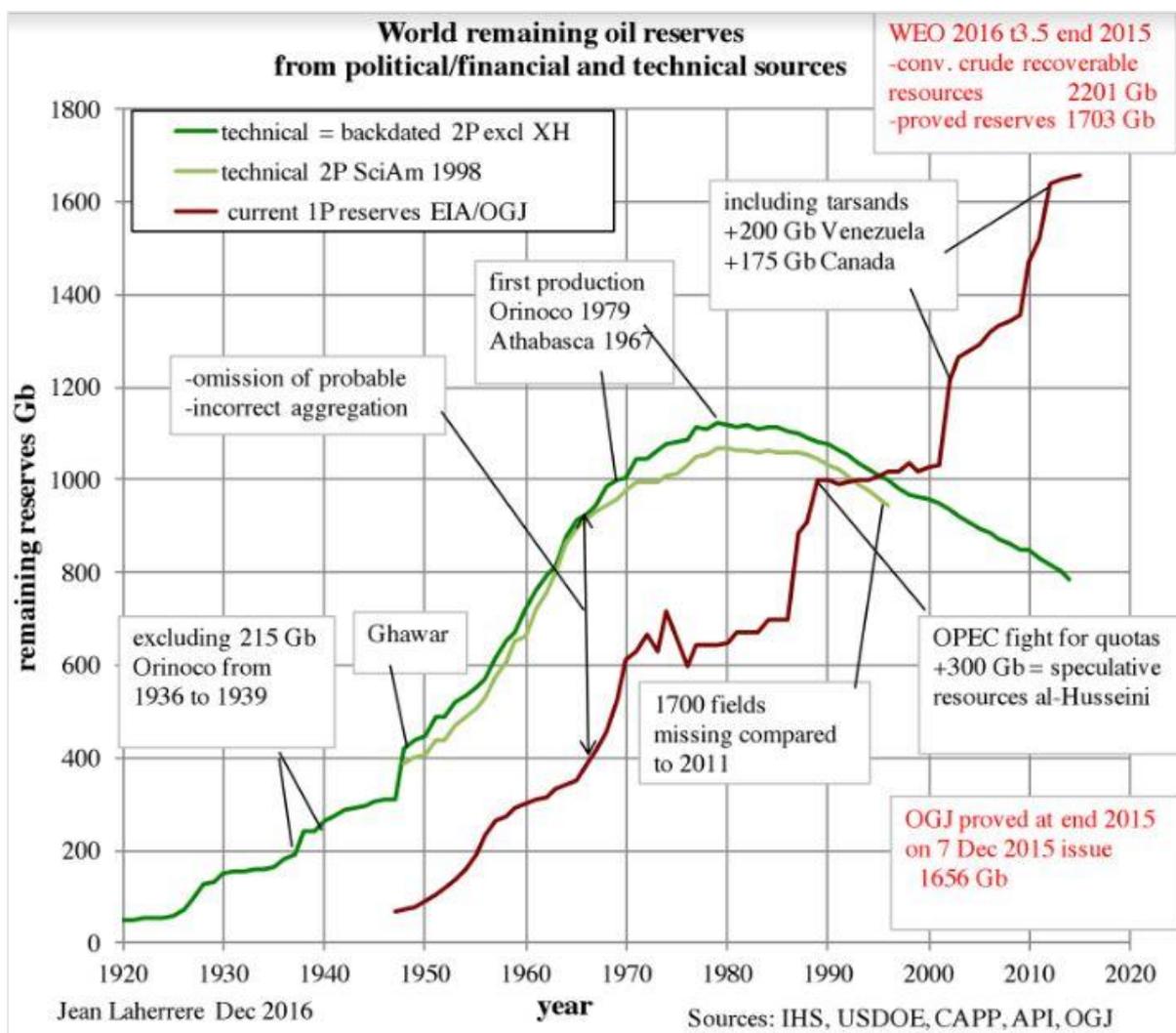
“We are heading towards a global oil supply crunch and price spike”

Citación del informe, cuya habla Ward.

“Our analysis of the current evidence suggests that world oil production from conventional sources could peak during the period 2010 to 2020.”

International Energy Agency. *World energy outlook*, 1998 edition.

Anexo 3: Evolución de las reservas políticas y técnicas. Campbell y Laherrere (Datos 2015).



Anexo 4: Tabla de cálculo de las pérdidas en cañerías sin aislante.

Tabla 7 Emisiones de calor en las tuberías

Diferencia de temperatura entre vapor y aire °C	Tamaño do tubería									
	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm	150 mm
	W/m									
56	54	65	79	103	108	132	155	188	233	324
67	68	82	100	122	136	168	198	236	296	410
78	83	100	122	149	166	203	241	298	360	500
89	99	120	146	179	205	246	289	346	434	601
100	116	140	169	208	234	285	337	400	501	696
111	134	164	198	241	271	334	392	469	598	816
125	159	191	233	285	285	394	464	555	698	969
139	184	224	272	333	333	458	540	622	815	1 133
153	210	255	312	382	382	528	623	747	939	1 305
167	241	292	357	437	437	602	713	838	1 093	1 492
180	274	329	408	494	494	676	808	959	1 190	1 660
194	309	372	461	566	566	758	909	1 080	1 303	1 852

Nota: Emisión de calor en tuberías horizontales sin protección con temperatura ambiente entre 10°C y 21°C y aire en calma.

Perdida de calor de una cañería en acero no aislada en [W/m]										
DN [mm]	10	15	20	25	32	40	50	62	80	100
Diam [inch]	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
T_{agua} T_{aire}:										
20°C	11	13	17	21	26	30	38	47	55	71
40°C	22	29	36	45	57	65	81	101	118	152
60°C	36	46	58	73	92	105	130	164	191	246
80°C	52	67	84	105	132	151	188	236	276	355

Las pérdidas caloríficas de cañerías enterradas son más débiles que en el aire, en promedio de un 10% hasta un 35%.