



*Tendencias en el tratamiento
Integral de Aguas Residuales*

Congreso Internacional Ambiental Manizales

*“Tendencias en el tratamiento integral de
aguas residuales”*

Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017



Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Universidad[®]
Católica
de Manizales



"Vigilante Resucitado"



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES



UNIVERSIDAD DE CALDAS
LUMINA SPESUO[®]



Generación de energía eléctrica: Efectos, tendencias y responsabilidad en el uso de recursos



Congreso Internacional Ambiental
Manizales, Septiembre 21 de 2017



CONTENIDO

1. La generación de energía eléctrica
 - Premisas básicas
2. Fuentes primarias de energía eléctrica
 - La energía eléctrica se produce por la conversión de una energía en otra
3. Producción y consumo de energía por fuente en el mundo
 - Efectos de cambio climático
4. Producción de energía en Colombia por fuente
 - Efectos de cambio Climático
5. Como afecta el cambio climático la generación de energía en Colombia
6. Caso CHEC
 - ¿Qué hace la CHEC para contrarrestar estos efectos?
 - Acciones para disminuir los efectos del cambio climático



Energía Eléctrica



La energía eléctrica no está disponible en la naturaleza para su aprovechamiento directo e inmediato por el hombre, por tanto, esta debe ser producida

La generación de energía eléctrica se logra mediante la conversión de una fuente de energía primaria en electricidad:

Energía cinética del agua aprovechada en las caídas. Hidroeléctricas

Energía calorífica de los combustibles fósiles. Térmicas (vapor o gas)

Energía cinética del viento. Eólicas

Energía lumínica del sol. Fotovoltaicas

Energía cinética de las mareas. Mareomotriz

Energía calorífica de la biomasa. Térmicas (vapor)

Energía calorífica de la desintegración del núcleo del átomo. Nucleares (vapor)

Energía calorífica del interior de la tierra. Geotérmicas (vapor)

Las únicas fuentes que no están asociadas a la energía del sol son la del calor del interior de la tierra y la desintegración del núcleo de los átomos.



Almacenamiento de la energía



La energía eléctrica es producida al momento de ser demandada y no puede almacenarse como energía eléctrica en grandes cantidades. Lo que se puede almacenar son las fuentes primarias:

Agua en los embalses
Combustibles fósiles en la tierra
Combustible nuclear
Biomasa

La disponibilidad del agua esta relacionada con el cambio y la variabilidad climática, por esto, la firmeza o capacidad de tener energía en cualquier circunstancia debe considerar fuentes almacenables diferentes al agua.



Energía Eléctrica



La humanidad está ávida de energía

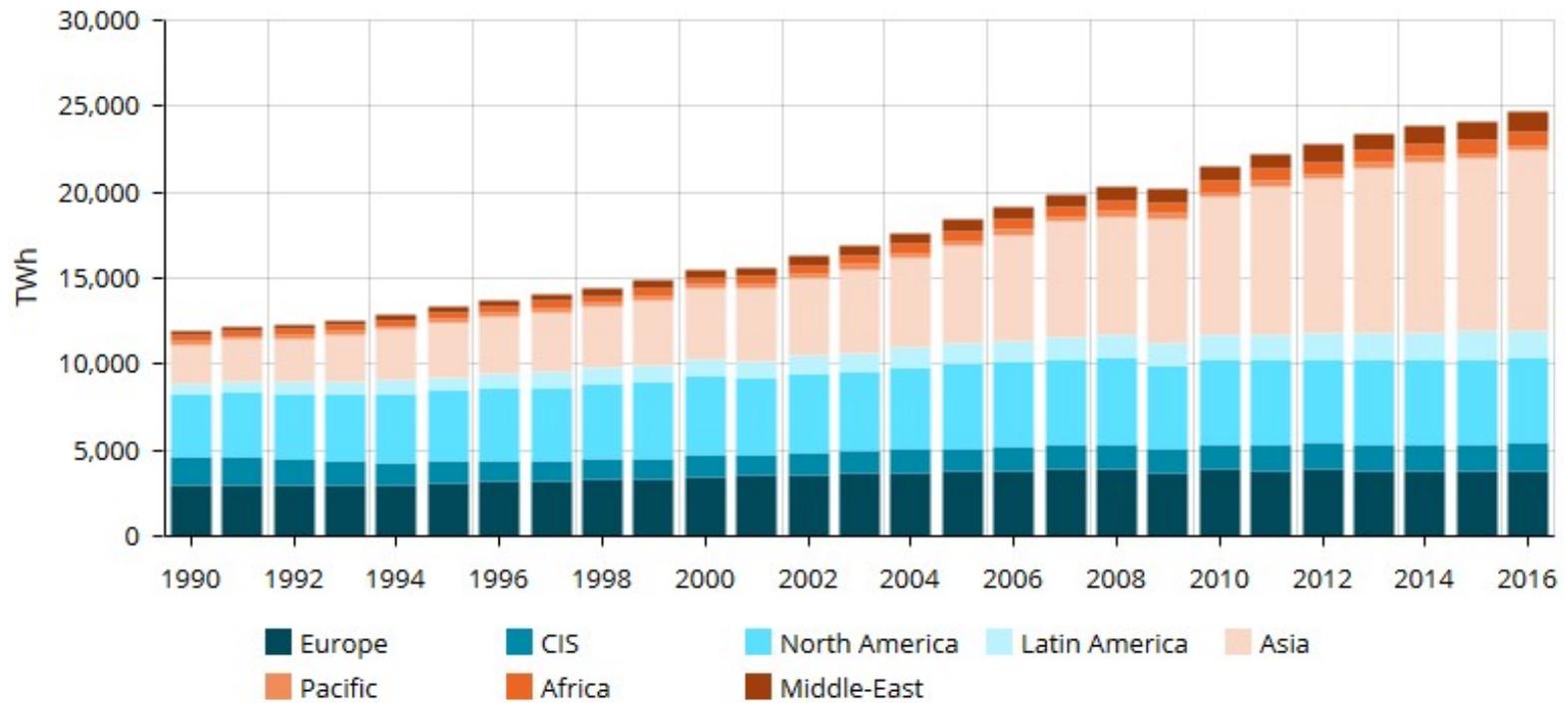


Figura 1. Producción mundial de electricidad

<https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>

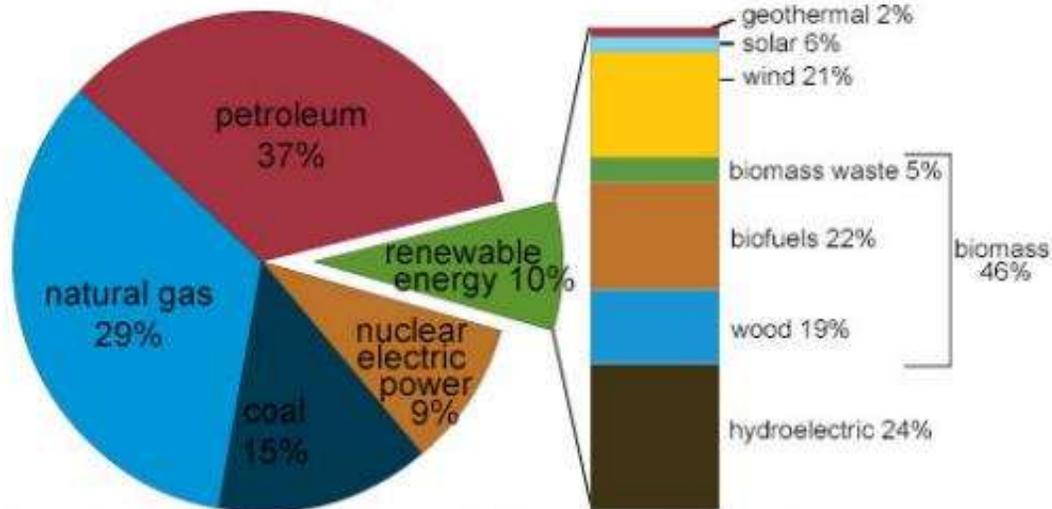


Energía por fuente en USA



U.S. energy consumption by energy source, 2016

Total = 97.4 quadrillion
British thermal units (Btu)



Note: Sum of components may not equal 100% because of independent rounding.

Source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, Table 1.3 and 10.1, April 2017, preliminary data



Figura 2. Generación de electricidad EEUU

<https://www.eia.gov/>



Generación en Colombia por fuente

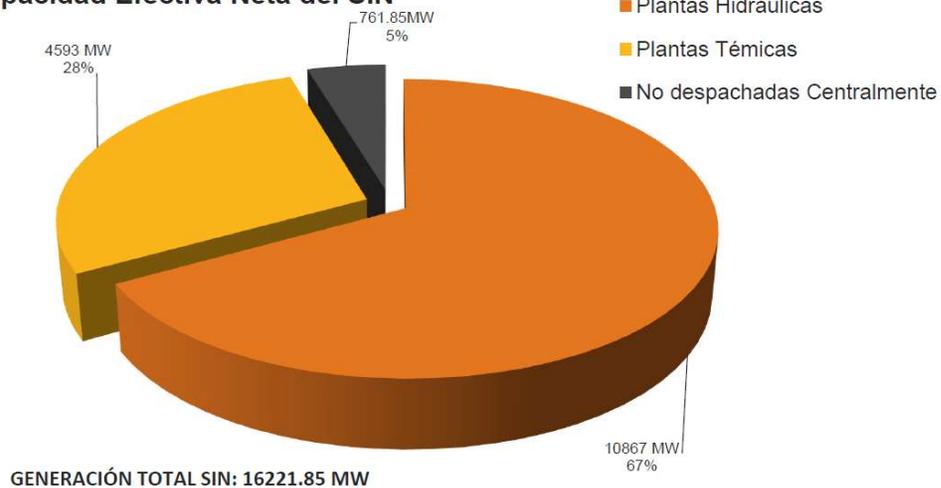


Año típico sin fenómeno del Niño



Generación de Energía Eléctrica

Capacidad Efectiva Neta del SIN



Fuente: www.xm.com.co

Todos los derechos reservados para XM. S.A.E.S.P



filial de isa

Figura 3. Consumo en Colombia
<http://www.xm.com.co/Paginas/Home.aspx>



Generación en Francia por fuente

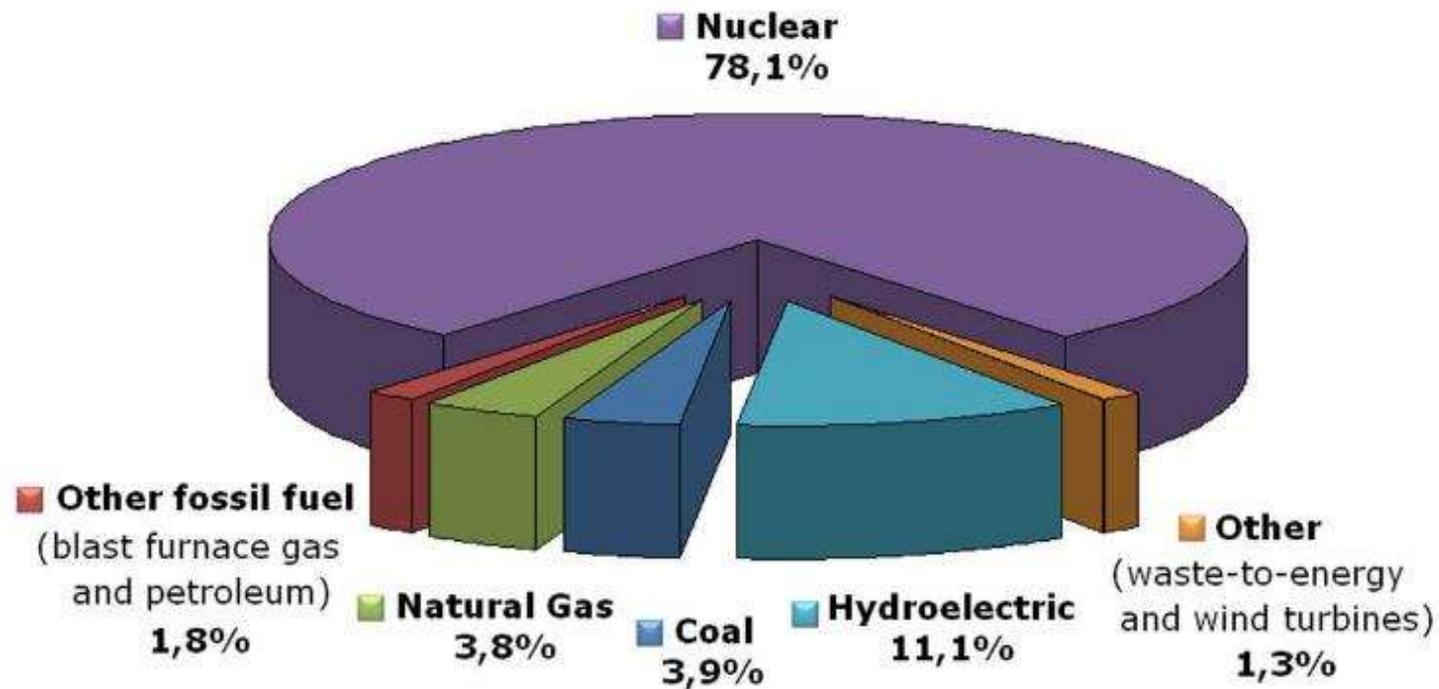


Figura 4. Generación en Francia por fuente
"DGEMP / Observatoire de l'énergie (April 2007). "L'Electricité en France en 2006 : une analyse statistique." (PDF) (in French). Retrieved 2007-05-23.



Generación en Noruega por fuente



Tabla 1. Generación por fuente en Noruega

<http://www.ssb.no/en/energi-og-industri/statistikker/elektrisitetaar/aar/2015-03-25#content>

Electricity balance. Annual. GWh.			
	2013	Share	Per cent
			2012 - 2013
Production, total	133 975	100.0	-9.3
Hydro power production	128 699	96.1	-9.9
Thermal power production	3 395	2.5	1.1
Wind power production	1 881	1.4	21.5
Imports	10 135		141.9
Exports	15 140		-31.2
Gross consumption	128 970		-0.7
Pump storage use and other own consumption	1 406		-32.9
Loss and statistical difference	8 024		-11.8
Net consumption	119 540	100.0	0.7
Mining and manufacturing etc.	51 928	43.4	0.4
Services etc.	26 647	22.3	0.0
Private households and agriculture	40 965	34.3	1.5



Proyección del consumo por fuente

Figure 2. World energy consumption by energy source
quadrillion Btu

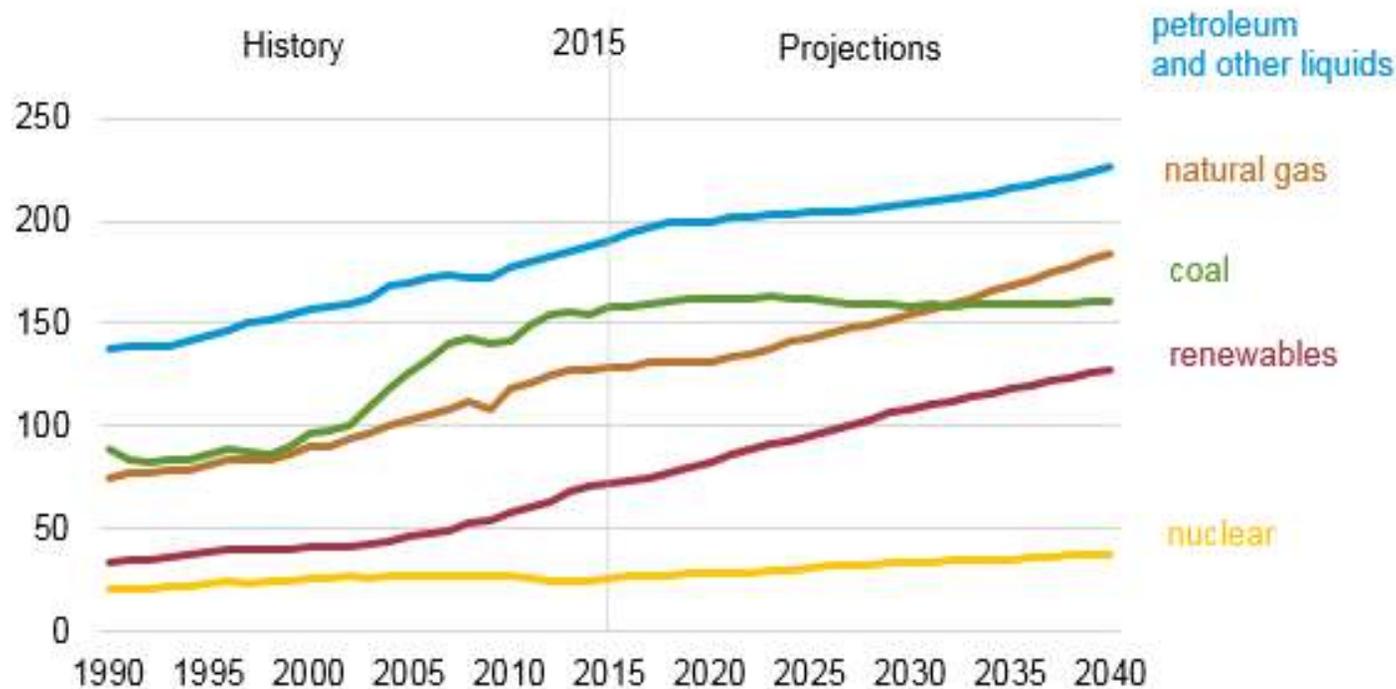


Figura 5. Proyección de la demanda por fuente. CPP: Clean Power Plant
<https://www.eia.gov/>



Proyección de la generación por fuente

Figure 1-6. World net electricity generation by energy source, 2012–40

trillion kilowatthours

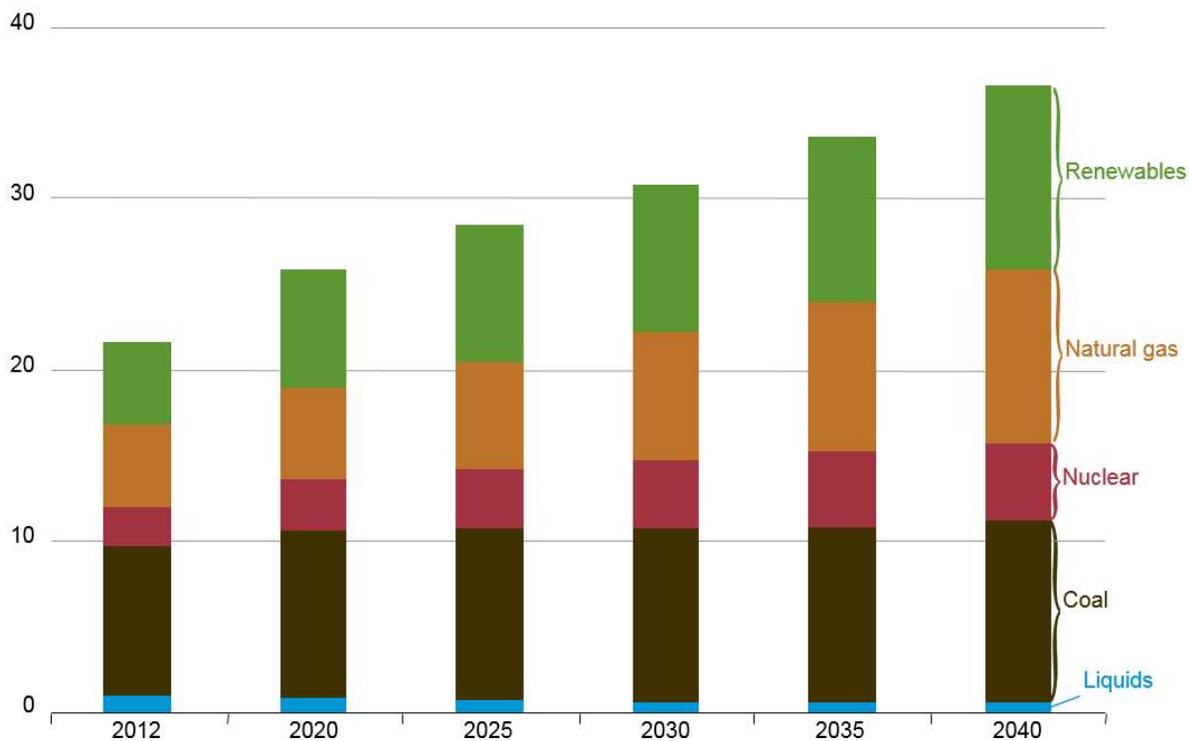


Figura 6. Proyección de la generación por fuente
<https://www.eia.gov/>

Proyección de la generación por fuente renovable

Figure 1-7. World net electricity generation from renewable energy sources, 2012 and 2040

trillion kilowatthours

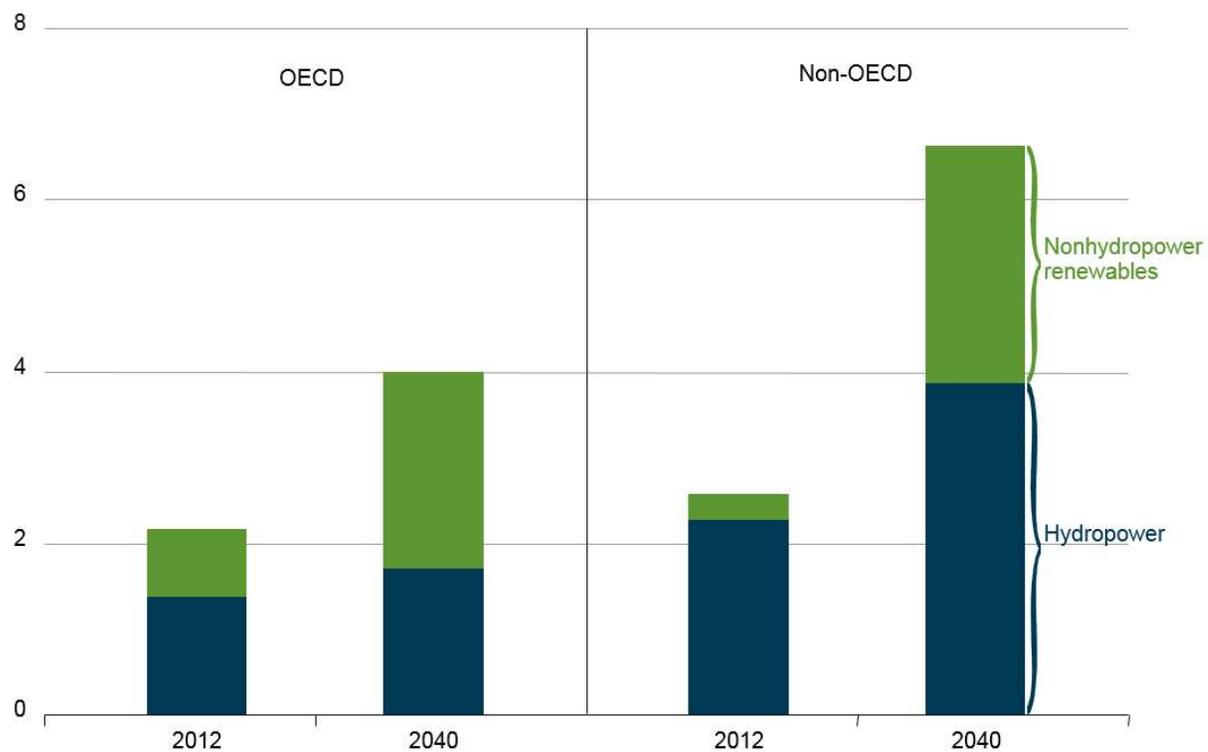


Figura 7. Proyección de la generación por fuente renovable
<https://www.eia.gov/>



Proyección de la generación nuclear

Figure 1-8. World nuclear electricity generation capacity by region, 2012 and 2040
gigawatts

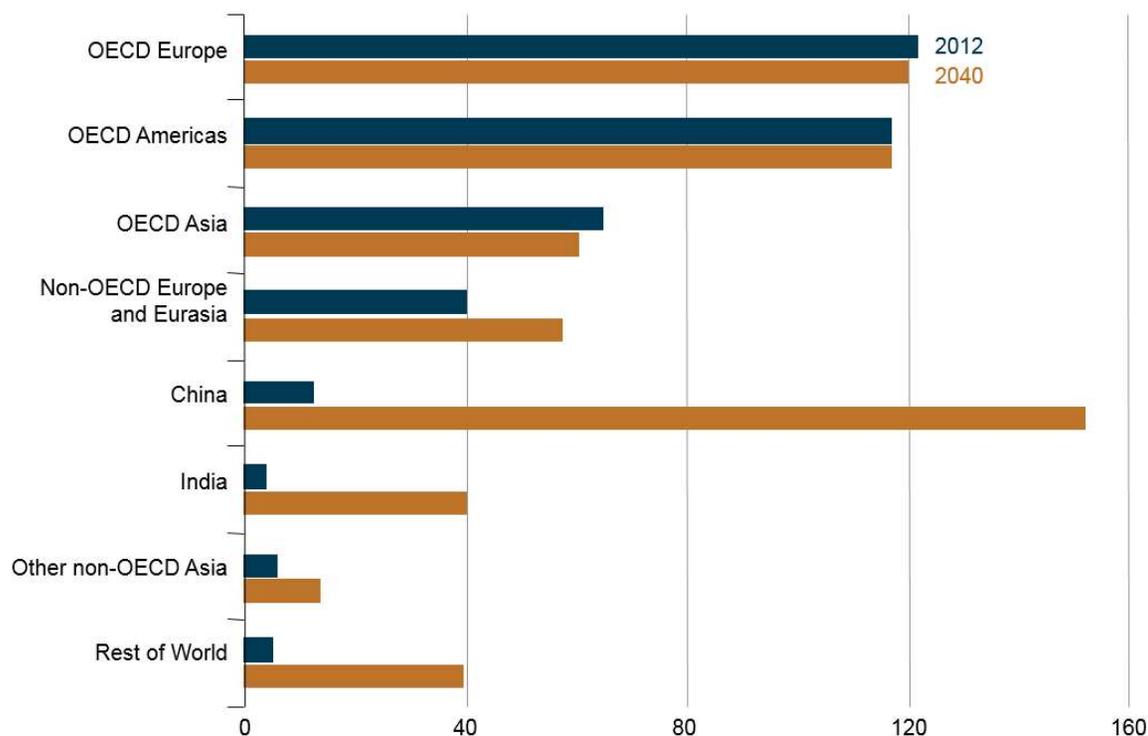


Figura 8. Proyección de la generación nuclear
<https://www.eia.gov/>



Emisión de CO₂ por fuente

Lifecycle greenhouse gas emissions by electricity source.^[18]

Technology ◆	Description ◆	50th percentile (g CO ₂ /kWh _e) ◆
Hydroelectric	reservoir	4
Wind	onshore	12
Nuclear	various generation II reactor types	16
Biomass	various	18
Solar thermal	parabolic trough	22
Geothermal	hot dry rock	45
Solar PV	Polycrystalline silicon	46
Natural gas	various combined cycle turbines without scrubbing	469
Coal	various generator types without scrubbing	1001

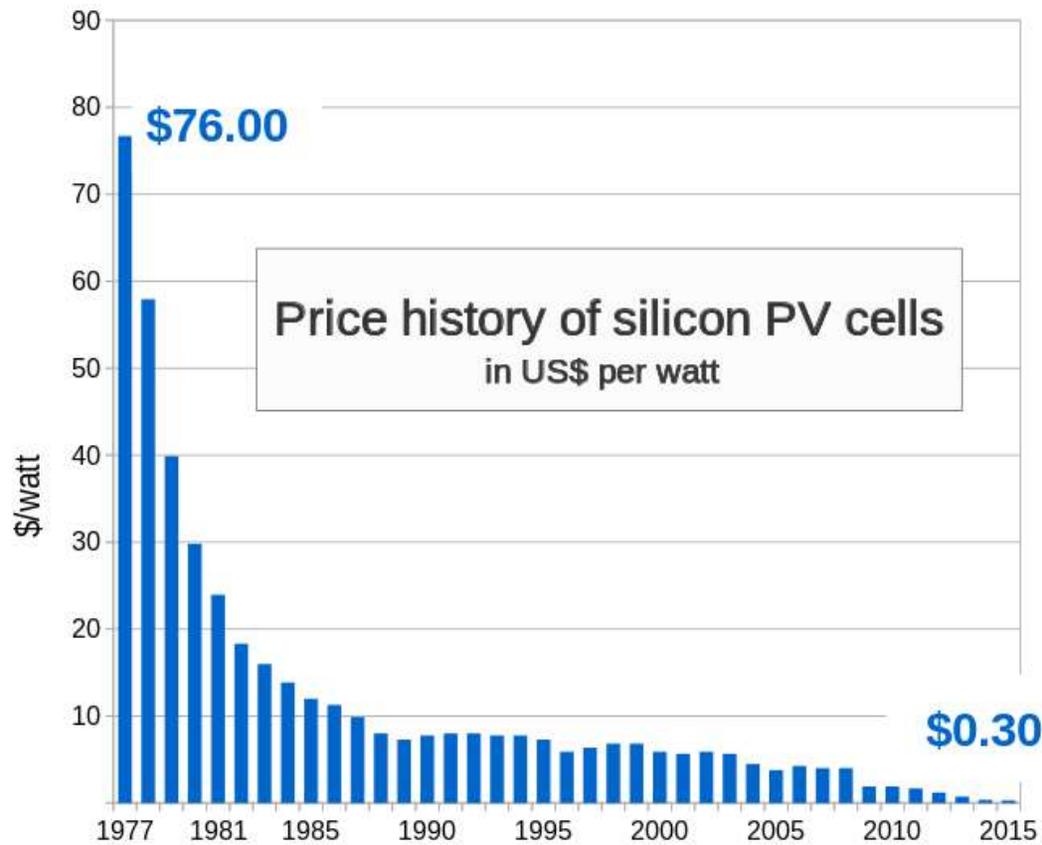


Figura 9. Emisión de gases por efecto invernadero

http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Annex_II.pdf see page 10 Moomaw, W, P. Burgherr, G. Heath, M. Lenzen, J. Nyboer, A. Verbruggen, 2011: Annex II: Methodology. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.



Precios de celdas fotovoltaica



Source: Bloomberg New Energy Finance & pv.energytrend.com

Figura 10. Precios de energía fotovoltaica



Factor de planta

Figure 5-9. Average annual capacity factors for electricity generators by IEO region and energy source, 2008–12 percent

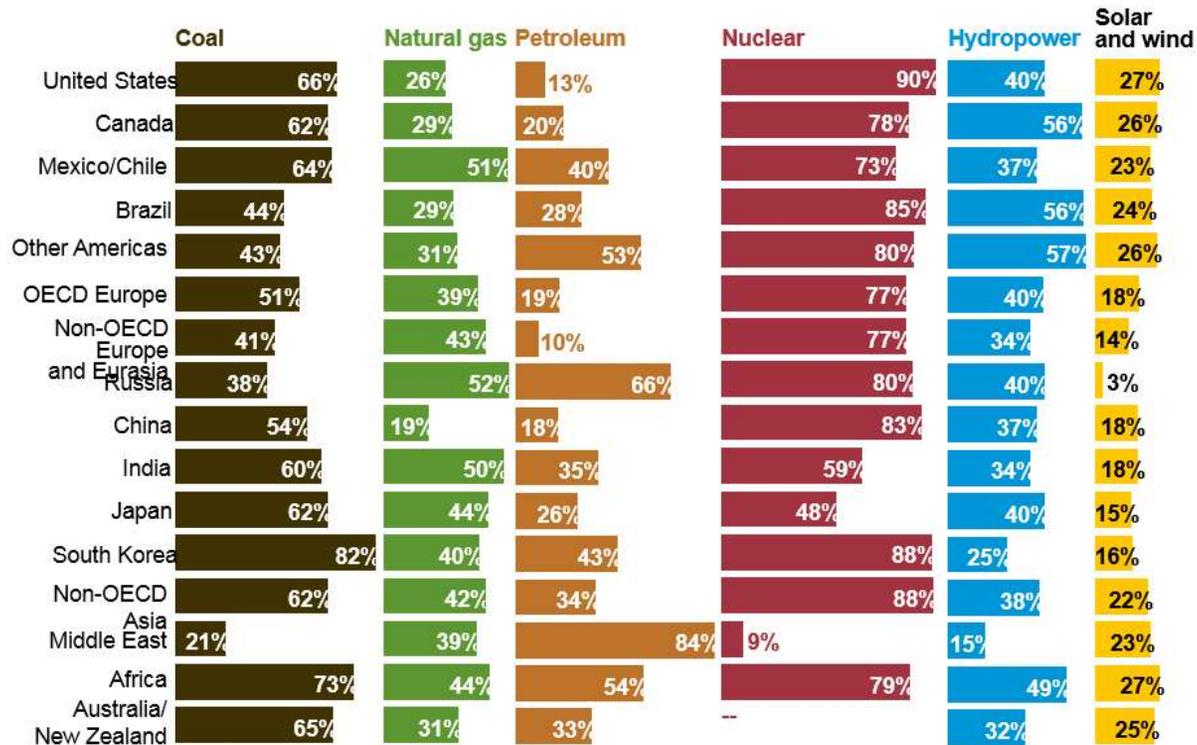


Figura 10. Factor de planta
<https://www.eia.gov/>



EL TRILEMA ENERGÉTICO DEL WEC



El World Energy Council (WEC), o Consejo Mundial de Energía, organización que agrupa 92 naciones planteó lo que han denominado el “Trilema Energético”, el cual se refiere a cómo desarrollar suficiente energía confiable, accesible económicamente y sustentable para atender la creciente demanda mundial.

- ✓ Hay 1.500 millones de personas sin servicio de electricidad
- ✓ Se estima que para el año 2050, los combustibles fósiles serán entre el 59% y el 77% de la energía primaria. Hoy esa participación es del 90%
- ✓ Se estima que las FRNC pueden crecer un 50% al año 2050
- ✓ Hoy, en el mundo, los combustibles fósiles parecen ser los que ofrecen mas confiabilidad y accesibilidad, pero no son sustentables



Cambio Climático / Generación hidroeléctrica - Colombia

- ✓ En Colombia, tal como se observó en la gráfica correspondiente, la generación hidráulica representa un 67% de la capacidad instalada, una demanda de 10867 MW frente a una capacidad de 16221, en los últimos años por efectos de la Variabilidad Climática y el Cambio Climático se han registrado disminuciones en la generación hidráulica hasta del 30%.
- ✓ La variabilidad climática representada en un aumento progresivo de la temperatura (calentamiento global) y en el creciente número y la severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, el cambio de los factores de precipitación (fenómenos El Niño y La Niña), necesariamente afectan la producción y el suministro de energía hidroeléctrica, especialmente en temporadas del fenómeno de El Niño.



Cambio Climático / Generación hidroeléctrica - Colombia

En Colombia las centrales y equipos de generación hacen parte del Sistema Interconectado Nacional SIN, y se opera bajo un modelo de despacho centralizado constantemente vigilado, que permite tomar decisiones en el momento en que la demanda de energía supere la energía hidráulica disponible a corto plazo (niveles de embalse), declarándose en alerta, situación que se presenta generalmente cuando ocurren fenómenos como El Niño.

Para normalizar la situación se enciende el “parque térmico” por lo menos hasta que las reservas hídricas sean mayores al 90% de la demanda energética.



Cambio Climático / Generación hidroeléctrica - Colombia



2 Plantas hidráulicas mayores



5 Plantas hidráulicas menores



1 Planta térmica (a gas) mayor

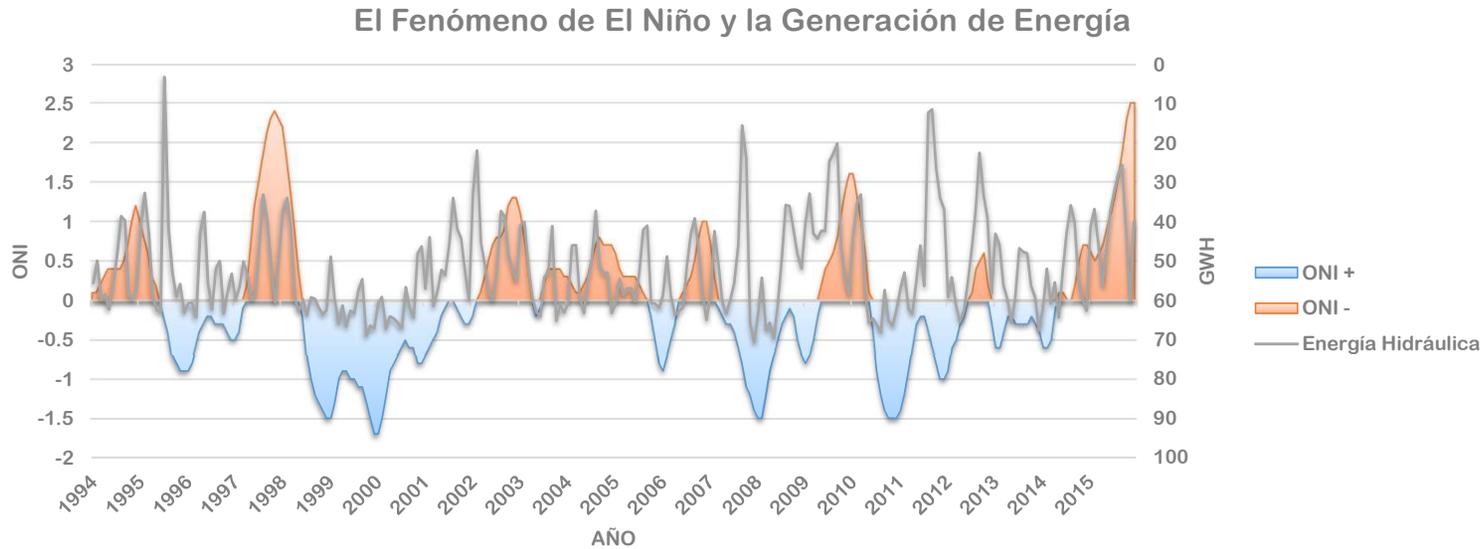


- Capacidad efectiva de generación de **235,42 MW**.
- Representan el **1,67%** de la capacidad instalada del país.
- **6** fuentes hídricas abastecedoras
- **8** bocatomas

- Una planta dual (generación con gas o combustible líquido) con capacidad instalada de **58,9 MW**



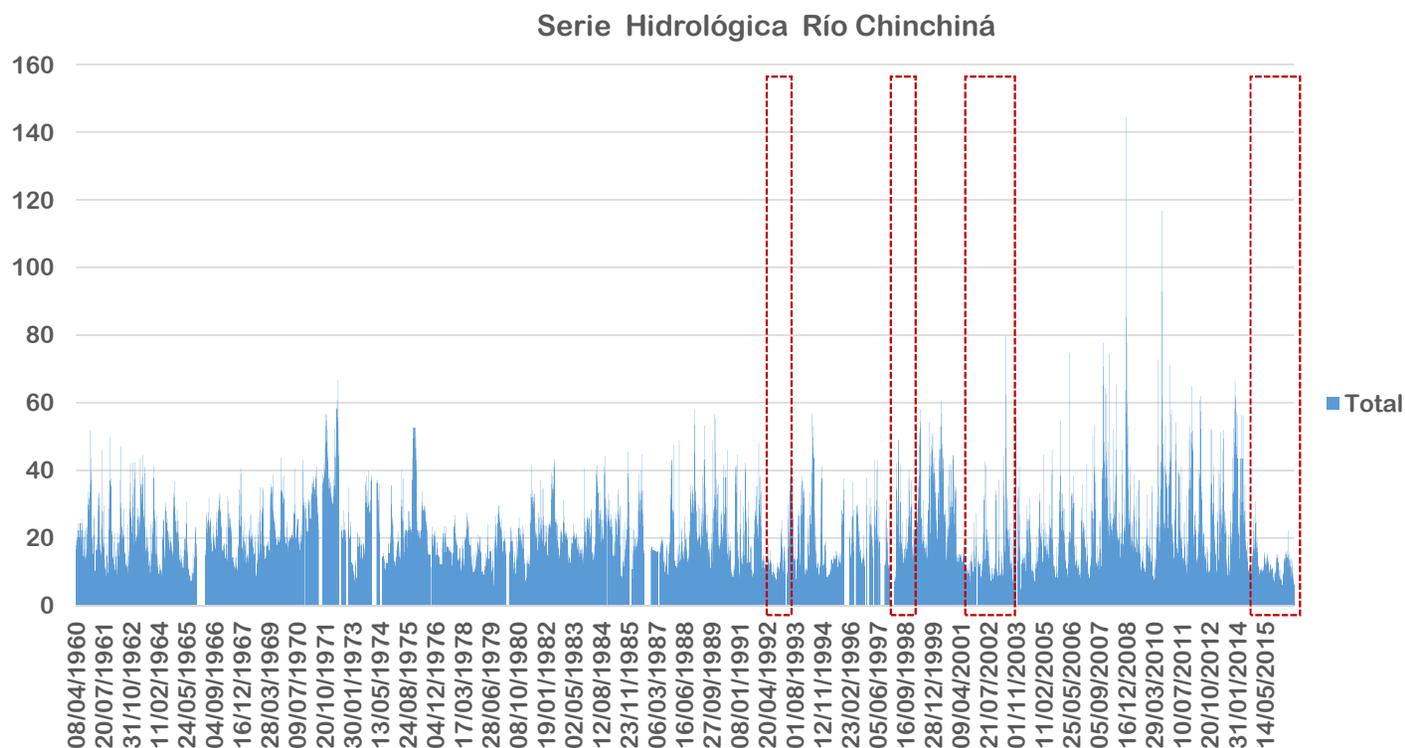
Cambio Climático / Generación hidroeléctrica - Colombia



Para el caso de la CHEC la influencia del fenómeno de El Niño se ve reflejada directamente en la generación de energía hidráulica, ya que los picos de generación baja obedecen, en la mayoría de los casos a caudales asociados a temporadas de sequía extrema.



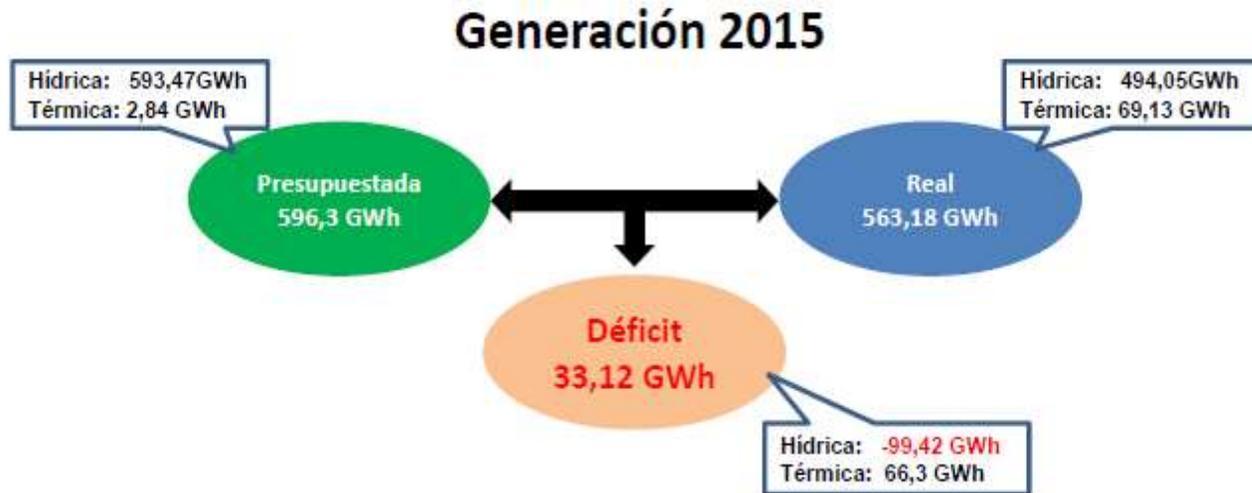
Comportamiento histórico del río Chinchiná



Fuente: Hidrometeorología CHEC, lo resaltado en rojo corresponden a temporadas de Fenómeno de El Niño.



Comportamiento histórico del río Chinchiná



En junio de 2015 se observa una disminución de la generación hidráulica de la CHEC como consecuencia de la baja hidrología de los ríos aportantes Chinchiná, Campoalegre y San Francisco, una clara señal del inicio del fenómeno de El Niño. A partir del mes de septiembre es necesario entrar a generar con Termodorada.



Gestión Integral de Cuencas



- Conservamos 6278 Ha de bosque en la parte alta de las cuencas abastecedoras del sistema de generación. Con dos focos estratégicos: regular caudales y disminuir el aporte de sedimentos a los embalses.

Adicionalmente estos bosques

- Son sumideros de CO₂
- Consolidan corredores biológicos
- Controlan erosión
- Son el hábitat de numerosas especies
- Dinamizan el turismo
- Son escenarios para la sensibilización y educación ambiental



RESULTADOS EN BIODIVERSIDAD



	Reportes CHEC-EPM 2010	Reporte nuevos CHEC-EPM FEC 2010 - 2016	Numero de Especies				Porcentaje CHEC-EPM con Relación a:		
			CHEC EPM	Mundo	Colombia	Caldas	Mundo	Colombia	Caldas
Aves	200	282	482	10000	1900	900	4,80%	25,37%	56,30%
Anfibios	12	11	23	6633	763	108	0,34%	3,01%	21,30%
Reptiles	1	29	30	9547	571	72	0,31%	5,25%	41,70%
Mamíferos	28	19	47	4000	479	158	1,20%	9,81%	30,00%



AVES



COLOMBIA



PREDIOS CHEC



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas ■ Casi Endémicas

■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas ■ Casi Endémicas



ANFIBIOS



COLOMBIA



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas

PREDIOS CHEC



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas



REPTILES



COLOMBIA



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas

PREDIOS CHEC



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas



MAMÍFEROS



COLOMBIA



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas

PREDIOS CHEC



■ Total ■ Endémicas ■ Amenazadas



¿Qué hace la CHEC para minimizar estos efectos?



Medición Huella de Carbono



Alcance / Instalación	Emisiones GEI 2013 tonCO _{2e} /año		
	CHEC	Termodorada	Total
Alcance 1	919,19	16.344,61	17.263,80
Alcance 2	13.298,35	508,35	13.806,70
Total	15.247,98	16.852,96	32.100,94

Ventas OR (GWh)	Emisiones (TonCO ₂) pérdidas	gCO ₂ /kWh
1.223,98	19.750,8	16,1

Alcance / Instalación	Emisiones GEI 2014 tonCO _{2e} /año		
	CHEC	Termodorada	Total
Alcance 1	207,78	23.359,55	23.567,33
Alcance 2	17.631,91	197,65	17.829,55
Total	20.226,29	23.557,20	43.783,48

Generación CHEC (GWh)	Emisiones (TonCO ₂)	gCO ₂ /kWh
Hídrica	494,05	1.216
Térmica	69,30	45.620

Alcance / Instalación	Emisiones GEI 2015 tonCO _{2e} /año		
	CHEC	Termodorada	Total
Alcance 1	512,00	45.451,04	45.963,04
Alcance 2	20.454,87	169,38	20.624,25
Total	31.670,64	45.620,42	77.291,06

Product	gCO ₂ /kWh
Anthracite *	965
Caking coal *	785
Other bituminous coal	800
Sub-bituminous coal	925
Lignite	1006
Coke oven coke *	800
Gas works gas *	420
Coke oven gas *	415
Black furnace gas *	2200
Other recoveral gases *	2030
Natural gas	900
Crude oil *	635
Natural gas liquids *	540
Refinery gas *	410
Liquefied petroleum gases *	530
Kerosene *	645
Gas/diesel oil *	715
Fuel oil	670
Petroleum coke *	970
Peat *	745



¿Qué hace la CHEC para minimizar estos efectos?

Participamos en el proyecto BanCO2, un esquema de pago por servicios ambientales PSA para compensar emisiones de CO₂ del negocio de T&D, a través de Convenios con la CARDER y CORPOCALDAS.

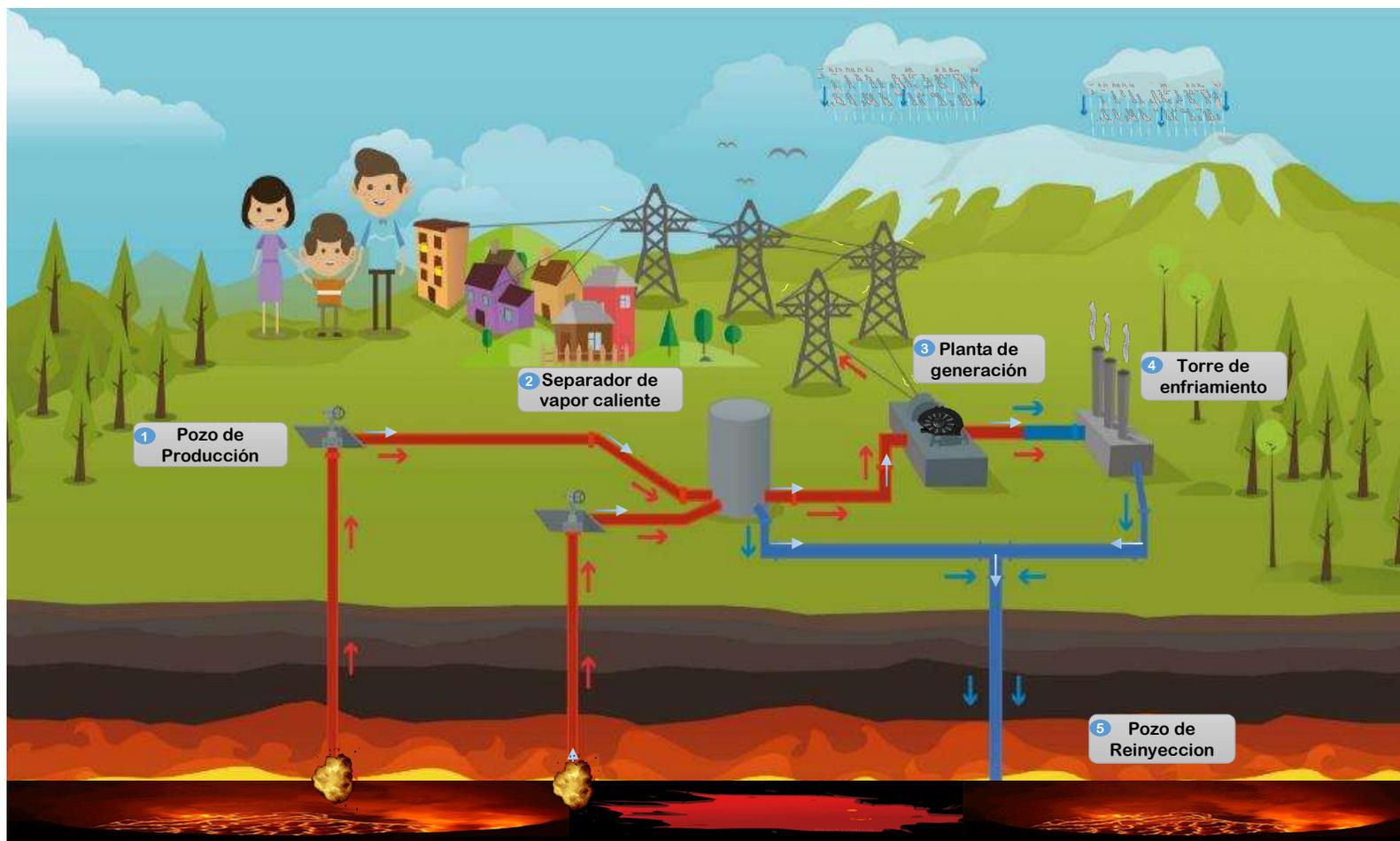
17 Familias beneficiarias convenio de cooperación CHEC – CARDER en el municipio de Santuario.

26 Familias beneficiarias convenio de cooperación CHEC – CORPOCALDAS, en los municipios de Villamaría, Neira, Marulanda, Manzanares y Manizales.

BanCO₂
Servicios Ambientales Comunitarios



¿Qué hace la CHEC para minimizar estos efectos?



MUCHAS GRACIAS



Fabio N. Arias

