

# Potencial energético colombiano para la generación de energía y su óptimo aprovechamiento

## Unidad de Planeación Minero Energética – UPME



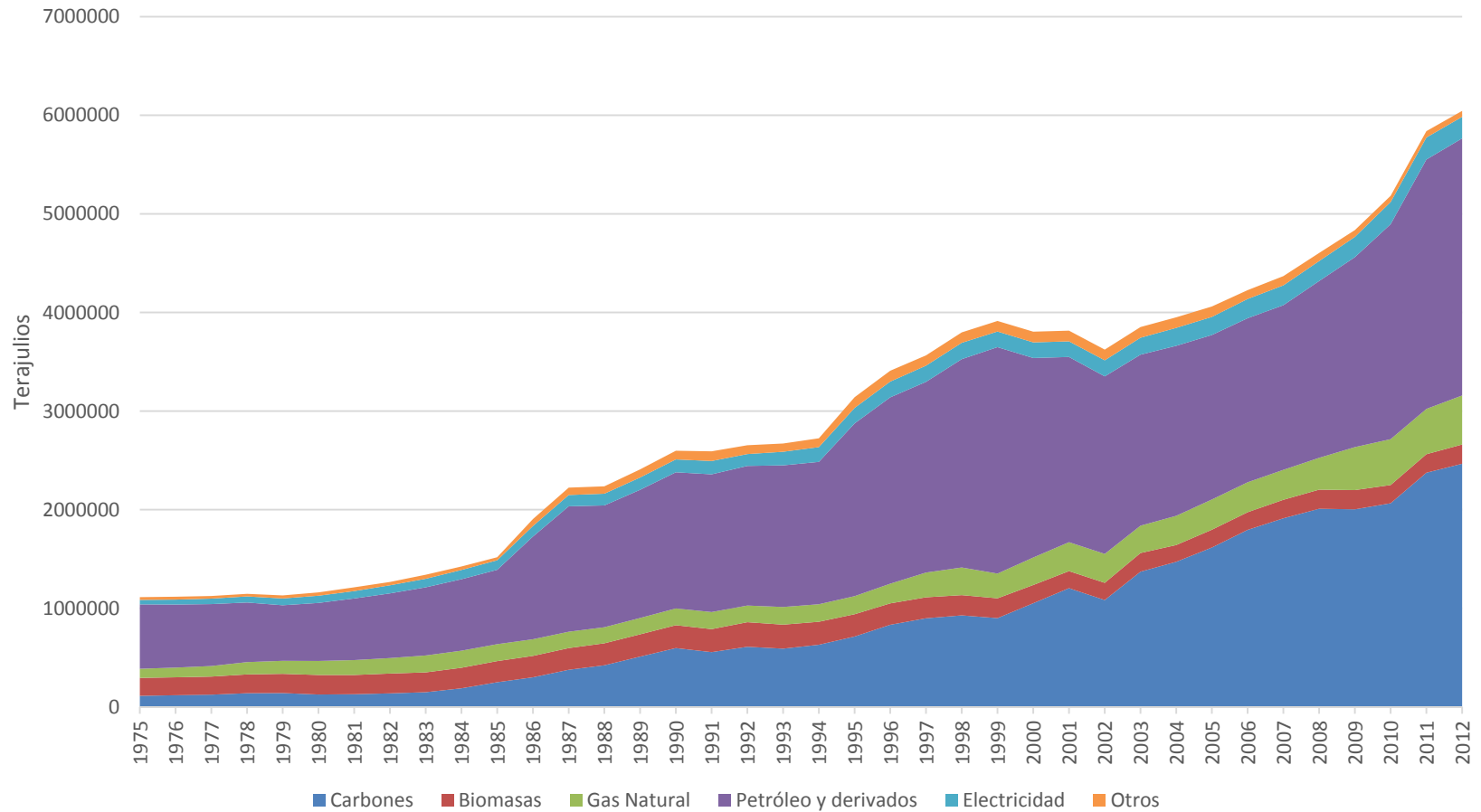
**MinMinas**  
Ministerio de Minas y Energía

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

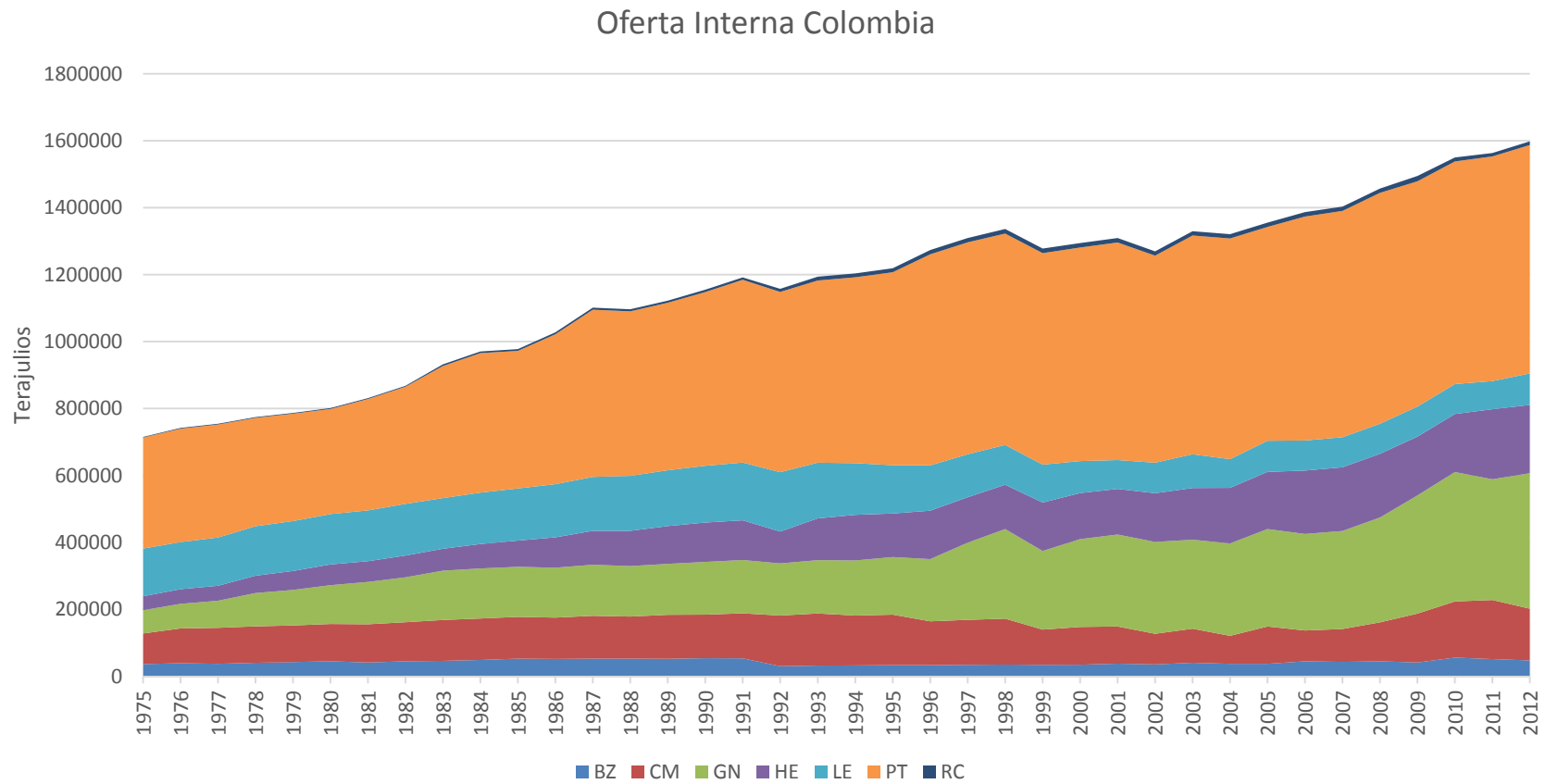
- Canasta energética y de generación eléctrica
- Fuentes No Convencionales de Energía
- Plan de expansión de la generación - escenarios de composición de la canasta

# Producción de energía

Producción de energía Colombia TJ

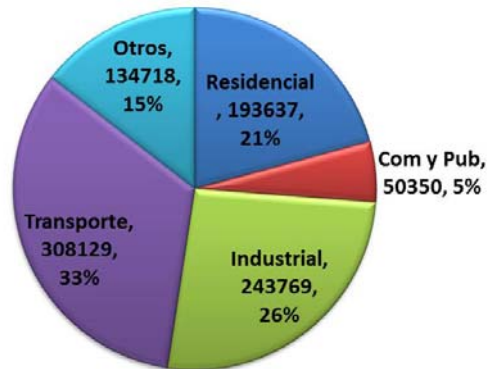


## Oferta Interna de energía

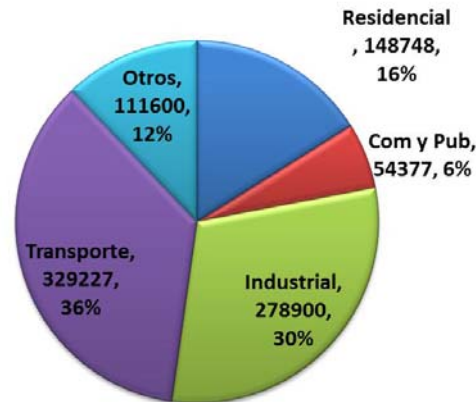


## Consumo de energía

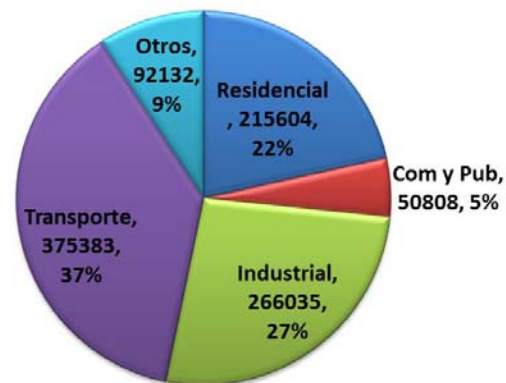
Consumo final 2000 TJ



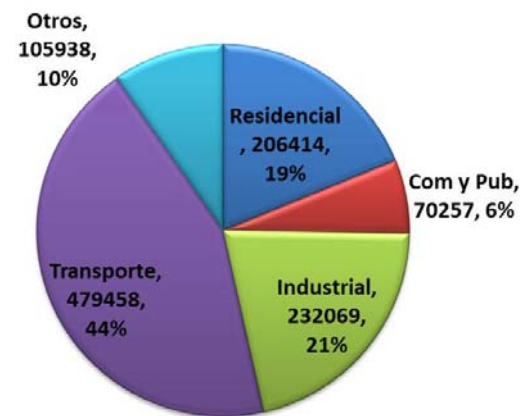
Consumo final 2004 TJ



Consumo final 2008 TJ



Consumo final 2012 TJ

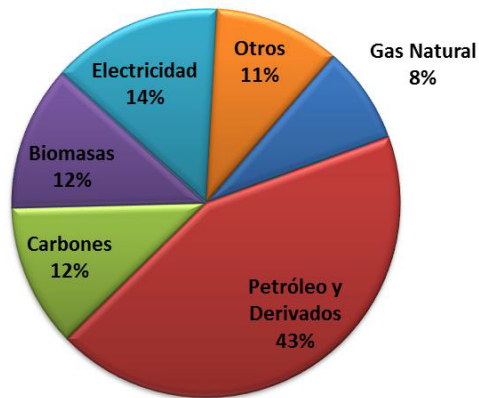


✓ El mayor consumidor de energía es el sector transporte  
 Su participación crece hasta 44% en 2012, mientras que en industria manufacturera decrece hasta el 21%.

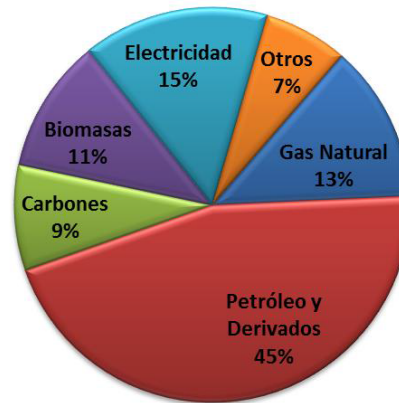
✓ Variaciones en el transporte asociadas a la movilidad de carga a nivel interurbano y motos a nivel urbano.

## Consumo de energía

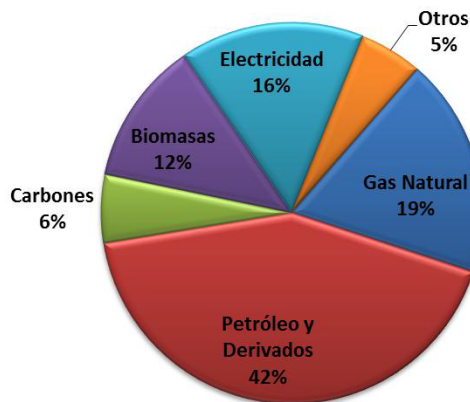
Consumo Final 2000 TJ



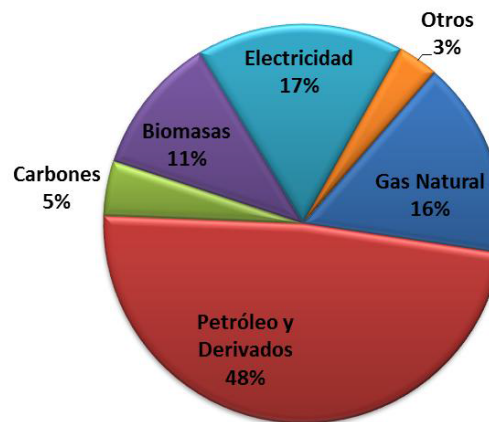
Consumo Final 2004 TJ



Consumo Final 2008 TJ



Consumo Final 2012 TJ



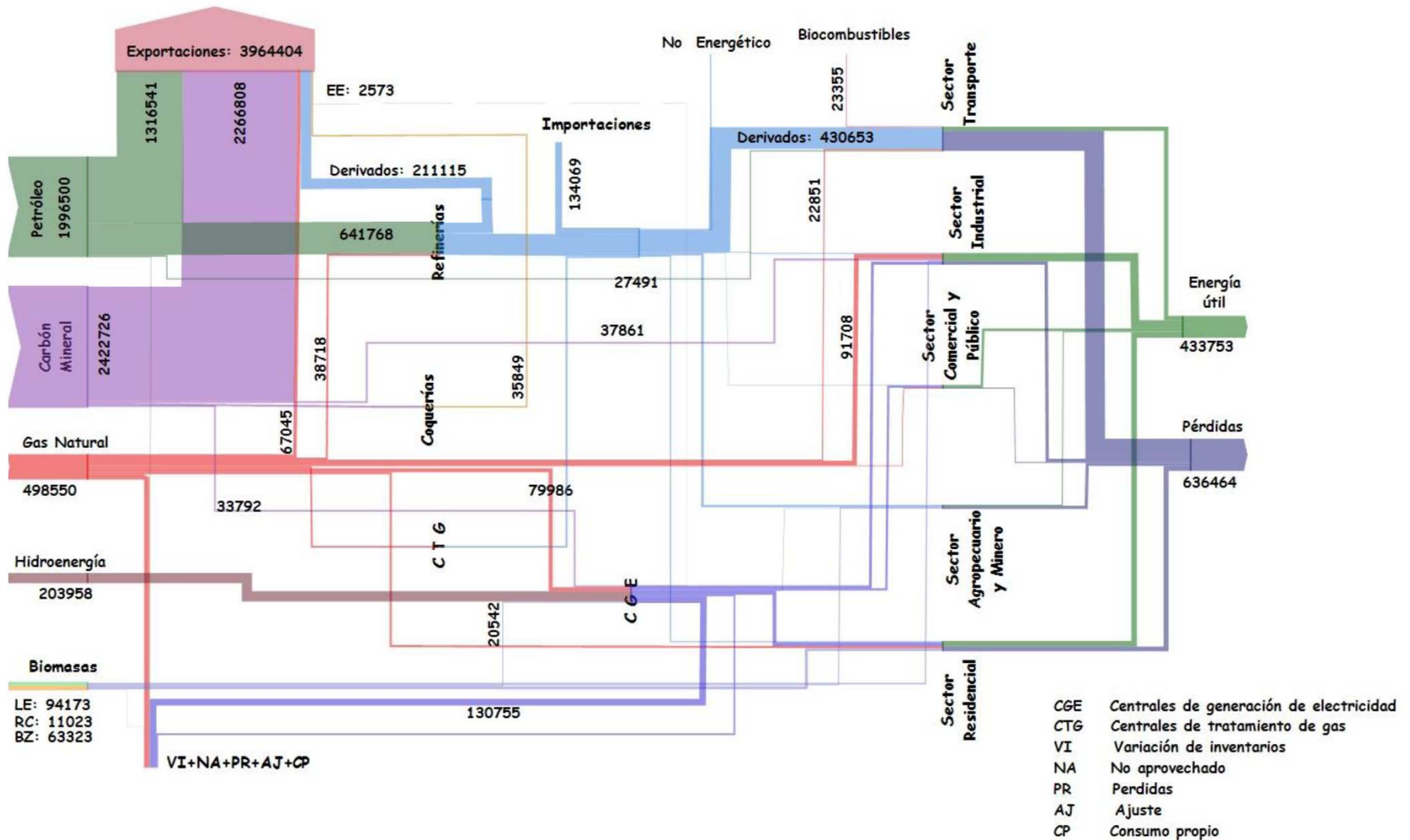
✓ En 2012 el consumo final de petróleo y derivados alcanza un 48%.

✓ La participación de energías 'renovables' es del 25% (80% de la electricidad + biomásas).

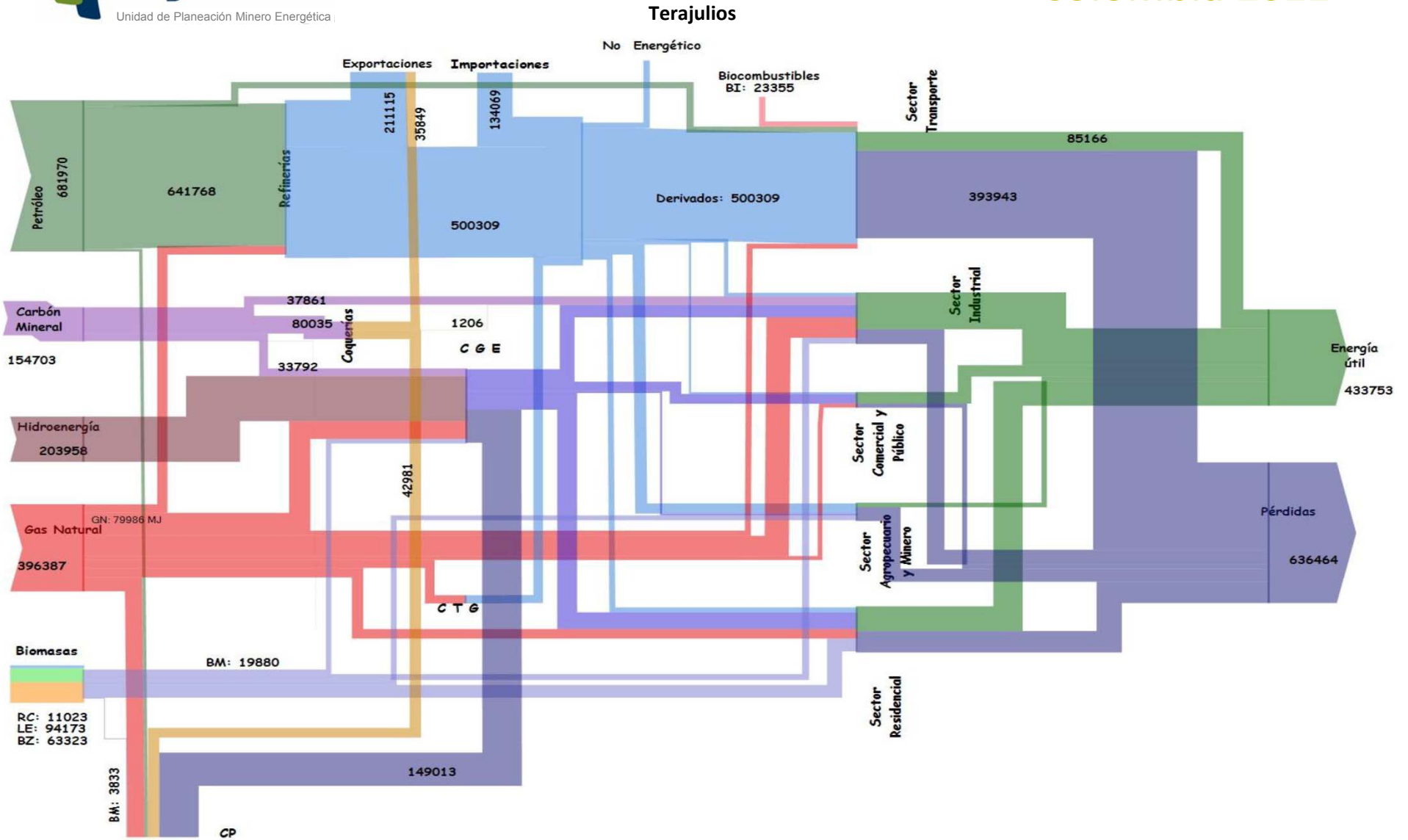
✓ La participación del carbón es baja (y más aún comparada con las reservas y producción).

# Diagrama de Sankey Flujo de energía Colombia 2012

Terajulios



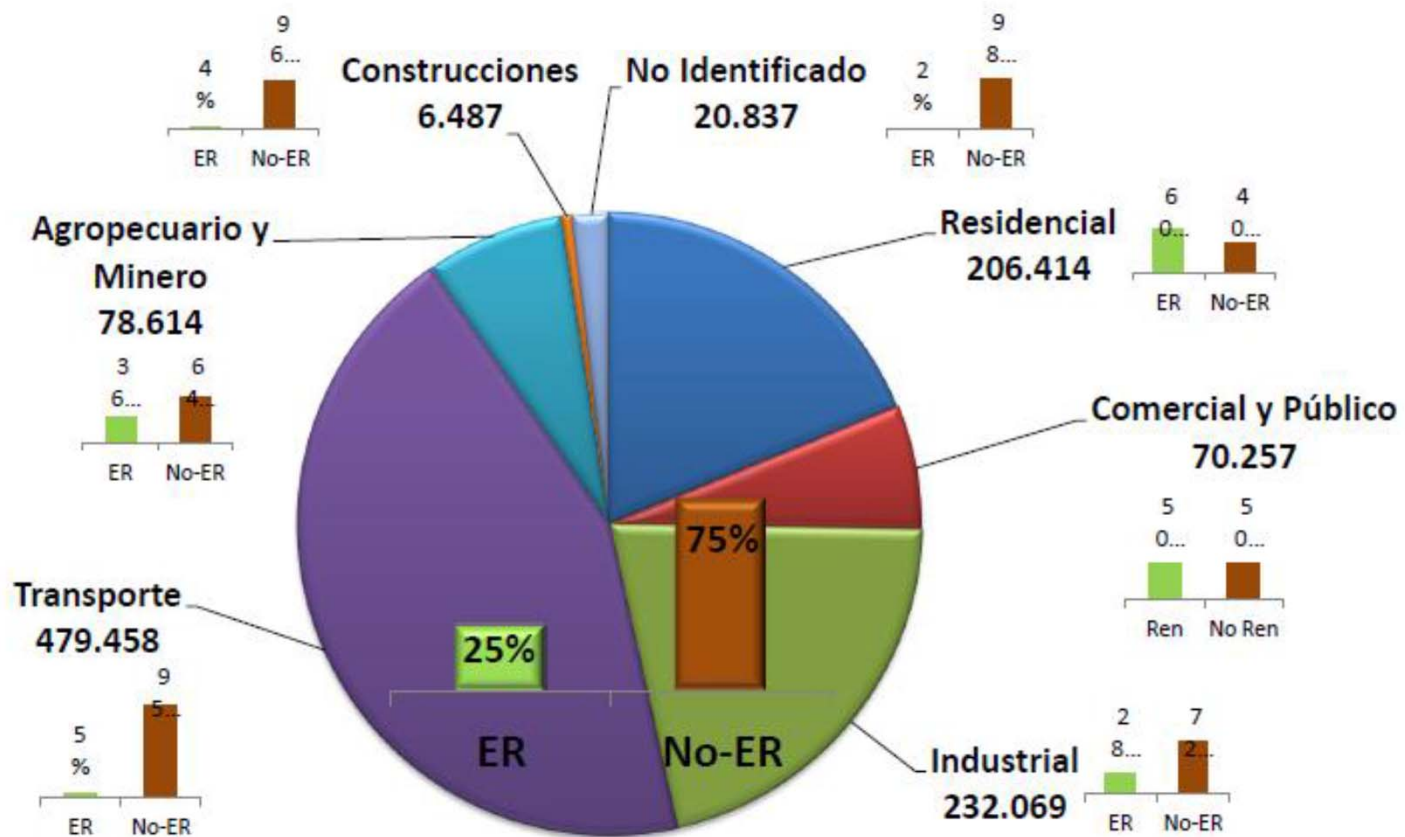
# Diagrama de Sankey Flujo de energía Colombia 2012





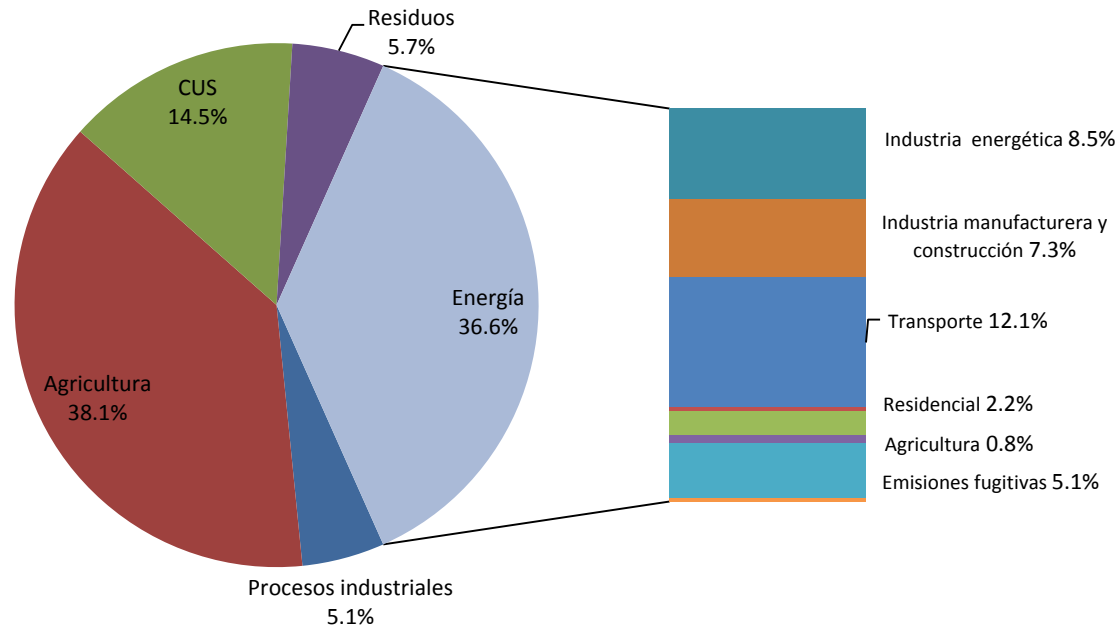


## Energía final renovable y fósil

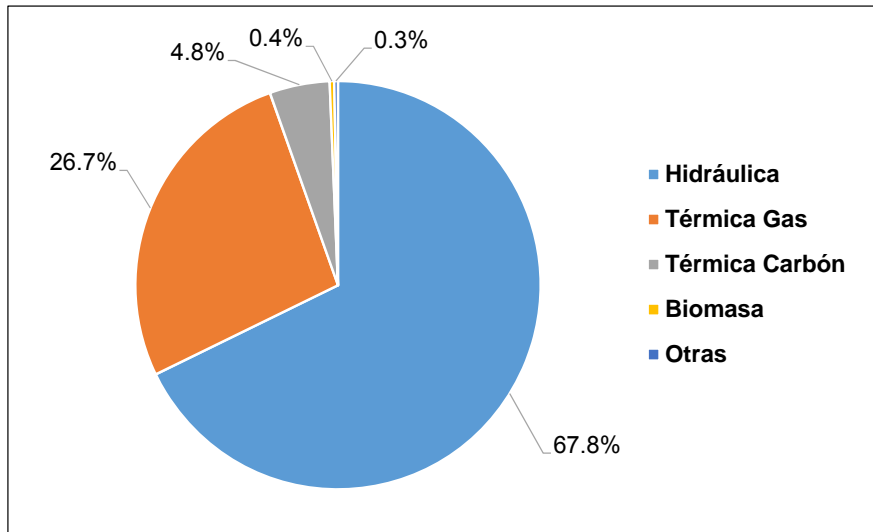


Total (2012): 1.094.136 TJ

## Emisiones de CO2 – Año 2004



## Capacidad instalada y registro de proyectos

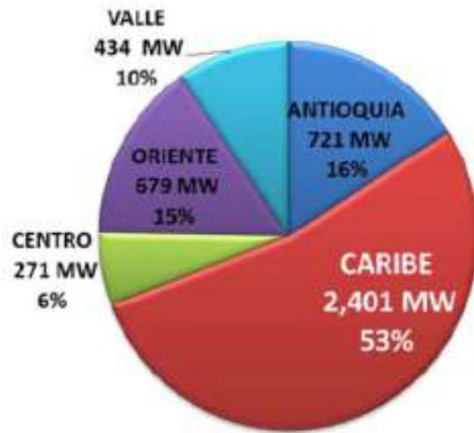


Tecnología	Potencia [MW]
Hidráulica	9,913.1
Térmica Gas	3,909.8
Térmica Carbón	701.0
Biomasa	52.8
Otras	43.6
<b>Total</b>	<b>14,620.3</b>

Rango de Capacidad (MW)	Número de proyectos	Capacidad total (MW)	Participación por cantidad de proyectos	Participación por capacidad total
0 – 20	75	877.4	72.8%	17.6%
20 – 100	18	1282.7	17.5%	25.8%
> 100	10	2814.3	9.7%	56.6%
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>4,974.4</b>	-	-

# Capacidad instalada por tecnología y región

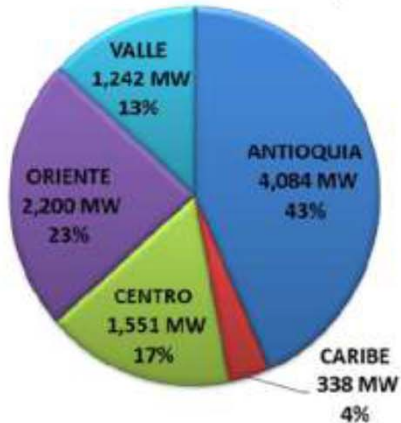
Capacidad Generación Térmica (potencia)



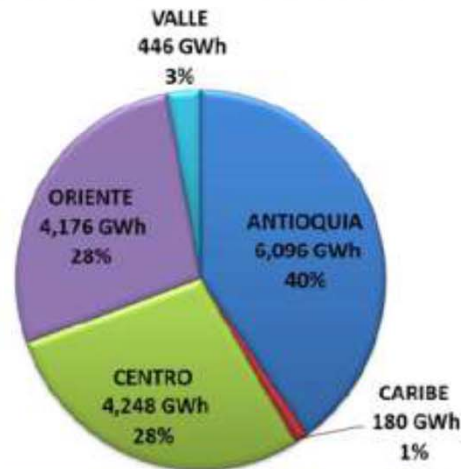
Capacidad efectiva neta MW



Capacidad Generación Hidráulica (potencia)

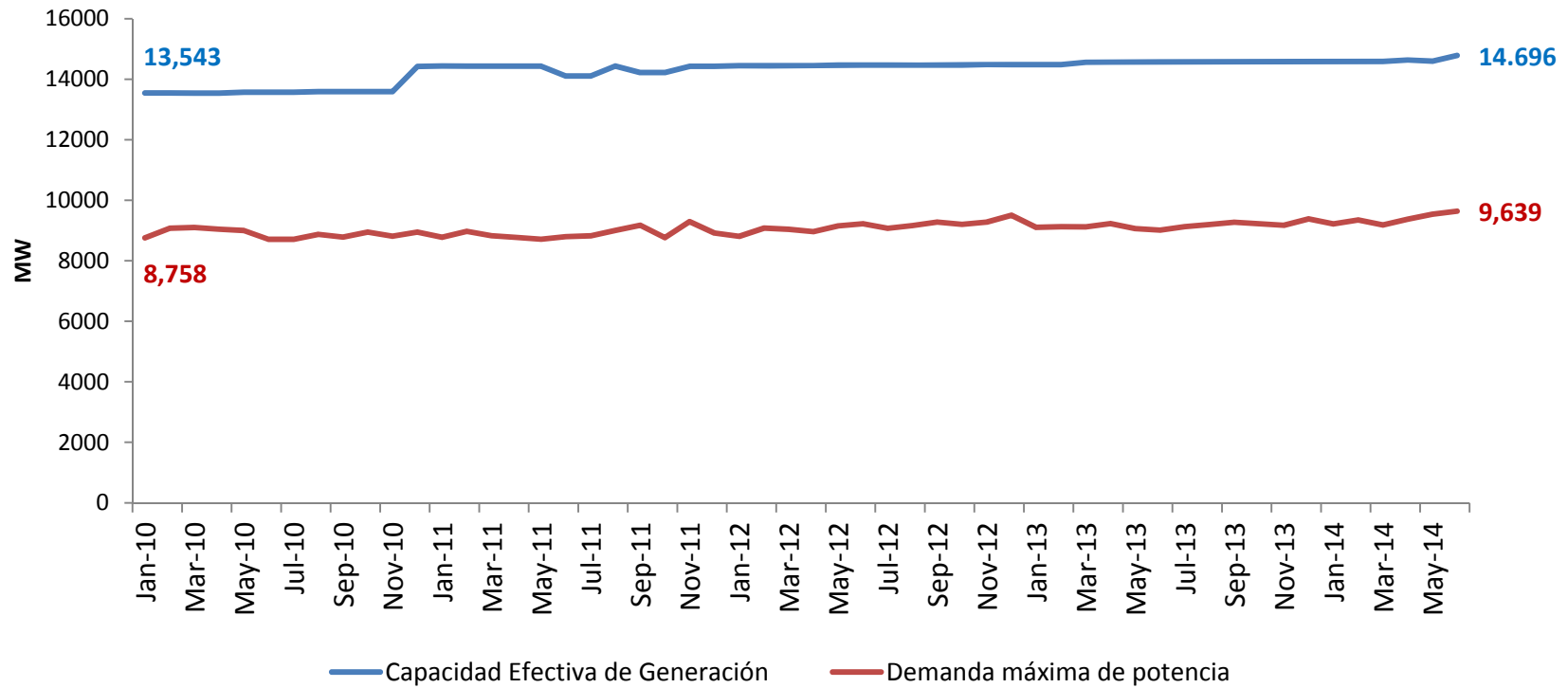


Distribución de los embalses (energía)



Fuente: XM.

**Capacidad de generación del sistema vs. Demanda 2010-2014**



Fuente: XM.

## Consideraciones de variabilidad climática

Colombia, tercer país del mundo más vulnerable al cambio climático. Esto, dado el impacto que tuvo en el 2011 por el fenómeno de la Niña. (1)

Colombia no es uno de los países con mayores emisiones globales pues sus niveles están en el 0,37 por ciento, pero según distintos estudios sí es un país altamente vulnerable a los efectos catastróficos del cambio climático .

Hay que trabajar en acciones de mitigación y de adaptación (2)

En 2013, la energía generada en Colombia fue de 62.197 GWh de los cuales la generación hidro tuvo una participación del 67%.\*

Tecnología	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%	(GWh)	%
<b>Hidráulica</b>	41 823	78%	43 520	80%	38 714	69%	38 089	67%	45 583	78%	44 924	75%	41 836	67%
<b>Térmica</b>	9 042	17%	7 733	14%	14 488	26%	15 591	27%	9 384	16%	11 506	19%	16 839	27%
<b>Otra</b>	2 802	5%	3 179	6%	2 785	5%	3 218	6%	3 662	6%	3 566	6%	3 522	6%
<b>Total</b>	<b>53 666</b>	<b>100%</b>	<b>54 433</b>	<b>100%</b>	<b>55 986</b>	<b>100%</b>	<b>56 897</b>	<b>100%</b>	<b>58 629</b>	<b>100%</b>	<b>59 995</b>	<b>100%</b>	<b>62 197</b>	<b>100%</b>

Fuente de datos: <http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/Default.aspx>

Fuente de tabla: UPME.

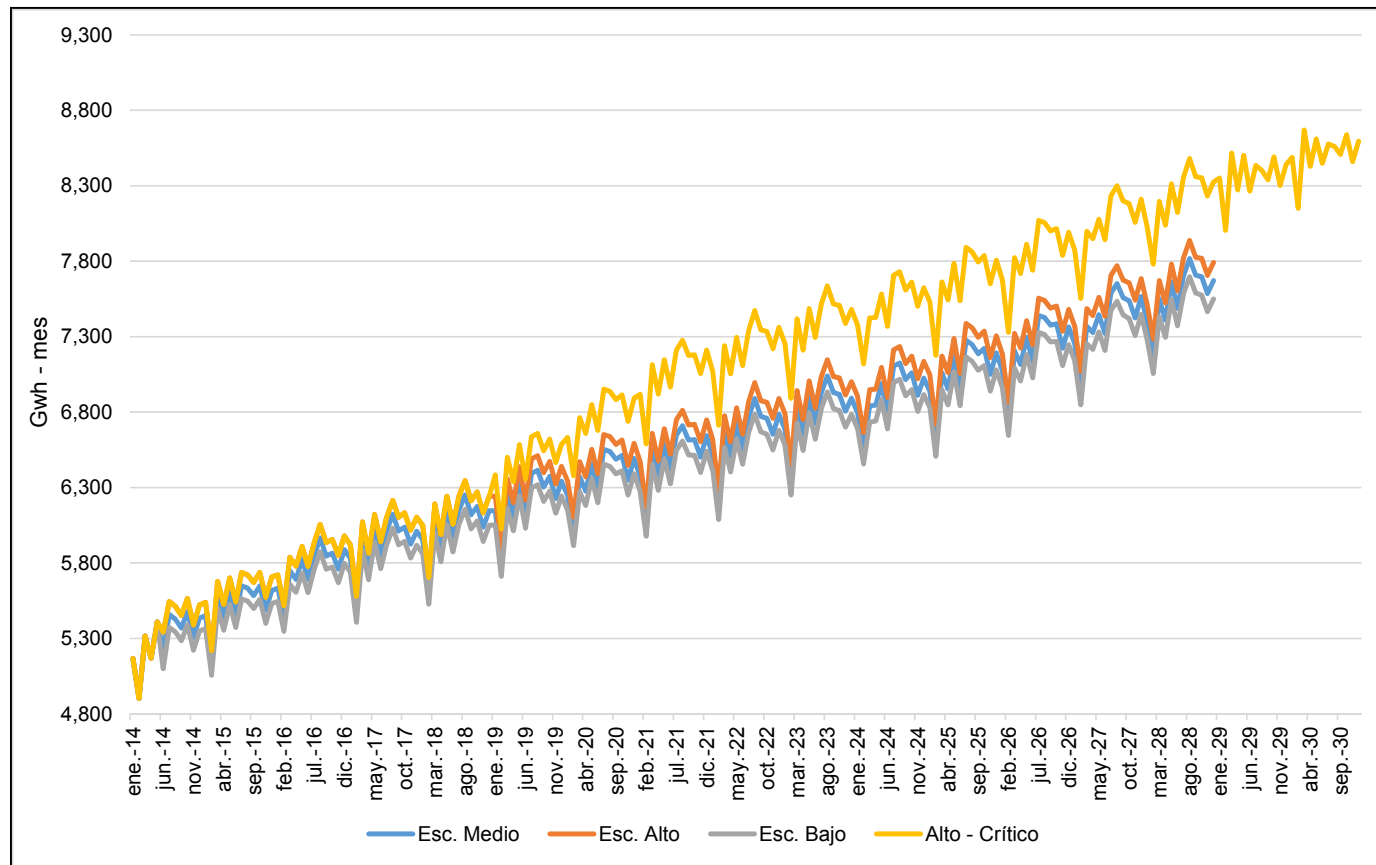
(1) Colombia, tercer país del mundo más vulnerable al cambio climático. Esto, dado el impacto que tuvo en el 2011 el fenómeno de la Niña, señalaron expertos.

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12389073>

(2) Las acciones que exige Colombia para combatir el cambio climático. Intervención del presidente Santos ante Cumbre sobre el Clima 2014 tomado de

<http://www.eltiempo.com/politica/gobierno/colombia-pide-combatir-cambio-climatico/14582555>

## Proyección de demanda de energía eléctrica



Fuente: UPME, Revisión de demanda, 2014; Ajustes Generación.



## Aproximación a la Oferta Hidroeléctrica

Proyectos identificados en el ESEE\*: 93 GW.

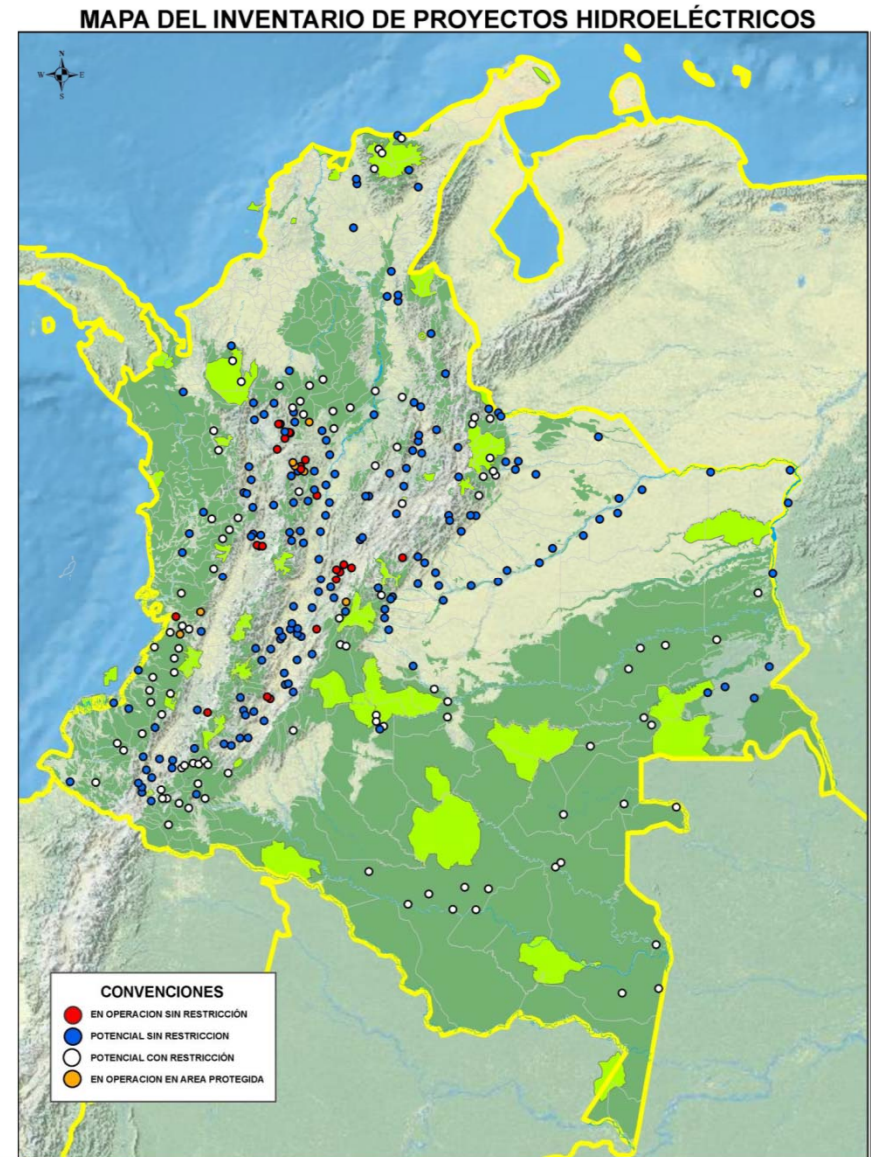
Si se descuentan:

- Proyectos implementados
- Áreas de parques naturales nacionales y áreas protegidas
- Restricciones por caudal ecológico

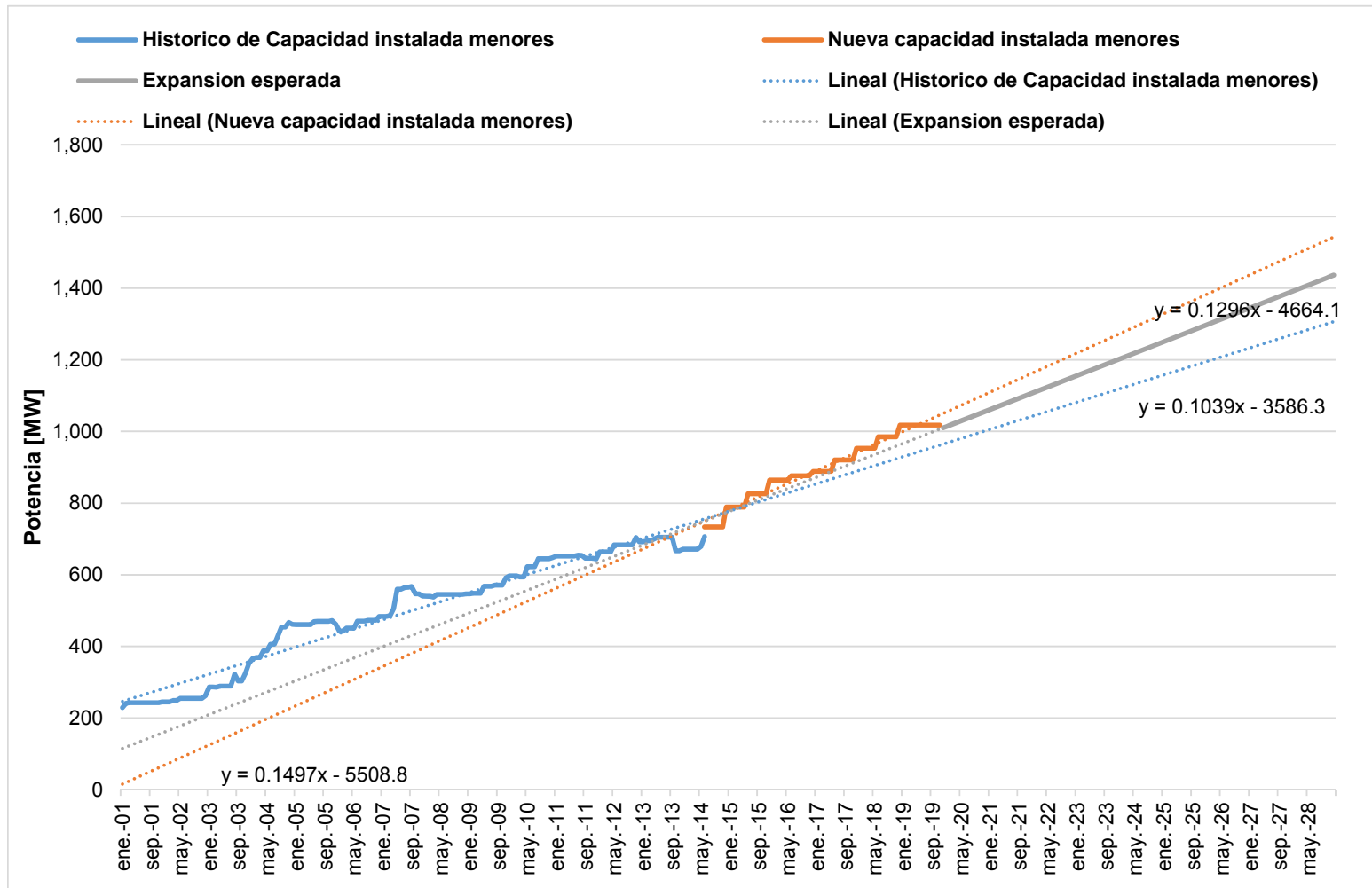
El potencial se reduce a 33 GW.

\*ESEE-“Inventario de los Recursos Hidroeléctricos” ,

Nota: Este valor con los nuevos proyectos deberá ajustarse



# Proyección de crecimiento plantas menores



## Índice de Vulnerabilidad de los Embalses Agregados \*

Se diseñó un Índice de Vulnerabilidad que incluye cinco variables:

- Magnitud del cambio en las afluencias al embalse ( $\Delta A$ ).
- Orden según la magnitud de los aumentos en la variabilidad climática (OVC).
- Número de meses del año en los que la variabilidad climática aumentaría (NM)
- Orden según importancia relativa del embalse en términos de capacidad de generación, para el país (IR)
- Orden según la Resiliencia del Embalse, dada por su capacidad para recuperarse de perturbaciones climáticas extremas (Re)

$$\text{Índice de Vulnerabilidad} = 100 * \frac{[-\Delta A] * NM * Re}{OVC * IR}$$

Con base en esto se clasifican y priorizan los embalses en cuatro categorías de acuerdo con su nivel de vulnerabilidad.

- También se construyó un Índice de Vulnerabilidad *absoluto* que permita analizar la evolución de la Vulnerabilidad de cada embalse

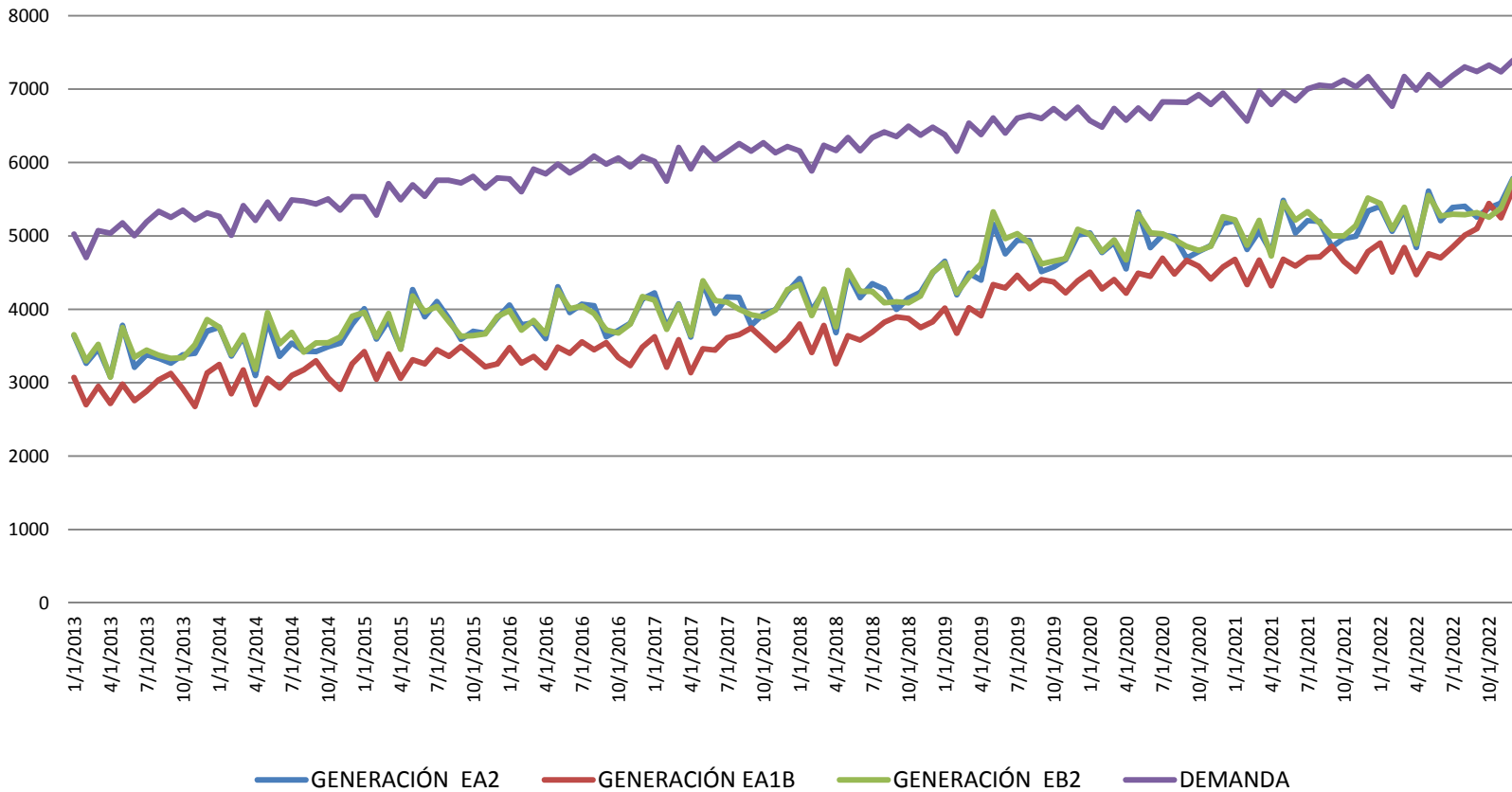
Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
Mayor a 100	1
Entre 10 y 100	2
Entre 0 y 10	3
Menor a 0	4

## Índice de Vulnerabilidad de los Embalses Agregados \*

Embalse	Magnitud del cambio en las afluencias al embalse ( $\Delta Q$ ).	Magnitud de los aumentos en la variabilidad climática ( $\Delta Cv$ )	No. de meses del año en que aumenta Variabilidad (Nm)	Importancia relativa del embalse en términos de capacidad de generación (IR)	Resiliencia del Embalse, dada por su capacidad para recuperarse de perturbaciones climáticas extremas (Re)	Índice de Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad
Caribe	-14%	8	5	10	4	3,5	3
Antioquia 1	-25%	2	9	4	6	168,8	1
Antioquia 2	-28%	3	10	3	9	280,0	1
Caldas	-22%	4	6	9	10	36,7	2
Cauca	-26%	5	10	1	3	156,0	1
Tolima	-15%	9	7	11	8	8,5	3
Pacífico	-47%	1	11	8	11	710,9	1
Bogotá	-9%	10	9	7	7	8,1	3
Huila	-19%	7	10	5	2	10,9	2
Oriente 1	-13%	11	6	6	1	1,2	3
Oriente 2	-10%	6	9	2	5	37,5	2

## Oferta hidroenergética bajo tres escenarios de CC y demanda de energía

Oferta y Demanda de Energía en GWh/mes



## Análisis energético (\*)

- Bajo los escenarios proyectados, la demanda no podría ser cubierta por la hidro-energía únicamente; la utilización de otras fuentes sería necesaria.
- Los grandes embalses se ubican en las regiones que, bajo los escenarios analizados, presentarían las mayores disminuciones de precipitación.
- En las regiones para las cuales se espera un aumento en la precipitación, no se encuentran ni se prevén grandes proyectos hidroeléctricos.
- Los embalses con mayor capacidad de regulación tienen mayor capacidad para enfrentar eventos climáticos extremos mientras que la generación a filo de agua está más expuesta a las variaciones hidrológicas.



## Medidas Nacionales de Adaptación propuestas

### •Eje estratégico ambiental

- Protección de cuencas abastecedoras (permitir recuperación natural)
- Aumento de cobertura vegetal en cuencas abastecedoras (optimizar recuperación natural)
- Control de la erosión en cuencas abastecedoras
- Uso eficiente del agua en usos diferentes a la generación eléctrica  
<http://www.unwater.org/publications/publications-detail/en/c/218614/>

### • Optimización en la generación y transmisión

### •Fuentes no convencionales de energía (complementarias)

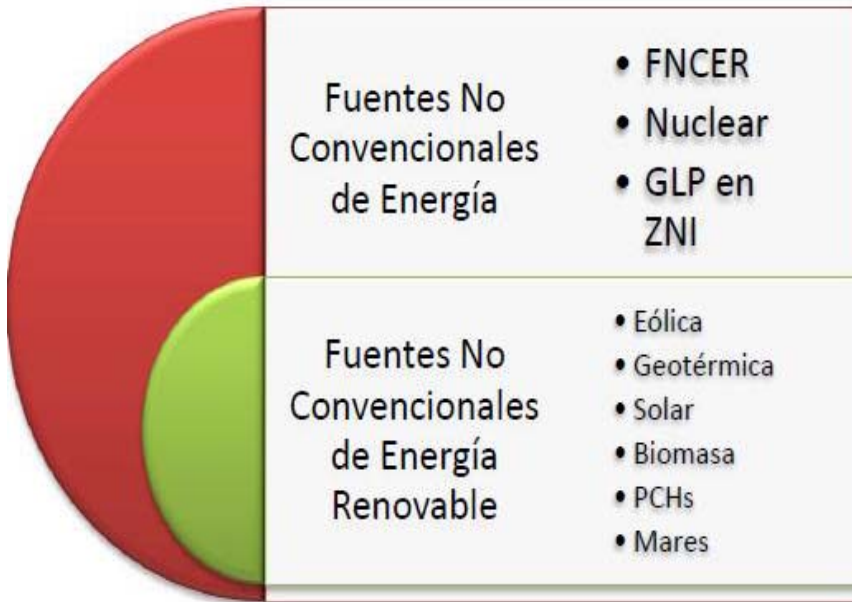
### •Gestión de la demanda (Eficiencia Energética + Respuesta de la Demanda)

### •Institucionales

- Mejoramiento de la información disponible
- Fortalecimiento de la capacidad de predicción de eventos climáticos extremos
- Fortalecimiento de la capacidad de reacción ante eventos climáticos extremos
- Inclusión de los posibles efectos del cambio climático en la planeación futura

## Algunas definiciones

### FNCE y FNCR





Capacidad (potencia) instalada energías renovables			
	Tecnología	Capacidad (MW)	Observación
Electricidad (MW)	Solar fotovoltaica	4,5	Sistemas aislados
	Solar fotovoltaica	4,5	Aplicaciones profesionales
	Eólico (generación electricidad)	19,5	Parque Jepirachi
	PCH's (<10MW)	168,7	
	PCH's (10MW<P<20MW)	296,0	
	Biomasa-Cogeneración	268,2	(8 ingenios)
	<b>Total</b>		<b>761,4</b>
Calor (MW térmicos)	Biomasa-Calordirecto	--	Sin información
	Solar térmica (calentadores de agua)	77,0	110.000 m2 de colectores solares*
	Nuclear	0,1	Reactor de investigación
	<b>Total</b>		<b>77,1</b>
Energía mecánica (#)	Molinos de viento Gaviotas, Jober, Indusierra y otros	>5000	Bombeo de agua

## Análisis técnicos de soporte Proyecto UPME – BID



### Geotermia (proyectos en zonas de alto potencial)

- Fortalecimiento institucional
- Procura de marco normativo (ANLA y MADS)
- Por comentar, propuesta metodología calculo ENFICC



### Solar fotovoltaica\* (autogeneración y generación distribuida)

- Estimación de potenciales
- Análisis de escenarios de penetración
- Propuesta y análisis de esquema de remuneración favorables al usuario y al operador



### Eólica (proyectos en zonas de alto potencial)

- Estudio de COWI (efectos técnicos, viabilidad económica y financiera)
- Propuesta de integración de fuentes intermitentes al mercado
- Análisis de alternativas para el desarrollo infraestructura de conexión



### Biomasa (para cogeneración en la industria)

- Análisis del caso de industrias de caña, palma y otras (Lácteos, Bebidas y Cemento)
- Formulación de escenarios y proyecciones de aprovechamiento
- Propuesta esquemas de entrega de excedentes (co-generadores y auto-generadores)



### ZNI (soluciones con FNCER)

- Análisis propuesta nueva metodología de remuneración de la CREG
- Análisis de soluciones híbridas con la herramienta HOMER
- Trabajo de la UPME en PERS

## Análisis técnicos de soporte Proyecto UPME – BID

- Un parque eólico de 100 MW
- 48 turbinas Sulzon S-97
- Interconectado al STN



Especificaciones técnicas aerogenerador Sulzon S-97	
Potencia nominal	2100 kW
Velocidad de arranque	3,5 m/s
Velocidad nominal	11 m/s
Velocidad de parada	20 m/s
Diámetro	97 m
Área de barrido	7368 m <sup>2</sup>
Frecuencia del generador	50/60 Hz
Tipo de generador	Asincrónico trifásico de inducción
Tipo de torre	Torre tubular de acero
Altura de la torre	80m, 90m, 100m

<http://www.csmonitor.com/USA/2010/0806/Can-huge-Mojave-wind-farm-boost-faltering-wind-power-industry>

### Energía geotérmica



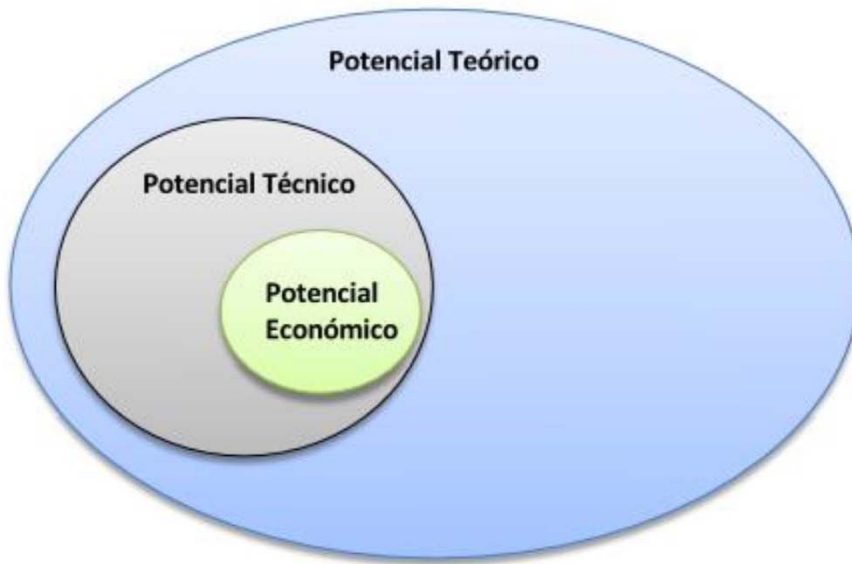
- Propiedad y derechos de la tierra.
- Existencia de áreas protegidas como parques naturales.
- Limitaciones regulatorias para la utilización del recursos.

- Interés por desarrollo de proyectos.
- Falta reglamentación específica y clara frente al licenciamiento.
- Acompañamiento al MADS, ANLA y agentes.



## Análisis técnicos de soporte Proyecto UPME – BID

### Energía solar fotovoltaica – Potenciales



Ciudad	Área (m <sup>2</sup> )	Ubicación	HSS
Bogotá	330.193.785	Lat. N: 4°35'56" Lon. O: 74°04'51"	4,31
Medellín	110.220.000	Lat. N: 6°14'41" Lon. O: 75°34'29"	4,55
Cali	118.831.700	Lat. N: 3°27'00" Lon. O: 76°32'00"	5,66
Barranquilla	154.000.000	Lat. N: 10°57'50" Lon. O: 74°47'47"	5,69
Riohacha	24.640.000	Lat. N: 11°32'39" Lon. O: 72°54'25"	5,90

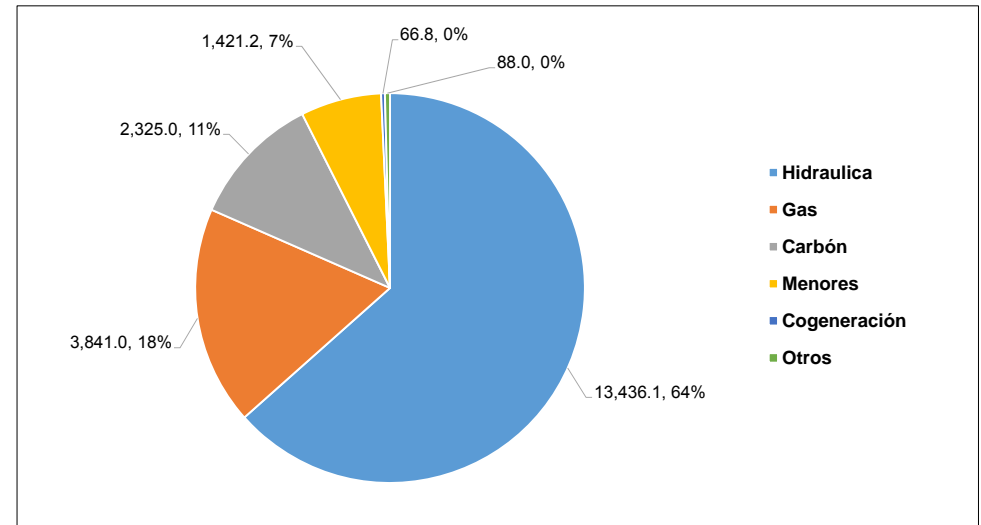
*HSS horas de sol estándar (diarias)*

## Plan de expansión de generación Supuestos básicos

- ✓ Sistema de generación colombiano y características de plantas hidráulicas y térmicas a marzo de 2014.
- ✓ Índices de indisponibilidad considerados en el cálculo del Cargo por Confiabilidad de cada agente.
- ✓ Consideración de algunos proyectos inscritos en el registro de la UPME a mayo de 2014, y otros que cuentan con estudio de conexión radicado y/o aprobado.
- ✓ Proyecciones de demanda de energía y potencia (escenarios bajo, medio, alto, alto +), revisión julio 2014.
- ✓ Proyecciones de precios de gas natural, combustibles líquidos y carbón mineral, revisión febrero 2014.
- ✓ Mínimos operativos vigentes a marzo de 2014 y no se consideran limitaciones en el suministro de gas.
- ✓ Costos indicativos de generación, así como costos fijos y variables determinados por la UPME.
- ✓ 200 series sintéticas de caudales generadas con el modelo ARP, a partir de datos históricos del periodo 1937 - 2012. Esta hidrología contiene los períodos secos de los horizontes 1991-1992, 1997-1998 y 2009 - 2010.
- ✓ Características de los elementos reportados por los agentes

## Plan de Generación – Largo Plazo Escenario 5: Demanda Alta

Central	Fecha de entrada	Capacidad	Recurso
Sogamoso*	sep-14	266.7	Hidráulico
	nov-14	800.0	
Gecelca 3	oct-14	164.0	Carbón
Cucuana	dic-14	55.0	Hidráulico
Quimbo*	abr-15	198.0	Hidráulico
	jun-15	396.0	
Tasajero II	nov-15	160.0	Carbón
Carlos Ileras Restrepo	dic-15	78.1	Hidráulico
San Miguel	dic-15	42.0	Hidráulico
Gecelca 3.2	dic-15	250.0	Carbón
Termonorte	dic-17	88.0	Líquidos
Povenir II	nov-18	352.0	Hidráulico
	nov-18	300.0	
	feb-19	600.0	
	may-19	900.0	
	ago-19	1,200.0	
Ituango*	ago-19	1,200.0	Hidráulico
	ago-21	1,500.0	
	dic-21	1,800.0	
	mar-22	2,100.0	
Exp.Carb. 1	dic-20	200.0	Carbón
	dic-21	300.0	
	jul-23	250.0	
	dic-23	300.0	
Exp.Carb. 2	dic-21	300.0	Carbón
Exp.Carb. 3	jul-23	250.0	Carbón
Exp.Carb. 4	dic-23	300.0	Carbón
Menores	Crecimiento según proyección estimada		

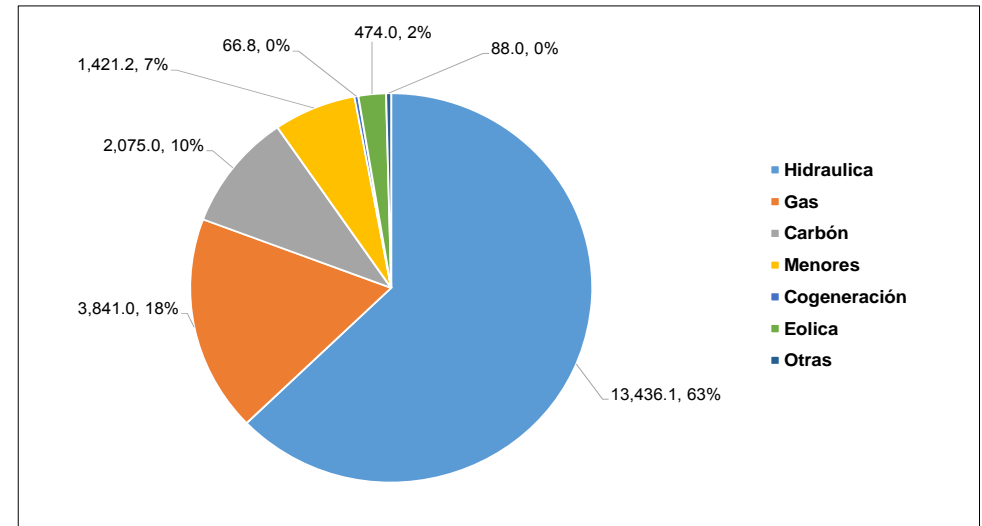


Recurso	Base	Cargo por confiabilidad	Expansión adicional	Total
Hidráulica	9,313.0	2,923.1	1,200.0	13,436.1
Gas	3,841.0	0.0	0.0	3,841.0
Carbón	701.0	574.0	1,050.0	2,325.0
Menores	663.7	0.0	757.4	1,421.2
Cogeneración	66.8	0.0	0.0	66.8
Otros	0.0	88.0	0.0	88.0
<b>Total</b>	<b>14,585.5</b>	<b>3,585.1</b>	<b>3,007.4</b>	<b>21,178.1</b>

\* Para estos proyectos, la tabla indica la capacidad parcial de cada central en el tiempo, una vez se incrementa la misma en función de la entrada de las unidades generadoras. Es decir, la capacidad instalada total del proyecto será el último valor referenciado.

## Plan de Generación – Largo Plazo Escenario 7: Energía Eólica Demanda Alta

Central	Fecha de entrada	Capacidad	Recurso
Sogamoso*	sep-14	266.7	Hidráulico
	nov-14	800.0	
Gecelca 3	oct-14	164.0	Carbón
Cucuana	dic-14	55.0	Hidráulico
Quimbo*	abr-15	198.0	Hidráulico
	jun-15	396.0	
Tasajero II	nov-15	160.0	Carbón
Carlos Ileras Restrepo	dic-15	78.1	Hidráulico
San Miguel	dic-15	42.0	Hidráulico
Gecelca 3.2	dic-15	250.0	Carbón
Termonorte	dic-17	88.0	Líquidos
Porvenir II	nov-18	352.0	Hidráulico
	nov-18	300.0	
	feb-19	600.0	
	may-19	900.0	
	ago-19	1,200.0	
Ituango*	ago-21	1,500.0	Hidráulico
	dic-21	1,800.0	
	mar-22	2,100.0	
	jun-22	2,400.0	
Exp.Eol.1	ene-19	99.0	Eólica
Exp.Eol.2	ene-20	195.0	Eólica
Exp.Eol.3	ene-21	180.0	Eólica
Exp.Carb. 1	dic-20	200.0	Carbón
Exp.Carb. 2	dic-21	300.0	Carbón
Exp.Carb. 4	dic-23	300.0	Carbón
Menores	Crecimiento según proyección estimada		



Recurso	Base	Cargo por confiabilidad	Expansión adicional	Total
Hidráulica	9,313.0	2,923.1	1,200.0	13,436.1
Gas	3,841.0	0.0	0.0	3,841.0
Carbón	701.0	574.0	800.0	2,075.0
Menores	663.7	0.0	757.4	1,421.2
Cogeneración	66.8	0.0	0.0	66.8
Eólica	0.0	0.0	474.0	474.0
Otros	0.0	88.0	0.0	88.0
<b>Total</b>	<b>14,585.5</b>	<b>3,585.1</b>	<b>3,231.4</b>	<b>21,402.1</b>

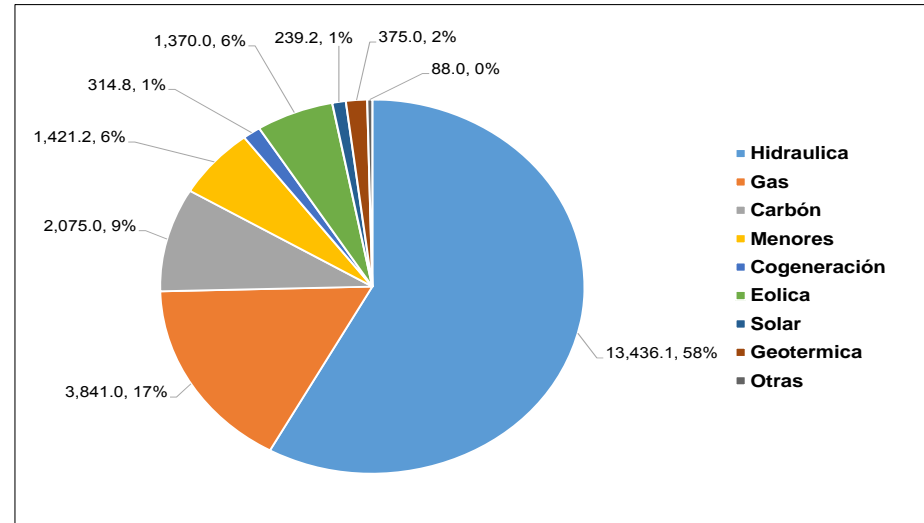
\* Para estos proyectos, la tabla indica la capacidad parcial de cada central en el tiempo, una vez se incrementa la misma en función de la entrada de las unidades generadoras. Es decir, la capacidad instalada total del proyecto será el último valor referenciado.



## Plan de Generación – Largo Plazo Escenario 9: Ley 1715 Demanda Alta

Central	Fecha de entrada	Capacidad	Recurso
Sogamoso*	sep-14	266.7	Hidráulico
	nov-14	800.0	
Gecelca 3	oct-14	164.0	Carbón
Cucuana	dic-14	55.0	Hidráulico
Quimbo*	abr-15	198.0	Hidráulico
	jun-15	396.0	
Tasajero II	nov-15	160.0	Carbón
Carlos Ileras Restrepo	dic-15	78.1	Hidráulico
San Miguel	dic-15	42.0	Hidráulico
Gecelca 3.2	dic-15	250.0	Carbón
Termonorte	dic-17	88.0	Líquidos
Porvenir II	nov-18	352.0	Hidráulico
	nov-18	300.0	
	feb-19	600.0	
	may-19	900.0	
Ituango*	ago-19	1,200.0	Hidráulico
	ago-21	1,500.0	
	dic-21	1,800.0	
	mar-22	2,100.0	
	jun-22	2,400.0	
Exp.Eol.1	ene-19	99.0	Eólico
Exp.Eol.2	ene-20	195.0	Eólico
Exp.Eol.3	ene-21	180.0	Eólico
Exp.Eol.4	ene-16	62.0	Eólico
Exp.Eol.5	ene-20	514.0	Eólico
Exp.Eol.6	ene-25	320.0	Eólico
Exp.Carb. 1	dic-20	200.0	Carbón
Exp.Carb. 2	dic-21	300.0	Carbón
Exp.Carb. 4	dic-23	300.0	Carbón
	ene-14	6.2	
Exp. Cogeneación 1*	ene-15	24.6	Caña
	ene-16	34.5	
	ene-17	57.0	
	ene-17	178.0	
Exp. Cogeneación 2*	ene-18	189.0	Palma
	ene-19	191.0	
	ene-20	100.0	
Exp. Geotermica*	ene-23	275.0	Geotermico
	ene-25	375.0	
	ene-14	5.0	
	ene-16	8.9	
Exp. Solar*	ene-20	53.6	Sol
	ene-24	143.5	
	ene-28	239.2	
Menores	Crecimiento según proyección estimada		

\* Para estos proyectos, la tabla indica la capacidad parcial de cada central en el tiempo, una vez se incrementa la misma en función de la entrada de las unidades generadoras. Es decir, la capacidad instalada total del proyecto será el último valor referenciado.

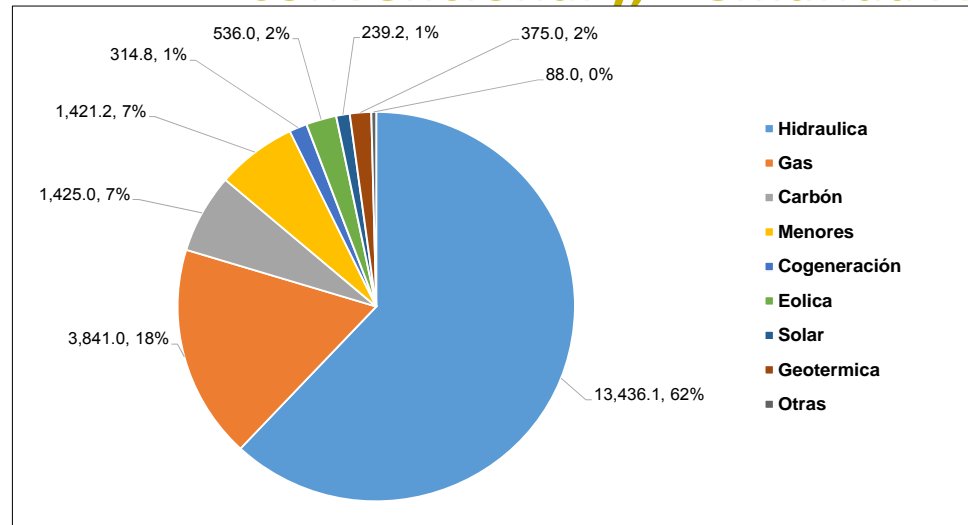


Recurso	Base	Cargo por confiabilidad	Expansión adicional	Total
Hidraulica	9,313.0	2,923.1	1,200.0	13,436.1
Gas	3,841.0	0.0	0.0	3,841.0
Carbón	701.0	574.0	800.0	2,075.0
Menores	663.7	0.0	757.4	1,421.2
Cogeneración	66.8	0.0	248.0	314.8
Eólica	0.0	0.0	1,370.0	1,370.0
Solar	0.0	0.0	239.2	239.2
Geotermica	0.0	0.0	375.0	375.0
Otros	0.0	88.0	0.0	88.0
<b>Total</b>	<b>14,585.5</b>	<b>3,585.1</b>	<b>4,989.6</b>	<b>23,160.3</b>

## Plan de Generación – Largo Plazo Escenario 10: (reemplazo expansión convencional ), Demanda Alta

Central	Fecha de entrada	Capacidad	Recurso
Sogamoso*	sep-14	266.7	Hidráulico
	nov-14	800.0	
Gecelca 3	oct-14	164.0	Carbón
Cucuana	dic-14	55.0	Hidráulico
Quimbo*	abr-15	198.0	Hidráulico
	jun-15	396.0	
Tasajero II	nov-15	160.0	Carbón
Carlos Ileras Restrepo	dic-15	78.1	Hidráulico
San Miguel	dic-15	42.0	Hidráulico
Gecelca 3.2	dic-15	250.0	Carbón
Termonorte	dic-17	88.0	Líquidos
Porvenir II	nov-18	352.0	
	nov-18	300.0	
	feb-19	600.0	
	may-19	900.0	
Ituango*	ago-19	1,200.0	Hidráulico
	ago-21	1,500.0	
	dic-21	1,800.0	
	mar-22	2,100.0	
	jun-22	2,400.0	
Exp.Carb. 4	dic-23	150.0	Carbón
	ene-14	6.2	
Exp. Cogeneación 1*	ene-15	24.6	Caña
	ene-16	34.5	
	ene-17	57.0	
	ene-17	178.0	
Exp. Cogeneación 2*	ene-18	189.0	Palma
	ene-19	191.0	
Exp.Eol.1	ene-19	99.0	Eólico
Exp.Eol.2	ene-20	195.0	Eólico
Exp.Eol.3	ene-21	180.0	Eólico
Exp.Eol.4	ene-20	62.0	Eólico
	ene-20	100.0	
Exp. Geotermica*	ene-23	275.0	Geotermico
	ene-25	375.0	
	ene-14	5.0	
	ene-16	8.9	
Exp. Solar*	ene-20	53.6	Sol
	ene-24	143.5	
	ene-28	239.2	
Menores	Crecimiento según proyección estimada		

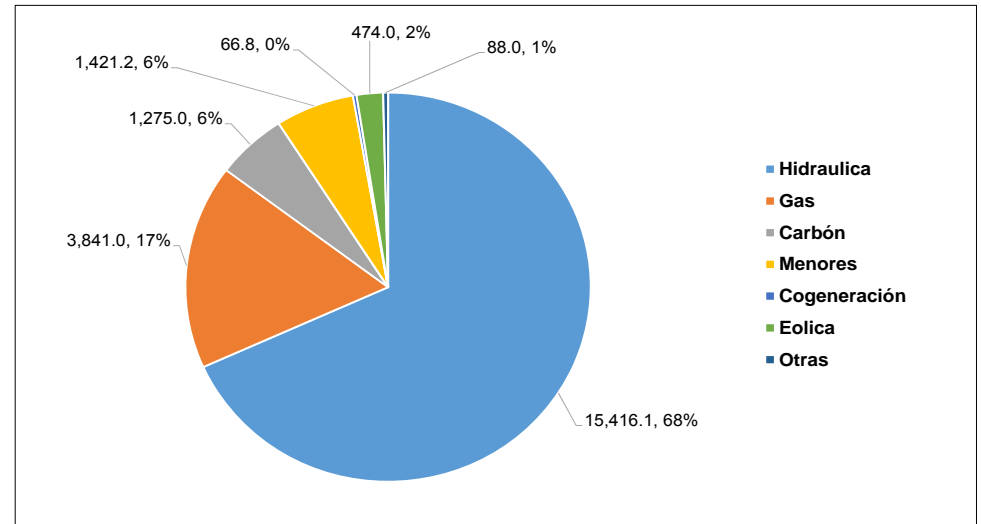
\* Para estos proyectos, la tabla indica la capacidad parcial de cada central en el tiempo, una vez se incrementa la misma en función de la entrada de las unidades generadoras. Es decir, la capacidad instalada total del proyecto será el último valor referenciado.



Recurso	Base	Cargo por confiabilidad	Expansión adicional	Total
Hidraulica	9,313.0	2,923.1	1,200.0	13,436.1
Gas	3,841.0	0.0	0.0	3,841.0
Carbón	701.0	574.0	150.0	1,425.0
Menores	663.7	0.0	757.4	1,421.2
Cogeneración	66.8	0.0	248.0	314.8
Eólica	0.0	0.0	536.0	536.0
Solar	0.0	0.0	239.2	239.2
Geotermica	0.0	0.0	375.0	375.0
Otros	0.0	88.0	0.0	88.0
<b>Total</b>	<b>14,585.5</b>	<b>3,585.1</b>	<b>3,505.6</b>	<b>21,676.3</b>

## Plan de Generación – Largo Plazo Escenario 11: Expansión Energía Eólica y Grandes Hidroeléctricas, Demanda Alta

Central	Fecha de entrada	Capacidad	Recurso
Sogamoso*	sep-14	266.7	Hidráulico
	nov-14	800.0	
Gecelca 3	oct-14	164.0	Carbón
Cucuana	dic-14	55.0	Hidráulico
Quimbo*	abr-15	198.0	Hidráulico
	jun-15	396.0	
Tasajero II	nov-15	160.0	Carbón
Carlos Ileras Restrepo	dic-15	78.1	Hidráulico
San Miguel	dic-15	42.0	Hidráulico
Gecelca 3.2	dic-15	250.0	Carbón
Termonorte	dic-17	88.0	Líquidos
Porvenir II	nov-18	352.0	Hidráulico
	nov-18	300.0	
	feb-19	600.0	
	may-19	900.0	
	ago-19	1,200.0	
	ago-21	1,500.0	
Ituango*	dic-21	1,800.0	Hidráulico
	mar-22	2,100.0	
	jun-22	2,400.0	
Exp.Eol.1	ene-19	99.0	Eólica
Exp.Eol.2	ene-20	195.0	Eólica
Exp.Eol.3	ene-21	180.0	Eólica
ExpHid1	dic-20	150.0	Hidráulico
ExpHid2	dic-21	870.0	Hidráulico
ExpHid3	dic-23	960.0	Hidráulico
Menores	Crecimiento según proyección estimada		



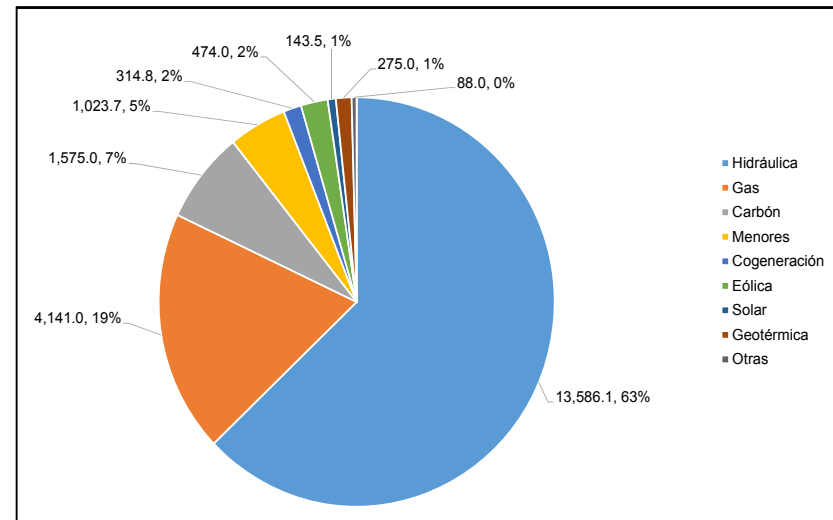
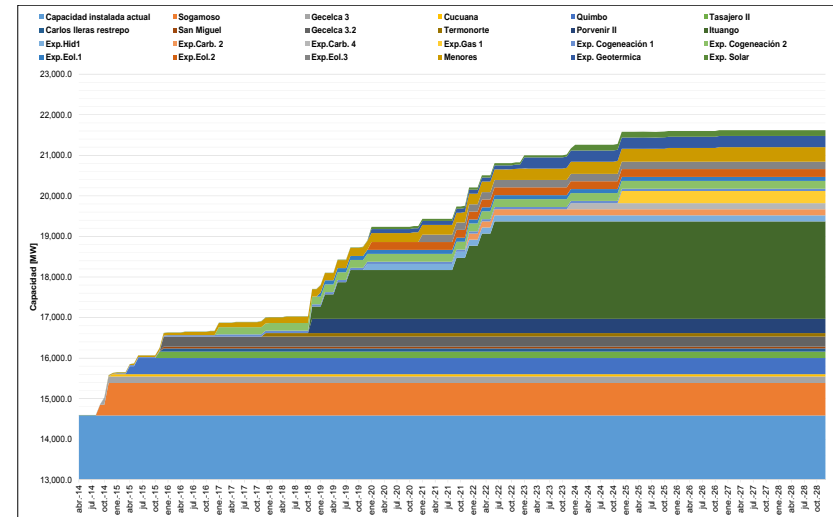
Recurso	Base	Cargo por confiabilidad	Expansión adicional	Total
Hidráulica	9,313.0	2,923.1	3,180.0	15,416.1
Gas	3,841.0	0.0	0.0	3,841.0
Carbón	701.0	574.0	0.0	1,275.0
Menores	663.7	0.0	757.4	1,421.2
Cogeneración	66.8	0.0	0.0	66.8
Eólica	0.0	0.0	474.0	474.0
Otros	0.0	88.0	0.0	88.0
<b>Total</b>	<b>14,585.5</b>	<b>3,585.1</b>	<b>4,411.4</b>	<b>22,582.1</b>

\* Para estos proyectos, la tabla indica la capacidad parcial de cada central en el tiempo, una vez se incrementa la misma en función de la entrada de las unidades generadoras. Es decir, la capacidad instalada total del proyecto será el último valor referenciado.

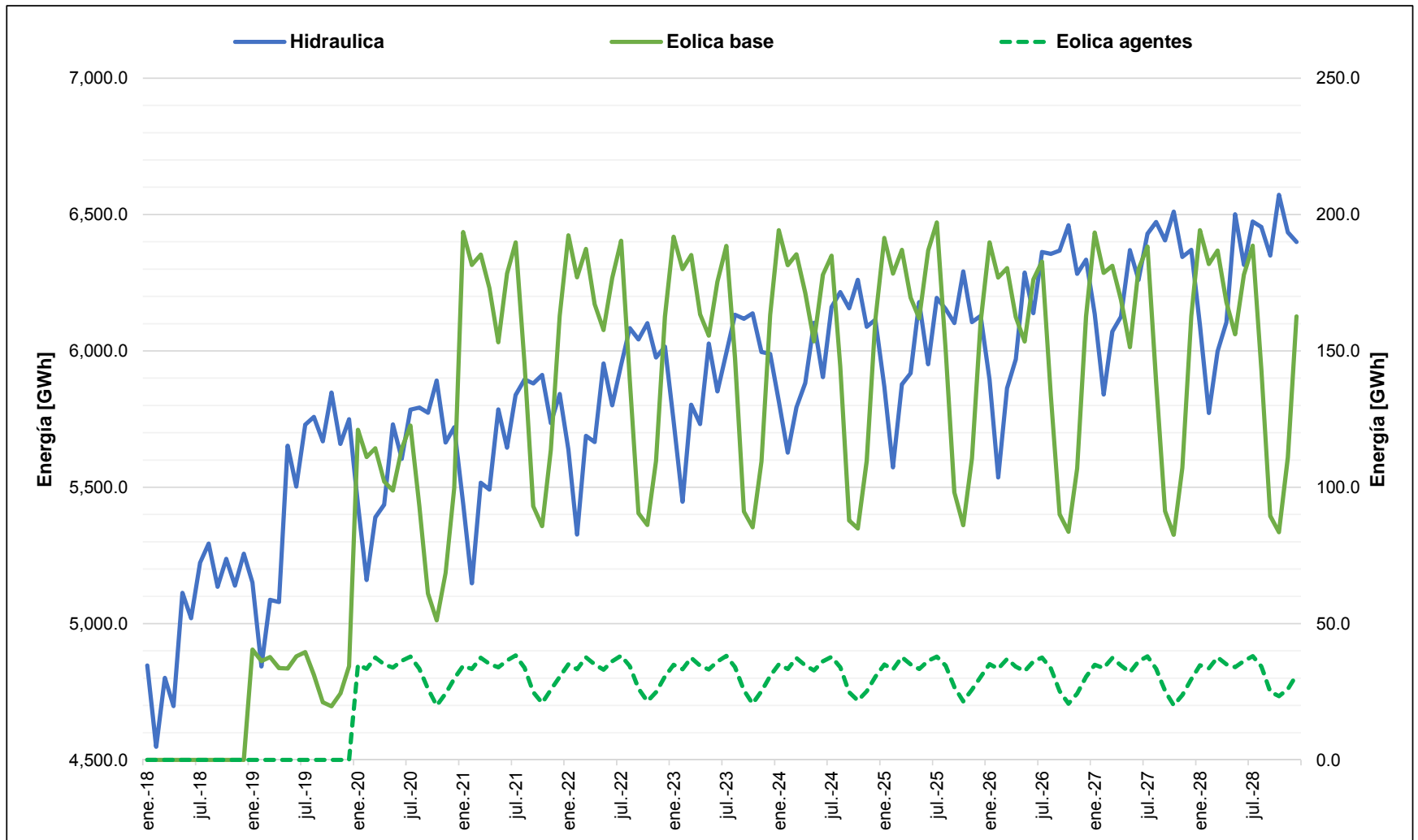
## Escenario 16 – Demanda Alta

Recurso	Base	Expansión CXC	Expansión adicional	Total
Hidraulica	9,313.0	2,923.1	1,350.0	13,586.1
Gas	3,841.0	0.0	300.0	4,141.0
Carbón	701.0	574.0	300.0	1,575.0
Menores	663.7	0.0	360.0	1,023.7
Cogeneración	66.8	0.0	248.0	314.8
Eólica	0.0	0.0	474.0	474.0
Solar	0.0	0.0	143.5	143.5
Geotermica	0.0	0.0	275.0	275.0
Otros	0.0	88.0	0.0	88.0
<b>Total</b>	<b>14,585.5</b>	<b>3,585.1</b>	<b>3,450.5</b>	<b>21,621.1</b>

Recurso	Base	Expansión CXC	Expansión adicional	Total
Hidraulica	63.9%	81.5%	39.1%	62.8%
Gas	26.3%	0.0%	8.7%	19.2%
Carbón	4.8%	16.0%	8.7%	7.3%
Menores	4.6%	0.0%	10.4%	4.7%
Cogeneración	0.5%	0.0%	7.2%	1.5%
Eólica	0.0%	0.0%	13.7%	2.2%
Solar	0.0%	0.0%	4.2%	0.7%
Geotermica	0.0%	0.0%	8.0%	1.3%
Otros	0.0%	2.5%	0.0%	0.4%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>



# Plan de Generación – Complementariedad Energía Eólica e Hidroenergía



# GRACIAS

[Marcela.bonilla@upme.gov.co](mailto:Marcela.bonilla@upme.gov.co)

[Carlos.garcia@upme.gov.co](mailto:Carlos.garcia@upme.gov.co)

[Hector.herrera@upme.gov.co](mailto:Hector.herrera@upme.gov.co)