



# Retos para la integración de energía eléctrica proveniente de fuentes no convencionales en el sistema de potencia colombiano

Alejandro Paz Parra

Ingeniero Electricista PhD.

Profesor Asociado

Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Grupo de Investigación GAR



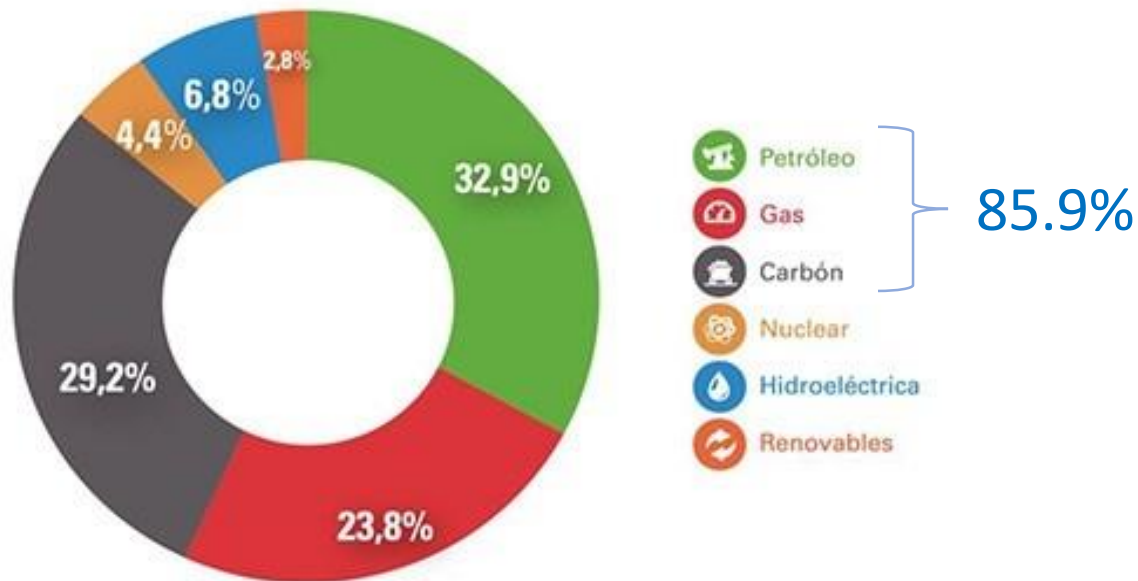
# Agenda

- Energías renovables en el mundo
- Energía renovables en Latinoamérica
- Energías renovables en Colombia
- Avances en la penetración de renovables en Colombia
- Retos para la integración de renovables en el Sistema de potencia Colombiano

# Energías renovables en el mundo



Consumo de energía primaria mundial 2015

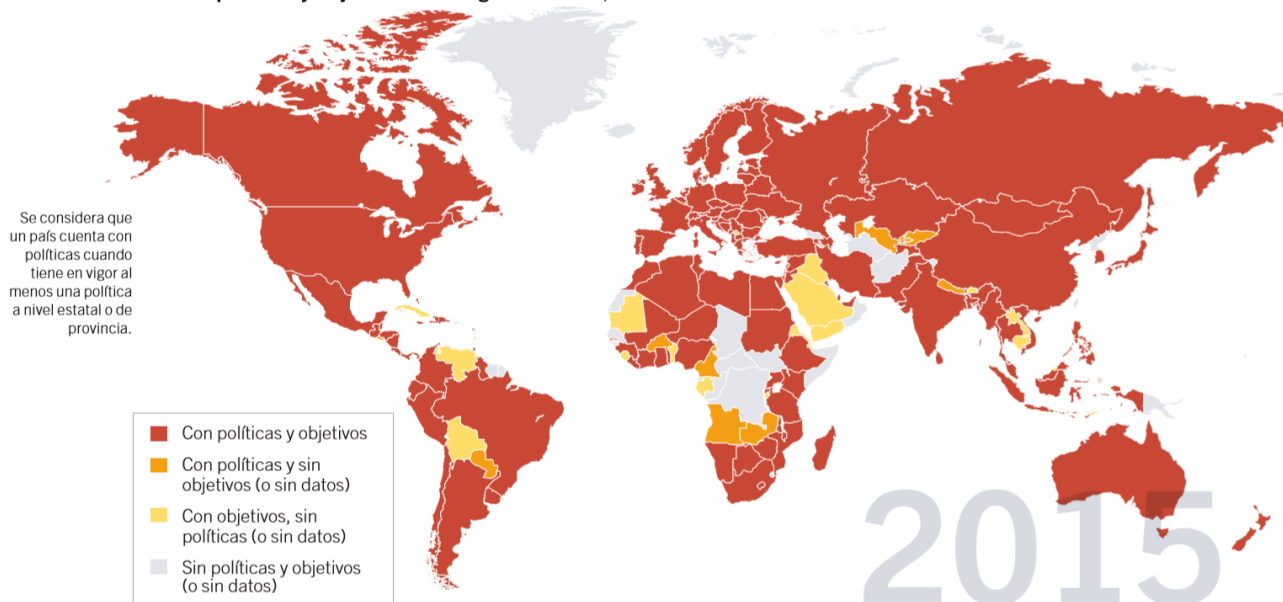


BP Statistical Review of World Energy 2016 - Fecha: 6 Julio 2016. Consulta en línea disponible en:  
[http://www.bp.com/es\\_es/spain/prensa/notas-de-prensa/2016/bp-statistical-review-world-energy-2016.html](http://www.bp.com/es_es/spain/prensa/notas-de-prensa/2016/bp-statistical-review-world-energy-2016.html)

# Energías renovables en el mundo



Países con políticas y objetivos de energía renovable, inicios del 2015



2015  
**164**

REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewables 2015 - Global status Report, Madrid - España: REN21, 2015

# Energías renovables en el mundo



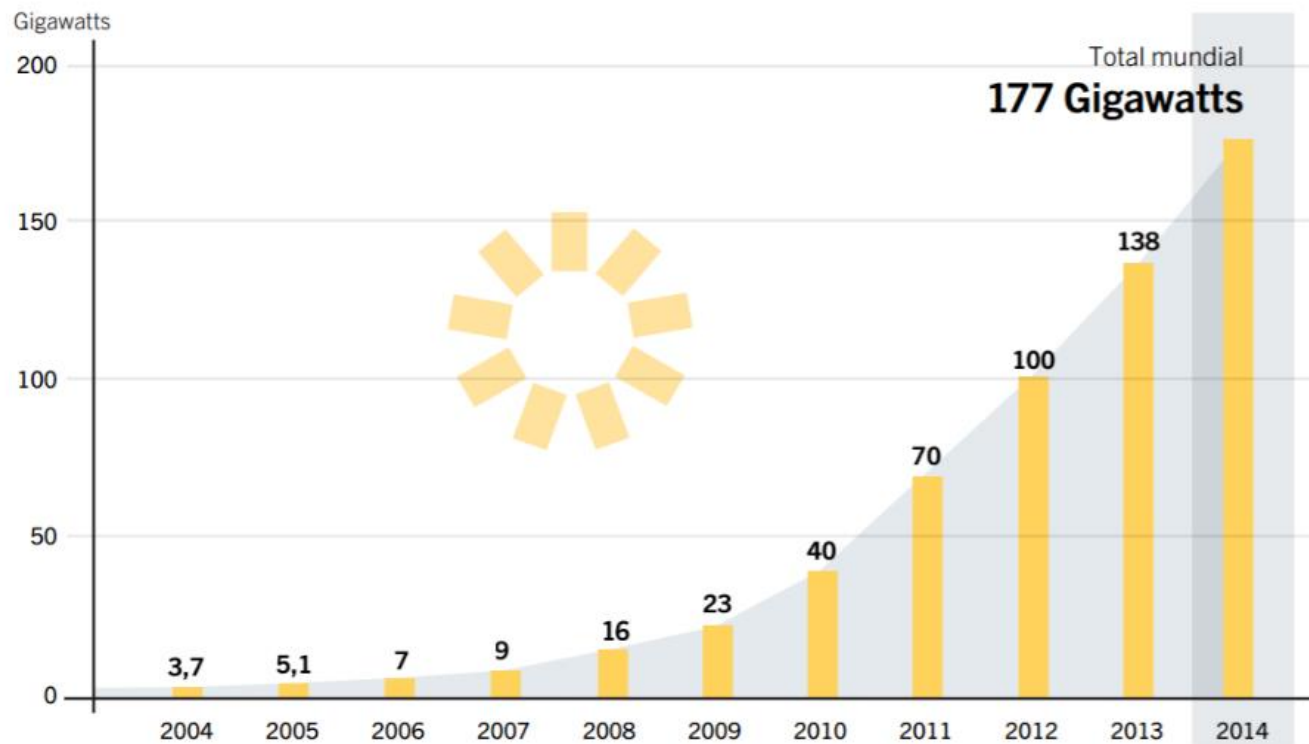
Fuente primaria	Capacidad instalada (GW) 2014	% Capacidad instalada mundial	TW-h/Año (2014)	% participación	Horas promedio de producción
Hidroeléctrica	1075	17.1%	3898	16.6%	3694
Eólica	370	6.0%	728	3.1%	1967
Biomasa	93	1.5%	423	1.8%	4545
Solar (FV + Térmica)	181	2.9%	211	0.9%	1168
Geotérmica	13	0.2%	94	0.4%	7225
<b>Total renovables</b>	<b>1712</b>	<b>27.7%</b>	<b>5353</b>	<b>22.8%</b>	<b>3122</b>

Participación de las energías renovables en la generación de electricidad a nivel mundial durante el año 2014

# Energías renovables en el mundo



Capacidad mundial total de energía solar FV, 2004–2014

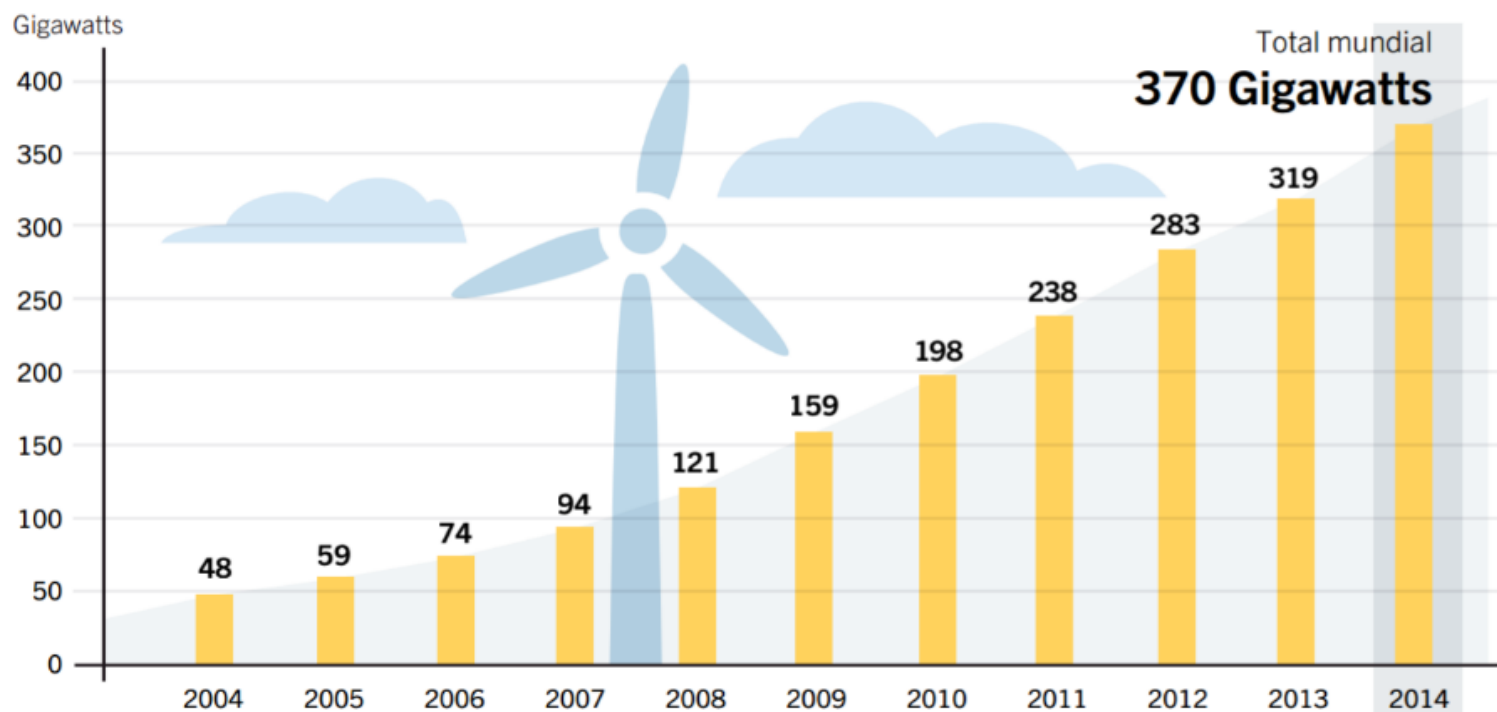


REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewables 2015 - Global status Report, Madrid - España: REN21, 2015

# Energías renovables en el mundo



## Capacidad mundial de energía eólica, 2004–2014



# Energías renovables en el mundo



		2011	2012	2013	2014	2015
<b>PV</b>	Europe	52	70	81	88	96
	World total	69	100	139	181	222
	EU %	75%	70%	58%	49%	43%
<b>Wind</b>	Europe	95	108	119	131	144
	World total	239	283	318	370	432
	EU %	40%	38%	37%	35%	33%
<b>Total</b>	<b>Europe</b>	147	178	200	219	240
	<b>World total</b>	308	383	457	551	654
	<b>EU %</b>	48%	46%	44%	40%	37%

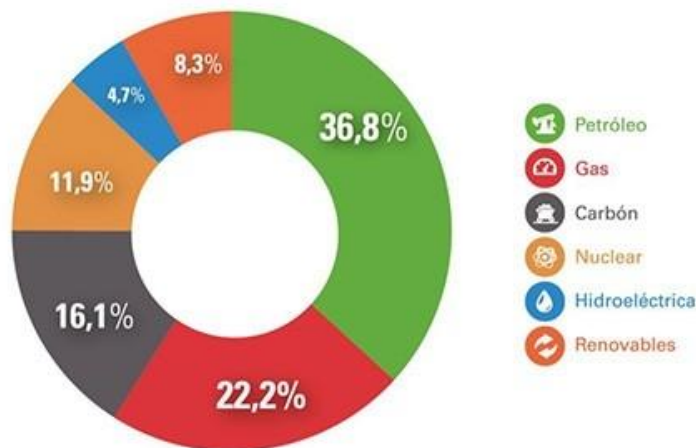
Participación de la Unión Europea en la generación de electricidad a partir de fuentes no convencionales con respecto al total mundial.



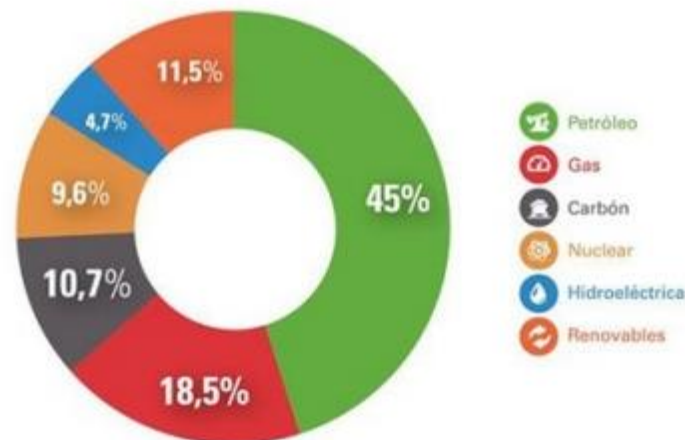
# Energías renovables en el mundo



Consumo de energía primaria-Unión Europea 2015



Consumo de energía primaria en España 2015

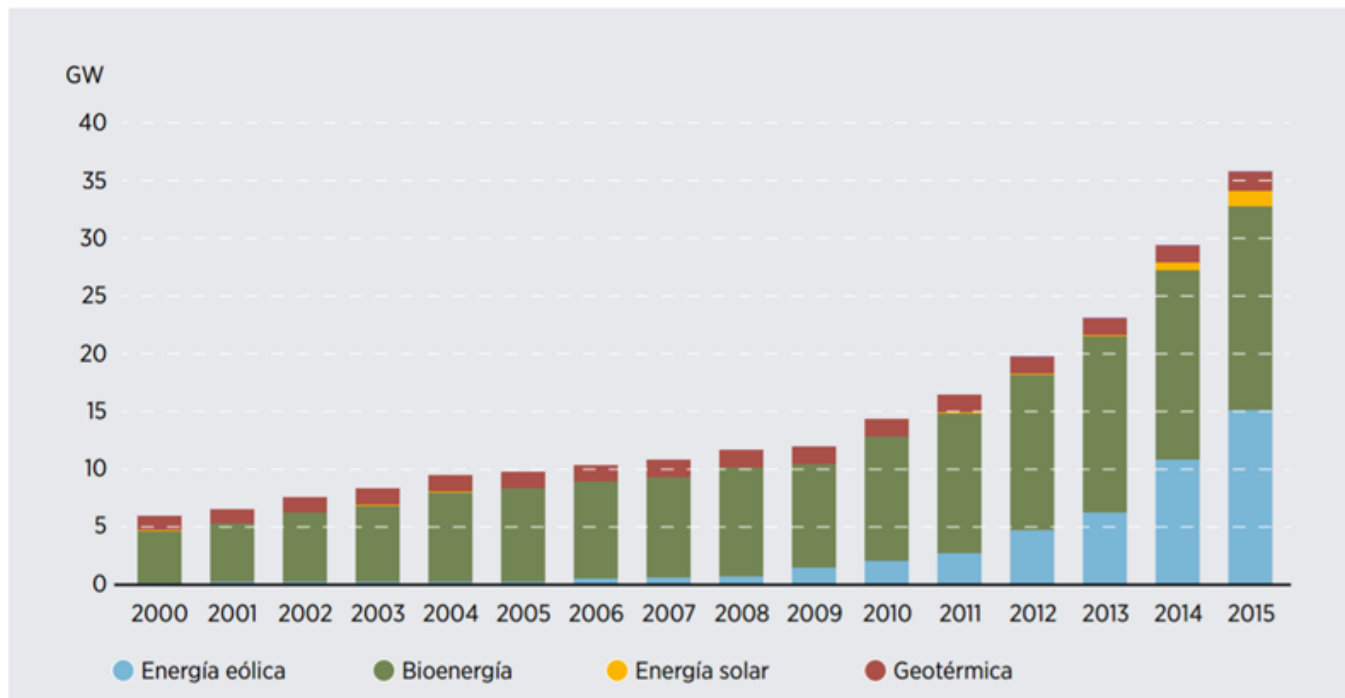


BP Statistical Review of World Energy 2016 - Fecha: 6 Julio 2016. Consulta en línea disponible en:

[http://www.bp.com/es\\_es/spain/prensa/notas-de-prensa/2016/bp-statistical-review-world-energy-2016.html](http://www.bp.com/es_es/spain/prensa/notas-de-prensa/2016/bp-statistical-review-world-energy-2016.html)

# Energías renovables en América Latina

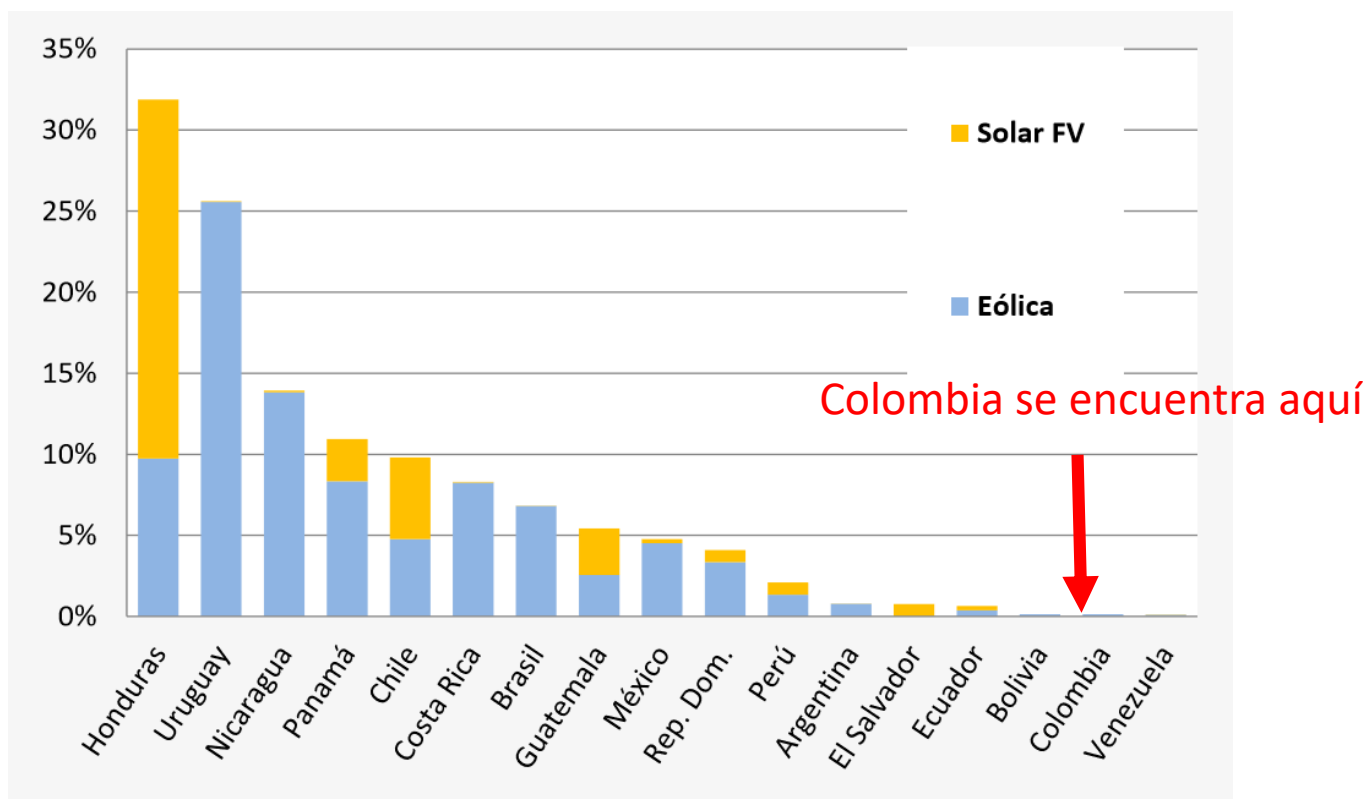
Evolución de la capacidad instalada en generación de electricidad con base en fuentes no convencionales en América Latina durante el periodo 2000-2015



International Renewable Energy Agency - IRENA, «Análisis del mercado de energías renovables - America Latina,» IRENA, Abu Dabi - Emiratos Árabes Unidos EAU, 2016.

# Energías renovables en América Latina

## Porción de la matriz energética cubierta por FERNC.



International Renewable Energy Agency - IRENA, «Integrando energías renovables en sistemas de potencia en Centroamérica,»  
IRENA, Ciudad de Panamá - Panamá, 2016.

# Energías renovables en Colombia

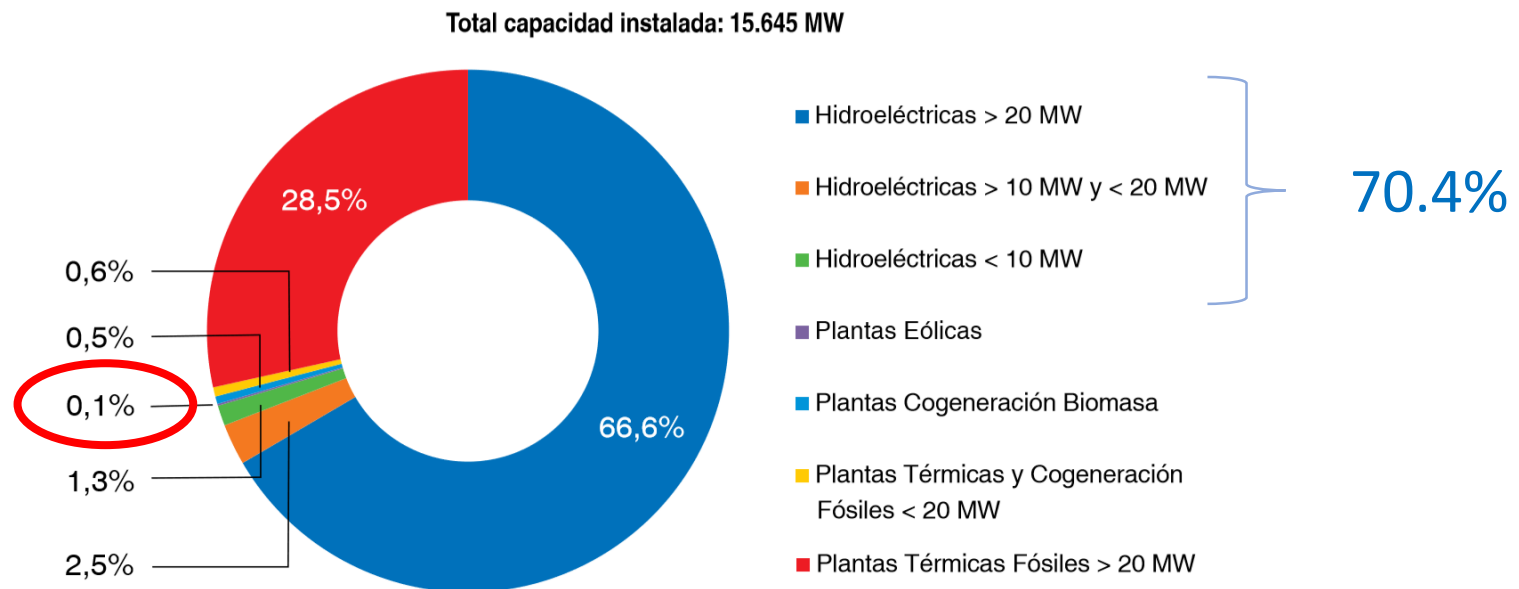
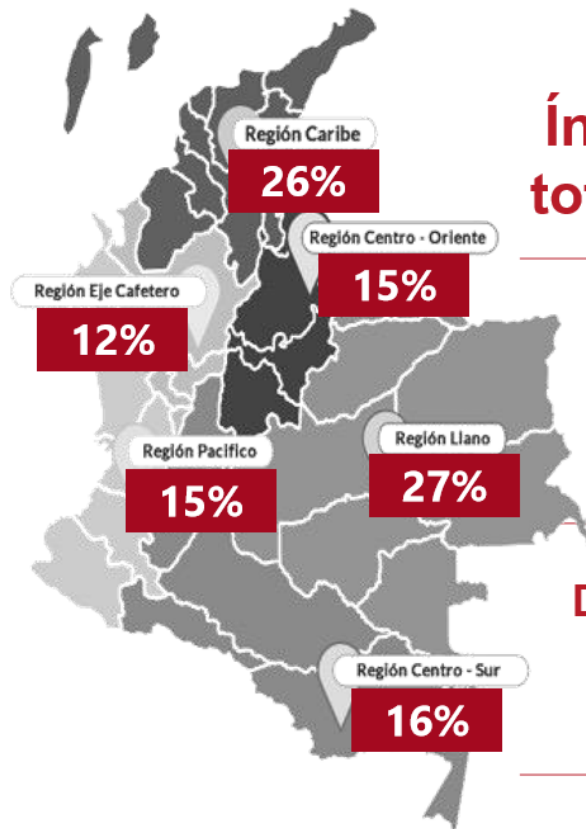


Figura 1.4. Capacidad de generación eléctrica del SIN a diciembre de 2014.  
Fuente: XM 2014.

Tomado de: Estudio para la integración de renovables en Colombia - UPME 2015

# Energías renovables en Colombia



## Índice de pérdidas totales comerciales

El **promedio nacional** de pérdidas de **energía** es **16,8%**

**Desde 2010**, las pérdidas de electricidad se han **reducido en un 10%**

Fuente: Asocodis 2015

# Energías renovables en Colombia



Tabla 2.1. Potenciales para diferentes regiones del país.

Área	Potencial eólico (MW de capacidad instalable)
Costa Norte	20.000
Santanderes	5.000
Boyacá	1.000
Risaralda - Tolima	1.000
Huila	2.000
Valle del Cauca	500



29.5GW = 189% de  
la capacidad  
instalada actual

**Tomado de:** Estudio para la integración de renovables en Colombia - UPME 2015

# Avances en la penetración de FERNC en Colombia



San Andrés Islas , sábado, 16 de septiembre de 2017

Ministerio de Minas y Energía - SIG

## Gobierno anuncia programa de energía renovable para beneficiar a 60.000 colombianos

Las inversiones superan los \$200.000 millones de pesos, con la meta de garantizar energía segura, asequible y moderna, contemplada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Publicado en Boletín de Sostenibilidad N° 32 - Septiembre 21 de 2017 Comunicaciones y Sostenibilidad, ANDESCO.

# Avances en la penetración de FERNC en Colombia



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali



Res. 2333 del 2012



Publicado en: Blog de noticias corporativas CELSIA: “Empezamos a operar la granja de energía solar más grande de Colombia”. Septiembre 3, 2017



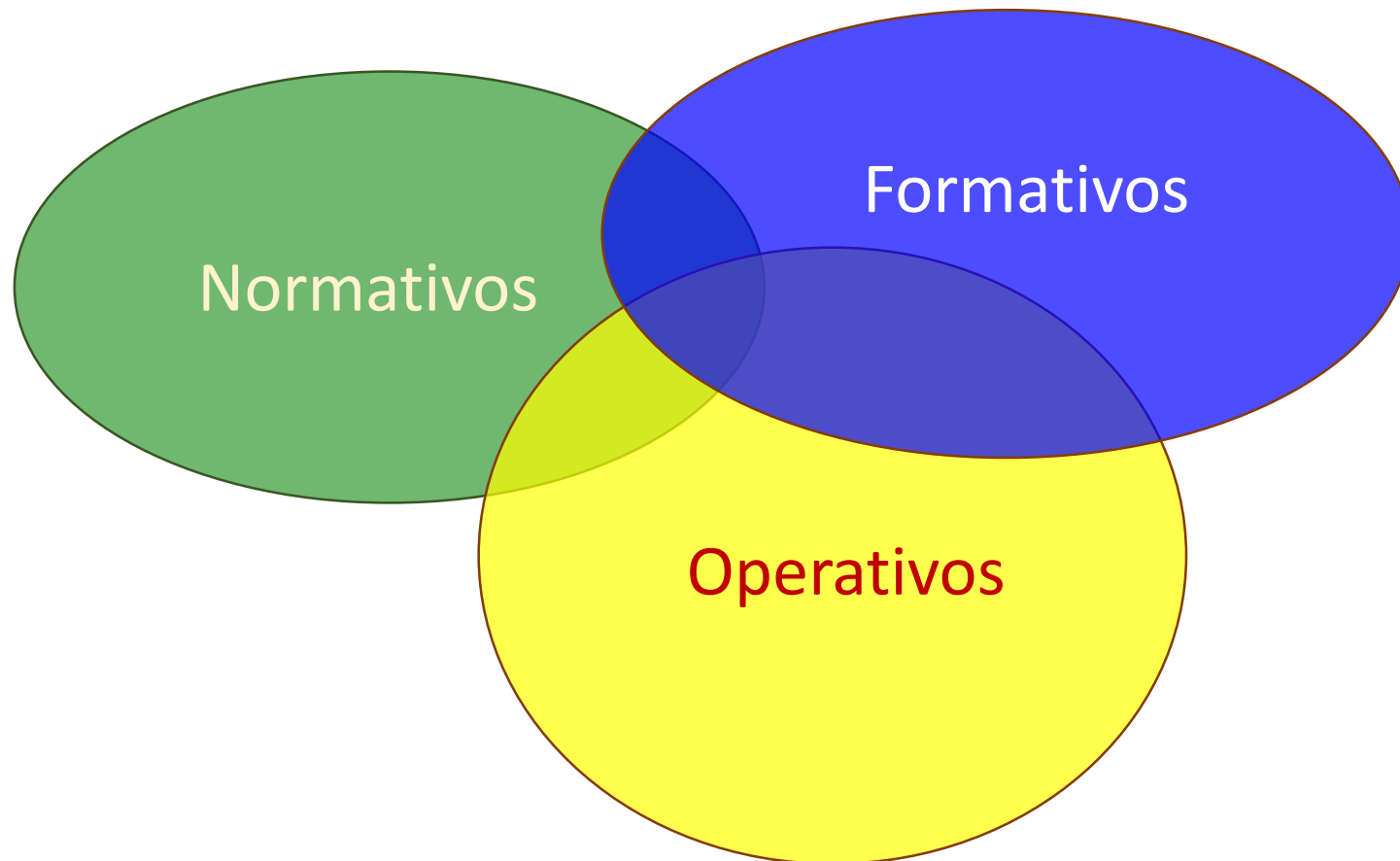
# Retos en la integración de FERNC al sistema de potencia Colombiano



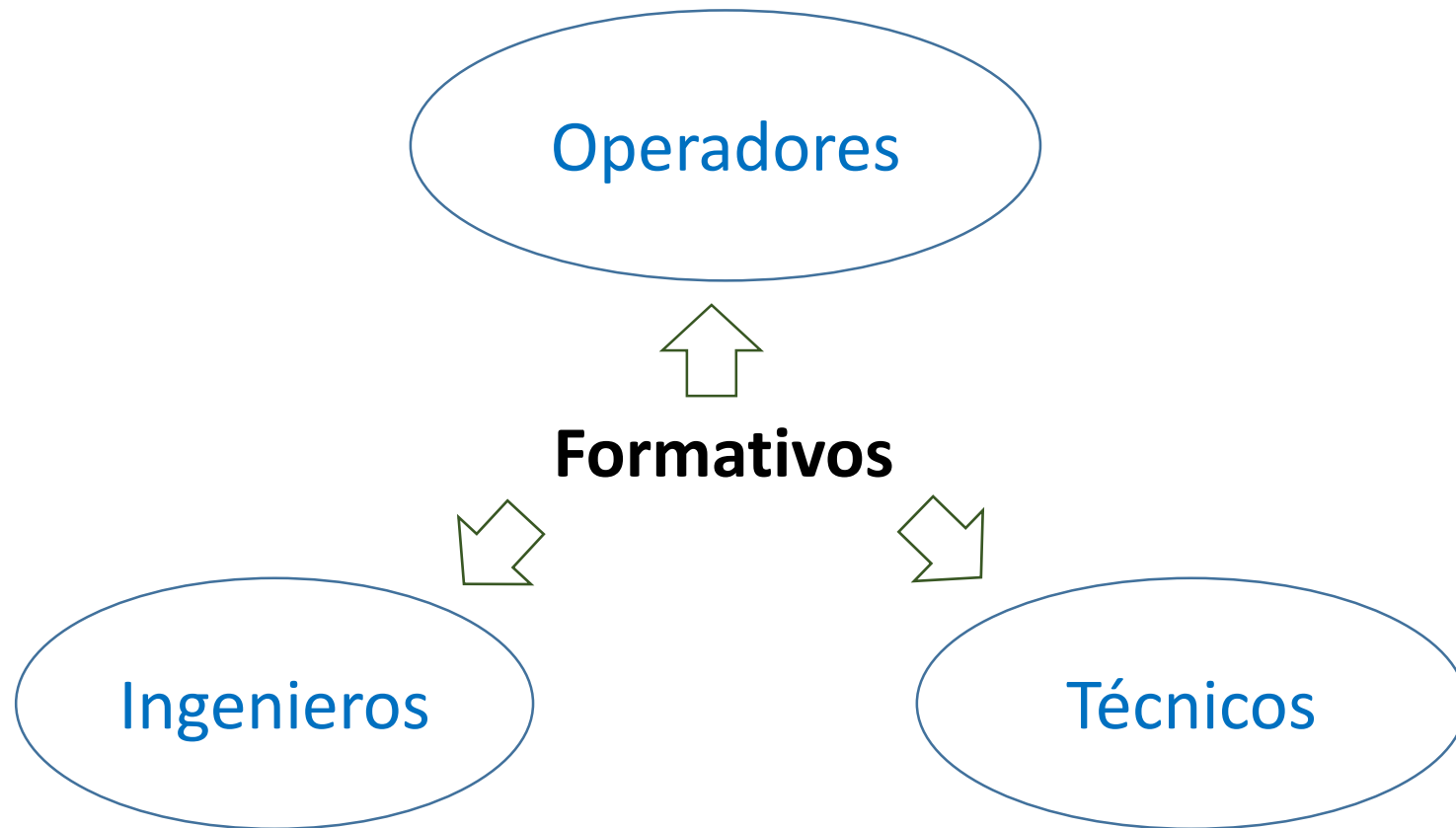
Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali



Res. 2333 del 2012



# Retos en la integración de FERNC al sistema de potencia Colombiano



# Retos en la integración de FERNC al sistema de potencia Colombiano



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali



Res. 2333 del 2012

**Normativos**

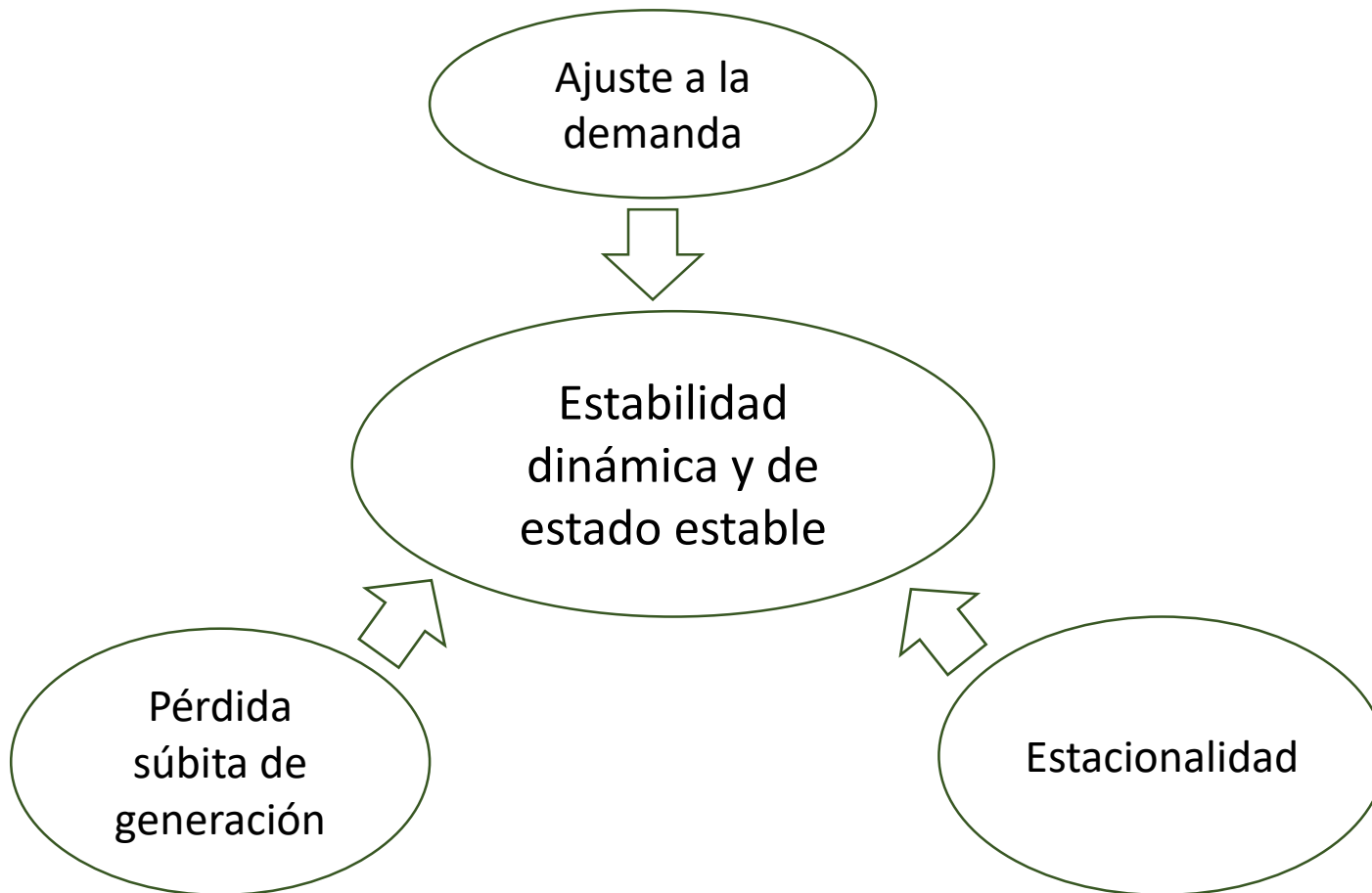


**ACTUALIZACIÓN  
RETIE**

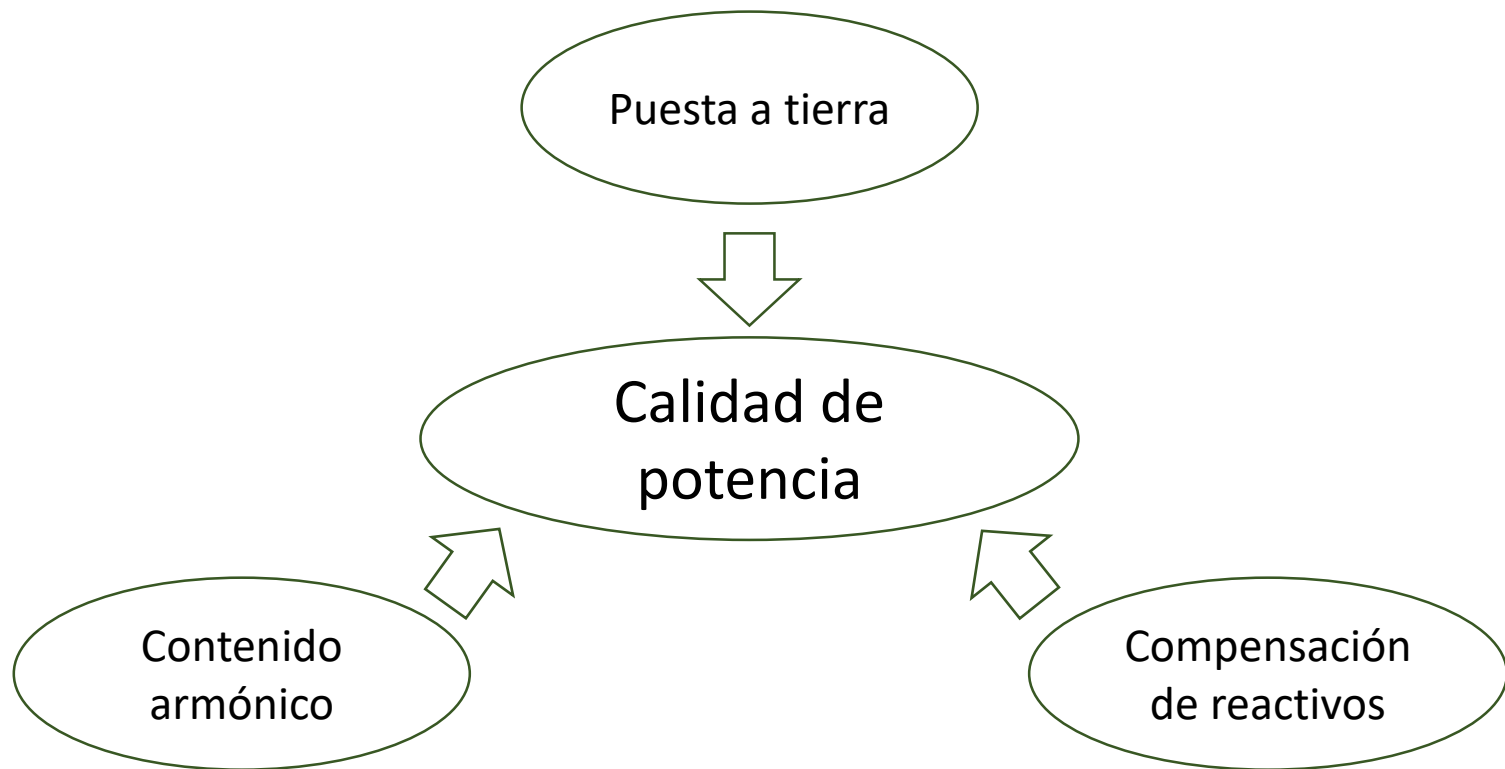
# Retos en la integración de FERNC al sistema de potencia Colombiano



# Retos en la integración de FERNC al sistema de potencia Colombiano



# Retos en la integración de FERNC al sistema de potencia Colombiano





Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Cali



Res. 2333 del 2012

# Muchas gracias

**Alejandro Paz Parra**

Correo electrónico: [apaz@javerianacali.edu.co](mailto:apaz@javerianacali.edu.co)

Sitio WEB institucional:

<https://www.javerianacali.edu.co/profile/alejandro-paz>