“Innovación y eficiencia energética para la modernización del sector de distribución: la experiencia brasileña"

Doctor en Ingeniería Eléctrica, Roberto M. G. Velásquez

Rio de Janeiro, 06 de octubre de 2021

PERÚ Ministerio de Energía y Minas

CORPORACIÓN FONAFE

cooperación alemana DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementada por giz

FACTO ENERGY

www.factoenergy.com

Empresa con foco en el desarrollo de tecnologias y consultoria para el mercado energético.

Desde 2015 actua en projetos de I&D/Aneel y de EE/Aneel, y há desarrollado proyectos de consultoria nacionales y internacionales para diversos setores de la indústria (Papel & Celulosa, Bebidas y Alimentos, Cemento, química), distribuidoras, generadores, grupos sectoriales, agencias de fomento. Há realizado projetos de Gestión Energética en mas de 21 cidades brasileñas y sus profesionales han participado en 20 proyectos de investigación y desarrollo para el sector eléctrico.

GDSOLAR powering excellence · ampla · TEVISA Termelétrica Viana S/A · ELEKTRO · Eletrobras Eletrosul · cgee Centro de Gestão e Estudos Estratégicos Ciência, Tecnologia e Inovação

TCU Tribunal de Contas da União · Light · celpe Grupo Neoenergia · cpfl paulista · IDB Inter-American Development Bank · Chesf

Enel · coelba Grupo Neoenergia · AES Eletropaulo · giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH · ICF

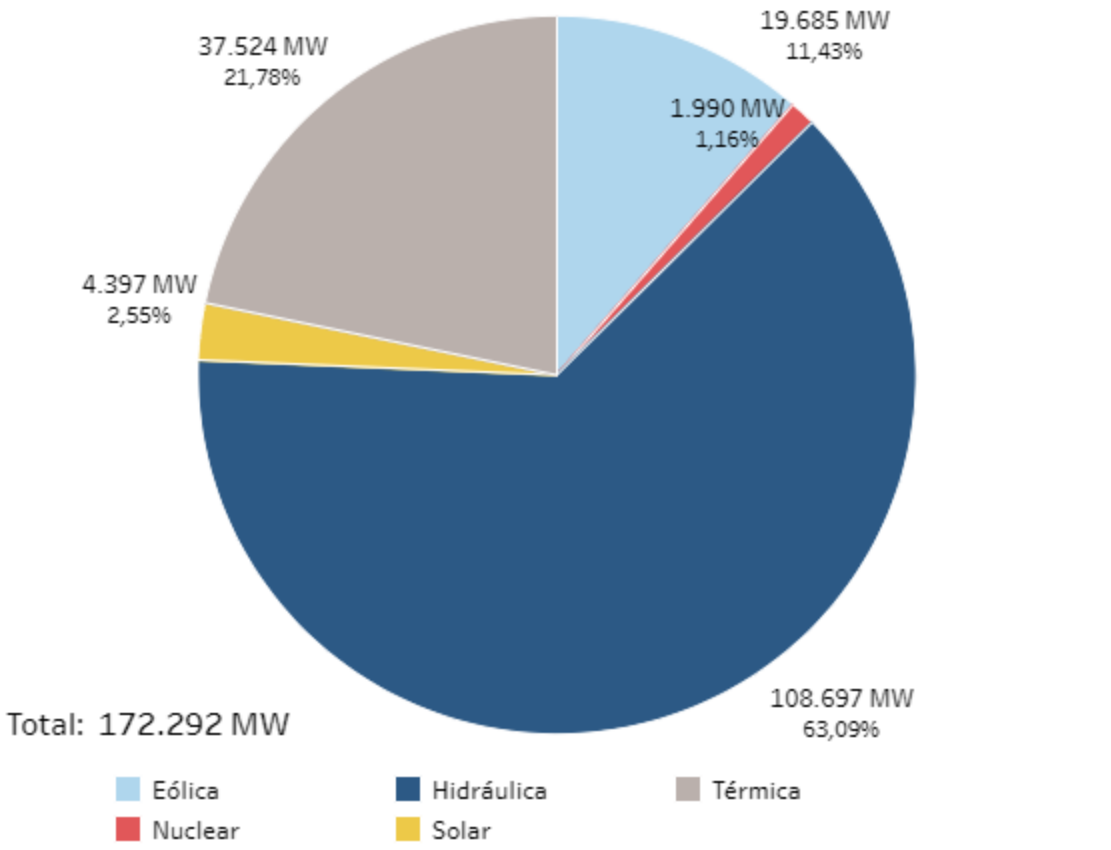
www.factoenergy.com

Resumen

- Panorama del sector eléctrico brasileño
- Política pública de I&D y EE
- Características de los programas de I&D y EE
- Resultados de los programas de I&D y EE
- Desafios y mejoras de los programas de I&D y EE
- Conclusiones

El sector eléctrico brasileño

Matriz de energia eléctrica brasileña



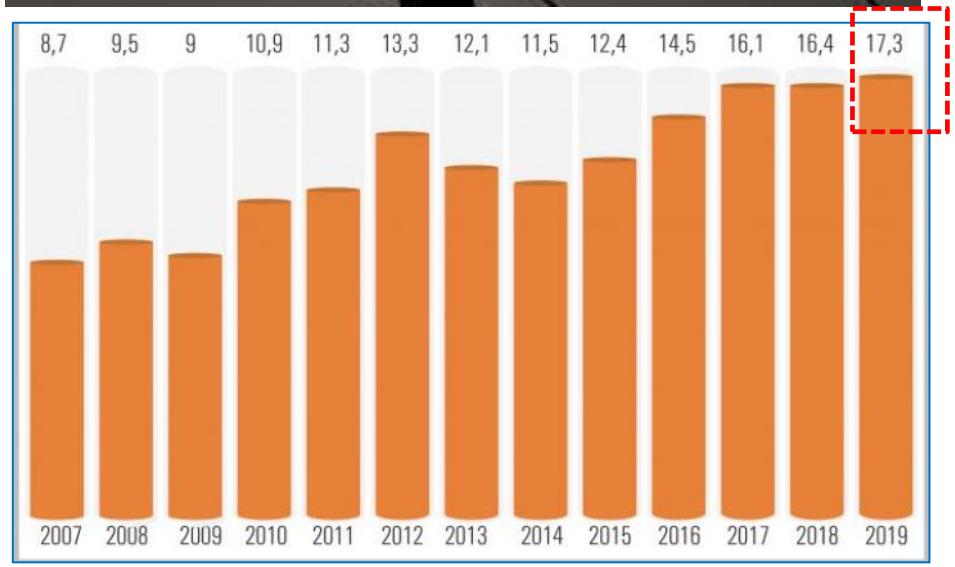
800 kV CC	2020 9.204 km	2025 9.204 km
750 kV	2020 1.722 km	2025 1.722 km
600 kV CC	2020 9.544 km	2025 9.544 km
500 kV	2020 53.214 km	2025 76.220 km
440 kV	2020 6.911 km	2025 7.130 km
345 kV	2020 9.551 km	2025 11.131 km
230 kV	2020 55.454 km	2025 69.103 km
TOTAL	145.600 km	184.054 km

Fonte: 2020 - Sumário PAR/PEL 2021- 2025

Fuente: ONS

El sector de distribución de energia

- **56** empresas de distribución
- **40** de capital privado
- **16** de capital municipal, estado o federal



Inversiones en R$ billones

(S/. 13.300 millones) : 2019

Fuente: Abradee

Pérdidas de energía en el sistema de distribución

S/. 3.850
Millones/año

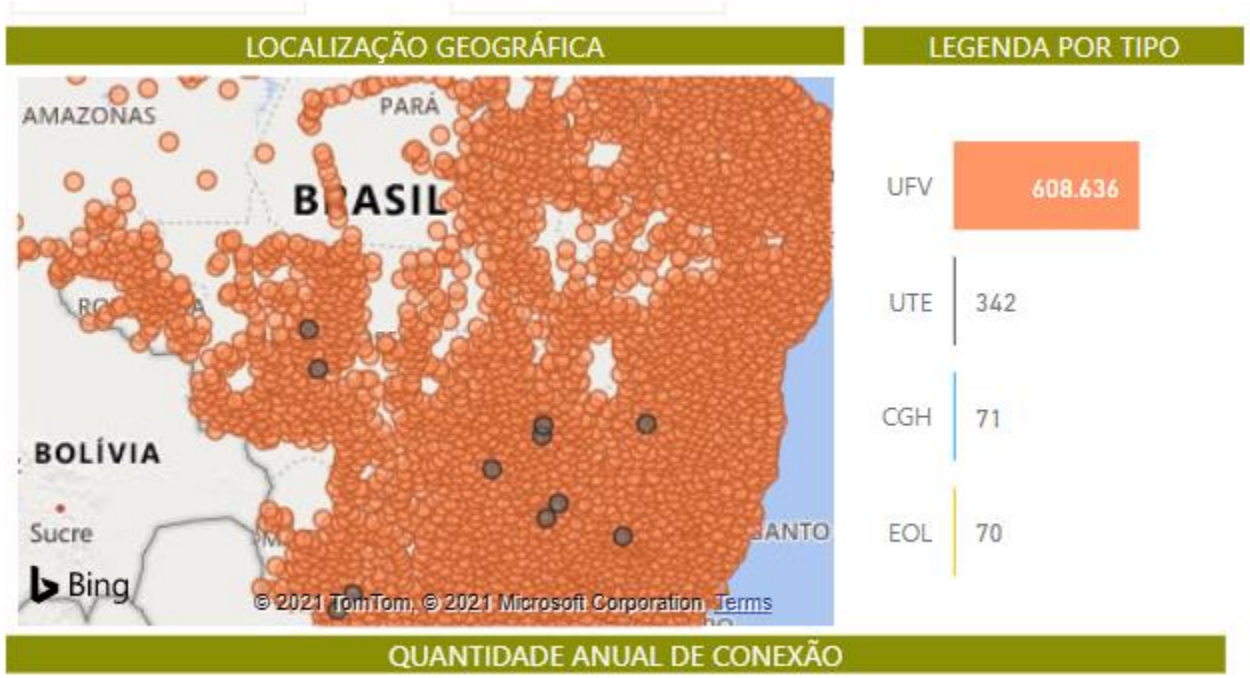
3% de la tarifa

Fuente: Aneel

Generación distribuida (Res. 482/2012 y Res. 687/2015)

Micro GD: <= 75 kW
75 kW < Mini GD <= 5 MW
Sistema de créditos

- **609.119** Instalaciones de generación distribuida
- **608.636** son de generación FV
- **520.311** instalaciones en la propia unidad
- **7.146 MW** de capacidad instalada



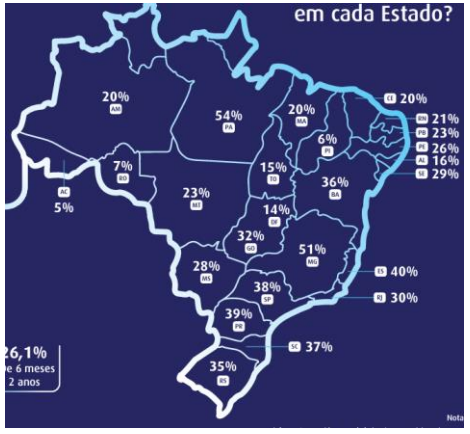
Fuente: Aneel

Mercado libre

Consumidores libres ➔ Potencia contratada >= 1.500 kW

Consumidores especiales ➔ 500 kW < Potencia contratada < 1.500 kW

Actualmente, 80% de la energía consumida por el sector industrial es comprada del mercado libre.



Actualmente, 38% de toda la energía consumida en Brasil fue adquirida en el mercado libre.

Fuente: Abraceel

Creación de una política pública para I&D e para EE

Ley federal 9.991 de 24/07/2000

Política pública para estimular la I&D y la E.E en el sector de energia eléctrica mediante la ***aplicación obligatória*** de recursos provenientes de los ingresos líquidos de las empresas del sector eléctrico.

Programa de Investigación y Desarrollo

Programa de Eficiencia Energetica

Fuente: Aneel

Creación de una política pública para I&D e para EE

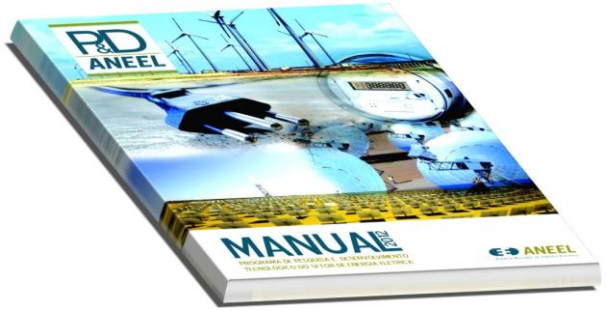
- Foco en los resultados
- Flujo continuo de proyectos y autonomia para la ejecución
- Comprobación de gastos: auditoria contable
- Fiscalización
- Definición de Procedimentos claros

Programa de Investigación y Desarrollo

Programa de Eficiencia Energetica

Fuente: Aneel

Creación de una política pública para I&D e para EE



Procedimentos del **Programa de I&D** (PROP&D)

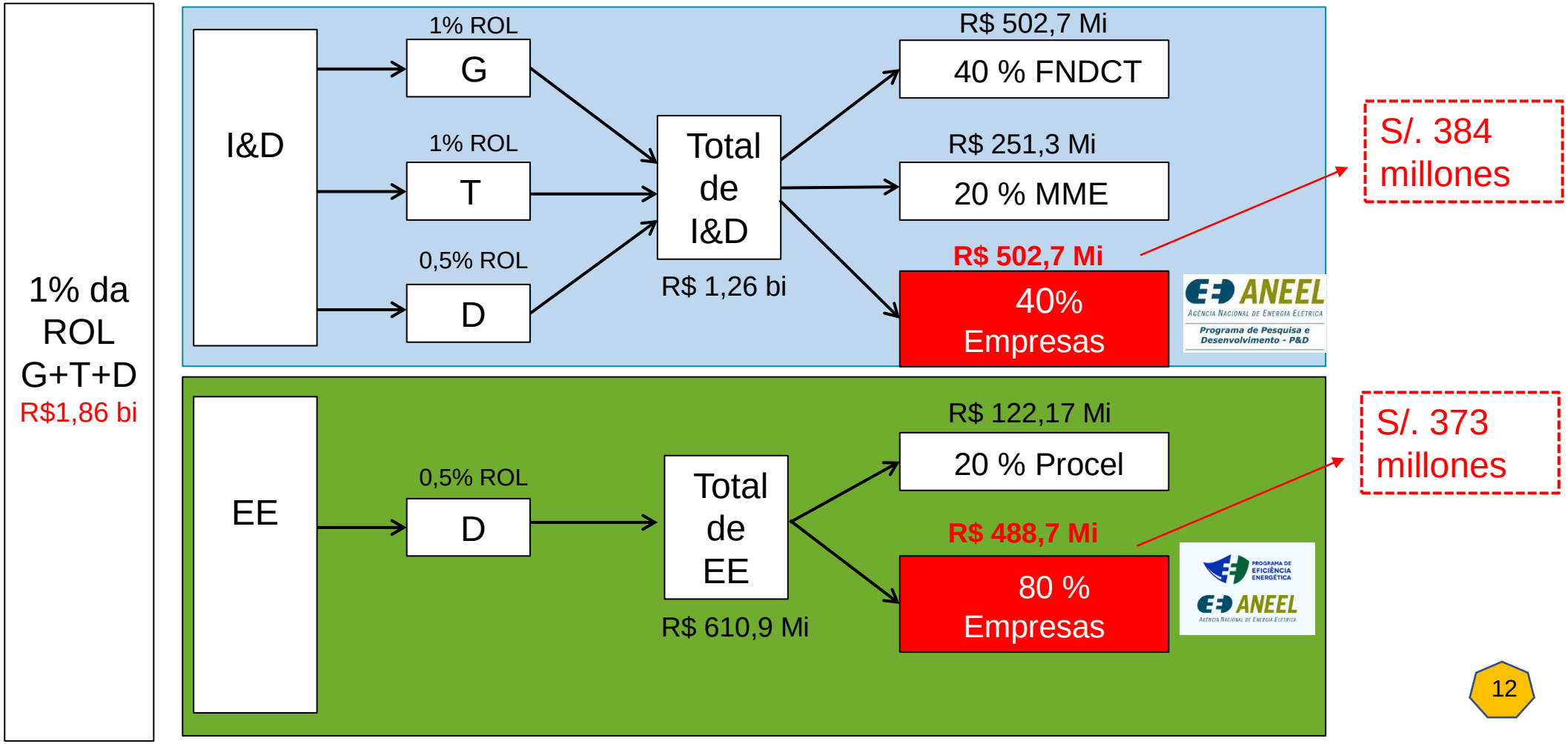
Procedimentos del **Programa de EE** (PROPEE)

Fuente: Aneel

Distribución de recursos financieros

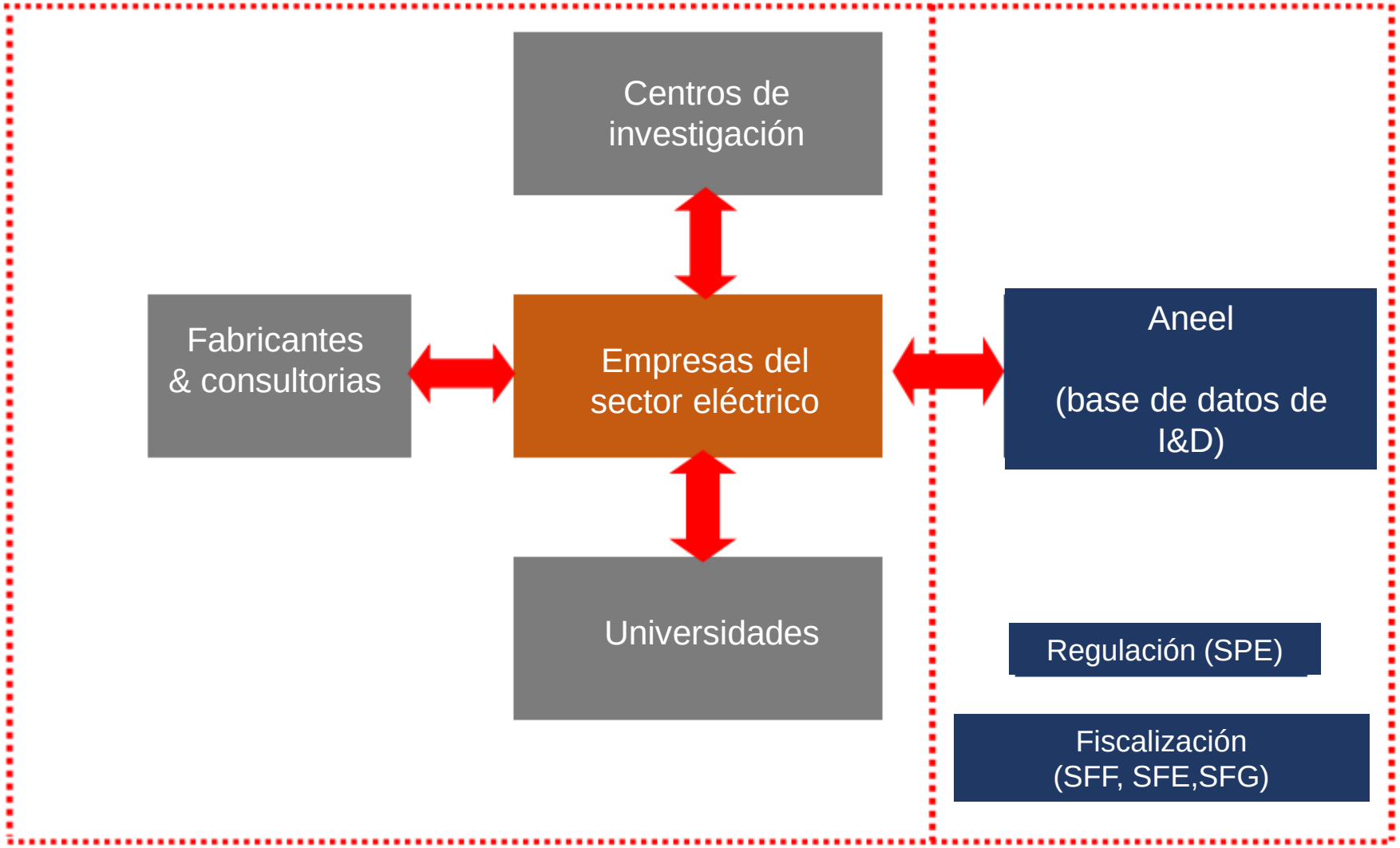
ROL total :R$ 186,24 bi (2017)

ROL D: R$ 122,17 bi



Fuente: Aneel

Como funciona el programa de I&D?

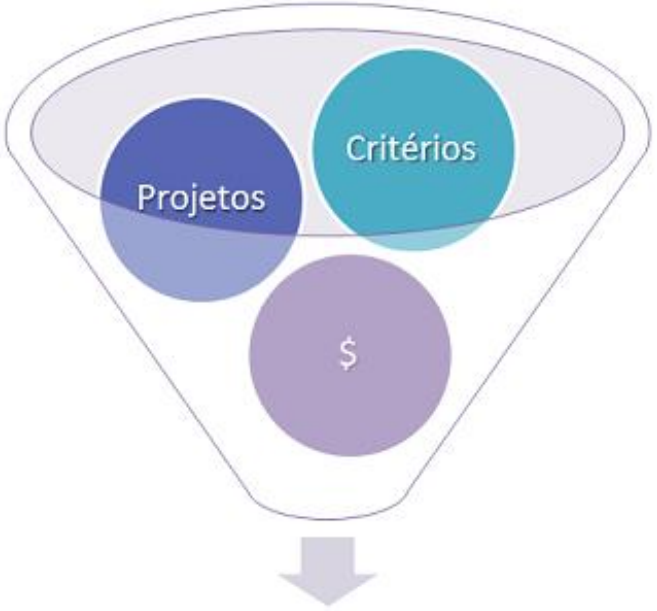


Fuente: Aneel

Como funciona el programa de I&D?

Proceso de selección

Candidatos/ideas



Proyectos seleccionados

Empresa (D, G o T)

ANEEL
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Agencia Reguladora

Fuente: Aneel

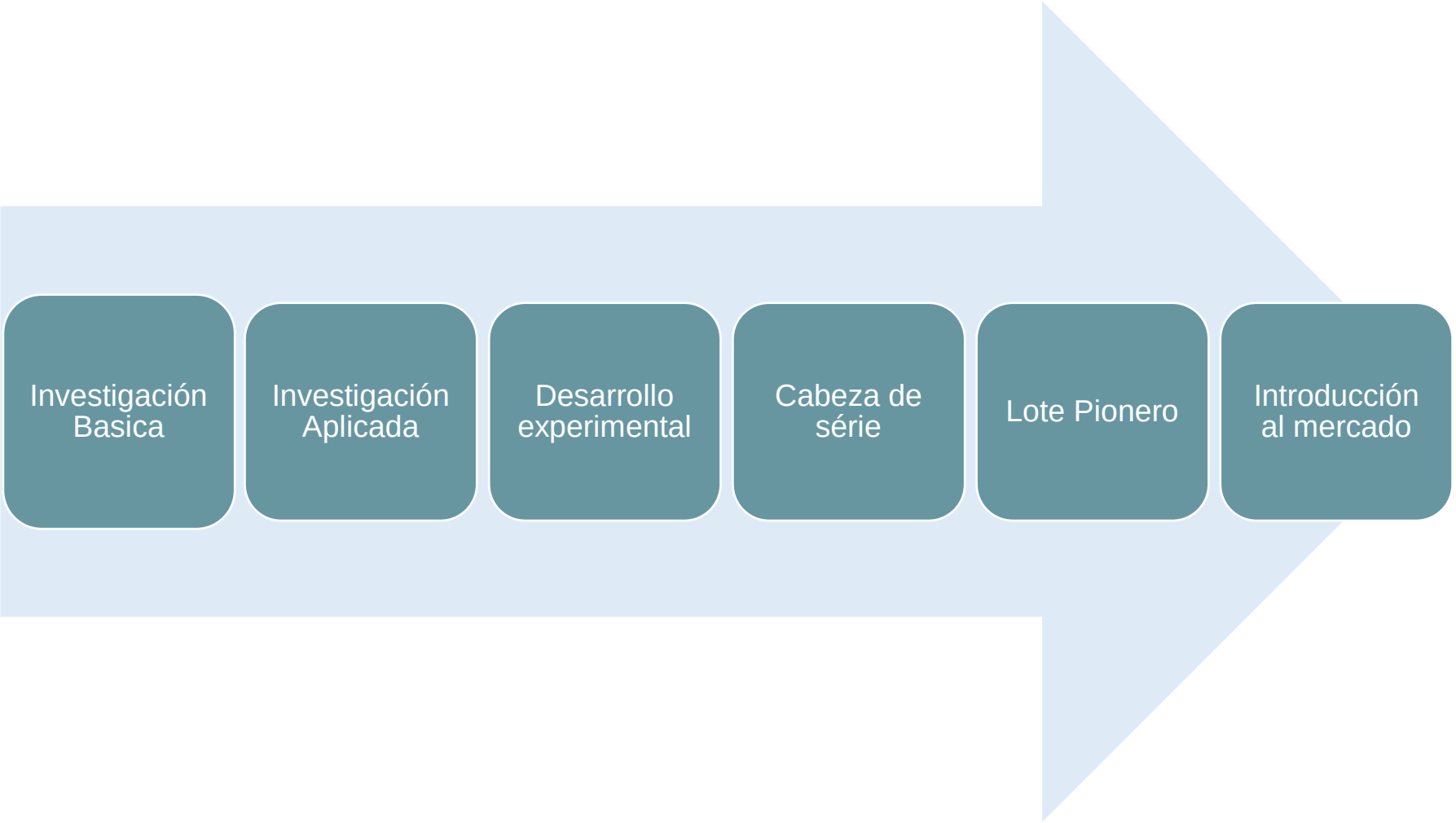
1ª. parada

Temas de proyectos de I&D

Sigla	Tema
FA	Fuentes renovables de generación
GT	Generación Termoeléctrica
CB	Gerenciamiento de cuencas y reservatórios
SE	Seguridad
EE	Eficiencia Energetica
PL	Planificación de sistemas de energia eléctrica
OP	Operación de sistemas de energia eléctrica
SC	Supervisión, control y protección de sistemas de energia
QC	Calidad y confiabilidad de servicios de energia
MF	Medición, Facturación y combate a pérdidas
OU	Outros

Fuente: Aneel

Fases de la innovación



Fuente: Aneel

Critérios de evaluación de los proyectos de I&D

EX-Post

i) Originalidad;

ii) Aplicabilidad;

iii) Relevancia;

iv) Evaluación beneficio/costo.

Puntos	Concepto
1	Inadecuado
2	Insuficiente
3	Aceptable
4	Bueno
5	Excelente

La nota (N) es uma média aritmética de los 4 critérios de evaluación.

Se la nota de originalidad es menor que 3 => rechazado

Fuente: Aneel

Critérios de evaluación de los proyectos de I&D

Nota del proyecto	Concepto
N <= 2,0	Inadecuado
2,0 < N < 3,0	Insuficiente
3,0 <= N < 3,5	Aceptable
3,5 <= N < 4,5	Bueno
N >= 4,5	Excelente

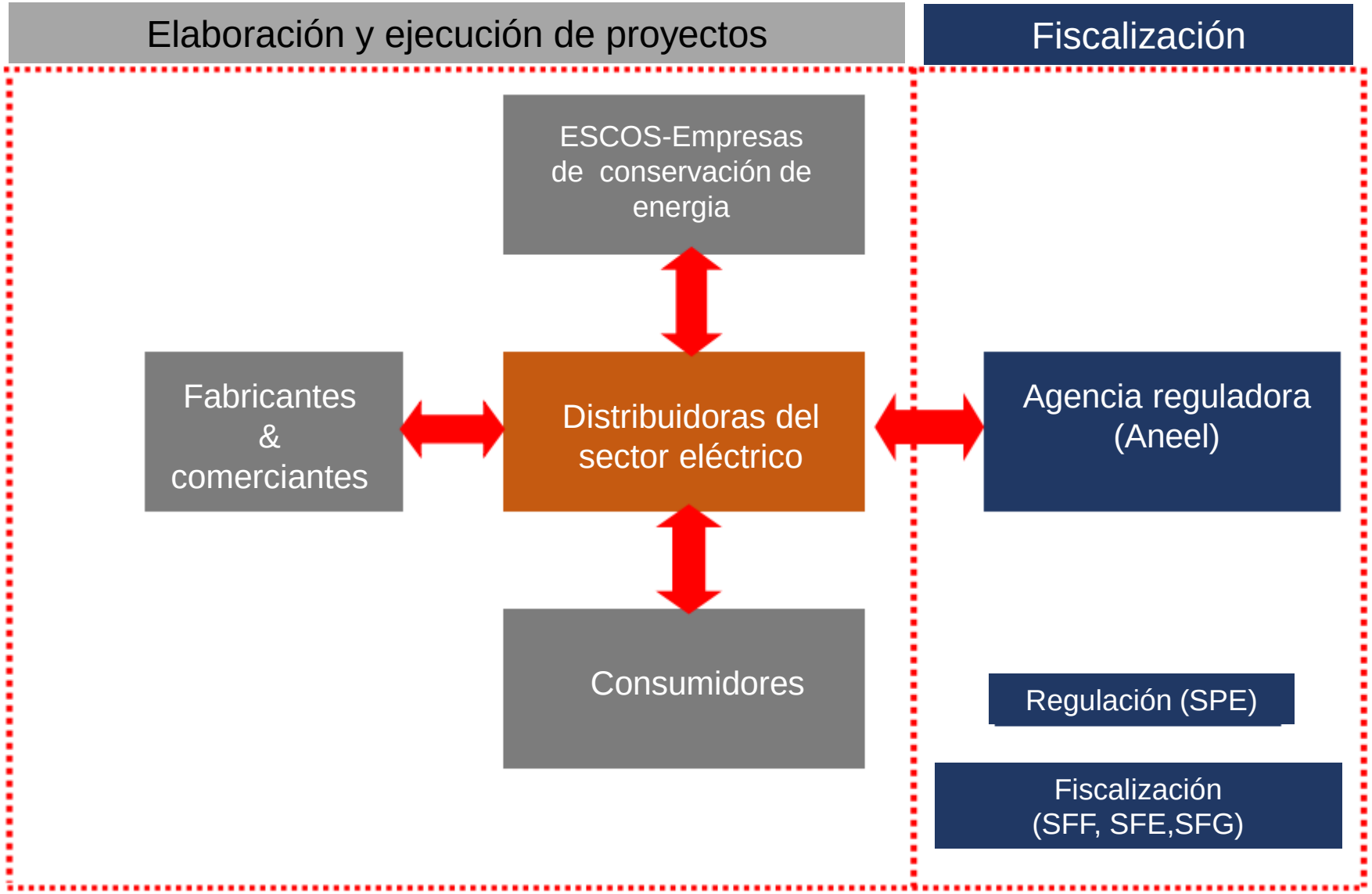
Proyecto desaprobado

Proyecto parcialmente aprobado

Proyecto aprobado

Fuente: Aneel

Como funciona el programa de E.E?



Fuente: Aneel

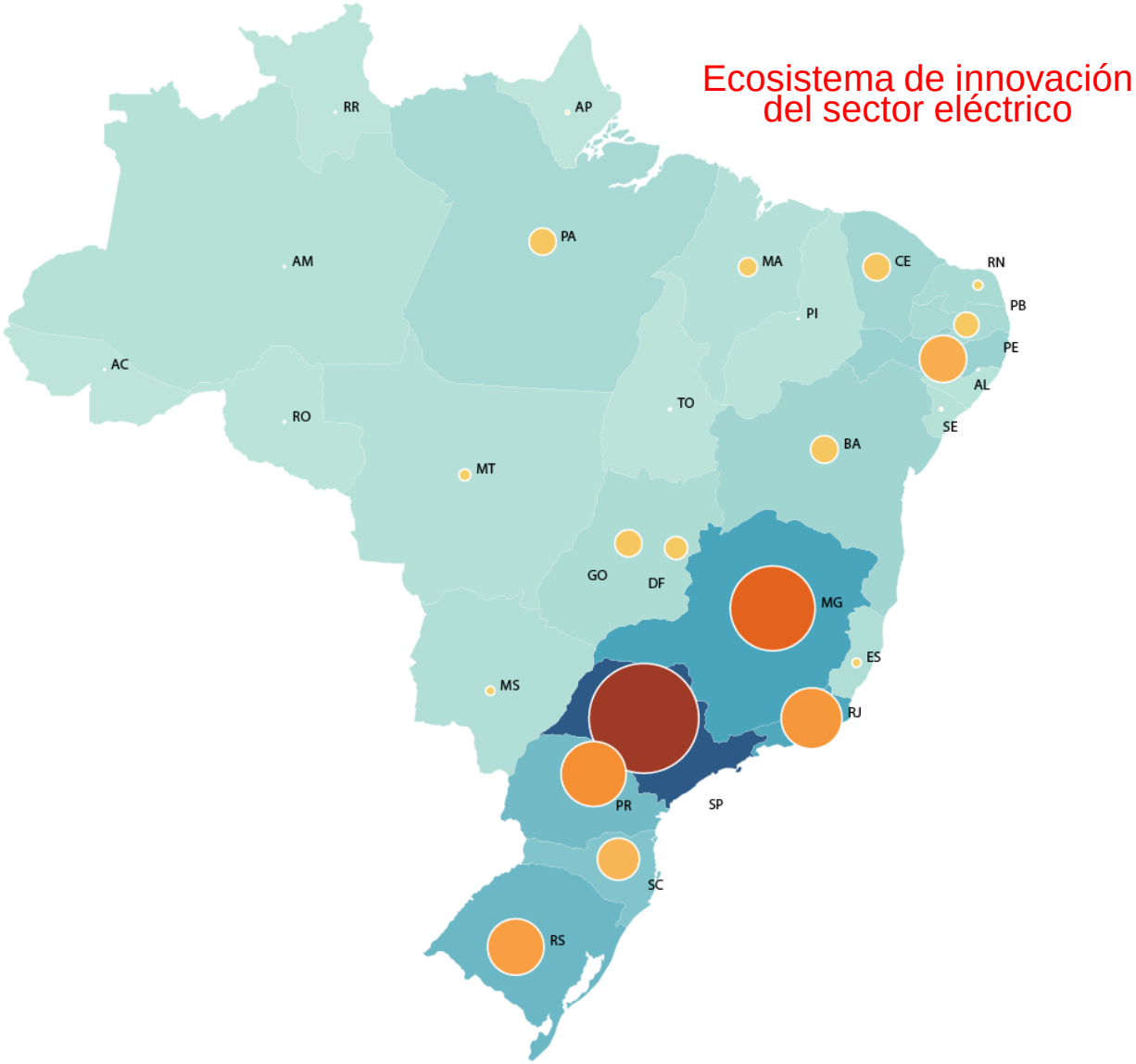
Tipos de proyectos de E.E

Sector	Regla para la Inversión
Industrial	Contrato de *performance*
Comercio y Servicios	Contrato de *performance*
Poder Público	Contrato de *performance*
Servicios Públicos	Contrato de *performance*
Rural	Contrato de *performance*
Residencial	Contrato de *performance*
Alumbrado público	A fondo perdido
Baja renta	A fondo perdido
Municipal	A fondo perdido
Educacion	A fondo perdido

Fuente: Aneel

Resultados del programa de I&D

Recursos humanos de las empresas y investigadores participantes de proyectos de I&D/Aneel



RH- Sector eléctrico

103 — 33.791

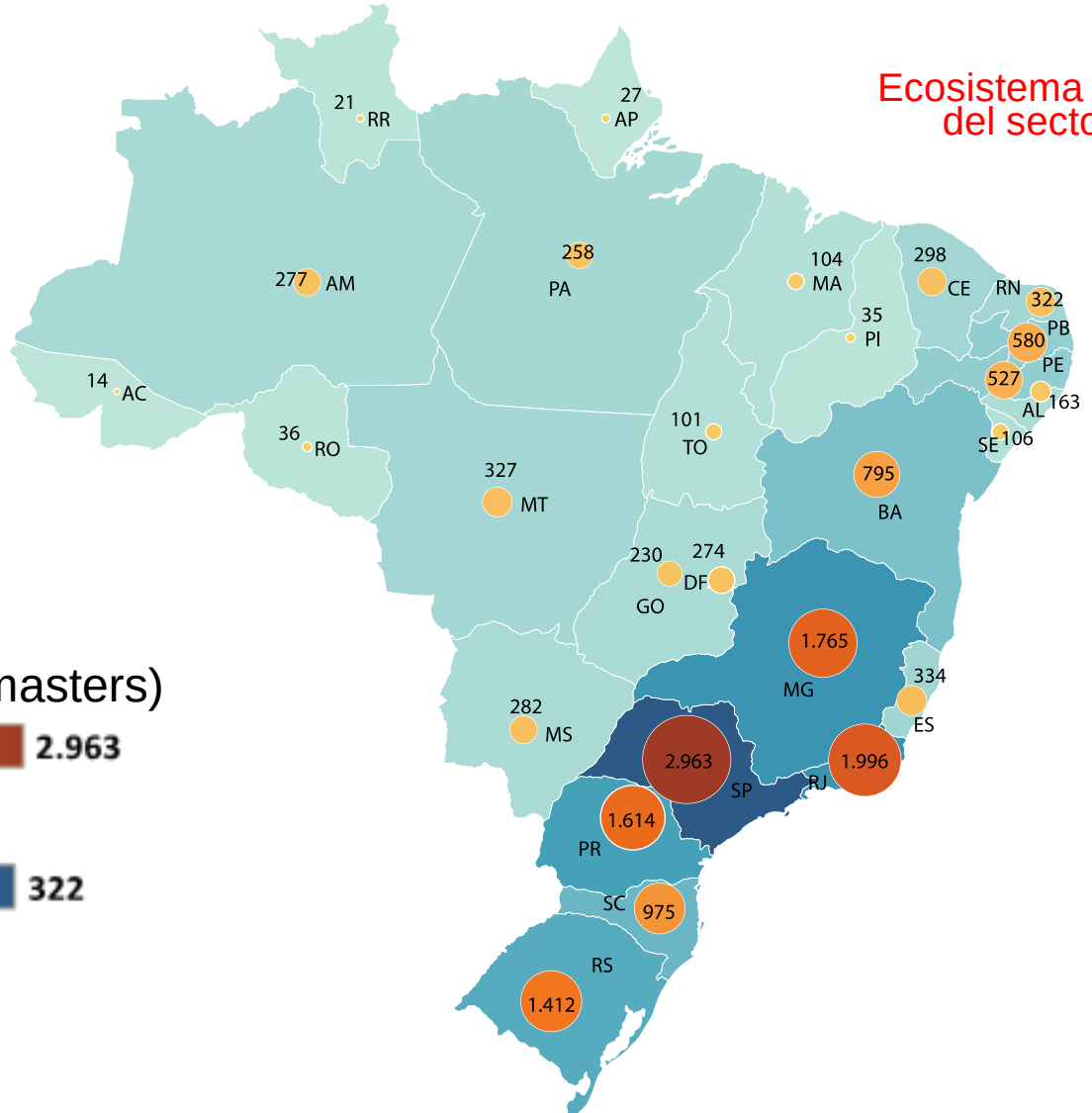
Investigadores

4 — 17.560

Fuente: CGEE y Aneel (2017)

Resultados del programa de I&D

Ecosistema de innovación del sector eléctrico



Investigadores (doctores y masters)

14 — 2.963

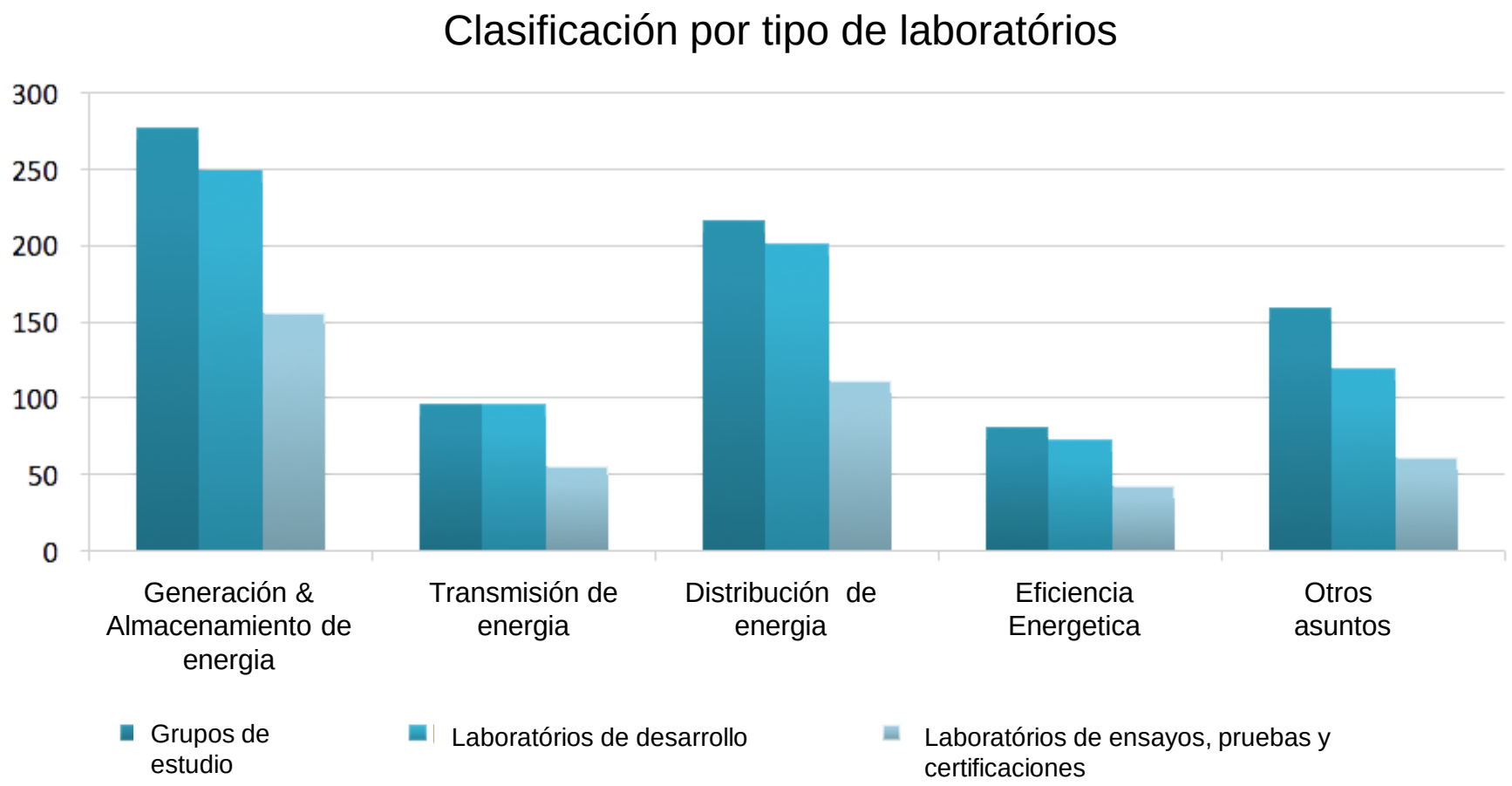
Total de laboratorios

2 — 322

Fuente: CGEE y Aneel (2017)

Resultados del programa de I&D

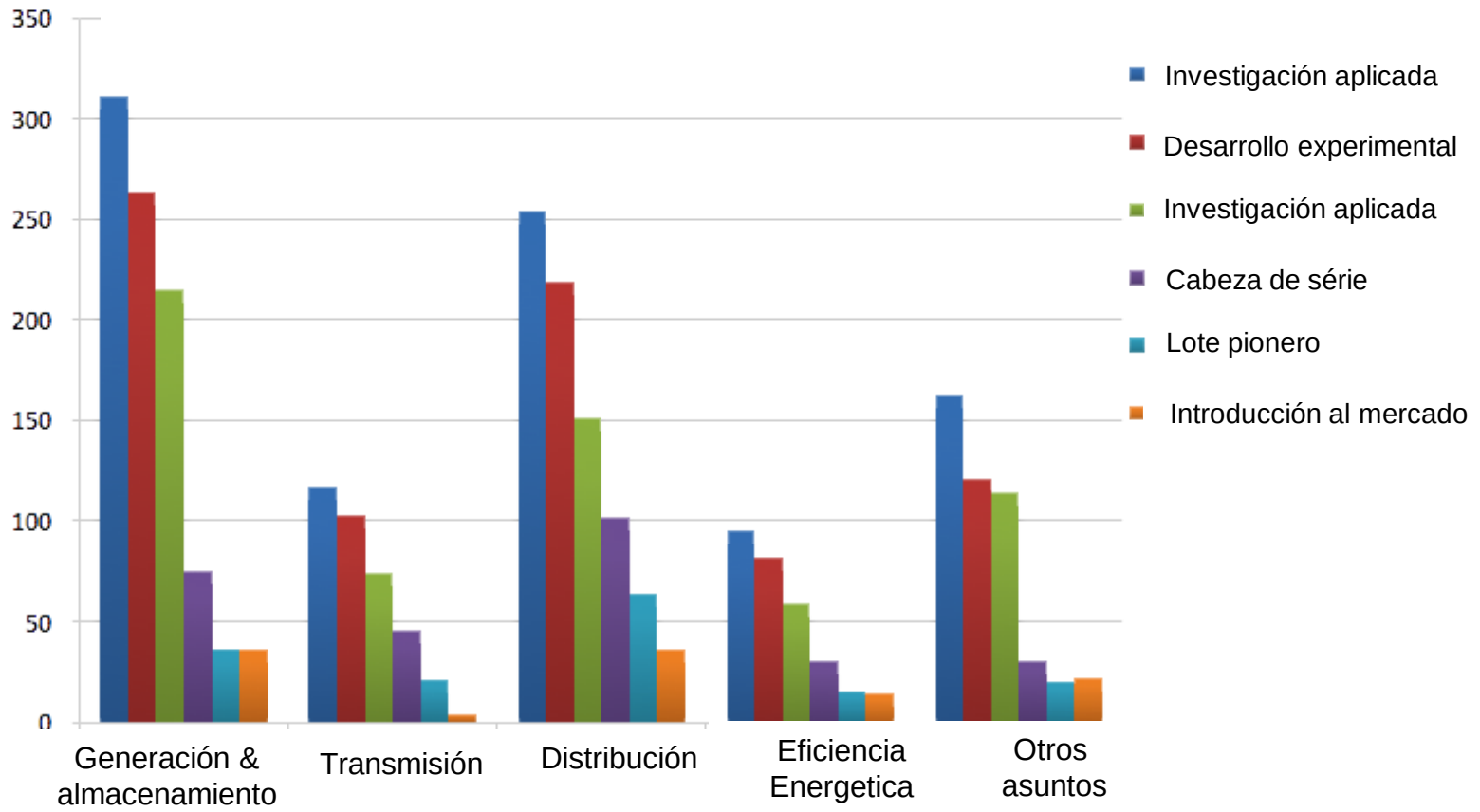
Ecosistema de innovación del sector eléctrico



Resultados del programa de I&D

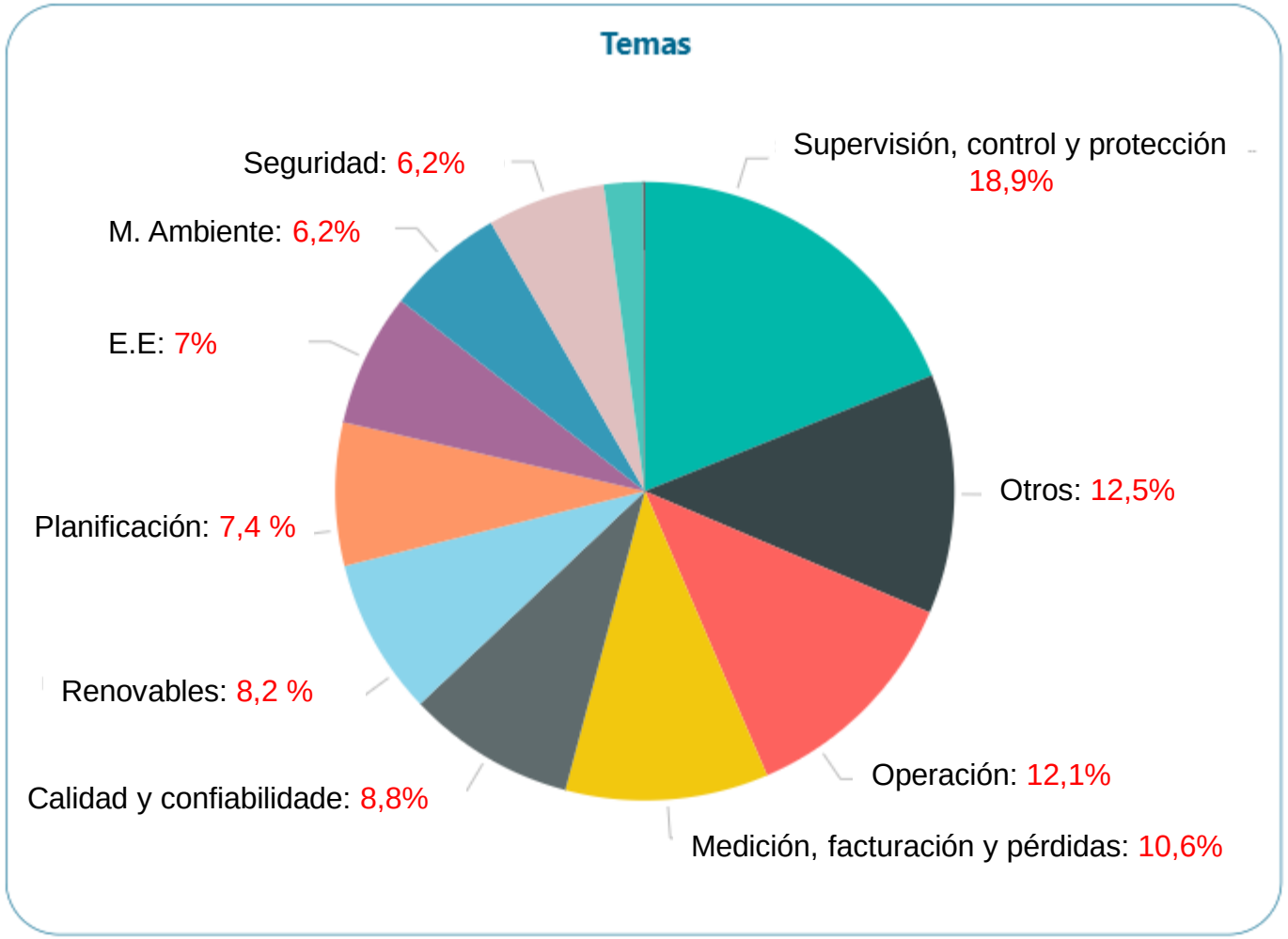
Ecosistema de innovación del sector eléctrico

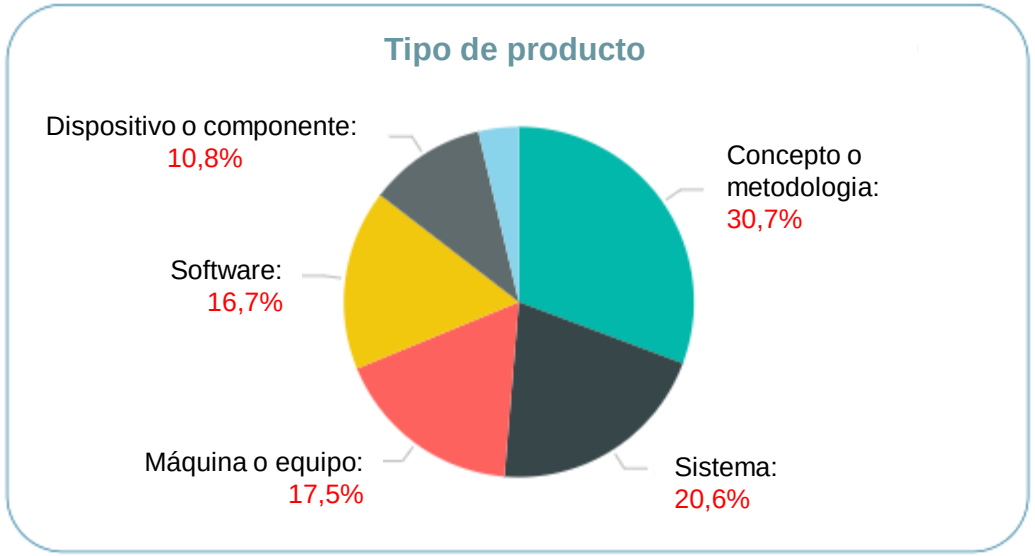
Clasificación por tipo de laboratórios y fase de la innovación



Fuente:Aneel

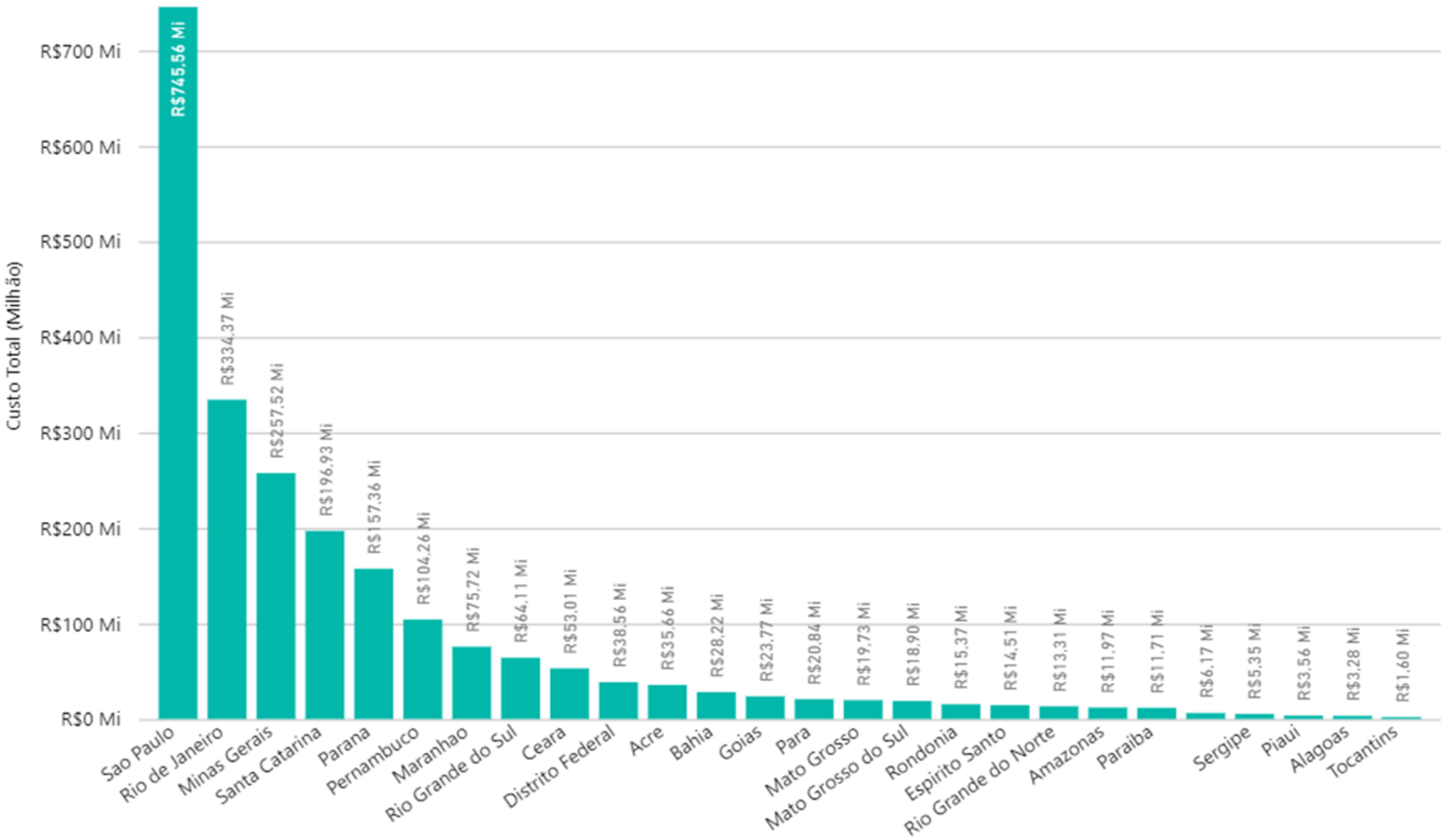
Resultados programa de I&D





Fuente: Aneel

Resultados programa de I&D



Resultados programa de I&D

Proyectos candidatos:6061

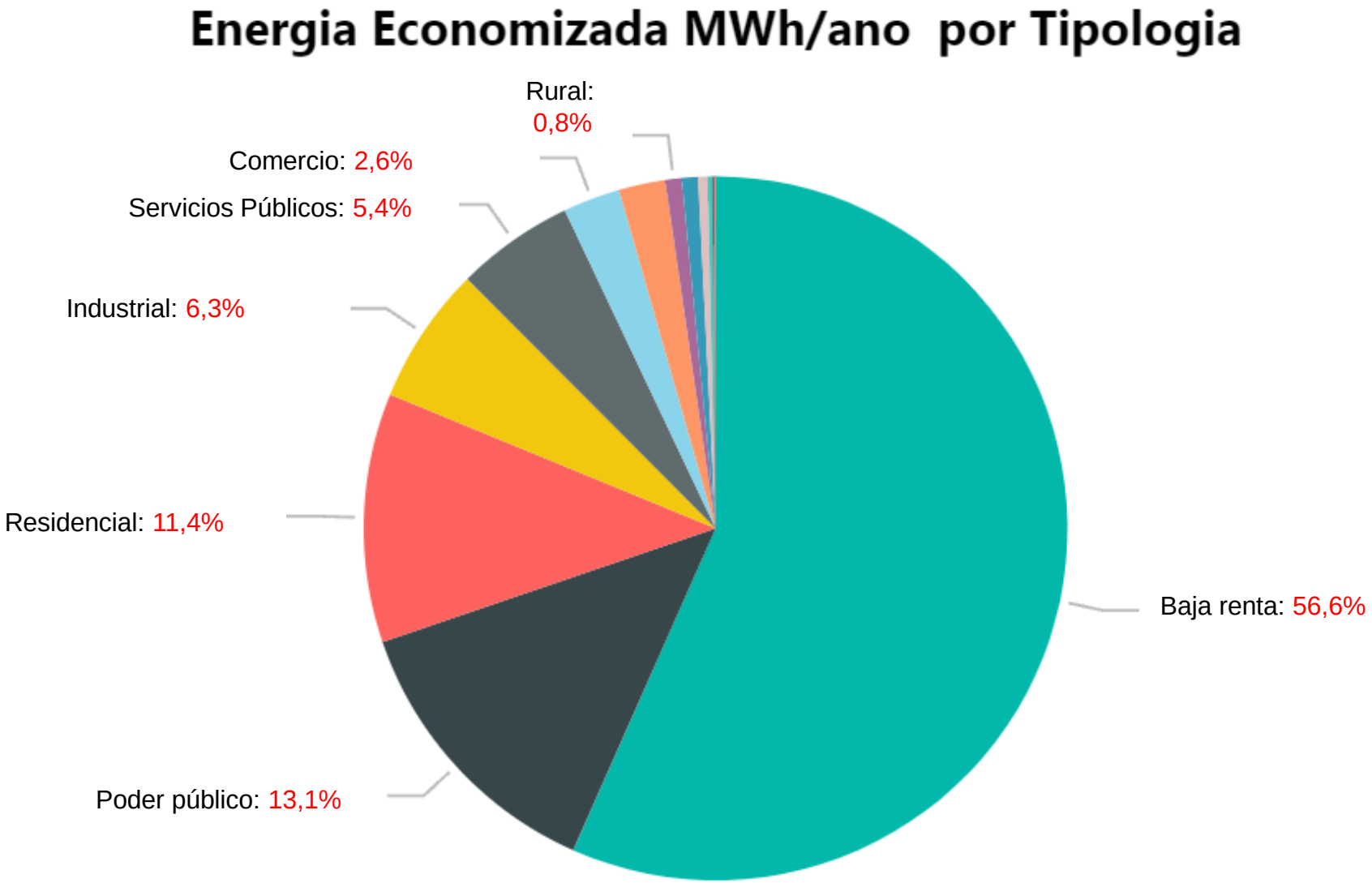
Proyectos aprobados:4.247

Patentes:325

Papers publicados:3.900

Inversión anual:S/.424 millones

Resultados del programa de Eficiencia Energetica



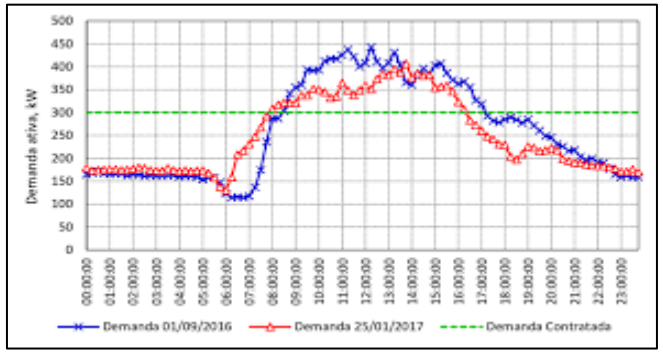
Fuente: Aneel

Resultados del programa de Eficiencia Energetica

Proyectos concluidos:4.850

Energia Economizada:63.000 GWh

Demanda retirada peak:2.800 MW



Inversión anual:S/.430 millones

Fuente: Aneel

2ª. parada

Proyectos estratégicos de I&D

- Su desarrollo es de **interés nacional** y tienen gran importancia para el sector eléctrico;
- Temas que involucran **alta complejidad** en términos científicos y / o tecnológicos y **bajo atractivo para la inversión** como estrategia empresarial aislada o individual;
- Proyectos que **requieran esfuerzos conjuntos** y coordinados de varias empresas y entidades ejecutoras;
- Proyectos que necesitan un **gran aporte de recursos** económicos.

Fuente: Aneel

Proyectos estratégicos de I&D

FV (2011)

Eólica (2013)

Heliotermica (2015)

Biogas (2012)

Almacenamiento (2016)

Calidad (2013)

Movilidad Eléctrica (2018)

Eventos climaticos (2013)

Fuente: Aneel

Proyectos estratégicos de I&D

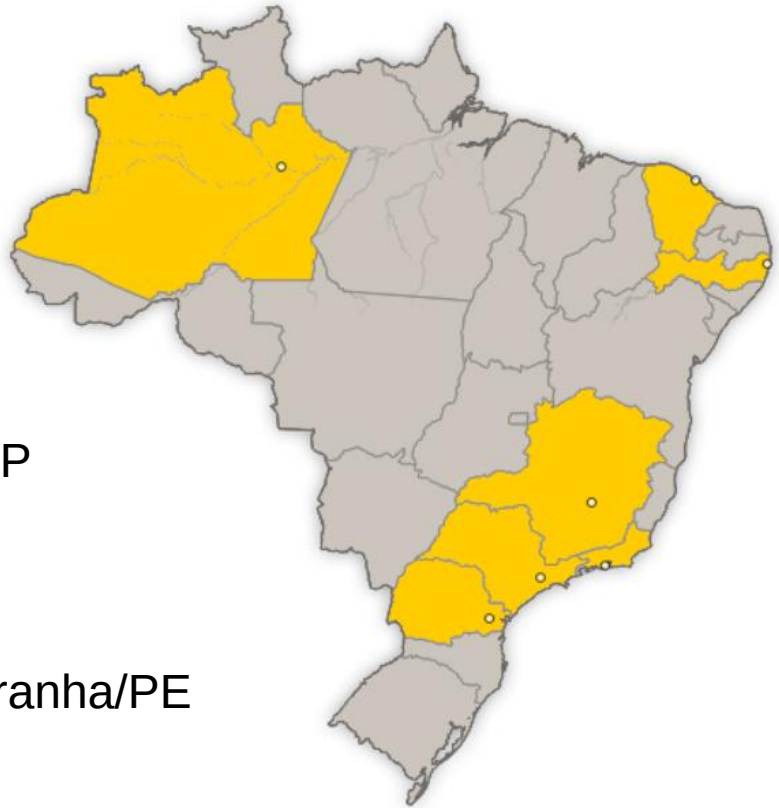
Fuente: Aneel

Redes Inteligentes Brasil

Proyectos Pilotos

Proyecto Estratégico de P&D-Programa Brasileño de redes inteligentes (2010)

- Cidades do Futuro (Cemig) - Cidade de Sete Lagoas/MG
- Cidade Inteligente Búzios (Ampla/Endesa Brasil) - Cidade de Búzios/RJ
- Smart Grid Light (Light) - Cidade do Rio de Janeiro/RJ
- Parintins (Eletrobras Amazonas Energia) - Cidade de Parintins/AM
- Smart Grid (AES Eletropaulo) - Barueri e outras localidades, São Paulo/SP
- InovCity (EDP Bandeirante) - Aparecida/SP
- Cidade Inteligente Aquiraz (Coelce/Endesa) - Cidade de Fortaleza/CE
- Paraná Smart Grid (Copel) - Curitiba/PR
- Arquipélago de Fernando de Noranha (CELPE) - Ilha de Fernando de Noranha/PE



Fuente: Aneel

Redes Inteligentes Brasil

5X5 TEC SUMMIT

COPEL VAI INVESTIR R$ 3,5 BI EM REDES INTELIGENTES E ELETRIFICAÇÃO RURAL

DA REDAÇÃO 9 DE DEZEMBRO DE 2020

Diretor da companhia prevê também a chegada da compra direta de energia pelo consumidor até por celular, como ocorre na Europa.

POLÍTICA | NEGÓCIOS E EMPRESAS | OPERAÇÃO | EXPANSÃO | MERCADO | POR SEGMENTO | GERAÇÃO

MERCADO MERCADO REGULADO - 28 de janeiro de 2021

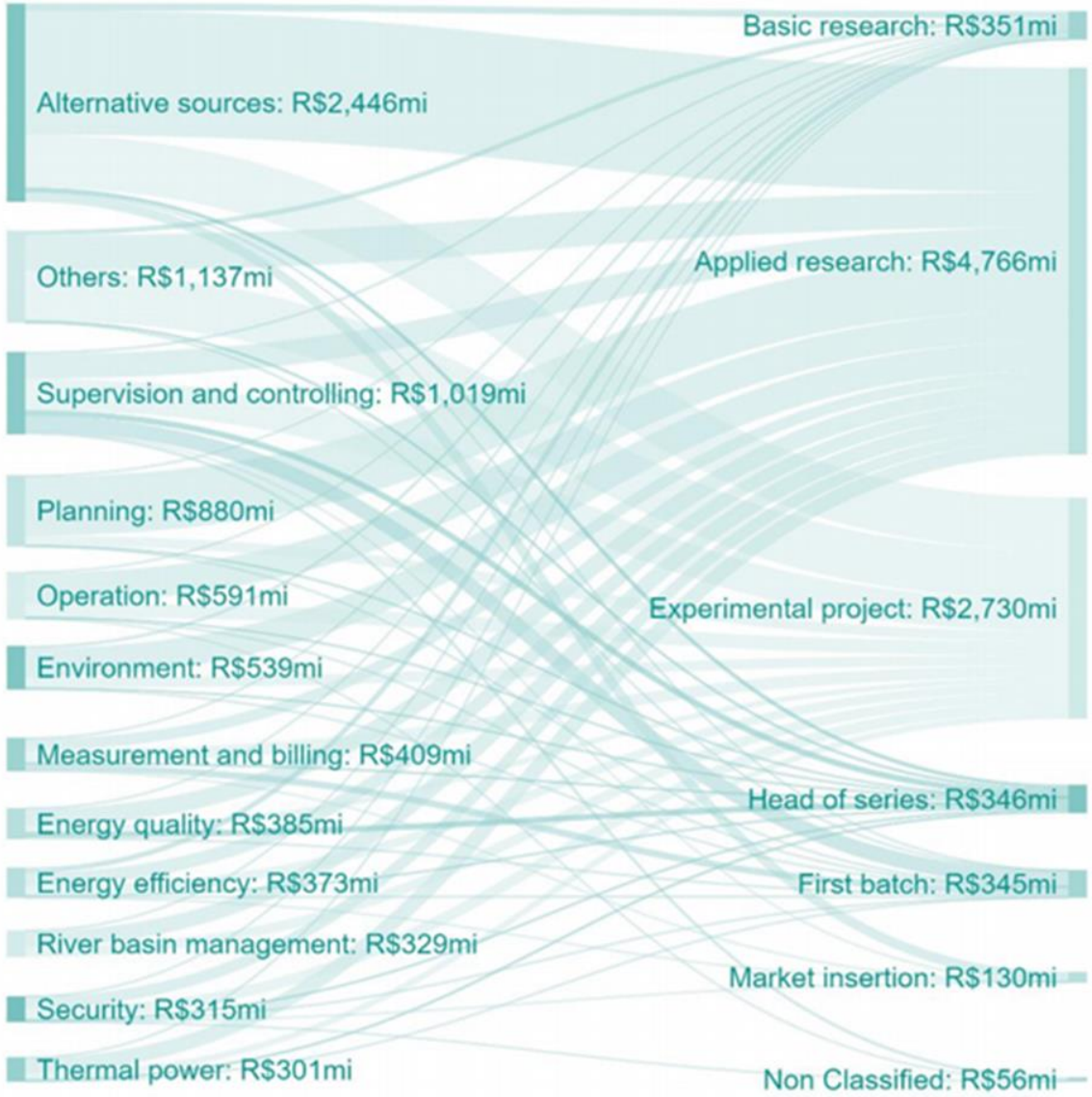
Enel SP vai instalar 300 mil medidores inteligentes

Projeto tem investimentos de R$ 121 milhões, vindos do Programa de P&D Da Aneel

PEDRO AURÉLIO TEIXEIRA, DA AGÊNCIA CANALENERGIA, DO RIO DE JANEIRO

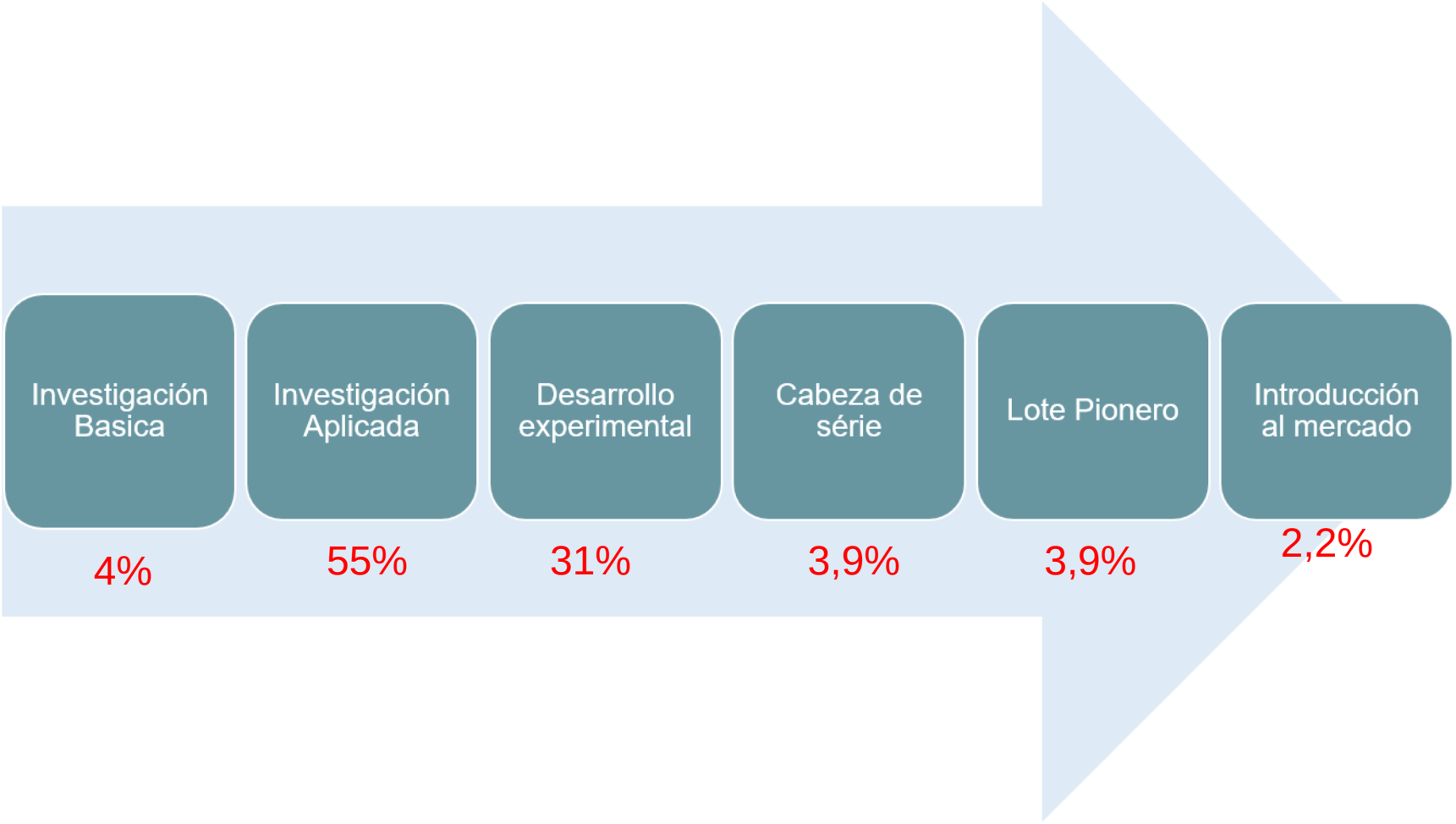
Fuente: Aneel

I&D: Problemas identificados/oportunidades de mejoras



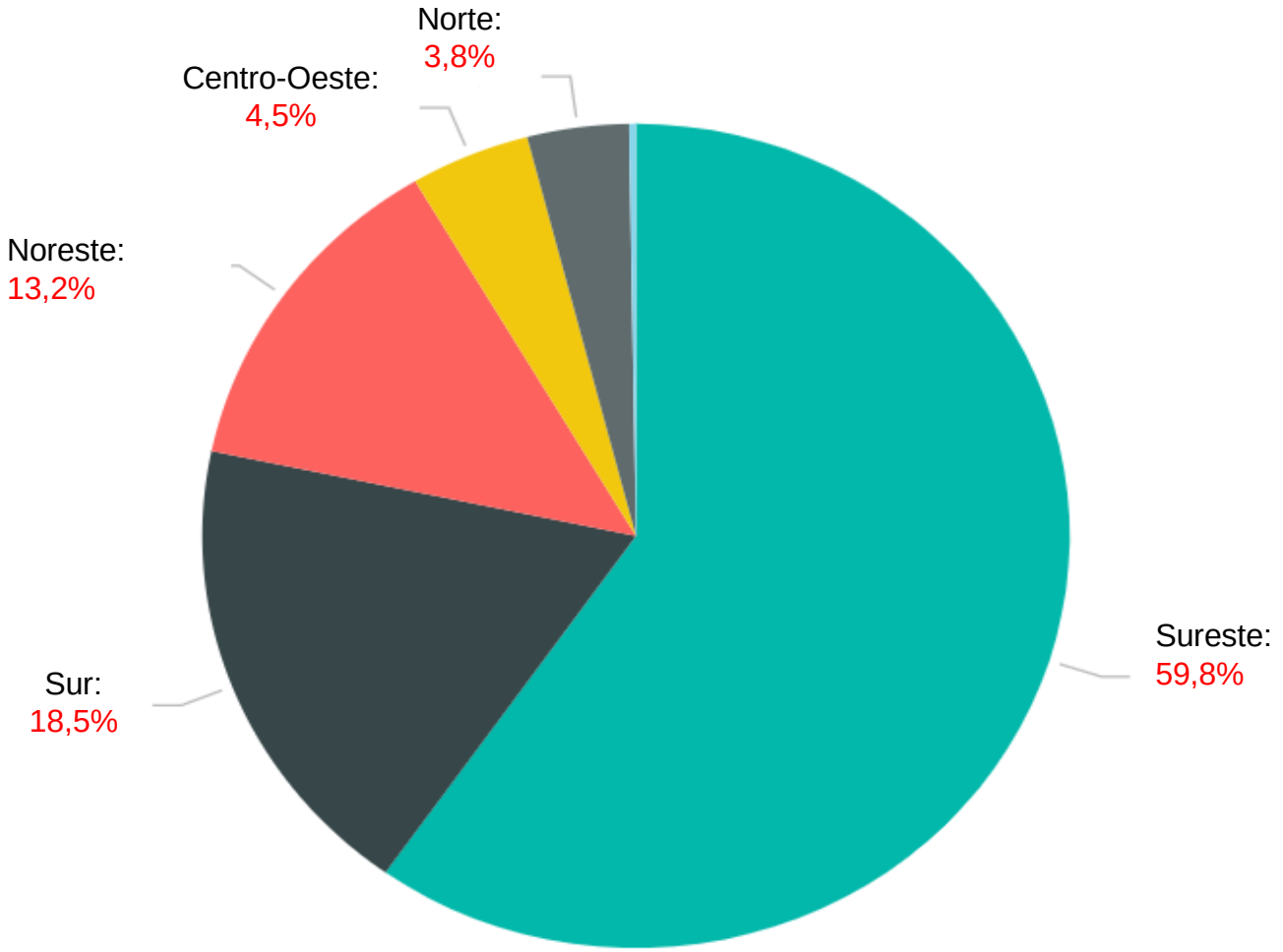
Elaboración: Facto Energy & ICF Consulting
Fuente: Aneel

I&D: Problemas identificados/oportunidades de mejoras



Elaboración: Facto Energy & ICF Consulting
Fuente: Aneel

I&D: Problemas identificados/oportunidades de mejoras



E.E: Problemas identificados/oportunidades de mejoras

Comentarios finales

- Los programas de I&D y E.E regulados por ANEEL han evolucionado desde su creación (han sobrevivido);
- Se há creado un importante ecosistema (investigadores, laboratórios, fabricantes, consultorias, etc);
- Estan sincronizados con las demandas actuales del sector eléctrico (3 D's – Transición energética);
- Los proyectos pilotos han sido la semilla para otras iniciativas;
- Aún hay necesidad de ajuste de algunas características de los programas (patentes, fases de la innovación)
- La experiencia brasileña puede ser útil para otros países, como Perú.

Fuente: Aneel

Muchas gracias!