

## Taller de estrategia Diseñando un futuro eléctrico para Castilla y León 2030



VII Campus de energía eléctrica REE - EREN - ULE  
León, 16 - 20 de Julio de 2018  
Rafael Ayuste Cupido - Jefe de Dpto. de energías Renovables - EREN

**1ª Fase:** Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 en Castilla y León.

1º Energía útil que se consumirá en 12 / 2030.

2º Electricidad final que se consumirá en 12 / 2030.

3º Electricidad final a producir descentralizadamente en 12 / 2030 y potencia a instalar.

4º Electricidad final a producir centralizadamente en 12 / 2030 y potencia a instalar.

5º Potencia a instalar (o conservar) centralizadamente en Castilla y León a 12 / 2030.

**2ª Fase:** Consecuencias de escenarios, elección del más adecuado y marcado de objetivos.

1º Compilación de información para cada posible escenario.

2º Cuantificación de las consecuencias para cada escenario.

3º Modificación de escenarios y selección de aquel plausible que sea mejor.

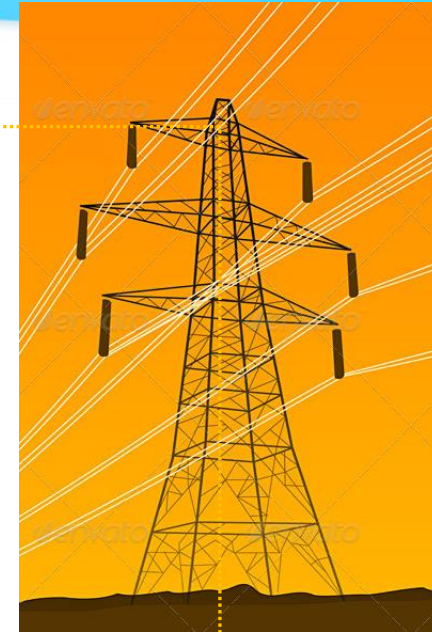
4º Ese escenario será el que se convierta en los objetivos de la planificación.

**3ª Fase:** Estimación de las medidas a implementar.

1º Se analiza críticamente los objetivos propuestos

2º Se establecen los puntos de vista a considerar

3º Se establecen las medidas a proponer:



## 1ª Fase: Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 (1/6)

### 1º Cálculo de la energía útil que se consumirá en Castilla y León a 12/2030:

+ Para cada uno de estos sectores se parte del conocimiento del consumo real de....

**Electricidad**

+ Uso doméstico + servicios + otros usos

+ Industria

**Calor y frío**

+ Butano

+ Propano

+ Gas natural (uso doméstico + servicios)

+ Gas natural (industria)

+ Gasóleo C

+ Biomasa "tradicional"

**Transporte**

+ Gasolina

+ Gasóleo A

+ Gasóleo B

Consumo de Energía Eléctrica (MWh)

PROVINCIA	USO DOMÉSTICO	USO INDUSTRIAL Y SERVICIOS	OTROS USOS	TOTAL	% RESPECTO DEL TOTAL REGIONAL	% RESPECTO AÑO ANTERIOR
ÁVILA	228.746	302.098	3.760	534.604	5,30%	-0,99%
BURGOS	443.061	1.053.566	1.175	2.297.802	19,51%	0,32%
LEÓN	869.839	1.260.462	920	1.931.220	16,40%	-1,97%
PALENCIA	192.928	755.080	910	948.918	8,09%	1,91%
SALAMANCA	463.481	915.252	1.394	1.380.126	11,72%	-1,02%
SEGOVIA	302.948	511.815	8	814.771	6,92%	-1,28%
SORIA	139.241	491.307	178	630.725	5,36%	0,99%
VALLADOLID	599.140	1.896.488	1.704	2.497.331	21,12%	1,98%
ZAMORA	252.129	406.697	817	659.643	5,60%	-2,91%
<b>Total regional</b>	<b>3.291.513</b>	<b>8.472.942</b>	<b>50.865</b>	<b>11.775.220</b>	<b>100,00%</b>	<b>-0,34%</b>
<b>Total nacional</b>	---	---	---	<b>249.139.030</b>	---	<b>-1,61%</b>
<b>% Castilla y León</b>	---	---	---	<b>4,84%</b>	---	---

Consumo de Gas Natural (MWh)

PROVINCIA	USO DOMÉSTICO	LIBERALIZADO INDUSTRIAL Y SERVICIOS	TOTAL	% RESPECTO DEL TOTAL REGIONAL	% RESPECTO MISMO PERÍODO AÑO ANT.
ÁVILA	201.256	385.898	587.253	3,44%	-10,82%
BURGOS	876.940	4.056.805	4.933.545	28,89%	-23,09%
LEÓN	708.434	1.326.301	2.034.735	11,30%	-25,69%
PALENCIA	321.305	1.389.851	1.711.156	10,07%	-12,84%
SALAMANCA	551.903	1.389.296	1.941.199	11,42%	-12,90%
SEGOVIA	195.703	524.352	720.055	4,22%	-39,34%
SORIA	146.761	598.895	745.656	4,35%	-57,34%
VALLADOLID	1.380.542	2.339.010	3.719.552	21,78%	-23,94%
ZAMORA	228.002	443.310	671.312	3,93%	-25,75%
<b>Total regional</b>	<b>4.609.848</b>	<b>12.470.416</b>	<b>17.079.262</b>	<b>100,00%</b>	<b>-23,18%</b>
<b>Total nacional</b>	<b>304.630.000</b>	<b>304.630.000</b>	---	---	<b>-18,62%</b>
<b>% Castilla y León</b>	---	---	<b>8,81%</b>	---	---

Consumo de GLP (t)

PROVINCIA	BUTANO	PROPANO	TOTAL	% RESPECTO DEL TOTAL REGIONAL	% RESPECTO MISMO PERÍODO AÑO ANT.
ÁVILA	3.933	4.445	8.378	10,80%	-8,05%
BURGOS	2.730	8.884	9.534	12,29%	-12,07%
LEÓN	7.570	8.240	15.810	17,81%	-2,35%
PALENCIA	2.537	3.736	6.274	8,09%	-10,80%
SALAMANCA	3.861	8.260	12.120	15,63%	-8,55%
SEGOVIA	1.733	5.635	7.368	9,50%	-4,94%
SORIA	835	1.780	2.615	3,37%	-12,30%
VALLADOLID	6.597	5.190	11.786	15,21%	-9,49%
ZAMORA	3.367	2.295	5.663	7,29%	-7,90%
<b>Total regional</b>	<b>33.194</b>	<b>44.390</b>	<b>77.584</b>	<b>100,00%</b>	<b>-7,34%</b>
<b>Total nacional</b>	---	---	<b>1.840.000</b>	---	<b>-7,04%</b>
<b>% Castilla y León</b>	---	---	<b>4,22%</b>	---	---

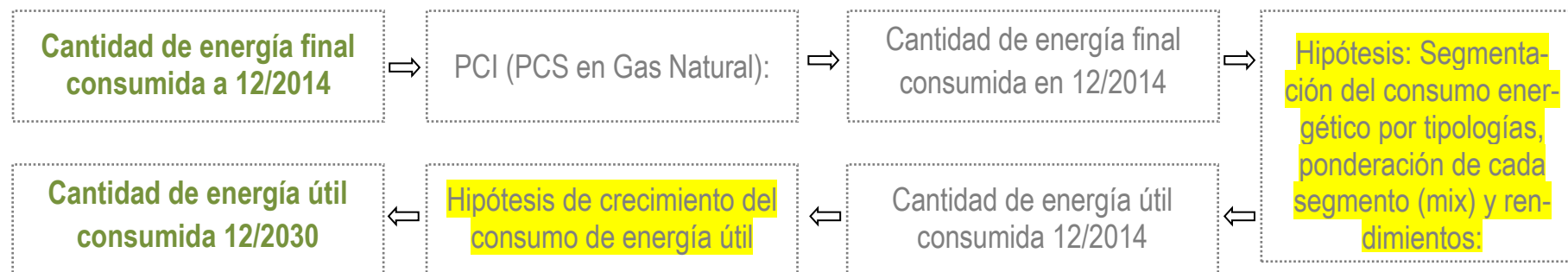
Fuentes: REPSOL Butano, S.A., CEPSA Comercial Petrol, S.A. y Ministerio de Industria, Energía y Turismo

Resumen Anual 2014

PROVINCIA	GASOLINAS			GASÓLEOS			FUELEO BIA	TOTAL CONSUMO	% RESPECTO TOTAL REGIONAL	% RESPECTO AÑO ANTER.	
	SP100 95	SP100 98	TOTAL	Gasóleo A	Gasóleo B	Gasóleo C					
ÁVILA	15.945	713	16.658	79.803	37.776	19.834	134.313	716	151.687	5,80%	-6,55%
BURGOS	37.558	2.487	40.045	394.278	80.764	19.844	575.073	2.897	416.039	19,20%	5,48%
LEÓN	47.539	2.457	49.996	280.800	121.911	68.081	449.482	8.781	507.273	19,75%	1,22%
PALENCIA	15.271	807	16.078	99.727	59.515	12.582	171.824	2.995	189.808	7,39%	0,54%
SALAMANCA	30.204	1.887	32.091	222.889	99.278	38.829	319.995	1.006	352.183	13,71%	1,28%
SEGOVIA	17.592	915	18.507	102.571	49.933	24.559	176.063	2.384	197.521	7,69%	-4,09%
SORIA	9.488	59	9.548	66.229	31.488	17.678	115.395	1.345	126.763	4,94%	1,28%
VALLADOLID	45.832	2.307	48.139	232.878	79.712	24.119	316.709	1.894	386.406	15,04%	-1,31%
ZAMORA	19.860	1.389	21.249	141.491	68.427	11.369	219.287	1.447	241.086	9,38%	-2,37%
Total regional	238.488	13.818	252.306	1.467.152	595.272	231.172	2.293.597	33.197	2.588.676	100,00%	0,19%
Total nacional	4.208.199	314.722	4.522.921	30.819.637	3.630.339	2.008.447	36.464.382	2.086.798	33.382.019	---	-0,38%
% Castilla y León	5,65%	4,33%	5,48%	7,02%	16,40%	11,51%	6,84%	1,10%	7,72%	---	---

Consumo de Gasolinas, Gasóleos y Fuel

+ Se realiza el siguiente proceso....



## 1ª Fase: Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 (2/6)

<b>HIPOTESIS</b> Segmentación del consumo energético por tipologías, ponderación de cada segmento (mix) y rendimientos. Situación a: 2014	Electricidad						Calor y frío											
	No industria			Industria			Butano			Propano			Gasóleo C			Gas natural (No industria)		
	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo
	Iluminación	50%	400%	Iluminación	0%	50%	Caldera grande	30%	85%	Caldera grande	30%	85%	Caldera grande	30%	80%	Caldera grande	30%	90%
	Informática - electrónica	0%	40%	Informática - electrónica	0%	40%	Caldera mediana	20%	80%	Caldera mediana	20%	80%	Caldera mediana	20%	75%	Caldera mediana	20%	85%
	Electrodomésticos	0%	30%	Equipos eléctricos	0%	30%	Caldera pequeña	50%	75%	Caldera pequeña	50%	75%	Caldera pequeña	50%	70%	Caldera pequeña	50%	80%
	Ascensores	0%	20%	Fuerza (gruas, cintas, etc.)	0%	20%												
	Otros	50%	100%	Otros	100%	200%												
	Total / Rendimiento medio	100%	250%	Total / Rendimiento medio	100%	200%	Total / Rendimiento medio	100%	79%	Total / Rendimiento medio	100%	79%	Total / Rendimiento medio	100%	74%	Total / Rendimiento medio	100%	84%
	Calor y frío						Transporte											
	Gas natural (industria)			Biomasa			Gasolina			Gasóleo A			Gasóleo B			Población Castilla y León (miles)		
	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Total	Va - Le	Bu - Sa
	Caldera grande	30%	85%	Caldera grande	30%	75%	Vehículo medio	20%	50%	Vehículo medio	50%	50%	Vehículo medio	50%	50%	2.506,1	1.010,9	719,9
	Caldera mediana	20%	80%	Caldera mediana	20%	70%	Vehículo pesado	25%	40%	Vehículo pesado	25%	40%	Vehículo pesado	30%	40%			
	Caldera pequeña	50%	75%	Caldera pequeña	50%	65%	Coche	40%	30%	Coche	15%	30%	Otros	20%	40%			
	Cogeneración (solo calor)	0%	0%	Cogeneración (solo calor)	0%	0%	Motocicleta	10%	20%	Otros	10%	20%						
							Otros	5%	200%									
	Total / Rendimiento medio	100%	79%	Total / Rendimiento medio	100%	69%	Total / Rendimiento medio	100%	44%	Total / Rendimiento medio	100%	42%	Total / Rendimiento medio	100%	45%			

## 2º Cálculo de la electricidad final que se consumirá en Castilla y León a 12/2030:

+ Para cada uno de estos sectores....

**Electricidad**

+ Uso doméstico + servicios + otros usos

+ Industria

**Calor y frío**

+ Butano / Propano / Gasóleo C etc.)

+ Gas natural (industria)

**Transporte**

+ Gasolina + Gasóleo A

+ Gasóleo B

+ Se realiza el siguiente **proceso**....

HIPOTESIS Crecimiento del consumo de energía útil entre 2014 y 2030									
CONCEPTO	Va - Le	Bu - Sa	Resto	CONCEPTO	Va - Le	Bu - Sa	Resto		
ELECTRICIDAD NO	110%	100%	150%	CALOR Y FRIO INDUSTRIA	110%	100%	150%		
ELECTRICIDAD INDUSTRIA	110%	100%	150%	TRANSPORTE	110%	100%	150%		
CALOR Y FRIO NO	110%	100%	150%						

Cantidad de energía útil consumida 12/2030

Hipótesis: Porcentaje de electrificación en 2030

Cantidad de electricidad útil consumida 12/2030

Segmentación del consumo energético por tipologías, ponderación de segmentos (mix) y rendimientos en 2030.

Cantidad de electric. final consumida en 12/2030

Rendimientos medios 12/2030 (En. útil / En. final)



## 1ª Fase: Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 (3/6)

HIPOTESIS Electrificación en: 2030	100%			100%			100%			100%			100%			100%		
HIPOTESIS Segmentación del consumo energético por tipologías, ponderación de cada segmento (mix) y rendimientos. Situación a: 2030	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo	Tecnologías	% Mix	Rdo
	Iluminación	50%	400%	Iluminación	0%	50%	Bomba de calor	0%	50%	Bomba de calor	0%	50%	Vehículo medio	0%	50%	Vehículo medio	0%	50%
	Informática - electrónica	0%	40%	Informática - electrónica	0%	40%	Joule baja temperatura	100%	40%	Joule baja temperatura	0%	40%	Vehículo pesado	0%	40%	Vehículo pesado	100%	40%
	Electrodomésticos	0%	30%	Equipos eléctricos	0%	30%				Joule alta temperatura	100%	30%	Coche	0%	30%			
	Ascensores	0%	20%	Fuerza (gruas, cintas, etc.)	0%	20%							Motocicleta	100%	20%			
	Otros	50%	100%	Otros	100%	200%												
	Resumen	100%	250%	Resumen	100%	200%	Resumen	100%	40%	Resumen	100%	30%	Resumen	100%	20%	Resumen	100%	40%

## 3º Cálculo de la electricidad final que se autoproducirá descentralizadamente en Castilla y León a 12/2030 y potencia a instalar:

+ Para cada uno de estos sectores....

**Electricidad**

+ Uso doméstico + servicios + otros usos

+ Industria

**Calor y frío**

+ Butano / Propano / Gasóleo C etc.)

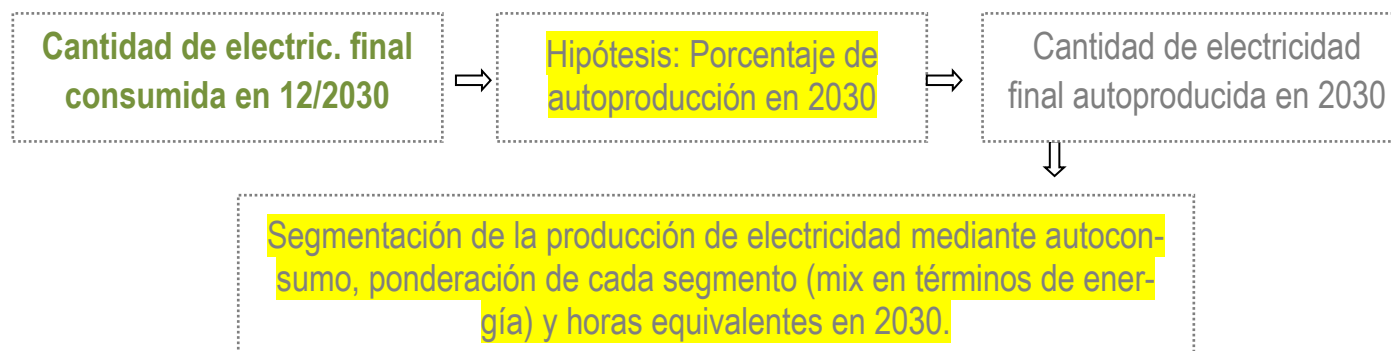
+ Gas natural (industria)

**Transporte**

+ Gasolina + Gasóleo A

+ Gasóleo B

+ Se realiza el siguiente **proceso**....

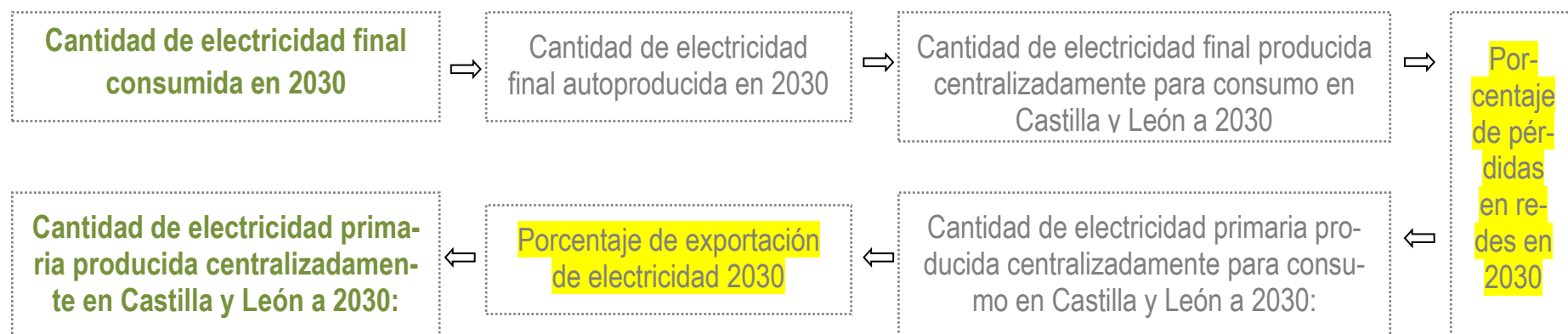


## 1ª Fase: Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 (4/6)

Conceptos	Electricidad						Calor y frío						Transporte					
	No industria			Industria			Butano + Propano + Gasoleo C + Gas natural (No industria) + Biomasa			Gas natural (industria)			Gasolina + Gasoleo A			Gasoleo B		
HIPOTESIS Autoproducción en: 2030	50%			60%			10%			10%			10%			10%		
HIPOTESIS Segmentación de la producción de electricidad mediante autoconsumo, ponderación de cada segmento (mix en términos de energía) y horas equivalentes. Situación a: 2030	Tecnologías	h. eq.	% Mix	Tecnologías	h. eq.	% Mix	Tecnologías	h. eq.	% Mix	Tecnologías	h. eq.	% Mix	Tecnologías	h. eq.	% Mix	Tecnologías	h. eq.	% Mix
	Fotovoltaica	1.800	60%	Fotovoltaica	1.800	60%	Fotovoltaica	1.800	60%	Fotovoltaica	1.800	60%	Fotovoltaica	1.800	60%	Fotovoltaica	1.800	60%
	Minieólica	2.200	10%	Minieólica	2.200	10%	Minieólica	2.200	10%	Minieólica	2.200	10%	Minieólica	2.200	10%	Minieólica	2.200	10%
	Cogeneración gas natural	5.000	20%	Cogeneración gas natural	5.000	20%	Cogeneración gas natural	5.000	20%	Cogeneración gas natural	5.000	20%	Cogeneración gas natural	5.000	20%	Cogeneración gas natural	5.000	20%
	Cogeneración biomasa	5.000	10%	Cogeneración biomasa	5.000	10%	Cogeneración biomasa	5.000	10%	Cogeneración biomasa	5.000	10%	Cogeneración biomasa	5.000	10%	Cogeneración biomasa	5.000	10%
	Resumen		100%	Resumen		100%	Resumen		100%	Resumen		100%	Resumen		100%	Resumen		100%

## 4º Cálculo de la electricidad final a producir centralizadamente en Castilla y León a 2030 y potencia a instalar:

+ Se realiza el siguiente proceso....



## 1ª Fase: Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 (5/6)

### 5º Cálculo de la potencia a instalar (o conservar) centralizadamente en Castilla y León a 12/2030:

+ Se realizan las siguientes valoraciones sobre las que se establecerán escenarios....

	Conceptos	Instalacs. centralizadas existentes			Instalacs. centralizadas nuevas			HIPOTESIS Perdidas en redes en: 2030	5%
		h. eq.	Pot instalada (MW)	% Mix	h. eq.	Pot instalada (MW)	% Mix		
<b>DATOS REALES</b> Potencia instalada en 2014  <b>HIPOTESIS</b> Segmentación de la producción de electricidad centralizada, ponderación de cada segmento (potencia instalada y mix en términos de energía) y horas equivalentes. Situación a: 2030	Fotovoltaica	1.400	300	0,26%	1.800	1.000	1,10%	HIPOTESIS Exportación de electricidad en: 2030	20%
	Solar termoelectrica	7.000	0	0,00%	7.000	100	0,43%		
	Eólica	2.200	5.500	7,42%	2.800	27.082	46,49%		
	Biomasa eléctrica	7.500	50	0,23%	8.000	3.000	14,72%		
	Minihidraulica	3.500	350	0,75%	4.000	200	0,49%		
	Gran hidraulica	3.500	3.500	7,51%	4.000	0	0,00%		
	Geotermia	7.500	0	0,00%	8.000	0	0,00%		
	Fusión fría	7.500	0	0,00%	8.000	0	0,00%		
	Térmica de gas natural	8.000	0	0,00%	8.000	2.000	9,81%		
	Central nuclear	8.000	1.000	4,91%	8.000	0	0,00%		
	Térmica de carbón	8.000	1.200	5,89%	8.000	0	0,00%		
	Total		11.900	26,96%		33.382	73,04%		

## 1ª Fase: Estimación de la capacidad eléctrica necesaria en 2030 (6/6)

+ Y juntando con la generación descentralizada se llega a lo buscado... el mix de generación en Castilla y León a 12/2030

Conceptos	Instalacs. centralizadas existentes		Instalacs. centralizadas nuevas		Instalacs. descentralizadas nuevas		Todas la instalacs.	
	Pot instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)	Pot instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)	Pot instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)	Pot instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)
Fotovoltaica	300	420	1.000	1.800	6.994	12.589	7.994	14.389
Solar termoelectrica	0	0	100	700			100	700
Eólica	5.500	12.100	27.082	75.829	954	2.098	28.035	77.927
Biomasa eléctrica	50	375	3.000	24.000	420	2.098	3.420	26.098
Minihidraulica	350	1.225	200	800			200	800
Gran hidraulica	3.500	12.250	0	0			0	0
Geotermia	0	0	0	0			0	0
Fusión fría	0	0	0	0			0	0
Térmica de gas natural	0	0	2.000	16.000	839	4.196	2.839	20.196
Central nuclear	1.000	8.000	0	0			0	0
Térmica de carbón	1.200	9.600	0	0			0	0
Total	11.900	43.970	33.382	119.129	9.207	20.982	42.588	140.111



## 2ª Fase: Estimación de las consecuencias de escenarios, elección del más adecuado y marcado de objetivos (1/1)

1º Se parte de la siguiente Información para cada posible escenario:



2º Se cuantifican las consecuencias de cada escenario:

+ Mediante una serie de coeficientes.... se cuantifica:

- Inversiones
- Gastos en O + M
- Gastos en combustible
- CO2 emitido
- Empleo en inversión / O + M / combustible.

Conceptos	Instalacs. centralizadas existentes		Instalacs. centralizadas nuevas		Instalacs. descentralizadas nuevas		Todas la instalacs.	
	Pot. instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)	Pot. instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)	Pot. instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)	Pot. instalada (MW)	Prod. Electr. (GWh/a)
Fotovoltaica	300	420	1.000	1.800	6.994	12.589	7.994	14.389
Solar termoelectrica	0	0	100	700			100	700
Eólica	5.500	12.100	27.082	75.829	954	2.098	28.035	77.927
Biomasa eléctrica	50	375	3.000	24.000	420	2.098	3.420	26.098
Minihidraulica	350	1.225	200	800			200	800
Gran hidraulica	3.500	12.250	0	0			0	0
Geotermia	0	0	0	0			0	0
Fusión fría	0	0	0	0			0	0
Térmica de gas natural	0	0	2.000	16.000	839	4.195	2.839	20.195
Central nuclear	1.000	8.000	0	0			0	0
Térmica de carbón	1.200	9.600	0	0			0	0
Total	11.900	43.970	33.382	119.129	9.207	20.982	42.588	140.111

IPC del periodo: 2%

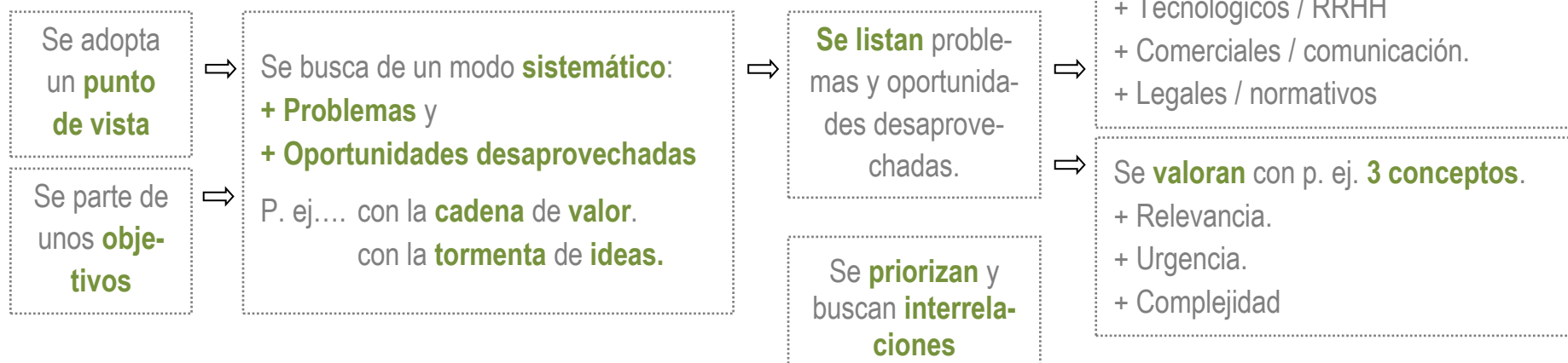
DATOS REALES Valores específicos de inversión, O + M y compra de combustible, así como de CO2 emitido o empleo asociado a la construcción, O + M u obtención del combustible en 2014	Conceptos	Datos económicos						CO <sub>2</sub> emitido Cantidad específica de CO <sub>2</sub> emitido (ktn/GWh/a) actual	Empleo		
		Inversión específica (M€/MW) actual	Aumento anual de inflación de la inversión sobre IPC	Media del gasto en O + M sobre inversión	Coste específico de combustible (k€/GWh/a) actual	Modificación anual del consumo por mejores rendimientos	Aumento anual de inflación del combustible sobre IPC		Empleo específico en construcción (empleo/M€ inv.)	Empleo específico en O + M (empleo/M€ O + M /a)	Empleo específico en obtención del combustible (empleo/M€ combustible)
HIPOTESIS Incrementos de precios de la inversión y el consumo de combustible así como de los aumentos de rendimientos entre 2014 y 2030	Fotovoltaica	3,00	-7,00%	2,00%	-	-	-	-	4,0	12,0	-
	Solar termoelectrica	5,00	0,00%	7,00%	-	-	-	-	3,0	3,0	-
	Eólica	1,20	-4,00%	5,00%	-	-	-	-	2,0	3,0	-
	Biomasa eléctrica	3,20	0,00%	7,00%	25,0	-0,50%	-1,00%	0,05	4,0	4,0	6,0
	Minihidraulica	2,50	0,00%	3,50%	-	-	-	-	4,0	4,0	-
	Gran hidraulica	2,50	0,00%	2,00%	-	-	-	-	1,0	1,0	-
	Geotermia	4,00	-5,00%	3,50%	-	-	-	-	2,0	2,0	-
	Fusión fría	8,00	-8,00%	5,00%	-	-	-	-	2,0	2,0	-
	Térmica de gas natural	3,00	0,00%	6,00%	40,0	-0,50%	2,00%	2,00	3,0	3,0	0,5
	Central nuclear	6,00	0,00%	9,00%	40,0	-0,50%	2,00%	-	3,0	3,0	2,0
	Térmica de carbón	3,50	0,00%	7,00%	20,0	-0,50%	1,00%	2,50	4,0	4,0	3,00

3º Se modifican escenarios y se selecciona aquel que, siendo plausible, obtenga mejores consecuencias.

4º Ese escenario será el que se convierta en los objetivos de la planificación.

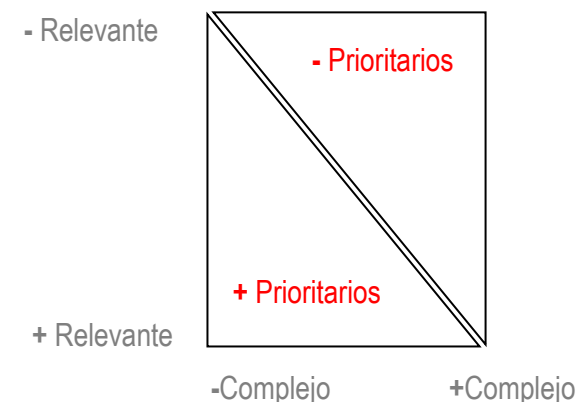
### 3ª Fase: Estimación de las medidas a ejecutar (1/2)

1º Se **analiza críticamente** los objetivos propuestos:



2º Los **puntos de vista** que, para el taller, se pueden adoptar serán:

- + Los **fabricantes** de equipos:
- + Los **consumidores domésticos y del sector terciario**
- + Los **consumidores industriales**.
- + Los **reguladores**.
- + Los **instaladores**, mantenedores, etc.
- + Las **compañías eléctricas**



### 3ª Fase: Estimación de las medidas a ejecutar (2/2)

3º Se **establecen** las medidas a proponer:

