

ESTUDIO SOBRE O APROVEITAMENTO DE ENERXÍAS RENOVABLES EN PONTEVEDRA

Sonia Ramos Galdo | Enxeñeira Industrial OTC DEPO

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ Renovables

CONTIDO

- **Introdución:** Contexto, Obxectivos e Contido
- **Caracterización Enerxética**
- **Recursos Renovables:** Análise DAFO, metodoloxía e potencial
 - Solar Fotovoltaica
 - Eólica
 - Biomasa e Biogás
 - Xeotermia
 - Minihidráulica
 - Undimotriz
- **Conclusiones**

Introducción //



OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ Renovables

CONTEXTO

- **Obxectivos** de reducción de GEI en 2030:
 - Europa (LCE): 55%
 - España (PNIEC): 32%
 - Galicia (LCG): 57%
 - 56 Municipios Pontevedra (Pacto Verde das Alcaldías): 40%
- A **transición enerxética** é clave ante a **emerxencia climática**
- Medidas: xeración renovable distribuída, autoconsumo e fomento de comunidades enerxéticas locais
- Transición a distinto ritmo en distintos usos, sectores e territorios, en función o grao de madurez e viabilidade tecnolóxicas e dos recursos dispoñibles



Imaxes: Freepik y Unplash (Melissa Bradley)

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA + Renovables

OBXECTIVOS E CONTIDO DO ESTUDO

- **Facilitar a toma de decisións** no seo das CE con base na evidencia científica
- Obxectivos específicos:
 - **Analizar as debilidades, ameazas, fortalezas e oportunidades** de cada tecnoloxía
 - Analiza-la dispoñibilidade, variabilidade e predictibilidade dos recursos
 - Identificar os factores que condicionan o potencial
 - **Determinar as zonas máis adecuadas** para implantar cada tipoloxía.
 - **Estima-lo potencial de cada recurso renovable**



Contido:

- Informe Provincial
- Anexos
- 59 Apéndices municipais

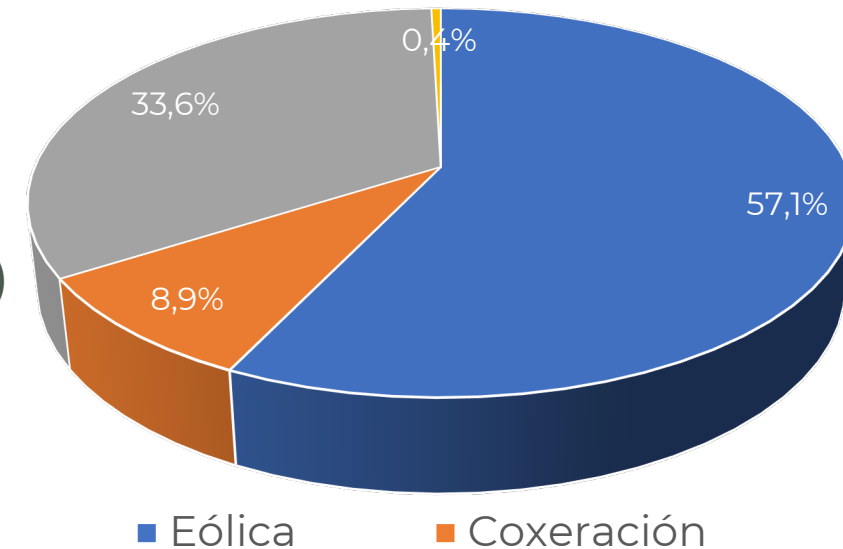
Caracterización Enerxética//



CARACTERIZACIÓN ENERXÉTICA DA PROVINCIA



- **Consumo:**
 - Electricidade (Datadis):
3.183 GWh en 2024
 - **Ausencia datos oficiais**
 - **Elevado** (dentro da CCAA)
- **Producción renovable:**
 - **Tendencia creciente**

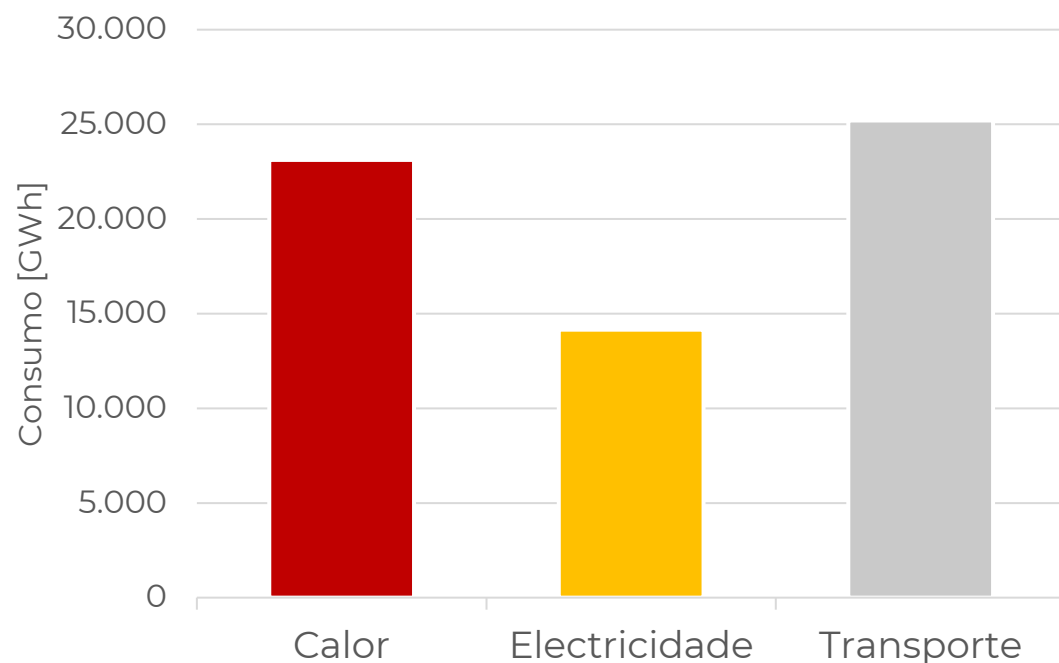


Distribución da enerxía eléctrica renovable
producida Pontevedra 2023 [IGE]

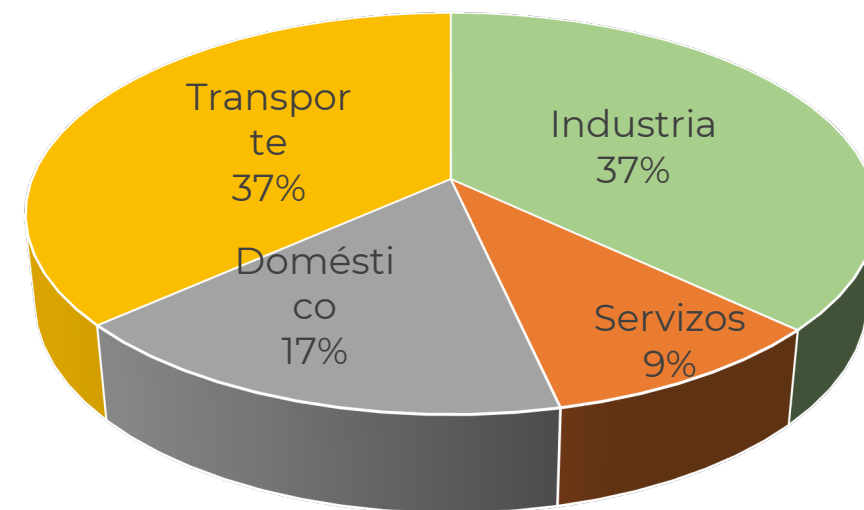
DEMANDA ENERXÉTICA GALICIA (2022)

79 % enerxía primaria é fósil e importada (petróleo e gas para transporte e industria)

43% enerxía final é renovable (gran peso de hidráulica, eólica e biomasa no sector eléctrico)



Distribución demanda por uso Galicia 2022 (INEGA)



Distribución demanda por sector Galicia 2022 (INEGA)

Para **reducir a dependencia de combustibles fósiles importados e contaminantes**, requírese:

- Maior electrificación da demanda
- Aumentar a capacidade de xeración renovable
- Actuacións específicas en cada sector

Recursos Renovables//



Solar Fotovoltaica



OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ Renovables

SOLAR FOTOVOLTAICA

A tecnoloxía solar fotovoltaica aproveita a radiación solar transformándoa directamente en enerxía eléctrica mediante o efecto fotovoltaico.

DEBILIDADES	AMEAZAS
Intermitencia	Potenciais restricións legais (instalación chan)
Uso de espazo	
Impacto visual (instalación chan)	Dependencia tecnolóxica exterior
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Madurez tecnolóxica	Alto recurso na provincia
Flexibilidade de instalación	Sinerxías con vehículo eléctrico e almacenamento e outros usos do solo (agrovoltaica)
Baixo coste (LCOE) 44 \$/MWh	Mellora da eficiencia (I+D+i)
	Creación de emprego

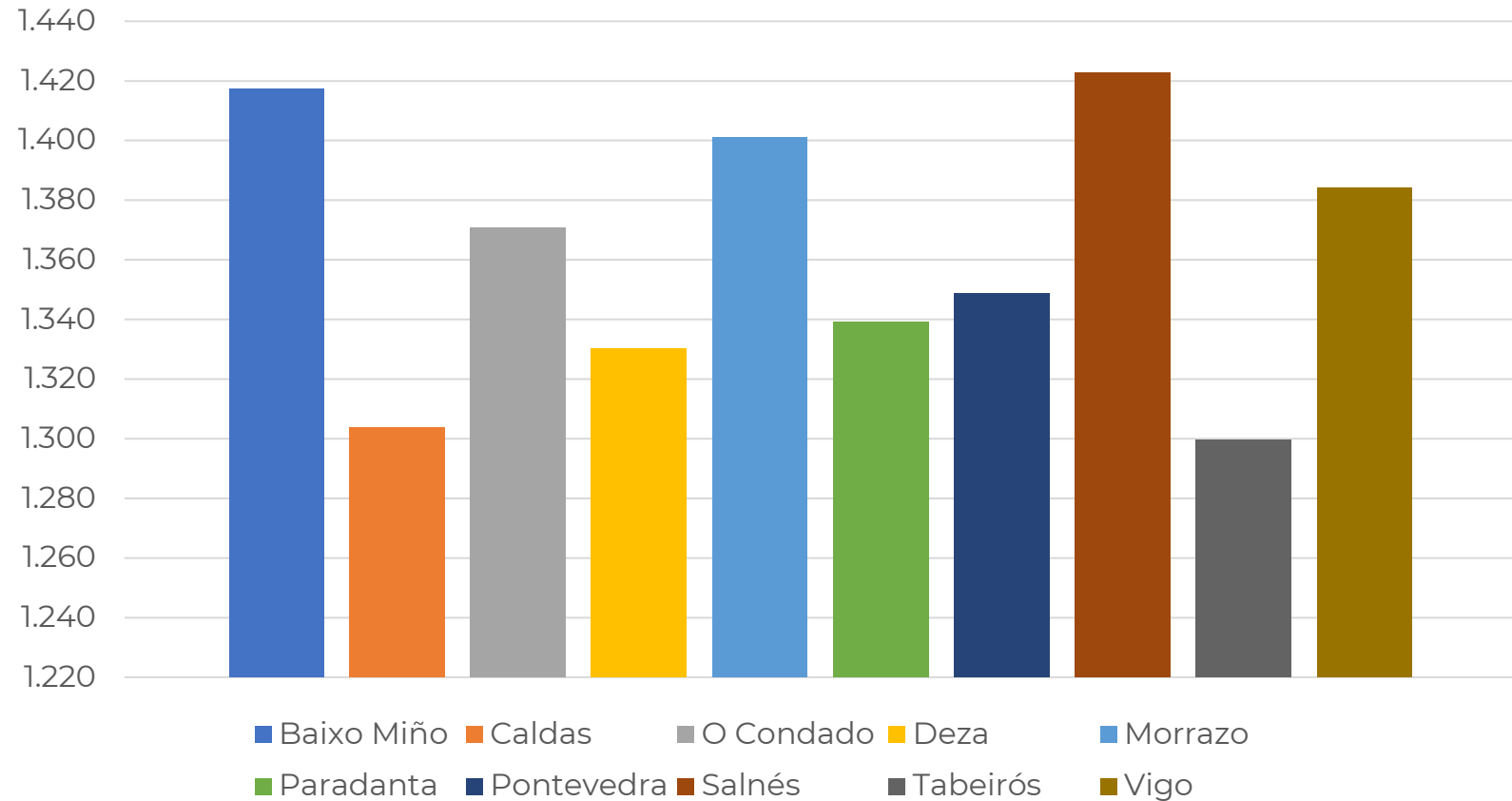
METODOLOGÍA ESTIMACIÓN POTENCIAL

- 1. Estimación da superficie dispoñible** en cada municipio mediante análise GIS de cubertas dos edificios, considerando o aproveitamento do 50% cubertas Sur
- 2. Estimación da produción enerxética específica** do municipio mediante a xeramenta PvGIS V5.3, considerando 14% perdas totais nunha instalación fotovoltaica tipo con orientación e inclinación óptimas
- 3. Estimación do potencial fotovoltaico do municipio**, a partir da superficie dispoñible e a produción específica, considerando 10% perdas adicionais por orientación e inclinación

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA + Renovables

RESULTADOS POTENCIAL FOTOVOLTAICO

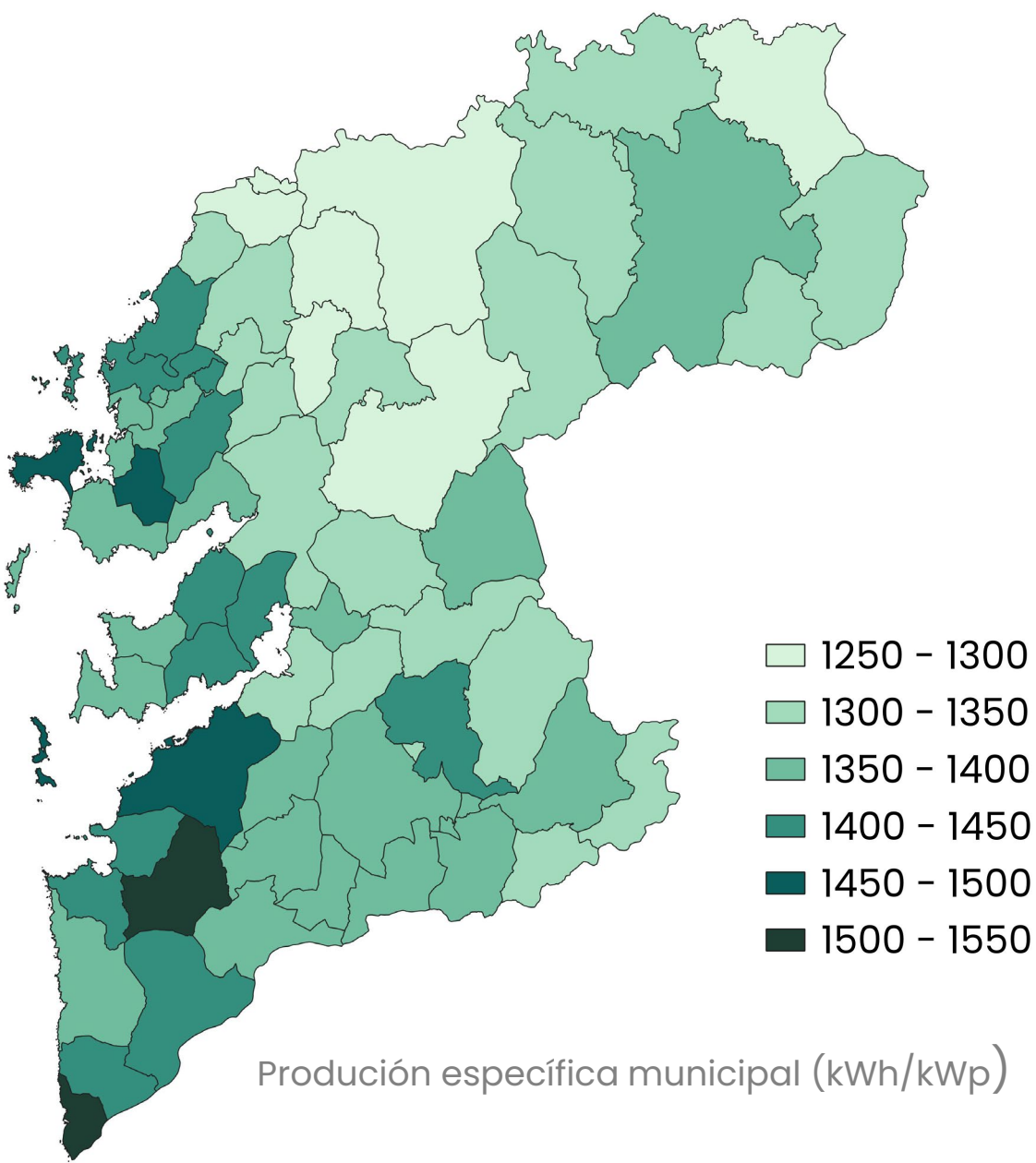
- Excelente producción específica en toda a provincia (media superior a 1.300 kWh/kwp)
- Destacan as comarcas costeiras, principalmente Salnés e Baixo Miño, con ata 1.420 kWh/kwp



Producción específica por comarca (kWh/kwp)

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA + Renovables

RESULTADOS POTENCIAL FOTOVOLTAICO



Superficie considerada FV: 23.525.328 m²

Potencia instalable: 4.705 MWp

Producción media estimada: 1.215 kWh/kWp

Producción enerxía estimada: 5.717 GWh/ano

(180% demanda eléctrica provincia en 2024)

Eólica



ENERXÍA EÓLICA E MINIEÓLICA

A tecnoloxía eólica aproveita a forza do vento para xerar electricidade mediante aeroxeradores

DEBILIDADES	AMEAZAS
Elevada inversión inicial	Rexeitamento social
Elevado impacto visual e ambiental	
Emprazamentos limitados	
Descoñecemento (minieólica)	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Baixo coste (LCOE terrestre 33 \$/MWh, marina 75 \$/MWh)	Minieólica complementaria
Elevado recurso na provincia	Alto potencial para a eólica mariña
Xeración de emprego	Repontenciación

METODOLOGÍA ESTIMACIÓN POTENCIAL

1. Selección de zonas de estudo, considerando:

1. Excluídos parques naturais, reservas naturais e zonas de protección de aves
2. Incluídas as áreas do Plan Sectorial Eólico de Galicia, libres de parques eólicos executados, autorizados e en execución

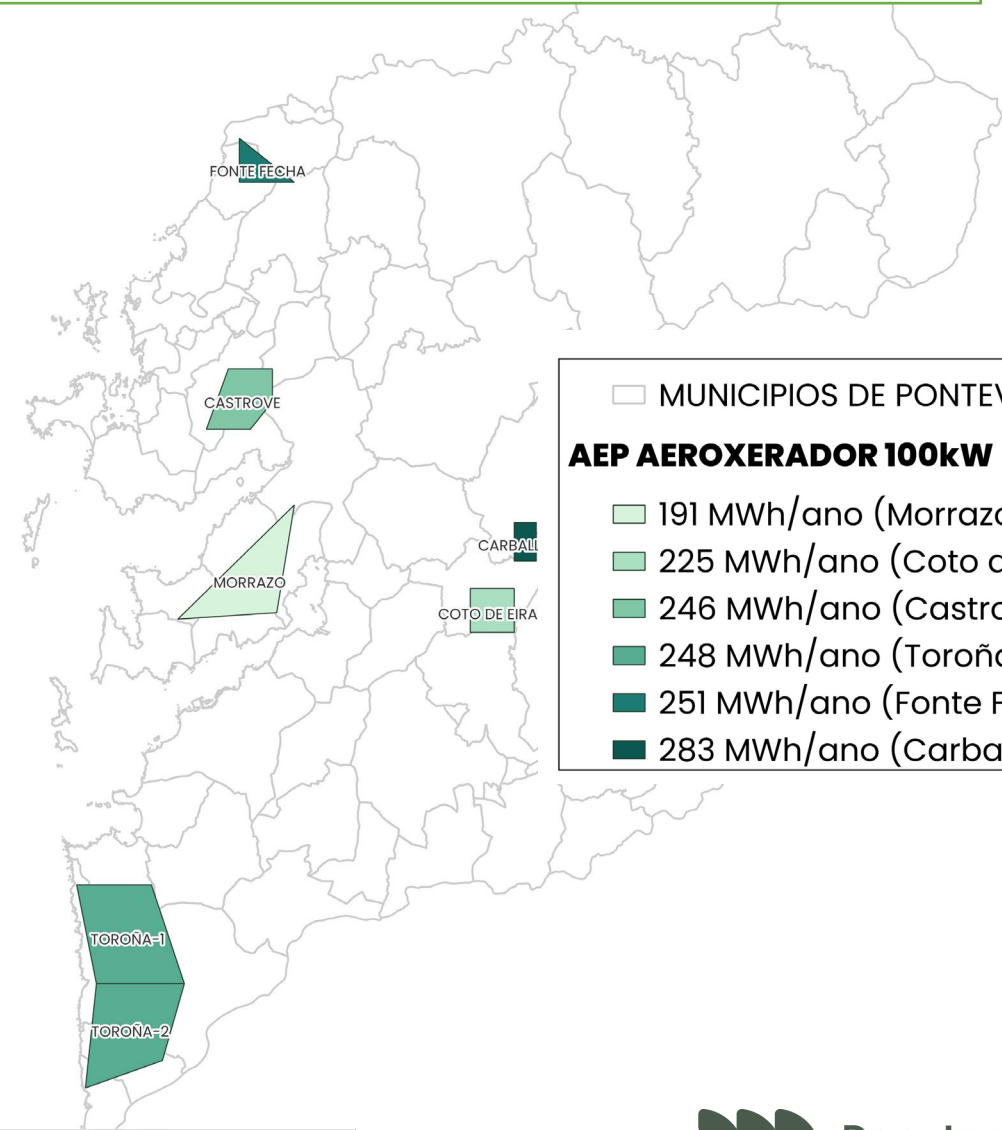
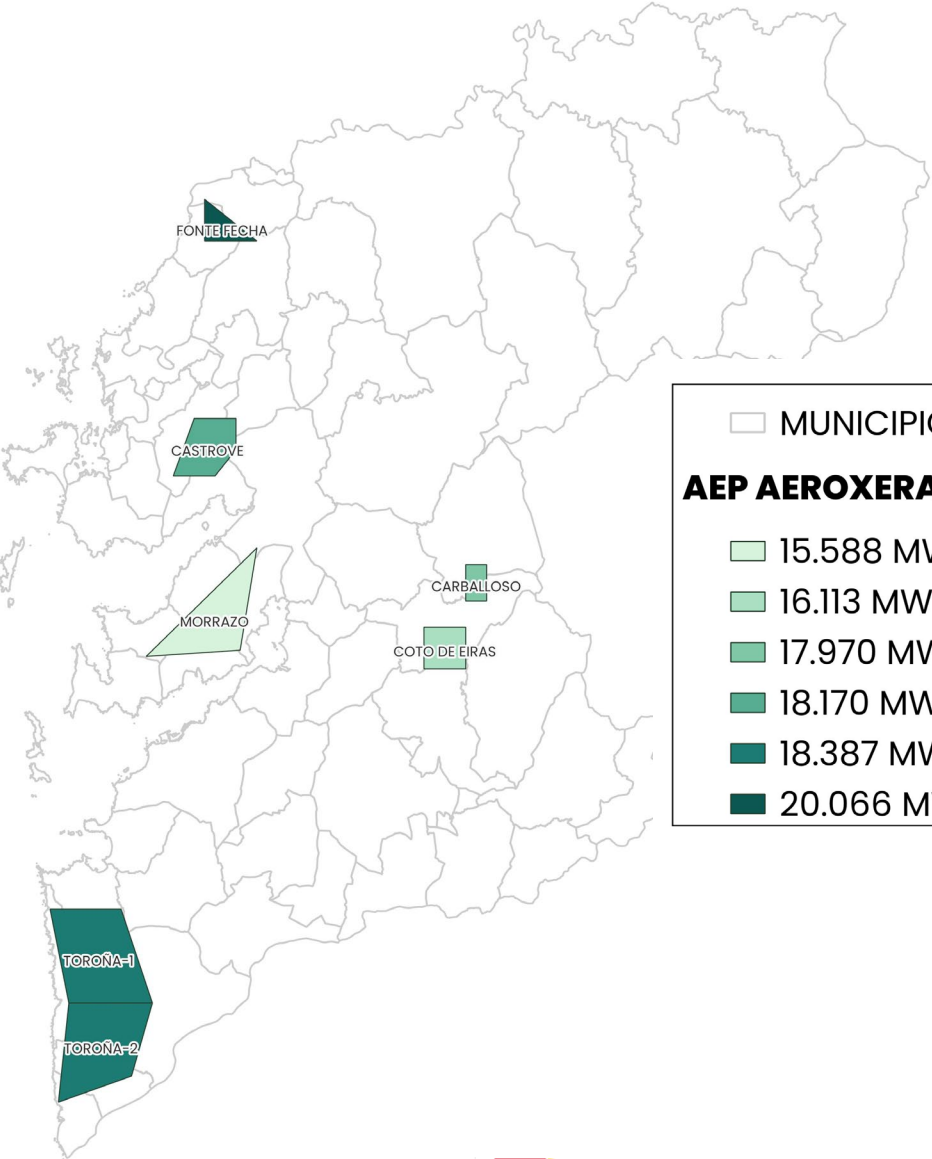
2. Selección de aerogeneradores tipo (100 kW minieólica e 4200 kW gran eólica)

3. Estimación do recurso eólico nas altitudes do buxe das máquinas tipo, considerando a distribución de probabilidade de velocidade do vento (Global Wind Atlas)

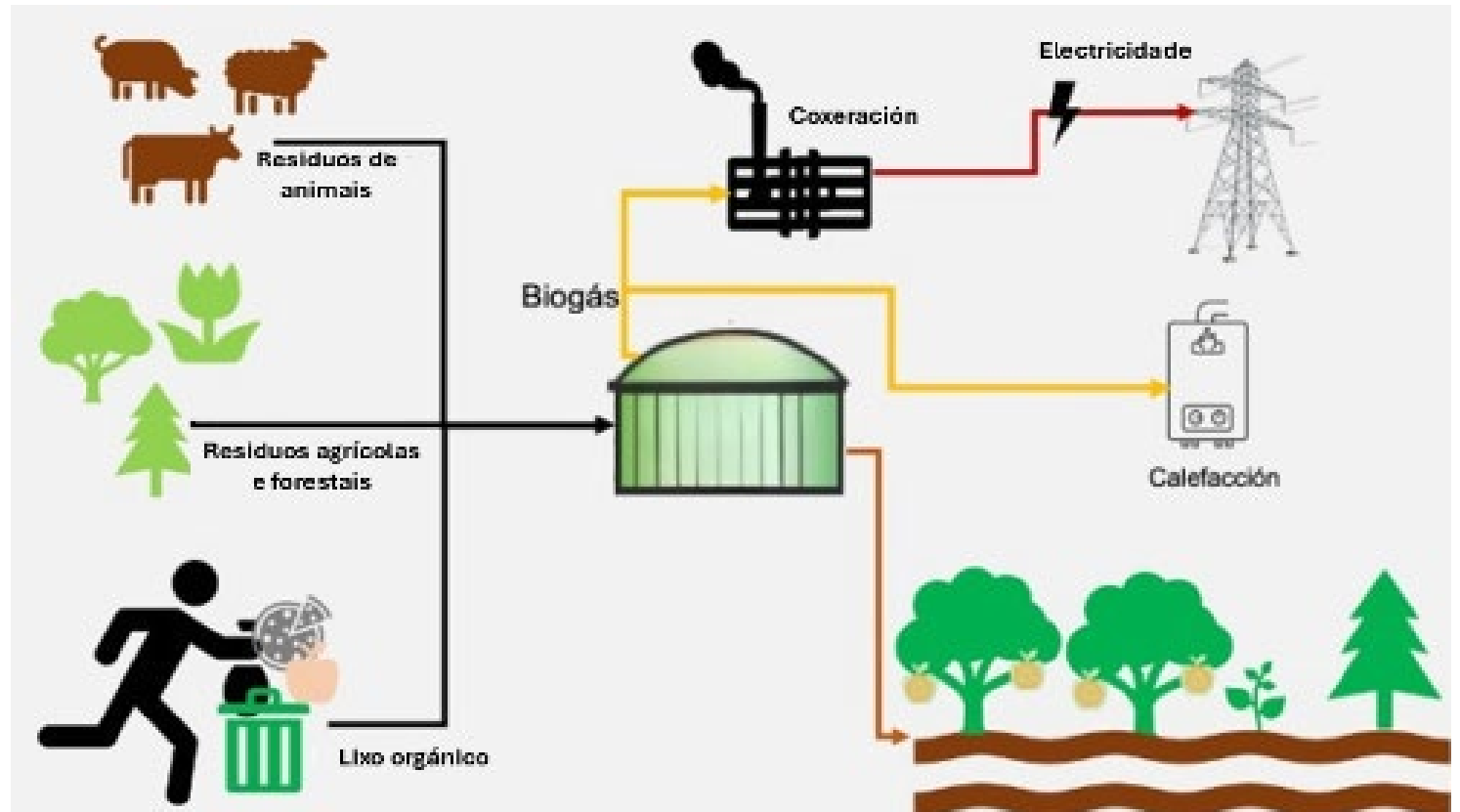
4. Estimación da produción, cruzando a estimación da velocidade do vento coa curva de potencia de cada aerogenerador e aplicando un factor de perdas (10% para minieólica e 8% gran eólica)

RESULTADOS POTENCIAL EÓLICO

Aínda que os mellores lugares xa están ocupados, existen zonas con alto potencial, **especialmente comarcas de Caldas e Baixo Miño**



Biomasa e Biogás



ENERXÍA DE BIOMASA E BIOGÁS

- Biomasa: Materia orgánica orixinada nun proceso biolóxico (xestión sostible)
- Biogás: Gas xerado pola descomposición anaerobia de biomasa
- Os recursos máis comúns na provincia inclúen:
 - Madeira, arbustos e restos de podas
 - Subproductos agrícolas (palla, residuos de cultivos,...)
 - Estérco e puríns explotacións gandeiras
 - Residuos (industria madeireira, agroalimentaria e quinta fracción)

DEBILIDADES	AMEAZAS
Impacto ambiental (olores, ruído, emisións)	Competencia con industria madeireira (biomasa)
Residuos finitos, limitados	
LCOE máis elevado (72 \$/MWh)	
Sistemas control complexos	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Reduce despoboación rural	LCOE térmico competitivo
Crea emprego local	Prevención de incendios forestais
Reduce residuos	Normativas ambientais de residuos
Versatilidade usos	

METODOLOXÍA ESTIMACIÓN POTENCIAL BIOMASA

1. Selección de recursos con maior potencial:

- Biomas: madeira forestal e arbustos
- Biogás: esterco de explotacións gandeiras

2. Estimación cantidade de recursos:

- Biogás 25% madeira e arbustos (IFCG, 2024)
- Biogás: cabezas de gando en explotacións gandeiras (INE)

3. Estimación potencial térmico

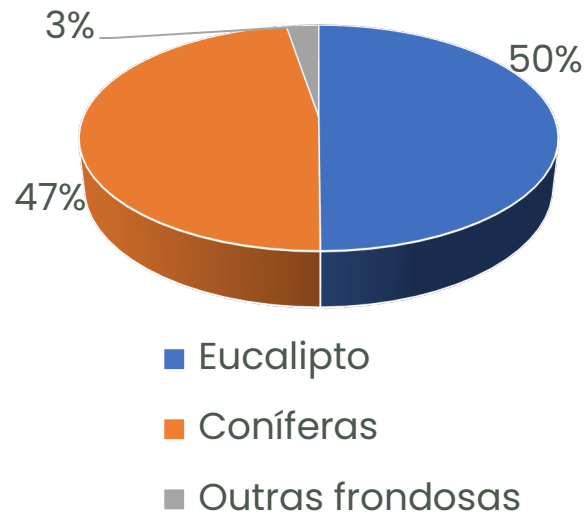
- Biomasa: tendo en conta a densidade e o poder calorífico superior de cada especie
- Biogás: Producción de estérco por animal e de gas metano segundo o tipo de estérco (bibliografía)
- Non se considera o rendemento tecnolóxico (ampla variedade de tecnoloxías de xeración)

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

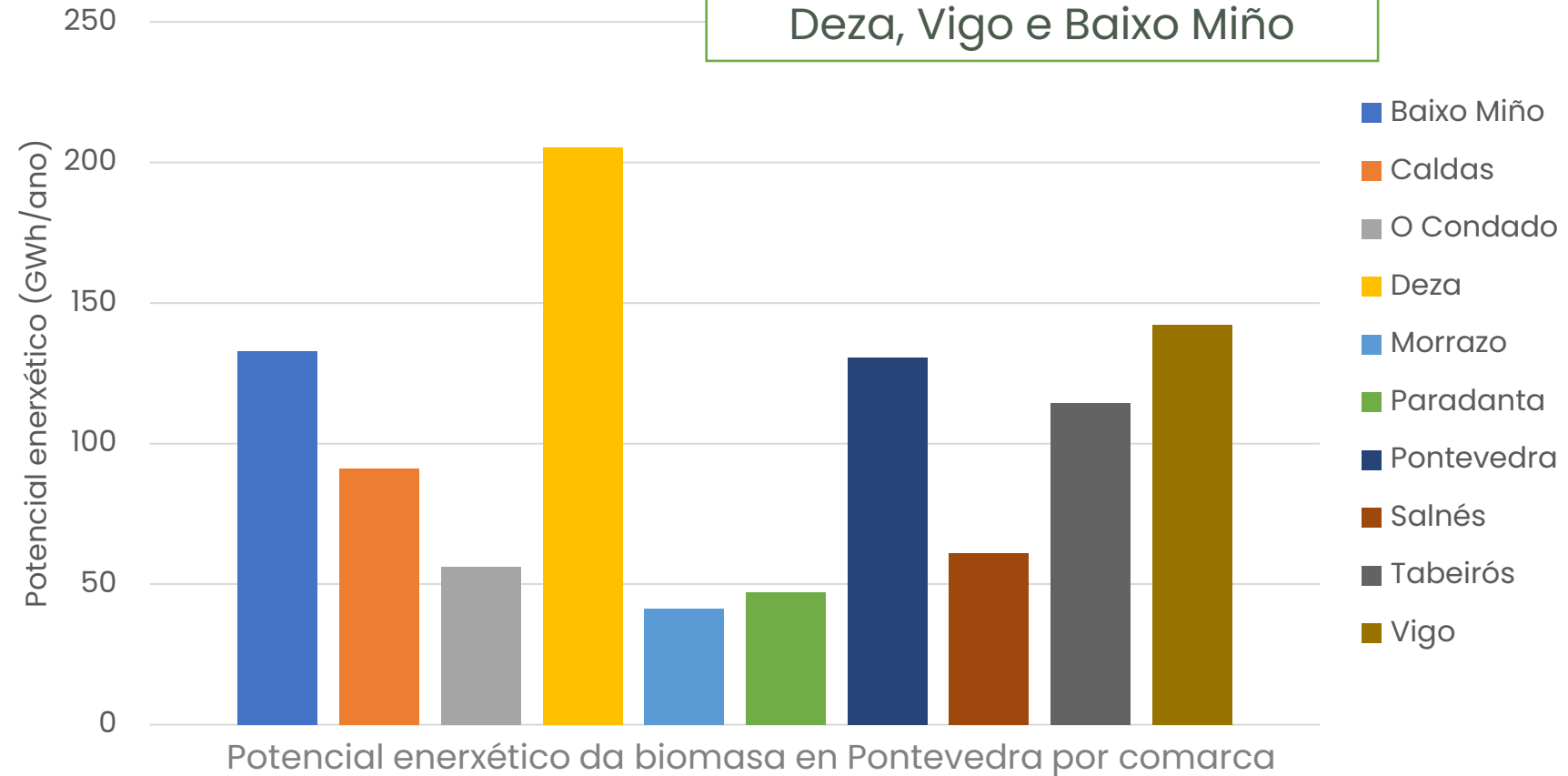
+ Renovables

RESULTADOS POTENCIAL BIOMASA

A provincia conta cunha gran superficie forestal (extracción 1,2 millóns de m³ /ano)

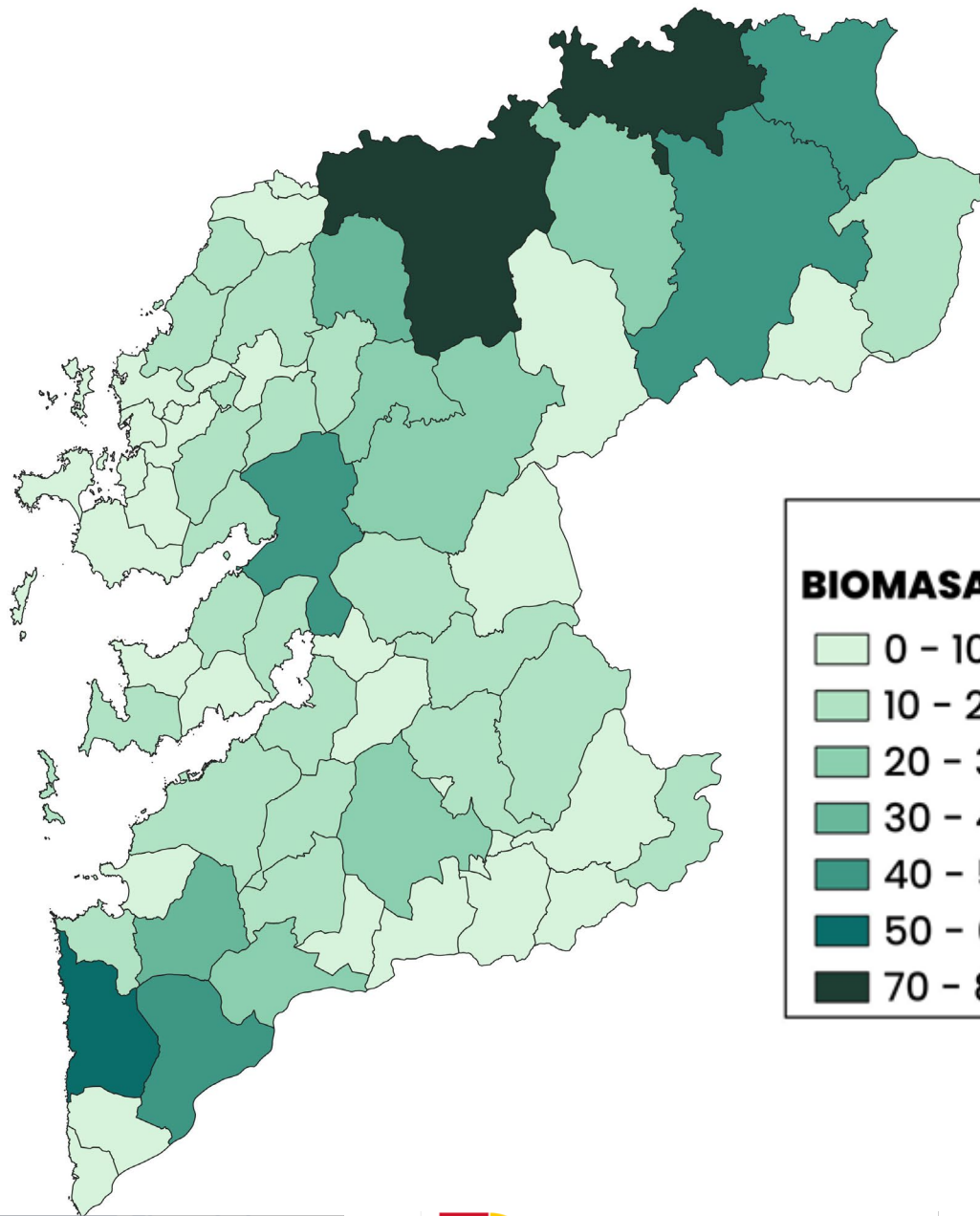


Destacan as comarcas do Deza, Vigo e Baixo Miño



OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ Renovables



BIOMASA (GWh/ano)

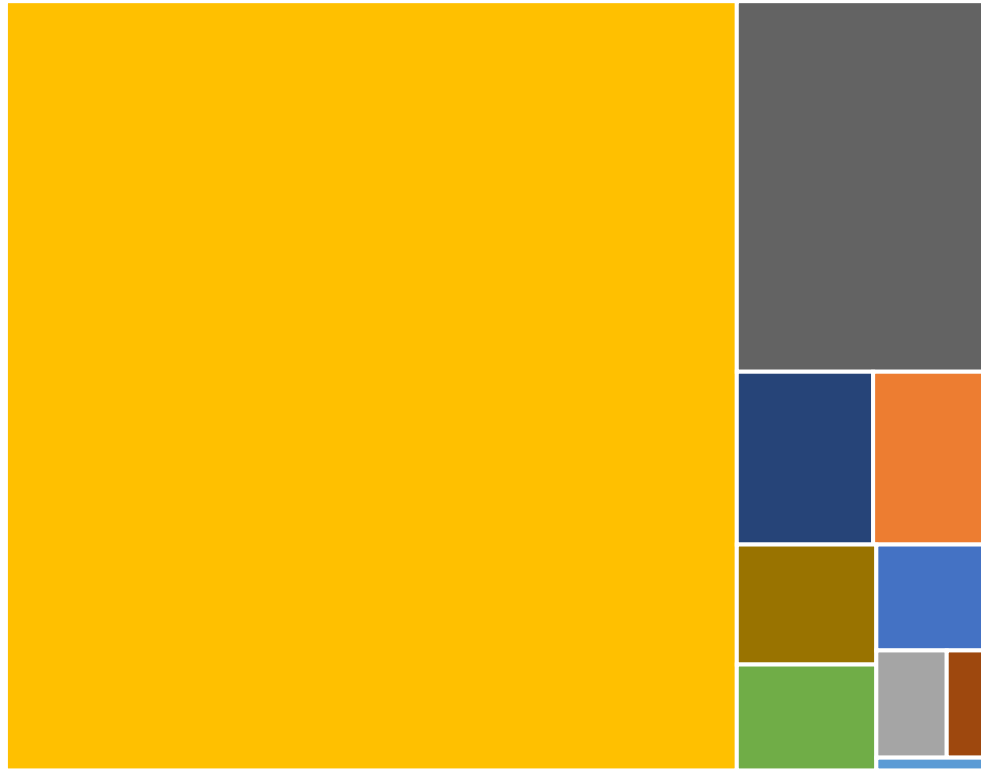
0 - 10
10 - 20
20 - 30
30 - 40
40 - 50
50 - 60
70 - 80

RESULTADOS POTENCIAL BIOMASA

O aproveitamento dos arbustos permitiría xerar 117 GWh/ano e a madeira máis de 1.000 GWh/ano

RESULTADOS POTENCIAL BIOGÁS

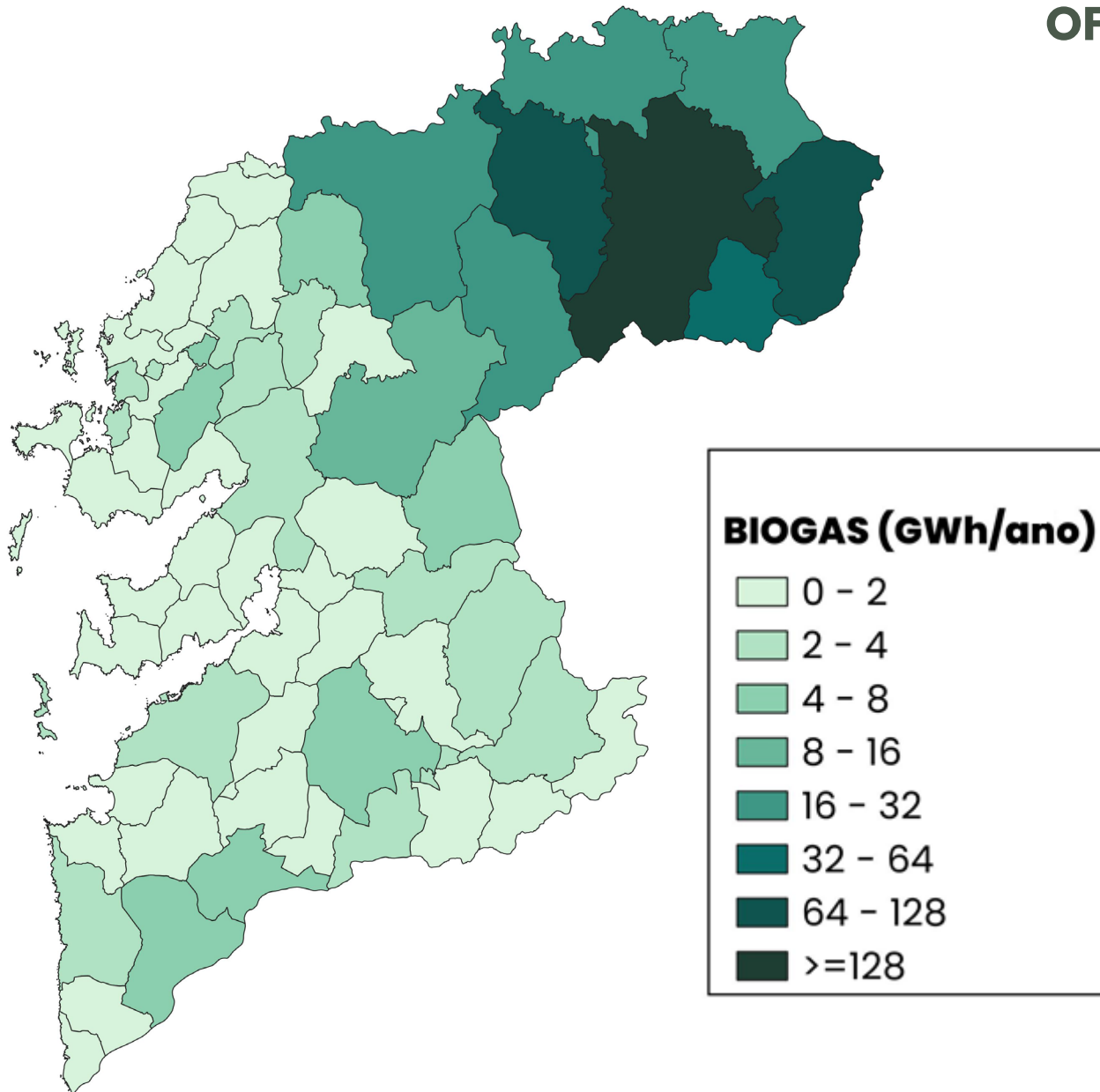
- Baixo Miño
- Caldas
- O Condado
- Deza
- Morrazo
- Paradanta
- Pontevedra
- Salnés
- Tabeirós
- Vigo



As comarcas de Deza (401 GWh/ano) e Tabeirós destacan como as máis prometedoras debido á alta concentración de gando

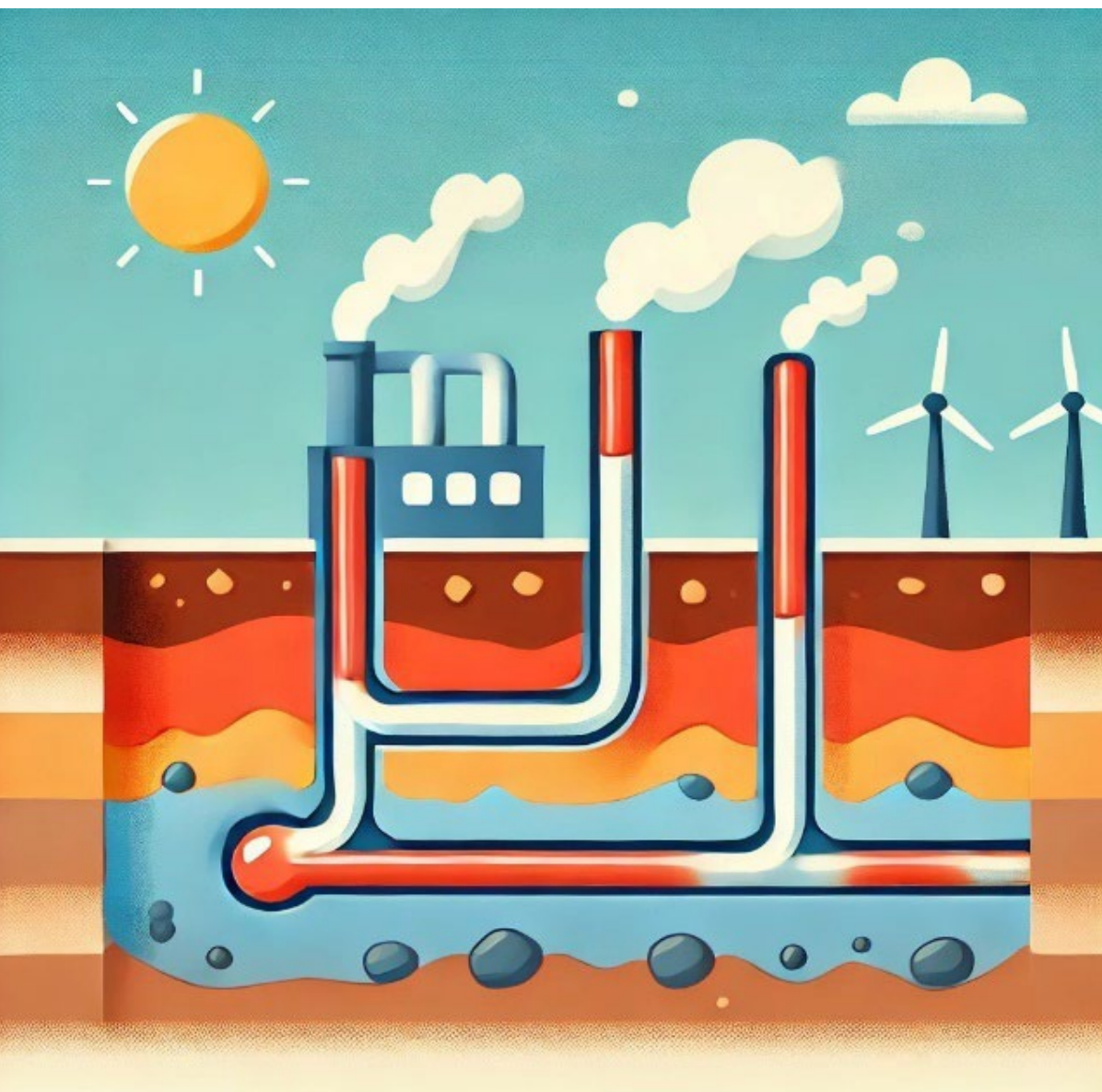
Proportión de gando vacún por comarcas (%)

RESULTADOS POTENCIAL BIOGÁS



O biogás ofrece un potencial de 589 GWh/ano

Xeotermia



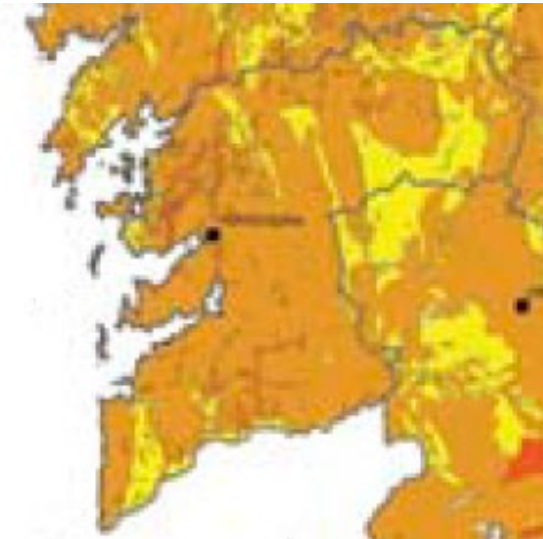
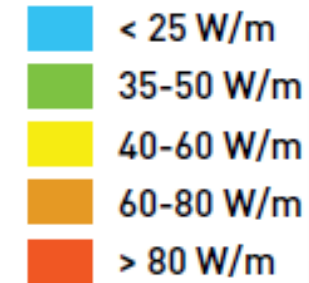
ENERGÍA GEOTERMICA

- Enerxía almacenada en forma de calor baixo a superficie terrestre (rochas, solos e augas subterráneas)
- Condicións litográficas favorables para o desenvolvemento de baixa entalpía (<90°C): aproveitamento mediante intercambiadores e bombas de calor

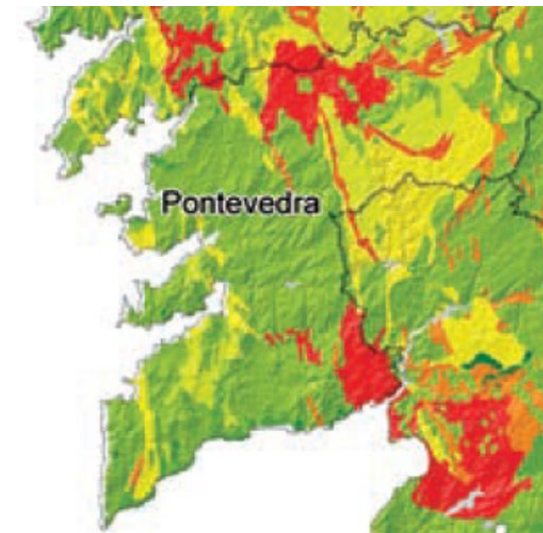
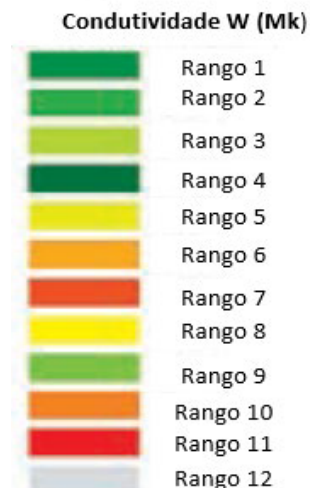
DEBILIDADES	AMEAZAS
Elevado LCOE (71 \$/MWh)	Descoñecemento
Gran movemento de terras	
Terreno adecuado para perforaciones	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Xeración estable	Gran potencial de desenvolvemento
Versatilidade usos	Casos de éxito noutros países

RECURSO Y METODOLOGÍA ESTIMACIÓN POTENCIAL

- Alta capacidade calorífica (uniforme): 60W/m nos primeiros 500m
- Zonas con maior condutividade térmica (Cuntis, A Estrada, Crecente, Silleda ou a Cañiza)
- O potencial xeotérmico estímase tendo en conta:
 - Densidade media e capacidade calorífica columna de roca
 - Temperaturas superficiais medias e á profundidade considerada
 - Un factor de recuperación do 30 %



Mapa de potencial térmico superficial (IDEA,2020)



Mapa de condutividade térmica (Atlas Geotérmico Galicia)

RESULTADOS POTENCIAL XEOTÉRMICO

Profundidade [m]	Potencial Xeotérmico [GWh]
50	$3,26 \cdot 10^4$
100	$1,31 \cdot 10^5$
2.000	$5,26 \cdot 10^7$
10.000	$1,31 \cdot 10^9$

Potencial xeotérmico provincial a distintas profundidades (GWh)

A enerxía almacenada no subsolo é elevada e bastante uniforme, aínda que as referencias bibliográficas consultadas suxiren certas zonas como **Cuntis, A Estrada, Crecente, Silleda ou Cañiza con mellores condicións de aproveitamento**

Retos:

- Necesidade dun mellor coñecemento das propiedades térmicas do subsolo
- Elevada inversión inicial
- Planificación necesaria e un marco regulatorio que fomente e facilite a súa implementación

Minihidráulica



OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

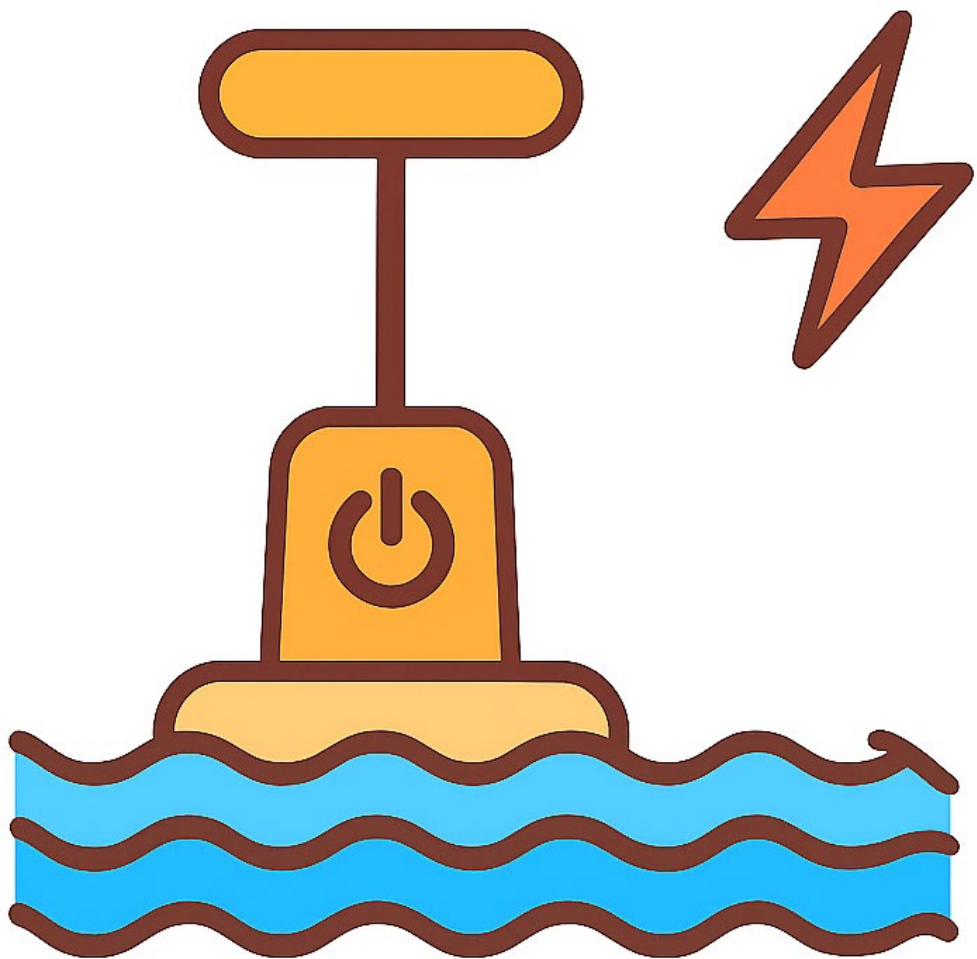
+ Renovables

ENERXÍA MINIHIDRÁULICA

Permite xerar electricidade aproveitando o caudal de ríos, regatos ou canles, sen necesidade de grandes infraestruturas como presas

A ausencia dun inventario provincial de infraestruturas abandonadas con posibilidades de rehabilitación, limitou a posibilidade de avaliar o seu potencial no ámbito deste estudo

DEBILIDADES	AMEAZAS
Inversión inicial elevada	Tramitación complexa
	Descoñecemento
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Abundancia de recursos	Apoio institucional
Xeración estable y continúa	Rehabilitación muiños e minicentrales
Alta eficiencia	
Baixo impacto ambiental	
Baixo LCOE (57 \$/MWh)	
Elevada vida útil	



Undimotriz

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ Renovables

ENERXÍA UNDIMOTRIZ

- Obtense do movemento das olas
- Tecnoloxías de uso:
 - Columnas de auga oscilantes
 - Boias xeradoras
 - Dispositivos flotantes articulados



Imaxe: Eco Wave Power

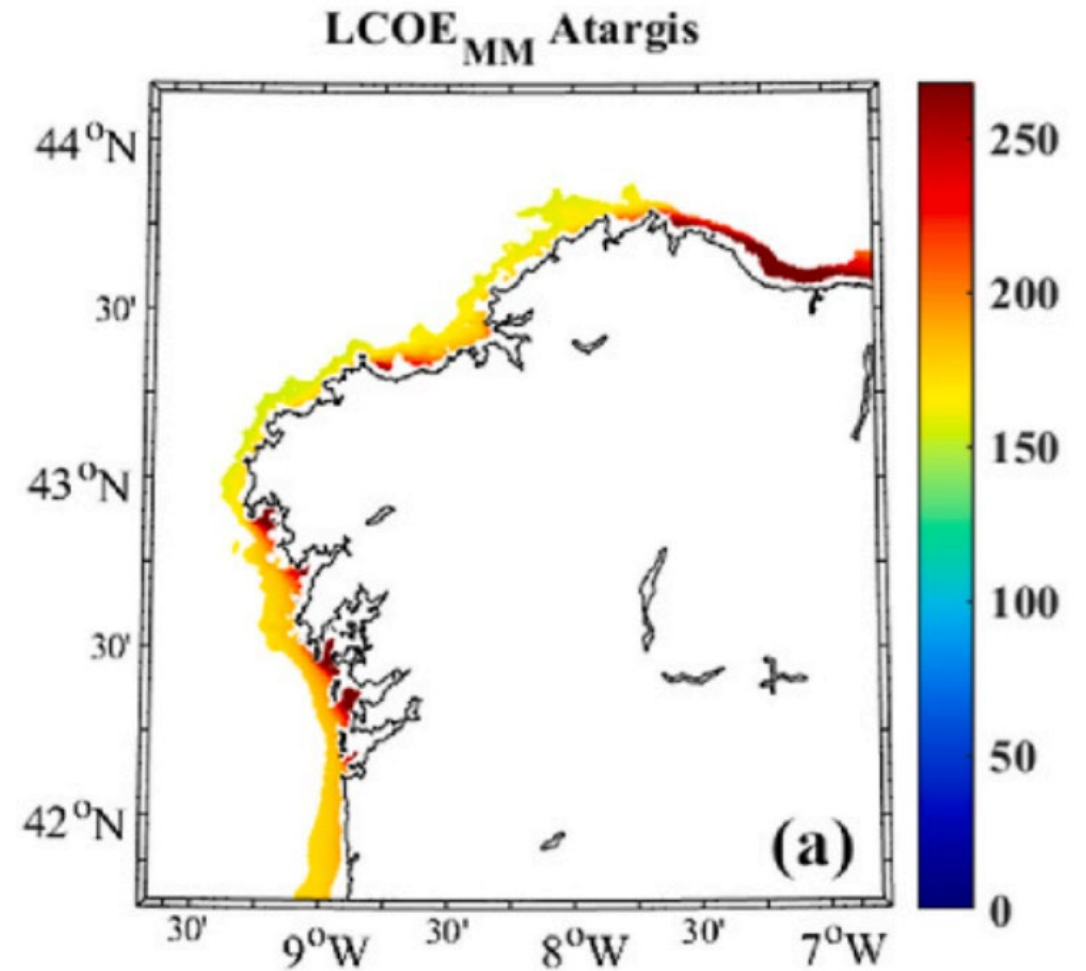
DEBILIDADES	AMEAZAS
Inversión inicial elevada	Normativas mariñas esixentes
Limitadas experiencias previas	Riesgos ambientais y de compatibilidad con otros usos
Escasa estandarización	
Operación e mantemento elevado	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Xeración constante	Avances tecnolóxicos
Alta densidade enerxética	Sinerxias con outras enerxías mariñas

POTENCIAL ENERXÍA UNDIMOTRIZ

Analízase do potencial (non cuantificado), con base nun estudo do Centro de Investigacións Mariñas da Uvigo:

A costa sur de Pontevedra (excluído interior das rías) posúe un alto potencial debido ás correntes atlánticas

O seu desenvolvemento a gran escala non se considera economicamente viable a curto prazo (LCOE 150 -200 €/MWh)



Conclusiones //

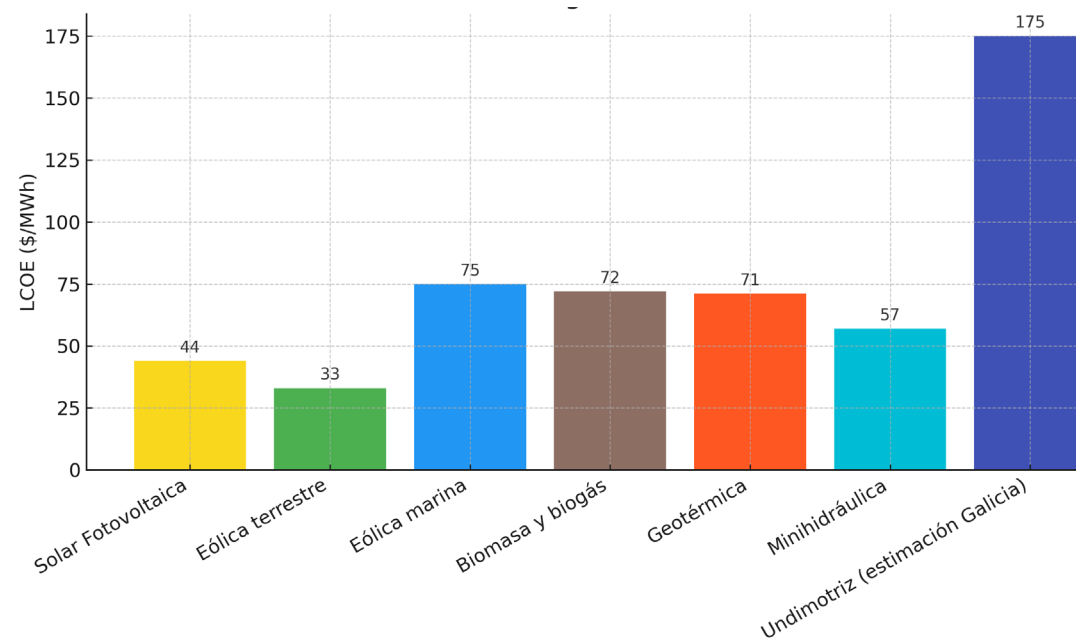
OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ Renovables

Cada tecnoloxía de aproveitamento renovable presenta vantaxes e desafíos específicos:

- A **fotovoltaica e a eólica terrestre** son actualmente as tecnoloxías máis **maduras, económicas e de fácil implementación**
- A **biomasa/biogás e a minihidráulica** teñen **custos máis elevados pero ofrecen vacinas adicionais** (xestión de residuos e a continuidade da subministración). Ademais, requiren un maior control ambiental e administrativo
- A **xeotermia e a enerxía undimotriz** requiren innovación, desenvolvemento tecnolóxico e apoio institucional para seren viables e escalables, pero son tecnoloxías con **gran potencial a medio e longo prazo**

LCOE TECNOLOXÍAS



OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ *Renovables*

POTENCIAL RENOVABLE PROVINCIAL

☀️ **Solar FV:** 5.717 GWh/año (180% demanda eléctrica provincia), Salnés e Baixo Miño

🌬️ **Eólica:** destacan Caldas e Baixo Miño (ata 20 GWh/año por aerogenerador)

♻️ **Biogás:** destacan Deza e Tabeirós. Total 589 GWh/año

🌲 **Biomasa:** 1.000 GWh/año de potencial térmico

🌡️ **Geotermia:** destacan municipios de Cuntis, A Estrada, Silleda, A Cañiza

🌊 **Undimotriz:** destaca costa Sur; non viable a curto prazo por custos

OFICINA DE TRANSFORMACION COMUNITARIA

+ *Renovables*

CONCLUSIÓN FINAL

 Pontevedra conta cunha **ampla diversidade** de recursos renovables e un **amplio potencial**

A planificación, xunto coa **implementación da tecnoloxía adecuada para cada territorio e uso** serán claves para avanzar cara a un modelo sostible e baixo en carbono



Moitas grazas



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,
Transformación y Resiliencia



IDAE
Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía

