

# **ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RECURSOS E INFRAESTRUCTURAS SOBRE LOS 56 MUNICIPIOS DE ADESIMAN**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio técnico de evaluación de recursos e infraestructuras ha sido desarrollado por el equipo especializado de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) de ADESIMAN, bajo la dirección y supervisión del ingeniero industrial D. Jorge Font Félix, quien asume la responsabilidad técnica del contenido. Su ámbito de aplicación abarca los 56 municipios que integran la comarca, y tiene como objetivo principal proporcionar un diagnóstico riguroso y detallado sobre el estado actual de los recursos disponibles, las infraestructuras existentes y su potencial de aprovechamiento en términos técnicos, económicos y de sostenibilidad.

Para la elaboración de este informe se ha partido de un exhaustivo análisis de datos procedentes de fuentes oficiales y contrastadas, entre las que se incluyen el Instituto Nacional de Estadística (INE), el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM), entre otros organismos. A partir de esta base documental, se han llevado a cabo procesos de cuantificación técnica y económica, estimaciones de eficiencia energética, análisis de costes operativos y de inversión, así como la identificación de riesgos asociados a la implementación de posibles actuaciones.

Este estudio constituye una iniciativa pionera en el ámbito comarcal, al no existir hasta la fecha ningún documento de similares características publicado por otras entidades públicas o privadas. Su carácter innovador reside tanto en la metodología empleada como en la profundidad del análisis territorial, lo que lo convierte en una herramienta estratégica de gran valor para la planificación y toma de decisiones en materia de desarrollo local.

De conformidad con la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y protección de datos, se establece que el uso, reproducción, difusión o publicación total o parcial de los contenidos, datos técnicos, resultados analíticos o cualquier otra información contenida en el presente estudio deberá contar con la autorización expresa y previa de sus autores intelectuales. Esta condición aplica tanto a entidades públicas como privadas, así como a cualquier grupo o persona física que pretenda utilizar el material con fines distintos a los originalmente previstos. La notificación formal será requisito indispensable para cualquier tipo de uso externo, en cumplimiento de los principios de transparencia, reconocimiento profesional y respeto a la autoría técnica.

Desde ADESIMAN, expresamos nuestro firme compromiso con la transparencia, la utilidad pública y el desarrollo sostenible, por ello esperamos que su uso contribuya al beneficio colectivo de la comunidad y no a intereses particulares.

Jorge Font Félix  
Ingeniero Industrial

## CONTENIDO

| Municipio                |     |
|--------------------------|-----|
| Abia de la Obispalía     | 005 |
| El Acebrón               | 008 |
| Albaladejo del Cuende    | 011 |
| Alcázar del Rey          | 015 |
| La Almarcha              | 018 |
| Almendros                | 022 |
| Almonacid del Marquesado | 035 |
| Altarejos                | 029 |
| Arcas                    | 032 |
| Barchín del Hoyo         | 036 |
| Belinchón                | 039 |
| Belmontejo               | 043 |
| Campos del Paraíso       | 046 |
| Cervera del Llano        | 050 |
| Chillarón de Cuenca      | 053 |
| Chumillas                | 057 |
| Fresneda de Altarejos    | 061 |
| Fuente de Pedro Naharro  | 064 |
| Fuentelespino de Haro    | 068 |
| Fuente de Jábaga         | 071 |
| La Hinojosa              | 073 |
| El Hito                  | 076 |
| Horcajo de Santiago      | 079 |
| Huelves                  | 082 |
| Huerta de la Obispalía   | 085 |
| Montalbano               | 089 |
| Montalbo                 | 092 |
| Mota de Altarejos        | 095 |

| Municipio                  |     |
|----------------------------|-----|
| Olivares de Júcar          | 098 |
| Olmeda del Rey             | 101 |
| Palomares del Campo        | 104 |
| Paredes                    | 107 |
| La Parra de las Vegas      | 111 |
| Piqueras del Castillo      | 114 |
| Pozorrubio de Santiago     | 117 |
| Puebla de Almenara         | 120 |
| Rozalén del Monte          | 124 |
| Saelices                   | 127 |
| San Lorenzo de la Parrilla | 130 |
| Solera de Gabaldón         | 134 |
| Tarancón                   | 139 |
| Torrubia del Campo         | 142 |
| Tribaldos                  | 146 |
| Uclés                      | 150 |
| Valdetórtola               | 154 |
| Las Valeras                | 158 |
| Valverde de Júcar          | 162 |
| Villar de Cañas            | 166 |
| Villar de Olalla           | 170 |
| Villarejo de Fuentes       | 174 |
| Villarejo-Periesteban      | 178 |
| Villares del Saz           | 181 |
| Villarrubio                | 185 |
| Villaverde y Pasaconsol    | 189 |
| Zafra de Záncara           | 193 |
| Zarza de Tajo              | 197 |

## **SUMARIO INTERNO DE CADA MUNICIPIO**

- 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**
- 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO**
- 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)**
- 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA**
- 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE**
- 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**
- 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**
- 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

## **ABIA DE LA OBISPALÍA**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~800 m<sup>2</sup> → ~120 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.500 m<sup>2</sup> → 350–400 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del casco urbano (~0,6 ha).
    - Potencial: 400–450 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 600–650 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.000–1.100 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica municipal (~520 MWh/año) y generaría excedentes para socios y movilidad eléctrica.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5,5 m/s en cerros al norte.
  - Proyecto tipo: 2 × 10 kW → 30–35 MWh/año.
  - Complemento a la FV en invierno.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 800–900 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 100 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en consultorio y vivienda tutelada.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 60–80 MWh/año; COP 3,5–4,0.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

### **2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO**

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~520 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~250 kW.
  - CT municipal: ~250 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <100 kW; >100 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible en el municipio.
  - Uso CEL: hibridación con biomasa en red de calor.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 10–15 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL mediante autoconsumo colectivo.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, teleclub, consultorio, vivienda tutelada → aptos para FV y microrred.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (50–100 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 60 kWp → 90 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 150–200 kWp → 225–300 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 400–450 kWp → 600–650 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 100 kW + red de calor → 250 MWh/año.
- Mini eólica: 2 × 10 kW → 35 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 50–100 kWh → reducción de picos de vertido 20–40%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 60 kWp   | 90 MWh/año  | 75.000 €  | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 180 kWp  | 270 MWh/año | 210.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 420 kWp  | 620 MWh/año | 450.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 100 kW   | 250 MWh/año | 90.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW    | 70 MWh/año  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, ~60 MWh/año → ahorro potencial 40 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** consumos 10–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de Ayuntamiento, teleclub, consultorio, vivienda tutelada (25–63 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 250 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >100 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas (sur) como punto adicional.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- **Alumbrado LED + telegestión:** 35.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 50.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–50%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 15.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 12.000 €; reducción 2 t CO<sub>2</sub>/año por vehículo sustituido.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 8.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 38.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~108.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~973.000 €**

- Producción eléctrica: 1.000–1.100 MWh/año.
- Producción térmica: 250 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes para socios).
- Cobertura térmica: ~40%.

**Coste por socio (80 socios): ~12.000 € (7.200 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (250 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero 60–80 kWp en cubiertas, después huerto solar en suelo municipal), instalación de baterías comunitarias (50–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores de vertido dinámicos.
- **Sobretensiones en red BT (radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y hibridación con gas natural (ya disponible en el municipio).

# EL ACEBRÓN

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.200$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 180$  kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.500$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  500–600 kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).
    - Potencial: 600–700 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 900–1.000 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.400–1.600 MWh/año  $\rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 1.200$  MWh/año) y generaría excedentes para socios y movilidad eléctrica.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo:  $2 \times 20$  kW  $\rightarrow$  70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad:  $\sim 400$  t/año de restos agrícolas (vid, cereal, olivo) y forestales.
  - Equivalente energético: 1.600–1.800 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 200 kW  $\rightarrow$  450–500 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 40 kW  $\rightarrow$  90–100 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo diésel/GLP 100 kVA → 60–70 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~500 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–30 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–200 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 100 kWp → 150 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 250–300 kWp → 375–450 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 600–700 kWp → 900–1.000 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 200 kW + red de calor → 450–500 MWh/año.
- Mini eólica: 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 40 kW → 90–100 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–200 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 100 kWp  | 150 MWh/año | 120.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 280 kWp  | 420 MWh/año | 320.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 650 kWp  | 950 MWh/año | 700.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp   | 45 MWh/año  | 50.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 200 kW   | 480 MWh/año | 160.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW    | 75 MWh/año  | 120.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 40 kW    | 95 MWh/año  | 70.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 150 kWh  | —           | 90.000 €  | 10–12 años |

## **5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE**

- **Alumbrado público:** LED (ya eficiente), consumo ~100 MWh/año.
- **Edificios públicos:** colegio, consultorio, ayuntamiento, polideportivo → consumos 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.
-  **Puntos de enganche y vertido**
- **BT:** cuadros de colegio, consultorio, ayuntamiento, polideportivo (63–100 A).
- **Nodo principal:** CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- **Ampliación posible:** línea MT hacia polígono/naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

## **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- **Alumbrado público:** ya LED → ahorro marginal adicional con telegestión (10–15%).
- **Rehabilitación edificios públicos:** 70.000 €; ahorro 80 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 40.000 €; ahorro 30–50%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 25.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 60.000 €
- **Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~150.000 €**
- **Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.535.000 €**
- Producción eléctrica: 1.500–1.600 MWh/año.
- Producción térmica: 450–500 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes para socios).
- Cobertura térmica: ~35–40%.
- **Coste por socio (100 socios): ~15.300 € (9.200 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar en suelo municipal), instalación de baterías comunitarias (100–200 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y hibridación con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## **ALBALADEJO DEL CUENDE**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~500 m<sup>2</sup> → ~75 kWp instalables.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.200 m<sup>2</sup> → 180–200 kWp.
- **Terrenos municipales <2 km:**
  - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~0,4 ha).
  - Potencial: 250–300 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
  - Producción: 370–450 MWh/año.
- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 600–700 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~400 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: ~5 m/s en lomas cercanas.
  - Proyecto tipo: 1 × 10 kW → 15–20 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~100 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 400–450 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 80 kW → 180–200 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en consultorio y ayuntamiento.
  - Proyecto tipo: 20 kW → 40–50 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 40 kVA → 25–30 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~400 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~200 kW.
  - CT municipal: ~200–250 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <60–80 kW; >100 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 5–10 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, consultorio, teleclub → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (30–50 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 40 kWp → 60 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 100–120 kWp → 150–180 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 250–300 kWp → 370–450 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 80 kW + red de calor → 180–200 MWh/año.
- Mini eólica: 10 kW → 15–20 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40–50 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Almacenamiento comunitario: 30–50 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 40 kWp   | 60 MWh/año  | 50.000 €  | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 110 kWp  | 165 MWh/año | 130.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 280 kWp  | 420 MWh/año | 300.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 20.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 80 kW    | 190 MWh/año | 75.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 10 kW    | 18 MWh/año  | 30.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 40 kWh   | —           | 25.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- Alumbrado público:** mixto, consumo ~40 MWh/año → ahorro potencial 25 MWh/año con LED.
- Edificios públicos:** ayuntamiento, consultorio, teleclub → consumos 5–10 MWh/año cada uno.
- Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido**
  - BT:** cuadros de ayuntamiento, consultorio, teleclub (25–40 A).
  - Nodo principal:** CT municipal 200–250 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >60–80 kW.
  - Ampliación posible:** línea MT hacia explotaciones agrícolas → punto adicional si FV total supera 150 kWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión:** 20.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos:** 30.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente:** 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS):** 10.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria:** 1 punto AC 22 kW; 6.000 €; reducción 1 t CO<sub>2</sub>/año.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 6.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 25.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~79.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~555.000 €**

- Producción eléctrica: 600–700 MWh/año.
- Producción térmica: 180–200 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.

**Coste por socio (50 socios): ~11.100 € (6.600 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (200–250 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 60–80 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar en suelo municipal), instalación de baterías comunitarias (30–50 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–30%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y hibridación con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

# ALCÁZAR DEL REY

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES:

- Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
- **Cubiertas públicas útiles:** ~700 m<sup>2</sup> → ~100 kWp instalables.
- **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.000 m<sup>2</sup> → 280–320 kWp.
- **Terrenos municipales <2 km:**
  - Parcela rústica al sur del casco urbano (~0,7 ha).
  - Potencial: 450–500 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
  - Producción: 650–750 MWh/año.
- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.050–1.200 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~800 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s en lomas cercanas.
  - Proyecto tipo: 2 × 10 kW → 30–40 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~150 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 600–700 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25 kW → 50–60 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~800 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~350 kW.
  - CT municipal: ~315–400 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <120 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Alternativa: biomasa y electrificación.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 15–20 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (50–100 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 80–100 kWp → 120–150 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 250–300 kWp → 375–450 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 450–500 kWp → 650–750 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 250–300 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–40 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50–60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 50–100 kWh → reducción de picos de vertido 20–40%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 100 kWp  | 150 MWh/año | 120.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 280 kWp  | 420 MWh/año | 320.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 480 kWp  | 700 MWh/año | 520.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 55 MWh/año  | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 80 kWh   | —           | 50.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~70 MWh/año → ahorro potencial 45 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 15–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
- 🔌 **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 315–400 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >120 kW.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- **Alumbrado LED + telegestión:** 30.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 15.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 2 puntos AC 22 kW; 12.000 €; reducción 2 t CO<sub>2</sub>/año.

### **7.-COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 45.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~118.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.270.000 €**

- Producción eléctrica: 1.050–1.200 MWh/año.
- Producción térmica: 250–300 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.

**Coste por socio (80 socios): ~15.900 € (9.500 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (315–400 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 120–150 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (50–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y hibridación con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## LA ALMARCHA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.100$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 160$  kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.200$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  480–520 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).
    - Potencial: 650–700 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 950–1.050 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.600–1.750 MWh/año  $\rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 1.200$  MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Velocidad media: 5–6 m/s en zonas abiertas.
- Proyecto tipo:  $2 \times 20 \text{ kW} \rightarrow 70\text{--}80 \text{ MWh/año}$ .
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~220 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 850–900 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW  $\rightarrow 350\text{--}400 \text{ MWh/año}$  útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Puede hibridarse con biomasa en la red de calor.
  - Posibilidad de microgeneración (CHP 80–100 kWe + 120–150 kWt)  $\rightarrow 500\text{--}600 \text{ MWh eléctricos} + 800\text{--}900 \text{ MWh térmicos/año}$ .
  - Respaldo térmico estable en edificios públicos y privados.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW  $\rightarrow 65\text{--}70 \text{ MWh/año}$ .
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 100 kVA  $\rightarrow 60\text{--}70 \text{ MWh/año}$  (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~500 kW.
  - CT municipal: ~500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
  - Uso CEL: hibridación con biomasa, respaldo térmico, cogeneración.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo  $\rightarrow$  aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 160 kWp  $\rightarrow 240 \text{ MWh/año}$ .
- FV socios CEL (privadas): 480–520 kWp  $\rightarrow 720\text{--}780 \text{ MWh/año}$ .
- FV en terrenos municipales <2 km: 650–700 kWp  $\rightarrow 950\text{--}1.050 \text{ MWh/año}$ .
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW  $\rightarrow 45 \text{ MWh/año}$ .
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor  $\rightarrow 350\text{--}400 \text{ MWh/año}$ .
- **Gas natural:**
  - Calderas de respaldo en red de calor  $\rightarrow 200\text{--}250 \text{ MWh/año}$ .
  - Microgeneración CHP 100 kWe + 150 kWt  $\rightarrow 550 \text{ MWh eléctricos} + 850 \text{ MWh térmicos/año}$ .
- Mini eólica: 40 kW  $\rightarrow 70\text{--}80 \text{ MWh/año}$ .

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 160 kWp           | 240 MWh/año                 | 180.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 500 kWp           | 750 MWh/año                 | 540.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 680 kWp           | 1.000 MWh/año               | 720.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp            | 45 MWh/año                  | 50.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 380 MWh/año                 | 140.000 € | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 100 kWe + 150 kWt | 550 MWh el. + 850 MWh térm. | 400.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 75 MWh/año                  | 120.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 70 MWh/año                  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh           | —                           | 80.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~100 MWh/año → ahorro potencial 60 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–100 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 35.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 55.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:**
  - Sustitución de calderas antiguas por calderas de condensación.
  - Hibridación con biomasa.
  - Ahorro adicional: 15–20% en consumo térmico.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 25.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 80.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~170.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP a gas natural): ~2.145.000 €**

- Producción eléctrica: 2.200–2.300 MWh/año.
- Producción térmica: 1.200–1.300 MWh/año (biomasa + gas CHP).
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–80% de la demanda térmica municipal.

**Coste por socio (110 socios): ~19.500 € (11.700 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases, baterías 100–150 kWh, inversores con control Volt/VAR, conexión del huerto solar municipal en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible).
- **Cogeneración a gas natural:**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

## ALMENDROS

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 900$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 130$ – $140$  kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 2.800$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $400$ – $450$  kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano ( $\sim 0,8$  ha).
    - Potencial:  $500$ – $550$  kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción:  $750$ – $820$  MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):**  $1.300$ – $1.400$  MWh/año  $\rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 950$  MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media:  $5$ – $6$  m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo:  $2 \times 10$  kW  $\rightarrow$   $30$ – $40$  MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad:  $\sim 180$  t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético:  $700$ – $750$  MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria  $120$  kW  $\rightarrow$   $250$ – $300$  MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo:  $25$ – $30$  kW  $\rightarrow$   $55$ – $65$  MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel  $80$  kVA  $\rightarrow$   $50$ – $60$  MWh/año (uso puntual).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~950 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~400 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–120 kWh).

### 3. Posibles proyectos de generación (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 120–140 kWp → 180–200 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 350–400 kWp → 525–600 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 500–550 kWp → 750–820 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 250–300 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–40 MWh/año.
- Geotermia: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–120 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 130 kWp  | 190 MWh/año | 150.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 380 kWp  | 560 MWh/año | 420.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 520 kWp  | 780 MWh/año | 560.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW    | 60 MWh/año  | 50.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 60.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~80 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 15–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
-  **Puntos de enganche y vertido**
- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
- **Nodo principal:** CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 30.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 45.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 15.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 2 puntos AC 22 kW; 12.000 €; reducción 2 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 7.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 18.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 55.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~132.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.485.000 €**

- Producción eléctrica: 1.300–1.400 MWh/año.
- Producción térmica: 250–300 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.

**Coste por socio (90 socios): ~16.500 € (9.900 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–120 kWh), inversores con

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.

- **Sobretensiones en BT (red radial):**

- **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.

- **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.

- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**

- **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.

- **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.

- **Costes de refuerzo de red:**

- **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.

- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.

- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**

- **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.

- **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.

- **Dependencia de biomasa local:**

- **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.

- **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y hibridación con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## ALMONACID DEL MARQUESADO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**

- Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.

- **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 150$  kWp instalables.

- **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  450–500 kWp.

- **Terrenos municipales  $< 2$  km:**

- Parcela rústica al norte del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).

- Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).

- Producción: 900–1.000 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.500–1.650 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.100 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo: 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 800–850 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 100 kVA → 60–70 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.100 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–30 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 450–500 kWp → 675–750 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 600–650 kWp → 900–1.000 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 480 kWp  | 710 MWh/año | 520.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 950 MWh/año | 680.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp   | 45 MWh/año  | 50.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 380 MWh/año | 140.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW    | 75 MWh/año  | 120.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW    | 70 MWh/año  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh  | —           | 80.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–100 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 35.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 50.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 25.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~160.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal):  
~1.815.000 €**

- Producción eléctrica: 1.500–1.650 MWh/año.
- Producción térmica: 350–400 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.

**Coste por socio (100 socios): ~18.150 € (10.900 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## ALTAREJOS

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~800 m<sup>2</sup> → ~120 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.500 m<sup>2</sup> → 370–400 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~0,7 ha).
    - Potencial: 450–500 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 650–750 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.100–1.250 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~900 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo: 1–2 aerogeneradores de 20 kW → 35–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~160 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 600–650 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25 kW → 55–60 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 80 kVA → 50–60 MWh/año (uso puntual).

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~900 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~380 kW.
  - CT municipal: ~315–400 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <120 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 15–20 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 120 kWp → 180 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 380–400 kWp → 570–600 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 450–500 kWp → 650–750 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 250–300 MWh/año.
- Mini eólica: 20–40 kW → 35–70 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 55–60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 120 kWp  | 180 MWh/año | 140.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 390 kWp  | 585 MWh/año | 430.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 480 kWp  | 700 MWh/año | 520.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 30 kW    | 50 MWh/año  | 90.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 60 MWh/año  | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 60.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~80 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 15–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 315–400 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >120 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 30.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 5 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Rehabilitación edificios públicos:** 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 15.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 2 puntos AC 22 kW; 12.000 €; reducción 2 t CO<sub>2</sub>/año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 7.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 18.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 55.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~132.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.425.000 €**

- Producción eléctrica: 1.100–1.250 MWh/año.
- Producción térmica: 250–300 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30–35%.

**Coste por socio (80 socios): ~17.800 € (10.700 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (315–400 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 120–150 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## ARCAS

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.500$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 220$ – $230$  kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 4.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $600$ – $650$  kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano ( $\sim 1,2$  ha).
    - Potencial:  $800$ – $900$  kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción:  $1.200$ – $1.300$  MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):**  $2.000$ – $2.200$  MWh/año  $\rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 1.600$  MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media:  $5$ – $6$  m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo:  $2$ – $3$  aerogeneradores de  $20$  kW  $\rightarrow$   $100$ – $120$  MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad:  $\sim 300$  t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético:  $1.200$ – $1.300$  MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria  $200$  kW  $\rightarrow$   $500$ – $550$  MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - Disponible en el municipio.
  - Uso potencial: respaldo térmico, hibridación con biomasa, microgeneración (CHP  $100$ – $150$  kWe).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo:  $40$  kW  $\rightarrow$   $90$ – $100$  MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 120 kVA → 80–90 MWh/año (uso puntual).

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.600 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~650 kW.
  - CT municipal: ~630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 40–50 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina municipal → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (150–200 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 220 kWp → 330 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 600–650 kWp → 900–975 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 850 kWp → 1.250 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 40 kWp + 4 puntos de 22 kW → 60 MWh/año.
- Biomasa: caldera 200 kW + red de calor → 500–550 MWh/año.
- Gas natural CHP: 120 kWe + 180 kWt → 650 MWh eléctricos + 1.000 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 60 kW → 100–120 MWh/año.
- Geotermia: 40 kW → 90–100 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 150–200 kWh → reducción de picos de vertido 30–40%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia      | Producción              | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|---------------|-------------------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 220 kWp       | 330 MWh/año             | 250.000 € | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 620 kWp       | 940 MWh/año             | 650.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 850 kWp       | 1.250 MWh/año           | 900.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 40 kWp        | 60 MWh/año              | 70.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 200 kW        | 525 MWh/año             | 180.000 € | 8–10 años |
| Gas natural CHP       | 120 kWe + 180 | 650 MWh el. + 1.000 MWh | 500.000 € | 6–8 años  |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|-------------|-----------|------------|
|                     | kWt      | térm.       |           |            |
| Mini eólica         | 60 kW    | 110 MWh/año | 160.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia           | 40 kW    | 95 MWh/año  | 70.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 180 kWh  | —           | 120.000 € | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~120 MWh/año → ahorro potencial 70 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → consumos 20–50 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 4 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (63–100 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 630 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia polígono/naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 45.000 €; ahorro 70 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 60.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 30.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 25.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 4 puntos AC 22 kW; 24.000 €; reducción 4–5 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 7.000 €
- Participación y comunicación: 5.000 €
- Auditoría energética inicial: 10.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 25.000 €
- Conexión y permisos: 15.000 €
- EMS y medición: 30.000 €
- Dirección de obra y legalización: 18.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Contingencias (8% CAPEX): 100.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~210.000 €**
- Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~2.765.000 €**
- Producción eléctrica: 2.200–2.300 MWh/año.
  - Producción térmica: 1.500–1.600 MWh/año.
  - Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~70–80%.
- Coste por socio (120 socios): ~23.000 € (13.800 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (150–200 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Arcas) para reducir dependencia.
- **Cogeneración a gas natural:**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

# BARCHIN DEL HOYO

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~700 m<sup>2</sup> → ~100 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.000 m<sup>2</sup> → 300–320 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~0,6 ha).
    - Potencial: 350–400 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 500–600 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 900–1.000 MWh/año → cubriría prácticamente el 100% de la demanda eléctrica (~850 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo: 1–2 aerogeneradores de 20 kW → 35–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~140 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 500–550 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 100 kW → 200–250 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20 kW → 45–50 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 80 kVA → 50–60 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~850 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~320 kW.
  - CT municipal: ~315 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <100 kW; >120 kW requiere coordinación con distribuidora.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Gas natural:**
  - No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 10–15 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (60–80 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 100 kWp → 150 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 300–320 kWp → 450–480 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 350–400 kWp → 500–600 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 2 puntos de 22 kW → 20–25 MWh/año.
- Biomasa: caldera 100 kW + red de calor → 200–250 MWh/año.
- Mini eólica: 20–40 kW → 35–70 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 45–50 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 60–80 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 100 kWp  | 150 MWh/año | 120.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 310 kWp  | 465 MWh/año | 350.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 380 kWp  | 550 MWh/año | 420.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 25 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 100 kW   | 225 MWh/año | 90.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 30 kW    | 50 MWh/año  | 80.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 50 MWh/año  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 70 kWh   | —           | 45.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~70 MWh/año → ahorro potencial 40 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 10–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Nodo principal:** CT municipal 315 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >100 kW.
- **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 250 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 25.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 35.000 €; ahorro 35 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 15.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 2 puntos AC 22 kW; 12.000 €; reducción 2 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 8.000 €
- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 10.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 45.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~110.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.140.000 €**

- Producción eléctrica: 900–1.000 MWh/año.
- Producción térmica: 200–250 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (70 socios): ~16.300 € (9.800 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad limitada del CT (315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 100–120 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (60–80 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## BELINCHÓN

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.200$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 180$  kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.500$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  520–550 kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).
    - Potencial: 650–700 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 950–1.050 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.600–1.750 MWh/año  $\rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 1.300$  MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo:  $2 \times 20$  kW  $\rightarrow$  70–80 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~220 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 850–900 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de microcogeneración (CHP 100–120 kWe + 150 kWt) → 550–600 MWh eléctricos + 850–900 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 65–70 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~500 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 180 kWp → 270 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 520–550 kWp → 780–820 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 650–700 kWp → 950–1.050 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Gas natural CHP: 100–120 kWe + 150 kWt → 550–600 MWh eléctricos + 850–900 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 180 kWp           | 270 MWh/año                 | 200.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 540 kWp           | 800 MWh/año                 | 580.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 680 kWp           | 1.000 MWh/año               | 720.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp            | 45 MWh/año                  | 50.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 380 MWh/año                 | 140.000 € | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 110 kWe + 150 kWt | 580 MWh el. + 880 MWh térm. | 450.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 75 MWh/año                  | 120.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 70 MWh/año                  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh           | —                           | 80.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~100 MWh/año → ahorro potencial 60 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–100 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 500–630 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 35.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 55.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 25.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 85.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~175.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~2.360.000 €**

- Producción eléctrica: 2.200–2.300 MWh/año.
- Producción térmica: 1.200–1.300 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–80%.

**Coste por socio (115 socios): ~20.500 € (12.300 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Belinchón) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural:**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

## BELMONTEJO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~600 m<sup>2</sup> → ~90 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.800 m<sup>2</sup> → 270–300 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~0,5 ha).
    - Potencial: 300–350 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 450–500 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 800–900 MWh/año → cubriría prácticamente el 100% de la demanda eléctrica (~750 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 35–40 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~120 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 450–500 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 80 kW → 180–200 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 15–20 kW → 35–40 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~750 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~280 kW.
  - CT municipal: ~250–315 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <80 kW; >100 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 10 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (50–70 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 90 kWp → 135 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 280–300 kWp → 420–450 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 320 kWp → 470–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 80 kW + red de calor → 180–200 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 35–40 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 35–40 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 50–70 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 90 kWp   | 135 MWh/año | 110.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 290 kWp  | 435 MWh/año | 330.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 320 kWp  | 480 MWh/año | 360.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 80 kW    | 190 MWh/año | 75.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 40 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 60 kWh   | —           | 35.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~60 MWh/año → ahorro potencial 35 MWh/año con LED.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio → consumos 10–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
-  **Puntos de enganche y vertido**
- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio (40–63 A).
- **Nodo principal:** CT municipal 250–315 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >80 kW.
- **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 200 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 20.000 €; ahorro 35 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 30.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 1 punto AC 22 kW; 6.000 €; reducción 1 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 35.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~89.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.050.000 €**

- Producción eléctrica: 800–900 MWh/año.
- Producción térmica: 180–200 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (65 socios): ~16.150 € (9.700 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad limitada del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (50–70 kWh), inversores con

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.

- **Sobretensiones en BT (red radial):**

- **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.

- **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.

- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**

- **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.

- **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.

- **Costes de refuerzo de red:**

- **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.

- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.

- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**

- **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.

- **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.

- **Dependencia de biomasa local:**

- **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.

- **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## CAMPOS DEL PARAISO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**

- Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.

- **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 150$  kWp instalables.

- **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  450–500 kWp.

- **Terrenos municipales  $< 2$  km:**

- Parcela rústica al este del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).

- Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).

- Producción: 900–1.000 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.500–1.650 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.100 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - Proyecto tipo: 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 800–850 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 100 kVA → 60–70 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.100 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 25–30 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 450–500 kWp → 675–750 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 600–650 kWp → 900–1.000 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 480 kWp  | 710 MWh/año | 520.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 950 MWh/año | 680.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp   | 45 MWh/año  | 50.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 380 MWh/año | 140.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW    | 75 MWh/año  | 120.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW    | 70 MWh/año  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh  | —           | 80.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–100 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 35.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 50.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Conexión y permisos: 12.000 €
  - EMS y medición: 25.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 15.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~160.000 €**  
**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.815.000 €**
- Producción eléctrica: 1.500–1.650 MWh/año.
  - Producción térmica: 350–400 MWh/año.
  - Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~35–40%.
- Coste por socio (100 socios): ~18.150 € (10.900 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y hibridación con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## CERVERA DEL LLANO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~900 m<sup>2</sup> → ~130–140 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.800 m<sup>2</sup> → 420–450 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~0,8 ha).
    - Potencial: 500–550 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 750–800 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.300–1.400 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.000 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1–2 aerogeneradores de 20 kW → 35–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~180 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 650–700 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de microcogeneración (CHP 80–100 kWe + 120–150 kWt) → 400–500 MWh eléctricos + 700–800 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20–25 kW → 45–55 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.000 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~400 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 140 kWp → 210 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 430–450 kWp → 640–670 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 520 kWp → 770–800 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 250–300 MWh/año.
- Gas natural CHP: 90 kWe + 140 kWt → 450 MWh eléctricos + 750 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia         | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 140 kWp          | 210 MWh/año                 | 160.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 440 kWp          | 655 MWh/año                 | 480.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 520 kWp          | 780 MWh/año                 | 560.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp           | 30 MWh/año                  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW           | 280 MWh/año                 | 110.000 € | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 90 kWe + 140 kWt | 450 MWh el. + 750 MWh térm. | 380.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW            | 70 MWh/año                  | 100.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW            | 50 MWh/año                  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh          | —                           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~80 MWh/año → ahorro potencial 45 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 15–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 28.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 2 puntos AC 22 kW; 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~141.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~1.860.000 €**

- Producción eléctrica: 1.800–1.900 MWh/año.
- Producción térmica: 1.000–1.050 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–75%.

**Coste por socio (90 socios): ~20.600 € (12.400 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Cervera del Llano) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural:**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

## CHILLARÓN DE CUENCA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ .
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.100 \text{ m}^2 \rightarrow \sim 160 \text{ kWp}$  instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.200 \text{ m}^2 \rightarrow 480\text{--}500 \text{ kWp}$ .
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).
    - Potencial:  $650\text{--}700 \text{ kWp}$  en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción:  $950\text{--}1.050 \text{ MWh/año}$ .

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.600–1.750 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.400 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 750–800 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de microgeneración (CHP 100–120 kWe + 150 kWt) → 550–600 MWh eléctricos + 850–900 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 65–70 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.400 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~520 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 160 kWp → 240 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 480–500 kWp → 720–750 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 680 kWp → 1.000 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Gas natural CHP: 110 kWe + 150 kWt → 580 MWh eléctricos + 880 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

#### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 160 kWp           | 240 MWh/año                 | 180.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 490 kWp           | 735 MWh/año                 | 540.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 680 kWp           | 1.000 MWh/año               | 720.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp            | 45 MWh/año                  | 50.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 380 MWh/año                 | 140.000 € | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 110 kWe + 150 kWt | 580 MWh el. + 880 MWh térm. | 450.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 75 MWh/año                  | 120.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 70 MWh/año                  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh           | —                           | 80.000 €  | 10–12 años |

#### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** mixto, consumo ~110 MWh/año → ahorro potencial 65 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → consumos 20–50 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.

##### Puntos de enganche y vertido

- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
- **Nodo principal:** CT municipal 500–630 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
- **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
- **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

#### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 38.000 €; ahorro 65 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 55.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 25.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 85.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~175.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~2.300.000 €**

- Producción eléctrica: 2.200–2.300 MWh/año.
- Producción térmica: 1.200–1.300 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–80%.

**Coste por socio (110 socios): ~20.900 € (12.500 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
- **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Chillarón de Cuenca) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural:**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

# CHUMILLAS

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~500 m<sup>2</sup> → ~70–75 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.500 m<sup>2</sup> → 220–230 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano (~0,4 ha).
    - Potencial: 200–250 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 300–350 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 600–650 MWh/año → cubriría prácticamente el 100% de la demanda eléctrica (~550 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~90 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 350–400 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 60 kW → 140–160 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de **microcogeneración (CHP 50–60 kWe + 80–100 kWt)** → 250–300 MWh eléctricos + 400–450 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Proyecto tipo: 15 kW → 30–35 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~550 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~200 kW.
  - CT municipal: ~160–250 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <60 kW; >80 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 5–10 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (40–50 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 75 kWp → 110 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 230 kWp → 340 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 220 kWp → 320 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 8 kWp + 1 punto de 22 kW → 12 MWh/año.
- Biomasa: caldera 60 kW + red de calor → 150 MWh/año.
- CHP a gas natural: 55 kWe + 90 kWt → 270 MWh eléctricos + 420 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 15 kW → 30–35 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 40–50 kWh → reducción de picos de vertido 20–25%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia        | Producción                  | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 75 kWp          | 110 MWh/año                 | 90.000 €  | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 230 kWp         | 340 MWh/año                 | 260.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 220 kWp         | 320 MWh/año                 | 250.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 8 kWp           | 12 MWh/año                  | 15.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 60 kW           | 150 MWh/año                 | 60.000 €  | 8–10 años |
| CHP gas natural       | 55 kWe + 90 kWt | 270 MWh el. + 420 MWh térm. | 220.000 € | 6–8 años  |
| Mini eólica           | 20 kW           | 35 MWh/año                  | 55.000 €  | 9–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Geotermia           | 15 kW    | 30 MWh/año | 25.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 50 kWh   | —          | 30.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~40 MWh/año → ahorro potencial 25 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio → consumos 8–15 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio (25–40 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 160–250 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >60 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 150 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 15.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 20.000 €; ahorro 20 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 12.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 10.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 1 punto AC 22 kW; 6.000 €; reducción 1 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 3.500 €
  - Participación y comunicación: 2.500 €
  - Auditoría energética inicial: 5.000 €
  - Ingeniería y proyecto básico: 10.000 €
  - Conexión y permisos: 6.000 €
  - EMS y medición: 12.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 7.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 25.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~71.000 €**
- Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV + CHP gas): ~985.000 €**
- Producción eléctrica: ~950–1.000 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción térmica: ~550–600 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–75%.

**Coste por socio (50 socios):**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (160–250 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 60–80 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (40–50 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Chumillas) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

## **FRESNEDA DE ALTAREJOS**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~600 m<sup>2</sup> → ~90 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.800 m<sup>2</sup> → 270–300 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~0,5 ha).
    - Potencial: 300–350 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 450–500 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 800–900 MWh/año → cubriría prácticamente el 100% de la demanda eléctrica (~750 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~100 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 380–400 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 70 kW → 160–180 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 15–20 kW → 35–40 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

### **2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO**

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~750 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~280 kW.
  - CT municipal: ~250–315 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <80 kW; >100 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 10–15 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (50–70 kWh).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 90 kWp → 135 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 280–300 kWp → 420–450 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 320 kWp → 470–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 70 kW + red de calor → 160–180 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 35–40 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 50–70 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 90 kWp   | 135 MWh/año | 110.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 290 kWp  | 435 MWh/año | 330.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 320 kWp  | 480 MWh/año | 360.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 70 kW    | 170 MWh/año | 70.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 40 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 60 kWh   | —           | 35.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~50 MWh/año → ahorro potencial 30 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio → consumos 10–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio (40–63 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 250–315 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >80 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 200 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 18.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 5 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Rehabilitación edificios públicos:** 25.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 1 punto AC 22 kW; 6.000 €; reducción 1 t CO<sub>2</sub>/año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 35.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~89.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.040.000 €**

- Producción eléctrica: 800–900 MWh/año.
- Producción térmica: 160–180 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (60 socios): ~17.300 € (10.400 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (50–70 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## FUENTE DE PEDRO NAHARRO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 1.200$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$   $\sim 180$  kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 3.500$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  520–550 kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano ( $\sim 1$  ha).
    - Potencial: 650–700 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 950–1.050 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.600–1.750 MWh/año  $\rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 1.400$  MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo:  $2 \times 20$  kW  $\rightarrow$  70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad:  $\sim 220$  t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 850–900 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW  $\rightarrow$  350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de **cogeneración (CHP 100–120 kWe + 150 kWt)**  $\rightarrow$  550–600 MWh eléctricos + 850–900 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW  $\rightarrow$  65–70 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.400 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~520 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 180 kWp → 270 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 520–550 kWp → 780–820 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 680 kWp → 1.000 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 3 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Gas natural CHP: 110 kWe + 150 kWt → 580 MWh eléctricos + 880 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 180 kWp           | 270 MWh/año                 | 200.000 € | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 540 kWp           | 800 MWh/año                 | 580.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 680 kWp           | 1.000 MWh/año               | 720.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp            | 45 MWh/año                  | 50.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 380 MWh/año                 | 140.000 € | 8–10 años |
| Gas natural CHP       | 110 kWe + 150 kWt | 580 MWh el. + 880 MWh térm. | 450.000 € | 6–8 años  |
| Mini eólica           | 40 kW             | 75 MWh/año                  | 120.000 € | 9–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Geotermia           | 30 kW    | 70 MWh/año | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 120 kWh  | —          | 80.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~110 MWh/año → ahorro potencial 65 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → consumos 20–50 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 3 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 500–630 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 38.000 €; ahorro 65 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 55.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 3 puntos AC 22 kW; 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
  - Participación y comunicación: 4.000 €
  - Auditoría energética inicial: 8.000 €
  - Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
  - Conexión y permisos: 12.000 €
  - EMS y medición: 25.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 15.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 85.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~175.000 €**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~2.360.000 €**

- Producción eléctrica: 2.200–2.300 MWh/año.
- Producción térmica: 1.200–1.300 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–80%.

**Coste por socio (115 socios): ~20.500 € (12.300 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Fuente de Pedro Naharro) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.

## FUENTELESPINO DE HARO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~700 m<sup>2</sup> → ~100–110 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.000 m<sup>2</sup> → 300–320 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~0,6 ha).
    - Potencial: 350–400 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 520–580 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 950–1.050 MWh/año → cubriría prácticamente el 100% de la demanda eléctrica (~900 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~120 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 450–500 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 80 kW → 180–200 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20 kW → 40 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~900 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~320 kW.
  - CT municipal: ~250–315 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <100 kW; >120 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 15–20 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (60–80 kWh).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 110 kWp → 165 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 310 kWp → 460 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 380 kWp → 550 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 12 kWp + 1 punto de 22 kW → 18 MWh/año.
- Biomasa: caldera 80 kW + red de calor → 180–200 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 60–80 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 110 kWp  | 165 MWh/año | 130.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 310 kWp  | 460 MWh/año | 350.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 380 kWp  | 550 MWh/año | 420.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 12 kWp   | 18 MWh/año  | 20.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 80 kW    | 190 MWh/año | 75.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 40 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 70 kWh   | —           | 40.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~60 MWh/año → ahorro potencial 35 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → consumos 10–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
  - **Nodo principal:** CT municipal 250–315 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >100 kW.
  - **Ampliación posible:** línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 200 kWp.
  - **Terreno municipal FV (<2 km):** conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 20.000 €; ahorro 35 MWh/año; retorno 5 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Rehabilitación edificios públicos:** 30.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 1 punto AC 22 kW; 6.000 €; reducción 1 t CO<sub>2</sub>/año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 35.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~89.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal): ~1.110.000 €**

- Producción eléctrica: 950–1.050 MWh/año.
- Producción térmica: 180–200 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (65 socios): ~17.100 € (10.300 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (60–80 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación (bombas de calor) para reducir dependencia.

## FUENTENAVA DE JÁBAGA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica:** igual que antes  $\rightarrow$  1.350–1.450 MWh/año.
- **Eólica mini:** 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:** 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de **cogeneración (CHP 90–100 kWe + 140–150 kWt)**  $\rightarrow$  450–500 MWh eléctricos + 700–800 MWh térmicos/año.
- **Geotermia:** 50–55 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:** consumo  $\sim$ 1.200 MWh/año; CT municipal 400–500 kVA.
- **Gas natural:** disponible.
- **Placas existentes:** 20–25 kWp en privados.
- **Espacios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:** EMS + almacenamiento 80–100 kWh.

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp  $\rightarrow$  225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 460 kWp  $\rightarrow$  690 MWh/año.
- FV en terrenos municipales  $<2$  km: 520 kWp  $\rightarrow$  770–800 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp  $\rightarrow$  30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW  $\rightarrow$  250–300 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- CHP a gas natural: 95 kWe + 145 kWt → 480 MWh eléctricos + 750 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50–55 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia         | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp          | 225 MWh/año                 | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 460 kWp          | 690 MWh/año                 | 500.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 520 kWp          | 780 MWh/año                 | 560.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp           | 30 MWh/año                  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW           | 280 MWh/año                 | 110.000 € | 8–10 años  |
| CHP gas natural       | 95 kWe + 145 kWt | 480 MWh el. + 750 MWh térm. | 400.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW            | 75 MWh/año                  | 100.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW            | 55 MWh/año                  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh          | —                           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.
  - **Edificios públicos:** 15–30 MWh/año cada uno.
  - **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
  - **Movilidad eléctrica:** se proponen 2 puntos de 22 kW.
- Puntos de enganche:**
- BT en edificios públicos.
  - Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA.
  - Conexión del huerto solar municipal en MT para evitar saturación.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED: 28.000 €; ahorro 50 MWh/año.
- Rehabilitación edificios públicos: 40.000 €; ahorro 40 MWh/año.
- Climatización eficiente: 20.000 €; ahorro 30–40%.
- EMS comunitario: 18.000 €; ahorro 10–15%.
- Movilidad eléctrica: 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Costes de estructura y gobernanza: ~141.000 €
- **Total fase 1 con activos energéticos (FV + CHP gas): ~1.850.000 €**
  - Producción eléctrica: ~1.600–1.700 MWh/año.
  - Producción térmica: ~1.000–1.050 MWh/año.
  - Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~70–75%.
- **Coste por socio (90 socios): ~20.500 € (12.300 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):** riesgo de saturación >150–200 kWp.
  - Mitigación: escalado por fases, baterías 80–100 kWh, conexión en MT.
- **Sobretensiones en BT:** riesgo en horas valle.
  - Mitigación: EMS, gestión de cargas flexibles, almacenamiento.
- **Tramitación administrativa:** riesgo de plazos largos.
  - Mitigación: solicitud temprana de punto de conexión, negociación con distribuidora.
- **Costes de refuerzo de red:** riesgo de ampliaciones costosas.
  - Mitigación: priorizar autoconsumo, repartir generación, conexión en MT.
- **Limitación normativa ( $\leq 2$  km):** riesgo de exclusión de socios.
  - Mitigación: subcomunidades energéticas, pérgolas FV periféricas, compensación económica.
- **Dependencia de biomasa local:** riesgo de variabilidad.
  - Mitigación: acuerdos de suministro, almacenamiento estacional, respaldo con gas natural.
- **Cogeneración a gas natural:** riesgo de volatilidad de precios y cambios regulatorios.
  - Mitigación: contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP, complementar con FV.

## LA HINOJOSA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica:**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~650 m<sup>2</sup> → 95–100 kWp.
  - **Cubiertas privadas:** ~1.900 m<sup>2</sup> → 280–300 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:** ~0,6 ha → 350–400 kWp; producción 520–600 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción total FV:** 900–1.000 MWh/año → cubriría la demanda eléctrica (~800–850 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Potencial:** 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~120 t/año → 450–500 MWh térmicos.
  - **Proyecto tipo:** caldera 80 kW + red de calor → 180–200 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicación:** colegio/consultorio → 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Respaldo fósil puntual:**
  - **GLP/diésel:** grupo 60 kVA para emergencias.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - **Consumo total:** ~800–850 MWh/año.
  - **Potencia contratada agregada:** ~300–320 kW.
  - **CT municipal:** ~250–315 kVA (BT/MT).
  - **Capacidad:** adecuada hasta ~100 kW en BT; >120 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - **No disponible.**
- **Placas existentes:**
  - **Estimación:** 10–15 kWp en privados; integrables en la CEL.
- **Espacios públicos aptos:**
  - **Ubicaciones:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:**
  - **Elementos:** EMS, inversores híbridos y batería 60–80 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN

- **FV cubiertas públicas:** 100 kWp → 150 MWh/año.
- **FV socios CEL:** 300 kWp → 450 MWh/año.
- **FV en suelo municipal:** 380 kWp → 550 MWh/año.
- **Pérgolas FV + VE:** 12 kWp + 1 punto 22 kW → 18 MWh/año.
- **Biomasa (red de calor):** 80 kW → 180–200 MWh/año.
- **Mini eólica:** 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Geotermia:** 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Almacenamiento:** 60–80 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno  |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|----------|
| FV pública            | 100 kWp  | 150 MWh/año | 120.000 € | 6–7 años |
| FV privada CEL        | 300 kWp  | 450 MWh/año | 340.000 € | 6–8 años |
| FV en suelo municipal | 380 kWp  | 550 MWh/año | 420.000 € | 7–9 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| Pérgolas FV + VE    | 12 kWp   | 18 MWh/año  | 20.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor   | 80 kW    | 190 MWh/año | 75.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica         | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia           | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 70 kWh   | —           | 40.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~55 MWh/año → ahorro 32 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 10–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 1 punto AC 22 kW propuesto.

#### Puntos de enganche y vertido:

- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- **Nodo principal:** CT 250–315 kVA → acoplamiento >100 kW.
- **Huerto FV en MT:** preferente para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Alumbrado LED + telegestión:** 20.000 €; ahorro 32 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 28.000 €; ahorro 28 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente (bombas de calor):** 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **EMS comunitario:** 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- **Constitución y gobernanza:** 4.000 €
- **Participación y comunicación:** 3.000 €
- **Auditoría energética inicial:** 5.000 €
- **Ingeniería y proyecto:** 12.000 €
- **Conexión y permisos:** 7.000 €
- **EMS y medición:** 15.000 €
- **Dirección de obra y legalización:** 8.000 €
- **Contingencias (8% CAPEX):** 35.000 €

**Total estructura (sin activos):** ~89.000 €

**Total fase 1 (sin gas):** ~1.100.000 €

- **Electricidad:** 900–1.000 MWh/año.
- **Térmica:** 180–200 MWh/año.
- **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes).
- **Cobertura térmica:** ~25–30%.
- **Coste por socio (65 socios):** ~17.000 € (~10.200 € con subvención 40%).

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación desde 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** fases, baterías 60–80 kWh, Volt/VAR, y MT para el huerto.
- **Sobretensiones en BT:**
  - **Riesgo:** tensión alta en horas valle con solar.
  - **Mitigación:** EMS, cargas flexibles (VE, bombeos, climatización), almacenamiento y multipunto de generación.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos 6–12 meses y restricciones.
  - **Mitigación:** solicitud temprana, curvas de carga/producción, y negociación con distribuidora.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** ampliaciones CT/MT/BT (20–40% extra).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo, varios puntos de enganche, y conexión en MT.
- **Limitación normativa ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios fuera del radio sin reparto físico.
  - **Mitigación:** subcomunidades, pérgolas FV periféricas, compensación interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad de suministro.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro, almacenamiento estacional, y electrificación térmica (bombas de calor) como respaldo.

## **EL HITO**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 600$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  85–90 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  
 $\sim 1.800$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  270–280 kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**
    - Parcela rústica al norte ( $\sim 0,5$  ha).
    - Potencial: 300–350 kWp en suelo.
    - Producción: 450–500 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 800–850 MWh/año  $\rightarrow$  cubriría prácticamente el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 750$ –800 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Proyecto tipo: 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~100 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 380–400 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 70 kW → 160–180 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Respaldo fósil puntual:**
  - Grupo GLP/diésel 50–60 kVA → 30–40 MWh/año (uso de emergencia).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~750–800 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~280–300 kW.
  - CT municipal: ~250–315 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <100 kW; >120 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 10–15 kWp en privados.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (60–80 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 90 kWp → 135 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 280 kWp → 420 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 320 kWp → 470–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 70 kW + red de calor → 160–180 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 60–80 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto       | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno  |
|----------------|----------|-------------|-----------|----------|
| FV pública     | 90 kWp   | 135 MWh/año | 110.000 € | 6–7 años |
| FV privada CEL | 280 kWp  | 420 MWh/año | 320.000 € | 6–8 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV en suelo municipal | 320 kWp  | 480 MWh/año | 360.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 70 kW    | 170 MWh/año | 70.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 70 kWh   | —           | 40.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~50 MWh/año → ahorro potencial 30 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 10–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- Nodo principal: CT municipal 250–315 kVA → acoplamiento de proyectos >100 kW.
- Conexión del huerto FV en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 18.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 25.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 35.000 €

**Total estructura (sin activos):** ~89.000 €

**Total fase 1 con activos energéticos:** ~1.050.000 €

- Producción eléctrica: 800–850 MWh/año.
- Producción térmica: 160–180 MWh/año.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (60 socios):** ~17.500 € (10.500 € con subvención 40%).

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (250–315 kVA):**
  - Riesgo: saturación a partir de 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - Mitigación: escalado por fases, baterías 60–80 kWh, inversores con control Volt/VAR, conexión del huerto FV en MT.
- **Sobretensiones en BT:**
  - Riesgo: tensión alta en horas valle con producción solar.
  - Mitigación: EMS, cargas flexibles (VE, bombeos, climatización), almacenamiento, multipunto de generación.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - Riesgo: plazos largos (6–12 meses) y restricciones de la distribuidora.
  - Mitigación: solicitud temprana, curvas de carga/producción, negociación con distribuidora.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - Riesgo: ampliaciones CT/MT/BT (20–40% extra).
  - Mitigación: priorizar autoconsumo, varios puntos de enganche, conexión en MT.
- **Limitación normativa ( $\leq 2$  km):**
  - Riesgo: exclusión de socios fuera del radio.
  - Mitigación: subcomunidades, pérgolas FV periféricas, compensación interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - Riesgo: variabilidad de suministro.
  - Mitigación: acuerdos de suministro, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación (bombas de calor).

Con este mix, El Hito logra independencia eléctrica práctica, calor estable con biomasa y bombas de calor, y una reducción de emisiones superior al 60%, manteniendo costes predecibles y baja exposición a precios fósiles. Prioriza fases: cubiertas FV y LED, luego huerto solar en MT y batería, y por último red de calor con biomasa y geotermia en edificios clave.

## **HORCAJO DE SANTIAGO**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica:**
  - Irradiación:  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 2.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  300 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 6.000$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  900–950 kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**  $\sim 2$  ha  $\rightarrow$  1,3–1,5 MWp en suelo; producción 2.000–2.200 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 3.200–3.500 MWh/año → cubriría con holgura la demanda eléctrica (~2.800 MWh/año).
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~400 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 1.500–1.600 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 300 kW → 600–700 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - **Cogeneración (CHP 250–300 kWe + 400–450 kWt):** 1.200–1.400 MWh eléctricos + 1.800–2.000 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio, consultorio y polideportivo.
  - Proyecto tipo: 40 kW → 80–90 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~2.800 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~1.100 kW.
  - CT municipal: 1.000–1.250 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <300 kW en BT; >300 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** disponible.
- **Placas existentes:** 50–60 kWp en privados.
- **Espacios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS + almacenamiento modular (200–300 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 300 kWp → 450 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 950 kWp → 1.400 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 1,4 MWp → 2.100 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 40 kWp + 4 puntos de 22 kW → 60 MWh/año.
- Biomasa: caldera 300 kW + red de calor → 600–700 MWh/año.
- CHP gas natural: 280 kWe + 420 kWt → 1.300 MWh eléctricos + 1.900 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70–80 MWh/año.
- Geotermia: 40 kW → 80–90 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 200–300 kWh → reducción de picos de vertido 30–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                      | Inversión   | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|------------|
| FV pública            | 300 kWp           | 450 MWh/año                     | 330.000 €   | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 950 kWp           | 1.400 MWh/año                   | 1.050.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 1,4 MWp           | 2.100 MWh/año                   | 1.500.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 40 kWp            | 60 MWh/año                      | 70.000 €    | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 300 kW            | 650 MWh/año                     | 250.000 €   | 8–10 años  |
| CHP gas natural       | 280 kWe + 420 kWt | 1.300 MWh el. + 1.900 MWh térm. | 900.000 €   | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 75 MWh/año                      | 120.000 €   | 9–10 años  |
| Geotermia             | 40 kW             | 85 MWh/año                      | 70.000 €    | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 250 kWh           | —                               | 150.000 €   | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~200 MWh/año → ahorro potencial 120 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–50 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** se proponen 4 puntos de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de edificios públicos.
- Nodo principal: CT municipal 1.000–1.250 kVA.
- Conexión del huerto FV en MT imprescindible.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED: 60.000 €; ahorro 120 MWh/año.
- Rehabilitación edificios públicos: 80.000 €; ahorro 80 MWh/año.
- Climatización eficiente: 40.000 €; ahorro 30–40%.
- EMS comunitario: 30.000 €; ahorro 10–15%.
- Movilidad eléctrica: 24.000 €; reducción 5–6 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: calderas de condensación + hibridación biomasa/gas.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Estructura y gobernanza: ~200.000 €
- **Total fase 1 con activos energéticos (FV + CHP gas): ~4.300.000 €**
  - Producción eléctrica: ~5.400–5.600 MWh/año.
  - Producción térmica: ~2.500–2.600 MWh/año.
  - Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~80–85%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

**Coste por socio (200 socios):** ~21.500 € (12.900 € con subvención 40%).

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad del CT (1.000–1.250 kVA):** riesgo de saturación >300 kWp en BT.
  - Mitigación: conexión del huerto FV en MT, baterías 200–300 kWh, escalado por fases.
- **Sobretensiones en BT:** riesgo en horas valle.
  - Mitigación: EMS, cargas flexibles, almacenamiento.
- **Tramitación y reserva de capacidad:** riesgo de plazos largos.
  - Mitigación: solicitud temprana, negociación con distribuidora.
- **Costes de refuerzo de red:** riesgo de ampliaciones costosas.
  - Mitigación: priorizar autoconsumo, multipunto de enganche, conexión en MT.
- **Limitación normativa ( $\leq 2$  km):** riesgo de exclusión de socios.
  - Mitigación: subcomunidades, pérgolas FV periféricas, compensación interna.
- **Dependencia de biomasa:** riesgo de variabilidad.
  - Mitigación: acuerdos de suministro, almacenamiento estacional, respaldo con gas natural.
- **Cogeneración a gas natural:** riesgo de volatilidad de precios y cambios regulatorios.
  - Mitigación: contratos a medio plazo, operación flexible del CHP, complementar con FV.

## HUELVES

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~500 m<sup>2</sup> → 70–75 kWp.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~1.500 m<sup>2</sup> → 220–240 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km: ~0,4 ha → 230–260 kWp en suelo; producción 330–380 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 620–700 MWh/año → cubriría la demanda eléctrica estimada (~560–600 MWh/año) con ligeros excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Potencial: 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad local: ~80–90 t/año → 300–340 MWh térmicos.
  - Proyecto tipo: caldera 60 kW + red de calor → 140–160 MWh/año útiles.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicación:** colegio/consultorio → 15–20 kW → 30–40 MWh/año.
- **Respaldo fósil puntual (emergencia):**
  - **GLP/diésel:** grupo 50–60 kVA → uso ocasional.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - **Consumo total:** ~560–600 MWh/año.
  - **Potencia contratada agregada:** ~210–230 kW.
  - **CT municipal:** ~160–250 kVA (BT/MT).
  - **Capacidad:** adecuada hasta ~60–80 kW en BT; >80 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
- **Placas existentes:**
  - **Estimación:** 5–10 kWp en privados; integrables en la CEL.
- **Espacios públicos aptos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, nave municipal.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos y batería 50–60 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- **FV cubiertas públicas:** 75 kWp → 110 MWh/año.
- **FV socios CEL (privadas):** 230 kWp → 340 MWh/año.
- **FV en suelo municipal:** 250 kWp → 360–380 MWh/año.
- **Pérgolas FV + recarga VE:** 8 kWp + 1 punto 22 kW → 12 MWh/año.
- **Biomasa (red de calor):** 60 kW → 140–160 MWh/año.
- **Mini eólica:** 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Geotermia:** 20 kW → 35–40 MWh/año.
- **Almacenamiento comunitario:** 50–60 kWh → reducción de picos de vertido 20–25%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 75 kWp   | 110 MWh/año | 90.000 €  | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 230 kWp  | 340 MWh/año | 260.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 250 kWp  | 370 MWh/año | 290.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 8 kWp    | 12 MWh/año  | 15.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 60 kW    | 150 MWh/año | 60.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 40 MWh/año  | 30.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 60 kWh   | —           | 35.000 €  | 10–12 años |

## **5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE**

- **Alumbrado público:** ~40 MWh/año → ahorro potencial 25 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 8–15 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** se propone 1 punto AC 22 kW.

### **Puntos de enganche y vertido:**

- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, nave municipal (25–40 A).
- **Nodo principal:** CT 160–250 kVA → acoplamiento de proyectos >60 kW.
- **Huerto FV en MT:** conexión preferente para evitar saturación de BT.

## **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- **Alumbrado LED + telegestión:** 15.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 18.000 €; ahorro 18 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente (bombas de calor):** 12.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **EMS comunitario:** 10.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- **Constitución y gobernanza:** 3.500 €
- **Participación y comunicación:** 2.500 €
- **Auditoría energética inicial:** 5.000 €
- **Ingeniería y proyecto básico:** 10.000 €
- **Conexión y permisos:** 6.000 €
- **EMS y medición:** 12.000 €
- **Dirección de obra y legalización:** 7.000 €
- **Contingencias (8% CAPEX):** 25.000 €

**Total estructura (sin activos):** ~71.000 €

**Total fase 1 con activos energéticos:** ~837.000 €

- **Producción eléctrica:** 620–700 MWh/año.
- **Producción térmica:** 140–160 MWh/año.
- **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes ligeros).
- **Cobertura térmica:** ~25–30%.

**Coste por socio (50 socios):** ~16.700 € (10.000 € con subvención 40%).

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (160–250 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación desde 60–80 kWp de inyección simultánea.
  - **Mitigación:** fases de despliegue (primero cubiertas, luego suelo), batería 50–60 kWh, inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos, conexión del huerto FV en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** tensión alta en horas valle con solar.
- **Mitigación:** EMS comunitario, cargas flexibles (VE, bombes, climatización programada), almacenamiento y distribución de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos 6–12 meses y restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, envío de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, multipunto de enganche en BT, y conexión del huerto en MT.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios fuera del radio quedan fuera del reparto físico.
  - **Mitigación:** subcomunidades por núcleos/barrios, pérgolas FV periféricas, y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad de suministro y calidad.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores/forestal, almacenamiento estacional, y electrificación térmica (bombas de calor) como respaldo.

Con este mix, Huelves consigue cubrir su electricidad con renovables locales, calor estable para edificios clave y costes energéticos previsibles, reduciendo emisiones en más del 60% y ganando autonomía.

## HUERTA DE LA OBISPALÍA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:**  $\sim 1.650$  kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:**  $\sim 800$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  115–125 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):**  $\sim 2.500$  m<sup>2</sup>  $\rightarrow$  370–400 kWp.
  - **Terrenos municipales  $< 2$  km:**  $\sim 0,8$  ha  $\rightarrow$  500–550 kWp en suelo; producción 750–820 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.150–1.250 MWh/año  $\rightarrow$  cubriría la demanda eléctrica estimada ( $\sim 950$ –1.000 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Potencial:**  $1 \times 20$  kW  $\rightarrow$  30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad local:**  $\sim 160$ –180 t/año  $\rightarrow$  600–650 MWh térmicos.
  - **Proyecto tipo:** caldera 120 kW + red de calor  $\rightarrow$  250–300 MWh/año útiles.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Gas natural (disponible):**
  - **Respaldo térmico:** integración en red de calor.
  - **Cogeneración (CHP 90–110 kWe + 150–170 kWt):** 450–550 MWh eléctricos + 750–900 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicación:** colegio/consultorio → 25 kW → 50–55 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - **Consumo total:** ~950–1.000 MWh/año.
  - **Potencia contratada agregada:** ~380–420 kW.
  - **CT municipal:** ~400–500 kVA (BT/MT).
  - **Capacidad:** adecuada hasta ~150 kW en BT; >150 kW requiere coordinación con distribuidora y conexión en MT para huerto FV.
- **Gas natural:**
  - **Disponible.**
- **Placas existentes:**
  - **Estimación:** 20–30 kWp en privados; integrables en la CEL.
- **Espacios públicos aptos:**
  - **Ubicaciones:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:**
  - **Elementos:** EMS, inversores híbridos y batería 90–120 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- **FV cubiertas públicas:** 120 kWp → 180 MWh/año.
- **FV socios CEL (privadas):** 380–400 kWp → 570–600 MWh/año.
- **FV en suelo municipal:** 520 kWp → 770–820 MWh/año.
- **Pérgolas FV + recarga VE:** 20 kWp + 2 puntos 22 kW → 30 MWh/año.
- **Biomasa (red de calor):** 120 kW → 250–300 MWh/año.
- **CHP a gas natural:** 100 kWe + 160 kWt → 520 MWh eléctricos + 840 MWh térmicos/año.
- **Mini eólica:** 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Geotermia:** 25 kW → 50–55 MWh/año.
- **Almacenamiento comunitario:** 90–120 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 120 kWp  | 180 MWh/año | 140.000 € | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 390 kWp  | 585 MWh/año | 430.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 520 kWp  | 790 MWh/año | 560.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|---------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| CHP gas natural     | 100 kWe + 160 kWt | 520 MWh el. + 840 MWh térm. | 420.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica         | 20 kW             | 35 MWh/año                  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia           | 25 kW             | 55 MWh/año                  | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 100 kWh           | —                           | 70.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~100 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
  - **Edificios públicos:** 15–35 MWh/año cada uno.
  - **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
  - **Movilidad eléctrica:** se proponen 2 puntos AC 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido:**
- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
  - **Nodo principal:** CT 400–500 kVA → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - **Huerto FV en MT:** conexión preferente para evitar saturación de BT y facilitar ampliaciones.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 32.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 45.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 22.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- **Constitución y gobernanza:** 5.000 €
  - **Participación y comunicación:** 3.500 €
  - **Auditoría energética inicial:** 6.000 €
  - **Ingeniería y proyecto básico:** 15.000 €
  - **Conexión y permisos:** 10.000 €
  - **EMS y medición:** 20.000 €
  - **Dirección de obra y legalización:** 12.000 €
  - **Contingencias (8% CAPEX):** 70.000 €
- Total estructura (sin activos):** ~141.500 €
- Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo municipal + CHP gas):** ~1.912.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción eléctrica:** 1.700–1.850 MWh/año.
  - **Producción térmica:** 1.120–1.200 MWh/año.
  - **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes).
  - **Cobertura térmica:** ~70–80%.
- Coste por socio (90 socios):** ~21.200 € (12.700 € con subvención 40%).

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, baterías 90–120 kWh, escalado por fases e inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensión alta en horas valle con elevada producción solar.
  - **Mitigación:** EMS que gestione cargas flexibles (VE, bombes, climatización), almacenamiento y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos 6–12 meses y restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción y negociación de reserva de capacidad en el CT.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios fuera del radio quedan fuera del reparto físico.
  - **Mitigación:** subcomunidades por núcleos/barrios, pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad de suministro y calidad.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores/forestal, almacenamiento estacional y respaldo con gas natural (CHP y calderas) para estabilidad térmica.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP en horas de mayor precio eléctrico y sinergia con FV para reducir consumo de gas.

Con este mix, Huerta de la Obispalía cubre su electricidad con excedentes gestionables, asegura calor estable y eficiente con biomasa y gas, y reduce emisiones por encima del 65%, manteniendo costes predecibles y resiliencia operativa.

## **MONTALBANEJO**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (principal recurso):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~550 m<sup>2</sup> → 80–85 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.700 m<sup>2</sup> → 250–270 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:** ~0,5 ha → 300–350 kWp en suelo; producción 450–500 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 780–850 MWh/año → cubriría la demanda eléctrica (~700–750 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~100 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 380–400 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 70 kW → 160–180 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Respaldo fósil puntual:**
  - Grupo GLP/diésel 50 kVA para emergencias.

### **2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO**

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~700–750 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~260–280 kW.
  - CT municipal: ~250–315 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~100 kW en BT; >120 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:** ☐ No disponible.
- **Placas existentes:** 10–15 kWp en privados.
- **Espacios públicos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:** EMS + almacenamiento modular (60–80 kWh).

### **3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)**

- FV en cubiertas públicas: 85 kWp → 125 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 260 kWp → 390 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 330 kWp → 480–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 70 kW + red de calor → 160–180 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Geotermia: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 60–80 kWh → reducción de picos de vertido 20–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 85 kWp   | 125 MWh/año | 100.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 260 kWp  | 390 MWh/año | 290.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 330 kWp  | 490 MWh/año | 370.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 70 kW    | 170 MWh/año | 70.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 70 kWh   | —           | 40.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~45 MWh/año → ahorro potencial 25 MWh/año con LED.
  - **Edificios públicos:** 8–15 MWh/año cada uno.
  - **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
  - **Movilidad eléctrica:** se propone 1 punto AC 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido:**
- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
  - Nodo principal: CT municipal 250–315 kVA → acoplamiento de proyectos >100 kW.
  - Conexión del huerto FV en MT para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 16.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 20.000 €; ahorro 20 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub> /año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Contingencias (8% CAPEX): 30.000 €
- Total estructura (sin activos): ~84.000 €**
- Total fase 1 con activos energéticos: ~948.000 €**
- Producción eléctrica: 780–850 MWh/año.
  - Producción térmica: 160–180 MWh/año.
  - Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~25–30%.
- Coste por socio (55 socios): ~17.200 € (10.300 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (250–315 kVA):**
  - Riesgo: saturación desde 80–100 kWp de inyección simultánea.
  - Mitigación: fases de despliegue, baterías 60–80 kWh, inversores con Volt/VAR, conexión del huerto FV en MT.
- **Sobretensiones en BT:**
  - Riesgo: tensión alta en horas valle con solar.
  - Mitigación: EMS, cargas flexibles (VE, bombeos, climatización), almacenamiento, multipunto de generación.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - Riesgo: plazos 6–12 meses y restricciones de la distribuidora.
  - Mitigación: solicitud temprana, curvas de carga/producción, negociación con distribuidora.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - Riesgo: ampliaciones CT/MT/BT (20–40% extra).
  - Mitigación: priorizar autoconsumo, varios puntos de enganche, conexión en MT.
- **Limitación normativa ( $\leq 2$  km):**
  - Riesgo: exclusión de socios fuera del radio.
  - Mitigación: subcomunidades, pérgolas FV periféricas, compensación interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - Riesgo: variabilidad de suministro.
  - Mitigación: acuerdos de suministro, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación (bombas de calor).

Con este mix, **Montalbanejo** consigue cubrir toda su demanda eléctrica con renovables locales, asegurar calor estable con biomasa y geotermia, y reducir emisiones en más del 60%, con costes energéticos predecibles y resiliencia frente a precios fósiles.

## MONTALBO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica:**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~1.100 m<sup>2</sup> → 160–180 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~3.400 m<sup>2</sup> → 500–540 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:** ~1,0 ha → 650–750 kWp en suelo; producción 950–1.100 MWh/año.
  - **Producción FV total (cubiertas + suelo):** 1.500–1.700 MWh/año → cubriría la demanda eléctrica (~1.300–1.400 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Potencial:** 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad local:** ~220–250 t/año → 850–950 MWh térmicos.
  - **Proyecto tipo:** caldera 150 kW + red de calor → 350–420 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - **Respaldo térmico:** integración en red de calor.
  - **Cogeneración (CHP 110–130 kWe + 170–200 kWt):** 520–600 MWh eléctricos + 850–1.000 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicación:** colegio/consultorio → 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - **Consumo total:** ~1.300–1.400 MWh/año.
  - **Potencia contratada agregada:** ~500–550 kW.
  - **CT municipal:** ~500–630 kVA (BT/MT).
  - **Capacidad:** adecuada hasta ~180 kW en BT; proyectos mayores deben ir a MT.
- **Gas natural:** disponible.
- **Placas existentes:** 25–40 kWp en privados (integrables en la CEL).
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS + almacenamiento modular 100–150 kWh.

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- **FV cubiertas públicas:** 170 kWp → 255 MWh/año.
- **FV socios CEL (privadas):** 520 kWp → 780–820 MWh/año.
- **FV en suelo municipal:** 700 kWp → 1.020–1.090 MWh/año.
- **Pérgolas FV + recarga VE:** 24 kWp + 3 puntos 22 kW → 36 MWh/año.
- **Biomasa (red de calor):** 150 kW → 350–420 MWh/año.
- **CHP a gas natural:** 120 kWe + 180 kWt → 560 MWh el. + 900 MWh térm./año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mini eólica:** 40 kW → 70–80 MWh/año.
- **Geotermia:** 30 kW → 60–65 MWh/año.
- **Almacenamiento comunitario:** 120 kWh → reducción picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 170 kWp           | 255 MWh/año                 | 190.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 520 kWp           | 800 MWh/año                 | 560.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 700 kWp           | 1.060 MWh/año               | 740.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 24 kWp            | 36 MWh/año                  | 40.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 380 MWh/año                 | 140.000 € | 8–10 años  |
| CHP gas natural       | 120 kWe + 180 kWt | 560 MWh el. + 900 MWh térm. | 450.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 75 MWh/año                  | 110.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 62 MWh/año                  | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh           | —                           | 80.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~110 MWh/año → ahorro potencial 65 MWh/año con LED.
  - **Edificios públicos:** 20–45 MWh/año cada uno.
  - **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
  - **Movilidad eléctrica:** se proponen 3 puntos AC 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido:**
- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo y piscina (40–100 A).
  - **Nodo principal:** CT 500–630 kVA → acoplamiento de proyectos >180 kW.
  - **Huerto FV en MT:** conexión preferente para evitar saturación de BT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Alumbrado LED + telegestión:** 38.000 €; ahorro 65 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 55.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **EMS comunitario:** 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica:** 18.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub> /año.
- **Optimización térmica con gas:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL**

- **Constitución y gobernanza:** 6.000 €
- **Participación y comunicación:** 4.000 €
- **Auditoría energética inicial:** 8.000 €
- **Ingeniería y proyecto básico:** 20.000 €
- **Conexión y permisos:** 12.000 €
- **EMS y medición:** 25.000 €
- **Dirección de obra y legalización:** 15.000 €
- **Contingencias (8% CAPEX):** 85.000 €
- Total estructura (sin activos):** ~175.000 €
- Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + CHP gas):** ~2.370.000 €
- **Producción eléctrica:** 2.300–2.400 MWh/año.
- **Producción térmica:** 1.250–1.350 MWh/año.
- **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes).
- **Cobertura térmica:** ~70–80%.
- Coste por socio (115 socios):** ~20.600 € (12.400 € con subvención 40%).

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, baterías 100–150 kWh, despliegue por fases, inversores con Volt/VAR y limitadores dinámicos.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensión alta en horas valle con alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS para cargas flexibles (VE, bombeo, climatización), almacenamiento y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, envío de curvas de carga/producción y negociación de reserva de capacidad en el CT.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios fuera del radio quedan fuera del reparto físico.
  - **Mitigación:** subcomunidades por núcleos/barrios, pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad de suministro y calidad.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro, almacenamiento estacional, respaldo con gas (CHP y calderas) para estabilidad térmica.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP en horas de mayor precio eléctrico y sinergia con FV para reducir consumo de gas.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

Con este mix, Montalbo cubre su electricidad con excedentes gestionables, asegura calor estable y eficiente con biomasa y gas, y reduce emisiones por encima del 65% manteniendo costes predecibles y alta resiliencia.

# MOTA DE ALTAREJOS

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (recurso principal):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~650 m<sup>2</sup> → 95–100 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.000 m<sup>2</sup> → 300–320 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:** ~0,7 ha → 420–480 kWp en suelo; producción 620–700 MWh/año.
  - **Producción FV total (cubiertas + suelo):** 1.050–1.170 MWh/año → cubriría la demanda eléctrica estimada (~900–950 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Potencial:** 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad local:** ~150 t/año → 560–600 MWh térmicos.
  - **Proyecto tipo:** caldera 100 kW + red de calor → 220–260 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicación:** colegio/consultorio → 20–25 kW → 45–55 MWh/año.
- **Respaldo fósil puntual (emergencia):**
  - **GLP/diésel:** grupo 60 kVA para contingencias.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - **Consumo total:** ~900–950 MWh/año.
  - **Potencia contratada agregada:** ~350–380 kW.
  - **CT municipal:** ~250–315 kVA (BT/MT).
  - **Capacidad:** adecuada hasta ~100–120 kW en BT; >120 kW requiere coordinación y, preferentemente, conexión en MT para proyectos en suelo.
- **Gas natural:** ☐ no disponible.
- **Placas existentes:** 15–25 kWp en privados (integrables en la CEL).
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS + almacenamiento modular 70–100 kWh.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- **FV en cubiertas públicas:** 100 kWp → 150 MWh/año.
- **FV socios CEL (privadas):** 310 kWp → 460–480 MWh/año.
- **FV en terrenos municipales <2 km:** 450 kWp → 660–700 MWh/año.
- **Pérgolas FV + recarga VE:** 16 kWp + 2 puntos 22 kW → 24 MWh/año.
- **Biomasa (red de calor):** 100 kW → 230–250 MWh/año.
- **Mini eólica:** 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Geotermia:** 25 kW → 50–55 MWh/año.
- **Almacenamiento comunitario:** 80 kWh → reducción de picos de vertido 25–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 100 kWp  | 150 MWh/año | 120.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 310 kWp  | 470 MWh/año | 350.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 450 kWp  | 680 MWh/año | 500.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 16 kWp   | 24 MWh/año  | 28.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 100 kW   | 240 MWh/año | 95.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 55 MWh/año  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 80 kWh   | —           | 50.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~80 MWh/año → ahorro potencial 45 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 12–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** se proponen 2 puntos AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo y piscina (40–80 A).
- **Nodo principal:** CT 250–315 kVA → acoplamiento de proyectos >100 kW.
- **Huerto FV en MT:** conexión preferente para evitar saturación de BT y facilitar ampliaciones.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Alumbrado LED + telegestión:** 26.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 38.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente (bombas de calor):** 22.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **EMS comunitario:** 16.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub> /año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- **Constitución y gobernanza:** 5.000 €
  - **Participación y comunicación:** 3.500 €
  - **Auditoría energética inicial:** 6.000 €
  - **Ingeniería y proyecto básico:** 15.000 €
  - **Conexión y permisos:** 9.000 €
  - **EMS y medición:** 20.000 €
  - **Dirección de obra y legalización:** 12.000 €
  - **Contingencias (8% CAPEX):** 60.000 €
- Total estructura (sin activos):** ~130.500 €
- Total fase 1 con activos energéticos (incl. FV en suelo y biomasa):** ~1.223.000 €
- **Producción eléctrica:** 1.050–1.170 MWh/año.
  - **Producción térmica:** 230–250 MWh/año.
  - **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes).
  - **Cobertura térmica:** ~35–40%.
- Coste por socio (75 socios):** ~16.300 € (9.800 € con subvención 40%).

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 90–120 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, baterías 80 kWh, inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensión alta en horas valle con elevada producción solar.
  - **Mitigación:** EMS que gestione cargas flexibles (VE, bombes, climatización), almacenamiento y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos 6–12 meses y restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción y negociación para reservar capacidad en el CT.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** socios fuera del radio quedan fuera del reparto físico.
  - **Mitigación:** subcomunidades por núcleos/barrios, pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad de suministro y calidad.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores/forestal, almacenamiento estacional y respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

Con este mix, Mota de Altarejos cubre su electricidad con excedentes gestionables, asegura calor estable en edificios clave con biomasa y geotermia, y reduce emisiones por encima del 60% con costes predecibles y resiliencia frente a precios fósiles.

# OLIVARES DE JÚCAR

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (recurso principal):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~1.000 m<sup>2</sup> → 145–160 kWp.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~3.000 m<sup>2</sup> → 450–480 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:** ~0,9 ha → 550–600 kWp en suelo; producción 800–880 MWh/año.
  - **Producción FV total (cubiertas + suelo):** 1.300–1.450 MWh/año → cubriría la demanda eléctrica estimada (~1.100–1.200 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Potencial:** 2 × 20 kW → 70–80 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad local:** ~170–190 t/año → 620–700 MWh térmicos.
  - **Proyecto tipo:** caldera 120 kW + red de calor → 250–300 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicación:** colegio/consultorio → 25 kW → 50–55 MWh/año.
- **Respaldo fósil puntual (emergencia):**
  - **GLP/diésel:** grupo 60–80 kVA para contingencias.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - **Consumo total:** ~1.100–1.200 MWh/año.
  - **Potencia contratada agregada:** ~420–460 kW.
  - **CT municipal:** ~400–500 kVA (BT/MT).
  - **Capacidad:** adecuada hasta ~150 kW en BT; >150 kW preferible conexión en MT para proyectos en suelo.
- **Gas natural:**
  - **No disponible.**
- **Placas existentes:**
  - **Estimación:** 25–35 kWp en privados; integrables en la CEL.
- **Espacios públicos aptos:**
  - **Ubicaciones:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:**
  - **Elementos:** EMS, inversores híbridos y **batería 90–120 kWh**.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- **FV cubiertas públicas:** 155 kWp → 230 MWh/año.
- **FV socios CEL (privadas):** 470 kWp → 700–730 MWh/año.
- **FV en suelo municipal:** 580 kWp → 840–880 MWh/año.
- **Pérgolas FV + recarga VE:** 20 kWp + 2 puntos 22 kW → 30 MWh/año.
- **Biomasa (red de calor):** 120 kW → 250–300 MWh/año.
- **Mini eólica:** 40 kW → 70–80 MWh/año.
- **Geotermia:** 25 kW → 50–55 MWh/año.
- **Almacenamiento comunitario:** 100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 155 kWp  | 230 MWh/año | 175.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 470 kWp  | 715 MWh/año | 510.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 580 kWp  | 860 MWh/año | 630.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 275 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW    | 75 MWh/año  | 100.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 55 MWh/año  | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 70.000 €  | 10–12 años |

### 5. consumos y puntos de enganche

- **Alumbrado público:** ~95 MWh/año → ahorro potencial 52 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–35 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** propuesta de **2 puntos AC 22 kW**.

#### Puntos de enganche y vertido:

- **BT:** cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo y piscina (40–80 A).
- **Nodo principal:** CT 400–500 kVA → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- **Conexión del huerto FV en MT:** preferente para evitar saturación de BT y facilitar ampliaciones.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- **Alumbrado LED + telegestión:** 30.000 €; ahorro 52 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 42.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente (bombas de calor):** 24.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **EMS comunitario:** 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica comunitaria:** 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub> /año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- **Constitución y gobernanza:** 5.000 €
  - **Participación y comunicación:** 3.500 €
  - **Auditoría energética inicial:** 6.000 €
  - **Ingeniería y proyecto básico:** 15.000 €
  - **Conexión y permisos:** 10.000 €
  - **EMS y medición:** 20.000 €
  - **Dirección de obra y legalización:** 12.000 €
  - **Contingencias (8% CAPEX):** 65.000 €
- Total estructura (sin activos):** ~136.500 €
- Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa):** ~1.497.000 €
- **Producción eléctrica:** 1.300–1.450 MWh/año.
  - **Producción térmica:** 250–300 MWh/año.
  - **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes).
  - **Cobertura térmica:** ~35–40%.
- Coste por socio (85 socios):** ~17.600 € (10.600 € con subvención 40%).

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, batería 100 kWh, inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensión alta en horas valle con elevada producción solar.
  - **Mitigación:** EMS que gestione cargas flexibles (VE, bombes, climatización), almacenamiento y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos 6–12 meses y restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción y negociación para reservar capacidad en el CT.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** socios fuera del radio quedan fuera del reparto físico.
  - **Mitigación:** subcomunidades por núcleos/barrios, pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad de suministro y calidad.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores/forestal, almacenamiento estacional y respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

Con este mix, Olivares de Júcar cubre su electricidad con excedentes gestionables, asegura calor estable en edificios clave con biomasa y geotermia, y reduce emisiones por encima del 60%, manteniendo costes previsibles y resiliencia frente a precios fósiles.

# OLMEDA DEL REY

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~700 m<sup>2</sup> → ~110 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.200 m<sup>2</sup> → 320–350 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~0,7 ha).
    - Potencial: 450–500 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 650–700 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.325–1.375 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~900 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~130–150 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 500–560 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 90 kW → 200–230 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - Disponible en red.
  - **Proyecto viable:** cogeneración (CHP 100 kW<sub>e</sub> + 160 kW<sub>t</sub>) → 520 MWh eléctricos + 800 MWh térmicos/año.
  - **Uso adicional:** respaldo térmico en red de calor.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 25 kW → 50–55 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 80 kVA → 50–60 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~850–900 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~340–370 kW.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- CT municipal: 315–400 kVA (BT/MT).
- Capacidad: adecuada hasta ~120–150 kW en BT; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** disponible.
- **Placas existentes:** 15–25 kWp en privados (integrables en la CEL).
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 80–100 kWh.

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 110 kWp → 165 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 340 kWp → 510 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 450 kWp → 650–700 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 16 kWp + 2 puntos de 22 kW → 24 MWh/año.
- Biomasa: caldera 90 kW + red de calor → 200–230 MWh/año.
- CHP gas natural: 100 kWe + 160 kWt → 520 MWh eléctricos + 800 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50–55 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 110 kWp           | 165 MWh/año                 | 130.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 340 kWp           | 510 MWh/año                 | 380.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 450 kWp           | 650–700 MWh/año             | 500.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 16 kWp            | 24 MWh/año                  | 28.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 90 kW             | 200–230 MWh/año             | 90.000 €  | 8–10 años  |
| CHP gas natural       | 100 kWe + 160 kWt | 520 MWh el. + 800 MWh térm. | 430.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 20 kW             | 30–35 MWh/año               | 60.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW             | 50–55 MWh/año               | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh           | —                           | 60.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~75 MWh/año → ahorro potencial 40 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 12–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 2 puntos AC 22 kW propuestos.

**Puntos de enganche y vertido:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
- Nodo principal: CT 315–400 kVA → acoplamiento de proyectos >120–150 kW.
- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA**

- Alumbrado LED + telegestión: 24.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 36.000 €; ahorro 38 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 16.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Optimización térmica con gas + biomasa: ahorro 15–20%.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL**

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.500 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 60.000 €

**Total estructura (sin activos): ~130.500 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + CHP gas + biomasa): ~1.318.000 €**

- Producción eléctrica: 1.335–1.375 MWh (FV) + 520 MWh (CHP) + 30–35 MWh (eólica) ≈ 1.885–1.930 MWh.
- Producción térmica: 200–230 MWh (biomasa) + 800 MWh (CHP) + 50–55 MWh (geotermia) ≈ 1.050–1.085 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–80%.

**Coste por socio (75 socios): ~17.600 € (≈10.600 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (315–400 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 120–150 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
- **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con gas natural (CHP y calderas).
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP en horas de mayor precio eléctrico, complementariedad con FV para reducir consumo de gas.

## PALOMARES DEL CAMPO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~900 m<sup>2</sup> → ~130 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~2.800 m<sup>2</sup> → 400–420 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~1 ha).
    - Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 900–950 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.430–1.500 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.200 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~180 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 650–700 MWh térmicos.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Proyecto viable:** caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 25 kW → 55–60 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 80 kVA → 50–60 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~450–480 kW.
  - CT municipal: 400–500 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~150 kW en BT; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** **X** no disponible.
- **Placas existentes:** 20–30 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 100–120 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 130 kWp → 190 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 410 kWp → 600 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 620 kWp → 920–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 250–300 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 65–70 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 55–60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–120 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 130 kWp  | 190 MWh/año | 150.000 € | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 410 kWp  | 600 MWh/año | 460.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 930 MWh/año | 680.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 270 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años |
| Mini eólica           | 40 kW    | 70 MWh/año  | 100.000 € | 9–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Geotermia           | 25 kW    | 60 MWh/año | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 110 kWh  | —          | 70.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~90 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–35 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 2 puntos AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
- Nodo principal: CT 400–500 kVA → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 28.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 22.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.500 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 65.000 €

**Total estructura (sin activos):** ~136.500 €

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería):** ~1.520.000 €

- Producción eléctrica: 1.430–1.500 MWh/año (FV) + 65–70 MWh (eólica) ≈ 1.500–1.570 MWh.
- Producción térmica: 250–300 MWh (biomasa) + 55–60 MWh (geotermia) ≈ 310–360 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.

**Coste por socio (85 socios):** ~17.900 € (≈10.700 € con subvención 40%).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (100–120 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

## **PAREDES**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~600 m<sup>2</sup> → ~85–90 kWp instalables.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.800 m<sup>2</sup> → 260–280 kWp.
- **Terrenos municipales <2 km:**
  - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~0,5 ha).
  - Potencial: 300–350 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
  - Producción: 450–500 MWh/año.
- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 800–870 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~750–800 MWh/año) y generaría ligeros excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~100–110 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 380–400 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 70 kW → 160–180 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~750–800 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~280–300 kW.
  - CT municipal: 250–315 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~100 kW en BT; >100 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** **X** no disponible.
- **Placas existentes:** 10–15 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 60–80 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 90 kWp → 135 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 270 kWp → 400 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 330 kWp → 480–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 70 kW + red de calor → 160–180 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 70 kWh → reducción de picos de vertido 20–25%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 90 kWp   | 135 MWh/año | 105.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 270 kWp  | 400 MWh/año | 300.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 330 kWp  | 490 MWh/año | 370.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 70 kW    | 170 MWh/año | 70.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 70 kWh   | —           | 40.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~50 MWh/año → ahorro potencial 28 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 8–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 1 punto AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- Nodo principal: CT 250–315 kVA → acoplamiento de proyectos >100 kW.
- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 16.000 €; ahorro 28 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 20.000 €; ahorro 20 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 30.000 €

**Total estructura (sin activos): ~84.000 €**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería): ~948.000 €**

- Producción eléctrica: 800–870 MWh/año (FV) + 30–35 MWh (eólica) ≈ 830–905 MWh.
- Producción térmica: 160–180 MWh (biomasa) + 40–45 MWh (geotermia) ≈ 200–225 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30%.

**Coste por socio (55 socios): ~17.200 € (≈10.300 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 90–100 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (60–80 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

## LA PARRA DE LAS VEGAS

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~500 m<sup>2</sup> → ~70–75 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.500 m<sup>2</sup> → 220–240 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano (~0,4 ha).
    - Potencial: 220–250 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 330–360 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 620–675 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~600 MWh/año) y generaría ligeros excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~80–90 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 300–320 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 50 kW → 120–140 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 15–20 kW → 35–40 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 50 kVA → 30–40 MWh/año (uso puntual).

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~600 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~220–240 kW.
  - CT municipal: 160–250 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~80–100 kW en BT; >100 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** **X** no disponible.
- **Placas existentes:** 5–10 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 50–60 kWh.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 75 kWp → 110 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 230 kWp → 340 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 240 kWp → 350–360 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 8 kWp + 1 punto de 22 kW → 12 MWh/año.
- Biomasa: caldera 50 kW + red de calor → 120–140 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 35–40 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 60 kWh → reducción de picos de vertido 20–25%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 75 kWp   | 110 MWh/año | 90.000 €  | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 230 kWp  | 340 MWh/año | 260.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 240 kWp  | 355 MWh/año | 270.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 8 kWp    | 12 MWh/año  | 15.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 50 kW    | 130 MWh/año | 55.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 40 MWh/año  | 30.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 60 kWh   | —           | 35.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~40 MWh/año → ahorro potencial 22 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 6–15 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 1 punto AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- Nodo principal: CT 160–250 kVA → acoplamiento de proyectos >80–100 kW.
- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 12.000 €; ahorro 22 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 15.000 €; ahorro 15 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 12.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 10.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 5.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL**

- Constitución y gobernanza: 3.500 €
- Participación y comunicación: 2.500 €
- Auditoría energética inicial: 4.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 10.000 €
- Conexión y permisos: 6.000 €
- EMS y medición: 12.000 €
- Dirección de obra y legalización: 7.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 25.000 €

**Total estructura (sin activos): ~70.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería): ~772.000 €**

- Producción eléctrica: 620–675 MWh/año (FV) + 30–35 MWh (eólica) ≈ 650–710 MWh.
- Producción térmica: 120–140 MWh (biomasa) + 35–40 MWh (geotermia) ≈ 155–180 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (45 socios): ~17.200 € (≈10.300 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (160–250 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 80–100 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (50–60 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
- **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

## PIQUERAS DEL CASTILLO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~550 m<sup>2</sup> → ~80 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.600 m<sup>2</sup> → 230–250 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~0,5 ha).
    - Potencial: 300–350 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 450–500 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 760–830 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~700–750 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~90–100 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 340–360 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 60 kW → 140–160 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~700–750 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~260–280 kW.
  - CT municipal: 250–315 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~100 kW en BT; >100 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** ✗ no disponible.
- **Placas existentes:** 10–15 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 60–80 kWh.

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 80 kWp → 120 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 240 kWp → 360 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 320 kWp → 470–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 60 kW + red de calor → 140–160 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 70 kWh → reducción de picos de vertido 20–25%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 80 kWp   | 120 MWh/año | 95.000 €  | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 240 kWp  | 360 MWh/año | 270.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 320 kWp  | 480 MWh/año | 360.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 60 kW    | 150 MWh/año | 65.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 70 kWh   | —           | 40.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~45 MWh/año → ahorro potencial 25 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 8–15 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 1 punto AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- Nodo principal: CT 250–315 kVA → acoplamiento de proyectos >100 kW.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA**

- Alumbrado LED + telegestión: 15.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 18.000 €; ahorro 18 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL**

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 30.000 €

**Total estructura (sin activos): ~84.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería): ~895.000 €**

- Producción eléctrica: 760–830 MWh/año (FV) + 30–35 MWh (eólica) ≈ 790–865 MWh.
- Producción térmica: 140–160 MWh (biomasa) + 40–45 MWh (geotermia) ≈ 180–205 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (50 socios): ~17.600 € (≈10.600 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 90–100 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (60–80 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

## POZORRUBIO DE SANTIAGO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~950 m<sup>2</sup> → ~135–140 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~3.000 m<sup>2</sup> → 430–450 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~1 ha).
    - Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 900–950 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.450–1.540 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.200–1.300 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 720–750 MWh térmicos.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Proyecto viable:** caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 25–30 kW → 55–65 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 100 kVA → 60–70 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200–1.300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~480–500 kW.
  - CT municipal: 400–500 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~150 kW en BT; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** **X** no disponible.
- **Placas existentes:** 20–30 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 100–120 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 140 kWp → 210 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 440 kWp → 650 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 620 kWp → 920–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 65–70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 60–65 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 110 kWh → reducción de picos de vertido 25–30%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 140 kWp  | 210 MWh/año | 160.000 € | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 440 kWp  | 650 MWh/año | 490.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 935 MWh/año | 680.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año  | 35.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 370 MWh/año | 140.000 € | 8–10 años |
| Mini eólica           | 40 kW    | 70 MWh/año  | 100.000 € | 9–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Geotermia           | 30 kW    | 62 MWh/año | 50.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 110 kWh  | —          | 75.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~100 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–35 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 2 puntos AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
- Nodo principal: CT 400–500 kVA → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 30.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 42.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 12.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.500 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total estructura (sin activos):** ~141.500 €

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería):** ~1.610.000 €

- Producción eléctrica: 1.450–1.540 MWh/año (FV) + 65–70 MWh (eólica) ≈ 1.520–1.610 MWh.
- Producción térmica: 350–400 MWh (biomasa) + 60–65 MWh (geotermia) ≈ 410–465 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.

**Coste por socio (95 socios):** ~17.000 € (~10.200 € con subvención 40%).

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (100–120 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

## **PUEBLA DE ALMENARA**

### **1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES**

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~1.000 m<sup>2</sup> → ~150 kWp instalables.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~3.200 m<sup>2</sup> → 460–480 kWp.
- **Terrenos municipales <2 km:**
  - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~1,2 ha).
  - Potencial: 700–750 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
  - Producción: 1.050–1.100 MWh/año.
- **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 1.660–1.750 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.400–1.500 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~220 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 800–850 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 160 kW → 400–450 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 30 kW → 65–70 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 100 kVA → 60–70 MWh/año (uso puntual).

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.400–1.500 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~520–550 kW.
  - CT municipal: 500–630 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~150 kW en BT; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** **X** no disponible.
- **Placas existentes:** 25–35 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 120–150 kWh.

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 470 kWp → 690 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 720 kWp → 1.080–1.100 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 25 kWp + 2 puntos de 22 kW → 38 MWh/año.
- Biomasa: caldera 160 kW + red de calor → 400–450 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 65–70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Almacenamiento comunitario: 130 kWh → reducción de picos de vertido 25–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción    | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|---------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año   | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 470 kWp  | 690 MWh/año   | 520.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 720 kWp  | 1.090 MWh/año | 780.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 25 kWp   | 38 MWh/año    | 40.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 160 kW   | 420 MWh/año   | 150.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW    | 70 MWh/año    | 100.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW    | 68 MWh/año    | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 130 kWh  | —             | 85.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- Alumbrado público:** ~110 MWh/año → ahorro potencial 60 MWh/año con LED.
  - Edificios públicos:** 15–40 MWh/año cada uno.
  - Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
  - Movilidad eléctrica:** 2 puntos AC 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido:**
- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
  - Nodo principal: CT 500–630 kVA → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - Huerto FV: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 32.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 45.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 28.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 14.000 €; reducción 2–3 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.500 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 16.000 €
- Conexión y permisos: 11.000 €
- EMS y medición: 22.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Dirección de obra y legalización: 13.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 75.000 €
- Total estructura (sin activos): ~151.500 €**
- Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería): ~1.730.000 €**
- Producción eléctrica: 1.660–1.750 MWh/año (FV) + 65–70 MWh (eólica) ≈ 1.730–1.820 MWh.
- Producción térmica: 400–450 MWh (biomasa) + 65–70 MWh (geotermia) ≈ 465–520 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~35–40%.
- Coste por socio (100 socios): ~17.300 € (≈10.400 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (120–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

## ROZALÉN DEL MONTE

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~600 m<sup>2</sup> → ~85–90 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~1.900 m<sup>2</sup> → 270–290 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~0,6 ha).
    - Potencial: 350–400 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 520–580 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 875–960 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~800–850 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~100–110 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 380–400 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 70 kW → 160–180 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **✗ No disponible.**
  - **Alternativa:** biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 20 kW → 40–45 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 60 kVA → 40–50 MWh/año (uso puntual).

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~800–850 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~300–320 kW.
  - CT municipal: 250–315 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~100 kW en BT; >100 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** ✗ no disponible.
- **Placas existentes:** 10–15 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 70–80 kWh.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 90 kWp → 135 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 280 kWp → 420 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 370 kWp → 540–580 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 12 kWp + 1 punto de 22 kW → 18 MWh/año.
- Biomasa: caldera 70 kW + red de calor → 160–180 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40–45 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80 kWh → reducción de picos de vertido 20–25%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 90 kWp   | 135 MWh/año | 105.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 280 kWp  | 420 MWh/año | 310.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 370 kWp  | 560 MWh/año | 410.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 12 kWp   | 18 MWh/año  | 20.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 70 kW    | 170 MWh/año | 70.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 45 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 80 kWh   | —           | 45.000 €  | 10–12 años |

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~55 MWh/año → ahorro potencial 30 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 10–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** 1 punto AC 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido:

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- Nodo principal: CT 250–315 kVA → acoplamiento de proyectos >100 kW.
- Huerto FV: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 17.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 22.000 €; ahorro 20 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 16.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 6.000 €; reducción ~1 t CO<sub>2</sub>/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 5.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
- Conexión y permisos: 7.000 €
- EMS y medición: 15.000 €
- Dirección de obra y legalización: 8.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 32.000 €

**Total estructura (sin activos): ~86.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + biomasa + batería): ~940.000 €**

- Producción eléctrica: 875–960 MWh/año (FV) + 30–35 MWh (eólica) ≈ 905–995 MWh.
- Producción térmica: 160–180 MWh (biomasa) + 40–45 MWh (geotermia) ≈ 200–225 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~25–30%.

**Coste por socio (55 socios): ~17.100 € (≈10.300 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad del CT (250–315 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación a partir de 90–100 kWp de inyección simultánea en BT.
  - **Mitigación:** conexión del huerto FV en MT, despliegue por fases, instalación de batería comunitaria (70–80 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** tensiones elevadas en horas valle con alta producción solar.
  - **Mitigación:** gestión activa mediante EMS, programación de cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos de 6–12 meses y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana del punto de conexión, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y planificación de refuerzos si fuese necesario.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** necesidad de ampliaciones de CT o líneas MT/BT (20–40% extra de inversión).
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, habilitar varios puntos de enganche en BT y conexión en MT para el huerto solar.
- **Limitación normativa autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** exclusión de socios fuera del radio legal.
  - **Mitigación:** creación de subcomunidades por barrios, instalación de pérgolas FV periféricas y compensación económica interna.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad y calidad del recurso.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y forestales, almacenamiento estacional, respaldo con electrificación térmica (bombas de calor).
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.

# SAELICES

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - **Irradiación:** ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - **Cubiertas públicas útiles:** ~1.200 m<sup>2</sup> → ~170–180 kWp instalables.
  - **Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):** ~3.500 m<sup>2</sup> → 500–520 kWp.
  - **Terrenos municipales <2 km:**
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~1,5 ha).
    - Potencial: 900–1.000 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 1.350–1.450 MWh/año.
  - **Producción total FV (cubiertas + suelo):** 2.000–2.150 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.700–1.800 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - **Velocidad media:** 5–6 m/s en zonas abiertas.
  - **Proyecto tipo:** 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - **Disponibilidad:** ~250 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - **Equivalente energético:** 900–950 MWh térmicos.
  - **Proyecto viable:** caldera comunitaria 200 kW → 500–550 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
  - **Oportunidad:** cogeneración (CHP) a gas natural para calor + electricidad.
  - **Proyecto tipo:** CHP 100 kW<sub>e</sub> / 150 kW<sub>t</sub> → 800 MWh eléctricos + 1.200 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - **Aplicable en:** colegio y consultorio.
  - **Proyecto tipo:** 30 kW → 65–70 MWh/año.
- **Generación fósil de respaldo:**
  - Grupo GLP/diésel 100 kVA → 60–70 MWh/año (uso puntual).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.700–1.800 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~600–650 kW.
  - CT municipal: 630–800 kVA (BT/MT).
  - Capacidad: adecuada hasta ~200 kW en BT; >200 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:** disponible en red.
- **Placas existentes:** 30–40 kWp en privados.
- **Espacios públicos aptos:** ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina.
- **Microrred comunitaria:** EMS, inversores híbridos y batería 150–180 kWh.

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV en cubiertas públicas: 180 kWp → 270 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 510 kWp → 750 MWh/año.
- FV en suelo municipal: 950 kWp → 1.400–1.450 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 2 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 200 kW + red de calor → 500–550 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 65–70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- CHP a gas natural: 100 kWe / 150 kWt → 800 MWh eléctricos + 1.200 MWh térmicos/año.
- Almacenamiento comunitario: 160 kWh → reducción de picos de vertido 25–30%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                    | Inversión   | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------|------------|
| FV pública            | 180 kWp           | 270 MWh/año                   | 200.000 €   | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 510 kWp           | 750 MWh/año                   | 560.000 €   | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 950 kWp           | 1.425 MWh/año                 | 1.000.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp            | 45 MWh/año                    | 50.000 €    | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 200 kW            | 525 MWh/año                   | 180.000 €   | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW             | 70 MWh/año                    | 100.000 €   | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 68 MWh/año                    | 55.000 €    | 7–9 años   |
| CHP gas natural       | 100 kWe / 150 kWt | 800 MWh el. + 1.200 MWh térm. | 450.000 €   | 6–8 años   |
| Batería comunitaria   | 160 kWh           | —                             | 95.000 €    | 10–12 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 5. CONSUMOS Y PUNTOS DE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~120 MWh/año → ahorro potencial 65 MWh/año con LED.
  - **Edificios públicos:** 20–40 MWh/año cada uno.
  - **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
  - **Movilidad eléctrica:** 2–3 puntos AC 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido:**
- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
  - Nodo principal: CT 630–800 kVA → acoplamiento de proyectos >200 kW.
  - Huerto FV y CHP: conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Alumbrado LED + telegestión: 35.000 €; ahorro 65 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 50.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente (bombas de calor): 30.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- EMS comunitario: 22.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 15.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 7.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 18.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 25.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 90.000 €

**Total estructura (sin activos):** ~177.000 €

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo + CHP + batería):** ~1.820.000 €

- Producción eléctrica: 2.000–2.150 MWh/año (FV) + 800 MWh (CHP) + 65–70 MWh (eólica) ≈ 2.900–3.000 MWh.
- Producción térmica: 500–550 MWh (biomasa) + 1.200 MWh (CHP) + 65–70 MWh (geotermia) ≈ 1.800–1.850 MWh.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–75%.

**Coste por socio (120 socios):** ~17.000 € (≈10.200 € con subvención 40%).

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad del CT (630–800 kVA): Riesgo:** saturación desde ~200 kWp de inyección simultánea en BT; corrientes de retorno, disparos de protecciones y caída de calidad de suministro. **Mitigación:** conexión del huerto FV y del CHP en MT, despliegue por fases, batería comunitaria 150–180 kWh, inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de potencia.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Sobretensiones y desequilibrios en BT: Riesgo:** tensión alta en horas valle por exceso fotovoltaico y desbalance entre fases debido a generación distribuida heterogénea. **Mitigación:** EMS con cargas flexibles (VE, bombeos, climatización), reparto de generación en varios nodos BT, equilibrado de fases y corrección de factor de potencia.
- **Tramitación y reserva de capacidad en red: Riesgo:** plazos 6–12 meses, restricciones de la distribuidora y exigencia de estudios de acceso/impacto para FV y CHP. **Mitigación:** solicitud temprana, entrega de curvas de carga/producción, negociación de reserva de capacidad y coordinación técnica para refuerzos si aplica.
- **Costes de refuerzo de red: Riesgo:** ampliación de CT, protecciones y líneas MT/BT (+20–40% de inversión). **Mitigación:** priorizar autoconsumo y gestión de excedentes, multipunto de enganche, conexión en MT para plantas >200 kWp y despacho coordinado FV–CHP.
- **Limitación normativa en autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km): Riesgo:** socios fuera del radio legal quedan excluidos del reparto directo. **Mitigación:** subcomunidades por barrios, pérgolas FV periféricas, acuerdos internos de compensación y servicios energéticos.
- **Operación del CHP a gas natural: Riesgo:** volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios; vertidos eléctricos si el calor no se aprovecha; requisitos de conexión y protecciones en paralelo. **Mitigación:** contratos de gas a medio plazo, operación térmico-dirigida (heat-led) con acumulación de calor, integración con red de calor municipal, control de exportación y despacho coordinado con FV.
- **Aprovechamiento térmico y red de calor: Riesgo:** baja demanda térmica estacional generando ineficiencias y paradas del CHP/biomasa. **Mitigación:** depósitos de inercia, ampliación de usuarios térmicos (equipamientos y viviendas), programación de horarios y mejoras en emisores/aislamiento.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa): Riesgo:** límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento; posibles auditorías ambientales. **Mitigación:** sistemas de depuración/filtros, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos: Riesgo:** molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas. **Mitigación:** pantallas acústicas, ubicaciones alejadas de viviendas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS: Riesgo:** fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred. **Mitigación:** redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

## SAN LORENZO DE LA PARRILLA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

(incluyendo terrenos municipales <2 km)

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.200 m<sup>2</sup> → ~170–180 kWp instalables.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.600 m<sup>2</sup> → 520–540 kWp.
- Terrenos municipales <2 km:
  - Parcela rústica al norte del núcleo urbano (~1,5 ha).
  - Potencial: 1.000–1.100 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
  - Producción: 1.500–1.600 MWh/año.
- Producción total FV (cubiertas + suelo): 2.200–2.350 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.800 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~250 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 900–950 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 180 kW → 450–500 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de microgeneración (CHP 100–120 kWe + 160–180 kWt) → 800–950 MWh eléctricos + 1.200–1.400 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.800 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~600–650 kW.
  - CT municipal: ~800–1.000 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (150–200 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 180 kWp → 270 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 530 kWp → 800 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 1.050 kWp → 1.550–1.600 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 25 kWp + 2 puntos de 22 kW → 38 MWh/año.
- Biomasa: caldera 180 kW + red de calor → 450–500 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Gas natural CHP: 110 kWe + 170 kWt → 850 MWh eléctricos + 1.300 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 150–200 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                    | Inversión   | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------|------------|
| FV pública            | 180 kWp           | 270 MWh/año                   | 200.000 €   | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 530 kWp           | 800 MWh/año                   | 580.000 €   | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 1.050 kWp         | 1.575 MWh/año                 | 1.100.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 25 kWp            | 38 MWh/año                    | 40.000 €    | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 180 kW            | 480 MWh/año                   | 160.000 €   | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 110 kWe + 170 kWt | 850 MWh el. + 1.300 MWh térm. | 420.000 €   | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 70 MWh/año                    | 100.000 €   | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 60 MWh/año                    | 50.000 €    | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 180 kWh           | —                             | 95.000 €    | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~100 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
- Nodo principal: CT municipal 800–1.000 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 500 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT para evitar saturación de BT.
- CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 32.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 45.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Gestión energética comunitaria (EMS): 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 7.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 18.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 24.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 90.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~176.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~1.950.000 €**

- Producción eléctrica: 2.200–2.350 MWh/año (FV) + 850 MWh (CHP) + 70 MWh (eólica) ≈ 3.1–3.3 GWh/año.
- Producción térmica: 450–500 MWh (biomasa) + 1.300 MWh (CHP) + 60 MWh (geotermia) ≈ 1.8–1.9 GWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~80–85%.

**Coste por socio (120 socios): ~16.200 € (~9.700 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (800–1.000 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea en BT.
  - *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (150–200 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar y CHP en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento, y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal y el CHP directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en San Lorenzo de la Parrilla) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios.
  - **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), y complementar con FV para reducir consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**
  - **Riesgo:** límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
  - **Mitigación:** filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **San Lorenzo de la Parrilla** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y de cogeneración, y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## SOLERA DE GABALDÓN

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Irradiación:  $\sim 1.650 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$ .
- Cubiertas públicas útiles:  $\sim 700 \text{ m}^2 \rightarrow \sim 100\text{--}110 \text{ kWp}$  instalables.
- Cubiertas privadas (30% viviendas + naves):  $\sim 2.200 \text{ m}^2 \rightarrow 320\text{--}340 \text{ kWp}$ .
- Terrenos municipales  $< 2 \text{ km}$ :
  - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano ( $\sim 0,7 \text{ ha}$ ).
  - Potencial:  $450\text{--}500 \text{ kWp}$  en suelo (huerto solar comunitario).
  - Producción:  $680\text{--}750 \text{ MWh/año}$ .
- Producción total FV (cubiertas + suelo):  $1.100\text{--}1.200 \text{ MWh/año} \rightarrow$  cubriría el 100% de la demanda eléctrica ( $\sim 950\text{--}1.000 \text{ MWh/año}$ ) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media:  $5\text{--}6 \text{ m/s}$ .
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de  $20 \text{ kW} \rightarrow 30\text{--}35 \text{ MWh/año}$ .
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad:  $\sim 150 \text{ t/año}$  de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético:  $550\text{--}600 \text{ MWh térmicos}$ .
  - Proyecto viable: caldera comunitaria  $100 \text{ kW} \rightarrow 220\text{--}250 \text{ MWh/año}$  útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de microgeneración (CHP  $70\text{--}80 \text{ kWe} + 110\text{--}120 \text{ kWt}$ )  $\rightarrow 350\text{--}400 \text{ MWh eléctricos} + 600\text{--}700 \text{ MWh térmicos/año}$ .
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo:  $20 \text{ kW} \rightarrow 40\text{--}45 \text{ MWh/año}$ .

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total:  $\sim 950\text{--}1.000 \text{ MWh/año}$ .
  - Potencia contratada agregada:  $\sim 350\text{--}370 \text{ kW}$ .
  - CT municipal:  $\sim 400\text{--}500 \text{ kVA (BT/MT)}$ .
  - Estado: suficiente para proyectos  $< 150 \text{ kW}$ ;  $> 150 \text{ kW}$  requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación:  $15\text{--}20 \text{ kWp}$  en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo  $\rightarrow$  aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular ( $80\text{--}100 \text{ kWh}$ ).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas:  $110 \text{ kWp} \rightarrow 165 \text{ MWh/año}$ .
- FV socios CEL (privadas):  $330 \text{ kWp} \rightarrow 490 \text{ MWh/año}$ .

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- FV en terrenos municipales <2 km: 480 kWp → 720–750 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 100 kW + red de calor → 230–250 MWh/año.
- Gas natural CHP: 75 kWe + 115 kWt → 370 MWh eléctricos + 650 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 20 kW → 35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia         | Producción                  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 110 kWp          | 165 MWh/año                 | 130.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 330 kWp          | 490 MWh/año                 | 360.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 480 kWp          | 735 MWh/año                 | 510.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp           | 22 MWh/año                  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 100 kW           | 240 MWh/año                 | 95.000 €  | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 75 kWe + 115 kWt | 370 MWh el. + 650 MWh térm. | 300.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 20 kW            | 35 MWh/año                  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW            | 40 MWh/año                  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh          | —                           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- Alumbrado público:** consumo ~70 MWh/año → ahorro potencial 40 MWh/año con LED.
- Edificios públicos:** 10–20 MWh/año cada uno.
- Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
  - Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.
  - CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 22.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 30.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 7 años.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Climatización eficiente: 18.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 15.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €
- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 60.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~128.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~1.520.000 €**

- Producción eléctrica: 1.100–1.200 MWh/año (FV) + 370 MWh (CHP) + 35 MWh (eólica) ≈ 1.500–1.600 MWh.
- Producción térmica: 230–250 MWh (biomasa) + 650 MWh (CHP) + 40 MWh (geotermia) ≈ 920–940 MWh.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~70–75%.

**Coste por socio (70 socios): ~21.700 € (~13.000 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT, con riesgo de disparos de protecciones y caída de calidad de suministro.
  - *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar y del CHP en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal y el CHP directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - *Riesgo:* socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Solera de Gabaldón) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se aprovecha el calor.
  - *Mitigación:* contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y complementar con FV para reducir consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Solera de Gabaldón** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y de cogeneración, y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## TARANCÓN

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~3.000 m<sup>2</sup> → ~450–500 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~10.000 m<sup>2</sup> → 1,5–1,6 MWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Varias parcelas rústicas en periferia (~5–6 ha).
    - Potencial: 4,0–4,5 MWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 6,0–6,5 GWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 8,0–8,5 GWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~7,0 GWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 3–4 aerogeneradores de 20 kW → 100–140 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~600 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 2.200–2.400 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 400 kW → 1.000–1.200 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de cogeneración (CHP 500–600 kWe + 700–800 kWt) → 3,5–4,0 GWh eléctricos + 5,0–5,5 GWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio, polideportivo y piscina.
  - Proyecto tipo: 50–60 kW → 120–140 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~7,0 GWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~3,0–3,5 MW.
  - CT municipales: varios, entre 630 kVA y 1.000 kVA.
  - Estado: suficiente para proyectos <500 kW en BT; >500 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - Disponible en red.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 200–250 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegios, instituto, polideportivo, piscina, centro de salud → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (500–600 kWh).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 500 kWp → 750 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 1,5 MWp → 2,2 GWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 4,2 MWp → 6,3 GWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 50 kWp + 4 puntos de 22 kW → 75 MWh/año.
- Biomasa: caldera 400 kW + red de calor → 1.100 MWh/año.
- Gas natural CHP: 550 kWe + 750 kWt → 3,8 GWh eléctricos + 5,2 GWh térmicos/año.
- Mini eólica: 80 kW → 120–140 MWh/año.
- Geotermia: 60 kW → 130 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 500–600 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                  | Inversión   | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------|------------|
| FV pública            | 500 kWp           | 750 MWh/año                 | 550.000 €   | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 1,5 MWp           | 2,2 GWh/año                 | 1.600.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 4,2 MWp           | 6,3 GWh/año                 | 4.200.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 50 kWp            | 75 MWh/año                  | 80.000 €    | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 400 kW            | 1.100 MWh/año               | 350.000 €   | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 550 kWe + 750 kWt | 3,8 GWh el. + 5,2 GWh térm. | 2.000.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 80 kW             | 130 MWh/año                 | 180.000 €   | 9–10 años  |
| Geotermia             | 60 kW             | 130 MWh/año                 | 100.000 €   | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 600 kWh           | —                           | 350.000 €   | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~400 MWh/año → ahorro potencial 220 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–60 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente 2 puntos → se proponen 4 adicionales de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegios, instituto, polideportivo, piscina (63–125 A).
- Nodo principal: CT municipales 630–1.000 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >500 kW.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Ampliación posible: líneas MT hacia polígonos industriales → puntos adicionales si FV total supera 2 MWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.
- CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- Alumbrado LED + telegestión: 150.000 €; ahorro 220 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 200.000 €; ahorro 200 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 120.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 60.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 4 puntos AC 22 kW; 30.000 €; reducción 8–10 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.  
**ubvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad de los CT (630–1.000 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 400–500 kWp de inyección simultánea en BT.
  - *Mitigación:* conexión de huertos FV y CHP en MT, escalado por fases, instalación de baterías comunitarias (500–600 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal y el CHP directamente en MT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - *Riesgo:* socios fuera del radio legal no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o polígonos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se aprovecha el calor.
  - *Mitigación:* contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y complementar con FV para reducir consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Tarancón** puede desplegarse con seguridad técnica, económica y regulatoria, maximizando el aprovechamiento de FV y cogeneración a gas, y garantizando excedentes gestionables para movilidad eléctrica, industria y socios.

## TORRUBIA DEL CAMPO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~800 m<sup>2</sup> → ~115–120 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~2.400 m<sup>2</sup> → 350–370 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~0,9 ha).
    - Potencial: 550–600 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 820–880 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.300–1.400 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.100–1.200 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~170 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 600–650 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–280 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20–25 kW → 45–55 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.100–1.200 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~400–420 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 120 kWp → 180 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 360 kWp → 540 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 580 kWp → 850–880 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 250–280 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 35 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 120 kWp  | 180 MWh/año | 140.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 360 kWp  | 540 MWh/año | 390.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 580 kWp  | 865 MWh/año | 620.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 22 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 265 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 50 MWh/año  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- 🔧 **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
  - Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 25.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 35.000 €; ahorro 35 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 65.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~133.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y biomasa): ~1.420.000 €**

- Producción eléctrica: 1.300–1.400 MWh/año (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ 1.350–1.450 MWh.
- Producción térmica: 250–280 MWh (biomasa) + 50 MWh (geotermia) ≈ 300–330 MWh.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30–35%.

**Coste por socio (65 socios): ~21.800 € (~13.100 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT, con riesgo de disparos de protecciones y caída de calidad de suministro.
  - *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - *Riesgo:* socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación térmica (bombas de calor) para garantizar estabilidad.
- **Ausencia de gas natural:**
  - *Riesgo:* menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - *Mitigación:* diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Torrubia del Campo** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

# TRIBALDOS

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~600 m<sup>2</sup> → ~85–90 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~1.800 m<sup>2</sup> → 260–280 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~0,5 ha).
    - Potencial: 300–350 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 450–500 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 800–870 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~700–750 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Disponibilidad: ~120 t/año de restos agrícolas y forestales.
- Equivalente energético: 420–450 MWh térmicos.
- Proyecto viable: caldera comunitaria 80 kW → 180–200 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 15–20 kW → 35–40 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~700–750 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~250–270 kW.
  - CT municipal: ~250–315 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <100 kW; >100 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 10–15 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (60–80 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 90 kWp → 135 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 270 kWp → 400 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 330 kWp → 490–500 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 10 kWp + 1 punto de 22 kW → 15 MWh/año.
- Biomasa: caldera 80 kW + red de calor → 180–200 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 20 kW → 40 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 60–80 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto       | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno  |
|----------------|----------|-------------|-----------|----------|
| FV pública     | 90 kWp   | 135 MWh/año | 110.000 € | 6–7 años |
| FV privada CEL | 270 kWp  | 400 MWh/año | 300.000 € | 6–8 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV en suelo municipal | 330 kWp  | 495 MWh/año | 360.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 10 kWp   | 15 MWh/año  | 18.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 80 kW    | 190 MWh/año | 80.000 €  | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 20 kW    | 40 MWh/año  | 35.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 80 kWh   | —           | 55.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~55 MWh/año → ahorro potencial 30 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 10–20 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–63 A).
- Nodo principal: CT municipal 250–315 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >100 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 250 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 18.000 €; ahorro 30 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 25.000 €; ahorro 25 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 15.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 12.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 4.000 €
  - Participación y comunicación: 3.000 €
  - Auditoría energética inicial: 5.000 €
  - Ingeniería y proyecto básico: 12.000 €
  - Conexión y permisos: 8.000 €
  - EMS y medición: 15.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 10.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 45.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~102.000 €**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### **Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y biomasa): ~1.010.000 €**

- Producción eléctrica: 800–870 MWh/año (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ 850–900 MWh.
- Producción térmica: 180–200 MWh (biomasa) + 40 MWh (geotermia) ≈ 220–240 MWh.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30–35%.

**Coste por socio (50 socios): ~20.200 € (≈12.100 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (250–315 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 100–120 kWp de inyección simultánea en BT, con riesgo de disparos de protecciones y caída de calidad de suministro.
  - *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (60–80 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - *Riesgo:* socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación térmica (bombas de calor) para garantizar estabilidad.
- **Ausencia de gas natural:**
  - *Riesgo:* menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Mitigación:* diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Tribaldos** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

# UCLÉS

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.000 m<sup>2</sup> → ~140–150 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.000 m<sup>2</sup> → 450–470 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano (~1,2 ha).
    - Potencial: 700–750 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 1.050–1.100 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.650–1.700 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.400–1.500 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1–2 aerogeneradores de 20 kW → 35–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 700–750 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 300–350 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **X** No disponible.
- Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25 kW → 50–55 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.400–1.500 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~500 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 25–30 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–120 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 460 kWp → 690 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 720 kWp → 1.080–1.100 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 320–350 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 55 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–120 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción    | Inversión | Retorno   |
|-----------------------|----------|---------------|-----------|-----------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año   | 170.000 € | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 460 kWp  | 690 MWh/año   | 500.000 € | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 720 kWp  | 1.090 MWh/año | 750.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año    | 35.000 €  | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 330 MWh/año   | 130.000 € | 8–10 años |
| Mini eólica           | 40 kW    | 70 MWh/año    | 100.000 € | 9–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Geotermia           | 25 kW    | 55 MWh/año | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 120 kWh  | —          | 75.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~100 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
- Nodo principal: CT municipal 500–630 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 28.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 10.000 €
- EMS y medición: 20.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 80.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~151.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y biomasa): ~1.645.000 €**

- Producción eléctrica: 1.650–1.700 MWh/año (FV) + 70 MWh (eólica) ≈ 1.720–1.770 MWh.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción térmica: 330 MWh (biomasa) + 55 MWh (geotermia)  $\approx$  380–390 MWh.
  - Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~30–35%.
- Coste por socio (80 socios): ~20.500 € (~12.300 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea en BT, con riesgo de disparos de protecciones y caída de calidad de suministro.
  - *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–120 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - *Riesgo:* socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación térmica (bombas de calor) para garantizar estabilidad.
- **Ausencia de gas natural:**
  - *Riesgo:* menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - *Mitigación:* diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de partículas y exigencias de mantenimiento.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Uclés** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## VALDETÓRTOLA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~900 m<sup>2</sup> → ~130–140 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~2.700 m<sup>2</sup> → 400–420 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~1,0 ha).
    - Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 900–950 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.450–1.500 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.200–1.300 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~180 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 650–700 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Aplicable en colegio y consultorio.
- Proyecto tipo: 20–25 kW → 45–55 MWh/año.

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200–1.300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~420–450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 140 kWp → 210 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 410 kWp → 610 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 620 kWp → 930–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 260–300 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 35 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 140 kWp  | 210 MWh/año | 160.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 410 kWp  | 610 MWh/año | 440.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 940 MWh/año | 660.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 22 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 50 MWh/año  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

## **5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE**

- **Alumbrado público:** consumo ~95 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.

### **Puntos de enganche y vertido**

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
- Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

## **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- Alumbrado LED + telegestión: 26.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 35.000 €; ahorro 35 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 20.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €
- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~138.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y biomasa): ~1.530.000 €**

- Producción eléctrica: 1.450–1.500 MWh/año (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ 1.480–1.530 MWh.
- Producción térmica: 280 MWh (biomasa) + 50 MWh (geotermia) ≈ 330 MWh.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30–35%.

**Coste por socio (70 socios): ~21.800 € (~13.100 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea en BT, con riesgo de disparos de protecciones y caída de calidad de suministro.
  - *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - *Riesgo:* socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con electrificación térmica (bombas de calor) para garantizar estabilidad.
- **Ausencia de gas natural:**
  - *Riesgo:* menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - *Mitigación:* diversificación con geotermia, bombas de calor de alta eficiencia y respaldo puntual con GLP/diésel.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
- **Mitigación:** redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Valdetórtola** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

# LAS VALERAS

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.500 m<sup>2</sup> → ~220–230 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~4.500 m<sup>2</sup> → 670–700 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Varias parcelas rústicas al sur y este del núcleo urbano (~2,0 ha).
    - Potencial: 1,3–1,4 MWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 2,0–2,1 GWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 2,9–3,0 GWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~2,4–2,5 GWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~300 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 1.050–1.100 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 200 kW → 500–600 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de cogeneración (CHP 150–180 kWe + 220–250 kWt) → 1,2–1,4 GWh eléctricos + 1,8–2,0 GWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio, consultorio y piscina.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 65–70 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Consumo eléctrico total: ~2,4–2,5 GWh/año.
- Potencia contratada agregada: ~900–1.000 kW.
- CT municipales: 630–1.000 kVA (BT/MT).
- Estado: suficiente para proyectos <250 kW; >250 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 40–50 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (200–250 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 230 kWp → 345 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 680 kWp → 1,020 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 1.350 kWp → 2,050 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 25 kWp + 2 puntos de 22 kW → 38 MWh/año.
- Biomasa: caldera 200 kW + red de calor → 500–600 MWh/año.
- Gas natural CHP: 160 kWe + 240 kWt → 1,300 MWh eléctricos + 1,900 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 200–250 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                      | Inversión   | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|------------|
| FV pública            | 230 kWp           | 345 MWh/año                     | 260.000 €   | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 680 kWp           | 1.020 MWh/año                   | 720.000 €   | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 1.350 kWp         | 2.050 MWh/año                   | 1.400.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 25 kWp            | 38 MWh/año                      | 40.000 €    | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 200 kW            | 550 MWh/año                     | 180.000 €   | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 160 kWe + 240 kWt | 1,300 MWh el. + 1,900 MWh térm. | 600.000 €   | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 70 MWh/año                      | 100.000 €   | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 65 MWh/año                      | 55.000 €    | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 220 kWh           | —                               | 120.000 €   | 10–12 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### **5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE**

- **Alumbrado público:** consumo ~150 MWh/año → ahorro potencial 80 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.
-  **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (63–100 A).
  - Nodo principal: CT municipales 630–1.000 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >250 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves industriales → punto adicional si FV total supera 1 MWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.
  - CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- Alumbrado LED + telegestión: 40.000 €; ahorro 80 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 60.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 35.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 25.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
  - Participación y comunicación: 4.000 €
  - Auditoría energética inicial: 7.000 €
  - Ingeniería y proyecto básico: 20.000 €
  - Conexión y permisos: 15.000 €
  - EMS y medición: 25.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 15.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 120.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~212.000 €**
- Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~3,4 M€**
- Producción eléctrica: 2,9–3,0 GWh (FV) + 1,3 GWh (CHP) + 0,07 GWh (eólica) ≈ **4,3–4,4 GWh/año**.
  - Producción térmica: 550 MWh (biomasa) + 1,9 GWh (CHP) + 65 MWh (geotermia) ≈ **2,5–2,6 GWh/año**.
  - Cobertura de demanda eléctrica: **>100% (excedentes)**.
  - Cobertura térmica: **~85–90%**.
- Coste por socio (150 socios): ~22.700 € (≈13.600 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad de los CT (630–1.000 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 250–300 kWp de inyección simultánea en BT.
  - *Mitigación:* conexión de huertos FV y CHP en MT, escalado por fases, instalación de baterías comunitarias (200–250 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal y el CHP directamente en MT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - *Riesgo:* socios fuera del radio legal no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o polígonos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Las Valeras) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se aprovecha el calor.
  - *Mitigación:* contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y complementar con FV para reducir consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
- *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Las Valeras** puede desplegarse con seguridad técnica, económica y regulatoria, maximizando el aprovechamiento de FV y cogeneración a gas, y garantizando excedentes gestionables para movilidad eléctrica, industria y socios.

## VALVERDE DE JÚCAR

### 1. Recursos renovables y otras posibilidades

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.800 m<sup>2</sup> → ~260–270 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~5.500 m<sup>2</sup> → 800–820 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Varias parcelas rústicas al norte y oeste del núcleo urbano (~2,5 ha).
    - Potencial: 1,8–2,0 MWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 2,7–3,0 GWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 3,8–4,0 GWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~3,2–3,3 GWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~350 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 1.200–1.300 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 250 kW → 600–700 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de cogeneración (CHP 200–220 kWe + 300–350 kWt) → 1,6–1,8 GWh eléctricos + 2,3–2,5 GWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio, consultorio y piscina.
  - Proyecto tipo: 35 kW → 75–80 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~3,2–3,3 GWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~1,2–1,3 MW.
  - CT municipales: 630–1.000 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <250 kW; >250 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 60–70 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (250–300 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 270 kWp → 405 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 820 kWp → 1,230 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 1.900 kWp → 2,850–2,900 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 30 kWp + 2 puntos de 22 kW → 45 MWh/año.
- Biomasa: caldera 250 kW + red de calor → 650–700 MWh/año.
- Gas natural CHP: 210 kWe + 320 kWt → 1,700 MWh eléctricos + 2,400 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 35 kW → 75 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 250–300 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                      | Inversión   | Retorno   |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|-----------|
| FV pública            | 270 kWp           | 405 MWh/año                     | 300.000 €   | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 820 kWp           | 1.230 MWh/año                   | 850.000 €   | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 1.900 kWp         | 2.875 MWh/año                   | 2.000.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 30 kWp            | 45 MWh/año                      | 50.000 €    | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 250 kW            | 675 MWh/año                     | 200.000 €   | 8–10 años |
| Gas natural CHP       | 210 kWe + 320 kWt | 1,700 MWh el. + 2,400 MWh térm. | 750.000 €   | 6–8 años  |
| Mini eólica           | 40 kW             | 70 MWh/año                      | 100.000 €   | 9–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Geotermia           | 35 kW    | 75 MWh/año | 60.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 280 kWh  | —          | 150.000 € | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~180 MWh/año → ahorro potencial 95 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–50 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente 1 punto → se proponen 2 adicionales de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (63–100 A).
- Nodo principal: CT municipales 630–1.000 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >250 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves industriales → punto adicional si FV total supera 1 MWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.
- CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 45.000 €; ahorro 95 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 70.000 €; ahorro 70 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 40.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 30.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- constitución y gobernanza: 7.000 €
- Participación y comunicación: 5.000 €
- Auditoría energética inicial: 8.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 25.000 €
- Conexión y permisos: 18.000 €
- EMS y medición: 30.000 €
- Dirección de obra y legalización: 20.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 180.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~293.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~4,5 M€**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción eléctrica: 3,8–4,0 GWh (FV) + 1,7 GWh (CHP) + 0,07 GWh (eólica) **≈ 5,6–5,8 GWh/año.**
  - Producción térmica: 675 MWh (biomasa) + 2,4 GWh (CHP) + 75 MWh (geotermia) **≈ 3,1–3,2 GWh/año.**
  - Cobertura de demanda eléctrica: **>100% (excedentes).**
  - Cobertura térmica: **~85–90%.**
- Coste por socio (200 socios): ~22.500 € (≈13.500 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad de los CT (630–1.000 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 250–300 kWp de inyección simultánea en BT.
  - *Mitigación:* conexión de huertos FV y CHP en MT, escalado por fases, instalación de baterías comunitarias (250–300 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal y el CHP directamente en MT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - *Riesgo:* socios fuera del radio legal no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios o polígonos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y respaldo con gas natural (ya disponible en Valverde de Júcar) para garantizar estabilidad.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y posibles cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se aprovecha el calor.
  - *Mitigación:* contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y complementar con FV para reducir consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
- *Mitigación:* filtros y depuración, mantenimiento preventivo, monitorización continua y registro de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, grupos y salas de máquinas.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas, horarios de operación y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad y continuidad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicación o ataques que afecten el control de la microrred.
  - *Mitigación:* redes segmentadas, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Valverde de Júcar** puede desplegarse con seguridad técnica, económica y regulatoria, maximizando el aprovechamiento de FV y cogeneración a gas, y garantizando excedentes gestionables para movilidad eléctrica, industria y socios.

## VILLAR DE CAÑAS

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.200 m<sup>2</sup> → ~170–180 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.600 m<sup>2</sup> → 520–540 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano (~1,5 ha).
    - Potencial: 1,0–1,1 MWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 1,500–1,600 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 2,200–2,300 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1,900–2,000 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~250 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 900–950 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 180 kW → 450–500 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Posibilidad de cogeneración (CHP 100–120 kWe + 160–180 kWt) → 800–950 MWh eléctricos + 1,200–1,400 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1,900–2,000 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~650–700 kW.
  - CT municipal: ~800–1.000 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (150–200 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 180 kWp → 270 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 530 kWp → 800 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 1.050 kWp → 1,550–1,600 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 25 kWp + 2 puntos de 22 kW → 38 MWh/año.
- Biomasa: caldera 180 kW + red de calor → 450–500 MWh/año.
- Gas natural CHP: 110 kWe + 170 kWt → 850 MWh eléctricos + 1,300 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 150–200 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia  | Producción    | Inversión   | Retorno   |
|-----------------------|-----------|---------------|-------------|-----------|
| FV pública            | 180 kWp   | 270 MWh/año   | 200.000 €   | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 530 kWp   | 800 MWh/año   | 580.000 €   | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 1.050 kWp | 1.575 MWh/año | 1.100.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 25 kWp    | 38 MWh/año    | 40.000 €    | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 180 kW    | 480 MWh/año   | 160.000 €   | 8–10 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia          | Producción                    | Inversión | Retorno    |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|-----------|------------|
| Gas natural CHP     | 110 kWe + 170 kWt | 850 MWh el. + 1.300 MWh térm. | 420.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica         | 40 kW             | 70 MWh/año                    | 100.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia           | 30 kW             | 60 MWh/año                    | 50.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria | 180 kWh           | —                             | 95.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~110 MWh/año → ahorro potencial 60 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
- Nodo principal: CT municipal 800–1.000 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 500 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.
- CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 32.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 45.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- **Constitución y gobernanza:** 6.000 €
  - **Participación y comunicación:** 4.000 €
  - **Auditoría energética inicial:** 7.000 €
  - **Ingeniería y proyecto básico:** 18.000 €
  - **Conexión y permisos:** 12.000 €
  - **EMS y medición:** 24.000 €
  - **Dirección de obra y legalización:** 15.000 €
  - **Contingencias (8% CAPEX):** 90.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~176.000 €**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

**Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~1,95 M€**

- **Producción eléctrica:** 2,20–2,30 GWh/año (FV) + 0,85 GWh (CHP) + 0,07 GWh (eólica) ≈ 3,12–3,22 GWh/año.
- **Producción térmica:** 0,45–0,50 GWh (biomasa) + 1,30 GWh (CHP) + 0,06 GWh (geotermia) ≈ 1,81–1,86 GWh/año.
- **Cobertura de demanda eléctrica:** >100% (excedentes).
- **Cobertura térmica:** ~80–85%.

**Coste por socio (120 socios): ~16.200 € (~9.700 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad del CT (800–1.000 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de ~200–250 kWp de inyección simultánea en BT.
  - *Mitigación:* conexión del huerto FV y del CHP en MT, fases de despliegue escalonadas, batería comunitaria (150–200 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* tensión elevada en horas de baja demanda con alta generación FV.
  - *Mitigación:* EMS que active cargas flexibles (VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios puntos BT.
- **Tramitación y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos de 6–12 meses y límites de capacidad de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, aportar curvas de carga/producción y plan de vertido, negociación de reserva en CT y previsión de refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* ampliaciones de CT o líneas MT/BT que incrementen el CAPEX un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, diversificar puntos de enganche en BT y llevar el huerto FV y el CHP a MT.
- **Autoconsumo colectivo ≤2 km:**
  - *Riesgo:* socios fuera del radio legal sin acceso directo a la energía compartida.
  - *Mitigación:* subcomunidades por barrios, pérgolas FV periféricas y mecanismos internos de compensación.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variación de disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* contratos de suministro, almacenamiento estacional y respaldo térmico con gas natural.
- **Cogeneración a gas (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se usa el calor.
  - *Mitigación:* contratos de gas a medio plazo, operación en horas de mayor precio eléctrico, acumulación térmica y coordinación con FV para optimizar el consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental (CHP/biomasa):**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
- *Mitigación:* filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, salas de máquinas y grupo CHP.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, emplazamientos alejados y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicaciones o ciberataques que afecten el control.
  - *Mitigación:* segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

## VILLAR DE OLALLA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES MUNICIPALES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.400 m<sup>2</sup> → ~200–210 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~4.200 m<sup>2</sup> → 620–650 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~1,8 ha).
    - Potencial: 1,2–1,3 MWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 1,800–1,950 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 2,600–2,800 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~2,200–2,300 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 2 aerogeneradores de 20 kW → 65–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~280 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 1.000–1.050 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 200 kW → 500–550 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Posibilidad de cogeneración (CHP 150–170 kWe + 220–250 kWt) → 1,200–1,400 MWh eléctricos + 1,800–2,000 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y piscina.
  - Proyecto tipo: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~2,200–2,300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~750–800 kW.
  - CT municipal: ~630–1.000 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - Disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 40–50 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (150–200 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 210 kWp → 315 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 640 kWp → 950 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 1.250 kWp → 1,875–1,950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 200 kW + red de calor → 500–550 MWh/año.
- Gas natural CHP: 160 kWe + 240 kWt → 1,300 MWh eléctricos + 1,900 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 150–200 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                      | Inversión   | Retorno   |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|-----------|
| FV pública            | 210 kWp           | 315 MWh/año                     | 230.000 €   | 6–7 años  |
| FV privada CEL        | 640 kWp           | 950 MWh/año                     | 680.000 €   | 6–8 años  |
| FV en suelo municipal | 1.250 kWp         | 1.900 MWh/año                   | 1.300.000 € | 7–9 años  |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp            | 30 MWh/año                      | 35.000 €    | 7–8 años  |
| Biomasa red calor     | 200 kW            | 525 MWh/año                     | 180.000 €   | 8–10 años |
| Gas natural CHP       | 160 kWe + 240 kWt | 1,300 MWh el. + 1,900 MWh térm. | 600.000 €   | 6–8 años  |
| Mini eólica           | 40 kW             | 70 MWh/año                      | 100.000 €   | 9–10 años |
| Geotermia             | 30 kW             | 60 MWh/año                      | 55.000 €    | 7–9 años  |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

| Proyecto            | Potencia | Producción | Inversión | Retorno    |
|---------------------|----------|------------|-----------|------------|
| Batería comunitaria | 180 kWh  | —          | 95.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~120 MWh/año → ahorro potencial 65 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–40 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
- Nodo principal: CT municipal 630–1.000 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 500 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.
- CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 35.000 €; ahorro 65 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 50.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 30.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 22.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica con gas natural: calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- **Constitución y gobernanza:** 6.000 €
  - **Participación y comunicación:** 4.000 €
  - **Auditoría energética inicial:** 7.000 €
  - **Ingeniería y proyecto básico:** 18.000 €
  - **Conexión y permisos:** 12.000 €
  - **EMS y medición:** 24.000 €
  - **Dirección de obra y legalización:** 15.000 €
  - **Contingencias (8% CAPEX):** 100.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~186.000 €**
- Total fase 1 con activos energéticos (incluyendo FV en suelo municipal y CHP gas): ~2,6 M€**
- **Producción eléctrica:** 2,6–2,8 GWh (FV) + 1,3 GWh (CHP) + 0,07 GWh (eólica) ≈ 4,0–4,2 GWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Producción térmica:** 0,50–0,55 GWh (biomasa) + 1,9 GWh (CHP) + 0,06 GWh (geotermia)  $\approx$  2,4–2,5 GWh/año.
  - **Cobertura de demanda eléctrica:** >100% (excedentes).
  - **Cobertura térmica:** ~85–90%.
- Coste por socio (140 socios): ~18.600 € (~11.200 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad de los CT (630–1.000 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea en BT.
  - *Mitigación:* conexión del huerto FV y del CHP en MT, despliegue por fases, instalación de baterías comunitarias (150–200 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* tensión elevada en horas de baja demanda con alta generación FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que active cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, diversificar puntos de enganche en BT, y conectar el huerto FV y el CHP directamente en MT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - *Riesgo:* socios fuera del radio legal no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios, instalar pérgolas FV en zonas periféricas y establecer mecanismos internos de compensación económica.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* contratos de suministro, almacenamiento estacional y respaldo térmico con gas natural.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se aprovecha el calor.
  - *Mitigación:* contratos de gas a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y coordinación con FV para optimizar el consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, salas de máquinas y grupo CHP.
- *Mitigación:* pantallas acústicas, emplazamientos alejados y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicaciones o ciberataques que afecten el control.
  - *Mitigación:* segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Villar de Olalla** puede desplegarse con seguridad técnica, económica y regulatoria, maximizando el aprovechamiento de FV y cogeneración a gas, y garantizando excedentes gestionables para movilidad eléctrica, industria y socios.

## VILLAREJO DE FUENTES

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.100 m<sup>2</sup> → ~160–170 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.300 m<sup>2</sup> → 480–500 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km: ~1,2 ha disponibles → 750–800 kWp en suelo.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.750–1.850 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.600 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - Proyecto tipo: 120–130 kWe + 180–200 kWt.
  - Producción: 850–950 MWh eléctricos + 1.200–1.400 MWh térmicos/año.
  - Ventaja: estabilidad de red y calor útil para red de calor.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~220 t/año de restos agrícolas.
  - Equivalente energético: 750–800 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera 120–150 kW → 300–350 MWh/año útiles.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25 kW → 55–60 MWh/año.
- **Eólica mini:**
  - 1 aerogenerador de 20 kW → 35 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.600 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~550–600 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - Disponible, con potencial para CHP y respaldo térmico.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 25–30 kWp en privados.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 170 kWp → 255 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 500 kWp → 750 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 780 kWp → 1.150–1.200 MWh/año.
- CHP a gas natural: 125 kWe + 190 kWt → 900 MWh eléctricos + 1.300 MWh térmicos/año.
- Biomasa: caldera 150 kW → 300–350 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 55 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 35 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–150 kWh.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                    | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-------------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 170 kWp           | 255 MWh/año                   | 190.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 500 kWp           | 750 MWh/año                   | 530.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 780 kWp           | 1.175 MWh/año                 | 820.000 € | 7–9 años   |
| CHP gas natural       | 125 kWe + 190 kWt | 900 MWh el. + 1.300 MWh térm. | 450.000 € | 6–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 325 MWh/año                   | 140.000 € | 8–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW             | 55 MWh/año                    | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Mini eólica           | 20 kW             | 35 MWh/año                    | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Batería comunitaria   | 120 kWh           | —                             | 70.000 €  | 10–12 años |

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### **5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE**

- **Alumbrado público:** ~100 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
-  **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de edificios públicos (40–80 A).
  - Nodo principal: CT municipal 500–630 kVA → proyectos >150 kW en MT.
  - CHP a gas: conexión en MT para estabilidad de red.
  - FV en suelo municipal: conexión preferente en MT.

### **6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)**

- Alumbrado LED + telegestión: 28.000 €; ahorro 55 MWh/año.
- Rehabilitación edificios públicos: 40.000 €; ahorro 40 MWh/año.
- Climatización eficiente: 25.000 €; ahorro 30–40%.
- EMS comunitario: 20.000 €; ahorro 10–15%.
- Movilidad eléctrica: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €.
- Optimización térmica: hibridación CHP gas + biomasa + bombas de calor.

### **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)**

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 7.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 18.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €
- EMS y medición: 22.000 €
- Dirección de obra y legalización: 15.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 95.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~179.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV + CHP gas + biomasa): ~2,4 M€**

- Producción eléctrica: 1,750–1,850 MWh (FV) + 900 MWh (CHP) + 35 MWh (eólica) ≈ **2,7–2,8 GWh/año**.
- Producción térmica: 325 MWh (biomasa) + 1,300 MWh (CHP) + 55 MWh (geotermia) ≈ **1,7–1,8 GWh/año**.
- Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~80–85%.

**Coste por socio (100 socios): ~24.000 € (≈14.400 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - *Riesgo:* saturación de la red en BT a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- *Mitigación:* conexión del huerto FV y del CHP en MT, despliegue por fases, instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - *Riesgo:* la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - *Mitigación:* priorizar autoconsumo frente a vertido, diversificar puntos de enganche en BT, y conectar el huerto FV y el CHP directamente en MT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - *Riesgo:* socios fuera del radio legal no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - *Mitigación:* crear subcomunidades energéticas por barrios, instalar pérgolas FV en zonas periféricas y establecer mecanismos internos de compensación económica.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - *Riesgo:* variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - *Mitigación:* contratos de suministro, almacenamiento estacional y respaldo térmico con gas natural.
- **Cogeneración a gas natural (CHP):**
  - *Riesgo:* volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios; riesgo de vertidos eléctricos si no se aprovecha el calor.
  - *Mitigación:* contratos de gas a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y coordinación con FV para optimizar el consumo de gas.
- **Cumplimiento ambiental y emisiones (CHP/biomasa):**
  - *Riesgo:* límites de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento.
  - *Mitigación:* filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - *Riesgo:* molestias por aerogeneradores, salas de máquinas y grupo CHP.
  - *Mitigación:* pantallas acústicas, emplazamientos alejados y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - *Riesgo:* fallos de comunicaciones o ciberataques que afecten el control.
  - *Mitigación:* segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Villarejo de Fuentes (con gas natural)** puede desplegarse con seguridad técnica, económica y regulatoria, maximizando el

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

aprovechamiento de FV y cogeneración a gas, y garantizando excedentes gestionables para movilidad eléctrica, industria y socios.

# VILLAREJO DE PERIESTEBAN

## 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.000 m<sup>2</sup> → ~140–150 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.000 m<sup>2</sup> → 440–460 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km: ~1,0 ha disponibles → 600–650 kWp en suelo.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.200–1.300 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.100–1.200 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 aerogenerador de 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~180 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 650–700 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 20–25 kW → 45–55 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.100–1.200 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~400–450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
- **Placas existentes:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Estimación: 15–20 kWp en privados.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

### 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 450 kWp → 675 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 620 kWp → 930–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 260–300 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 35 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh.

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 450 kWp  | 675 MWh/año | 480.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 940 MWh/año | 660.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 22 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 50 MWh/año  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 45 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- 🔧 **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
  - Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 26.000 €; ahorro 45 MWh/año.
- Rehabilitación edificios públicos: 35.000 €; ahorro 35 MWh/año.
- Climatización eficiente: 20.000 €; ahorro 30–40%.
- EMS comunitario: 18.000 €; ahorro 10–15%.
- Movilidad eléctrica: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €
- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~138.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo municipal + biomasa): ~1,6 M€**

• Producción eléctrica: 1,200–1,300 MWh (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ **1,250–1,350 MWh/año.**

• Producción térmica: 280 MWh (biomasa) + 50 MWh (geotermia) ≈ **330 MWh/año.**

• Cobertura eléctrica: >100% (excedentes).

• Cobertura térmica: ~30%.

**Coste por socio (80 socios): ~20.000 € (≈12.000 € con subvención 40%).**

### 8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**

- *Riesgo:* saturación de la red en BT a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea, con riesgo de disparos de protecciones.

- *Mitigación:* escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar), conexión del huerto FV en MT, instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido.

- **Sobretensiones en BT (red radial):**

- *Riesgo:* elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.

- *Mitigación:* EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeos, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.

- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**

- *Riesgo:* plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.

- *Mitigación:* solicitud temprana de punto de conexión, presentación de curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad y prever refuerzos.

- **Costes de refuerzo de red:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
- **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, diversificar puntos de enganche en BT, y conectar el huerto FV directamente en MT.
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
  - **Mitigación:** biomasa como base térmica, bombas de calor de alta eficiencia, geotermia en edificios públicos y respaldo puntual con GLP/diésel en caso de emergencia.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas y forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores, almacenamiento estacional de biomasa y diversificación con electrificación térmica.
- **Cumplimiento ambiental (biomasa):**
  - **Riesgo:** emisiones de partículas y exigencias de mantenimiento.
  - **Mitigación:** filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores o salas de calderas.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ciberataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la CEL de **Villarejo de Periesteban (sin gas natural)** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## VILLARES DEL SAZ

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~900 m<sup>2</sup> → ~140 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~2.700 m<sup>2</sup> → 400–420 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al oeste del núcleo urbano (~1 ha).
    - Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción: 900–950 MWh/año.
- Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.450–1.500 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.200–1.300 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~180 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 650–700 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120 kW → 250–300 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor aire-agua).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25 kW → 50–55 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200–1.300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~420–450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - ✗ No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 140 kWp → 210 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 410 kWp → 610 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 620 kWp → 930–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 120 kW + red de calor → 260–300 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 25 kW → 50–55 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 140 kWp  | 210 MWh/año | 160.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 410 kWp  | 610 MWh/año | 440.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 940 MWh/año | 660.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 22 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 120 kW   | 280 MWh/año | 110.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25 kW    | 50 MWh/año  | 40.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~95 MWh/año → ahorro potencial 50 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–80 A).
  - Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 26.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 35.000 €; ahorro 35 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 22.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €
- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~138.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo municipal + biomasa): ~1.53 M€**

- Producción eléctrica: 1.450–1.500 MWh (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ 1.480–1.530 MWh/año.
- Producción térmica: 280 MWh (biomasa) + 50 MWh (geotermia) ≈ 330 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30%.

**Coste por socio (70 socios): ~21.900 € (~13.100 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación de la red en BT a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea, con riesgo de disparos de protecciones.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Ausencia de gas natural:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad.
- **Mitigación:** biomasa como base térmica, bombas de calor de alta eficiencia, geotermia en edificios públicos y respaldo puntual con GLP/diésel en caso de emergencia.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas/forestales.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y diversificación con electrificación térmica.
- **Cumplimiento ambiental (biomasa):**
  - **Riesgo:** emisiones de partículas y exigencias de mantenimiento.
  - **Mitigación:** filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores o salas de calderas.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ciberataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones y auditorías periódicas.

Con estas medidas, la **CEL de Villares del Saz (sin gas natural)** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## VILLARRUBIO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.000 m<sup>2</sup> → ~150 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.000 m<sup>2</sup> → 450–470 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al sur del núcleo urbano (~1 ha).
    - Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 900–950 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.500–1.600 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.200–1.300 MWh/año) y generaría excedentes.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 700–750 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120–150 kW → 300–350 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor aire-agua).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200–1.300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~420–450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 460 kWp → 690 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 620 kWp → 930–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 300–350 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 460 kWp  | 690 MWh/año | 490.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 940 MWh/año | 660.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 22 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 320 MWh/año | 120.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25–30 kW | 60 MWh/año  | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 45 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
- Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 28.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 22.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- EMS y medición: 18.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 12.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~138.000 €**  
**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo municipal + biomasa): ~1,58 M€**
- Producción eléctrica: 1.500–1.600 MWh (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ 1.540–1.635 MWh/año.
  - Producción térmica: 320 MWh (biomasa) + 60 MWh (geotermia) ≈ 380 MWh/año.
  - Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~30–35%.
- Coste por socio (75 socios): ~21.000 € (≈12.600 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación de la red en BT a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea, con riesgo de disparos de protecciones y limitaciones de capacidad.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora para autorizar nuevos puntos de conexión.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad para cubrir la demanda de calor.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** biomasa como base térmica, bombas de calor de alta eficiencia, geotermia en edificios públicos y respaldo puntual con GLP/diésel en caso de emergencia.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas y forestales, que puede afectar la estabilidad de la red de calor.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y diversificación con electrificación térmica.
- **Cumplimiento ambiental (biomasa):**
  - **Riesgo:** emisiones de partículas y exigencias de mantenimiento que pueden generar rechazo social o sanciones.
  - **Mitigación:** filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores, salas de calderas o inversores de gran potencia.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas de viviendas y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ciberataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones periódicas y auditorías de ciberseguridad.

Con estas medidas, la **CEL de Villarrubio (sin gas natural)** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## VILLASVERDE Y PASACONSOL

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.100 m<sup>2</sup> → ~160–170 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.200 m<sup>2</sup> → 470–500 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al este del núcleo urbano (~1,2 ha).
    - Potencial: 700–750 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 1.050–1.100 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.700–1.800 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.400–1.500 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1–2 × 20 kW → 35–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~220 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 800–850 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor aire-agua).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.400–1.500 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~480–500 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <200 kW; >200 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 25–30 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–120 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 170 kWp → 255 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 480 kWp → 720 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 720 kWp → 1.080–1.100 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 20 kWp + 2 puntos de 22 kW → 30 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Mini eólica: 40 kW → 70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 60 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 100–120 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción    | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|---------------|-----------|------------|
| FV pública            | 170 kWp  | 255 MWh/año   | 190.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 480 kWp  | 720 MWh/año   | 510.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 720 kWp  | 1.090 MWh/año | 760.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 20 kWp   | 30 MWh/año    | 35.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 375 MWh/año   | 130.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 40 kW    | 70 MWh/año    | 110.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW    | 60 MWh/año    | 50.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 120 kWh  | —             | 75.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~100 MWh/año → ahorro potencial 55 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–30 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se proponen 2 de 22 kW.

#### Puntos de enganche y vertido

- BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–100 A).
- Nodo principal: CT municipal 500–630 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >200 kW.
- Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
- Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 32.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 50.000 €; ahorro 50 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 25.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 20.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 6.000 €
- Participación y comunicación: 4.000 €
- Auditoría energética inicial: 7.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 18.000 €
- Conexión y permisos: 12.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- EMS y medición: 22.000 €
  - Dirección de obra y legalización: 15.000 €
  - Contingencias (8% CAPEX): 80.000 €
- Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~164.000 €**
- Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo municipal + biomasa): ~1,7 M€**
- Producción eléctrica: 1.700–1.800 MWh (FV) + 70 MWh (eólica) ≈ 1.770–1.870 MWh/año.
  - Producción térmica: 375 MWh (biomasa) + 60 MWh (geotermia) ≈ 435 MWh/año.
  - Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
  - Cobertura térmica: ~35–40%.
- Coste por socio (85 socios): ~20.000 € (≈12.000 € con subvención 40%).

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación de la red en BT a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea, con riesgo de disparos de protecciones y limitaciones de capacidad.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–120 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora para autorizar nuevos puntos de conexión.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad para cubrir la demanda de calor.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** biomasa como base térmica, bombas de calor de alta eficiencia, geotermia en edificios públicos y respaldo puntual con GLP/diésel en caso de emergencia.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas y forestales, que puede afectar la estabilidad de la red de calor.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y diversificación con electrificación térmica.
- **Cumplimiento ambiental (biomasa):**
  - **Riesgo:** emisiones de partículas y exigencias de mantenimiento que pueden generar rechazo social o sanciones.
  - **Mitigación:** filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores, salas de calderas o inversores de gran potencia.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas de viviendas y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ciberataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones periódicas y auditorías de ciberseguridad.

Con estas medidas, la **CEL de Villaverde y Pasaconsol (sin gas natural)** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## ZAFRA DE ZÁNCARA

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.000 m<sup>2</sup> → ~150 kWp instalables.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.000 m<sup>2</sup> → 450–470 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al norte del núcleo urbano (~1 ha).
    - Potencial: 600–650 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 900–950 MWh/año.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.500–1.600 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.200–1.300 MWh/año) y generaría excedentes.
- **Eólica mini:**
  - Velocidad media: 5–6 m/s.
  - Proyecto tipo: 1 × 20 kW → 30–35 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~200 t/año de restos agrícolas y forestales.
  - Equivalente energético: 700–750 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 120–150 kW → 300–350 MWh/año útiles.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
  - Alternativa: biomasa y electrificación (bombas de calor aire-agua).
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.200–1.300 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~420–450 kW.
  - CT municipal: ~400–500 kVA (BT/MT).
  - Estado: suficiente para proyectos <150 kW; >150 kW requiere conexión en MT.
- **Gas natural:**
  - **X** No disponible.
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 20–25 kWp en privados.
  - Integrables en la CEL.
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (80–100 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN (CEL)

- FV comunitaria en cubiertas públicas: 150 kWp → 225 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 460 kWp → 690 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 620 kWp → 930–950 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 15 kWp + 1 punto de 22 kW → 22 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 300–350 MWh/año.
- Mini eólica: 20 kW → 30–35 MWh/año.
- Geotermia: 25–30 kW → 55–65 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 80–100 kWh → reducción de picos de vertido 25–35%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia | Producción  | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|----------|-------------|-----------|------------|
| FV pública            | 150 kWp  | 225 MWh/año | 170.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 460 kWp  | 690 MWh/año | 490.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 620 kWp  | 940 MWh/año | 660.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 15 kWp   | 22 MWh/año  | 25.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW   | 320 MWh/año | 120.000 € | 8–10 años  |
| Mini eólica           | 20 kW    | 35 MWh/año  | 55.000 €  | 9–10 años  |
| Geotermia             | 25–30 kW | 60 MWh/año  | 45.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 100 kWh  | —           | 65.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOSE ENGANCHE

- **Alumbrado público:** consumo ~90 MWh/año → ahorro potencial 45 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 15–25 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente sin puntos → se propone 1 de 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo (40–80 A).
  - Nodo principal: CT municipal 400–500 kVA BT/MT → acoplamiento de proyectos >150 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 300 kWp.
  - Terreno municipal FV (<2 km): conexión preferente en MT.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA (CEL)

- Alumbrado LED + telegestión: 28.000 €; ahorro 45 MWh/año; retorno 5 años.
- Rehabilitación edificios públicos: 40.000 €; ahorro 40 MWh/año; retorno 7 años.
- Climatización eficiente: 22.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- Gestión energética comunitaria (EMS): 18.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- Movilidad eléctrica comunitaria: 1 punto AC 22 kW; 7.000 €; reducción 1–2 t CO<sub>2</sub>/año.
- Optimización térmica: hibridación biomasa + bombas de calor → ahorro 15–20% en consumo térmico.

### 7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL (ESTRUCTURA Y GOBERNANZA)

- Constitución y gobernanza: 5.000 €
- Participación y comunicación: 3.000 €
- Auditoría energética inicial: 6.000 €
- Ingeniería y proyecto básico: 15.000 €
- Conexión y permisos: 9.000 €

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- EMS y medición: 18.000 €
- Dirección de obra y legalización: 12.000 €
- Contingencias (8% CAPEX): 70.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~138.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV en suelo municipal + biomasa): ~1,58 M€**

- Producción eléctrica: 1.500–1.600 MWh (FV) + 35 MWh (eólica) ≈ 1.540–1.635 MWh/año.
- Producción térmica: 320 MWh (biomasa) + 60 MWh (geotermia) ≈ 380 MWh/año.
- Cobertura de demanda eléctrica: >100% (excedentes).
- Cobertura térmica: ~30–35%.

**Coste por socio (75 socios): ~21.000 € (~12.600 € con subvención 40%).**

### **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (400–500 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación de la red en BT a partir de 150–200 kWp de inyección simultánea, con riesgo de disparos de protecciones y limitaciones de capacidad.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (80–100 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto solar en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora para autorizar nuevos puntos de conexión.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, repartir generación en varios puntos de enganche BT, y conectar el huerto solar municipal directamente en MT para aliviar la BT.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo (≤2 km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Ausencia de gas natural:**
  - **Riesgo:** menor flexibilidad térmica y dependencia de biomasa/electricidad para cubrir la demanda de calor.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Mitigación:** biomasa como base térmica, bombas de calor de alta eficiencia, geotermia en edificios públicos y respaldo puntual con GLP/diésel en caso de emergencia.
- **Dependencia de biomasa local:**
  - **Riesgo:** variabilidad en disponibilidad de restos agrícolas y forestales, que puede afectar la estabilidad de la red de calor.
  - **Mitigación:** acuerdos de suministro con agricultores y empresas forestales, almacenamiento estacional de biomasa, y diversificación con electrificación térmica.
- **Cumplimiento ambiental (biomasa):**
  - **Riesgo:** emisiones de partículas y exigencias de mantenimiento que pueden generar rechazo social o sanciones.
  - **Mitigación:** filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores, salas de calderas o inversores de gran potencia.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas de viviendas y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ciberataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones periódicas y auditorías de ciberseguridad.

Con estas medidas, la **CEL de Zafra de Zánchara** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.

## ZARZA DE TAJO

### 1. RECURSOS RENOVABLES Y OTRAS POSIBILIDADES

- **Solar fotovoltaica (base de la CEL):**
  - Irradiación: ~1.650 kWh/m<sup>2</sup>·año.
  - Cubiertas públicas útiles: ~1.200 m<sup>2</sup> → ~180 kWp.
  - Cubiertas privadas (30% viviendas + naves): ~3.600 m<sup>2</sup> → 540–560 kWp.
  - Terrenos municipales <2 km:
    - Parcela rústica al sur-este (~1,1 ha).
    - Potencial: 700–750 kWp en suelo (huerto solar comunitario).
    - Producción: 1.030–1.100 MWh/año.
  - Producción total FV (cubiertas + suelo): 1.750–1.900 MWh/año → cubriría el 100% de la demanda eléctrica (~1.450–1.550 MWh/año) con excedentes.
- **Eólica mini:**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- Velocidad media: 5–6 m/s.
- Proyecto tipo: 1–2 × 20 kW → 35–70 MWh/año.
- **Biomasa:**
  - Disponibilidad: ~220 t/año de restos agrícolas/forestales.
  - Equivalente energético: 800–850 MWh térmicos.
  - Proyecto viable: caldera comunitaria 150 kW → 350–400 MWh/año útiles.
- **Gas natural (disponible):**
  - Respaldo térmico en red de calor.
  - Microcogeneración (CHP 110–130 kWe + 170–200 kWt) → 600–750 MWh eléctricos + 1.000–1.300 MWh térmicos/año.
- **Geotermia baja entalpía:**
  - Aplicable en colegio y consultorio.
  - Proyecto tipo: 30 kW → 65–70 MWh/año.

## 2. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE Y ESTADO

- **Red eléctrica:**
  - Consumo eléctrico total: ~1.450–1.550 MWh/año.
  - Potencia contratada agregada: ~520–560 kW.
  - CT municipal: ~500–630 kVA (BT/MT).
  - Estado: viable <200 kW en BT; >200 kW preferente conexión en MT y coordinación con distribuidora.
- **Gas natural:**
  - Disponible (anillo urbano).
- **Placas existentes:**
  - Estimación: 30–40 kWp en privados (integrables).
- **Espacios públicos:**
  - Ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina → aptos para FV y microrred.
- **Microrred comunitaria:**
  - EMS, inversores híbridos, almacenamiento modular (100–150 kWh).

## 3. POSIBLES PROYECTOS DE GENERACIÓN DE LA CEL

- FV en cubiertas públicas: 180 kWp → 270 MWh/año.
- FV socios CEL (privadas): 540–560 kWp → 800–840 MWh/año.
- FV en terrenos municipales <2 km: 720–750 kWp → 1.050–1.100 MWh/año.
- Pérgolas FV + recarga VE: 25 kWp + 2 puntos de 22 kW → 38 MWh/año.
- Biomasa: caldera 150 kW + red de calor → 350–400 MWh/año.
- Gas natural CHP: 120 kWe + 190 kWt → 700 MWh eléctricos + 1.150 MWh térmicos/año.
- Mini eólica: 40 kW → 65–70 MWh/año.
- Geotermia: 30 kW → 65–70 MWh/año.
- Almacenamiento comunitario: 120–150 kWh → reducción de picos de vertido 25–40%.

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

### 4. CUANTIFICACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

| Proyecto              | Potencia          | Producción                        | Inversión | Retorno    |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|------------|
| FV pública            | 180 kWp           | 270 MWh/año                       | 200.000 € | 6–7 años   |
| FV privada CEL        | 550 kWp           | 820 MWh/año                       | 600.000 € | 6–8 años   |
| FV en suelo municipal | 740 kWp           | 1.080 MWh/año                     | 780.000 € | 7–9 años   |
| Pérgolas FV + VE      | 25 kWp            | 38 MWh/año                        | 40.000 €  | 7–8 años   |
| Biomasa red calor     | 150 kW            | 380 MWh/año                       | 140.000 € | 8–10 años  |
| Gas natural CHP       | 120 kWe + 190 kWt | 700 MWh el. + 1.150 MWh térm./año | 480.000 € | 6–8 años   |
| Mini eólica           | 40 kW             | 68 MWh/año                        | 115.000 € | 9–10 años  |
| Geotermia             | 30 kW             | 68 MWh/año                        | 55.000 €  | 7–9 años   |
| Batería comunitaria   | 150 kWh           | —                                 | 90.000 €  | 10–12 años |

### 5. INFRAESTRUCTURA VINCULADA CONSUMO Y PUNTOS ENGANCHE

- **Alumbrado público:** ~105 MWh/año → ahorro potencial 60 MWh/año con LED.
- **Edificios públicos:** 20–35 MWh/año cada uno.
- **Viviendas privadas:** 3–4 MWh/año promedio.
- **Movilidad eléctrica:** actualmente 0 → se proponen 2 puntos AC 22 kW.
- **Puntos de enganche y vertido**
  - BT: cuadros de ayuntamiento, colegio, consultorio, polideportivo, piscina (40–100 A).
  - Nodo principal: CT municipal 500–630 kVA BT/MT → acoplar proyectos >200 kW.
  - Ampliación posible: línea MT hacia naves agrícolas → punto adicional si FV total supera 400 kWp.
  - Huerto FV (<2 km) y CHP gas: conexión preferente en MT para estabilidad y capacidad.

### 6. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA CEL

- **Alumbrado LED + telegestión:** 34.000 €; ahorro 60 MWh/año; retorno 5 años.
- **Rehabilitación edificios públicos:** 55.000 €; ahorro 55 MWh/año; retorno 7 años.
- **Climatización eficiente:** 28.000 €; ahorro 30–40%; retorno 6 años.
- **Gestión energética comunitaria (EMS):** 22.000 €; ahorro 10–15%; retorno 4 años.
- **Movilidad eléctrica:** 2 puntos AC 22 kW; 14.000 €; reducción 3–4 t CO<sub>2</sub> /año.
- **Optimización térmica con gas natural:** calderas de condensación + hibridación con biomasa → ahorro 15–20% térmico.

## **7. COSTE DE MONTAJE DE LA CEL ESTRUCTURA Y GOBERNANZA**

- **Constitución y gobernanza:** 6.000 €
- **Participación y comunicación:** 4.000 €
- **Auditoría energética inicial:** 8.000 €
- **Ingeniería y proyecto básico:** 22.000 €
- **Conexión y permisos:** 12.000 €
- **EMS y medición:** 25.000 €
- **Dirección de obra y legalización:** 16.000 €
- **Contingencias (8% CAPEX):** 95.000 €

**Total costes de montaje CEL (sin activos energéticos): ~188.000 €**

**Total fase 1 con activos energéticos (FV cubiertas + FV suelo + CHP gas + biomasa): ~2,39 M€**

- **Producción eléctrica:** 1.750–1.900 MWh (FV) + 700 MWh (CHP) + 68 MWh (eólica) ≈ 2.52–2.67 GWh/año.
- **Producción térmica:** 1.150 MWh (CHP) + 380 MWh (biomasa) + 68 MWh (geotermia) ≈ 1.60 GWh/año.
- **Cobertura eléctrica:** >100% (excedentes).
- **Cobertura térmica:** ~70–80%.

**Coste por socio (110 socios): ~21.700 € (~13.000 € con subvención 40%).**

## **8. RIESGOS DE VERTIDO Y MITIGACIÓN**

- **Capacidad limitada del CT (500–630 kVA):**
  - **Riesgo:** saturación de la red en BT a partir de 200–250 kWp de inyección simultánea, con riesgo de disparos de protecciones y limitaciones de capacidad.
  - **Mitigación:** escalado por fases (primero cubiertas, después huerto solar municipal), instalación de baterías comunitarias (100–150 kWh), inversores con control Volt/VAR y limitadores dinámicos de vertido, conexión preferente del huerto FV y del CHP en MT.
- **Sobretensiones en BT (red radial):**
  - **Riesgo:** elevación de tensión en horas valle con baja demanda y alta producción FV/CHP.
  - **Mitigación:** EMS comunitario que gestione cargas flexibles (recarga de VE, bombeo de agua, climatización programada), almacenamiento distribuido y reparto de generación en varios nodos BT.
- **Tramitación administrativa y reserva de capacidad:**
  - **Riesgo:** plazos largos (6–12 meses) y posibles restricciones de la distribuidora para autorizar nuevos puntos de conexión.
  - **Mitigación:** solicitud temprana de punto de conexión, presentación de proyecto con curvas de carga/producción, negociación para reservar capacidad en el CT municipal y prever refuerzos.
- **Costes de refuerzo de red:**
  - **Riesgo:** la distribuidora puede exigir ampliaciones de CT o líneas MT/BT, encareciendo el proyecto en un 20–40%.
  - **Mitigación:** priorizar autoconsumo frente a vertido, diversificar puntos de enganche en BT, y conectar el huerto FV y el CHP directamente en MT para aliviar la BT.
- **Dependencia del precio del gas (CHP):**

## OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC ADESIMAN

- **Riesgo:** volatilidad del precio del gas y cambios regulatorios que afecten la rentabilidad del CHP.
- **Mitigación:** contratos de suministro a medio plazo, operación flexible del CHP (funcionamiento en horas de mayor precio eléctrico), acumulación térmica y coordinación con FV para optimizar el consumo de gas.
- **Limitación normativa de autoconsumo colectivo ( $\leq 2$  km):**
  - **Riesgo:** socios situados fuera del radio de 2 km no pueden beneficiarse directamente de la energía compartida.
  - **Mitigación:** crear subcomunidades energéticas por barrios o núcleos, instalar pérgolas FV en zonas periféricas, y establecer mecanismos internos de compensación económica para socios fuera de rango.
- **Cumplimiento ambiental (CHP/biomasa):**
  - **Riesgo:** emisiones de NOx/partículas y exigencias de mantenimiento que pueden generar rechazo social o sanciones.
  - **Mitigación:** filtros adecuados, mantenimiento preventivo y monitorización continua de emisiones.
- **Ruido y ubicación de equipos:**
  - **Riesgo:** molestias por aerogeneradores, sala de calderas y grupo CHP.
  - **Mitigación:** pantallas acústicas, selección de ubicaciones alejadas de viviendas y medidas antivibración.
- **Ciberseguridad del EMS:**
  - **Riesgo:** fallos de comunicación o ciberataques que afecten el control de la microrred.
  - **Mitigación:** segmentación de redes, backups y modos seguros locales, actualizaciones periódicas y auditorías de ciberseguridad.

Con estas medidas, la **CEL de Zarza de Tajo** puede minimizar los riesgos técnicos, económicos y regulatorios, garantizando la viabilidad de sus proyectos renovables y de cogeneración, y asegurando excedentes gestionables para movilidad eléctrica y socios.