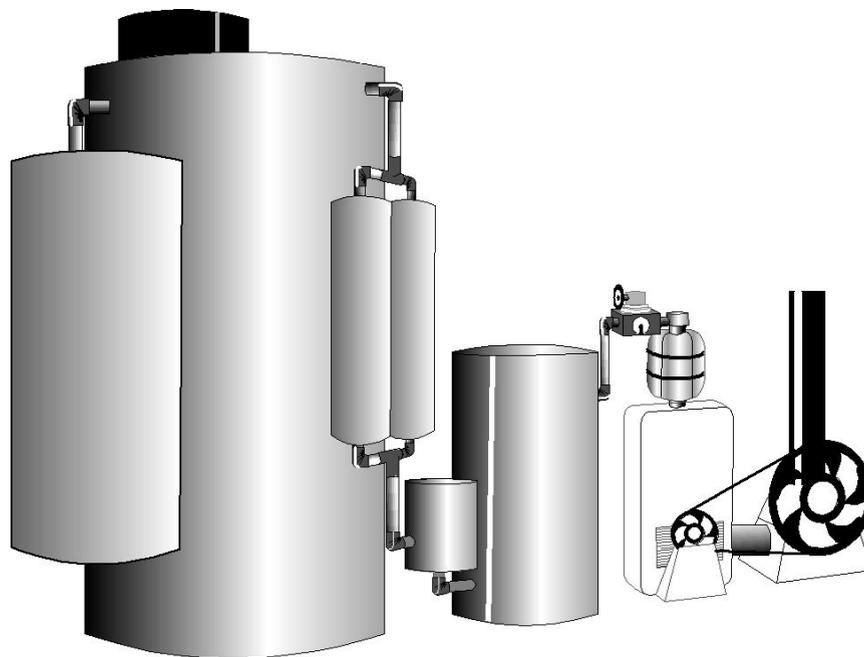


**UNIVERSIDAD DE CHILE**

Facultad de Ciencias Forestales

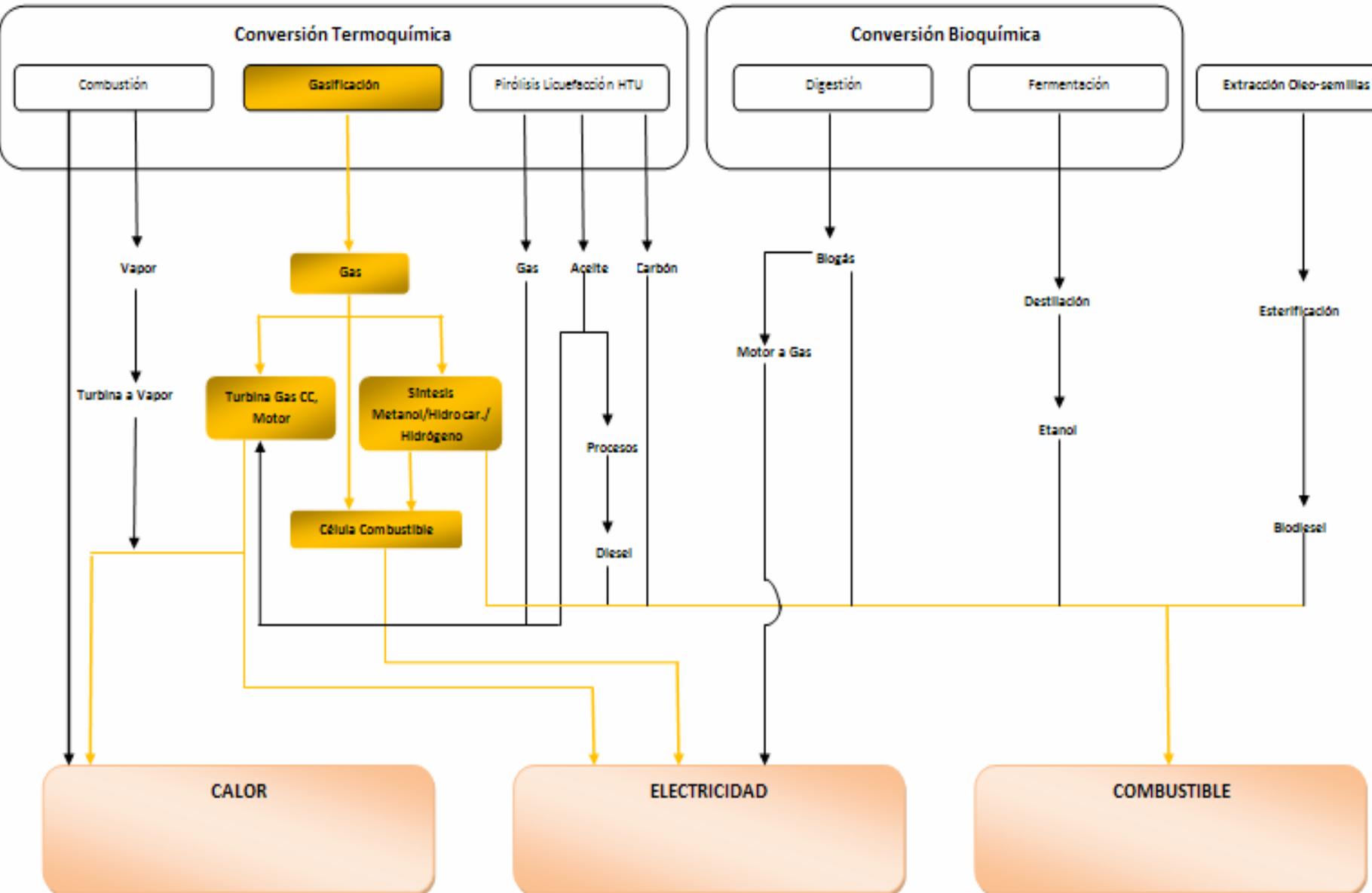
# GASIFICACIÓN DE LA BIOMASA



Misael Gutiérrez D.

Director Depto. Ingeniería de la Madera

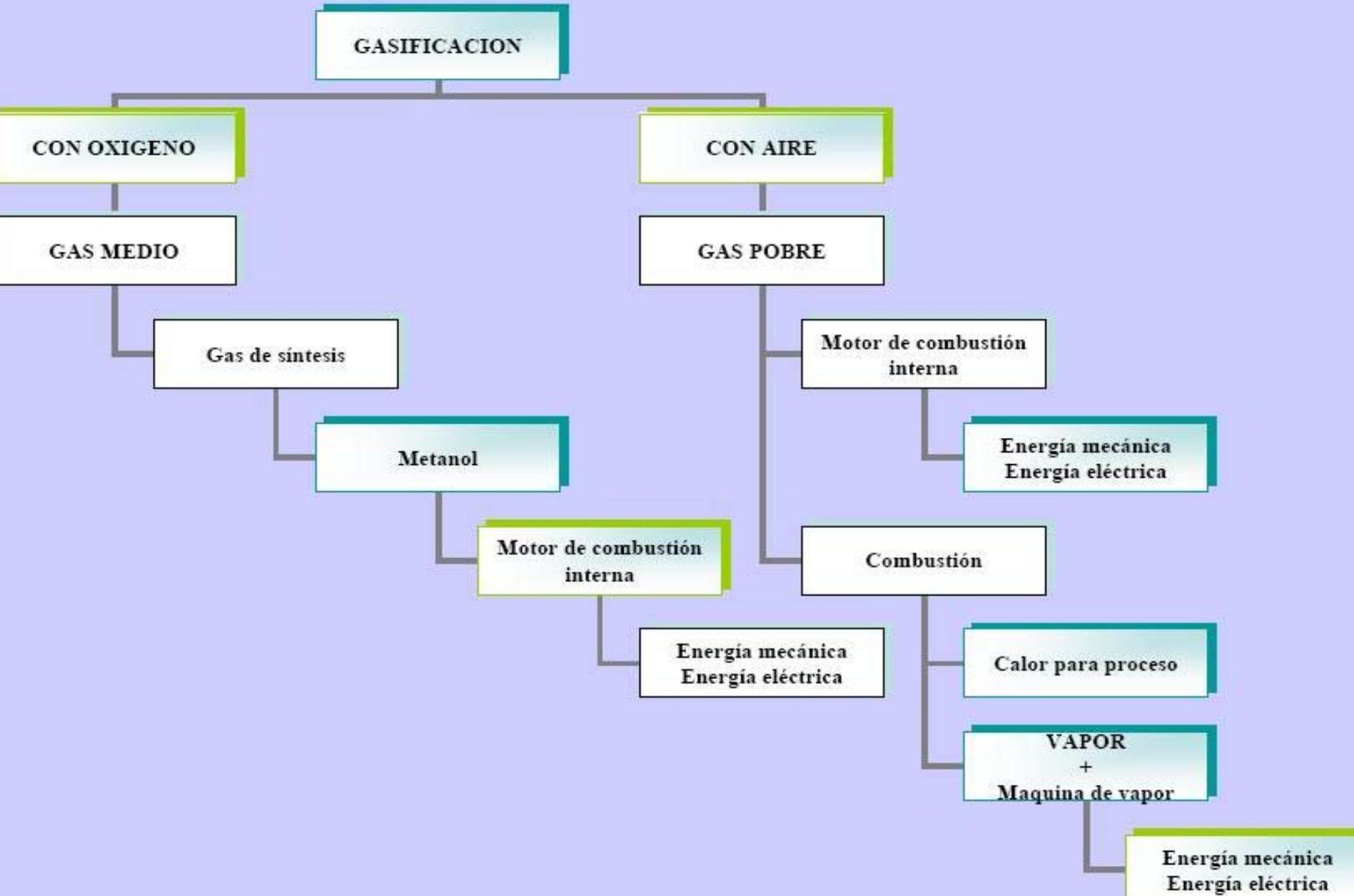
# Diferentes opciones para la producción de calor, electricidad y biocombustibles



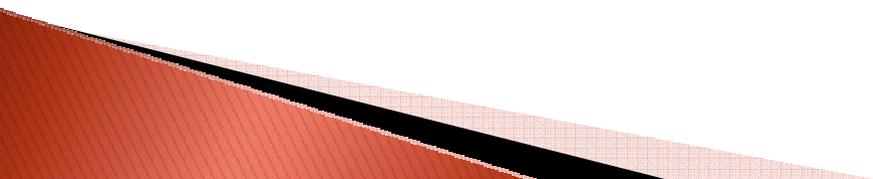
# GASIFICACIÓN

- ▶ Proceso de combustión incompleta para obtener un gas combustible.
- ▶ El oxidante (comburente) utilizado juega un papel importante en la composición del gas generado: en el caso del aire se genera el llamado Gas Pobre por su bajo poder calorífico (4–7 MJ/m<sup>3</sup>), por alto contenido de nitrógeno.
- ▶ Utilización de oxígeno o vapor de agua dan lugar al Gas de Síntesis (*syngas*) con un poder calorífico mayor (10–18 MJ/m<sup>3</sup>)

# Posibles Usos del Gas



# COMBUSTIBLES EMPLEADOS

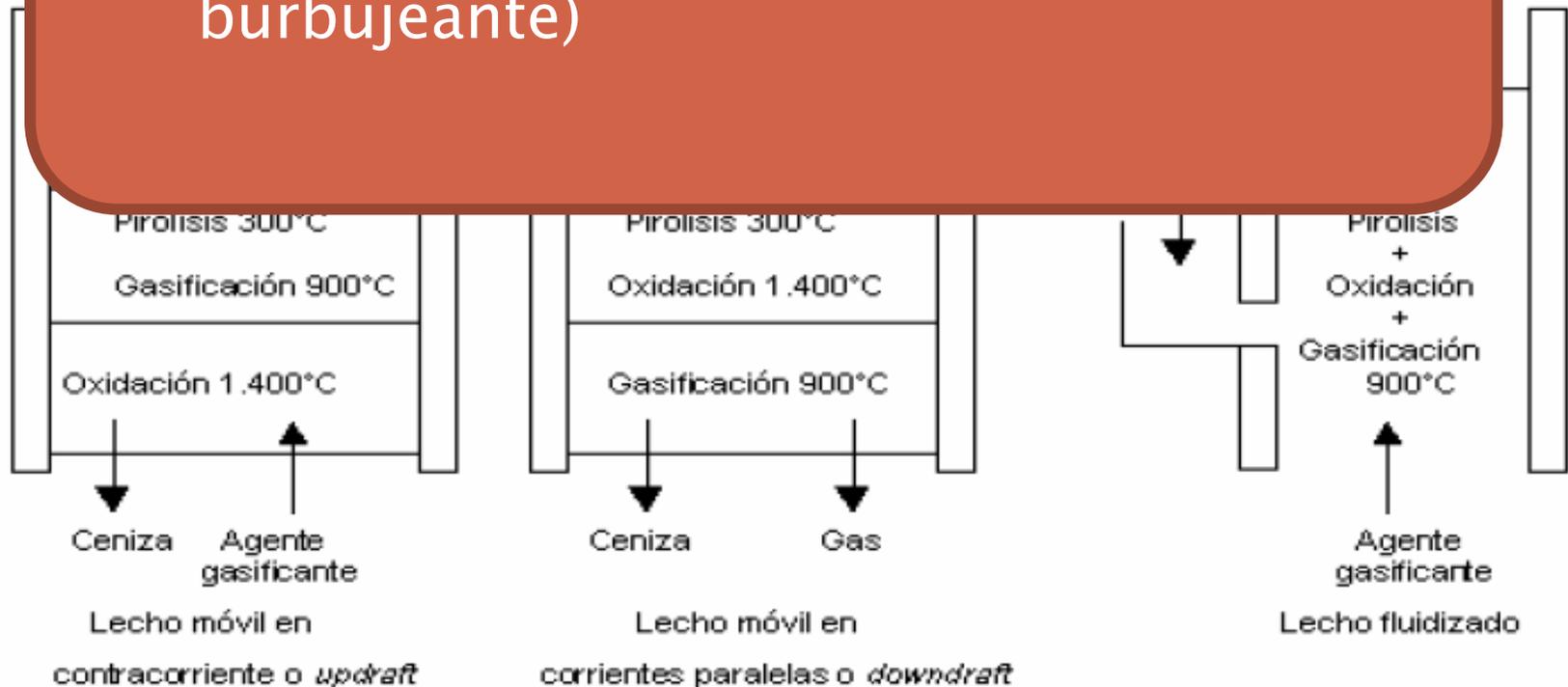
- ▶ Carbón vegetal
  - ▶ Biomasa lignocelulósica (ramas–corteza–aserrín–despunte–tapas)
  - ▶ Residuos agrícolas (corontas–pajas de cereales–cáscaras de arroz, etc.)
- 



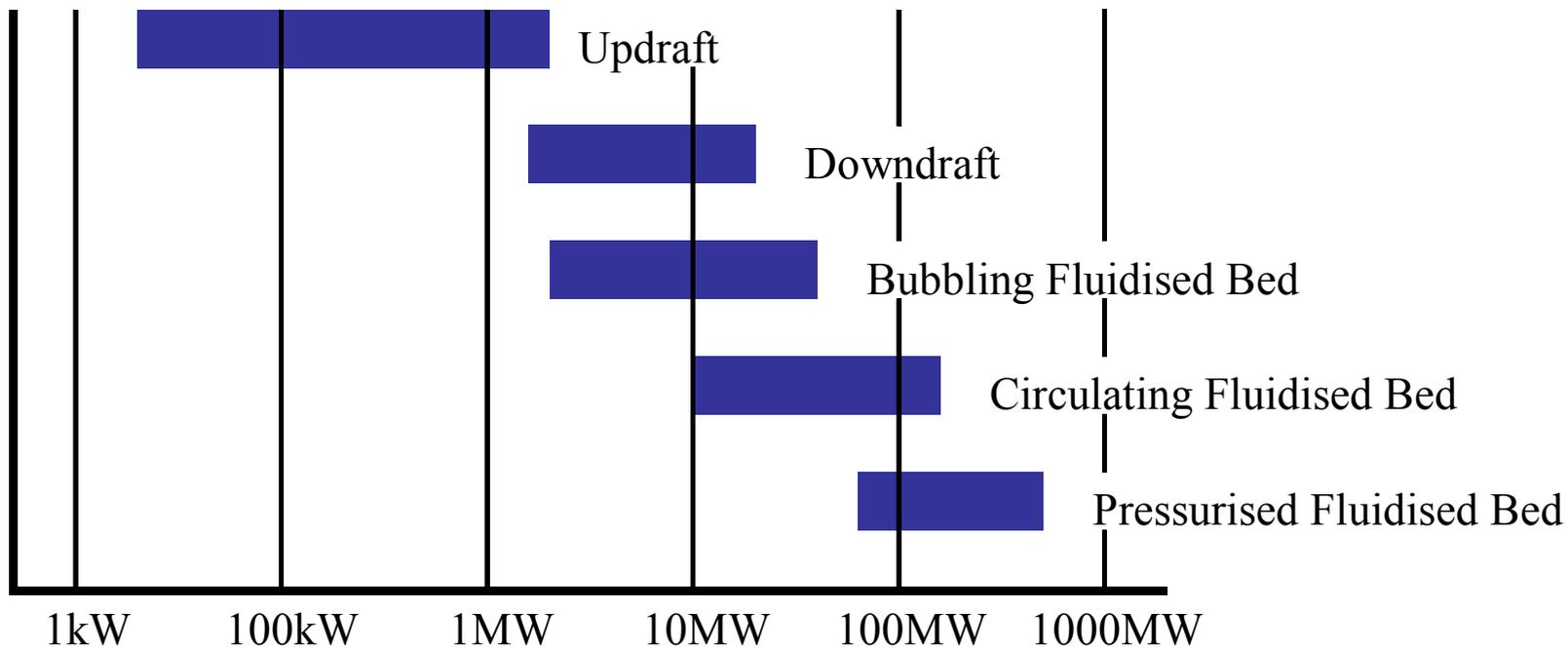


# CLASIFICACIÓN DE LOS GASIFICADORES

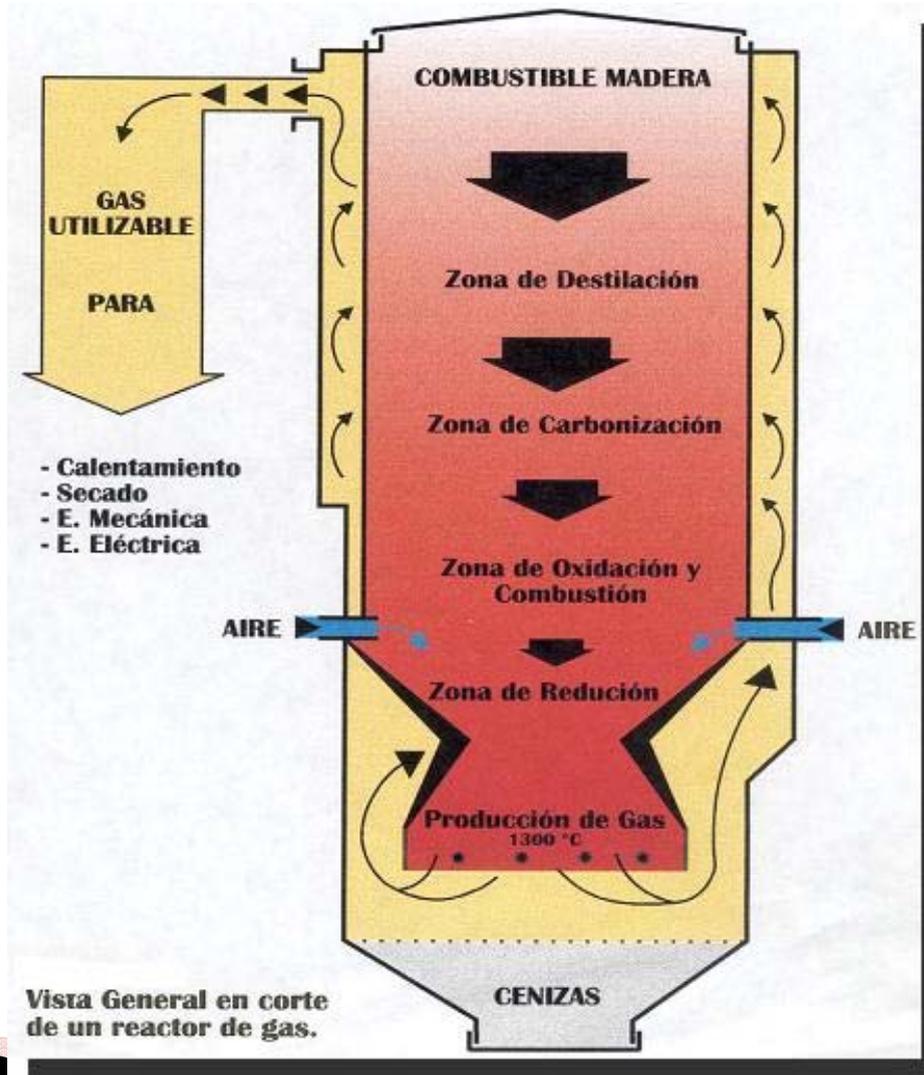
1. Flujo contracorriente o *updraft*
2. Flujo descendente o *downdraft*
3. Lecho Fluidizado (circulante o burbujeante)



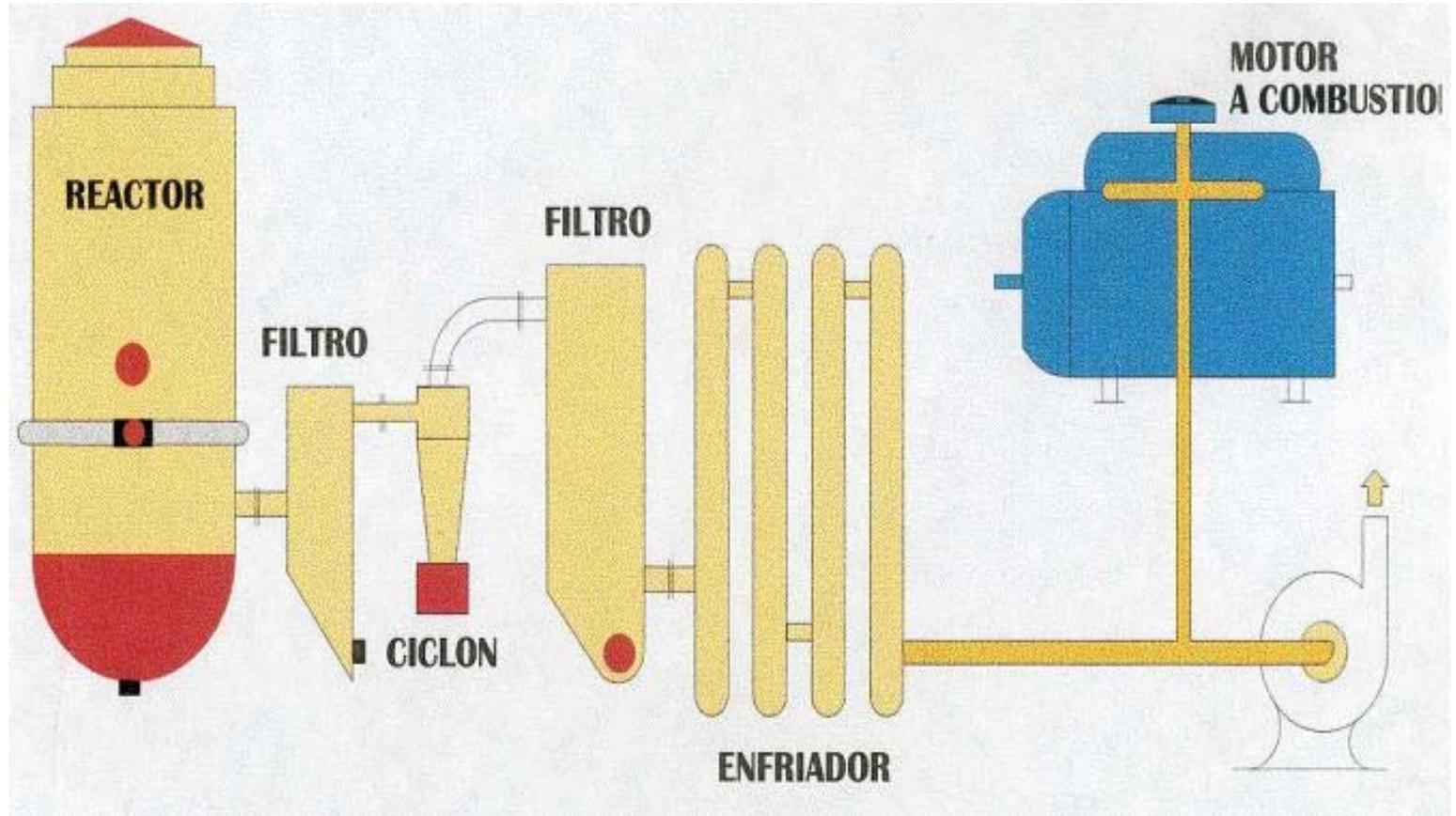
# TIPOS DE REACTORES POR POTENCIA



# VISTA GENERAL DEL REACTOR MOLECULAR DOWNDRAFT



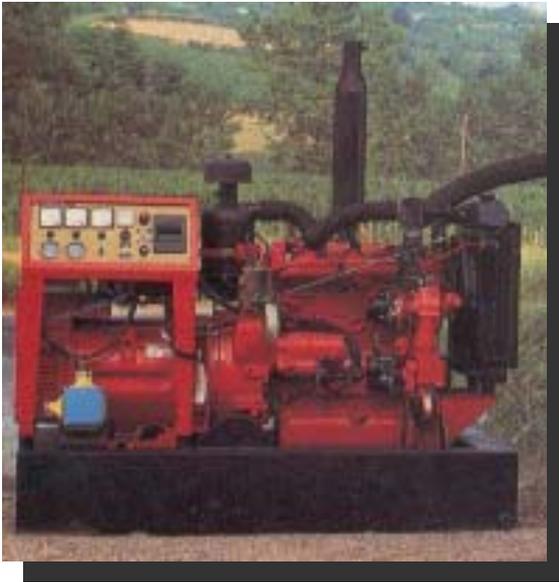
# VISTA GENERAL DEL GASIFICADOR Y COMPONENTES



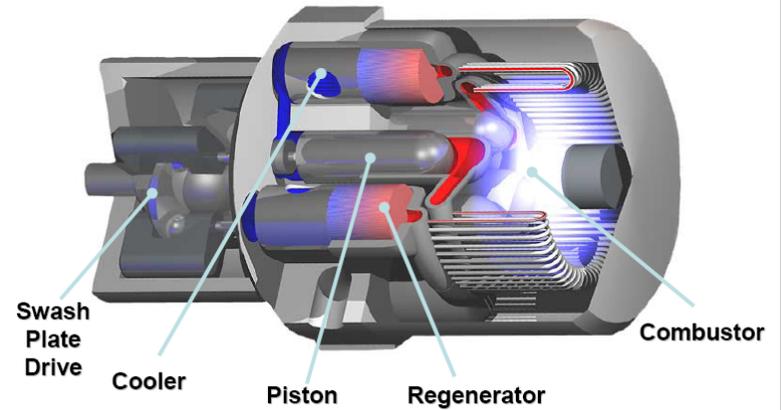


# APLICACIÓN FINAL GAS

Motor diesel modificado



Double-Acting Stirling Engine  
Configuration



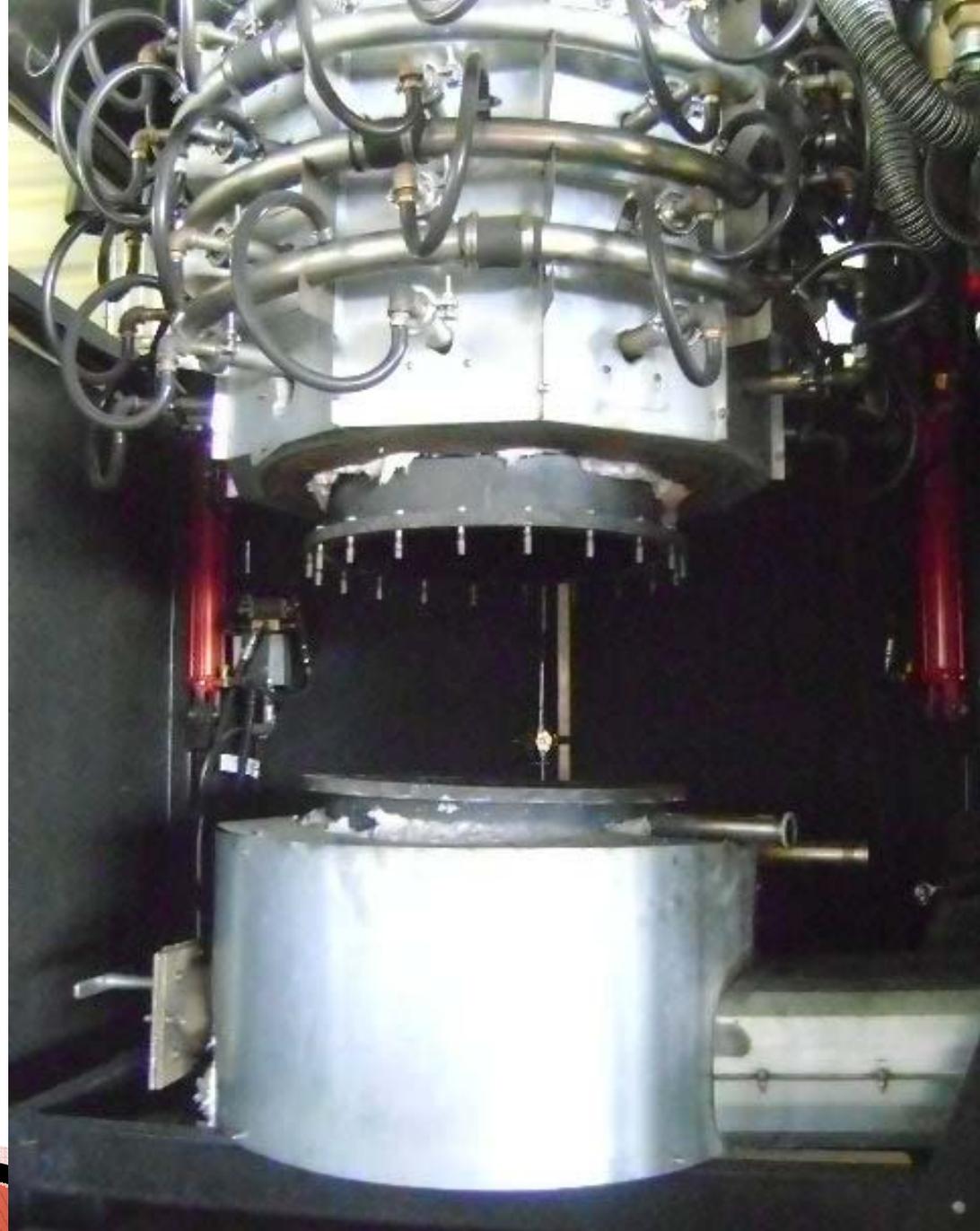
# Motor diesel- Unidad de gasificación





120743









# Aplicaciones y Riesgos

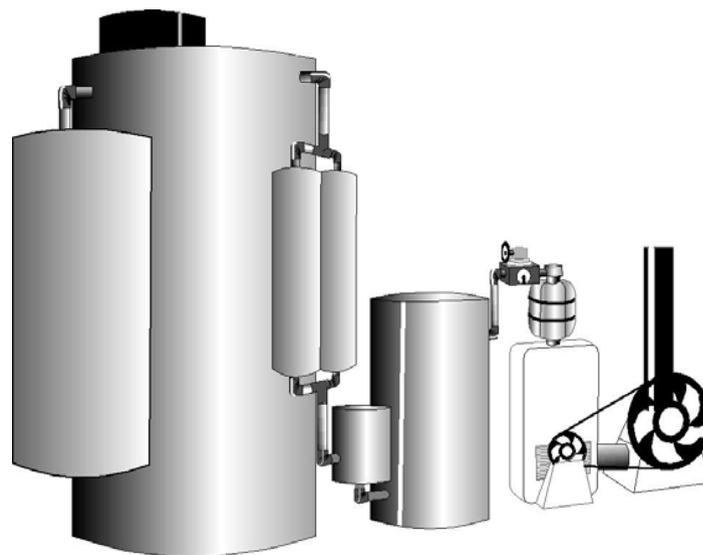
## Aplicaciones de la gasificación de la biomasa

- ▶ Producción de Gas Combustible
- ▶ Producción de Energía Mecánica o eléctrica en instalaciones fijas.
- ▶ Aplicaciones móviles.

## Riesgos sanitarios y ambientales derivados del empleo del gas pobre

- ▶ Riesgos tóxicos
- ▶ Riesgos de incendio
- ▶ Riesgos de explosión.
- ▶ Riesgos ambientales.

# “Desarrollo de un reactor molecular para la generación de energía a partir de biomasa a pequeña y mediana escala”



Director General: Misael Gutiérrez D.

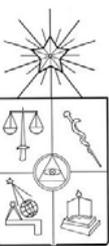
Director Alterno: Manuel Rodríguez R.

Gestión Cient.-Tec. y Financiera: Ariel Villalón M.

Investigadores: Sergio Gutiérrez D.; Miguel Castillo; Guillermo Guerra;  
Patricio Corvalán; Roberto Román.

Colaborador: José A. Sánchez I.

2006-2009



KPLODEMA



etrochil  
SOCIEDAD ANÓNIMA



Fondef  
FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO  
CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

# OBJETIVOS

- Diseñar, construir y evaluar tecnológicamente un reactor molecular para producir gas pobre.
  - Definir un modelo para dimensionar el mercado potencial de la Región del Maule.
  - Determinar la viabilidad técnico-económica y ambiental de la tecnología propuesta.
  - Transferencia tecnológica
- 

# ETAPAS DE DESARROLLO

- Diseño (cálculo y planos)
- Construcción (ENERCOM)
- Puesta en marcha (evaluación técnica)
- Aplicación en terreno
- Estudio de disponibilidad biomasa Región del Maule
- Transferencia tecnológica (Propiedad intelectual, comercialización)

# CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL EQUIPO

- Equipo móvil
  - Tipo corriente paralela *downdraft*
  - Potencia: 100 HP
  - Sector beneficiado: sector forestal (PYMEs)
  - Consumo combustible (resultado)
  - Costo aprox. MM\$ 30
- 

# CARACTERÍSTICAS ESPERABLES DEL GAS POBRE PRODUCIDO

1. Generación de un gas limpio de particulado y baja presencia de alquitrán

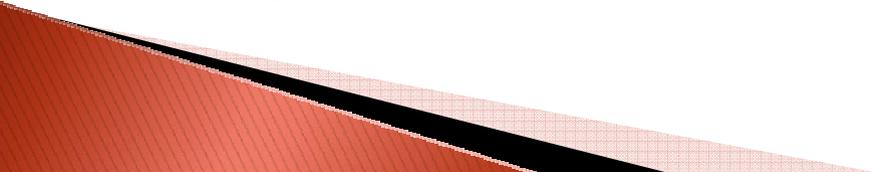
- Particulado  $< 50 \text{ mg/m}^3$
- Alquitrán  $< 100 \text{ mg/m}^3$
- Tamaño partículas  $< 10$  micrones

1. Temperatura del gas  $< 60^\circ \text{ C}$

1. Potencia de 100 HP (aprox.)

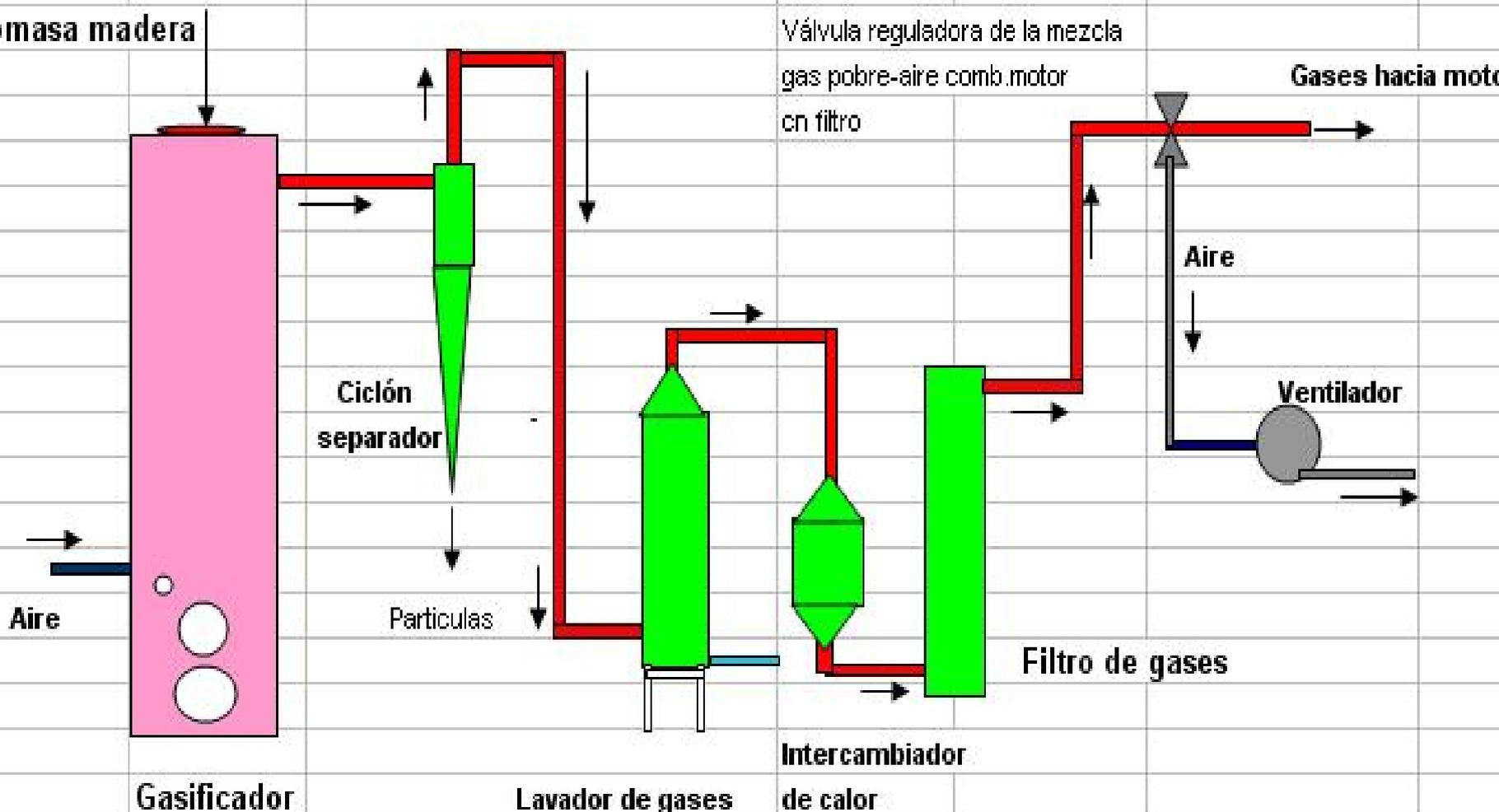
1. Poder calorífico del gas: 1.100–1.300 Kcal/m<sup>3</sup>

# POSIBLES USOS DE UNIDADES MÓVILES DE GASIFICACIÓN EN CHILE

1. Diseño, construcción y comercialización de gasógenos de otras capacidades – Empresa ENERCOM.
  1. Sustitución de petróleo en aserraderos pequeños y medianos.
  1. Sustitución energía eléctrica en Sistema Interconectado Central (SIC).
  1. Operación de secadores las 24 hrs. del día o sustitución en horas punta.
  1. Uso potencial en zonas rurales
- 

# Esquema Diseño Gasificador Proyecto FONDEF D0411083

## GRAMA DE GASES



# Distribuidor del agente gasificante



# Construcción altillo





# Ciclón-filtro



# Depurador de gases





S25  
x 100 x 3000  
Jale C



# Vista del Cuerpo Central del Gasógeno en Construcción







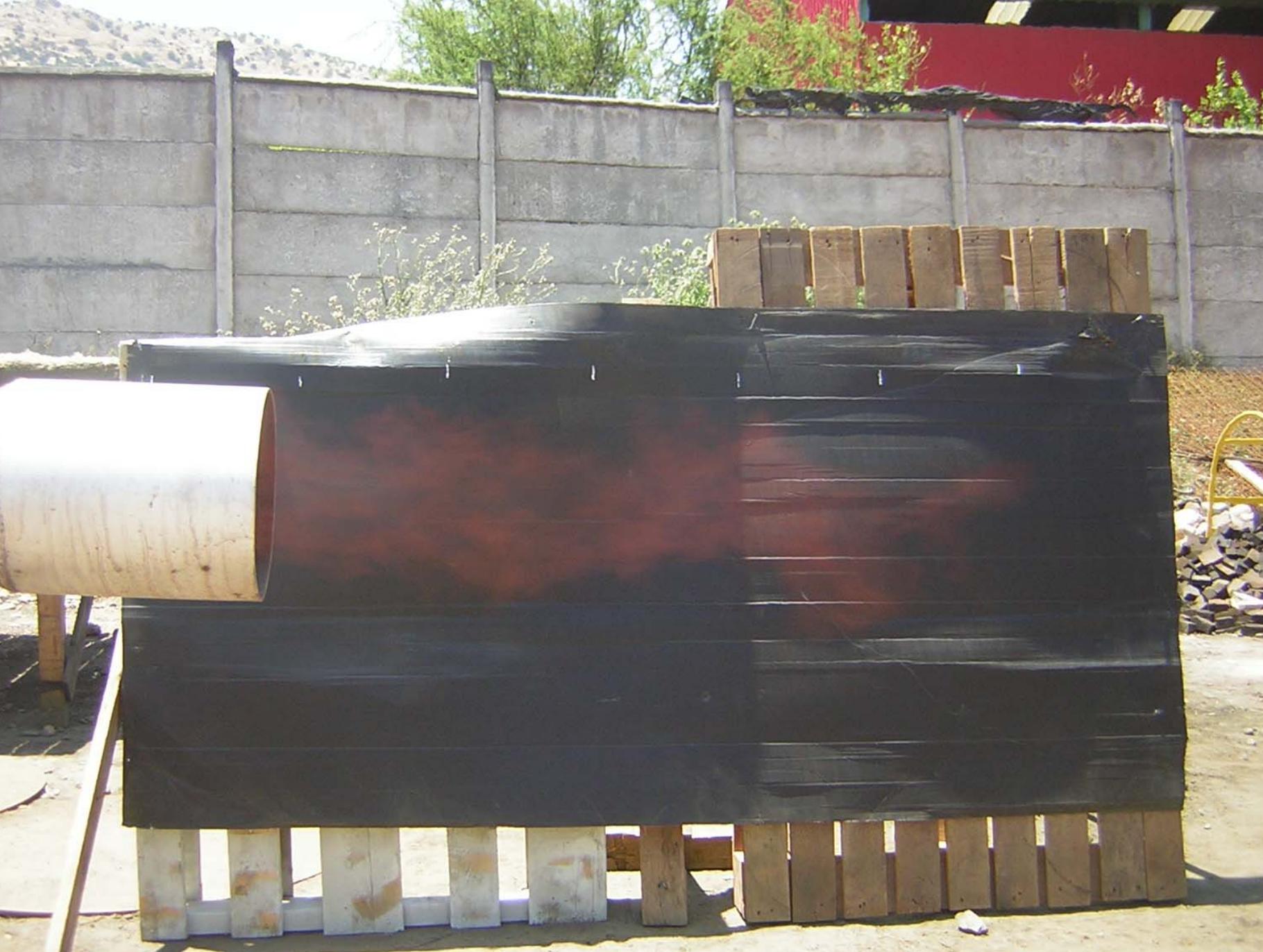
















# RESULTADOS PRELIMINARES

Producción de Gas: 180 m<sup>3</sup>/hr

Consumo combustible-biomasa: 70-75 kg/hr

Temperatura zona oxidación: 950-1000° C

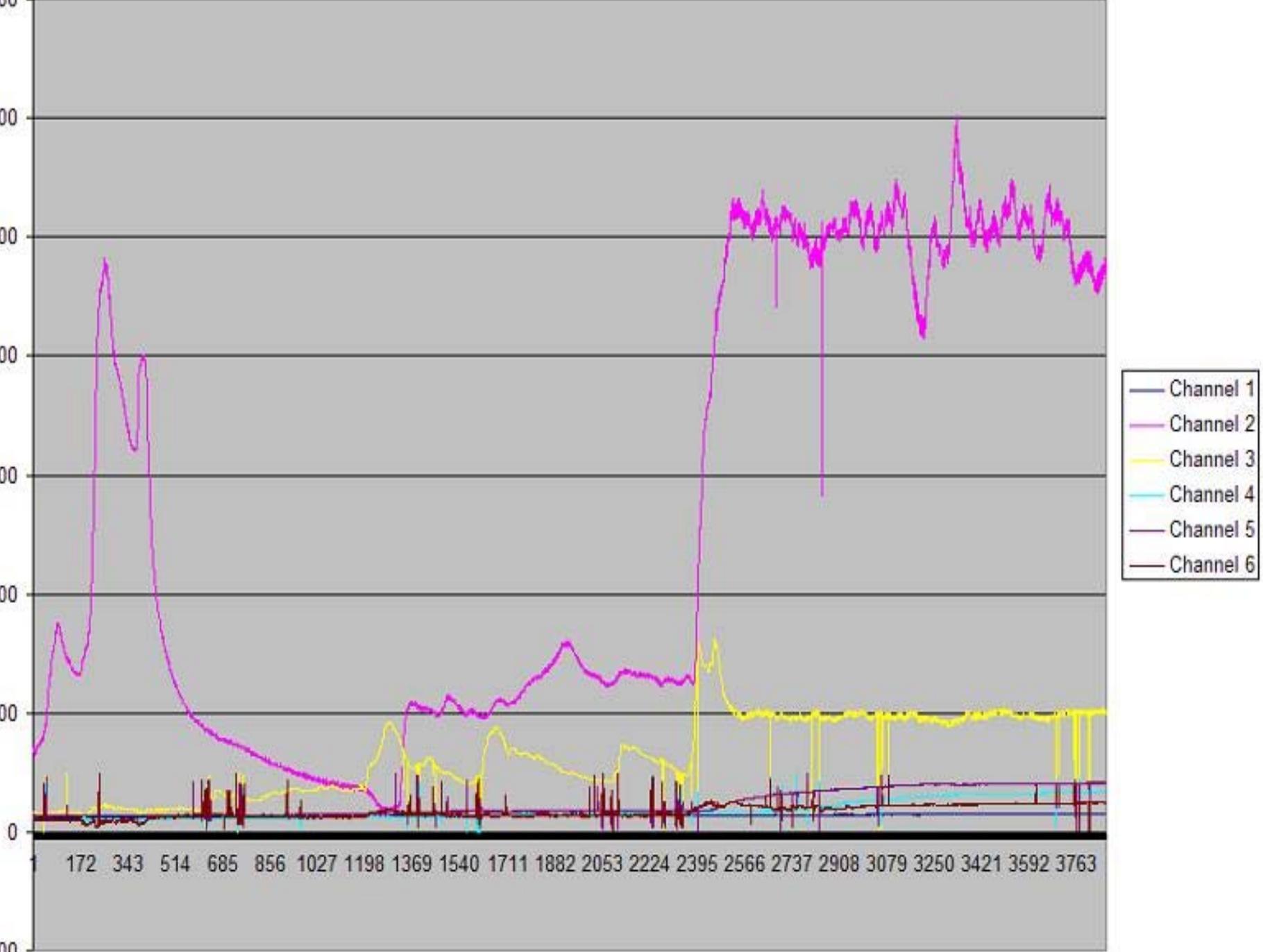
Temperatura salida de gases: 200-250° C

Consumo aire de combustión (agente gasificación): 0,022 m<sup>3</sup>/seg

Distancia llama para producción de 180 m<sup>3</sup> y diámetro inyector 50 mm: 1,50 metros

Potencia mecánica equivalente: 95-100 HP

Contenido humedad biomasa: 12%



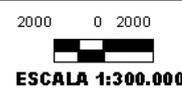
# Planta ENERCOM



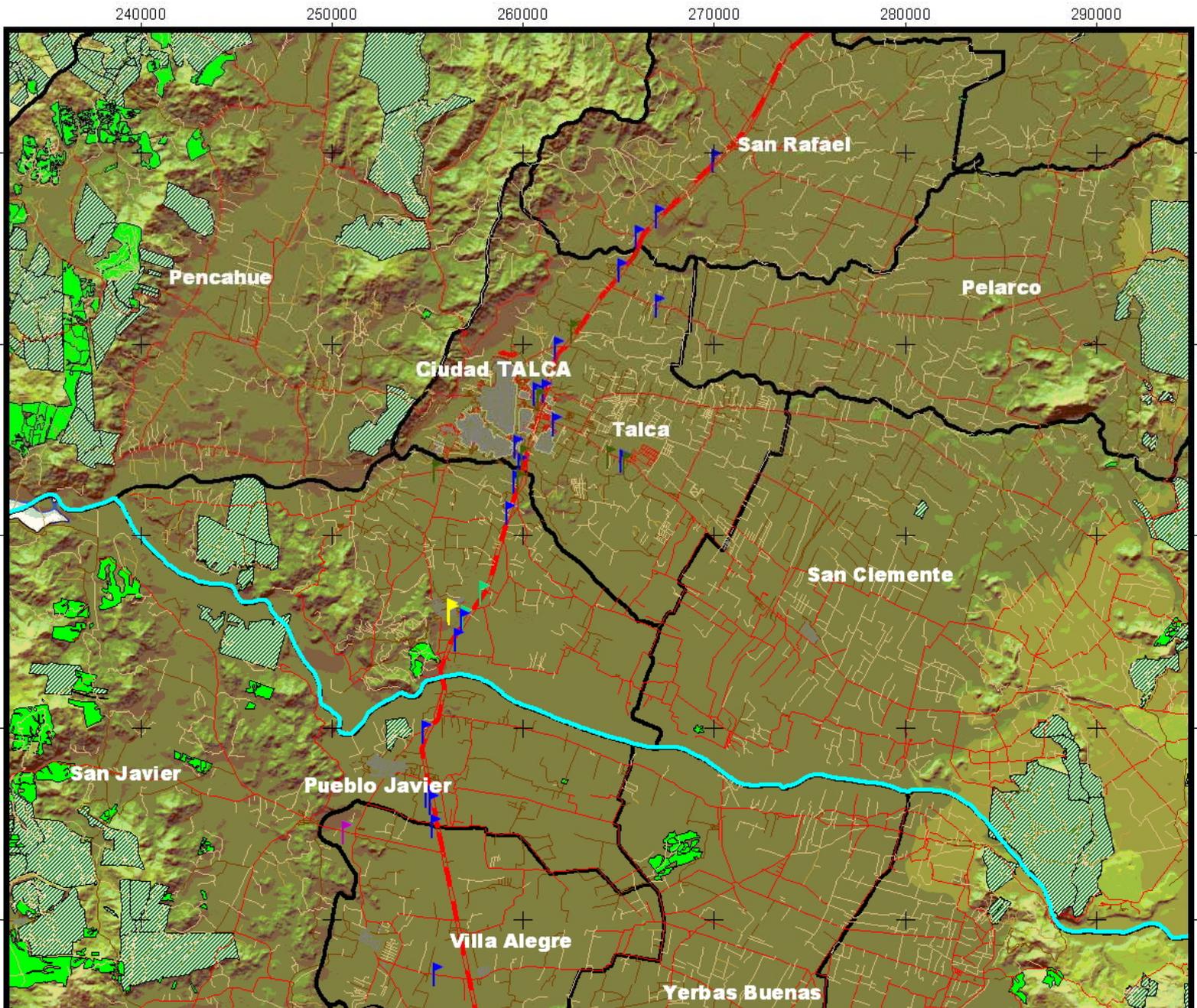


**REPRESENTACION  
AREA R**

- PLANTAS SECADORAS
- PLANTAS POLIMERAS
- PLANTAS DE ASTILLADO
- PLANTAS IMPREGNADAS
- PLANTAS DE EMBALAJE
- ASERRADEROS
- MADERAS ELABORADAS
- CONSTRUCCION CASAS
- BARRACAS
- RODALES INFOR
- RODALES EMPRESAS
- LIMITES COMUNALES
- LIMITES PROVINCIALES
- Autopista con se
- Calles en áreas
- Dos o más vías
- Huella
- Otras categorías
- Puente sobre ca
- Puente sobre hu
- Puente sobre se
- Sendero
- Superficie ligera
- Tunel



**Base:**  
Cartografía Oficial  
Elipsoide Int. 1905  
Datum Sud. 1956  
Proyección UTM  
Huso 19 Sur



240000 250000 260000 270000 280000 290000

6090000

6080000

6070000

6060000

6050000

6090000

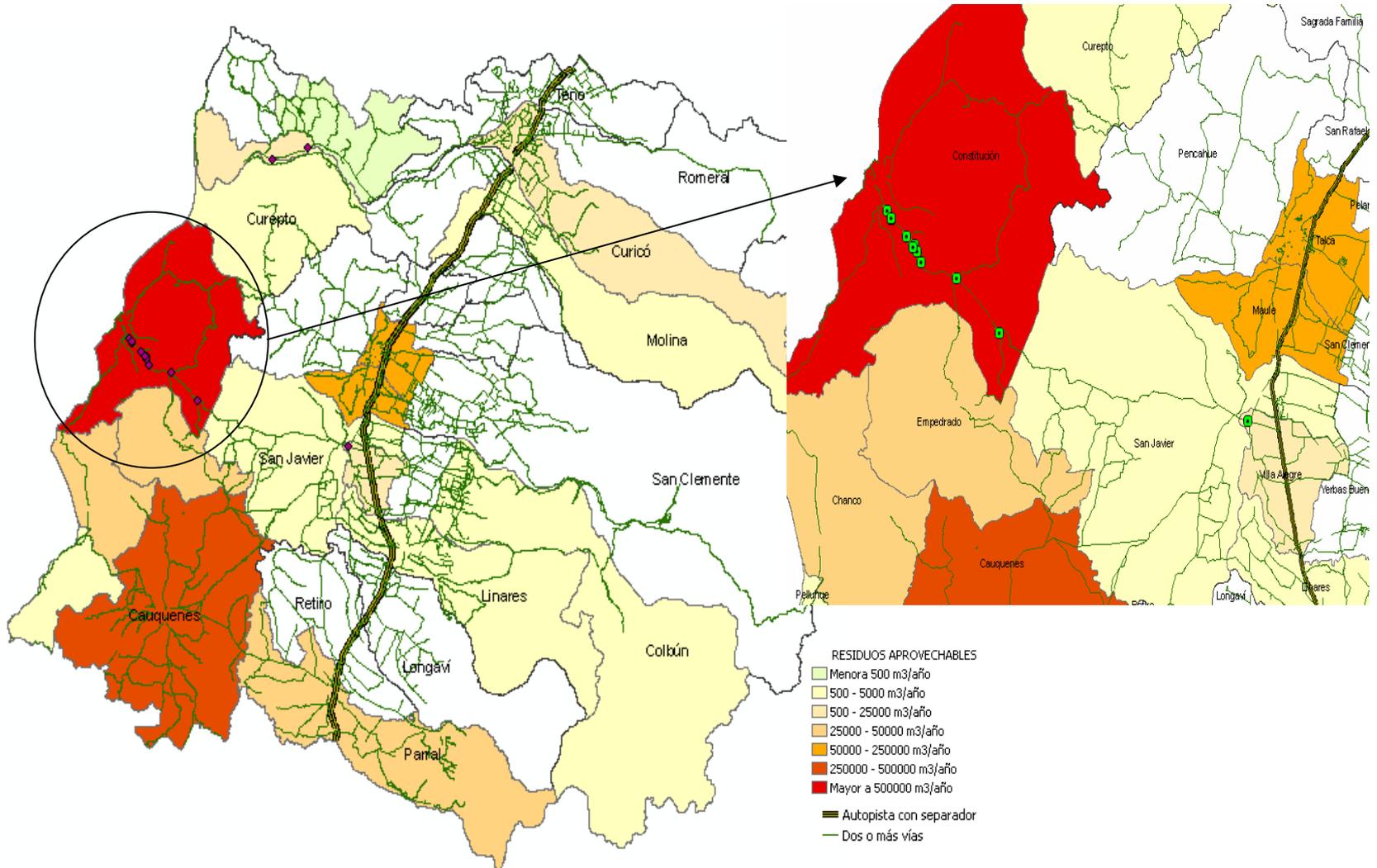
6080000

6070000

6060000

6050000

# Representación espacial de la existencia promedio en biomasa aprovechable para el proyecto, en miles de m<sup>3</sup> por año.





# TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

- ▶ Estudio de Propiedad Intelectual
- ▶ Protección industrial de aspectos innovativos en el diseño del gasificador
- ▶ Paquete tecnológico (sistema gasificador *downdraft* de biomasa)

# TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Aspectos que presentan nivel inventivo según Ley 19.039 de Propiedad Industrial y que permiten una ventaja competitiva del diseño realizado

- ▶ Facilidad en puesta en marcha
- ▶ Modificaciones en cámara de reducción (menor  $T^{\circ}$  salida)
- ▶ Sistema hidráulico único enfriamiento de gases
- ▶ Control del consumo de gas en motor diesel

# OTROS RESULTADOS DEL PROYECTO

- ▶ Formación de un Centro Tecnológico en Bioenergía.
- ▶ Formación de capacidades en Bioenergía.
  - Cursos de Diplomado
  - Cursos de capacitación



**Centro de Bioenergía  
Universidad de Chile**



**FIN**

**¡GRACIAS!**