

- Resultados del Proyecto “Mejoramiento de las Bases de Datos para una Política Energética Sustentable en Paraguay”-

Mario Rios, Martin Kaltschmitt



in cooperation with



supported by





Introducción



- Paraguay cuenta con grandes recursos renovables, en particular residuos orgánicos para la producción de biogás, biomasa sólida y la energía solar

- Se desarrolló una metodología clara y sencilla para la evaluación de proyectos energéticos con las condiciones en Paraguay.

- Se evaluaron 6 proyectos en las áreas:
 - Aprovechamiento del Biogás
 - Aprovechamiento de Biomasa sólida
 - Aprovechamiento de la Energía Solar





Metodología





Introducción



- Metodología para la evaluación de proyectos
- 6 Proyectos Evaluados
 - **1)** Calefones Solares de Agua en Paraguay para el Sector Residencial
 - **2)** Energía Solar Fotovoltaica en Centros Comunitarios Indígenas de Zonas Aisladas
 - **3)** Evaluación de una Plantación con fines energéticos, para una Empresa de Cerámicas en Paraguay
 - **4)** Factibilidad de una planta de biogás en Fincas Rurales en Paso Jhú Piribebuy
 - Factibilidad de una planta de biogás en la industria cárnica paraguaya
 - **5)** Cooperativa Multiactiva Neuland
 - **6)** Cooperativa Multiactiva Fernheim



Ejem. 1 - Proyectos Evaluados

- Calefones Solares de Agua en Paraguay para el Sector Residencial

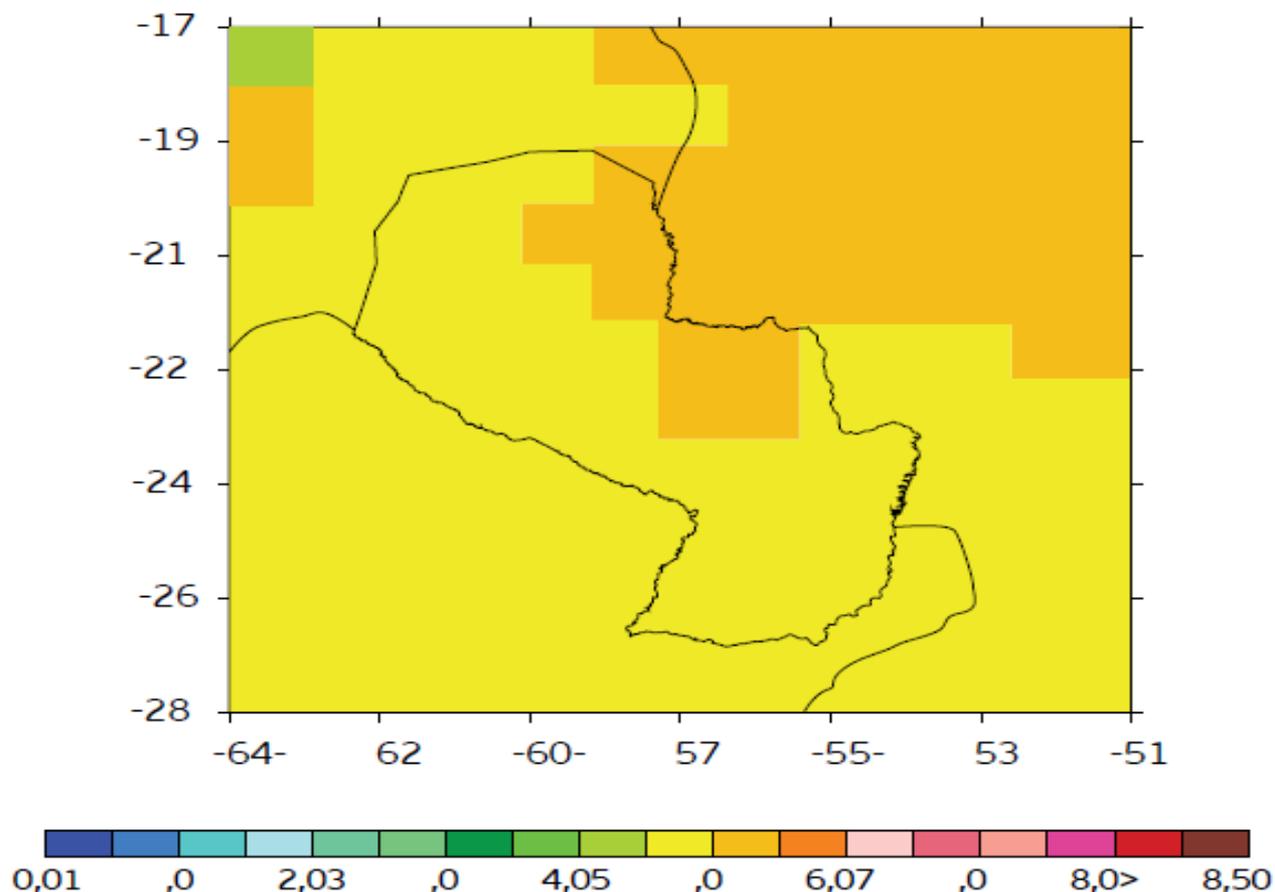




Calefones Solares de Agua en Paraguay



- Radiación solar media en Paraguay anual podría alcanzar cerca de 1,745 kWh/m²/año

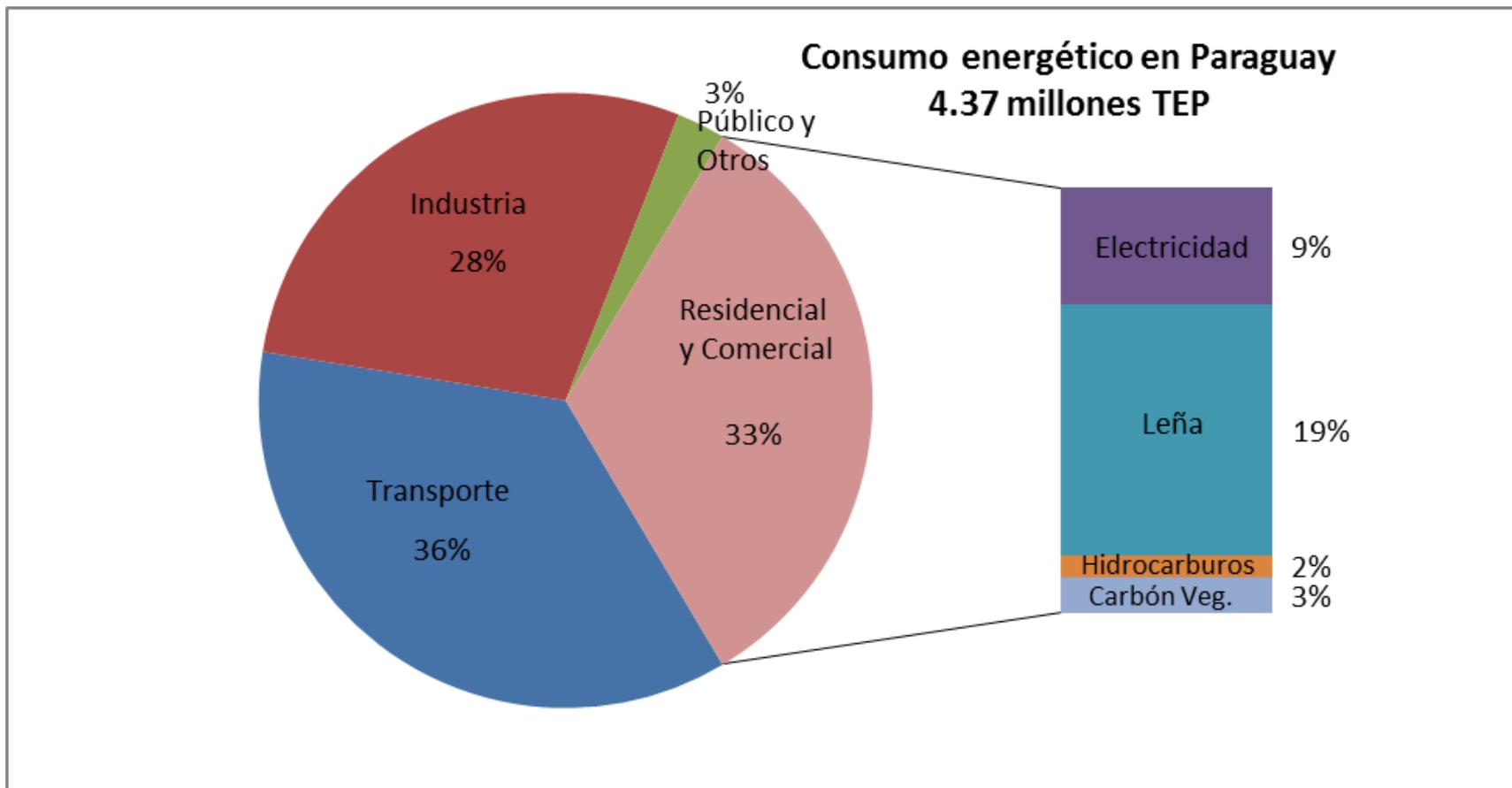




Calefones Solares de Agua en Paraguay



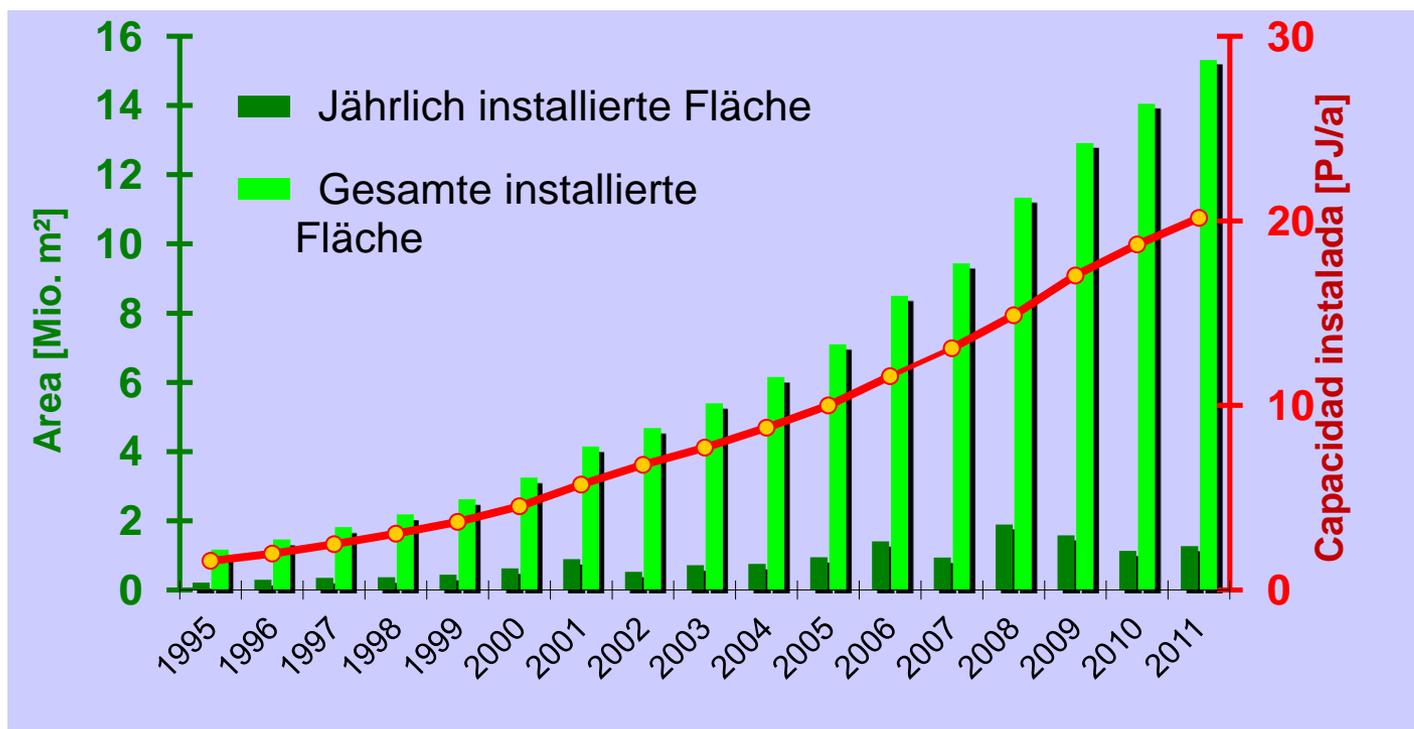
En el 2011, el consumo energético en el sector residencial en Paraguay fue 1.44 millones de TEP





Descripción del Proyecto

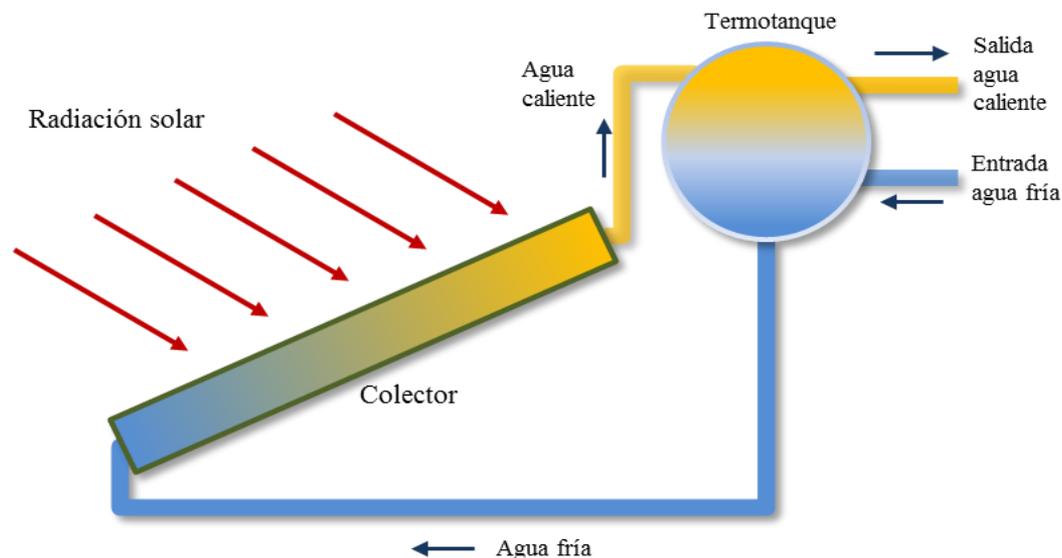
- El uso de calefones solares para el calentamiento de agua a bajas temperaturas ha demostrado ser una tecnología madura, confiable y de gran penetración en muchos países con alta radiación solar.
- IEA-SHC menciona que la capacidad instalada en el mundo se ha multiplicado **casi 6 veces** en los últimos 10 años





Calefones Solares de Agua en Paraguay

- Su uso más común es para calentar agua para uso en albercas o servicios sanitarios (duchas, lavado de ropa o trastes) tanto en ambientes domésticos como comerciales.
- Un calefón solar está formado por aletas captadoras y tubos por donde circula el agua, los cuales capturan el calor proveniente de los rayos del sol y lo transfieren al agua que circula en su interior.
- Se les clasifica en la categoría de baja temperatura, debido a que funcionan con temperaturas menores a los 100°C .





Calefones Solares de Agua en Paraguay



- En Paraguay una gran proporción de viviendas usan una regadera eléctrica para ducha (EPH 2010).
- El uso de estas regaderas eléctricas aunque, es eficiente comparado con un termo-calefón a gas, presenta un alto consumo eléctrico, llegando a representar en algunos casos hasta el 50% del consumo eléctrico de una vivienda.





Calefones Solares de Agua en Paraguay

THE FIVE

Estimaciones

4 habitantes por vivienda

Y que en la gran mayoría de estas viviendas se usa una regadera eléctrica

Una regadera eléctrica posee una potencial nominal de ~ **5.4 kW**

Asumiendo: 10 minutos x ducha

El consumo eléctrico de una vivienda promedio ascendería
: **1,340 kWh/añual**





Calefones Solares de Agua en Paraguay

THE FIVE

■ Analisis consumo energetico calentamiento de agua para Ducha en una Vivienda



Una ducha promedio utiliza 10 min a 5.5 litros/min

Considerando un incremento en temp. de 25 °C

$Q_u = (\text{litros/día})(\text{densidad del agua})(\text{calor específico})(\text{incremento en la temperatura})$

$Q_u = (5.5 \text{ l/día})(1 \text{ kg /litro})(4.187 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C})(25^\circ\text{C})$

$Q_u = \underline{5.76 \text{ MJ x ducha individual}}$

Considerando 4 personas y 365 días al año

Consumo en una vivienda por ducha / día:

~ **8.4 GJ/año**

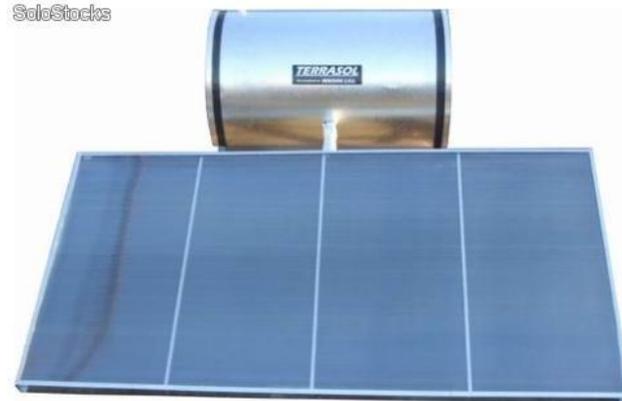




Calefones Solares de Agua en Paraguay

THE FIVE

- Analisis de un calefón Solar
- Radiación promedio en Paraguay / $m^2 = 6.210 \text{ GJ}$ (1,725 kWh/ m^2 /año)
- Considerando un 50% de eficiencia en un calefón solar (total del sistema)
- = 1 m^2 de calefón solar cubre anualmente ~ **3.1GJ**
- Por lo que para una vivienda que necesita **8.4GJ**, ocupa un sistema de aproximadamente 2.71 m^2 , redondeando: **3 m^2**





Calefones Solares de Agua en Paraguay



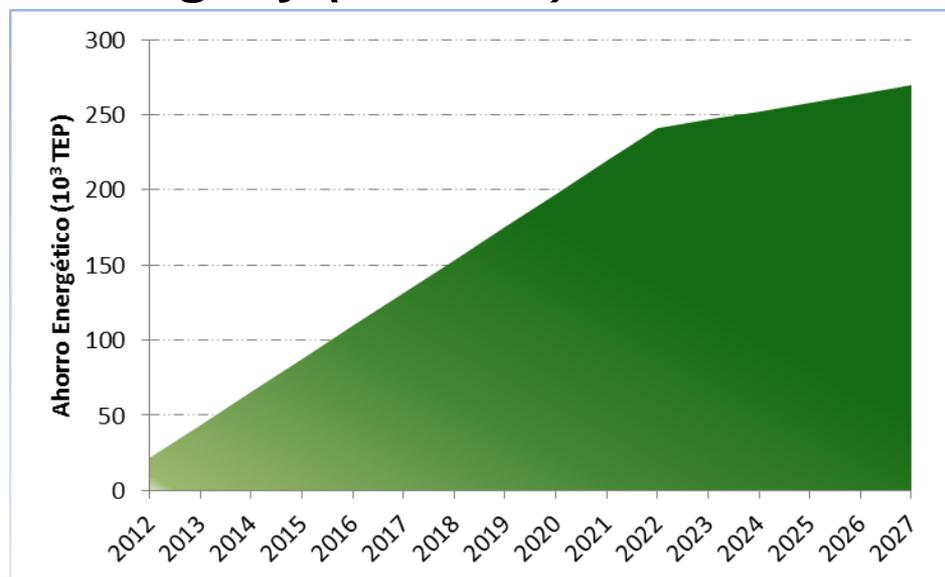
■ Potencial Ahorro Energético en Paraguay

- Viviendas actuales potenciales en Paraguay:

1.4 millones viviendas

- Suponiendo una instalación del 10% anual
- Además, que cada año se agregan 50,000 nuevas viviendas
- Se estima un ahorro acumulado energético (electricidad) en el sector residencial de Paraguay (15 años) de:

270,000 TEP





Calefones Solares de Agua en Paraguay



■ ***Análisis Económico: Calefón solar***

- **Costo: \$909 usd (4,000,000 guaranies)**
- **Costo instalación 20% del costo inicial (\$182 usd)**
- **Vida util del equipo: 15 años**
- **Costo operación y mantenimiento: ~ \$5usd/anuales**

■ ***Regadera electrica***

- **Costo: \$15 usd**
- **Costo instalación: \$0 (cero)**
- **Vida util del equipo: 10 años**
- **Costo operación y mtto.: \$0 (cero)**

- ***Tasa de descuento 10 %***
- ***Periodo de estudio: 15 años***





Calefones Solares de Agua en Paraguay

THUVE

■ *Resultados*

Periodo de recuperación de la inversión **6.46 años**

VPN: \$156.77

TIR: 12.61%

Se evitarían **1,340 kWh/anuales**

Y considerando precios actuales de electricidad
Publicados en la ANDE

~ **110 usd/anuales** en ahorros de energía
eléctrica por vivienda





Ejem. 2 - Proyectos Evaluados

- Evaluación proyecto factibilidad de una planta de biogás en la industria cárnica paraguaya -Multiactiva Fernheim-





Biogás de la Industria Cárnica



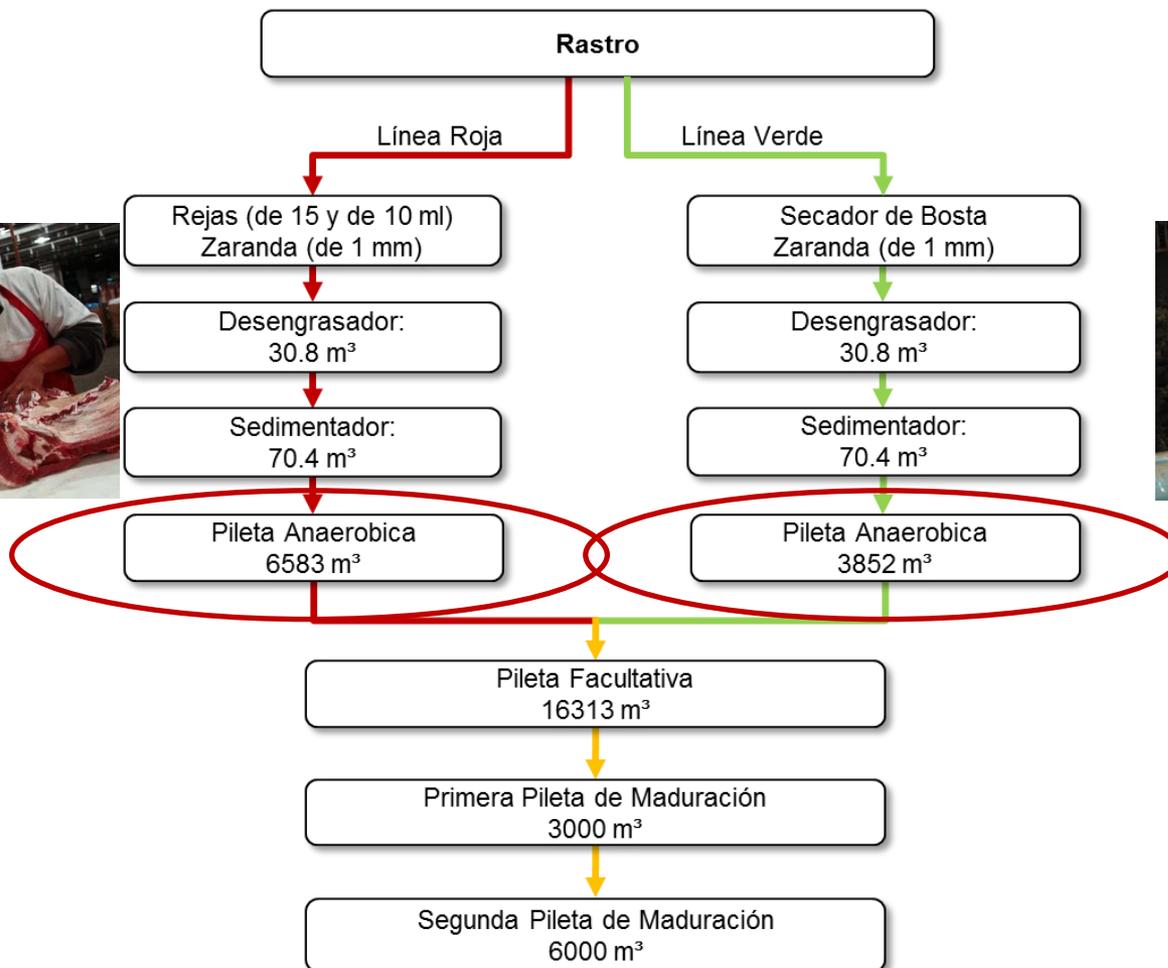
- La capacidad total de la planta alcanza 1300 animales (210 toneladas) por día.
- Actualmente el procesamiento promedio es de 750 animales por día.
- La planta suele funcionar entre 8 a 10 horas diarias y 290 días al año.





Biogás de la Industria Cárnica

- Esquema general del las aguas residuales del Frigorífico





Biogás de la Industria Cárnica



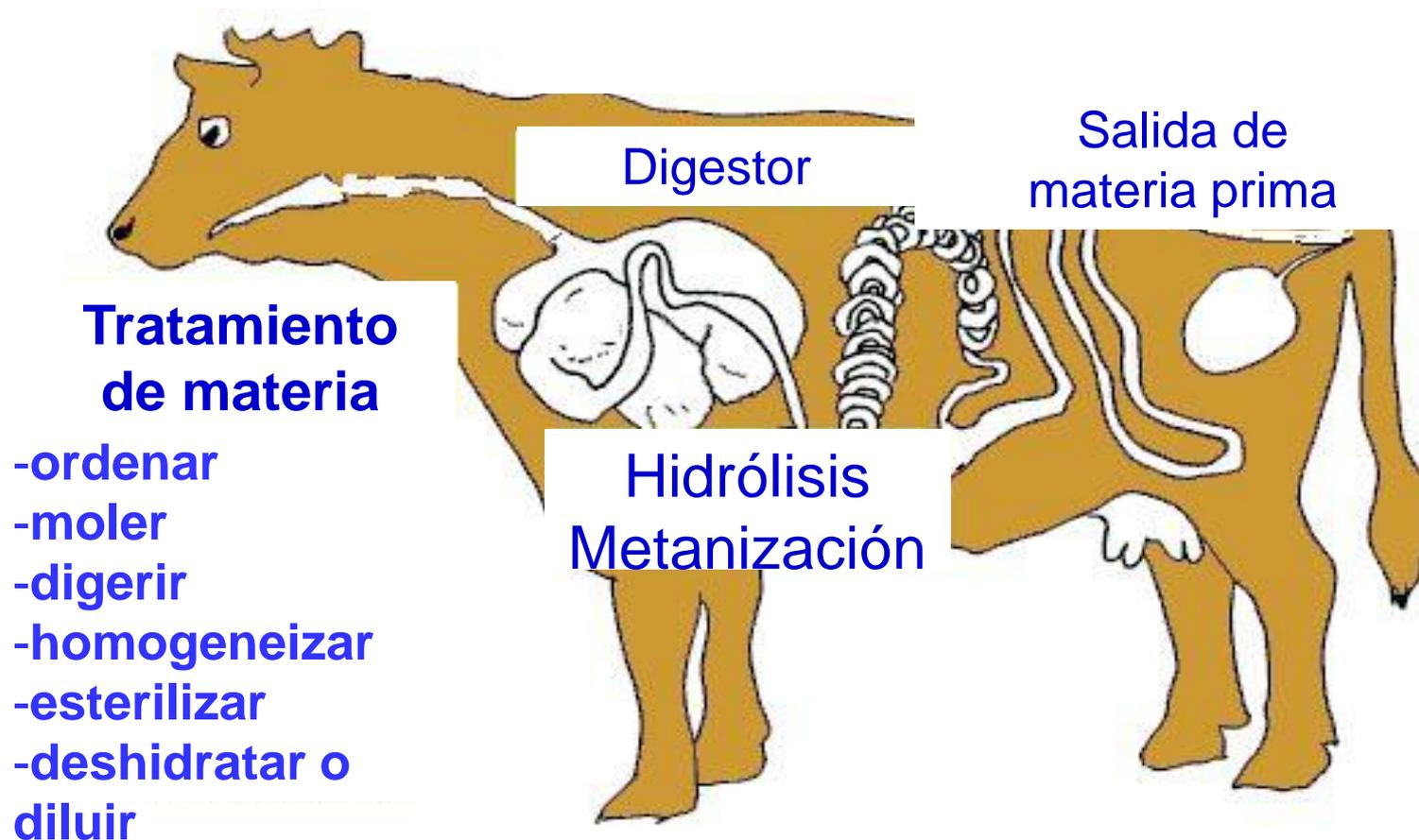
- Básicamente el proceso de digestión anaeróbica ya está funcionando dentro de esas piletas, pero el biogás no es recolectado.





Biogás de la Industria Cárnica

- El Biogás contiene de 50 a 60 % en promedio de metano (CH_4)
- Como se produce el Metano (CH_4):





Biogás de la Industria Cárnica

THE
FIVE

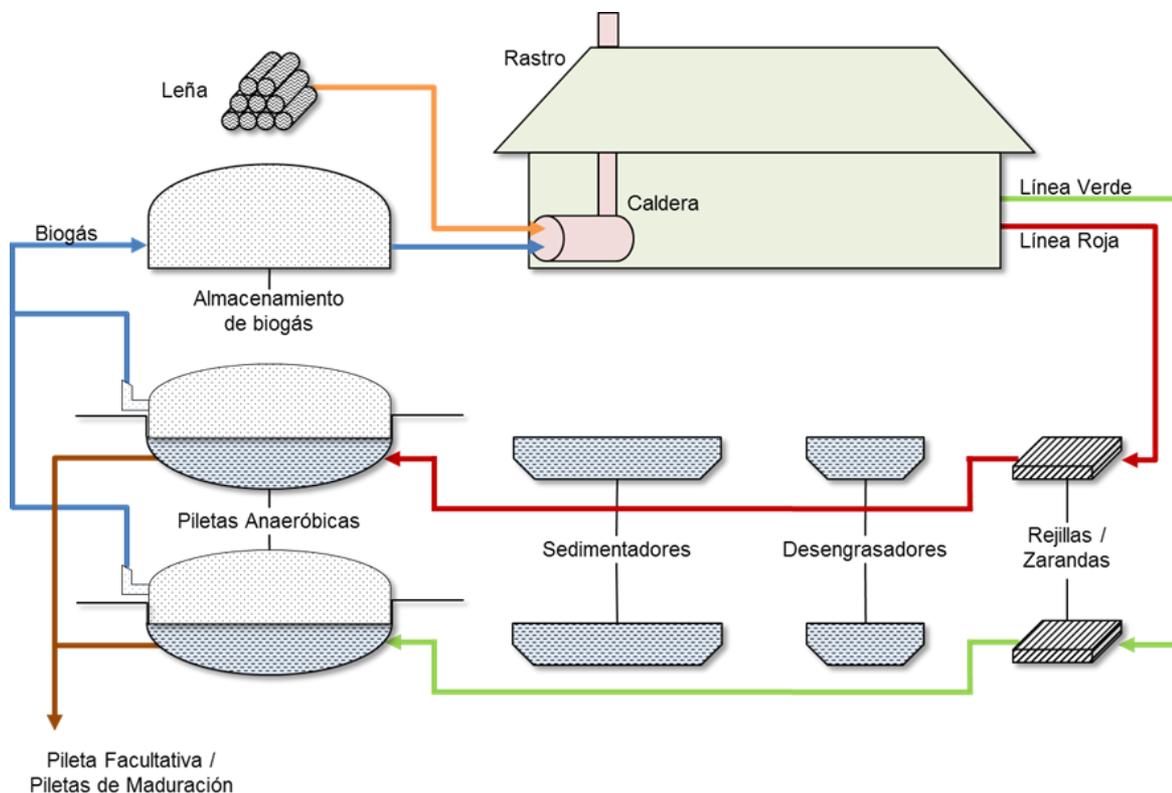
- Uso de leña para producción de energía térmica
- Como muchas otras industrias un alto consumo de energía en un frigorífico afecta directamente al costo del producto final, restando competitividad a la industria.





Biogás de la Industria Cárnica

- Al pasar por las diferentes etapas de tratamiento, las aguas residuales pierden una parte de la demanda orgánica, resultando en una disminución del potencial de biogás. Para evitar estas pérdidas se propone descargar las aguas residuales directamente en las piletas anaeróbicas.





Biogás de la Industria Cárnica



**Cubierta de material impermeable y elástico con protección de rayos ultravioleta.
Pueden ser:
Cloruro de polivinilo (PVC)
Caucho de etileno propileno dieno (EPDM)**





Biogás de la Industria Cárnica



Rendimiento total de biogás al año

Tabla 6: Rendimiento de Biogás

	Línea Roja	Línea Verde
Cantidad total de agua residual [litros cabeza/día]	651	618
Cantidad total de agua residual [litros/día]	487,950	463,160
DQO [mg/l]	5,218	6,090
DQO [kg/año] ¹	738,376	817,988
Rendimiento del biogás [m ³ / kg DQO]	0.3	0.3
Biogás [m ³ /año]	221,513	245,396
Rendimiento total de biogás [m³/año] (Ambas líneas)		466,909
Rendimiento total de biogás [m³/día] (Ambas líneas)		1,279



Biogás de la Industria Cárnica

■ Potencial térmico

Tabla 7: Potencial teórico energético

Valor Calórico de Biogás [MJ/m ³]	20
Potencial energético [TJ/a]	9.3
Potencial térmico [GWh/a]	2.6





Biogás de la Industria Cárnica

- Se propone una co-combustión del biogás junto con la leña dentro de la caldera de vapor.
- Con una eficiencia térmica del proceso de conversión de biogás de 80%. (10 hs por día, 290 días al año)

Tabla 8: Potencial energético

Potencial térmico teórico [GWh/a]	2.6
Potencial térmico [GWh/a] (eficiencia de 80%)	2.1



Biogás de la Industria Cárnica

■ Demanda térmica

- Se necesita un promedio de 10.5 toneladas de leña por día.
- 290 días al año

Tabla 9: Demanda térmica actual

Uso diario de leña [t]	10.5
Uso anual (290 días) de leña [t]	3,045
Valor Calorífico de leña [MJ/t]	14,486
Potencial térmico teórico [TJ/a]	44.1
Potencial térmico teórico [GWh/a]	12.3
Demanda térmica actual [GWh/a] (eficiencia de 80%)	9.8



Biogás de la Industria Cárnica



- Consumo de energía caldera: **9.8 GWh/año**
- Potencial de energía Biogás : **2.1 GWh/año**

- Con estos valores podemos asumir que el potencial térmico del biogás producido dentro de las lagunas cubiertas podría suministrar hasta un 21% de la demanda térmica total del rastro.

- Esto significaría un ahorro anual de 644.6 toneladas (1,611 TEP)
- 2.2 toneladas de leña por día (5.5 TEP)



Biogás de la Industria Cárnica



- Con un tratamiento adecuado se disminuye las emisiones de gas metano a la atmósfera causantes del efecto invernadero.
- Además se reduce lo patógenos, se eliminan los malos olores y se protege los recursos de los mantos freáticos y aguas superficiales.
- También, se reduce el uso de combustibles convencionales como la leña que durante su combustión produce gases y cenizas que afectan a la salud humana.
- Aportaría nuevos empleos en la fabricación, venta, instalación y mantenimiento de equipos para la obtención y utilización del biogás. Aunado a una recaudación tributaria que apoyaría directamente al estado
- Generaría un nuevo campo de conocimientos en las Universidades e Institutos y mayor desarrollo tecnológico de la región.

Situación: GANAR-GANAR!

Energía Renovable y Tratamiento adecuado de Residuos





Biogás de la Industria Cárnica



- Se estima que en Paraguay existen entre 40-60 Frigoríficos activos
- El aprovechamiento energético de las aguas residuales en la industria cárnica paraguaya puede ser estimado entre 100-200 TJ por año, que es equivalente a 16,000- 33,000 TEP por año.





Conclusiones



- Se generó una metodología simple y transparente para evaluar proyectos energéticos en Paraguay
- Paraguay cuenta grandes recursos locales y nacionales para la producción de energía ecológica y renovables con las circunstancias actuales
- El uso de estos recursos renovables ayuda en la diversificación de las fuentes energéticas en un marco de desarrollo sustentable.
- Además que serían fuentes generadoras de empleo y el desarrollo de nuevos mercados internos de energías renovables en Paraguay.



**- GRACIAS -
por su atención**

Mario.Rios@tuhh.de

**Technische Universität Hamburg-Harburg
Hamburg University of Technology
Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE)
Institute of Environmental Technology and Energy Economics (IUE)**

Eissendorfer Str. 40; D-21073 Hamburg
Tel. / Fax: ++49 – 40 – 42878 – 3008 / 2315

Ansprechpartner / Contact person:

M.Sc. Mario Rios