

10° Encuentro de Proveedores y Contratistas Grupo EPM V Edición Jornadas Técnicas

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

Grupo·epm



Combustión en Lecho Fluidizado de los biosólidos de San Fernando como Alternativa Energética

Ph.D. ALEJANDRO JARAMILLO ARANGO
Profesor del Pregrado en Ingeniería Energética
Universidad de Antioquia

- ¿Qué es Ingeniería Energética?
- Conceptos generales de combustión de biosólidos.
 - Tecnologías
 - Ventajas
 - Limitaciones
- Características de los biosólidos de San Fernando.
- Experimentos de combustión de biosólidos.
- Posibilidades de implementación de combustión de biosólidos de San Fernando.
- Opciones para desarrollar un proyecto dirigido a la combustión de biosólidos.

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

¿Qué es Ingeniería Energética?



¿Qué es Ingeniería Energética?

10° Encuentro
de Proveedores y Contratistas Grupo EPM
V Edición Jornadas Técnicas

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital



Pregrado de la Facultad de Ingeniería donde se integran los saberes relacionados con la energía de *Ingeniería Eléctrica*, *Ingeniería Química* e *Ingeniería Mecánica*.

Para un mundo donde la humanidad se encuentra al filo de las posibilidades futuras de existencia por el calentamiento global y los altos niveles de consumo energético ligados a las emisiones de GEI, el ingeniero energético tiene el reto de aportar a los sectores:

- **Energías renovables**
- **Combustibles fósiles**
- **Transición energética**
- **Eficiencia energética**
- **Movilidad sostenible**

¿Qué es Ingeniería Energética?

10° Encuentro
de Proveedores y Contratistas Grupo EPM
V Edición Jornadas Técnicas

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

Profesores

Más de

16



NOE MESA

Jefe Departamento de
Ingeniería Eléctrica
Ingeniero Electricista
Magíster en Ingeniería

Estudiantes

Más de

70



ARLEY CARDONA

Coordinador
académico
Ingeniero Mecánico
Magíster en Ingeniería



ALEJANDRO JARAMILLO

Docente
Ingeniero Químico
Doctor en Ingeniería –
Sistemas Energéticos



Grupo **epm**

¿Qué es Ingeniería Energética?

10° Encuentro
de Proveedores y Contratistas Grupo EPM
V Edición Jornadas Técnicas

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

Movilidad Eléctrica



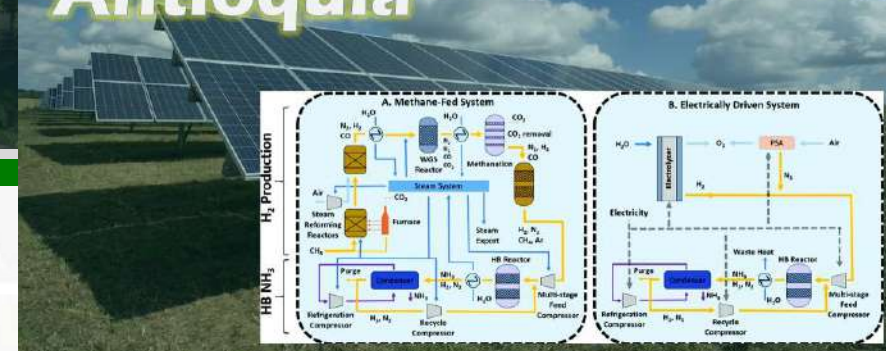
Conversión de un

Distritos Térmicos



¿Se podrá hacer más eficiente la climatización de espacios en Apartadó?

Hidrógeno verde para fertilizantes en Antioquia



¿Qué es Ingeniería Energética?

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

Calefacción de hogares geriátricos y escuelas del Oriente

Opciones térmicas para los Residuos Sólidos Urbanos en Oriente.

Recuperación de calor en hornos de locerías de El Carmen y Viboral

Gasificación de residuos bananeros para generación eléctrica en Urabá



SimPy

Análisis de incertidumbre

Variables estocásticas
Simulación de Montecarlo

Análisis probabilista

- 700
- 500
- 1000
- 10000
- 100000
- 1000000

Simulación

Python
SimPy

- Modelos de simulación por eventos
- Ejecución de simulaciones paralelas
- Simulación de procesos estocásticos
- Creación de modelos de simulación
- Desarrollo de aplicaciones
- Ejecución de simulaciones

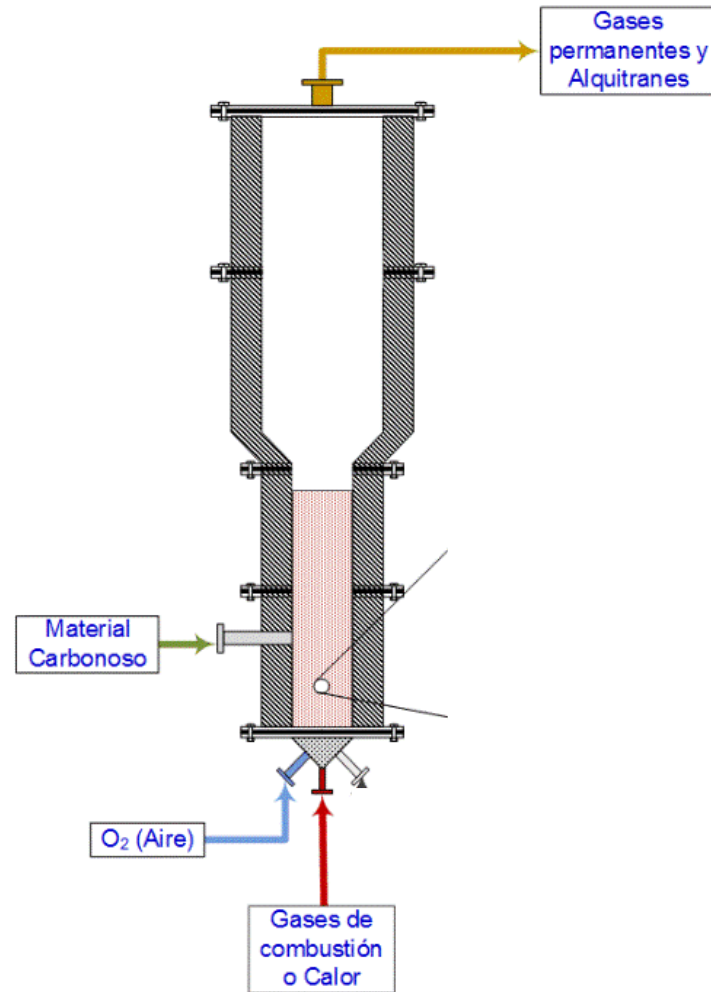
- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

Conceptos generales de combustión de biosólidos



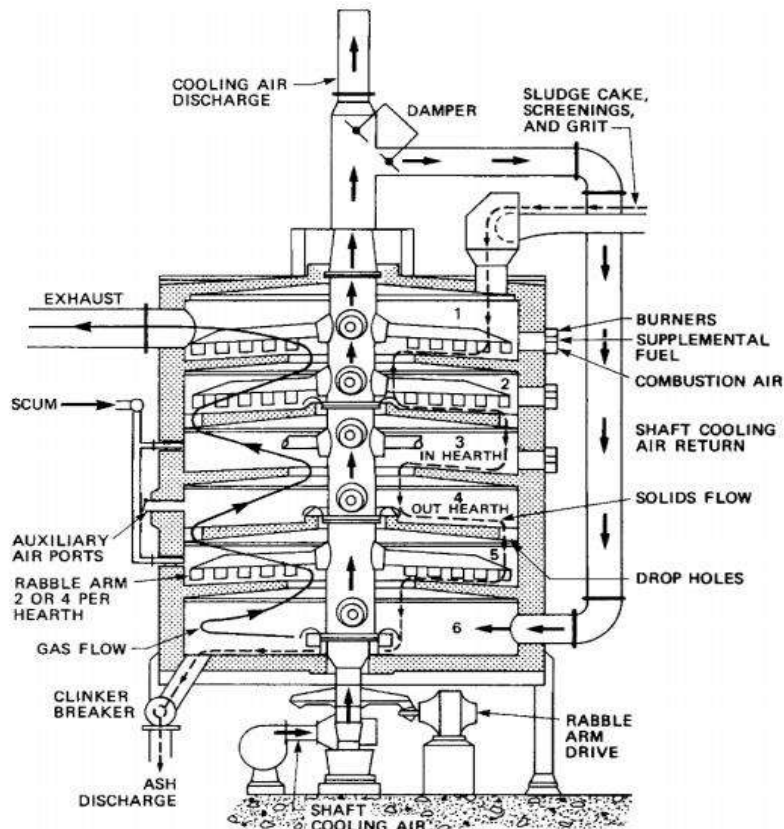
Combustión de biosólidos

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

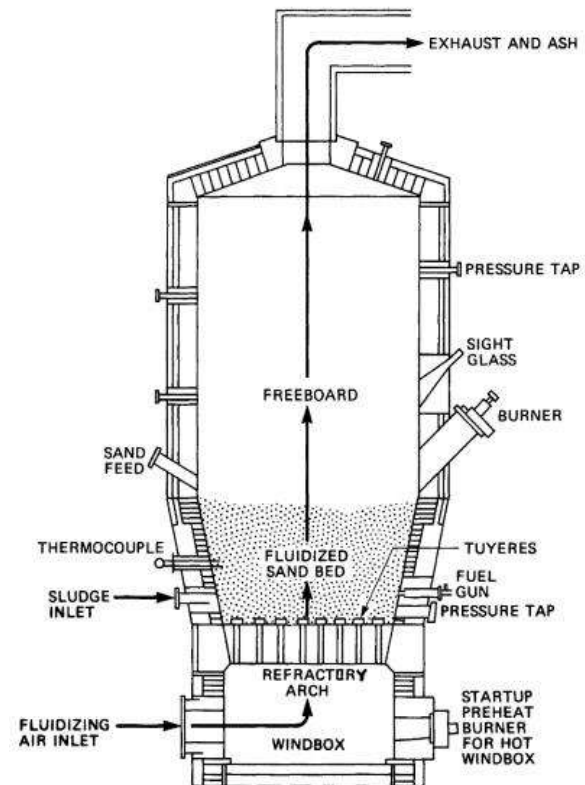


Tecnologías para la combustión de biosólidos

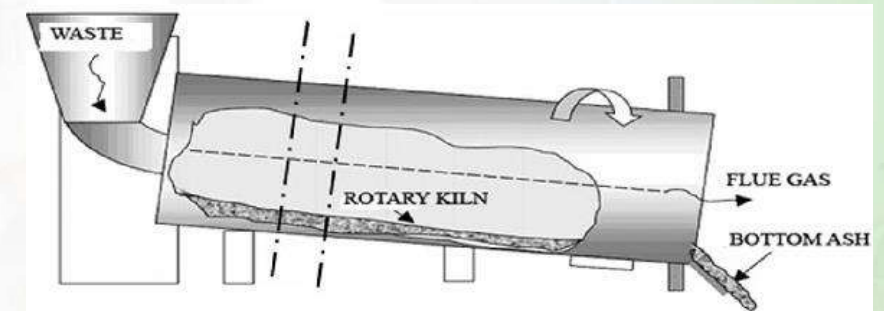
- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital



MHF

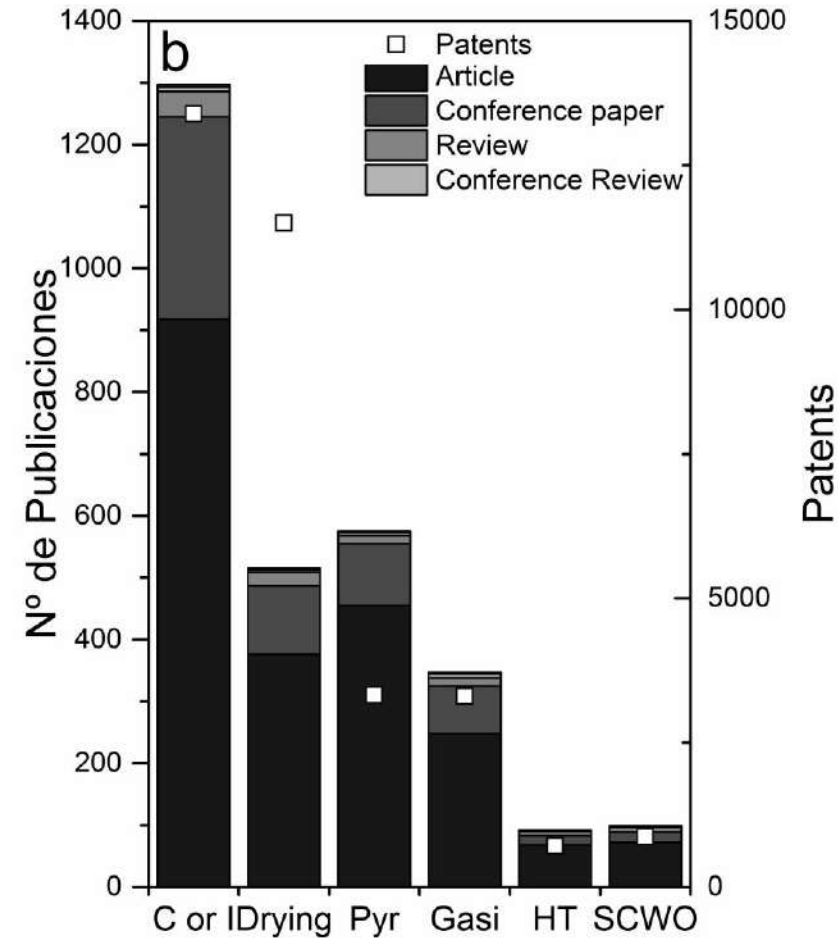
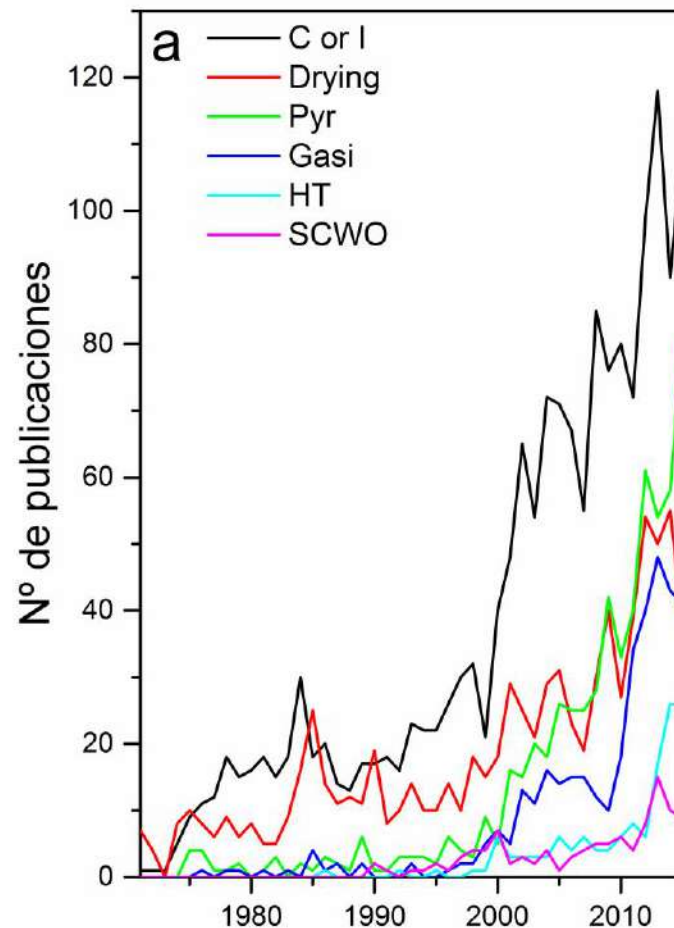


COMBUSTOR EN LECHO FLUIDIZADO



INCINERADOR DE HORNO ROTATORIO

La combustión de biosólidos es una tecnología madura



Ventajas y limitaciones en la combustión de biosólidos

VENTAJAS

- Máxima reducción de volumen de sólidos, hasta un 90%.
- Baja sensibilidad a composición de lodos.
- Minimización de olores.
- Sistemas confiables.
- Posibilidad de recuperación de energía.
- Destrucción de toxinas y patógenos.

LIMITACIONES

- Intensivos en capital.
- Proceso justificado sólo a gran escala.
- Requerimiento de personal calificado para operación y mantenimiento.
- Tratamiento intensivo de descargas a la atmósfera.
- Posibilidad de emisión de metales pesados, dioxinas y furanos

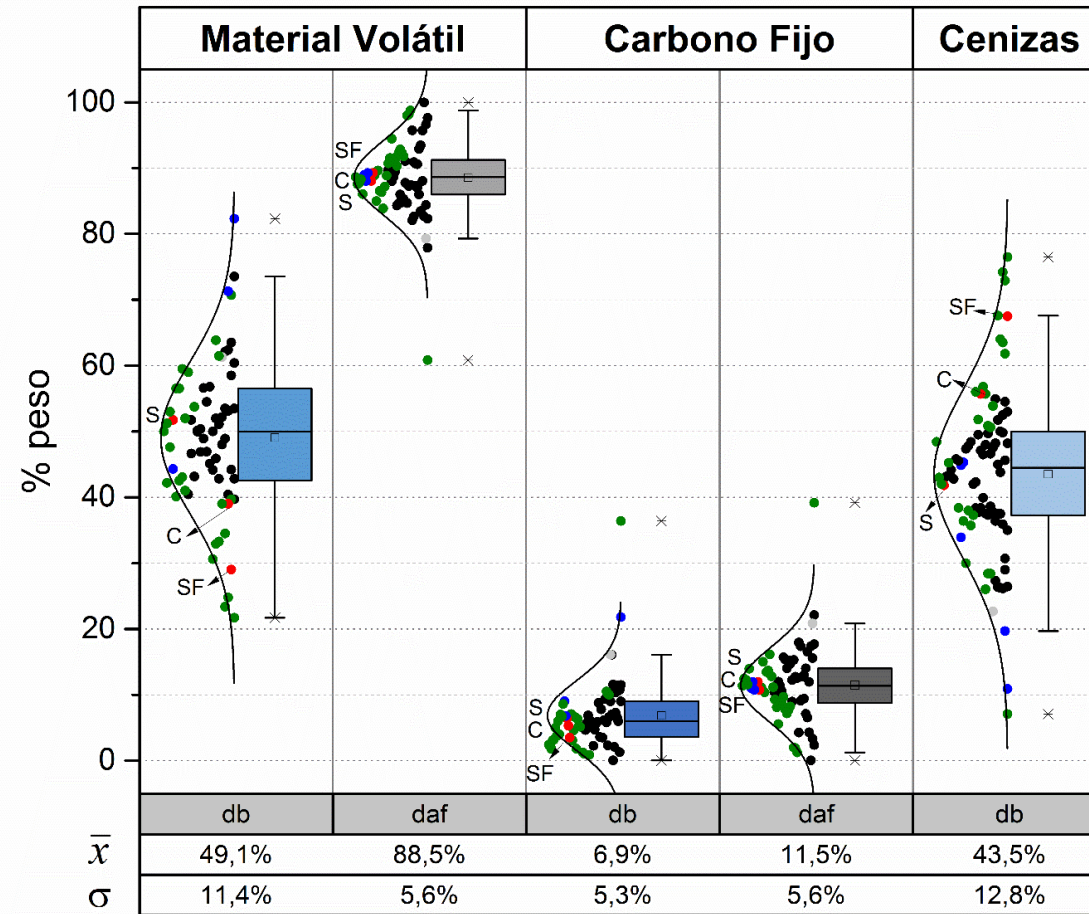
- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

Características de los biosólidos de San Fernando



Características de los biosólidos de San Fernando.

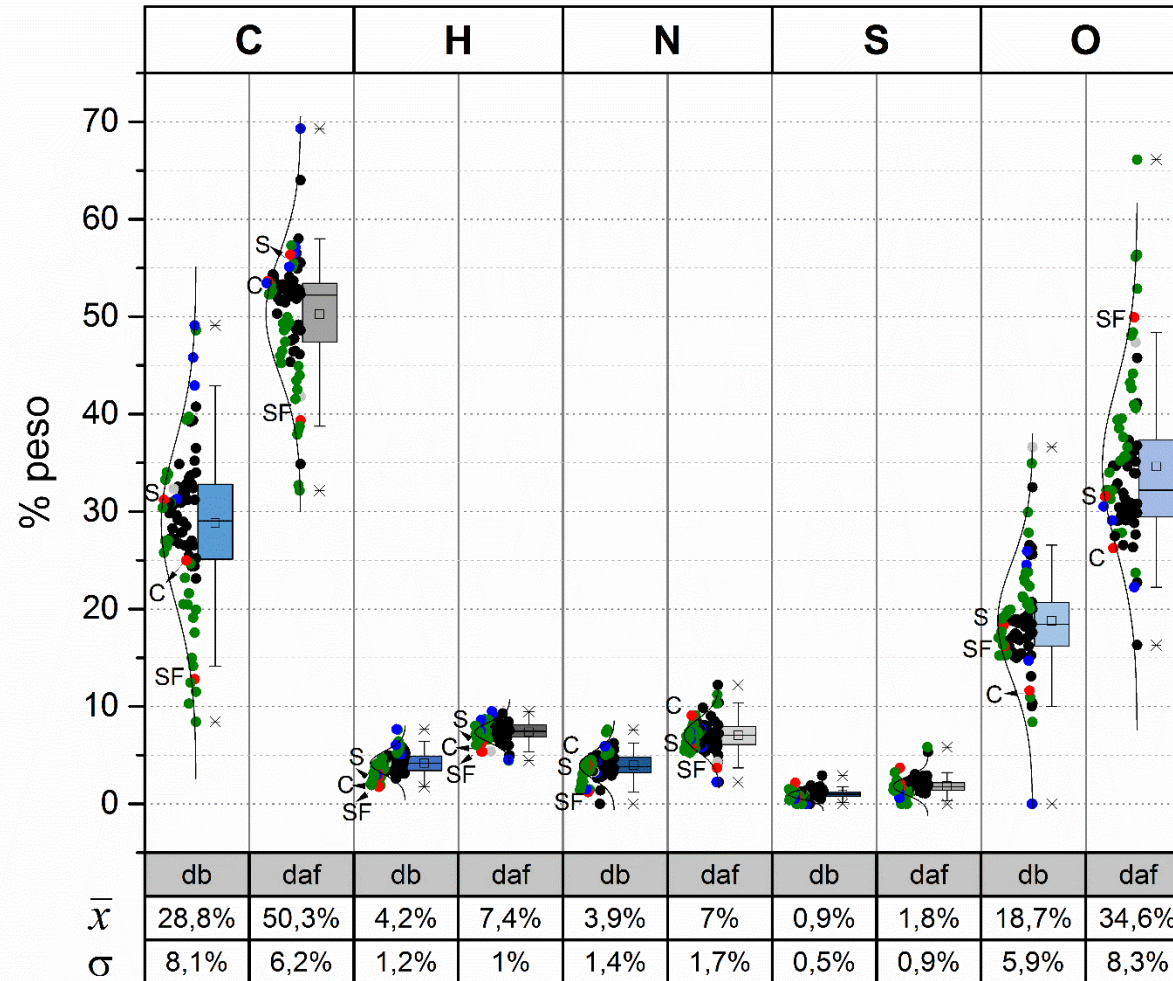
- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital



POSEE VOLÁTILES Y CF PROMEDIO PERO UN ALTO CONTENIDO DE CENIZAS

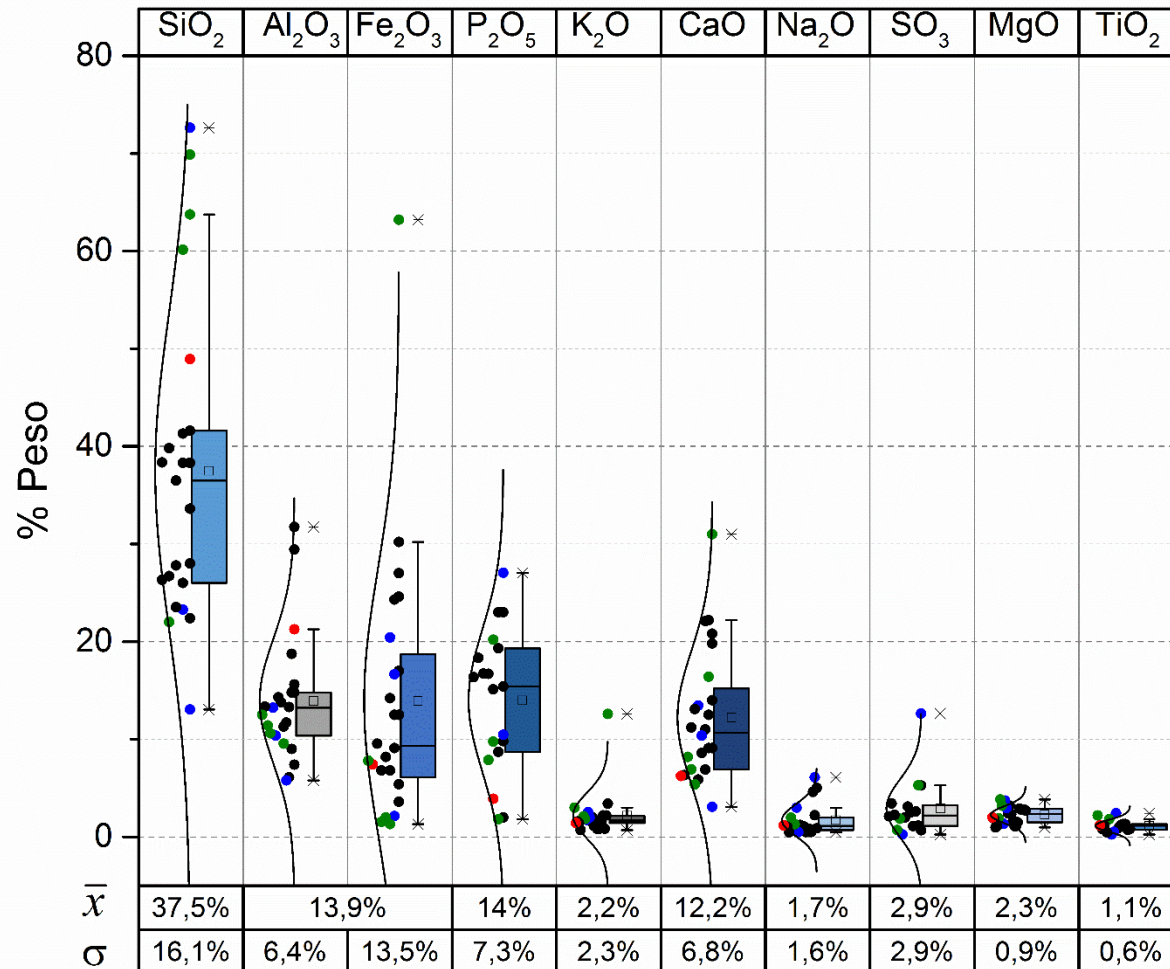
Características de los biosólidos de San Fernando.

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital



BAJA CANTIDAD DE CARBONO
Y ALTA DE OXÍGENO

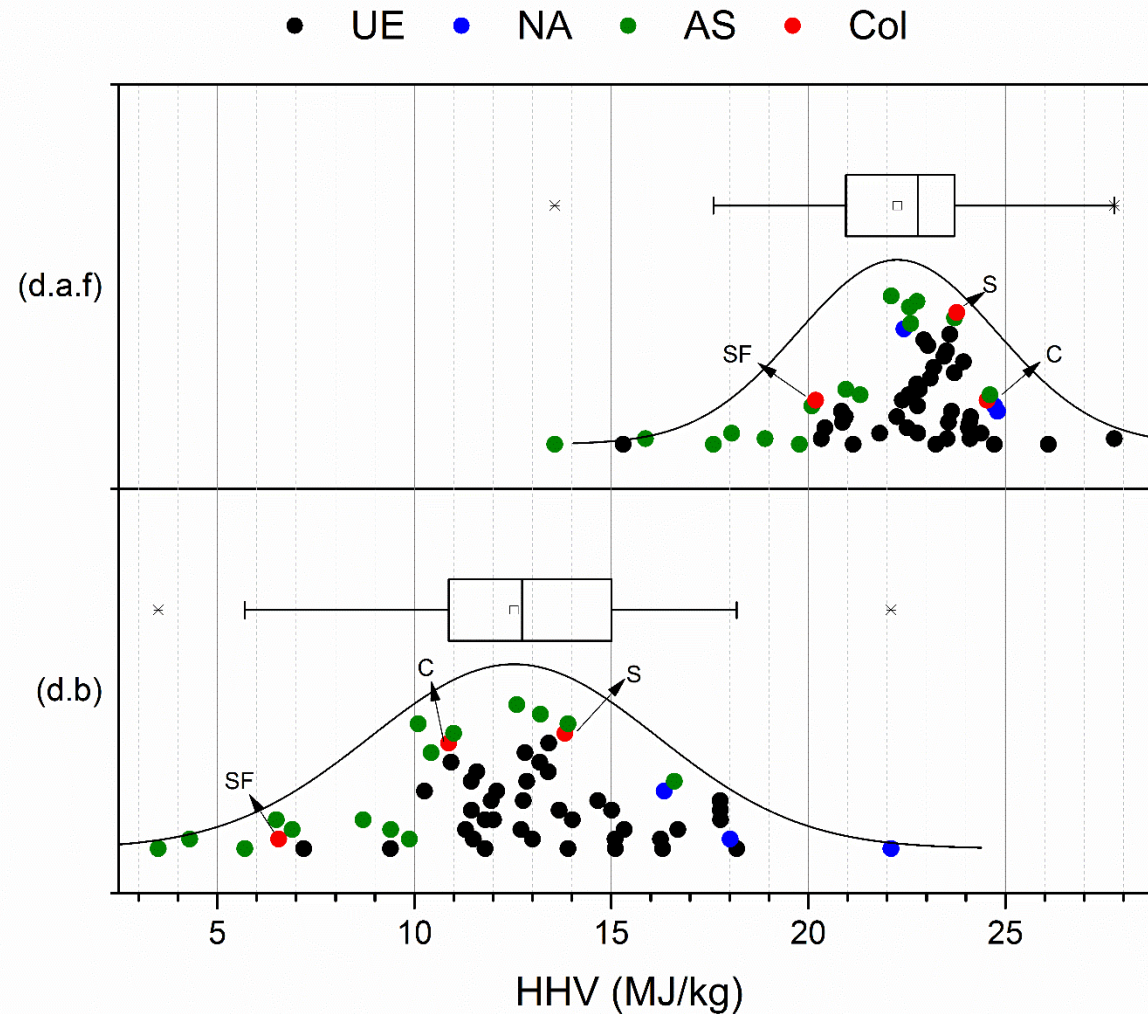
Características de los biosólidos de San Fernando.



- UE
- NA
- AS
- Col

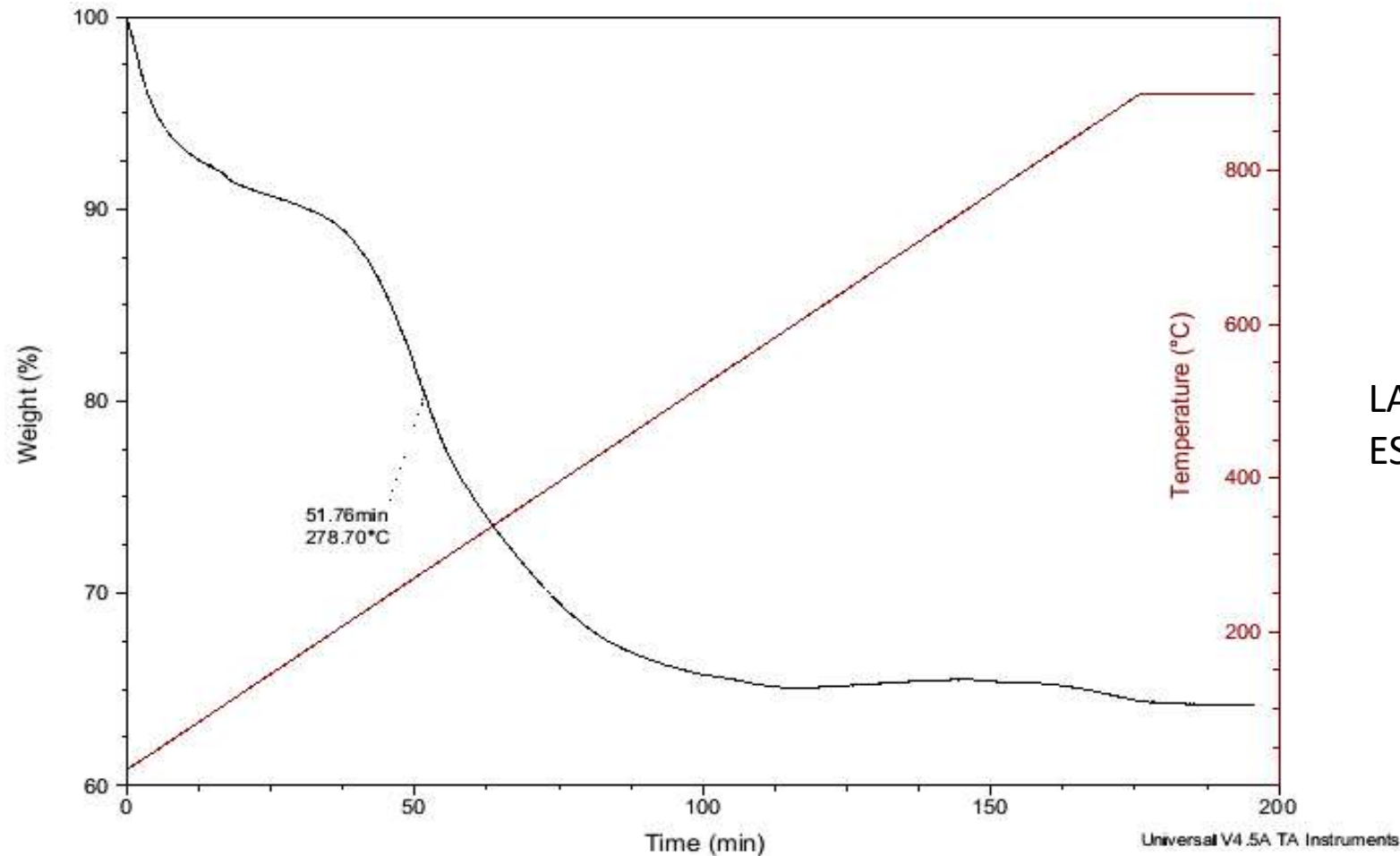
ALTAS CENIZAS EN SÍLICE Y ALÚMINA. FÓSFORO Y CALCIO POR DEBAJO DE LA MEDIA.

Características de los biosólidos de San Fernando.



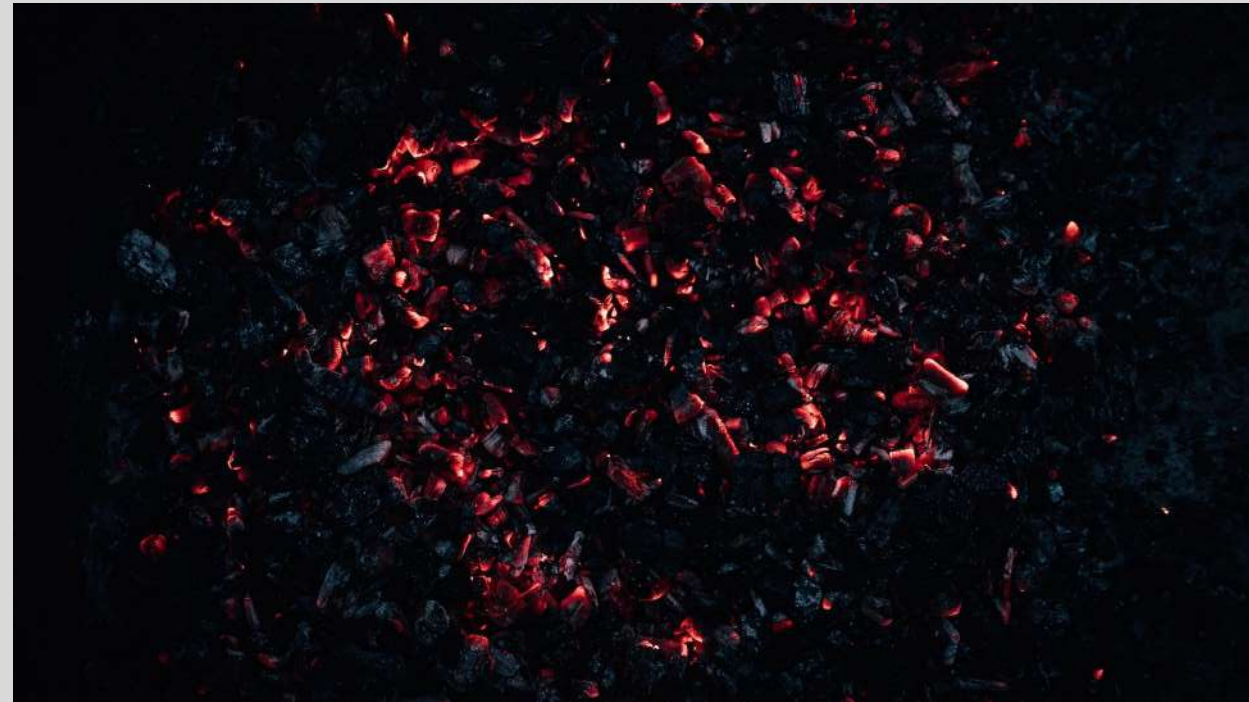
PODER CALORÍFICO POR DEBAJO DE LA MEDIA MUNDIAL.

Características de los biosólidos de San Fernando.



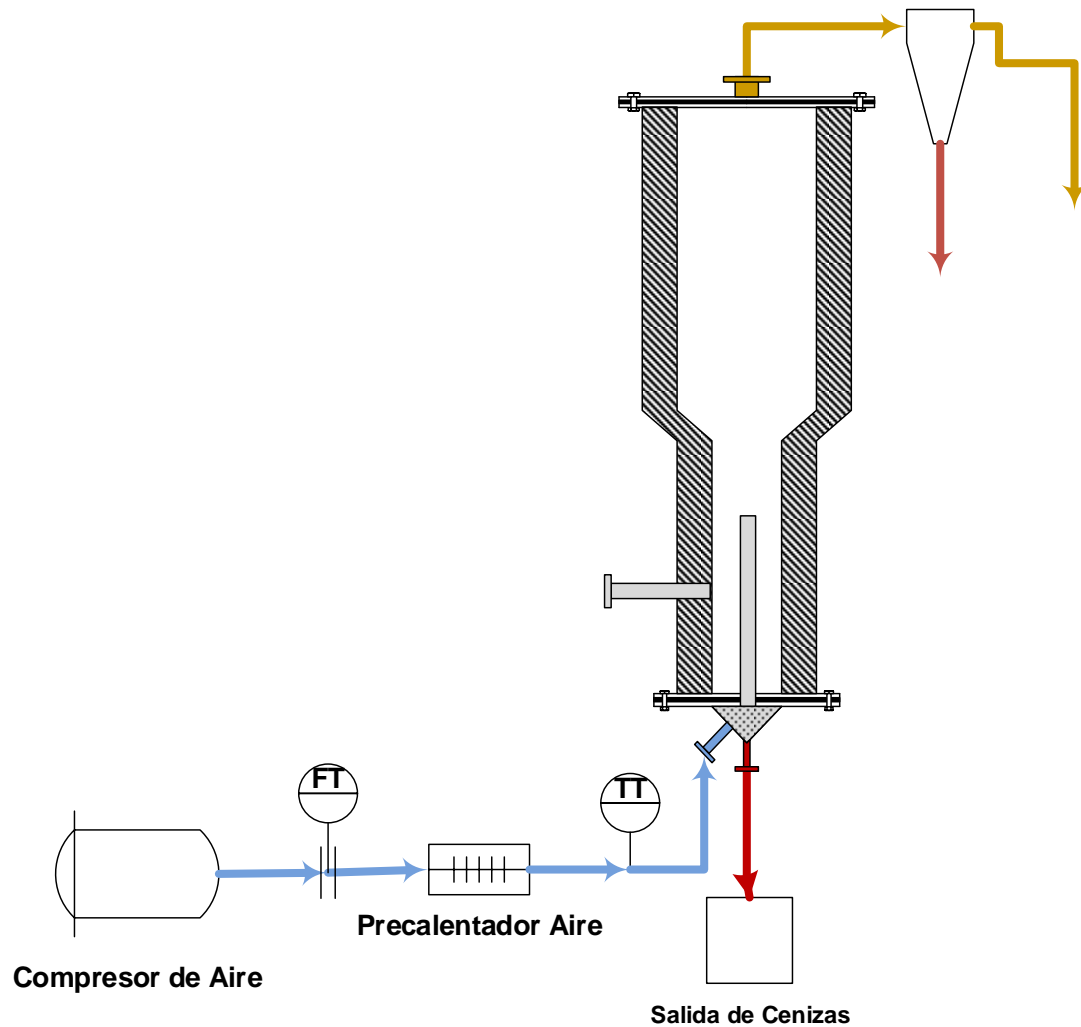
LA TEMPERATURA DE IGNICIÓN
ESTÁ ALREDEDOR DE LOS **280 °C**

Experimentos de combustión de biosólidos



Equipo experimental

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital



Especificación	Medida
Diámetro del Lecho	9,3 cm
Altura del rebose	20 cm
Diámetro del rebose	2,64 cm
Flujo de sólidos	1.8 – 6.5 kg/h

Malla	Dp (mm)	Velocidad mínima de fluidización (m/s)
12	2.03	0,76
20	1.28	0,498
30	0.73	0,397
40	0.51	0,366

VARIABLES MANIPULADAS

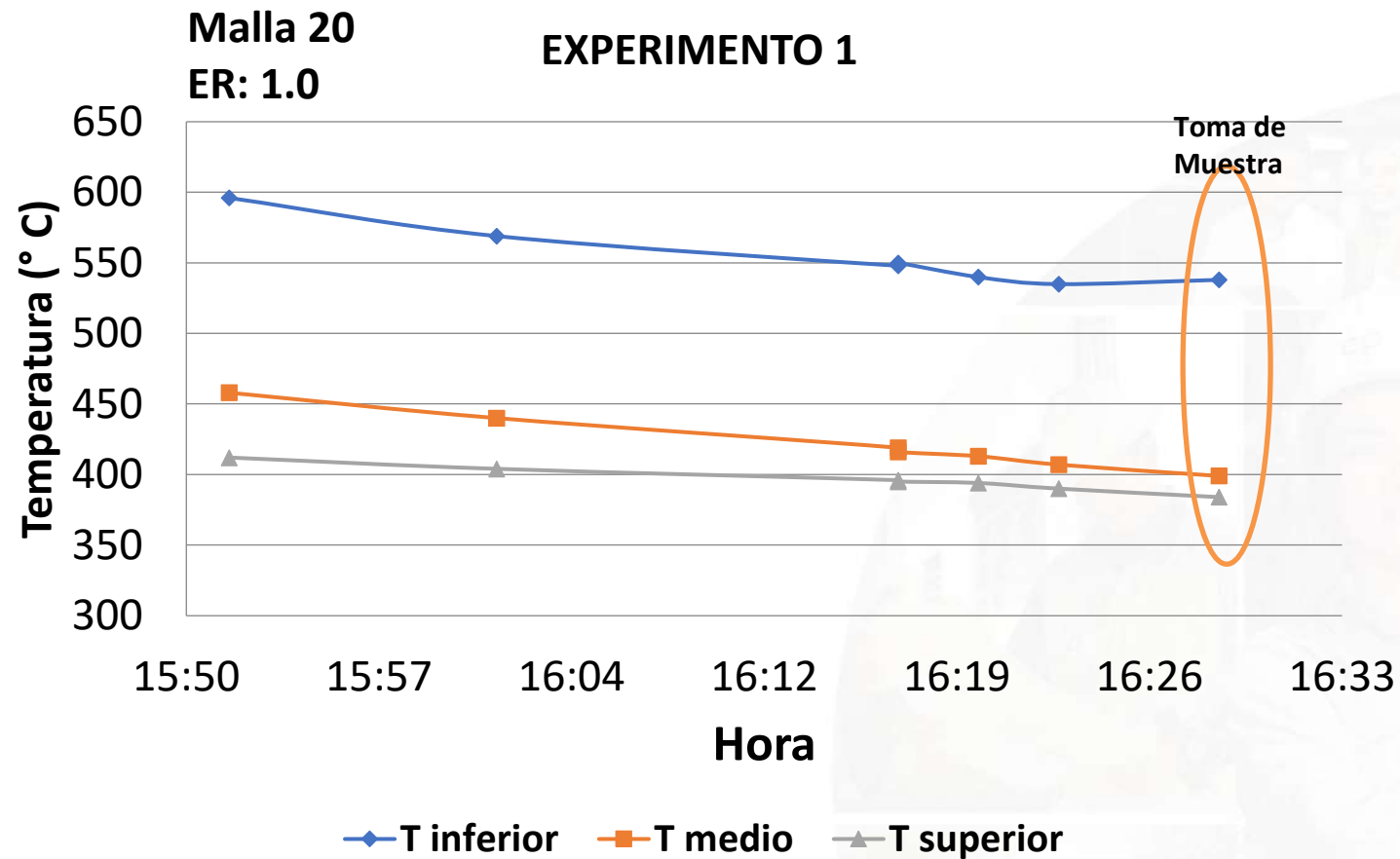
PRUEBAS DE COMBUSTIÓN	# Experimento	Malla	ER	REBOSE
	1	20	1	Bajo
	2	20	1.2	Bajo
	3	20	0.8	Bajo
	6	20	0.8	Medio
	7	12	1	Bajo
	10	12	1	Medio
	11	12	1.2	Medio
	12	12	0.8	Medio
	13	30	1	Bajo
	14	30	1.2	Bajo
	17	30	1.2	Medio
	18	30	0.8	Medio

VARIABLES RESPUESTA

Medidas en el equipo	T entrada lecho
	T medio
	T arriba
	Composición gases
	Flujo de agua y alquitranes
Medidas en laboratorio	Análisis próximo de "Cenizas"
	Análisis óptico del consumo de partículas
Calculadas	Tiempo de residencia sólidos
	Tiempo de residencia del gas
	Flujo de gases producidos (balance)

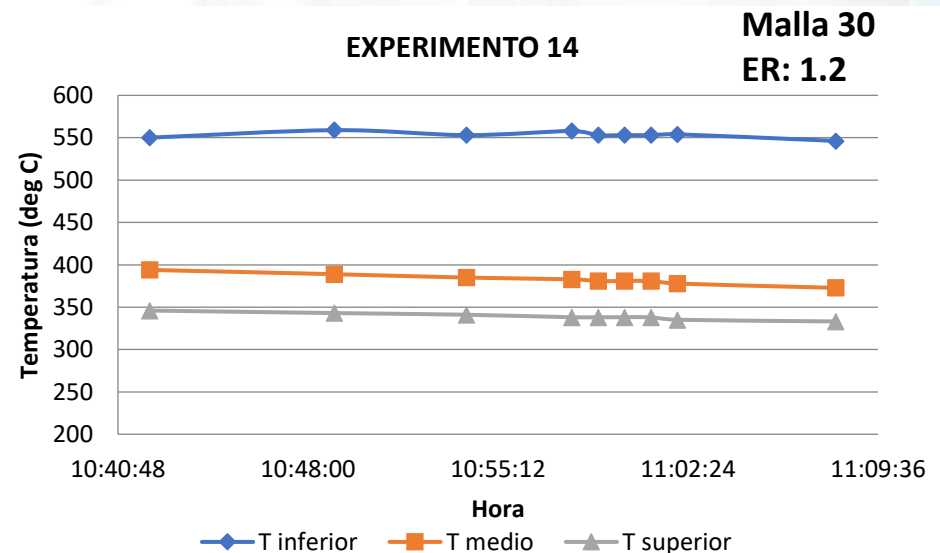
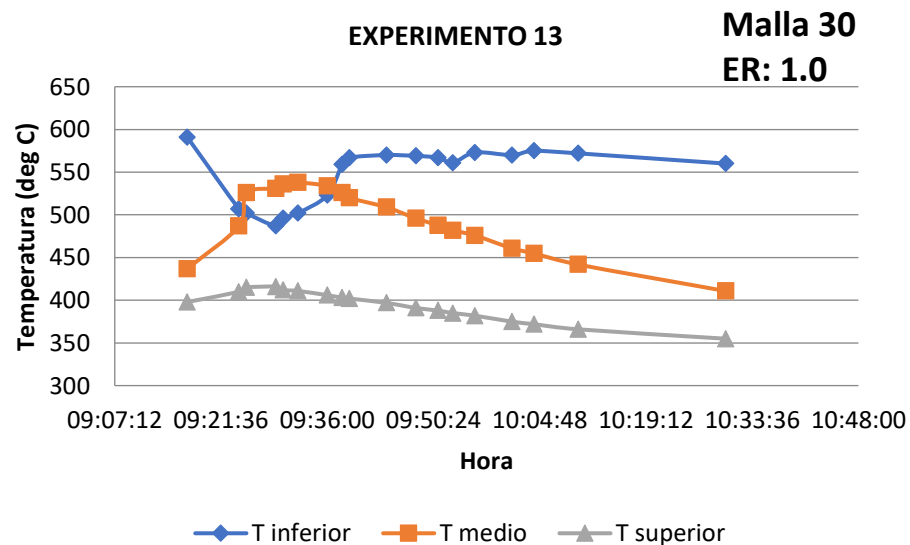
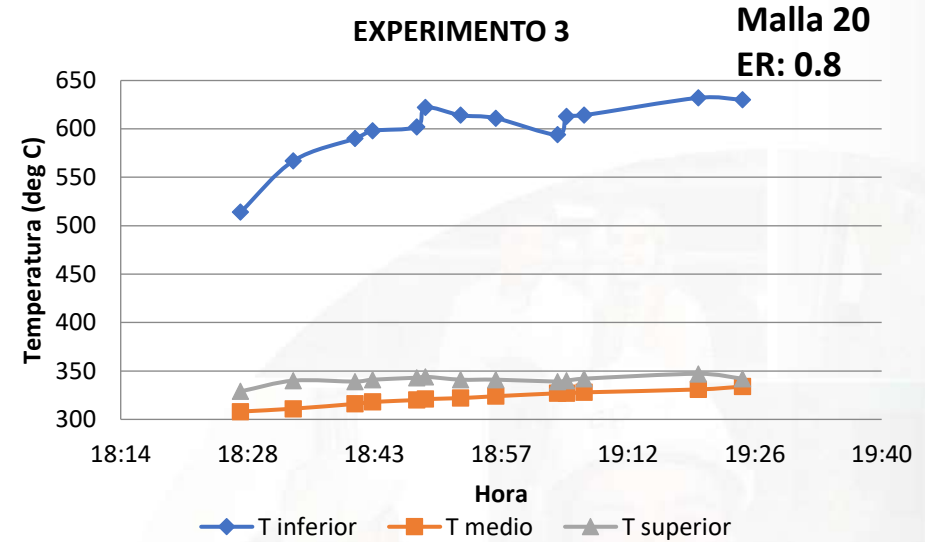
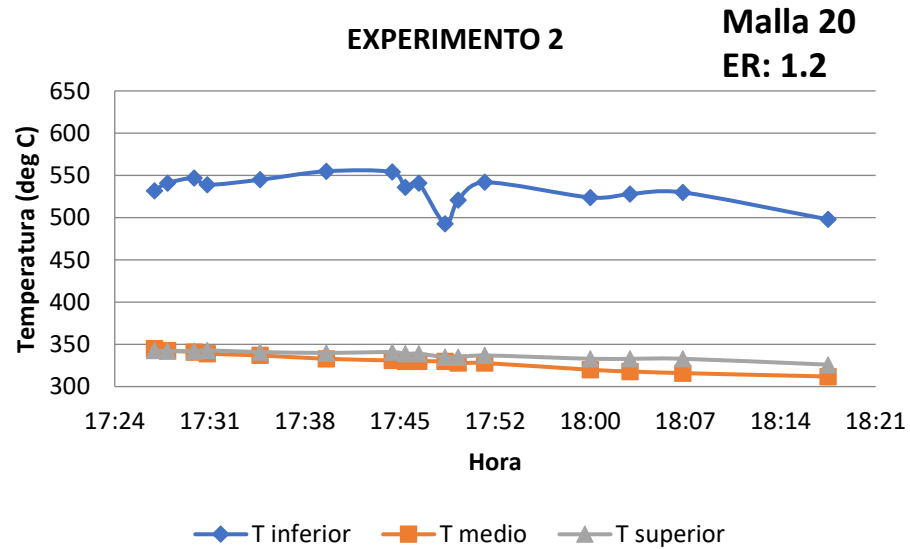
Algunos resultados

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital



Algunos resultados

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

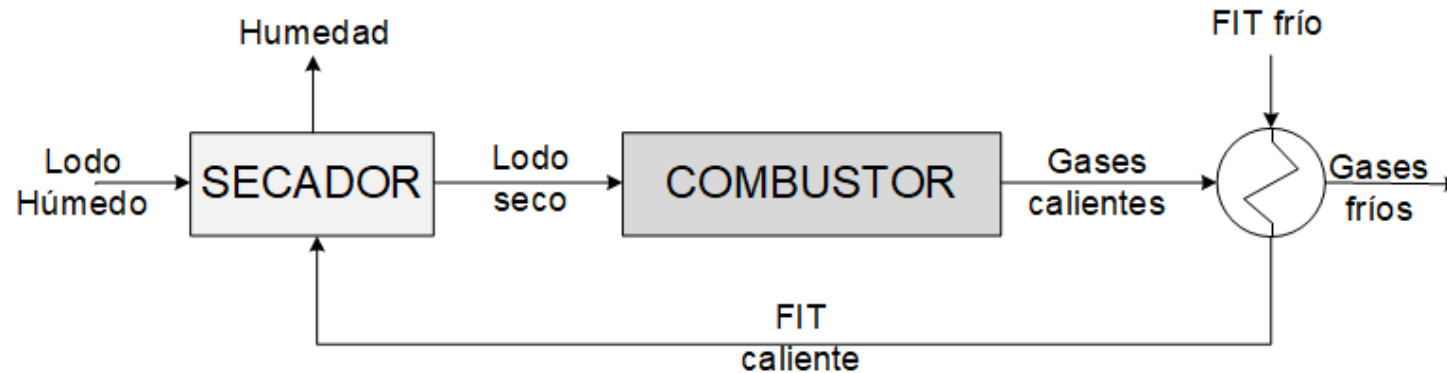


- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

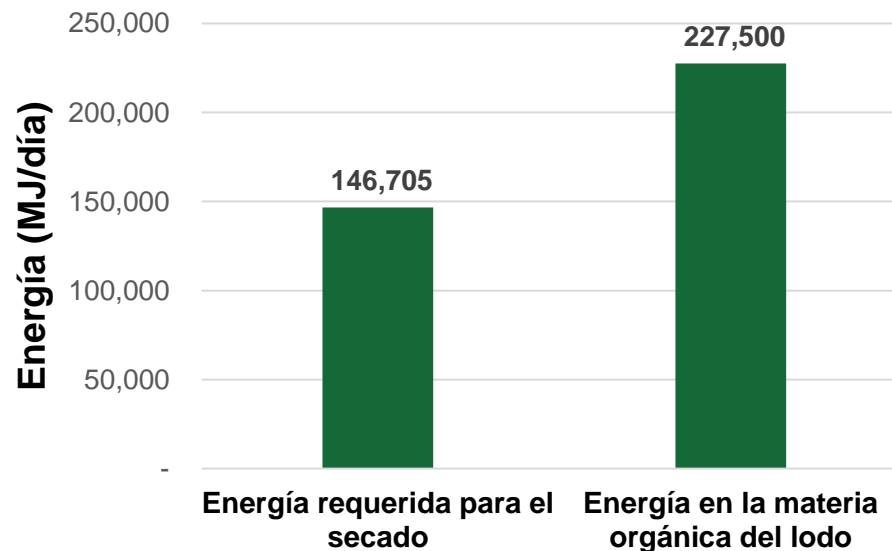
Posibilidades de Implementación



Opciones de combustión de biosólidos en San Fernando



El biosólido de San Fernando, con una producción de aprox 100 ton/día (b.h), posee, **Poder Calorífico: 6,5 MJ/kg**



POSIBILIDAD ENERGÉTICA

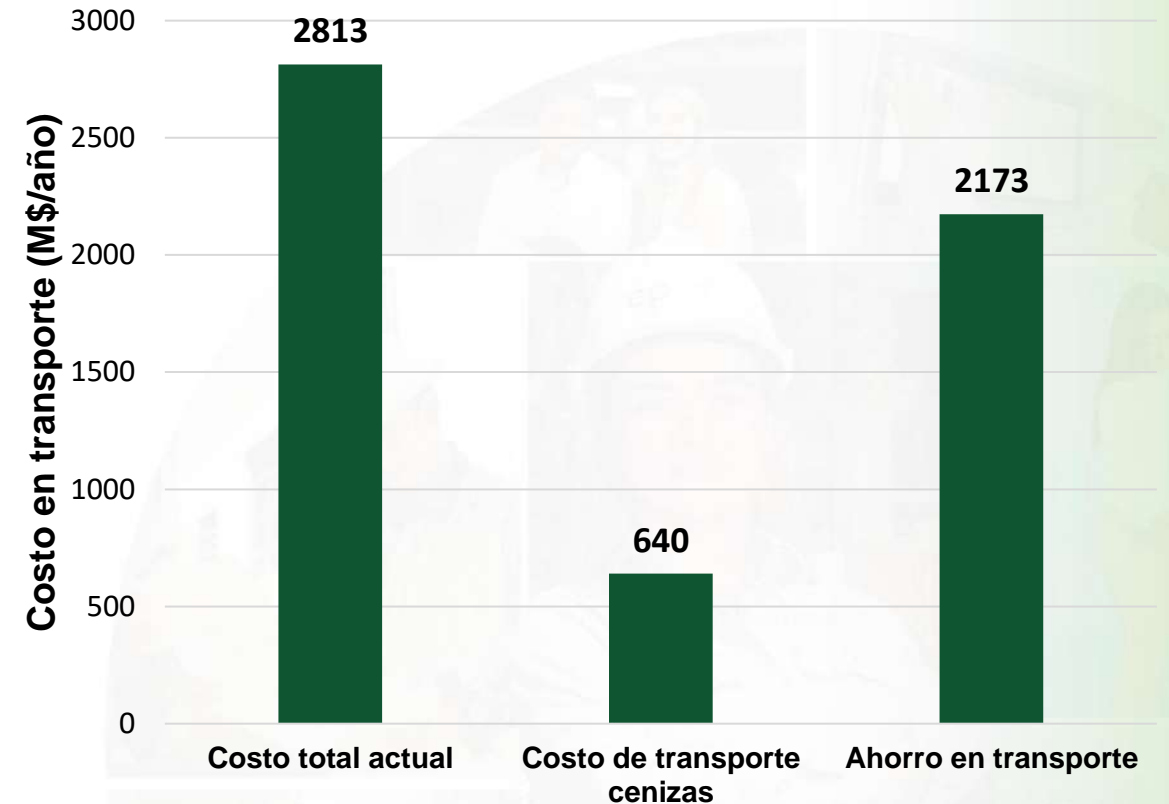
La combustión de los biosólidos de San Fernando puede proveer **un 36% de exceso** de energía por encima de la necesaria para secarlos.

Opciones de combustión de biosólidos en San Fernando

Con un costo unitario de transporte de 77.000 \$/ton, transportando 100 ton/día de lodo húmedo

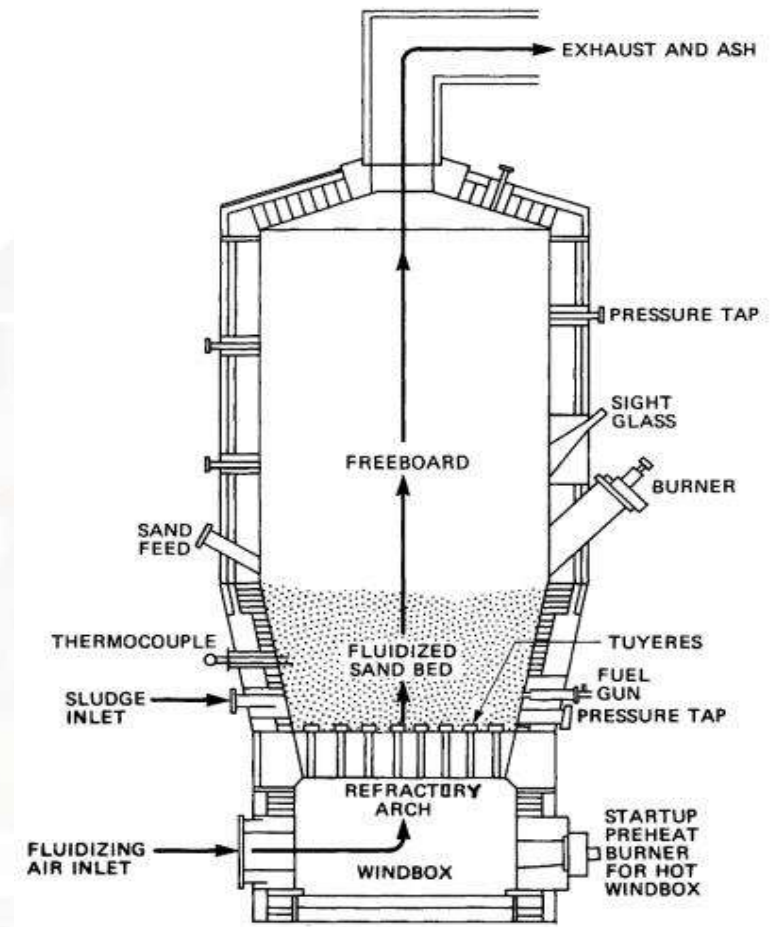
POSIBILIDAD FINANCIERA

Si se analiza el proyecto a 10 años con una tasa de descuento (DTF) de 12% e.a. **El VPN del proyecto podría representar hasta \$12.300 millones.**



Opciones para desarrollar un proyecto dirigido a la combustión de biosólidos

- Consultoría detallada para determinar el alcance de la implementación tecnológica.
- Interés particular en el desarrollo de la tecnología escalable a otras PTAR.
- Posibilidad de proyecto de investigación con beneficios tributarios Minciencias.
- Proyecto convocatoria de regalías con Ingeniería Energética de la UdeA.



10° Encuentro de Proveedores y Contratistas Grupo EPM V Edición Jornadas Técnicas

- Transición energética
- Economía circular
- Rentabilización de operaciones
- Transformación digital

¡Gracias!

Grupo·epm