

# SESIÓN 6

# USO EFICIENTE DE

# LA ENERGIA

---

## CRONOGRAMA

Módulo	Sesiones												
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
	Sep-6	Sep-8	Sep-13	Sep-15	Sep-19	Sep-23	Sep-26	Sep-30	Oct-11	Oct-12	Oct-13	Oct-15	
1	Introducción y generalidades de la metodología PML	■	■										
2	Balances de materia y energía			■									
3	Ahorro y Uso eficiente del Agua				■	■							
5	Uso racional de la energía y energías renovables					■	■						
6	Gestión de Residuos y sustancias químicas							■					
7	Herramientas para la sostenibilidad								■				
8	Caso estudio aplicado con cálculos financieros									■			
9	Visitas en campo									■	■		
10	Elaboración de informe de visitas											■	



# Que es la eficiencia energética??

Que es más eficiente?



# QUÉ NOS MUEVE HACIA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA?

**Cada 1 USD invertido en eficiencia para reducir 1 KWh se dejan de invertir 4 USD en instalar 1 KWh**

La eficiencia energética representa:

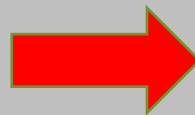
- ✓ Para el año 2006 entre el 0,2 - 0,5% del PIB
- ✓ Para el año 2025 proyectado puede ser 0,4 – 1,0 % del PIB

Reducir 10% el consumo de energía por eficiencia energética representan 6,300 Gigavatios /hora



Costo en tecnologías y equipos eficientes disponibles en la actualidad  
USD 730MM

14 turbinas de gas de ciclo abierto para producir los 6,300 Gigavatios/hora

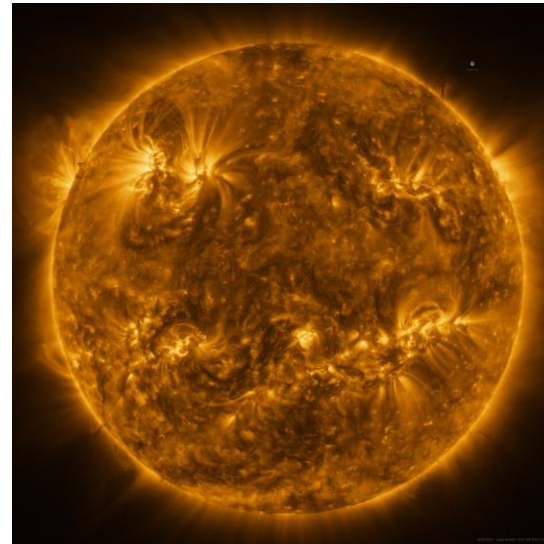
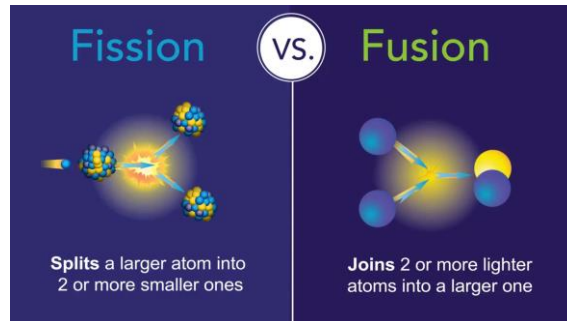


Costo de las turbinas  
USD 2,300MM





Gravitacional: Ordena las galaxias y estrellas



Fusión: reacciones termonucleares las cuales llegan a la tierra como energía electromagnética (luz, calor)

El 30% del flujo de la energía proveniente del sol es reflejada por las nubes y superficies, el 20% es absorbida por la atmosfera y nubes. El 50% restante es absorbida por los océanos y continentes, siendo convertida en energía térmica y es re irradiada al espacio. La energía geotérmica de la tierra es el resultado del efecto de la energía gravitacional original acumulando materia y de la descomposición de material radioactivo



## *Transformaciones de energía*

Cada forma de energía se puede convertir en calor o energía térmica.

Nunca se pierde energía en ninguna de estas conversiones. La conservación de la energía, la primera ley de la termodinámica, es una de las realidades universales más fundamentales. Pero a medida que avanzamos en las cadenas de conversión, el potencial de trabajo útil disminuye constantemente.

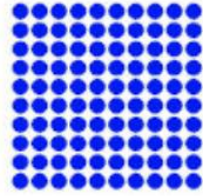
Esta realidad inexorable define la segunda ley de la termodinámica, y la **entropía** es la medida asociada a esta pérdida de energía útil. Mientras que el contenido de energía del universo es constante, las conversiones de energía aumentan su entropía (disminuyen su utilidad).

Desde una perspectiva biofísica fundamental, tanto la evolución humana prehistórica como el curso de la historia pueden verse como la búsqueda de controlar mayores reservas y flujos de formas de energía más concentradas y más versátiles y convertirlas, en formas más asequibles a costos más bajos y con mayor eficiencias, en calor, luz y movimiento.

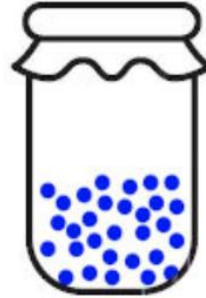


# Entropía

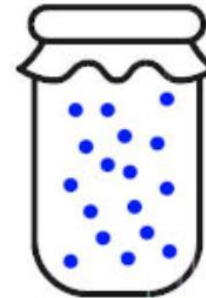
Medida de la aleatoriedad molecular



Solid



Liquid



Gas



Incremento de entropía



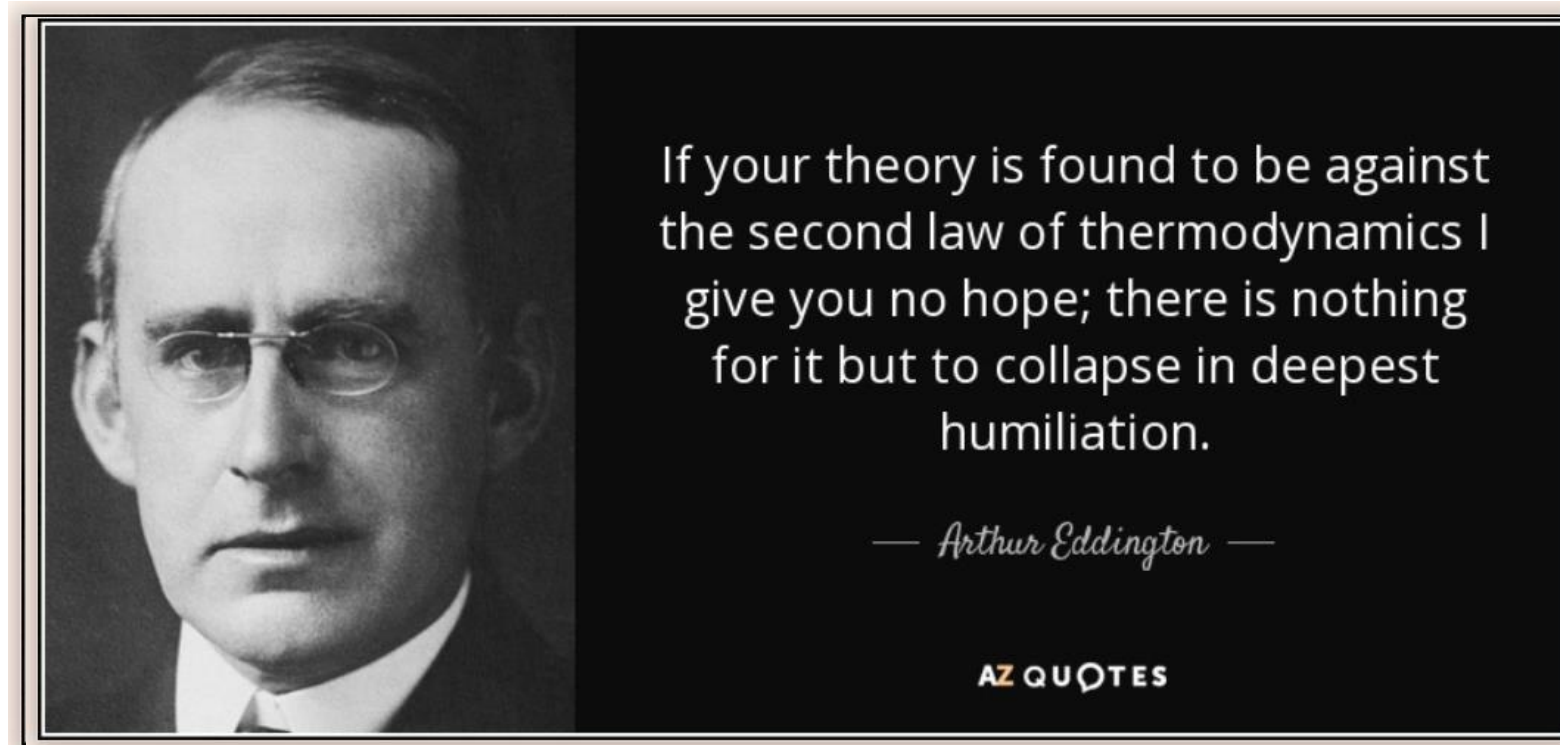
El aumento del desorden o entropía con el tiempo es un ejemplo de lo que se llama una flecha del tiempo, algo que distingue el pasado del futuro, dando una dirección al tiempo.

[Stephen Hawking](#)



## Entropía

Entropía: medida de la energía térmica de un sistema por unidad de temperatura que **no** está disponible para realizar un trabajo útil.





## Energía

Caloria [Cal, kCal] – cantidad de calor requerido para aumentar la temperatura de 1 cm<sup>3</sup> de agua 1 °C

British thermal unit [Btu] – 12.000 btu/h = 1 TON = 3,516 kW

Joule [J] – Equivale al trabajo realizado cuando una fuerza de un Newton actúa sobre una distancia de un metro

$$1 \text{ Cal} = 4,18 \text{ Joules}$$

$$1 \text{ Btu} = 1055 \text{ Joules}$$

## Potencia

Watt [W] – flujo de 1 Joule/s trabajo realizado por un caballo de molino

$$\text{Caballo de fuerza [hp]} = 745,6 \text{ W}$$



# MATRIZ CONVERSIÓN ENERGÉTICA

FROM \ TO	ELECTRO-MAGNETIC	CHEMICAL	NUCLEAR	THERMAL	KINETIC	ELECTRICAL
ELECTRO-MAGNETIC		CHEMILUMINESCENCE	NUCLEAR BOMBS	THERMAL RADIATION	ACCELERATING CHARGES	ELECTRO-MAGNETIC RADIATION
CHEMICAL	PHOTO-SYNTHESIS	CHEMICAL PROCESSING		BOILING	DISSOCIATION BY RADIOLYSIS	ELECTROLYSIS
NUCLEAR	GAMMA-NEUTRON REACTIONS					
THERMAL	SOLAR ABSORPTION	COMBUSTION	FISSION FUSION	HEAT EXCHANGE	FRICTION	RESISTANCE HEATING
KINETIC	RADIOMETERS	METABOLISM	RADIOACTIVITY NUCLEAR BOMBS	THERMAL EXPANSION INTERNAL COMBUSTION	GEARS	ELECTRIC MOTORS
ELECTRICAL	SOLAR CELLS	FUEL CELLS BATTERIES	NUCLEAR BATTERIES	THERMO-ELECTRICITY	ELECTRICITY GENERATORS	

Figure 1.1  
Matrix of energy conversions. Where more possibilities exist, no more than two leading transformations are identified.

Una Caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 cm<sup>3</sup> de agua en 1°C.

La unidad de potencia estándar (Watt) es igual al flujo de un Julio por segundo.

Un Joule es el trabajo realizado cuando una fuerza de un Newton actúa sobre una distancia de un metro

Un caballo de fuerza equivale a unos 750 Watts.



## Lulea, Suecia...



Calentamiento de agua para todo el pueblo con gases de desecho del alto horno.

Tiempo de recirculación de agua: 8 días

Pérdida de temp: 2°C

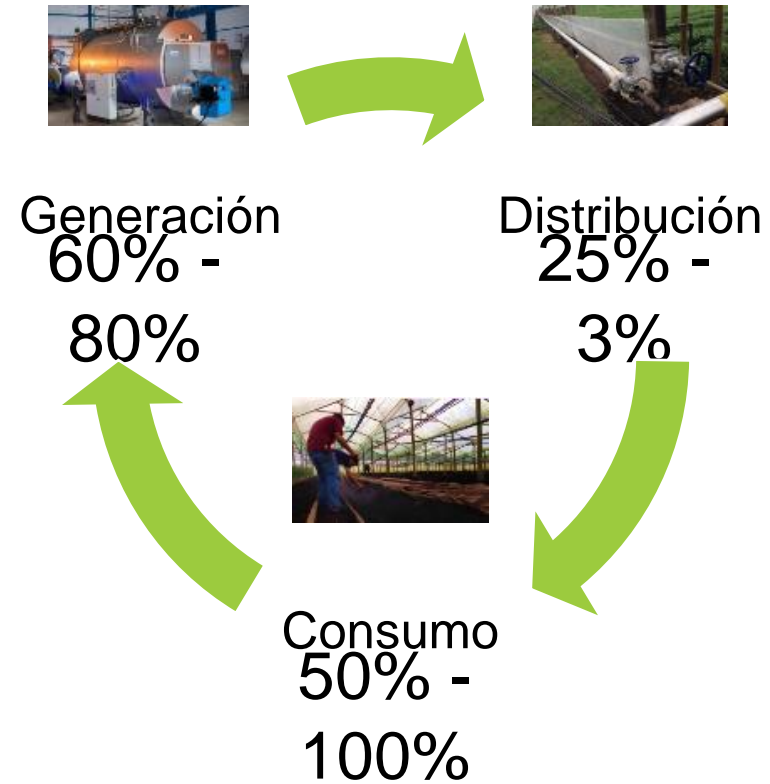


## La Unión, Antioquía

### Puntos a destacar:

- Visión global
- Tecnología y automatización
- Gestión energética y buenas prácticas (BPE)
- Repensar procesos

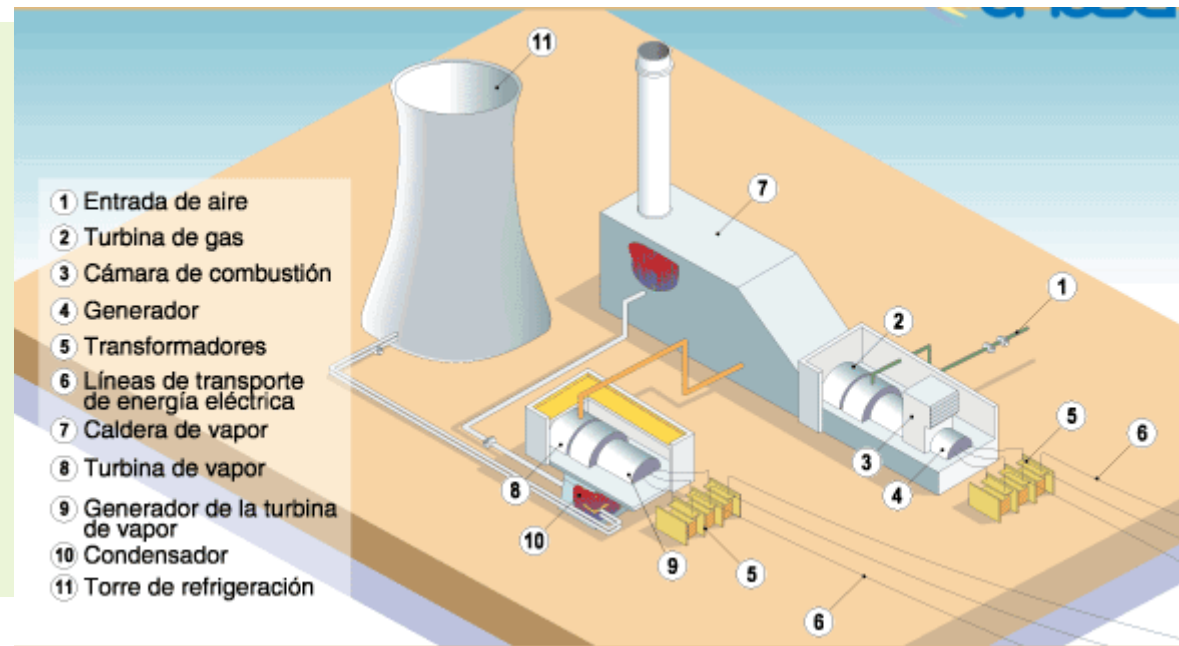
**UNA MIRADA SISTÉMICA**



## Barranquilla, Atlántico

### Puntos a destacar:

- Ciclo combinado
- Altamente eficiente
- Búsqueda de mitigación GEI
- Gestión energética



**ENFOQUE GLOBAL**

## *Auditorias energéticas*

Es un estudio que permite determinar como se usan los recursos energéticos en una planta y/o proceso, detectar desperdicios o ineficiencias e identificar las medidas que se deben tomar para optimizar el consumo energético

Se puede definir en términos generales que una auditoría energética en el sector industrial, es el estudio de un conjunto de bienes y actividades delimitado en el espacio y en el tiempo, para poder recomendar los cambios necesarios con miras a mejorar la eficacia y el rendimiento energético de este.

### **Auditoria global:**

incluye todos los sistemas y en cada uno de ellos se evalúa la generación, distribución y los equipos consumidores.

### **Análisis por sistemas o equipos:**

especifico a un proceso o equipo macroconsumidor de energía

### **Medición y reporte de datos:**

medición puntual de una o varias variables de proceso, no se analizan datos.



## Objetivos

- Conocer la *situación* energética de las instalaciones
- Evaluar el estado de los diferentes equipos
- Hacer un análisis técnico de los componentes o grupos de componentes de cada proceso aislado
- Analizar las desviaciones en los consumos respecto a los estándares, datos de placa en equipos o valores teóricos
- Recomendar acciones correctivas parare realizar un uso **optimo de los recursos.**



Identificación de los procesos, sistemas y equipos

- Magnitud de los consumos.
- Diagrama de flujos
- Zonificación.
- Análisis de sistemas

Forma de utilización de la Energía

- Energía primaria o secundaria.
- Calor directo o indirecto.
- Procesos continuos o por tandas.

ENFOQUE MACRO

Gestión de Energía

- Comportamiento histórico [Consumos]
- Grado de automatización y adquisición de datos.
- Grado de tecnología.

Descripción detallada de las mejoras o acciones a seguir

Medición y evaluación de sistemas

- Balances termodinámicos

ENFOQUE DETALLE

Medición y evaluación

- Procesos y/o equipos
- Pareto de consumo

Descripción detallada de las mejoras o acciones a seguir

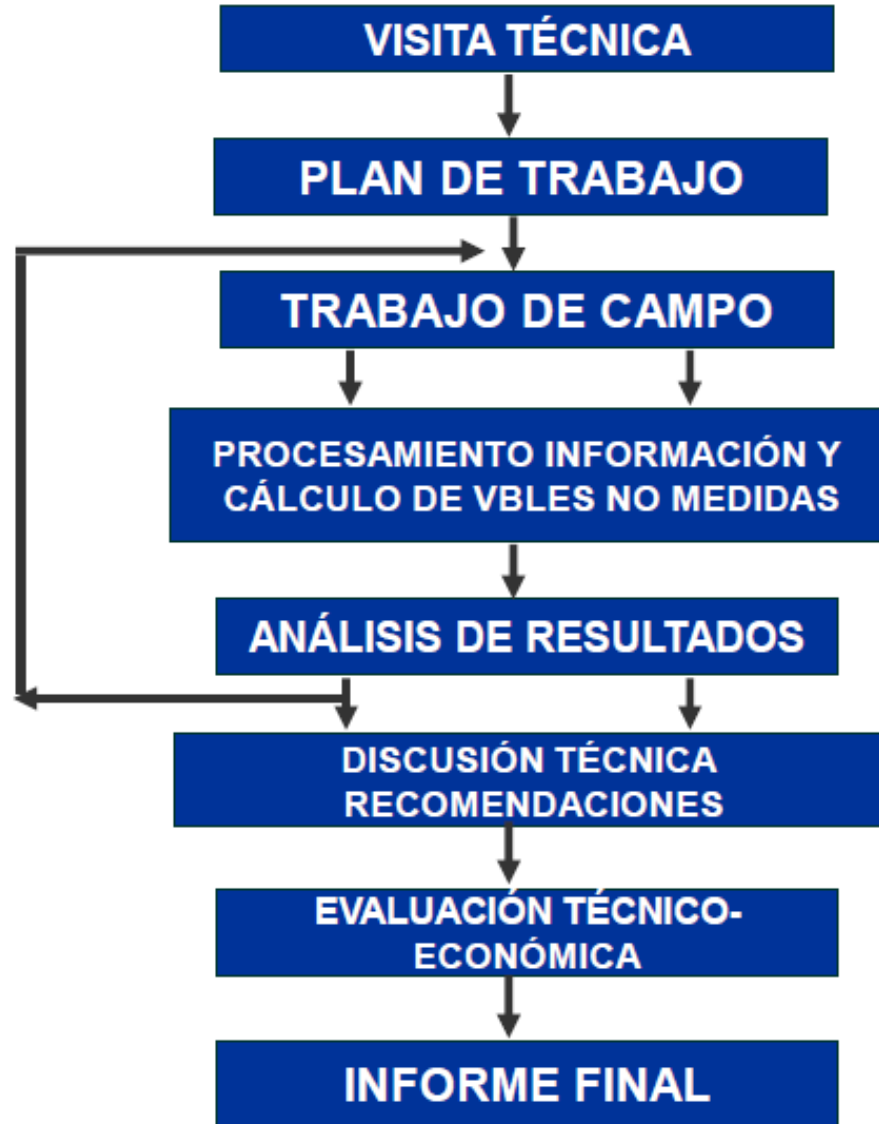
Evaluación técnico - Económica de las mejoras

Implementación - Cambios





# *Procedimiento para una auditoría energética*



# Equipos de medición



Una caldera es un recipiente cerrado donde agua bajo presión es transformada en vapor por aplicación de calor. En la cámara de combustión, la energía química en el combustible es convertida en calor, y es función de la Caldera transferir este calor al agua de la manera más eficiente.

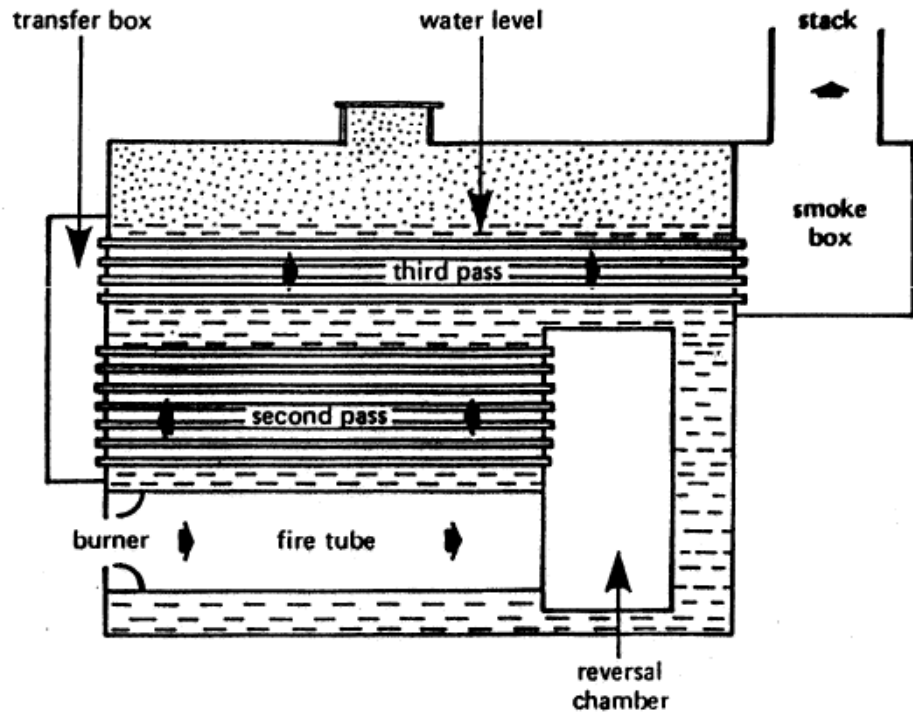
## Tipos de calderas industriales

Calderas pirotubulares : para sistema de baja presión, hasta 300 psig

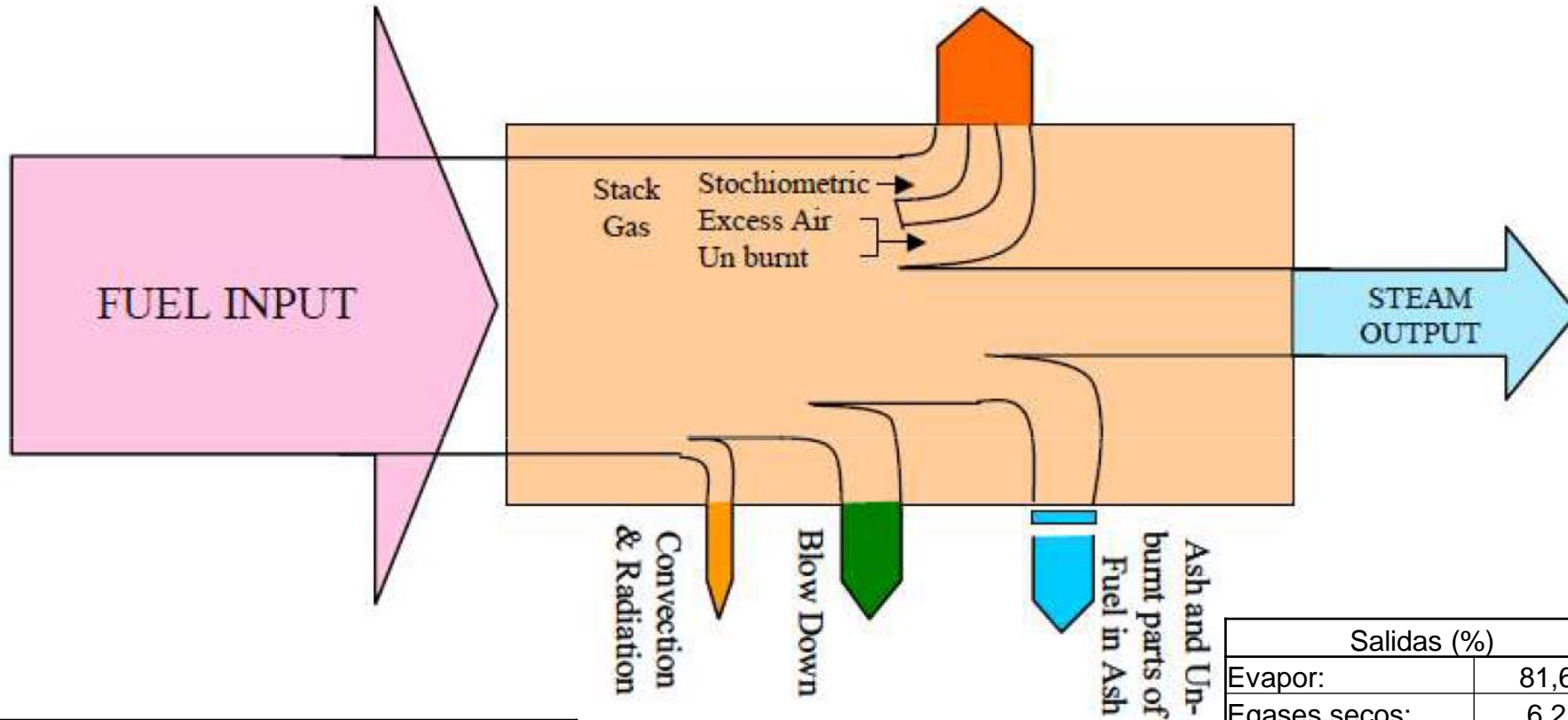
Calderas acuotubulares: para sistema de mediana y alta presión, presión máxima 2750 psig

Calderas de recuperación de calor: para recuperación de calor de los gases de combustión y generación de vapor





# Balance de energía en una caldera



Entradas (%)	
Ecombu,PCS :	91,43
Eaire seco:	1,09
Eagua aire:	0,03
Eagua:	7,46
Total	100,0

Salidas (%)	
Evapor:	81,6
Egases secos:	6,2
Eagua gases:	10,6
Ep,CO:	0,0
Ep, purgas:	0,2
Ep, Convección:	1,1
Ep, radiación:	0,3
Total	100,0

## 1. Tecnologías en Calderas (Vapor y Agua Caliente)

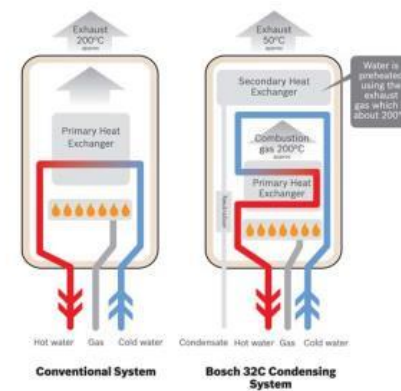
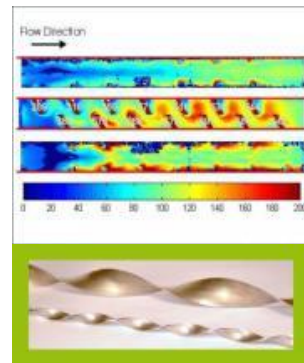
Pasos de la caldera, superficies extendidas

Potencial de ahorro: 8-10%  
Inversión: NA  
Retorno: Superior a 5 años

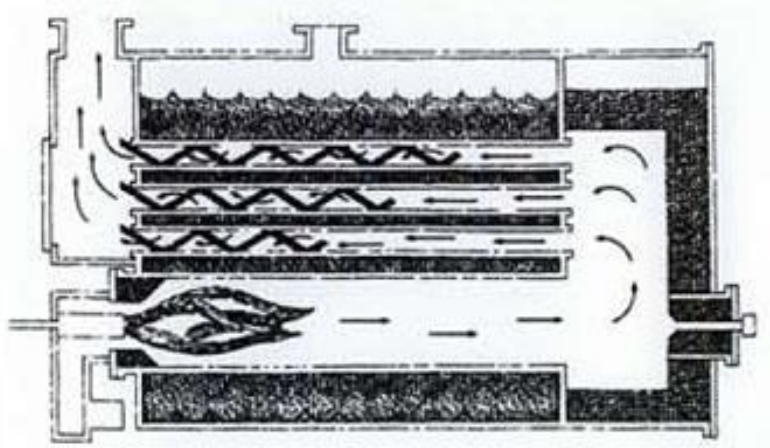
## 2. Recuperación de calor en chimeneas

- Turboladores
- Economizadores
- Recuperadores de condensación

Potencial de ahorro: 4-6%  
Inversión: 30-50MUSD  
Retorno: 1.5-2.5 años



## TURBULADORES



Un turbulador es un dispositivo que se inserta en los tubos de las calderas pirotubulares de forma que se crea una turbulencia al interior que ayuda a aumentar la eficiencia de la transferencia de calor de los gases al agua.



## OPORTUNIDADES EN GENERACIÓN DE VAPOR

PARÁMETRO	ANTES	DESPÜES	UNIDAD
<b>Combustible</b>			
Consumo	222.11	215.24	m <sup>3</sup> /h
P.C.S.	53032.6 (996.4)		kJ/kg (BTU/pie <sup>3</sup> )
<b>Gases</b>			
CO <sub>2</sub>	6.3	6.3	%
O <sub>2</sub>	9.8	9.8	%
CO	0.0	0	Ppm
Temperatura	204.8	168.0	°C
<b>Agua alimentación</b>			
Temperatura	85		°C
<b>Aire</b>			
Temperatura	33		°C
Humedad relativa	48		%
Exceso	78.2	42.3	%
<b>Vapor</b>			
Flujo	5832.6	5832.6	Lb/h
Temperatura	172.5		°C
Presión	120		Psig
Porcentaje de carga	60	60	%
<b>Indice de rendimiento</b>	11.94	12.32	Kg vapor/m <sup>3</sup> gas
Eficiencia	77.55	79.88	%



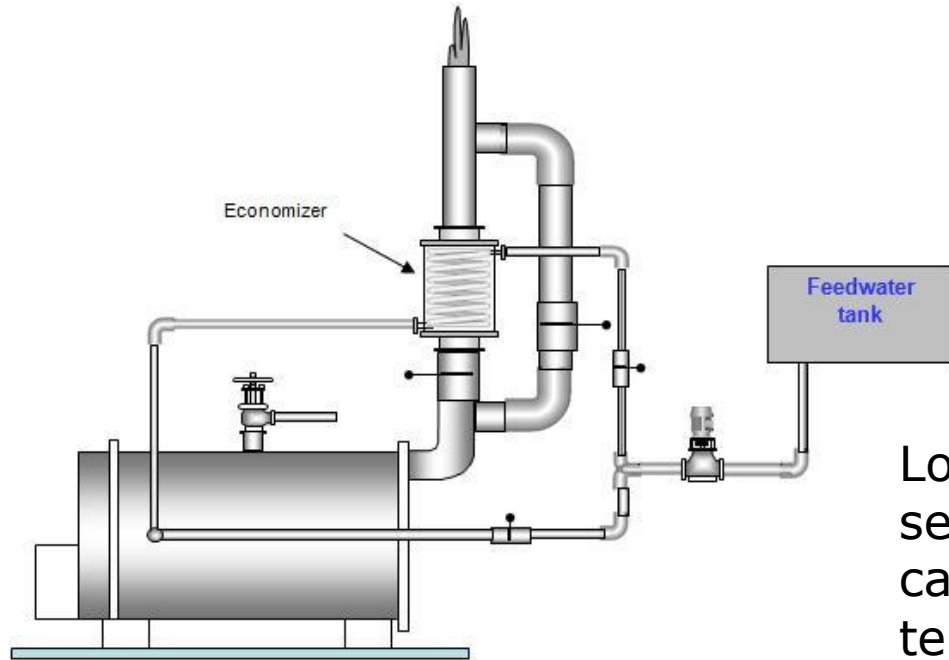
- Caldera de 3 Pasos, 300 BHP. Sector Químico
- Inversión USD \$10.000
- Retorno Simple: 1,5 años

BAJO LAS CONDICIONES DE LA SIMULACIÓN, SE OBTIENE UNA **REDUCCIÓN DE 6.87m<sup>3</sup>/h** QUE CORRESPONDE A UN **AHORRO DEL 3.09%** CON RESPECTO AL CONSUMO INICIAL (CALCULADO COMO EL COCIENTE ENTRE LA DIFERENCIA DE CONSUMOS Y EL CONSUMO INICIAL)

**Ahorro anual: USD \$7.000**

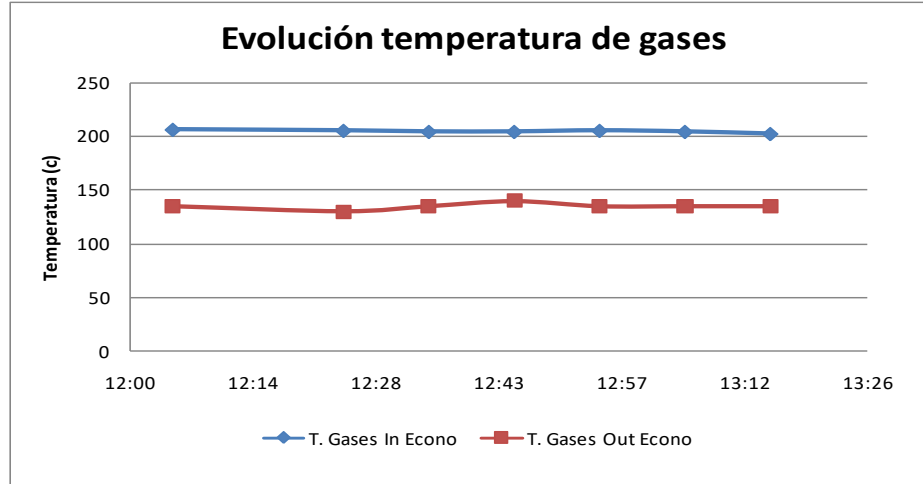


## ECONOMIZADORES



Los economizadores son equipos que se instalan en la chimenea de las calderas, su función es aprovechar la temperatura de los gases de salida para precalentar agua; la cual puede ser empleada bien sea como agua de alimentación a la caldera o en procesos cercanos





- Caldera de 3 Pasos, 500 BHP
- Inversión USD \$38.000
- Ahorro USD \$9.500
- Retorno Simple: 3,9 años

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Rendimiento caldera	15.33	Kg vapor / m <sup>3</sup> gas
Energía absorbida por economizador	88.76	Kw
Energía ahorrada	91.3	Kw
Gas ahorrado por economizador	8.43	M <sup>3</sup> /hora
% ahorro	2.22	%



- Calibración de Combustión
- Control de la Combustión

Potencial de ahorro: 3-5%  
Inversión: 10-20MUSD  
Retorno: 1-2 años



- Purgas automáticas continua y de superficie



1. Correcto diseño de la red de Vapor: Caídas de presión
2. Aislamientos
3. Trampeo y recolección de condensado
4. Tramos *muertos*
5. Fugas de Vapor

Potencial de ahorro: 5-10%  
Inversión: 30-60MUSD  
Retorno: 0 -1 año



**GRACIAS**

---

