



## PLANTA DE CONVERSIÓN DE RESIDUOS EN ENERGÍA (WASTE TO ENERGY PLANT)



### DL GR01

El Simulador **DL GR01** permite estudiar el funcionamiento y analizar las características y parámetros físicos fundamentales de una planta de conversión de residuos en energía.

Consiste en un panel que muestra el diagrama completo de todo el sistema, donde se ubican una serie de miniconsolas que muestran los valores de las magnitudes que caracterizan el funcionamiento del simulador: masas, temperaturas, entalpías, potencias, eficiencias.

Cada sección de la planta (horno, caldera, chimenea, turbina, etc.) dispone de una miniconsola para la visualización de variables específicas, con la opción de variar también ciertos parámetros para analizar el funcionamiento en diferentes condiciones de operación.

El simulador se conecta a un PC para supervisión, visualización gráfica de las variables de interés, etc., a través de una interfaz USB dedicada.



# GESTIÓN DE RESIDUOS



El simulador se acompaña de la aplicación Windows **DLworkspace**, que proporciona un entorno de enseñanza integrado para utilizar el propio simulador.

Esta aplicación previa reúne, en una única interfaz gráfica de usuario, todas las herramientas necesarias para utilizar el Simulador:

- el software de formación (es decir, los materiales didácticos) con la guía teórica de los temas de estudio, la guía de ejercicios y los cuestionarios,
- las herramientas para la visualización gráfica de las magnitudes adquiridas por el simulador.

También es posible conectar el Simulador a un **Broker MQTT** para publicar toda la información mediante técnicas de Internet de las Cosas y visualizarla remotamente en otros ordenadores.

Tiene las siguientes características técnicas:

- Panel sinóptico con diagrama del sistema a color,
- 10 miniconsolas con pantallas TFT de 2,8", resolución de 240 x 320 y teclado de 5 teclas,
- Interfaz USB,
- Aplicación DLworkspace para Windows,
- Software de gestión y procesamiento gráfico,
- Software de formación con texto, imágenes, vídeos y cuestionarios,
- Alimentación: 220 Vca  $\pm$  10 %, 50 Hz.

El plan de estudios incluye los siguientes temas:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU).**
  - ◆ División en categorías,
  - ◆ Parámetros fundamentales,
  - ◆ Cálculo de parámetros para la planta de valorización energética de residuos.
- **Valorización energética de residuos: introducción.**
  - ◆ Combustible residual,
  - ◆ Parámetros característicos.
- **Valorización energética de residuos: combustión.**
  - ◆ Combustión de residuos,
  - ◆ El horno y la caldera,
  - ◆ Balances de masa y energía,
  - ◆ Depuración de gases de combustión.
- **Valorización energética de residuos: producción de energía.**
  - ◆ El ciclo Rankine del vapor,
  - ◆ El turboalternador,
  - ◆ Producción y eficiencia de energía eléctrica,
  - ◆ Energía térmica.

El sistema está provisto de manuales técnicos de teoría y ejercicios.



# GESTIÓN DE RESIDUOS

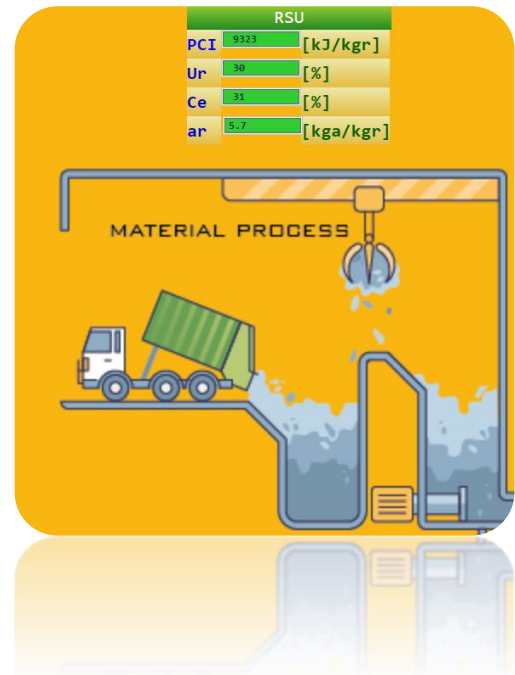
## El Simulador DL GR01

Para el funcionamiento del Simulador se deben proporcionar como entrada los datos que caracterizan los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que serán incinerados.

Estos datos son:

- el poder calorífico,
- la humedad relativa,
- el porcentaje de cenizas,
- la cantidad de aire necesaria.

Esta información depende del tipo de residuo generado en una zona determinada y del porcentaje de recogida selectiva de residuos, si lo hay.



Para calcular los parámetros anteriores, a partir de los datos de recolección, el **DLworkspace** contiene la Calculadora de Residuos (**Waste Calculator**).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
Municipal Solid Waste:											
Waste type	%	RD %		Out %	CV (ca...	Ashes %	Umidit...	C	H	O	S
Organic substance:	30	15		30.00	4200.00	24.10	63.30	38.80	4.20	28.30	0.90
Plastic:	14	15		14.00	30500....	1.50	4.00	65.60	9.30	17.00	0.20
Paper:	25	15		25.00	12100....	18.60	15.80	39.20	2.80	37.90	0.90
Textile:	7	15		7.00	5400.00	12.40	21.00	44.70	5.00	37.00	0.10
Inerts:	24	15		24.00	0.00	85.00	3.75	9.10	1.10	2.70	0.10
Totals:	100	0		100.00	8933.00	33.36	25.87	35.94	3.88	23.58	0.55
Calculator values for the Waste-to-Energy Plant:											
Calorific value:	8933.00	[kJ/kg]									
Umidity:	25.87	[%]									
Ashes:	33.36	[%]									
Air:	5.49	[kga/kg]									

**Waste Info**

Una vez introducidos los porcentajes de recogida de los diferentes tipos de residuos y los correspondientes porcentajes de recogida separada, la calculadora calcula automáticamente los parámetros de RSU requeridos por el Simulador.

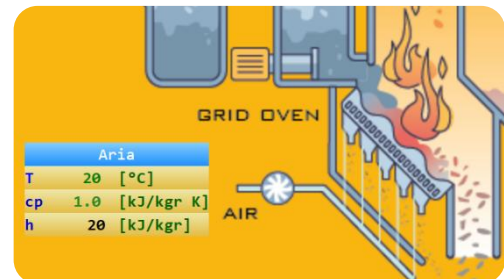


El Simulador **DL GR01** se convierte así también en una herramienta para analizar un territorio y verificar la influencia de los cambios en la recogida separada de residuos sobre los parámetros significativos del proceso de incineración.

Las demás secciones de una planta de valorización energética de residuos analizadas por el Simulador son:

## EL HORNO

En él se queman los residuos, añadiendo aire en cantidades iguales a las indicadas en los parámetros básicos.



## LOS RESIDUOS Y LO NO QUEMADO

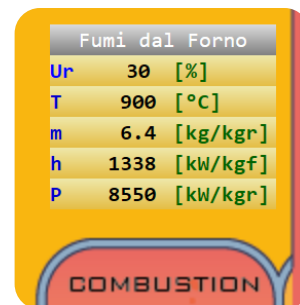
Se calcula su masa y se evalúa la pérdida de potencia térmica relacionada con ellos.

Scorie		Incombusti	
m	0.31 [kg/kg]	Inc	5 [%]
T	500 [°C]	m	0.015 [kg/kg]
cp	1.26 [kJ/kg K]	H	33500 [kJ/kg]
h	628 [kW/kg]	gi	519 [kW/kg]
Pp	2.1 [%]	Pp	5.6 [%]

## LOS HUMOS GENERADOS POR EL HORNO

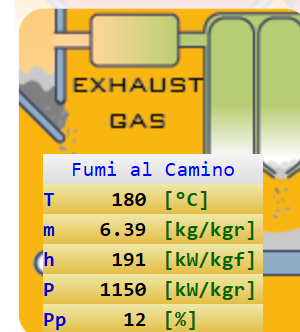
Contienen la energía térmica producida por la combustión, que luego se transfiere al fluido de la caldera para generar vapor.

Se calculan su masa, temperatura y entalpía.



## HUMOS DE LA CHIMENEA

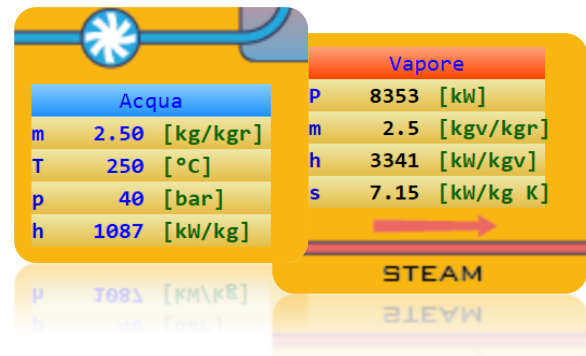
Calculando su masa y energía perdida.





## LA CALDERA

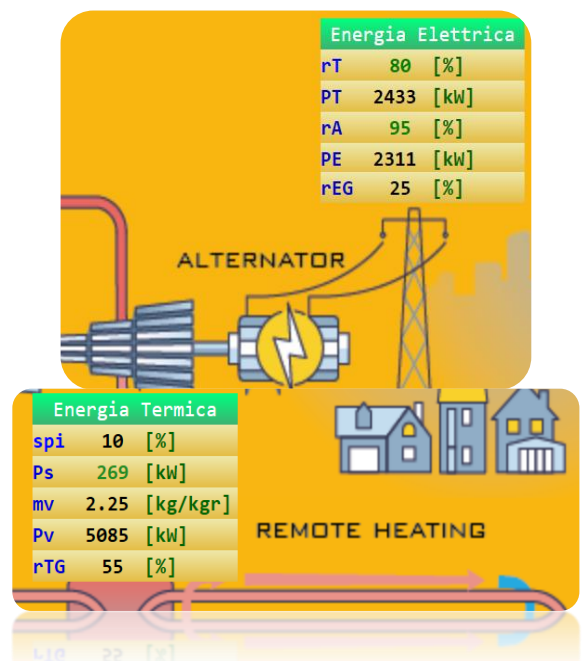
Allí donde entra el residuo, se calienta por la fuerza térmica de los gases de combustión y se transforma en vapor sobrecalentado con su masa y energía térmica.



## EL TURBOALTERNADOR

Compuesto por una turbina y un generador eléctrico que convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

La energía eléctrica generada depende de la potencia térmica del vapor y de la eficiencia del generador. La energía térmica del vapor también puede utilizarse para **calefacción urbana**.

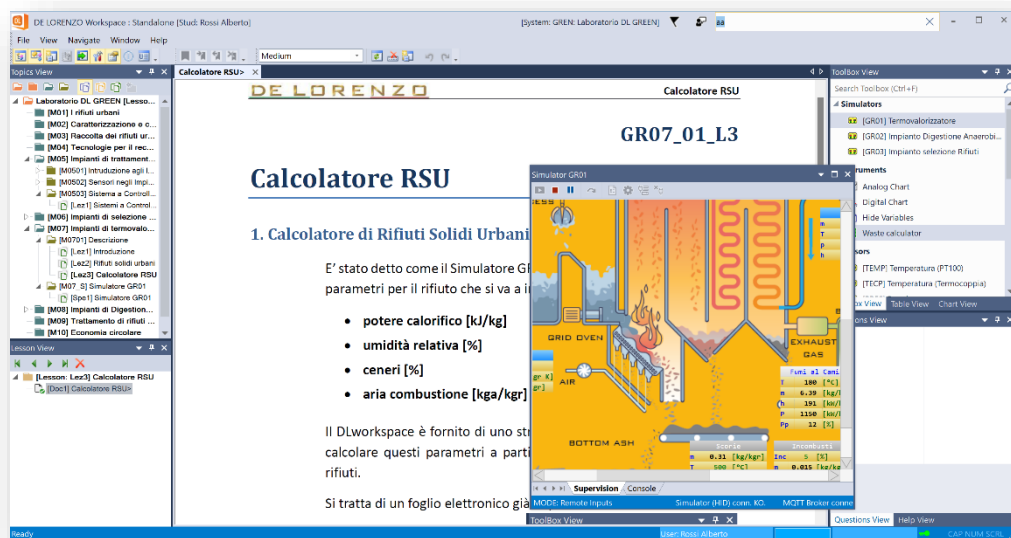




## DLworkspace IDE

De Lorenzo Workspace es una aplicación de Windows que proporciona un Entorno Integrado de Aprendizaje (IDE) para la formación. Reúne, en una única interfaz gráfica de usuario, todas las herramientas que los estudiantes necesitan para estudiar y experimentar, y los profesores para enseñar y evaluar el aprendizaje.

La figura muestra un ejemplo.



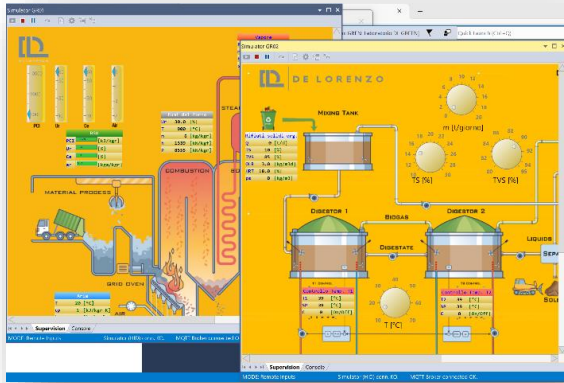
Es posible que notes:

- la lista de temas y lecciones a la izquierda,
- las páginas de lecciones en el centro,
- las herramientas de supervisión, los videos y la gestión de preguntas a la derecha.

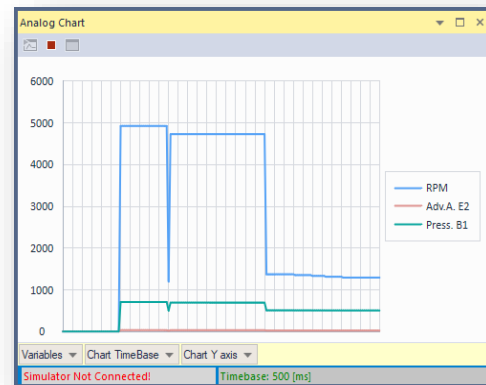
El mismo entorno también alberga las herramientas del Simulador para la supervisión y el procesamiento gráfico.



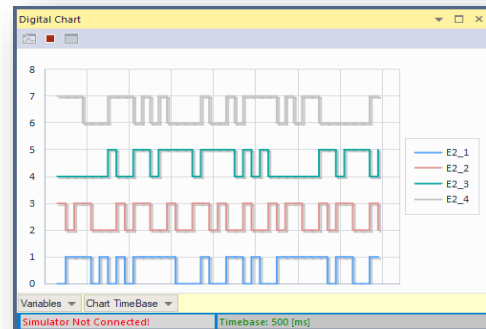
# GESTIÓN DE RESIDUOS



El **Analog Chart** permite visualizar el comportamiento en tiempo real de las magnitudes analógicas durante la simulación. Se pueden seleccionar varias magnitudes simultáneamente.



El **Digital Chart** le permite ver la tendencia en tiempo real de las cantidades ON-OFF durante la simulación.



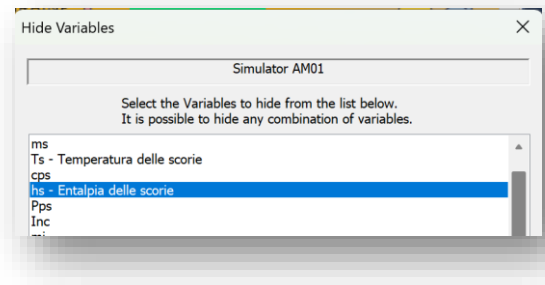
## **Preguntas interactivas**

El **DLworkspace** permite al profesor formular preguntas interactivas a los estudiantes durante la simulación. Es posible ocultar los valores de las variables mostradas por el simulador y solicitar que el estudiante los calcule.



# GESTIÓN DE RESIDUOS

Una ventana especial permite al profesor seleccionar las variables que desea ocultar.



El valor de la variable ya no se muestra al estudiante en el simulador. Debe calcularlo utilizando balances de masa, energía u otros, según el tipo de variable.

Scorie	
m	0.31 [kg/kg <sub>r</sub> ]
T	500 [°C]
cp	1.26 [kJ/kg K]
h	???? [kW/kg]
Pp	2.1 [%]

De esta manera es posible verificar directamente el nivel de aprendizaje del estudiante.



## **Implementación del simulador DL GR01 en el laboratorio DL GREENLAB**

El simulador **DL GR01**, aquí propuesto en modo individual completo con su software de gestión, se puede integrar en el laboratorio **DL GREENLAB (CURSO PARA EL ESTUDIO DE LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS URBANOS)** que también incluye otros dos simuladores **DL GR02 (Anaerobic Digestion Plant)** y **DL GR03 (Solid Waste Selection Plant)** con el objetivo de tener un curso profundo y completo sobre los procesos de eliminación de residuos urbanos.

En concreto, el estudiante adquiere una formación integral en todos los siguientes temas:

- **Composición de los residuos urbanos.**
- **Principales procesos y flujos de la gestión de residuos urbanos.**
- **Principales procesos de tratamiento de residuos urbanos.**

Y gracias a los tres simuladores citados anteriormente, el laboratorio **DL GREENLAB** permite reproducir fielmente las plantas de tratamiento de residuos urbanos con la ayuda de una herramienta de aprendizaje **DL WORKSPACE** que consiste en una plataforma didáctica multimedia.

Para obtener información más detallada, consulte el catálogo **DL GREENLAB**.