



## CORSO PER LO STUDIO DELLO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI URBANI



## DL GREENLAB

### LO SCOPO DEL LABORATORIO

L'obiettivo del laboratorio è quello di essere un corso approfondito sui processi di smaltimento dei rifiuti urbani. Nello specifico, lo studente acquisisce una formazione esaustiva su tutti i seguenti temi:

- **La composizione merceologica dei rifiuti urbani.**
- **I principali processi e i flussi di gestione dei rifiuti urbani.**
- **I principali processi di trattamento dei rifiuti urbani.**

Inoltre, grazie a dei simulatori, il **DL GREENLAB** permette di riprodurre in modo fedele gli impianti di smaltimento dei rifiuti urbani.

Lo strumento principale di apprendimento è il **DL WORKSPACE**, una piattaforma multimediale didattica.



## NOZIONI PRELIMINARI SUI PRINCIPALI TEMI DEI RIFIUTI URBANI

### • **COMPOSIZIONE MERCEOLOGICA DEI RIFIUTI URBANI.**

La composizione merceologica è variabile in funzione di numerosi parametri quali:

- ◆ le caratteristiche sociali e territoriali dell'utenza;
- ◆ la vocazione del territorio (presenza di attività produttive e commerciali, attività di servizio, attività residenziali, pendolarismo, ecc.);
- ◆ le modalità di raccolta.

### • **PRINCIPALI PROCESSI E FLUSSI DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI.**

Una panoramica chiara e sintetica dei processi e flussi di gestione dei rifiuti urbani può essere rappresentata con la seguente sequenza:

- ◆ Produzione del rifiuto urbano (origine e tipo);
- ◆ Raccolta (indifferenziata/differenziata e modalità);
- ◆ Trasporto (centro di raccolta, impianti di selezione e di trattamento);
- ◆ Trattamento (selezione e cernita per materiali riciclabili, compostaggio per la frazione organica, riciclo per carta/plastica/vetro/metalli, termovalorizzazione con incenerimento e recupero energetico, e trattamento meccanico-biologico (TMB) per rifiuti indifferenziati);
- ◆ Smaltimento finale (discarica controllata per rifiuti non recuperabili, e recupero energetico per la produzione di energia da rifiuti);
- ◆ Monitoraggio e controllo (tracciabilità dei rifiuti, controlli ambientali e sanitari, e reportistica).

Di seguito il flusso semplificato:

Produzione → Raccolta → Trasporto → Trattamento → Riciclo/Energia/Discarica.

### • **PRINCIPALI PROCESSI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI URBANI.**

La panoramica dei principali processi di trattamento dei rifiuti urbani può essere suddivisa per tipologia come:

- ◆  Trattamento **Meccanico-Biologico (TMB)** per i rifiuti indifferenziati con esito della produzione del **Combustibile Derivato dai Rifiuti (CDR)** che rappresenta il risultato finale di un processo industriale complesso che trasforma i rifiuti, principalmente plastiche, gomme e altri derivati provenienti dal petrolio, per generare energia non derivante da combustibili fossili;
- ◆  Riciclo con lo scopo di recuperare i materiali riutilizzabili come carta, plastica, vetro, metalli e legno;
- ◆  Compostaggio con lo scopo di trasformare i rifiuti organici tipo umido domestico, sfalci e potatura in compost (un ammendante del suolo) con due modalità principali:
  - ❖ Compostaggio aerobico (con ossigeno),
  - ❖ Digestione anaerobica (senza ossigeno, con produzione di biogas);



# GESTIONE DEI RIFIUTI



- ◆ 🔥 Termovalorizzazione con lo scopo smaltire rifiuti non riciclabili e produrre energia seguendo il processo di incenerimento controllato con il recupero di calore per produrre elettricità o teleriscaldamento;
- ◆ 🗑️ Discarica controllata con lo scopo dello smaltimento finale dei rifiuti non recuperabili.

## DL WORKSPACE

Il **DL WORKSPACE** è un applicativo Windows che fornisce alla classe un ambiente di lavoro integrato, nello specifico, un laboratorio didattico in cui studentesse e studenti possono sviluppare competenze nell'ambito dei principali processi e flussi della gestione dei rifiuti urbani.

La caratteristica fondamentale del laboratorio è quella di ricreare all'interno dello stesso, tramite dispositivi, apparati e sistemi hardware e software, la realtà in cui sviluppare queste competenze.

Esso fornisce, per ogni stazione di lavoro, un ambiente integrato in cui trovano posto tutti gli strumenti software per lo studio e la sperimentazione. Gli strumenti principali sono costituiti dalla navigazione nel materiale didattico in formato PDF o HTML e dalla gestione delle risposte alle domande presenti nelle lezioni.

L'ambiente è completamente personalizzabile dall'utente che può spostare a piacere le finestre, lasciarle fluttuare o ancorarle alla finestra principale, ridimensionarle, chiuderle ed aprirle a seconda delle esigenze.

## I MODULI DEL CORSO INTEGRATI IN DL WORKSPACE

I moduli del corso integrati in **DL WORKSPACE** sono i seguenti:

<b>MODULO 1</b>	Disciplina dei rifiuti: Definizioni, Normativa e Regimi Autorizzati.
<b>MODULO 2</b>	Caratterizzazione e classificazione dei rifiuti urbani.
<b>MODULO 3</b>	Raccolta rifiuti urbani (Aspetti tecnici ed economici del servizio).
<b>MODULO 4</b>	Processi e Tecnologie per il recupero dei materiali <b>EOW</b> (End Of Waste/Fine Dei Rifiuti).
<b>MODULO 5</b>	Impianti di trattamento <b>RSU</b> (Rifiuti Solidi Urbani).
<b>MODULO 6</b>	Impianti di selezione dei rifiuti urbani misti (Simulatore <b>DL GR03</b> ).
<b>MODULO 7</b>	Impianti di termovalorizzazione (Simulatore <b>DL GR01</b> ).
<b>MODULO 8</b>	Impianti di Digestione Anaerobica (Simulatore <b>DL GR02</b> ).
<b>MODULO 9</b>	Impianti di trattamento chimico-fisico dei rifiuti.
<b>MODULO 10</b>	Gestione dei rifiuti tra Riciclo ed Economia Circolare.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



## LA COMPOSIZIONE DEL LABORATORIO "DL GREENLAB"

Il laboratorio **DL GREENLAB** è costituito da più moduli sia hardware che software e consiste in una Stazione di Lavoro Docente che include:

- **DL GREENLAB-TEACHER** con SW di gestione per monitorare l'attività della classe.
- **DL WORKSPACE - CLASSROOM SERVER** che include un **SERVER** con:
  - ◆ Training Software per i moduli da uno a dieci,
  - ◆ Strumenti del DCS (Sistema di Controllo Distribuito/**Distributed Control System**) con raccolta dati, foglio elettronico, etc.
- **I TRE SIMULATORI DL GR01, DL GR02, e DL GR03.**  
Sono simulatori con argomenti riguardanti i moduli 7, 8, e 6, e in particolare:
  - ◆ **DL GR01 (Waste to Energy Plant)** per la simulazione di un impianto di un Termovalorizzatore.
  - ◆ **DL GR02 (Anaerobic Digestion Plant)** per la simulazione di un impianto per la Digestione Anaerobica.
  - ◆ **DL GR03 (Solid Waste Selection Plant)** per la simulazione di un impianto per la Selezione dei Rifiuti Urbani Solidi Misti.Ogni simulatore è collegato ad un Computer, via USB.

I **tre simulatori** sono forniti con **tre computers** e sono collegati via **Wi-Fi** alla **Stazione di Lavoro Docente** che implementa i Livelli del DCS.

I simulatori contengono:

- display a sette segmenti per indicare i valori dei Set Point dei processi che il simulatore implementa,
- i valori dei Set Point sono impostati dai Computers,
- potenziometri lineari o rotativi per impostare il valore delle grandezze provenienti dai sensori dell'impianto che si va a simulare (PV),
- algoritmi di controllo PID per il calcolo della variabile di uscita del processo (OV),
- barre a LED per la visualizzazione delle variabili OV,
- interruttori di selezione e per gli allarmi.

I computer collegati ai simulatori permettono di:

- supervisionare gli impianti mediante interfaccia grafica, con visualizzazione di tutte le grandezze,
- impostare i Set Points dei processi degli impianti,
- visualizzare il trend in tempo reale, e storico, di tutte le variabili acquisite,
- gestire gli allarmi,
- inviare tutte le informazioni al Computer.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



Per poter usufruire di uno, due o dei tre simulatori sopracitati, occorre completare il **DL GREENLAB** con almeno una Stazione di Lavoro studente definita come **DL GREENLAB-STUDENT** con Piattaforma didattica **DL WORKSPACE** che include:

- Training Software per i moduli da uno a dieci (con una licenza per ogni studente),
- Implementazione degli strumenti del DCS (Sistema di Controllo Distribuito/Distributed Control System) con raccolta dati, foglio elettronico, etc.

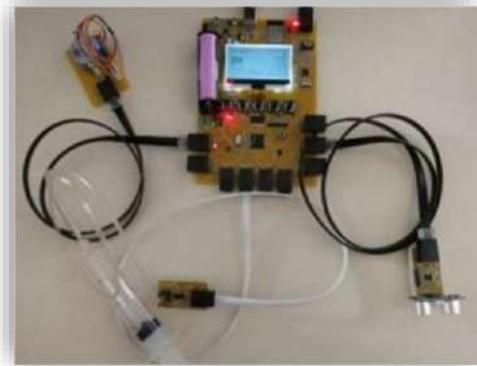
Gli studenti sono collegati al **SERVER** della **Stazione di Lavoro Docente** via **Wi-Fi**.

Inoltre, viene proposta **una unità opzionale** definita **DL DEVIOT-GR** che viene interfacciata con la **DL GREENLAB-STUDENT**.

## **L'unità DL DEVIOT-GR con sensori ed attuatori (OPZIONALE)**

Questa unità opzionale, da aggiungere alla postazione dello studente, permette di effettuare esperienze di misurazione di grandezze fisiche per lo studio di sensori e attuatori con esperienze pratiche:

- ✚ Temperatura (°C),
- ✚ Pressione,
- ✚ Umidità,
- ✚ Portata massica,
- ✚ Portata volumetrica,
- ✚ Contenuto di O<sub>2</sub> nel flusso,
- ✚ Livello riempimento serbatoio,
- ✚ Tempo di permanenza.



La gestione dell'unità **DL DEVIOT-GR** viene effettuata con il software **DL WORKSPACE** della Stazione di lavoro principale dello studente.

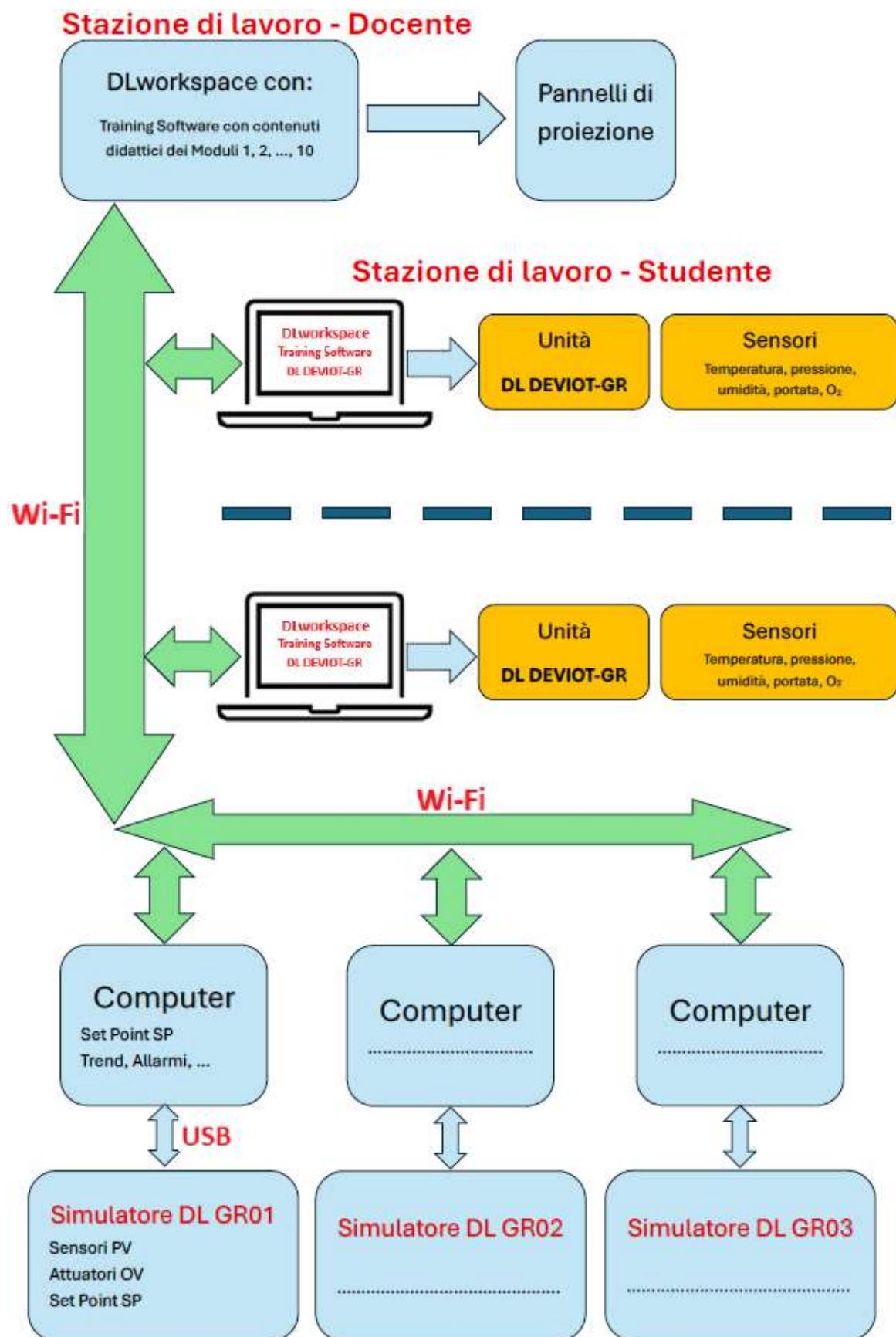
## **N.B.:**

**Riferirsi all'ultima pagina di questo catalogo per maggiori informazioni sulla composizione e la codificazione dei moduli del laboratorio.**



# GESTIONE DEI RIFIUTI

Lo schema generale del laboratorio **DL GREENLAB** è riportato in figura:





# I SIMULATORI





## IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE



### DL GR01

Il Simulatore **DL GR01** permette di affrontare lo studio del funzionamento e l'analisi delle caratteristiche e dei parametri fisici fondamentali di un Impianto di Termovalorizzazione.

È costituito da un pannello che riporta lo schema completo di tutto l'impianto, dove trova posto una serie di mini Console che visualizzano i valori delle grandezze che caratterizzano il funzionamento del simulatore: masse, temperature, entalpie, potenze, rendimenti.

Ogni sezione dell'impianto (forno, caldaia, camino, turbina, ecc.) è caratterizzata dalla presenza di una mini Console per la visualizzazione delle grandezze specifiche, con la possibilità inoltre di variare alcuni parametri per analizzare il funzionamento in differenti condizioni operative.

Il collegamento del Simulatore al PC per la supervisione, la visualizzazione in forma grafica delle grandezze d'interesse, ecc., viene ottenuta tramite apposita interfaccia USB.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



Il Simulatore è corredato dall'applicazione Windows **DLworkspace** che fornisce un'ambiente didattico integrato per l'utilizzo del Simulatore stesso.

Questa precedente applicazione riunisce, in un'unica interfaccia utente grafica, tutti gli strumenti richiesti nell'impiego del Simulatore:

- il Training Software (ovvero il materiale didattico) con la guida teorica agli argomenti di studio, la guida alle esercitazioni, e i questionari,
- gli strumenti per la visualizzazione in forma grafica delle grandezze acquisite dal Simulatore.

È anche possibile collegare il Simulatore ad un **Broker MQTT** per la pubblicazione di tutte le informazioni con le tecniche dell'Internet delle Cose, e visualizzarle in modo remoto su altri computer.

Possiede le seguenti caratteristiche tecniche:

- Pannello sinottico con schema a colori dell'impianto,
- 10 mini Console con display TFT da 2.8", risoluzione 240 x 320, e tastierino con 5 tasti,
- Interfaccia USB,
- Applicazione Windows **DLworkspace**,
- Software di gestione ed elaborazione grafica,
- Training Software con testi, immagini, video, questionari,
- Alimentazione 220 Vca ± 10%, 50 Hz.

Il programma didattico include i seguenti argomenti:

- **I Rifiuti Solidi Urbani (RSU).**
  - ◆ Divisione in categorie,
  - ◆ I parametri fondamentali,
  - ◆ Calcolo dei parametri per il termovalorizzatore.
- **Termovalorizzazione: introduzione.**
  - ◆ Il combustibile rifiuto,
  - ◆ Parametri caratteristici.
- **Termovalorizzazione: combustione.**
  - ◆ La combustione dei rifiuti,
  - ◆ Il forno e la caldaia,
  - ◆ Bilanci di massa ed energia,
  - ◆ La depurazione dei fumi.
- **Termovalorizzazione: produzione energia.**
  - ◆ Il ciclo Rankine a vapore,
  - ◆ Il turboalternatore,
  - ◆ Energia elettrica prodotta e rendimenti,
  - ◆ Energia termica.

Il sistema è fornito di manuali tecnici per teoria ed esercizi.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



## Il simulatore DL GR01

Per il funzionamento del Simulatore debbono essere forniti in ingresso i dati che caratterizzano i Rifiuti Solidi Urbani (RSU) che si andrà ad incenerire.

Questi dati sono:

- il potere calorifico,
- l'umidità relativa,
- la percentuale delle ceneri,
- la quantità d'aria richiesta.

Queste informazioni dipendono dalla tipologia dei rifiuti generati in un determinato territorio, e dalle percentuali dell'eventuale raccolta differenziata.



Per calcolare i parametri di cui sopra, a partire dai dati della raccolta, il **DLworkspace** contiene il **Waste Calculator**.

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	[kg/kg]									

Una volta inserite le percentuali di raccolta delle diverse tipologie di rifiuti, e le relative percentuali di raccolta differenziata, il calcolatore calcola in automatico i parametri dell'RSU richiesti dal Simulatore.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



Il Simulatore **DL GR01** diventa quindi anche uno strumento per analizzare un territorio e verificare l'influenza della variazione della raccolta differenziata sui parametri significativi del processo di termodistruzione.

Le altre sezioni di un impianto di termovalorizzazione analizzate dal Simulatore sono:

## IL FORNO

In esso avviene la combustione del rifiuto, con l'aggiunta di aria in quantità pari a quella indicata nei parametri base.



## LE SCORIE E GLI INCOMBUSTI

Si calcola la loro massa e si valuta la perdita di potenza termica ad essi relativa.

Scorie	Incombusti
$m = 0.31 \text{ [kg/kgr]}$	$Inc = 5 \text{ [%]}$
$T = 500 \text{ [°C]}$	$m = 0.015 \text{ [kg/kgr]}$
$cp = 1.26 \text{ [kJ/kg K]}$	$H = 33500 \text{ [kJ/kg]}$
$h = 628 \text{ [kW/kg]}$	$gi = 519 \text{ [kW/kg]}$
$P_p = 2.1 \text{ [%]}$	$P_p = 5.6 \text{ [%]}$

## I FUMI GENERATI DAL FORNO

Essi contengono l'energia termica prodotta dalla combustione che poi verrà trasferita al fluido della caldaia per generare il vapore.

Viene calcolata la loro massa, temperatura ed entalpia.

Fumi dal Forno	
$Ur = 30 \text{ [%]}$	
$T = 900 \text{ [°C]}$	
$m = 6.4 \text{ [kg/kgr]}$	
$h = 1338 \text{ [kW/kgf]}$	
$P = 8550 \text{ [kW/kg]}$	

Fumi al Camino	
$T = 180 \text{ [°C]}$	
$m = 6.39 \text{ [kg/kgr]}$	
$h = 191 \text{ [kW/kgf]}$	
$P = 1150 \text{ [kW/kg]}$	
$P_p = 12 \text{ [%]}$	

## I FUMI AL CAMINO

Con il calcolo della loro massa e dell'energia persa.

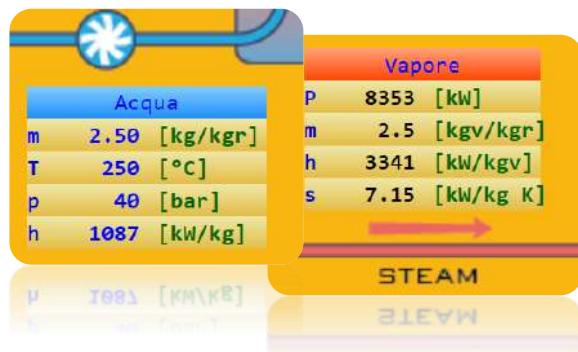


# GESTIONE DEI RIFIUTI



## LA CALDAIA

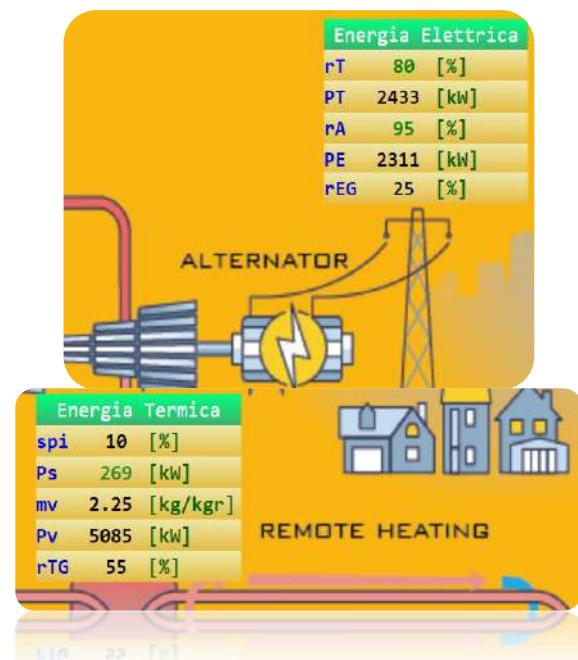
Dove entra l'acqua che viene riscaldata dalla potenza termica dei fumi, e si trasforma in vapore surriscaldato con la sua massa ed energia termica.



## IL TURBOALTERNATORE

Costituito da una turbina e da un generatore elettrico che provvede alla trasformazione dell'energia meccanica in elettrica.

La potenza elettrica generata è funzione della potenza termica del vapore e del rendimento del generatore. L'energia termica del vapore può essere utilizzata anche per applicazioni di **terleriscaldamento**.





## IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA



### DL GR02

Il Simulatore **DL GR02** permette di affrontare lo studio del funzionamento e l'analisi delle caratteristiche di un Impianto di Digestione Anaerobica.

È costituito da un pannello che riporta lo schema completo di tutto l'impianto, dove trova posto una serie di mini Console che visualizzano i valori delle grandezze che caratterizzano il funzionamento del simulatore: masse, temperature, energie, ecc.

Completano il simulatore dei potenziometri per l'impostazione dei parametri di funzionamento e dei display per la visualizzazione di ulteriori grandezze.

Il collegamento del Simulatore al PC per la supervisione, la visualizzazione in forma grafica delle grandezze d'interesse, ecc., viene ottenuta tramite apposita interfaccia USB.

Il Simulatore è corredata dall'applicazione Windows **DLworkspace** che fornisce un'ambiente didattico integrato per l'utilizzo del Simulatore stesso.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



Questa precedente applicazione riunisce, in un'unica interfaccia utente grafica, tutti gli strumenti richiesti nell'impiego del Simulatore:

- il Training Software (ovvero il materiale didattico) con la guida teorica agli argomenti di studio, la guida alle esercitazioni, e i questionari,
- gli strumenti per la visualizzazione in forma grafica delle grandezze acquisite dal Simulatore.

È anche possibile collegare il Simulatore ad un **Broker MQTT** per la pubblicazione di tutte le informazioni con le tecniche dell'Internet delle Cose, e visualizzarle in modo remoto su altri computer.

Possiede le seguenti caratteristiche tecniche:

- Pannello sinottico con schema a colori dell'impianto,
- 5 mini Console con display TFT da 2.8", risoluzione 240 x 320, e tastierino con 5 tasti,
- Potenziometri e display,
- Interfaccia USB,
- Applicazione Windows **DLworkspace**,
- Software di gestione ed elaborazione grafica,
- Training Software con testi, immagini, video, questionari,
- Alimentazione 220 Vca  $\pm 10\%$ , 50 Hz.

Il programma didattico include i seguenti argomenti:

- **La digestione anerobica.**
  - ◆ Introduzione,
  - ◆ Le fasi della digestione,
  - ◆ La produzione del biogas.
- **Tipologia di impianto.**
  - ◆ Parametri di funzionamento,
  - ◆ Tipi di processo: umido, secco, ecc.
  - ◆ Tipologie di impianto,
  - ◆ Cogeneratore.
- **Dimensionamento di un reattore.**
  - ◆ I parametri di ingresso,
  - ◆ Calcolo delle dimensioni,
  - ◆ Bilanci di massa ed energia.
- **Simulazione del funzionamento.**
  - ◆ Analisi del funzionamento,
  - ◆ Analisi delle prestazioni,
  - ◆ Bilanci di massa e di energia.

Il sistema è fornito di manuali tecnici per teoria ed esercizi.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



## Il simulatore DL GR02

Per il funzionamento del Simulatore debbono essere forniti in ingresso i dati che caratterizzano l'impianto.

Questi dati sono:

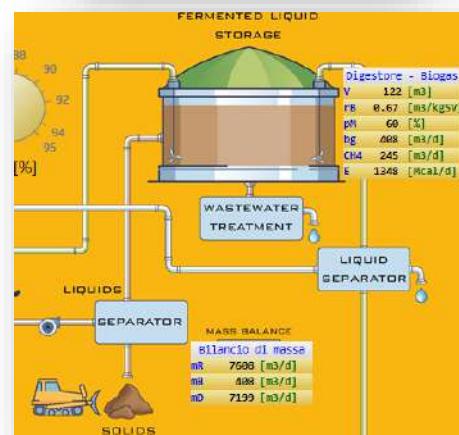
- la massa di sostanza organica,
- la percentuale di solidi totali,
- la percentuale di solidi volatili,
- la temperatura di funzionamento.



Per il funzionamento ottimale dell'impianto, la temperatura nei digestori deve essere regolata sui valori ottimali e mantenuta costante.



A tale proposito il simulatore contiene un regolatore PID per il controllo della temperatura.



Tutte le variabili di funzionamento del reattore sono visualizzate su opportune mini-console insieme con i dati relativi al bilancio di massa.

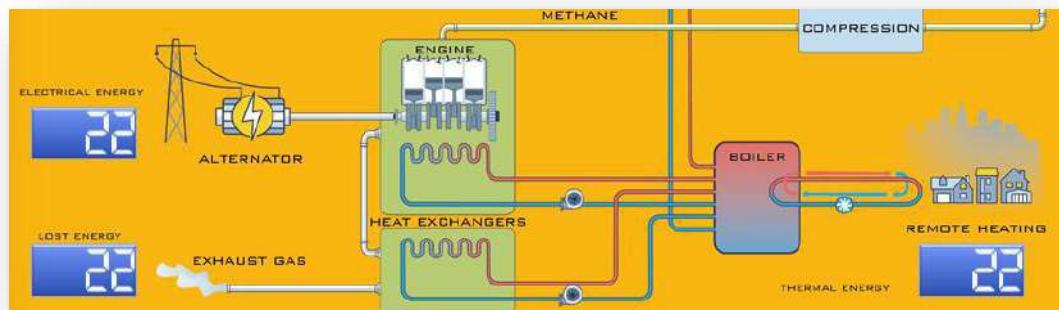
Il metano che è stato prodotto, dopo fasi successive di pulitura e di compressione, può essere utilizzato per essere immesso nella rete di distribuzione, oppure può essere impiegato per la generazione di energia elettrica e termica tramite un cogeneratore.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



Il simulatore DL GR02 utilizza un cogeneratore, secondo lo schema di figura:



Su appositi display sono visualizzate: l'energia elettrica prodotta, l'energia termica prodotta, l'energia persa.



# GESTIONE DEI RIFIUTI

**DL**  
DE LORENZO

## IMPIANTO PER LA SELEZIONE DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI



### DL GR03

Il Simulatore **DL GR03** permette di affrontare lo studio delle problematiche del processo di raccolta e selezione dei rifiuti solidi urbani.

È costituito da un pannello che riporta lo schema completo di tutto l'impianto, dove trova posto una serie di mini Console che visualizzano i valori delle grandezze di interesse.

Il collegamento del Simulatore al PC per la supervisione, la visualizzazione in forma grafica delle grandezze d'interesse, ecc., viene ottenuta tramite apposita interfaccia USB.

Il Simulatore è corredata dall'applicazione Windows **DLworkspace** che fornisce un'ambiente didattico integrato per l'utilizzo del Simulatore stesso.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



Questa precedente applicazione riunisce, in un'unica interfaccia utente grafica, tutti gli strumenti richiesti nell'impiego del Simulatore:

- il Training Software (ovvero il materiale didattico) con la guida teorica agli argomenti di studio, la guida alle esercitazioni, e i questionari,
- gli strumenti per la visualizzazione in forma grafica delle grandezze acquisite dal Simulatore.

È anche possibile collegare il Simulatore ad un **Broker MQTT** per la pubblicazione di tutte le informazioni con le tecniche dell'Internet delle Cose, e visualizzarle in modo remoto su altri computer.

Possiede le seguenti caratteristiche tecniche:

- Pannello sinottico con schema a colori dell'impianto,
- 6 mini Console con display TFT da 2.8", risoluzione 240 x 320, e tastierino con 5 tasti,
- Interfaccia USB,
- Applicazione Windows **DLworkspace**,
- Software di gestione ed elaborazione grafica,
- Training Software con testi, immagini, video, questionari,
- Alimentazione 220 Vca ± 10%, 50 Hz.

Il programma didattico include i seguenti argomenti:

- **I Rifiuti Solidi Urbani (RSU).**
  - ◆ Divisione in categorie,
  - ◆ I parametri fondamentali.
- **Impianti di selezione.**
  - ◆ Riduzione dimensionale,
  - ◆ La separazione manuale, dimensionale, gravimetrica, magnetica, elettrica ed ottica.
- **Energia dei rifiuti.**
  - ◆ Il potere calorifico,
  - ◆ Calcolo parametri per l'incenerimento.

Il sistema è fornito di manuali tecnici per teoria ed esercizi.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



## Il simulatore DL GR03

Per il funzionamento del Simulatore debbono essere forniti in ingresso i dati relativi alla distribuzione delle varie categorie dei rifiuti solidi, definendo così la composizione del materiale da avviare a riciclo o smaltimento.

I valori sono stati divisi nelle seguenti categorie principali aventi caratteristiche simili:

- organici,
- plastica,
- carta e cartone,
- legno/tessile,
- inerti.



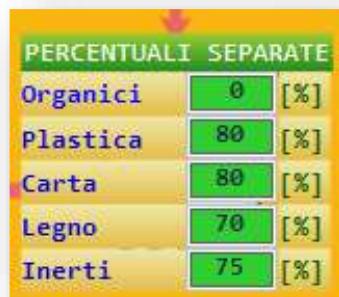
Nel simulatore è possibile definire le percentuali di raccolta differenziata per ciascuna categoria di rifiuto.



Il simulatore calcola automaticamente e visualizza le percentuali, per ognuna delle categorie, dei rifiuti che sono destinati agli impianti di selezione.



Le percentuali di separazione ottenibili per ciascuna categoria di rifiuto possono essere impostate a piacere tramite la relativa mini-console.





## GESTIONE DEI RIFIUTI



Le percentuali delle diverse componenti dei rifiuti, che non sono state separate durante le fasi di separazione vengono calcolate automaticamente dal Simulatore e visualizzate nella mini Console 'UNSORTED WASTE'.

RIFIUTI NON SEPARATI		
Organici	65	[%]
Plastica	6	[%]
Carta	11	[%]
Legno	5	[%]
Inerti	13	[%]

Questa frazione residua di rifiuti può essere destinata a due diversi trattamenti:

- Discarica per lo smaltimento finale,
- Termovalorizzazione per la produzione di energia.

Per la termovalorizzazione, il Simulatore mette a disposizione la mini Console 'WASTE TO ENERGY PLANT' che mostra i principali parametri necessari per calcolare l'energia ottenibile dai rifiuti.

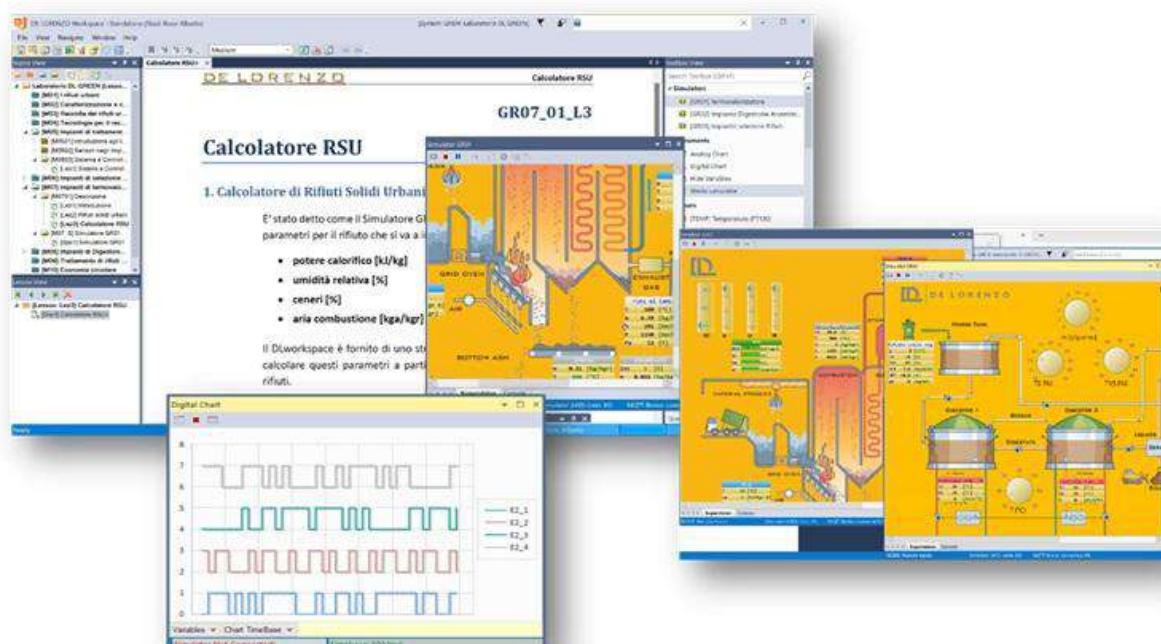
WASTE TO ENERGY PLANT		
Combustibile Solido		
PCI	6171	[kJ/kgr]
Ur	45	[%]
Ce	30	[%]
ar	4.54	[kga/kgr]



Queste informazioni possono poi essere inserite nel Simulatore DL GR01 per la termovalorizzazione.



# DL WORKSPACE





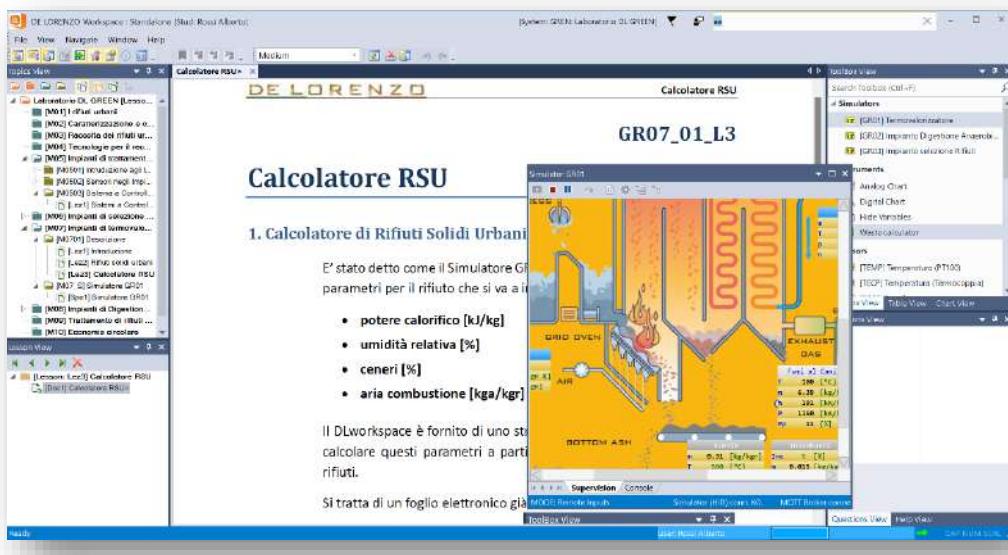
# GESTIONE DEI RIFIUTI



## DLworkspace IDE

De Lorenzo Workspace è un'applicazione Windows che fornisce un Ambiente Didattico Integrato (IDE) per la formazione. Essa riunisce, in un'unica interfaccia utente grafica, tutti gli strumenti utili agli Studenti per studiare e sperimentare, e ai Docenti per insegnare e verificare l'apprendimento.

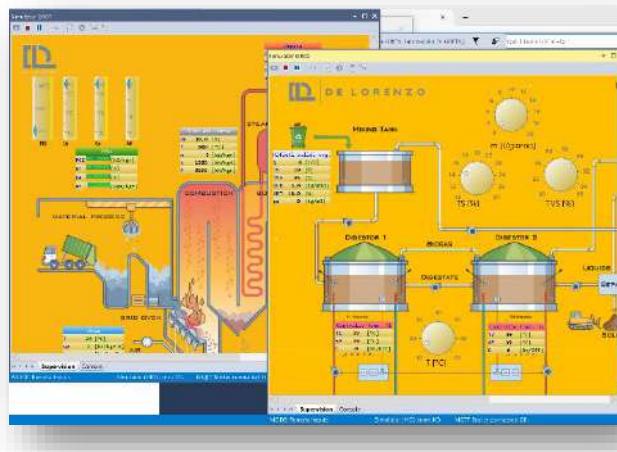
La figura ne mostra un esempio.



Si possono notare:

- la lista degli argomenti e delle lezioni sulla sinistra,
- le pagine delle lezioni al centro,
- gli strumenti di supervisione, i video e la gestione delle risposte alle domande sulla destra.

Nello stesso ambiente trovano posto anche gli strumenti di utilizzo del Simulatore per la supervisione e l'elaborazione grafica.

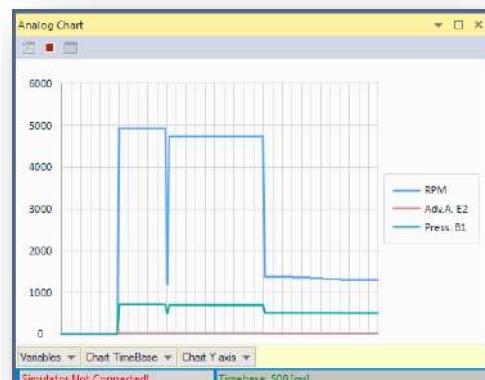




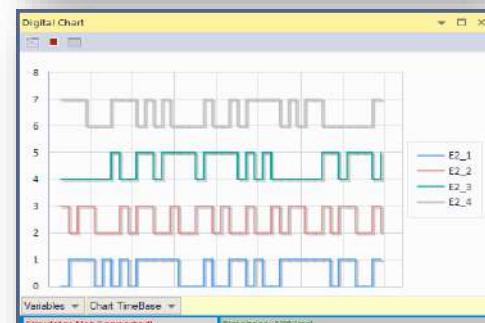
# GESTIONE DEI RIFIUTI



L'**Analog Chart** permette di visualizzare l'andamento in tempo reale di grandezze analogiche durante la simulazione. È possibile selezionare più grandezze contemporaneamente.

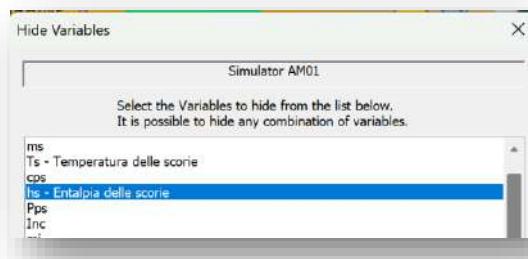


Il **Digital Chart** permette di visualizzare l'andamento in tempo reale di grandezze ON-OFF durante la simulazione.



## Domande interattive

L'ambiente **DLworkspace** permette al Docente di porre domande interattive agli Studenti durante la simulazione. È infatti possibile 'nascondere' i valori delle variabili visualizzate dal Simulatore e richiedere il loro calcolo da parte dello Studente. Un'apposita finestra permette al Docente di selezionare le variabili da nascondere.



Il valore della variabile non appare più allo Studente sul Simulatore. Egli ne deve calcolare il valore utilizzando bilanci di massa, di energia, o altro a seconda del tipo di variabile.

Scorie	
<b>n</b>	0.31 [kg/kgr]
<b>T</b>	500 [°C]
<b>cp</b>	1.26 [kJ/kg K]
<b>h</b>	????? [kW/kg]
<b>Pp</b>	2.1 [%]

In questo modo è possibile verificare direttamente il grado di apprendimento dello Studente.



# GESTIONE DEI RIFIUTI



## RIASSUNTO SULLA COMPOSIZIONE DEL LABORATORIO DL GREENLAB E RELATIVI CODICI

La postazione principale del laboratorio **DL GREENLAB** consiste in *una stazione di lavoro per il docente* ed è così composta:

CODICE	COMPOSIZIONE	QUANTITÀ
<b>DL GREENLAB</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DL GREENLAB-TEACHER</b></li> <li>• <b>DL WORKSPACE - CLASSROOM SERVER</b></li> <li>• <b>DL GR01</b></li> <li>• <b>DL GR02</b></li> <li>• <b>DL GR03</b></li> </ul>	1 1 1 1 1

Da aggiungere poi una o più *stazioni di lavoro per gli studenti* con il codice **DL GREENLAB-STUDENT** e che include ciascuna una licenza del software.

CODICE	CONTENUTO
<b>DL GREENLAB-STUDENT</b>	Una licenza <b>DL WORKSPACE</b>

Inoltre, *optionalmente*, si può aggiungere una scheda hardware **DL DEVIOT-GR** completa di sensori ed attuatori da interfacciarsi con la stazione di lavoro dello studente.

CODICE	QUANTITÀ
<b>DL DEVIOT-GR</b>	Una o più schede, a seconda del numero delle stazioni di lavoro degli studenti

Da precisare infine che uno qualsiasi dei tre simulatori **DL GR01**, **DL GR02**, o **DL GR03**, può essere ordinato separatamente ed indipendentemente dal laboratorio **DL GREENLAB**. In questo caso, e quando viene ordinato, esso includerà il software di simulazione **DL WORKSPACE** contenente tutte le lezioni teoriche e pratiche inerenti al simulatore scelto, come avviene principalmente con i nostri simulatori di **AUTOTRONICA** e di **TERMOTRONICA**.

CODICE	DESCRIZIONE	CONTENUTO
<b>DL GR01</b>	<b>Waste to Energy Plant</b>	Il simulatore con una licenza <b>DL WORKSPACE</b>
<b>DL GR02</b>	<b>Anaerobic Digestion Plant</b>	Il simulatore con una licenza <b>DL WORKSPACE</b>
<b>DL GR03</b>	<b>Solid Waste Selection Plant</b>	Il simulatore con una licenza <b>DL WORKSPACE</b>