

Radici InNova & UNIMI: una collaborazione virtuosa per la ricerca e innovazione di prodotti e processi sostenibili

Carlo Pirola

Professore Associato – Dipartimento di Chimica Industriale – Università degli Studi di Milano

Claudia Castelli

I&R - Strategic Program Management Officer - Radici Innova s.c.a.r.l.

12° Conferenza | Chimica Sostenibile

05 giugno 2025



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

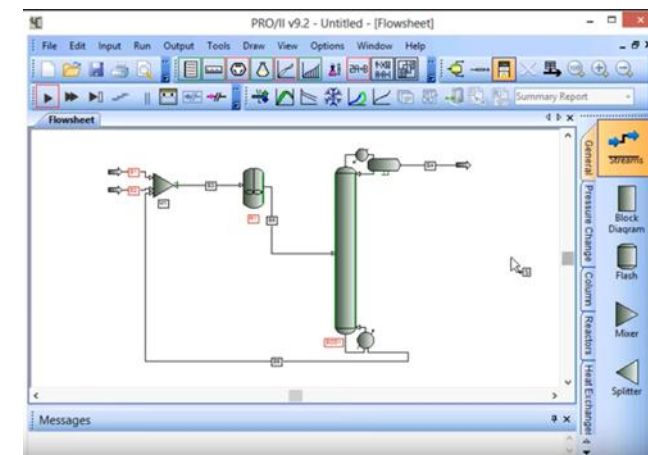
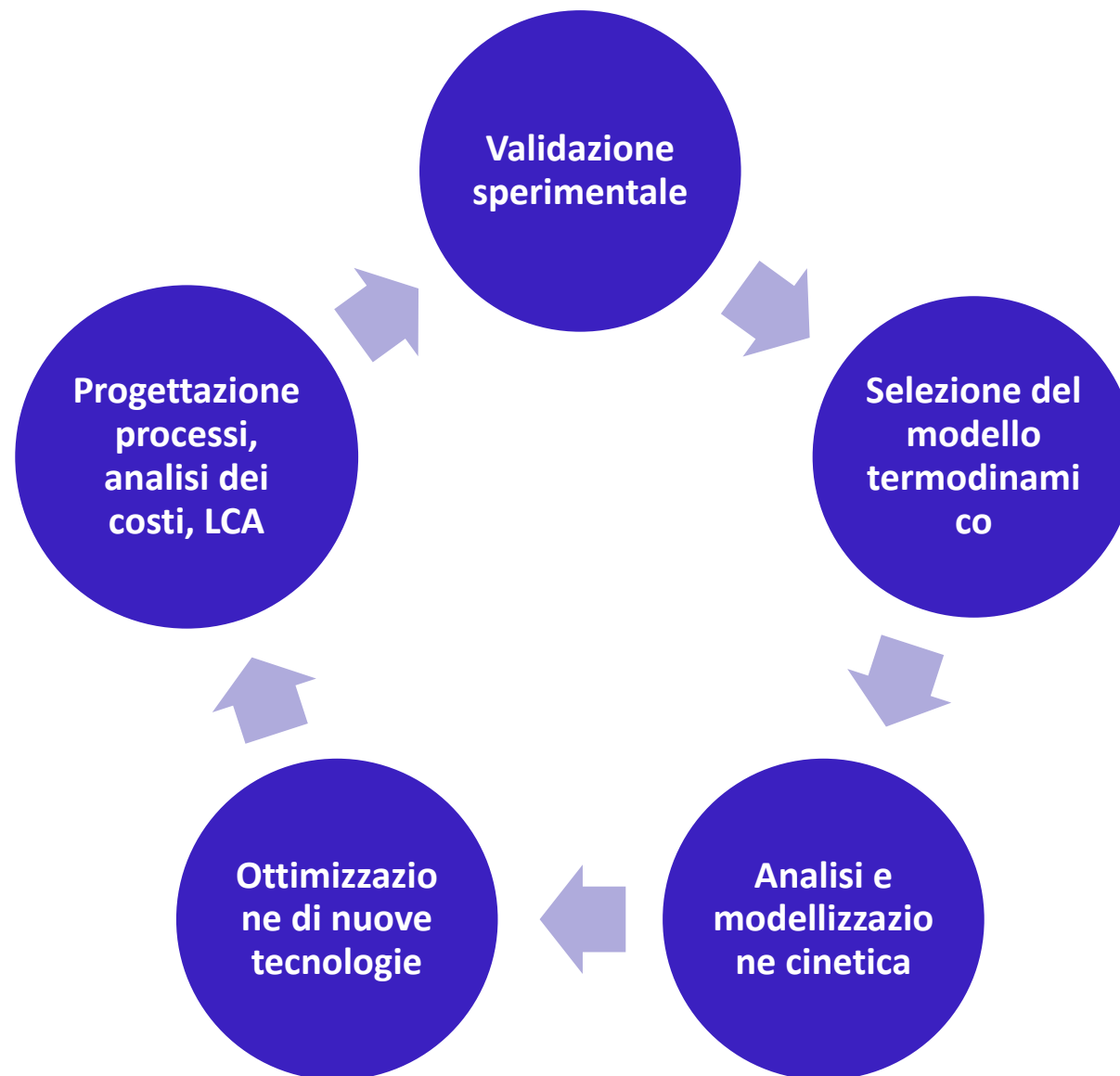


- **Attività di ricerca:**

- Processi di separazione (distillazione, assorbimento, equilibri in fase fluida, adsorbimento)
- Catalisi eterogenea per la conversione di CO₂ e biomassa
- Reattori
- Fotocatalisi
- Simulazione e ottimizzazione di processo.

- **Formazione:**

- Laurea triennale in Chimica Industriale: Impianti Chimici con laboratorio
- Laurea magistrale in Chimica Industriale: Processi industriali e scale-up
- Corso internazionale: Formazione Virtuale Immersiva per la Chimica e l'Ingegneria Chimica (VIRTCHEM)



UNIMI – Prodotti e riferimenti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

<https://sites.unimi.it/pirolacarlo/>



Gruppo di ricerca ▾

Consulenze aziendali

Argomenti di ricerca

Pubblicazioni

Novità

Contatti

Attività didattiche ▾

English

Ricerca per ...

Q



Sustainable Chemical Operations

Our current researches, your future technologies

<https://expertise.unimi.it/get/person/carlo-pirola>

Dipartimento:

Dipartimento di Chimica

Gruppo Scientifico Disciplinare

Gruppo 09/ICHI-02 - IMPIANTI E PROCESSI INDUSTRIALI CHIMICI

SSD

Settore ICH-02/A - Impianti chimici

AREE DI RICERCA

PROGETTI

PUBBLICAZIONI

ALTRE ATTIVITÀ

CV

Pubblicazioni (303)

Cerca per Pubblicazioni

Pulisci

Ordina Anno: decrescente ▾

Filtra per Pubblicazioni: Tutti ▾

Filtra per tipo accesso: All ▾

Polyamide recycling by selective dissolution approach: Life Cycle Assessment study and environmental impacts comparison with different recycling technologies

POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE

JOHN WILEY AND SONS INC

2025

Articolo

Open Access

Separation of hydrogen-methane mixtures by electrochemical hydrogen compressor: Experimental and modelling investigation on the influence of different Nafion membranes and operative conditions

INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY

ELSEVIER LTD

2025

Articolo

Open Access

The diagram illustrates a complex chemical process unit, possibly a distillation column or a reactor system. It features a central vertical vessel with multiple internal trays or stages. To the left, there are several smaller vessels and tanks, including a 'Reboiler' and a 'Condenser'. A network of pipes connects these components, with flow streams labeled with numbers (1 through 10) and letters (A through F). The system is equipped with numerous control points, represented by red circles and labeled with letters (A through F). The overall layout suggests a detailed process flow and control strategy for a chemical engineering application.

An aerial photograph of a CDU (Central Distribution Unit) map. The map shows a complex network of roads and buildings. Key components are labeled with yellow text and arrows pointing to specific locations:

- Top left: "CDU map"
- Top center: "CDU map"
- Top right: "CDU map"
- Bottom left: "CDU map"
- Bottom center: "CDU map"
- Bottom right: "CDU map"

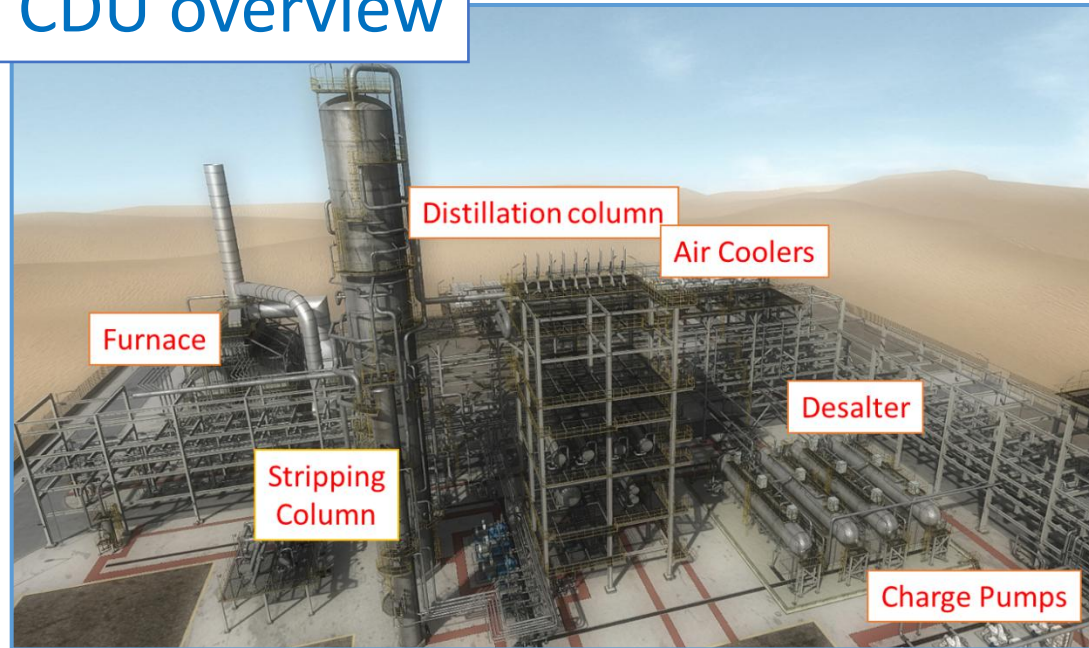
[illegible]

The image is a 2x2 grid of photographs showing industrial equipment. The top-left photo shows two tall, vertical distillation columns with complex piping and ladders. The top-right photo shows a similar industrial structure with a large vertical vessel. The bottom-left photo shows a large, horizontal storage tank with a yellow-painted base and support structure. The bottom-right photo shows a large, dark, cylindrical vessel with a curved pipe leading to it.

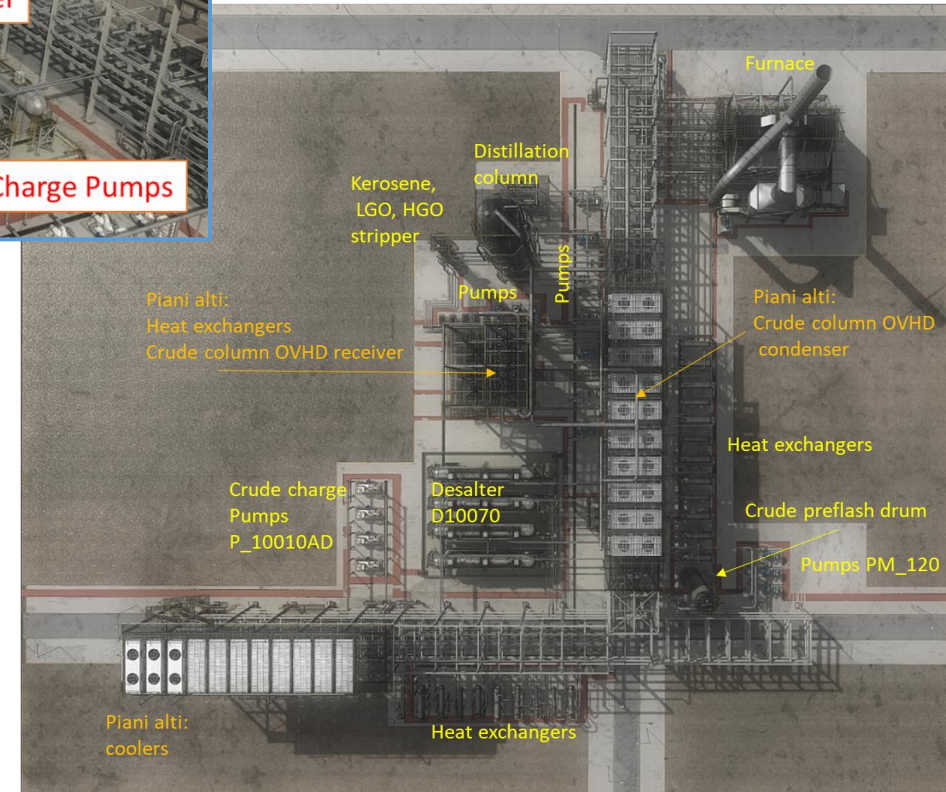
AVEVA

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

CDU overview



CDU map

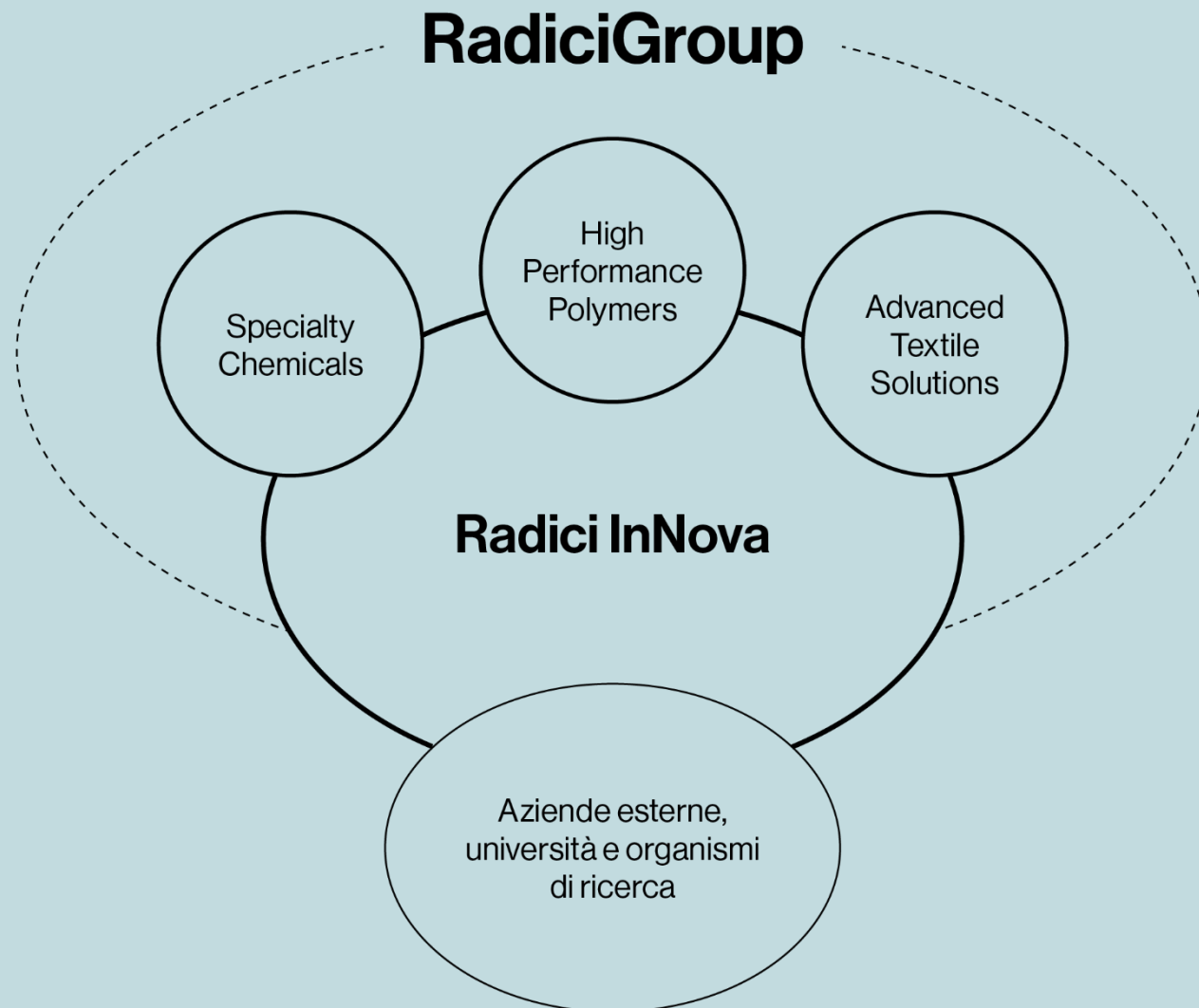


Radici InNova: l'innovazione senza confini



Radici InNova è una società consortile costituita per **sviluppare nuovi progetti di Innovazione e Ricerca, in linea con la strategia di sostenibilità di RadiciGroup.**

Si avvale di **competenze interne e di relazioni** mirate **con soggetti terzi** che rivestono un ruolo strategico per il Gruppo.



Chi è sostenibile, si vede



Alcuni traguardi raggiunti da RadiciGroup fino a oggi.

- › **Riduzione delle emissioni dirette superiore al 70%** dal 2011.
- › **Energia elettrica rinnovabile con una quota superiore al 50%** e in costante crescita nel mix energetico.
- › **Portfolio materiali performanti e 100% riciclabili**, prodotti riciclati, bio-based o realizzati con energia verde.
- › Presenza di un **team interno di esperti LCA** per misurare gli impatti dei prodotti.
- › **Competenze locali in più di 15 paesi** per la creazione di valore aggiunto condiviso con le competenze e le comunità locali.
- › Pubblicazione del **primo Bilancio di Sostenibilità nel 2004**.

Radici InNova- Aree di Innovazione



1. Economia circolare

Sviluppiamo **progetti di filiera** per la gestione del fine vita **post-consumer** dei prodotti, del loro **riciclo** e **riutilizzo** nell'industria plastica e tessile.

Progettiamo **soluzioni innovative** secondo un approccio di **eco-design**,

Sviluppiamo **nuove metodologie** di riciclo per il **recupero post-consumer** e **post-industrial** dei materiali.

2. Intermedi chimici bio

Sviluppiamo **nuovi processi**, basati sia su **tecnologie tradizionali** sia su **biotecnologie**, utilizzando materie prime di **scarto o rinnovabili** per la **sintesi di intermedi chimici**, come **building blocks** per la produzione dei materiali polimerici

Cerchiamo di costruire **filieri produttive locali virtuose e sostenibili**, dalle materie prime al fine vita del prodotto.

3. Polimeri sostenibili

Studiamo e sviluppiamo **nuovi polimeri** a base di monomeri ottenuti da materiali **da fonte rinnovabile**.

Studiamo e sviluppiamo **polimeri ad elevate prestazioni** per l'industria tessile e dei tecnopolimeri.

4. Nuove opportunità di business: Studiamo **nuove soluzioni tecnologiche**, ottenute combinando diversi materiali e tecnologie, per la realizzazione di prodotti per applicazioni avanzate (es. compositi termoplastici a fibra continua)

5. Sostenibilità: Misuriamo **l'impatto ambientale dei prodotti e processi del Gruppo** per valutare oggettivamente la sostenibilità, garantendo ripetibilità e riproducibilità.

Collaborazione Università - Impresa



Opportunità

- › Sviluppo di nuovi processi, prodotti e servizi attraverso la combinazione del know-how universitario e industriale
- › Trasferimento tecnologico di soluzioni sviluppate su scala laboratorio da Università a Impresa e disponibilità presso le imprese di infrastrutture per lo scale-up
- › Formazione di personale qualificato
- › Sinergie che stimolano lo sviluppo economico a livello regionale, nazionale ed europeo anche attraverso collaborazioni con altri centri di ricerca e/o imprese del territorio

Sfide

- › Necessità differenti per la gestione della proprietà intellettuale (es. pubblicazione di articoli scientifici, deposito di brevetti, segreto industriale, ...)
- › Approcci differenti nella gestione della ricerca che rendono complicata la condivisione di obiettivi comuni
- › Gestione complessa della collaborazione a causa della distanza tra le istituzioni e delle esigenze specifiche di ciascun ente/azienda

Radici & UNIMI: Una collaborazione virtuosa



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Radici & UNIMI: Il percorso di collaborazione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



- › 2 tesi di laurea magistrale
- › 2 dottorati di ricerca
- › 3 articoli scientifici pubblicati
- › 2 articoli scientifici under review
- › 1 brevetto depositato congiuntamente

Da 2012
Collaborazione per
attività didattica

2017
1 Progetto di ricerca congiunto
«Studio equilibrio liquido vapore e prove di distillazione batch di miscele HMD e sue impurezze industriali»

2021
1 Dottorato industriale – 3y
«Processi di recupero e separazione nella filiera di riciclo di materiali plastici poliammidici per l'ottenimento ecosostenibile di materie prime.»

**PROCESSI DI RECUPERO E SEPARAZIONE
NELLA FILIERA DEL RICICLO DI
MATERIALI
POST-INDUSTRIAL E POST-CONSUMER**

2024
- Progetto finanziato RE-POLY.AI – 1y (Bando a cascata MICS per imprese)
«Studio sperimentale e modellazione tramite intelligenza artificiale dei processi di separazione e recupero dei solventi per il riciclo sostenibile e innovativo di scarti tessili a base poliammidica»
RI&UNIMI&Tèchnéos)
- 1 Dottorato Nazionale Made in Italy coordinato da UNI Vanvitelli e svolto presso UNIMI – 3y «Processi di recupero e separazione nella filiera di riciclo di materiali plastici poliammidici per l'ottenimento ecosostenibile di materie prime»



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

PROGETTO RE-POLY.AI

«Studio sperimentale e modellazione tramite
intelligenza artificiale dei processi di separazione e
recupero dei solventi per il riciclo sostenibile e
innovativo di scarti tessili a base poliammidica»



MICS

Made in Italy
Circolare e Sostenibile



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



mics.tech

Durata progetto: 12 mesi

TRL INIZIALE: 3-4

TRL FINALE: 5-6



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

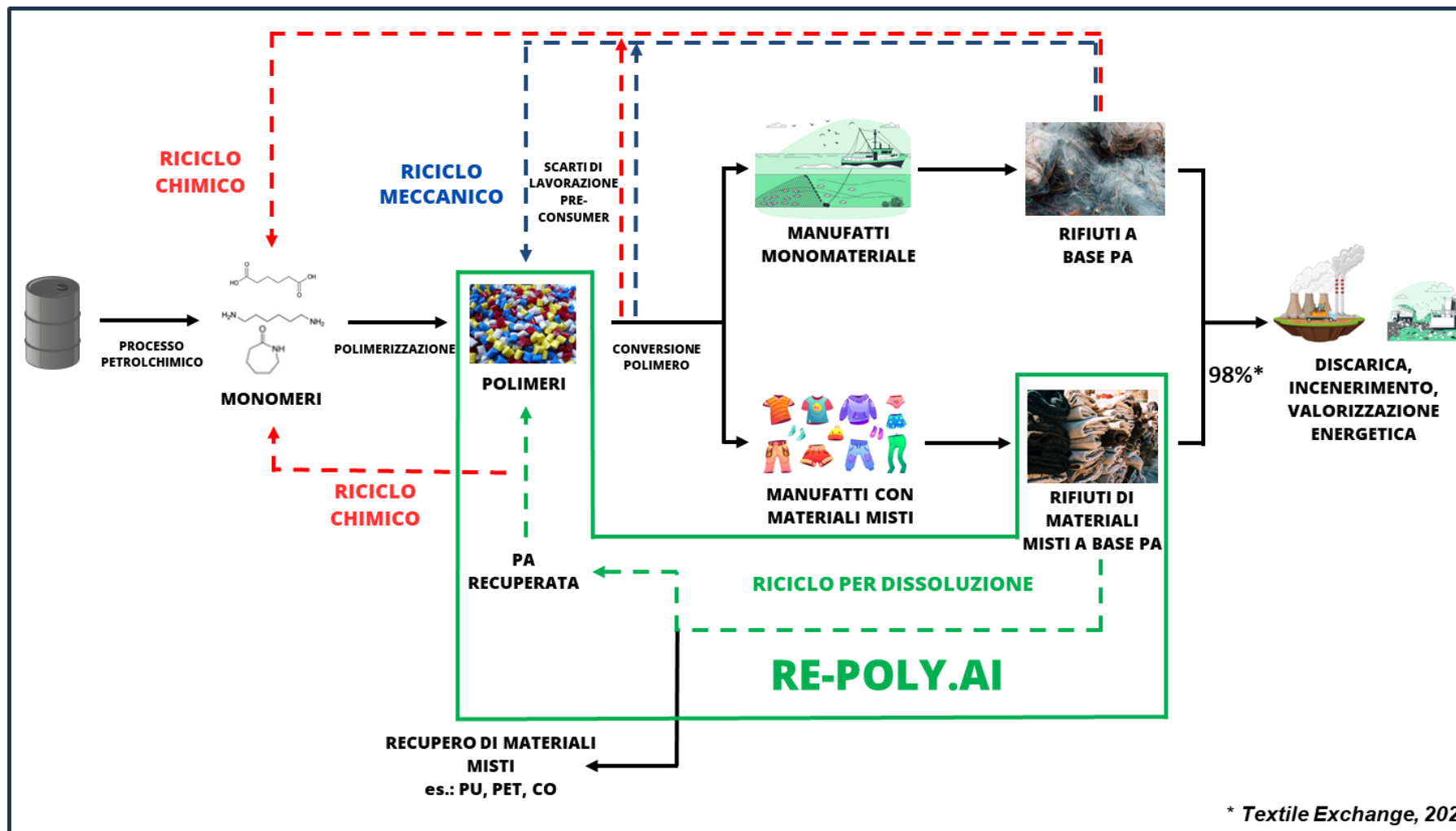


Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

CONTESTO



* Textile Exchange, 2021



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

INNOVATIVITA' DEL PROGETTO

- Sviluppo di un **processo in grado di riciclare in maniera più efficiente gli scarti misti a base poliammide, minimizzando i costi e gli impatti del processo ed ampliando la quota e tipologia di scarti tessili trattabili.**
- **L'utilizzo di solventi specifici ed eco-compatibili consente di ottenere direttamente un polimero di qualità, e non i suoi monomeri, evitando gli step successivi di purificazione e ri-polimerizzazione, con impatti significativamente ridotti anche dalla fase di recupero e riutilizzo dei solventi impiegati, obiettivo principale delle attività di ricerca di RE-POLY.AI.**
- Utilizzo di sistemi di intelligenza artificiale per la **simulazione di processi innovativi e loro scale up.**



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

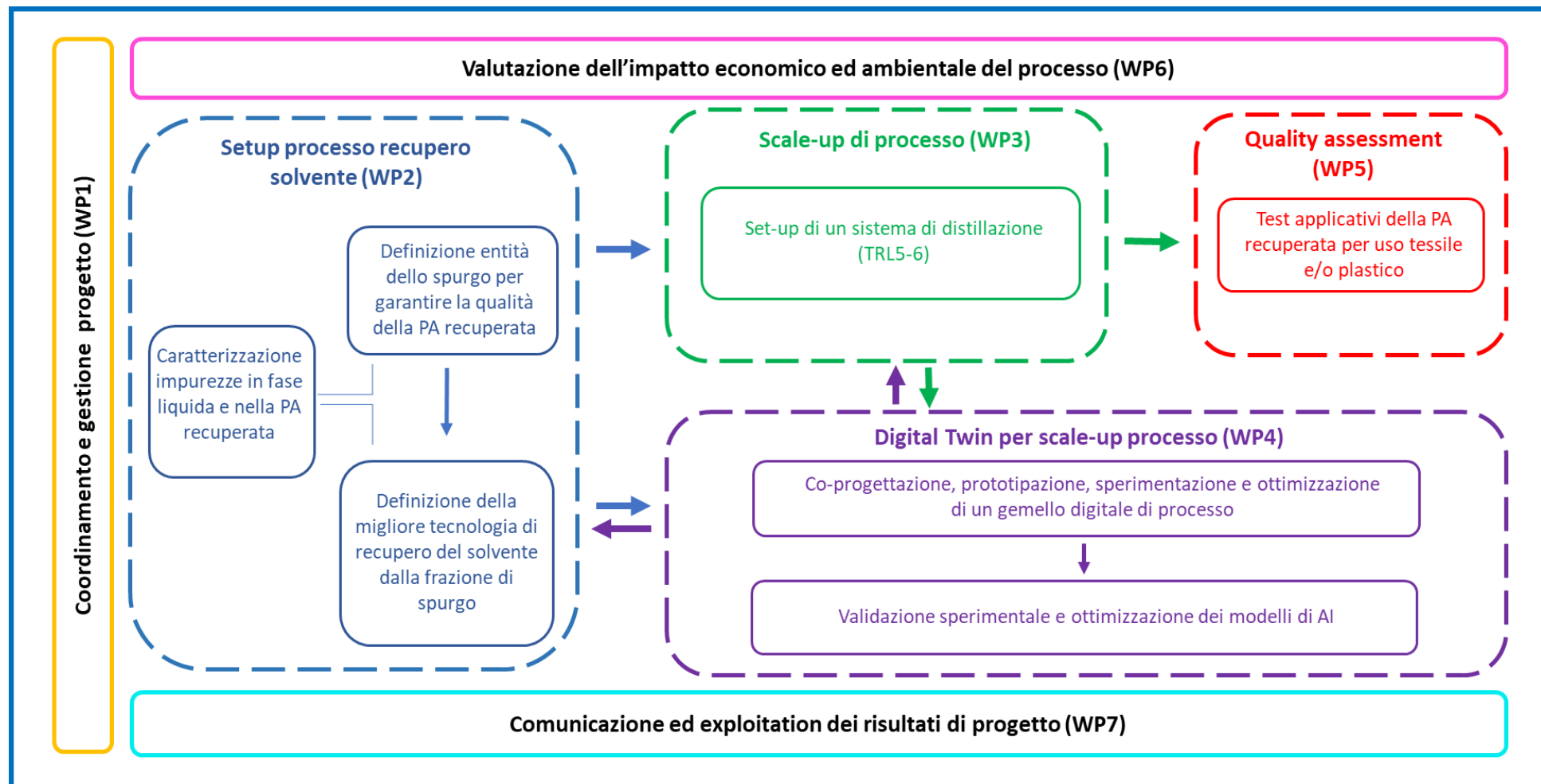


Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

CONCEPT





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



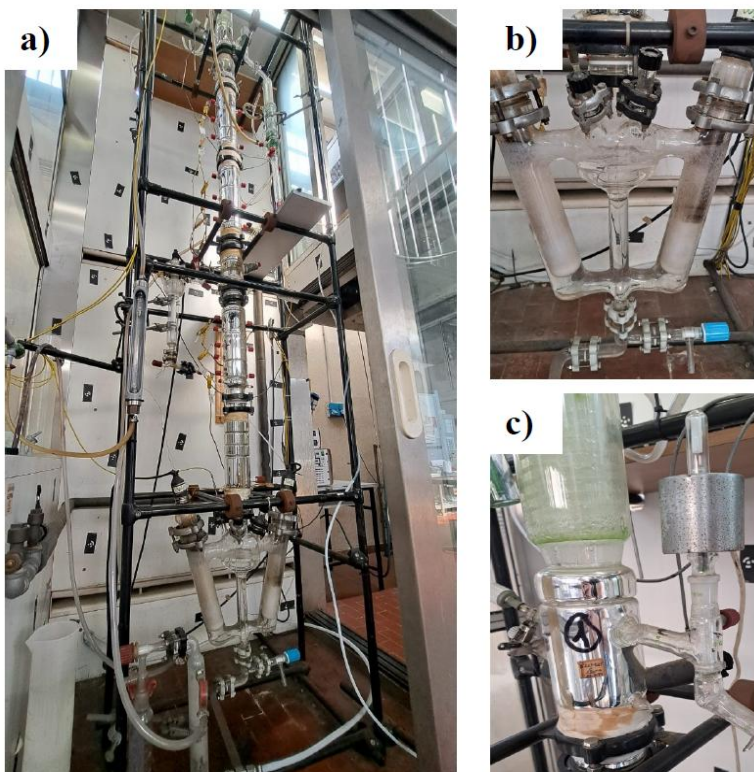
Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

RISULTATI

Set up del processo di recupero del solvente

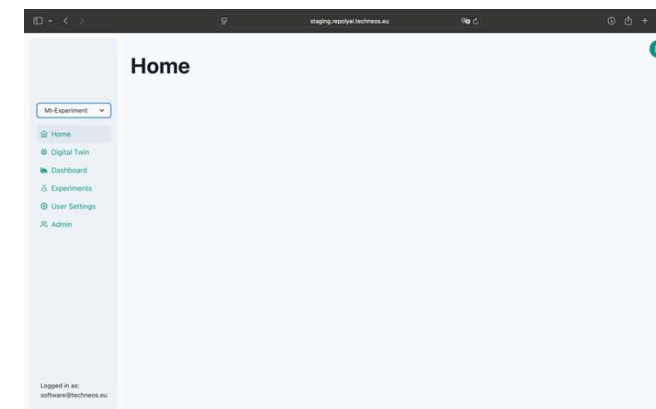


Scale-up di processo



Digital Twin per scale-up processo

Consegna prima versione del software basato sull'intelligenza artificiale e sviluppato per agevolare la scalabilità del processo di recupero del solvente



Collaborazione Università – Impresa: Come migliorare?



- Rafforzare la ricerca congiunta nello sviluppo di prodotti e servizi sfruttando le reciproche reti di collaborazione di università e imprese
- Incentivare i tirocini, l'apprendistato, i dottorati di ricerca consentendo agli studenti di acquisire esperienza nel mondo del lavoro e alle aziende di formare personale qualificato
- Creare spazi fisici di co-working dove università e imprese possono scambiare idee, condividere know-how e sperimentare insieme
- Apertura delle università al mondo produttivo con conseguente allineamento dei processi formativi degli studenti anche all'innovazione industriale
- Finanziamenti e incentivi che supportino la collaborazione Università – Impresa in tutte le fasi di sviluppo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

carlo.pirola@unimi.it

claudia.castelli@radicigroup.com

12° Conferenza | Chimica Sostenibile

05 giugno 2025



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

