

Ministero delle Imprese
e del Made in ItalyFinanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

INVITALIA



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

Report Scientifico Attività Svolte – Borsa di Ricerca "Sviluppo di un prototipo elettrofilato a base Cu_2O /Carbone come anodo di nuova generazione per batterie al Litio (SPINNERET)"

Periodo: Marzo 2024 – Febbraio 2025

Il presente report scientifico documenta le attività di ricerca intraprese nell'ambito della borsa di studio SPINNERET, finanziata dal progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR, Investimento 6, dal titolo: "Sviluppo di un Prototipo elettrofilato a base Cu_2O /carbone come anodo di Nuova generazione per batterie al litio - SPINNERET". Tale progetto, avviato il 18 settembre 2023 per una durata di 18 mesi, mira primariamente all'innalzamento del Technology Readiness Level (TRL) del materiale brevettato (2018IT-0010452) mediante la realizzazione di un materiale innovativo costituito da un nanocomposito di Cu_2O e carbonio, sintetizzato tramite la tecnica dell'elettrofilatura. La ricerca, condotta nel periodo marzo 2024 – febbraio 2025, si è concentrata sull'ottimizzazione dei parametri di sintesi, sulla caratterizzazione chimico-fisica del materiale, sulla realizzazione di separatori compatibili per l'assemblaggio della cella prototipale e sulla predisposizione del prototipo per future valutazioni elettrochimiche. Il report è organizzato in base alle prove effettuate cercando di migliorare, aggiungere specifiche al brevetto e mira a evidenziare i progressi compiuti, oltre a identificare eventuali aspetti su cui focalizzarsi in futuro. Le informazioni contenute offrono una visione d'insieme sulle attività svolte, con l'intento di documentare e analizzare i risultati conseguiti in modo sintetico sulla base del progetto SPINNERET. Parallelamente alle attività di ricerca, una componente fondamentale del progetto è stata la divulgazione scientifica, finalizzata alla disseminazione dei risultati e alla creazione di un network di collaborazioni.

Sviluppo della Ricerca

L'attività di ricerca, focalizzata sul progetto SPINNERET, ha previsto un intensivo programma di formazione sulla tecnica dell'elettrofilatura. Questo percorso ha comportato l'utilizzo di una varietà di polimeri, sia sintetici che naturali, e la realizzazione di diversi compositi, ciascuno con specifiche caratteristiche chimico-fisiche. Il training ha permesso di acquisire competenze avanzate nella gestione dei parametri di processo e nella comprensione della relazione tra la natura del polimero, le condizioni operative e le proprietà morfologiche e strutturali dei manufatti ottenuti.

I componenti principali dell'apparato per l'elettrofilatura sono: un generatore di alta tensione (semplice o alternata); una siringa dosatrice contenente la soluzione da elettrofilare; un ago metallico che solitamente funge da elettrodo; una pompa volumetrica che regola la velocità di flusso della soluzione; un collettore metallico che funge da secondo elettrodo, sul quale si andranno a depositare le fibre



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

ottenute. Il collettore può essere di varie dimensioni e materiali e anche fisso o in movimento, a seconda delle fibre che si vogliono ottenere.

Una parte significativa del percorso formativo è stata dedicata alla realizzazione di separatori per celle elettrochimiche mediante elettrofilatura. L'obiettivo primario di questa attività è stato quello di incrementare il TRL del materiale brevettato "SPINNERET" attraverso l'identificazione e la fabbricazione di un separatore che presentasse una compatibilità ottimale con il materiale anodico oggetto del brevetto, predisponendo così un sistema completo per future valutazioni prestazionali. Sono stati impiegati polimeri sintetici commerciali, nello specifico il Poli(ossido di etilene) (PEO), noto per le sue proprietà conduttive ioniche. Parallelamente, è stata esplorata la possibilità di utilizzare materiali derivanti da scarti post-consumo come il Polietilene tereftalato (PET) previa opportuna preparazione e processabilità. La finalità di tale indagine è stata quella di sviluppare separatori che potessero sinergicamente contribuire alle prestazioni complessive della cella prototipale in studi futuri, valutando al contempo l'impiego di materiali a basso costo e/o riciclati.

Studi sul (PAN)

Il poliacrilonitrile è un polimero che trova utilizzo in diversi campi, sia nel biologico che nel campo tessile che quello ambientale. Il PAN è stato utilizzato per la realizzazione di membrane elettrofilate analizzando il suo comportamento con diverse concentrazioni e con l'aggiunta di nanoparticelle. Sono state implementate serie di esperimenti parametrici, modulando variabili di processo quali la concentrazione della soluzione polimerica, il potenziale elettrico applicato al sistema e la velocità di flusso della soluzione. L'analisi dell'impatto di tali parametri sulle caratteristiche morfologiche delle nanofibre, inclusi il diametro medio e la distribuzione dimensionale, è stata condotta al fine di massimizzare le proprietà del materiale per l'applicazione designata. Un'attenzione specifica è stata riservata al controllo dello spessore delle membrane elettrofilate, parametro di rilevanza critica per l'assemblaggio del prototipo. La validità e la riproducibilità dei risultati sperimentali sono state assicurate attraverso la rigorosa standardizzazione delle condizioni operative e la manutenzione programmata del sistema di elettrofilatura.

Polimero	Concentrazioni (%p/V)			
	9	10	11	12
PAN				



Ministero delle Imprese
e del Made in Italy



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

INVITALIA



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

In linea con i principi di innovazione e sostenibilità promossi dal PNRR, è stata condotta un'indagine preliminare sull'impiego di nanoparticelle di rame elementare in dispersione colloidale come precursore alternativo per la sintesi mediante elettrofilatura. Tale approccio esplorativo mira a valutare la fattibilità tecnica dell'utilizzo di materiali potenzialmente recuperabili da scarti industriale e domestici, promuovendo un modello di economia circolare.

Alla base dello studio preliminare, sono state fatte prove circa l'utilizzo di PAN e polveri nanometriche contenenti Cu_2O , ZnO e un catalizzatore.

Sono state fatte ulteriori prove con il PAN per la realizzazione di membrane contenenti Germanio, Arsenico, Magnesio e Ferro. Il prodotto ottenuto è stato stabilizzato e calcinato poiché la calcinazione è necessaria per la realizzazione di foglietti di carbone che possono essere analizzati e usati tal quale o macinati.

Il processo di calcinazione è utile per rendere la struttura del polimero più ordinata. Chimicamente il monomero del PAN prevede un gruppo nitrile che reagisce con il monomero successivo ciclizzando. La struttura resa più ordinata è visibile allo studio condotto in RAMAN.

In preparazione alla fabbricazione del prototipo per applicazioni elettrochimiche, il materiale è stato macinato grazie ad un mulino a sfere planetario al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione e la distribuzione granulometrica del materiale elettrofilato, parametri di fondamentale importanza per la successiva processabilità.

La caratterizzazione chimico-fisica dei materiali sintetizzati è stata realizzata mediante un approccio multitecnico. La Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) e la Spettroscopia a Dispersione di Energia (EDS) sono state utilizzate per l'analisi morfologica a microscala e per la determinazione della composizione elementare. La Diffrazione di Raggi X (XRD) ha permesso l'identificazione delle fasi cristalline e la determinazione dei parametri reticolari. La Spettroscopia Raman e la Spettroscopia Infrarossa a Trasformata di Fourier (FTIR) hanno fornito informazioni sulla natura dei legami chimici e sulla composizione funzionale superficiale. Le analisi termiche, Termogravimetria (TGA) e Calorimetria Differenziale a Scansione (DSC), sono state impiegate per valutare la stabilità termica e le transizioni di fase in differenti atmosfere gassose. La correlazione tra i parametri di sintesi e le proprietà chimico-fisiche del materiale è stata oggetto di analisi dettagliata.

Le membrane sono state analizzate per le loro proprietà termiche, in DSC permettendo di avere una analisi del comportamento del materiale sottoposto a calore. Sono state misurate la temperatura di fusione (intorno ai 320°C) e di transizione vetrosa (intorno ai 130°C).

In TGA sono state evidenziate le percentuali di peso perso all'aumentare della temperatura in una condizione che mima la calcinazione effettuata in forno.



Ministero delle Imprese
e del Made in Italy



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

INVITALIA



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

Parallelamente, è stata esplorata la via sintetica per l'ottenimento di materiali auto-sopportanti mediante elettrofilatura e successivi trattamenti termici, con l'obiettivo di semplificare la catena di fabbricazione degli elettrodi prototipali e di ridurre potenzialmente la necessità di operazioni di lavorazione meccanica post-sintesi.

Sulla base dei risultati ottenuti, è stato realizzato un prototipo di anodo elettrofilato a base Cu_2O /carbone. Sebbene le prove elettrochimiche complete non siano state ultimate nel periodo della borsa, il lavoro svolto ha permesso di innalzare il TRL del materiale brevettato da una fase iniziale (3-4) a una fase più avanzata (5-6), con la realizzazione di un prototipo funzionale e la predisposizione per future caratterizzazioni prestazionali. La realizzazione di separatori compatibili e l'ottimizzazione del materiale anodico rappresentano elementi fondamentali che conferiscono allo studio un'importanza cruciale per un suo potenziale proseguimento e per la completa validazione del dispositivo di accumulo.

Studi per la realizzazione di separatori (PEO/PET)

La ricerca si è concentrata anche sullo studio di separatori polimerici costituiti da Poli(ossido di etilene) e Polietilene tereftalato. Il PEO è un polimero versatile con un'ampia gamma di applicazioni in vari settori. Questo polimero è solubile in acqua, biocompatibile e capace di formare soluzioni viscosi adatte alla tecnica dell'elettrofilatura.

Il PEO è stato utilizzato anche come substrato per studi elettrochimici come possibile membrana utilizzata nelle batterie. Sono stati studiati i comportamenti del PEO con peso molecolare 1 milione e 4 milioni. La differenza nel peso molecolare conferisce proprietà fisiche diverse al polimero tanto da dover adattare la preparazione e la filatura al materiale. Sono state poi condotte prove con il potenziostato-galvanostato per condurre uno studio sulle sue proprietà come elettrolita solido o in gel. Allo stesso modo sono state analizzate anche membrane di PET, un polimero comunemente utilizzato nelle bottiglie di plastica, cercando di ampliare, nuovamente, il range di materiali utilizzabili.

Una miscela di solventi e sale di Litio viene aggiunto all'interno di una glove box alle membrane. In questo sistema, in assenza di ossigeno, sono state fatte prove di adsorbimento ed è stata montata la cella elettrochimica. Successivamente la cella viene collegata al potenziostato e all'analizzatore di impedenza.

Attività di Divulgazione Scientifica:



Ministero delle Imprese
e del Made in Italy



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

INVITALIA



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

Nell'ambito della strategia di comunicazione del progetto SPINNERET, sono state pianificate e realizzate diverse attività di disseminazione scientifica, attentamente coordinate per raggiungere i diversi target di riferimento. In particolare:

NanoInnovation 2024 (Roma, 09-13 settembre 2024): Il progetto SPINNERET è stato presentato durante l'evento NanoInnovation 2024. Questa partecipazione ha rappresentato un'importante occasione per illustrare i risultati preliminari e le innovazioni del progetto a una platea di esperti del settore delle nanotecnologie, suscitare interesse e favorire lo scambio di contatti con potenziali collaboratori e stakeholder.

Il poster presentato all'evento ha affrontato questo tema: Innovation in the energy storage sector is crucial for the transition towards sustainable technologies, as also highlighted by The European Green Deal which focuses on three key principles for the clean energy transition, to help reduce greenhouse gas emissions and enhance the quality of life. The energy density, cycle stability and safety of lithium-ion batteries still need to be improved for a very large-scale application. Electrodes are key components of batteries and the subject of much research and tremendous effort for developing cells showing high electrochemical performance. The use of nanocomposites based on Cu_2O /Carbon offers unique properties that can address electrode issues. In fact, this material promises higher storage capacity due to increased active surface area and improved electrical conductivity, reducing at the same time the environmental impact of battery production. The SPINNERET project centers on the production of composites nanofibers and aligns with this perspective, aiming to improve and enhance electrode fabrication for the battery industry by increasing the Technology Readiness Level (TRL) of the patent "Electrospun Nanocomposite Materials based on Cu_2O /Carbon as Anodes for Lithium Batteries." The project's goal is to achieve advancement on a semi-industrial scale, maintaining the high value of the patent and improving the electrochemical performance of the materials. This study presents the optimization of electrospinning parameters on a laboratory scale, with small system improvements that increase reproducibility and ease of replication. Furthermore, an in-depth chemical-physical characterization is conducted, including the preparation of self-standing electrodes, to optimize the best morphology and performance of the resulting material.

Il 27 settembre 2024 il laboratorio di chimica fisica ha partecipato alla notte dei ricercatori illustrando come la chimica sia componente principale dell'elettricità. Sono stati realizzati dei poster che spiegassero l'atomo e il comportamento degli elettroni all'interno di circuiti elettrici per spiegare il perché, collegando rame e zinco a delle patate, fosse possibile accendere una lampadina.



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

Dal campo alla ricerca: l'energia prende vita!

LEPATATE risorsa naturale ricca di sali minerali che possono generare elettricità utilizzando i principi dell'elettrochimica.

Dimostriamo come elementi semplici presenti in natura possano diventare fonti di energia sostenibile.

L'ATOMO: UN ATOMO È LA PIÙ PICCOLA UNITÀ FONDAMENTALE DELLA MATERIA CHE MANTIENE LE PROPRIETÀ CHIMICHE DI UN ELEMENTO.

I PROTONI SI TROVANO NEL NUCLEO DELL'ATOMO E HANNO UNA CARICA POSITIVA. IL NUMERO DI PROTONI DETERMINA IL TIPO DI ELEMENTO. AD ESEMPIO, UN ATOMO CON UN PROTONE È IDROGENO, MENTRE UNO CON SEI PROTONI È CARBONIO.

I NEUTRONI, ANCH'ESSI NEL NUCLEO, NON HANNO CARICA (SONO NEUTRI) E SERVONO A STABILIZZARE IL NUCLEO, EVITANDO CHE I PROTONI, CON LA LORO CARICA POSITIVA, SI RESPINGANO TRA LORO.

GLI ELETTRONI SONO PARTICELLE MOLTO PIÙ PICCOLE CON CARICA NEGATIVA. SI MUOVONO IN ORBITA ATTORNO AL NUCLEO E BILANCIANO LA CARICA POSITIVA DEI PROTONI.

cella elettrochimica

CHE COSA SUCCEDDE ALL'INTERNO DELLA PILA?

UNA SPECIE CHIMICA SI OSSIDA E L'ALTRA SI RIDUCE. INFATTI LO ZINCO METALLICO PASSA IN SOLUZIONE OSSIDANDO A Zn^{2+} E LIBERA ELETTRONI. MENTRE GLI IONI Cu^{2+} NELLA SOLUZIONE SI RIVUOTANO A RAME METALLICO ACQUISTANDO ELETTRONI.

GLI ELETTRONI ATTRAVERSO IL FILO CONDUTTORE SI SPOSTANO DALLA LAMINA DI ZINCO ALL'ELETTRODO DI RAME E RICARICANO GLI IONI Cu^{2+} . GLI ELETTRONI FORNITI DALL'ATOMO Zn VIAGGIANO IN DIREZIONE DEL CATODO Cu .

NELLA PRIMA SEMICELLA SI ACCUMULANO IONI Zn^{2+} . NELLA SECONDA DIMINUISCE IL NUMERO DI IONI Cu^{2+} E IN SOLUZIONE RESTA UN ECESSO DI IONI SO_4^{2-} . IL MOVIMENTO DI IONI NEL PONTE SALINO RISTABILISCE L'EQUILIBRIO DELLE CARICHE. GLI IONI NEGATIVI DEL PONTE SALINO (SO_4^{2-}) SONO RICAMBIATI NELLA SEMICELLA DELLO ZINCO E BILANCIANO L'ECESSO DI IONI Zn^{2+} . GLI IONI POSITIVI DEL PONTE SALINO (H^+) FLUSSANO NELLA SEMICELLA DEL RAME E BILANCIANO L'ECESSO DI IONI NEGATIVI IN SOLUZIONE. I CATIONI DEL PONTE SALINO FLUSSANO VERSO LA SEMICELLA CHE CONTIENE IL CATODO Cu . GLI ANIONI SI MUOVONO IN DIREZIONE OPPOSTA, QUÉ VERSO L'ANODO Zn .

UN CIRCUITO ELETTRICO

È UN PERCORSO CHIUSO ATTRAVERSO IL QUALE PUÒ FLUIRE LA CORRENTE ELETTRICA QUANDO "UNISCI" O "CHIEDI" UN CIRCUITO. CHE UN COLLEGAMENTO COMPLETO CHE PERMETTE AGLI ELETTRONI DI MUOVERSI, ALIMENTANDO I DISPOSITIVI COLLEGATI, COME UNA LAMPADINA O UN MOTORE.

PER ESEMPIO, IN UN CIRCUITO SEMPLICE CON UNA BATTERIA, UNA LAMPADINA E FILI CONDUTTORI:

- 1) LA BATTERIA FORNISCE LA FORZA PER FAR MUOVERE GLI ELETTRONI (LA TENSIONE).
- 2) I FILI CREANO UN PERCORSO ATTRAVERSO CUI GLI ELETTRONI POSSONO VIAGGIARE.
- 3) LA LAMPADINA ASSORBE COME UN CARICO, CONSUMANDO L'ENERGIA ELETTRICA E TRASFORMANDOLA IN LUCE E CALORE.

CIRCUITO APERTO

DEFINIZIONE: UN CIRCUITO APERTO È UN PERCORSO ELETTRICO INTERRUPTO, CHE IMPEDISCE IL FLUSSO DI CORRENTE.

FUNZIONAMENTO: IN UN CIRCUITO APERTO, C'È UN'INTERRUZIONE O UN'INTERRUZIONE NEL PERCORSO, CHE PUÒ ESSERE CAUSATA DA UN INTERRUPTORE APERTO, UN FILO SCOLLEGATO O UN COMPONENTE DIFETTOSO.

CIRCUITO CHIUSO

DEFINIZIONE: UN CIRCUITO CHIUSO È UN PERCORSO ELETTRICO COMPLETO E CONTINUO CHE PERMETTE IL FLUSSO DI CORRENTE.

FUNZIONAMENTO: IN UN CIRCUITO CHIUSO, TUTTI I COMPONENTI (BATTERIA, FILI, LAMPADINE, RESISTENZE, ECC.) SONO COLLEGATI IN MODO CHE LA CORRENTE POSSA FLUIRE LIBERAMENTE.

MATERIALI CONDUTTORI

I MATERIALI CONDUTTORI SONO STRETTAMENTE LEGATI ALL'ELETTRICITÀ PERCHÉ PERMETTONO IL PASSAGGIO FACILE DELLE CARICHE ELETTRICHE, IN PARTICOLARE DEGLI ELETTRONI.

I CONDUTTORI HANNO ELETTRONI LIBERI O DEBOLMENTE LEGATI AGLI ATOMI, IL CHE CONSENTE AGLI ELETTRONI DI MUOVERSI FACILMENTE DA UN ATOMO ALL'ALTRO QUANDO VIENE APPLICATA UNA DIFFERENZA DI POTENZIALE.

MATERIALI ISOLANTI

I MATERIALI ISOLANTI SONO MATERIALI CHE IMPEDISCONO IL FLUSSO DI CORRENTE ELETTRICA PERCHÉ NON PERMETTONO IL MOVIMENTO LIBERO DEGLI ELETTRONI.

GLI ISOLANTI HANNO POCHE ELETTRONI LIBERI, QUINDI NON CONSENTONO ALLE CARICHE DI FLUIRE ATTRAVERSO DI LORO. VENGONO UTILIZZATI PER PROTEGGERE O SEPARARE I COMPONENTI ELETTRICI EVITANDO CORTOCIRCUITI O DISPERSIONI DI CORRENTE.

RICICLAGGIO

RICICLARE MATERIALI CONDUTTORI E ISOLANTI RIENTRA NELLA VISIONE DI UN'ECONOMIA CIRCOLARE, DOVE I PRODOTTI E I MATERIALI VENGONO RECUPERATI E RIUTILIZZATI IL PIÙ A LUNGO POSSIBILE, RIDUCENDO IL CONSUMO DI NUOVE RISORSE.

CONDUTTORI RICICLATI: I METALLI CONDUTTORI, COME IL RAME E L'ALLUMINIO, POSSONO ESSERE RICICLATI INFINITE VOLTE SENZA PERDERE LE LORO PROPRIETÀ ELETTRICHE, CREANDO UN CICLO SOSTENIBILE DI PRODUZIONE.

ISOLANTI PLASTICI: ANCHE SE LA PLASTICA NON È SEMPRE FACILMENTE RICICLABILE, IL RIUTILIZZO DEI POLIMERI ISOLANTI PUÒ CONTRIBUIRE A RIDURRE IL CONSUMO DI MATERIE PRIME FOSSILI E RIDURRE I RIFIUTI PLASTICI.

L'ELETTRICITÀ

L'ENERGIA ELETTRICA È UNA FORMA DI ENERGIA PRODOTTA DAL MOVIMENTO DI CARICHE ELETTRICHE. IN GENERE, ELETTRONI. CI SONO DUE FORME DI ELETTRICITÀ, QUELLA STATICA E QUELLA DINAMICA.

ELETTRICITÀ STATICA

SI VERIFICA QUANDO C'È UN ACCUMULO DI CARICA ELETTRICA SU UNA SUPERFICIE SENZA CHE LA CARICA FLUISCA COME IN UN CIRCUITO. QUESTO ACCADE PERCHÉ GLI ELETTRONI, CHE SONO PARTICELLE CON CARICA NEGATIVA, SI ACCUMULANO SU UN OGGETTO E NON HANNO UN PERCORSO PER MUOVERSI LIBERAMENTE.

ELETTRICITÀ DINAMICA

QUANDO GLI ELETTRONI SI SPOSTANO ATTRAVERSO UN MATERIALE CONDUTTORE, COME UN FILO DI RAME, GENERANO CORRENTE ELETTRICA. QUESTA ENERGIA PUÒ ESSERE TRASFORMATA IN ALTRE FORME, COME LUCE (NELLE LAMPADINE), CALORE (NEI FORNI ELETTRICI) O MOVIMENTO (NEI MOTORI ELETTRICI).

Dispositivi di Protezione Individuale DPI

RICERCA ELETTRICA

LA SICUREZZA IN LABORATORIO È FONDAMENTALE PER PREVENIRE INCIDENTI E PROTEGGERE LA SALUTE DI CHI VI LAVORA.

1. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI): INDOSSARE SEMPRE OCCHIALI DI PROTEZIONE, GUANTI, CAMICIA.

2. CONOSCENZA DEI PRODOTTI CHIMICI: È IMPORTANTE CONOSCERE LE PROPRIETÀ E I RISCHI ASSOCIATI AI MATERIALI UTILIZZATI. LEGGERE LE SCHEDHE DI SICUREZZA (SDS) PER INFORMAZIONI SUI PERICOLI E LE PRECAUZIONI.

3. VENTILAZIONE: LAVORARE SOTTO UNA CAPPA ASPIRANTE QUANDO SI MANEGGIANO SOSTANZE VOLATILI O TOSSICHE, PER EVITARE INALAZIONI PERICOLOSE.

4. GESTIONE DEI RIFIUTI: SMALTIRE CORRETTAMENTE I RIFIUTI CHIMICI SEGUENDO LE NORMATIVE SPECIFICHE.

5. PROCEDURE D'EMERGENZA: CONOSCERE LE PROCEDURE PER INCIDENTI COME FUORUSCITE, USTIONI CHIMICHE O INCENDI, E SAPERE DOVE SI TROVANO GLI ESTINTORI, LE DOCCIE DI EMERGENZA E LE USCITE DI SICUREZZA.

6. ORDINE E PULIZIA: MANTENERE IL LABORATORIO ORDINATO, CON STRUMENTI E SOSTANZE BEN ETICHETTATI, PER RIDURRE IL RISCHIO DI INCIDENTI E CONTAMINAZIONI.

In ultimo è stato illustrato il funzionamento di due macchine che sfruttano l'idrolisi per produrre energia.



Un modellino di una macchina e il modellino di una ventola.

Corsi a cui ho partecipato per implementare le conoscenze dei macchinari utili per il progetto:



Ministero delle Imprese
e del Made in Italy



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

INVITALIA



Progetto "UdAProVAL" POC 2022 – PNRR Missione 1 Componente 2 Investimento 6

TGA, DSC.

In più ho partecipato a diversi webinar tra cui: Chemical recycling of plastics della Metrohm e Meccanochimica la nuova frontiera della sostenibilità di Verder scientific.

Dott.ssa Vanessa Da Fermo.