

Caratterizzazione e classificazione di plastiche tradizionali e bioplastiche tramite l'analisi iperspettrale

(Tesi Sperimentale)

Sessione Maggio 2015

Laurea Magistrale, Indirizzo Tutela dell'Ambiente

Candidato: **Adriano Zappullo**

Matricola: **1201730**

Relatore: **Prof.ssa Ing. Floriana La Marca**

Correlatore: **Ing. Monica Moroni**

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/29

Riassunto Elaborato di Tesi

Le plastiche appartengono alla famiglia dei polimeri organici e hanno conosciuto, negli ultimi decenni, un'ampia diffusione commerciale dovuta principalmente alle loro ottime caratteristiche fisiche e meccaniche (che le rendono adatte per svariate applicazioni) e alla disponibilità delle materie prime (tema oggetto di dibattito in quanto le risorse fossili sono limitate). Tuttavia, l'utilizzo di prodotti realizzati in plastica comporta degli impatti potenzialmente dannosi per la salute umana e l'ambiente, derivanti da una gestione non virtuosa del fine vita dei prodotti. Queste problematiche hanno spinto la ricerca verso materiali plastici che potessero offrire prestazioni simili (o migliori) delle plastiche tradizionali, minimizzando il più possibile gli impatti negativi derivanti dal loro ciclo di vita (dalla produzione al fine vita). Fra le alternative alle plastiche tradizionali, possono essere annoverate le **bioplastiche**, un'ampia famiglia di materiali che comprende i polimeri biodegradabili provenienti sia da risorse fossili che da risorse rinnovabili (generalmente dal settore dell'agricoltura), e i polimeri non biodegradabili prodotti, interamente o parzialmente, con risorse rinnovabili.

Nonostante il dibattito relativo alla gestione del fine vita delle bioplastiche sia in continua evoluzione, ad oggi l'opzione prevalente per la gestione dei rifiuti di prodotti in bioplastiche, è il conferimento nella raccolta della frazione organica dei rifiuti solidi urbani e il successivo avviamento al compostaggio industriale. Poiché il riciclo meccanico delle plastiche richiede la presenza di una sola tipologia di polimero (il tenore tollerato di contaminanti nella miscela è molto basso), e a causa del possibile conferimento (errato) dei rifiuti in bioplastica nella raccolta della plastica, si rende necessaria la messa a punto di una robusta metodologia da utilizzare nelle fasi di selezione e separazione dei rifiuti plastici atta alla corretta classificazione di polimeri tradizionali e biopolimeri.

Un'innovativa tecnica per la discriminazione dei diversi materiali all'interno di un impianto di riciclaggio delle plastiche si basa sull'analisi iperspettrale. Questa metodologia, le cui applicazioni vanno dal settore farmaceutico a quello alimentare, sfrutta l'interazione di un oggetto con una sorgente di luce (naturale o artificiale) e consente l'estrazione della **firma spettrale**, che descrive la percentuale di radiazione incidente riflessa dalla superficie del materiale in funzione della lunghezza d'onda della radiazione stessa. Poiché la firma spettrale è una funzione caratteristica tipica di ciascun materiale investigato, ovvero ogni materiale ha la propria "firma", tale proprietà può essere sfruttata per la messa a punto della metodologia di classificazione di più polimeri.

Presso il Laboratorio di Idraulica del DICEA, che collabora con il DICMA nell'ambito dello sviluppo delle metodologie di classificazione dei materiali, è stato progettato e messo a punto un sistema di acquisizione di immagini iperspettrali basati sull'uso di spettrometri lineari.

L'attività di tesi ha previsto l'analisi iperspettrale di campioni di quattro tipologie di polimeri, due di tipo tradizionale (PET e PS) e due bioplastiche (PLA e MATER-BI). Per ciascun polimero, sono stati selezionati campioni in differenti fasi del ciclo di vita di un prodotto, dal materiale vergine a rifiuti plastici urbani e assimilati a urbani. I campioni presentano forma granulare, in *flakes* e in pezzi di dimensioni e geometrie diverse. Tali campioni sono stati sottoposti ad indagine iperspettrale utilizzando la piattaforma con spettrometri lineari, focalizzando l'indagine sulla regione del vicino infrarosso (NIR) che, a differenza della regione del visibile che risulta

influenzata dal colore del campione, fornisce informazioni unicamente legate alla struttura chimica del materiale e ne consente quindi una univoca caratterizzazione.

Successivamente sono stati individuati i picchi caratteristici (per posizione e intensità) delle firme spettrali dei materiali analizzati. Tale informazione, accoppiata con l'analisi della matrice di correlazione delle firme spettrali di coppie di polimeri, ha consentito l'individuazione di un indice spettrale (definito come rapporto tra valori di riflettanza a due diverse lunghezze d'onda) che permette di ottenere la miglior classificazione dei materiali, valutata attraverso il calcolo dell'**accuratezza di classificazione**. Le lunghezze d'onda individuate come le più efficaci per la discriminazione dei materiali sono state poi utilizzate per simulare uno schema di classificazione "ad albero", in cui a partire da un flusso eterogeneo di rifiuti plastici, risulti possibile separare le plastiche tradizionali (PET e PS) dalle bioplastiche (PLA e MATER-BI).

I risultati ottenuti dall'applicazione dell'analisi di immagini iperspettrali confermano l'efficacia di questa innovativa metodologia nella caratterizzazione di materiali plastici, nella fattispecie di plastiche tradizionali e bioplastiche. Inoltre, i valori di accuratezza ottenuti per il processo di classificazione sono molto soddisfacenti, variando fra valori minimi superiori all'80% e valori massimi prossimi al 100%.