

Un fascio laser per misurare la pericolosità dei rifiuti radioattivi

✉ S. Bartalini, P. De Natale, D. Mazzotti 📅 24-02-2023 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1658>

Alcune attività umane che utilizzano radionuclidi per scopi industriali (produzione di energia elettrica in centrali nucleari) e medici (terapie radiologiche per la cura di tumori) producono inevitabilmente rifiuti radioattivi che vanno gestiti anche per periodi molto lunghi. Per stabilire quale procedura di disattivazione degli impianti vada seguita e quale tipo di deposito permanente per le scorie vada allestito per rispettare le normative di sicurezza in materia, occorre avere un inventario dei radionuclidi presenti. Alcuni di questi sono difficili da quantificare, perché non hanno decadimenti di tipo gamma, che sono quelli di più immediata rivelazione, o perché, essendo anche di lunga vita, effettuano pochi decadimenti in un breve tempo di misura.

Il radiocarbonio (^{14}C) appartiene a questa categoria, avendo un decadimento beta e un tempo di dimezzamento di 5700 anni. Il ^{14}C viene prodotto da trasmutazioni, innescate dall'irraggiamento con neutroni, degli isotopi ^{14}N , ^{17}O , ^{13}C , che si trovano in abbondanza all'interno dei reattori nucleari. Essendo il carbonio un atomo chiave nel ciclo della biosfera, il ^{14}C è considerato un radionuclide molto rilevante per la dose che può essere rilasciata nell'ambiente e quindi assorbita da tutti gli organismi viventi.



Lo strumento C14-SCAR per la misurazione del ^{14}C , prodotto da ppqSense S.r.l.

Attualmente esistono metodi indiretti per la quantificazione del ^{14}C nei rifiuti radioattivi, ma non sono molto accurati e affidabili. I metodi diretti consistono principalmente nella spettrometria di massa con acceleratore (AMS) e nel conteggio con scintillazione liquida (LSC). Il primo metodo si basa su una tecnologia che utilizza strumenti molto costosi, ingombranti e disponibili a livello globale in numero molto limitato. Il secondo metodo ha bassa sensibilità e richiede dunque significative quantità di campione. Inoltre, le procedure chimiche di preparazione del campione stesso coinvolgono sostanze che sono pericolose per la salute e che possono generare errori sistematici nella misura.

Per questo motivo è di fondamentale importanza trovare metodi alternativi che coinvolgano tecnologie in grado di aggirare i limiti delle tecniche AMS e LSC, ma raggiungendo prestazioni simili in termini di precisione. Viene in nostro soccorso una tecnologia basata sul laser, denominata spettroscopia cavity ring-down in assorbimento saturato (SCAR). Questa tecnologia, messa a punto nel 2010 da un gruppo di ricerca che lavora presso l'Istituto Nazionale di Ottica (CNR-INO), è in grado di misurare il ^{14}C in campioni con pochi milligrammi di materiale. In questo modo (e rimandiamo a un nostro recente articolo) si può determinare se, per esempio, il cemento dei gusci esterni di centrali nucleari da smantellare, o la grafite delle barre di moderazione dei loro reattori, costituiscono rifiuti pericolosi oppure convenzionali, con un impatto economico sul costo dello smaltimento che, come si può facilmente immaginare, è enormemente diverso nei 2 casi.

La tecnologia sviluppata in ambito CNR è stata protetta da 3 brevetti internazionali e trasferita ad una società spin-off, ppsSense S.r.l., fondata nel 2016 dai ricercatori stessi, che produce e commercializza un strumento per la misura del ^{14}C denominato C14-SCAR, già distribuito sia in Italia che all'estero.



Saverio Bartalini - Fisico, è ricercatore CNR-INO dal 2010. Svolge attività di ricerca nell'ambito della spettroscopia molecolare infrarossa, in particolare per lo sviluppo di tecniche di spettroscopia laser ad alta sensibilità e/o di carattere metrologico. Nel 2016 fonda con altri colleghi la start-up ppsSense S.r.l., di cui dal 2019 è il CEO. È co-autore di oltre 70 lavori scientifici e co-inventore di 1 brevetto.



Paolo De Natale - Fisico, è direttore e fondatore (2007-2021) dell'Istituto Nazionale di Ottica del CNR. Ricercatore al LENS di Firenze dalla fondazione (1989), è ora membro del Consiglio Direttivo. È co-autore di circa 360 lavori scientifici, co-inventore di 10 brevetti e co-fondatore di 2 spin-off CNR, ppsSense S.r.l. (2016) e QTI S.r.l. (2020). Attualmente è il rappresentante italiano in uno dei Board del progetto Flagship EU sulle Tecnologie Quantistiche.



Davide Mazzotti - Fisico, dal 2003 è ricercatore presso il CNR-INO. Si occupa di spettroscopia laser ad alta precisione e sensibilità nel medio infrarosso su molecole per la rivelazione di gas in tracce, in particolare biossido di radiocarbonio. È co-autore di oltre 110 pubblicazioni scientifiche su riviste e libri, co-inventore di 2 brevetti e co-fondatore di ppsSense S.r.l., azienda spin-off del CNR.