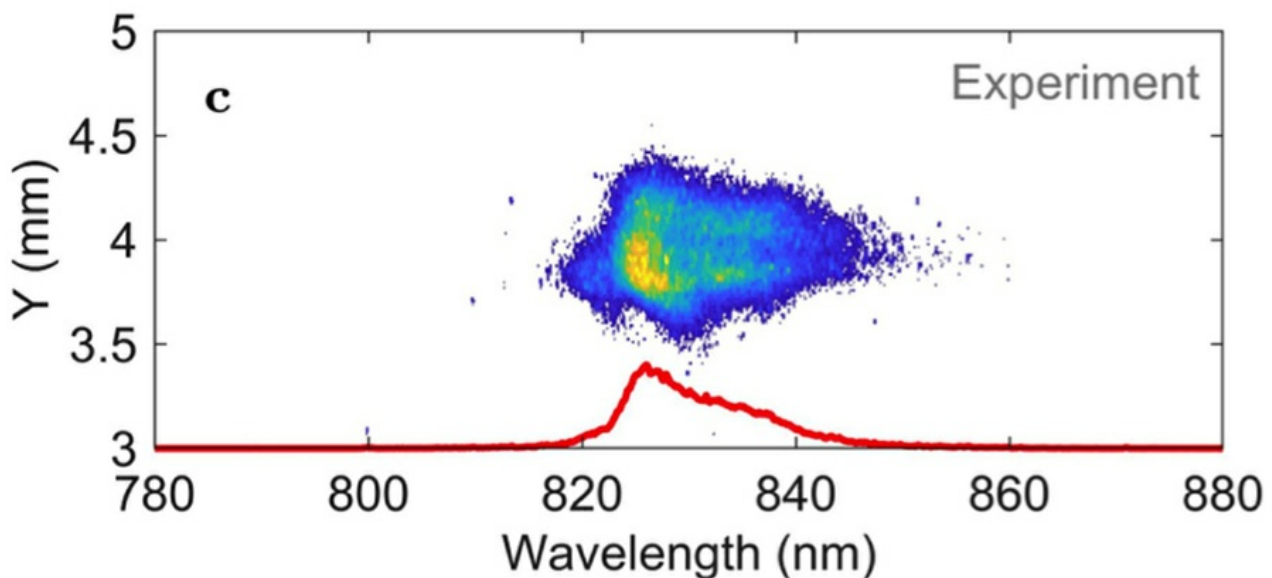


# Prima luce laser con un acceleratore al plasma

✍ M. Ferrario, R. Pompili 📅 29-06-2022 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1529>

Gli acceleratori di particelle sono stati fondamentali per il progresso della fisica, offrendo ai ricercatori uno strumento prezioso per studiare la materia con risoluzione atomica e subatomica. L'utilizzo di fasci accelerati a energie del GeV in sorgenti luminose di quarta generazione basate su Free-Electron Laser (FEL), per esempio, ha permesso la generazione di impulsi luminosi coerenti con lunghezze d'onda che arrivano fino ai raggi X duri e con durate che tipicamente raggiungono la scala temporale dell'attosecondo. Tuttavia, la tecnologia dell'acceleratore stesso si basa ancora sull'uso di onde a radio-frequenza (RF) con limitato gradiente accelerante ( $\sim 70$  MV/m), ed è rimasta per lo più immutata nel corso di vari decenni. Raggiungere quindi energie sempre maggiori (per ottenere impulsi di luce a lunghezze d'onda minori) è diventato oggi proibitivo in quanto richiede la realizzazione di macchine di grandi dimensioni e con costi enormi.

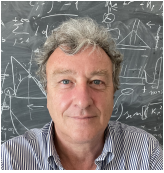
I limiti intrinseci della tecnologia RF hanno spinto la ricerca su altre strade, e negli ultimi anni un grande interesse si è concentrato sull'uso di plasmi per generare enormi campi elettrici acceleranti, fino a 2-3 ordini di grandezza superiori a quelli ottenibili con tecnologia RF. Esperimenti pionieristici hanno infatti dimostrato la possibilità di raggiungere campi estremi di centinaia di GV/m, rendendo possibile immaginare la costruzione di acceleratori di particelle delle dimensioni di pochi metri per una loro più ampia diffusione nell'ambito della ricerca fisica, medica e industriale. Tuttavia, nonostante un tale possibile impatto, la tecnologia al plasma non aveva finora prodotto pacchetti di particelle di una qualità comparabile a quella oggi fornita da acceleratori RF convenzionali.



In questo contesto si colloca la linea di ricerca del gruppo SPARC\_LAB dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). Qui è infatti in corso un esperimento pilota che mira a ottenere impulsi di luce coerente da FEL utilizzando pacchetti di elettroni accelerati in un plasma. I primi risultati sono stati ottenuti nel corso del 2021 e sono stati recentemente pubblicati sulla rivista Nature. I ricercatori di SPARC\_LAB hanno utilizzato un capillare lungo 3 cm contenente il plasma per accelerare e incrementare l'energia di un pacchetto di elettroni prodotto dal foto-iniettore SPARC.

Il plasma viene prodotto ionizzando l'idrogeno gassoso contenuto nel capillare con una scarica ad alta tensione. Il pacchetto di elettroni di 20 pC di carica accelerato nel plasma è stato poi trasportato attraverso sei ondulatori magnetici per osservare la generazione di impulsi di luce coerente FEL. La radiazione è stata monitorata all'uscita di ogni onduttore, ed effettivamente è stato osservato un guadagno esponenziale in intensità lungo l'onduttore, come ci si aspettava nel caso di emissione stimolata FEL.

Il lavoro pubblicato descrive anche come lo stesso metodo possa essere esteso e applicato a energie e contesti differenti come la futura infrastruttura di ricerca sperimentale multidisciplinare EuPRAXIA, sostenuta anche attraverso un contributo finanziario dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR). EuPRAXIA è recentemente entrata nella roadmap finale di ESFRI, il forum strategico europeo per le infrastrutture di ricerca. Questi risultati rappresentano quindi un importante traguardo anche verso l'utilizzo dell'accelerazione al plasma per applicazioni dedicate agli utenti di differenti settori scientifici.



**Massimo Ferrario** - Dirigente di Ricerca presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, è Project Leader della struttura di ricerca EuPRAXIA@SPARC LAB, sede italiana del progetto Europeo EuPRAXIA. Ha lavorato nel campo degli acceleratori lineari di particelle, dei laser a elettroni liberi e delle nuove tecniche di accelerazione. Insegna "Fisica dei Fasci ad Alta Brillanza" presso l'Università di Roma La Sapienza ed è membro della CERN Accelerator School.



**Riccardo Pompili** - È ricercatore presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN e lavora nel campo degli acceleratori di particelle. Ha conseguito il dottorato in Fisica nel 2013 e per la sua tesi ha ricevuto il "Premio Giovani Scienziati" della Società Italiana Luce di Sincrotrone. È il responsabile delle operazioni dell'acceleratore SPARC e Plasma Work Package leader nel progetto europeo EuPRAXIA.