

# Relazione sulle attività connesse con il primo semestre del secondo anno di corso del dottorato di ricerca in Fisica

*Domenico Delle Side*

*Tutor: Prof. Vincenzo Nassisi*

*XXVI ciclo*

L'attività di ricerca svolta nel corso del primo anno si è sviluppata intorno a due direttrici fondamentali: la fisica sperimentale dei plasmi e la biofisica. In entrambi i settori si è cercato di porre particolare attenzione ai possibili risvolti applicativi che tali ricerche potessero avere nell'area bio-medica.

## **Fisica dei plasmi**

Per quanto riguarda la prima linea di ricerca, mi sono occupato (nel contesto del laboratorio *LEAS* e delle sue collaborazioni nazionali ed internazionali) dello studio, sviluppo e caratterizzazione di plasmi prodotti tramite Pulsed Laser Ablation (PLA), finalizzati alla realizzazione di sorgenti di ioni. Tramite l'applicazione di sistemi di accelerazione elettrostatica a doppio stadio, la componente ionica del plasma viene estratta ed accelerata ottenendo dei fasci di ioni che sono stati caratterizzati sia elettromagneticamente (tempo di volo, carica estratta, ecc...) tramite l'utilizzo di coppe di Faraday, sia geometricamente (emittanza) utilizzando il metodo pepper-pot. Tale metodo è consistito in questo caso nell'applicazione di una maschera forata (a distanze note) per selezionare il fascio, impressionando dei bersagli sensibili in grado di rivelarlo; nella fattispecie, sono stati utilizzati bersagli di PVC e film radiocromici Gafchromic EBT1.

Sempre nell'ambito della fisica dei plasmi, mi sono giovato della collaborazione nell'esperimento strategico dell'INFN "*NTA LILIA*", per il quale ho potuto approfondire gli aspetti teorici della Target Normal Sheat Acceleration (TNSA) e gli aspetti implementativi connessi con la realizzazione di un impulsatore ad alto voltaggio per l'alimentazione di un solenoide di focheggiamento di un fascio di ioni. Tale sistema (impulsatore e solenoide) è attualmente in corso di realizzazione presso il *LEAS*, insieme con i necessari strumenti di diagnostica, ed è progettato per correnti dell'ordine della decina di *kA* e della durata del microsecondo.

Le esigenze di ricerca in laboratorio mi hanno portato ad apprendere software di simulazione (COMSOL MultiPhysics e, da pochi giorni, FLUKA) e di analisi dei dati sperimentali (Origin Lab e GNU R).

Oltre alla pura fisica dei plasmi, si è dato particolare rilievo allo studio di potenziali applicazioni adroterapiche (tra i fini dell'esperimento *NTA LILIA*) delle sorgenti di ioni (in particolare la produzione di protoni da polveri idrogenate, quali  $TiH_2$  e  $CaH_2$ ) e alla modifica superficiale di materiali tramite l'impiantazione ionica al fine di migliorarne le caratteristiche. Quest'ultima applicazione è sfociata in uno studio sistematico circa le caratteristiche del polietilene ad alto peso molecolare impiantato con ioni antibatterici che è tuttora in corso con risultati di rilievo.

## Biofisica

La ricerca in biofisica, condotta in collaborazione con il Laboratorio di Microbiologia del Di.S.Te.B.A., ha riguardato principalmente lo studio dell'interazione tra la materia vivente ed i campi elettromagnetici statici e variabili. In particolare, lo studio ha riguardato l'effetto su batteri marini bioluminescenti (*Vibrio harveyi* PS) di campi magnetici statici di varia intensità e di campi elettromagnetici in radiofrequenza.

Nel corso di questa attività, ho svolto anche il ruolo di correlatore per una tesi della Laurea Specialistica in Fisica, per la quale è stata effettuata una caratterizzazione della linea di trasmissione utilizzata per imprimere stress elettromagnetico in radiofrequenza ai batteri citati. Grazie a questo studio, si è scoperto che i batteri esposti alla radiofrequenza crescono di meno (in popolazione), ma emettono più luce e si cercato di dare una spiegazione a tale fenomeno. Questo lavoro mi ha permesso di approfondire argomenti avanzati circa i modelli matematici di crescita batterica (Gompertz, Baranyi e lineare a tre fasi), le curve di distribuzione dei valori estremi (Generalized Extreme Value distribution), la teoria del potenziale di membrana delle cellule batteriche ed il complesso meccanismo di comunicazione intercellulare mediato dagli auto-induttori.

Durante il lavoro di analisi dei dati sperimentali, inoltre, ho approfondito gli aspetti relativi al fit di curve ai dati sperimentali, realizzando le routine necessarie a fittare i dati di crescita batterica con il modello di crescita di Baranyi.

Un altro lavoro di ricerca ha riguardato l'utilizzo di fasci laser nell'UV per l'eliminazione di biodeteriogeni (muffe e batteri) da reperti di interesse storico/archeologico, evitando che gli stessi si riformino nel breve periodo.

## Altre attività

Durante l'anno trascorso, accanto alla ricerca, ho svolto attività di supporto didattico per le esperienze di laboratorio previste per il corso di Fisica Biomedica del corso di laurea in Biotecnologie.

## Partecipazioni a scuole e congressi durante il 2011/2012:

- 12-16 Settembre 2011 – **14th International Conference on Ion Sources**, Giardini Naxos, Italia.
- 21-23 Settembre 2011 – **5th PPLA Workshop, Plasma Production by Laser Ablation**, Catania, Italia.
- 18-20 Giugno 2012 - **Congresso Nazionale della Società Italiana di Biomateriali**, Lecce, Italia.
- 08-15 Luglio 2012 - **11th IUVESTA School on Lasers in Materials Science (SLIMS)**, Venezia, Italia
- 19 Ottobre 2012 – **III° Workshop Plasmi, Sorgenti e Biofisica (PSBA 2012)**, Lecce, Italia

## Partecipazione a seminari e workshop durante il 2011/2012

- 5 Luglio 2011 – **IR Seminar Tour: nuove soluzioni per la spettroscopia IR**, Lecce, Italia.
- 13 Febbraio 2012 – **Workshop COMSOL Multiphysics**, Lecce, Italia.
- 29 Novembre 2012 – **NI LabVIEW Days 2012**, Bari, Italia

## Abstract presentati a congressi/conferenze

1. D. Delle Side, V. Nassisi and L. Velardi, "**Protons production by TiH solid disks via laser ablation**", *PPLA 5th Workshop Plasma Production by Laser Ablation*, 21-23 Settembre 2011, Catania, Italia.
2. P. Alifano, D. Delle Side, V. Nassisi, M.V. Siciliano, A. Talà, S.M. Tredici, M. Vallo and L. Velardi, "**Antimicrobial UHMWPE by implantation of Ag and Cu Ions accelerated by a double stage LIS**", *PPLA 5th Workshop Plasma Production by Laser Ablation*, 21-23 Settembre 2011, Catania, Italia.
3. A. Bacci, D. Batani, G.P. Cirrone, C. De Martinis, D. Delle Side, A. Fazzi, D. Giove, P. Londrillo, M. Maggiore, M. Passoni, V. Nassisi, A. Sgattoni, L. Serafini, G. Turchetti and L. Velardi, "**LILIA: an experiment on laser induced proton acceleration at the FLAME facility in Frascati**", *PPLA 5th Workshop Plasma Production by Laser Ablation*, 21-23 Settembre 2011, Catania, Italia.
4. P. Alifano, D. Delle Side, V. Nassisi, A. Talà, S.M. Tredici and L. Velardi, "**Enhancing antibacterial properties of UHMWPE via ion implantation**", *Congresso Nazionale della Società Italiana di Biomateriali*, 18-20 Giugno 2012, Lecce, Italia.
5. D. Delle Side, V. Nassisi and L. Velardi, "**Protons production by solid hydrogenated targets via excimer laser ablation**", *25<sup>th</sup> Symposium on Plasma Physics and Technology*, 18-21 Giugno 2012, Praga, Repubblica Ceca (ISBN 978-80-01-05047-7)
6. L. Velardi, D. Delle Side, M. De Marco and V. Nassisi, "**Emittance characterization of ion beams provided by laser plasma**", *25<sup>th</sup> Symposium on Plasma Physics and Technology*, 18-21 Giugno 2012, Praga, Repubblica Ceca (ISBN 978-80-01-05047-7)
7. Nassisi V., Delle Side D., Velardi L., Buccolieri G., Accoto G., Gerardi R., Krasa J., "**Preliminary study of novel Faraday cup for fast ionbeams generated from a LIS source**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.
8. Velardi L., Delle Side D., De Marco M., Nassisi V., "**Emittance characterization of ion beams provided by Platone accelerator**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.
9. Buccolieri G., Castellano A., Congedo A., Buccolieri A., Nassisi V., Cataldo R., Gorgoglione M. A., Ciccarese N., Delle Side D., Velardi L., "**Misure di radioattività naturale nel sito preistorico di Grotta dei Cervi in Porto Badisco (LE)**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.
10. Delle Side D., Nassisi V., Velardi L., "**Protons production by solid hydrogenated targets via excimer laser ablation**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.
11. Nassisi V., Alifano P., Delle Side D., Talà A., Tredici S. M., Velardi L., "**Antibacterial properties of Titanium implanted UHMWPE samples**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.
12. Cirrone G. P., De Martinis C., Delle Side D., Fazzi A., Giove D., Londrillo P., Maggiore M., Nassisi V., Turchetti G., Sinigardi S., Sumini M., Varoli V., Gizzi L., Giulietti D., Levato T., Labate L., Yuji O., Velardi L., "**LILIA project: ion beams for hadron therapy**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.
13. Nassisi V., Delle Side D., Velardi L., Buccolieri G., Paladini F., Giove D., De Martinis C., Fazzi A., "**High voltage pulse of short duration to feed a solenoid for intense ion beam transport**", III° Workshop Plasmi, Sorgenti, Biofisica ed Applicazioni (PSBA 2012), 19 Ottobre 2012, Lecce, Italia.

## Correlatore delle seguenti tesi di Laurea

1. Consiglia Troisio, "**Caratterizzazione di linee di trasmissione per lo studio di fenomeni di bioluminescenza**", *Tesi di Laurea Specialistica in Fisica (27-04-2012)*, Relatore: Prof. V. Nassisi, Correlatori: Prof. P. Alifano, Dr. Domenico Delle Side.

## Pubblicazioni da Luglio 2011

1. L. Velardi, M.V. Siciliano, D. Delle Side and V. Nassisi, "**Production and Acceleration of Ion beams by Laser Ablation**", *Rev. Sci. Instrum.* **83**, 02B717 (2012).
2. V. Nassisi, L. Velardi, D. Delle Side, "**Electromagnetic and geometric characterization of accelerated ion beams by laser ablation**", *Applied Surface Science*, In Press, Corrected Proof, Available online 4 April 2012.
3. V. Nassisi, D. Delle Side, M. De Marco and L. Velardi, F. Paladini, G. Buccolieri, "**Ion beams delivered by two accelerating gaps for industrial and therapeutic applications**", *II° Workshop Plasmi Sorgenti Biofisica e Applicazioni*, 26 ottobre 2010, Lecce, Italy, **ISBN: 978-88-8305-087-9**.
4. V. Nassisi, D. Delle Side, R. Longo, F. Paladini, S. Rizzato, M.V. Siciliano, L. Velardi, P. Alifano, A. Talà, S.M. Tredici, G. Buccolieri, G. Palamà, "**Studio innovativo sugli effetti della radiofrequenza utilizzando vibrioni bioluminescenti**", *Libro atti: II° Workshop Plasmi Sorgenti Biofisica e Applicazioni*, 2012, Lecce, ISBN: 978-88-8305-087-9.
5. V. Specchia, L. Giordano, M.P. Bozzetti, V. Nassisi, D. Delle Side, "**Effetti della radiazione RF a 900 MHz sulla regolazione di elementi ripetuti in Drosophila melanogaster**" ", *Libro atti: II° Workshop Plasmi Sorgenti Biofisica e Applicazioni*, 2012, Lecce, **ISBN: 978-88-8305-087-9**.
6. V. Nassisi, D. Delle Side, C. Troisio, L. Velardi, P. Alifano, A. Talà e S. M. Tredici, "**Influenza della radiofrequenza sulla crescita e sulla bioluminescenza di vibrioni marini**", *Libro atti: II° Workshop Plasmi Sorgenti Biofisica e Applicazioni*, 2012, Lecce, **ISBN: 978-88-8305-087-9**.
7. M. Abbracciavento, P. Alifano, D. Delle Side, V. Nassisi, F. Paladini, M. Tredici e L. Velardi, "**Controllo di Biodeteriogeni via Laser Cleaning colonizzanti Volumi di Interesse Archeologico**", *Libro atti: II° Workshop Plasmi Sorgenti Biofisica e Applicazioni*, 2012, Lecce, **ISBN: 978-88-8305-087-9**.
8. A. Bacci, D. Batani, G.P. Cirrone, C. De Martinis, D. Delle Side, A. Fazzi, D. Giove, D. Giulietti, L. Gizzi, L. Labate, T. Levato, P. Londrillo, M. Maggiore, L. Martina, V. Nassisi, M. Passoni, A. Sgattoni, L. Serafini, S. Sinigardi, G. Turchetti and L. Velardi, "**Laser induced proton acceleration at the FLAME facility in Frascati: LILIA experiment**", *Libro atti: II° Workshop Plasmi Sorgenti Biofisica e Applicazioni*, 2012, Lecce, **ISBN: 978-88-8305-087-9**.