

Elisabetta Cerbai¹, Vincenzo Schettino²

Storia e struttura del LENS

History and structure of the LENS

¹ LENS, Università di Firenze

² Accademia Nazionale dei Lincei, Università di Firenze

Riassunto. L'articolo riporta la storia delle origini del LENS come struttura internazionale aperta per lo svolgimento di ricerche avanzate sul laser e sulle sue applicazioni in fisica, chimica, biologia, medicina. Viene descritta la situazione attuale del laboratorio con accenni alle cose realizzate finora e vengono indicate le prospettive di sviluppi futuri.

Parole chiave. Laser, spettroscopia, fisica della materia, quantistica.

1. La nascita del Lens

L'avventura del LENS, Laboratorio Europeo di Spettroscopia Non-lineare, inizia alla metà degli anni 1980 quando Salvatore Califano, dopo avere per alcuni anni diretto il Département de Recherches Physiques della Université Pierre et Marie Curie in Parigi, rientra a Firenze con il progetto di creare un laboratorio, una facility, deputato allo svolgimento di ricerche avanzate basate sull'uso del laser.

I primi laser ottici avevano visto la luce nel 1960, il laser a rubino ad opera di Maiman e il laser a He-Ne ad opera di Javan. Townes che aveva stabilito le condizioni per il funzionamento del laser a rubino lo aveva definito “la soluzione in cerca del problema”, considerandolo come una curiosità di laboratorio ma si era

Abstract. The article tells the story of the origins of the LENS as an open international facility for the performance of advanced research on lasers and their applications in physics, chemistry, biology and medicine. The laboratory's current situation is described, with references to what has been achieved so far and indications of future prospects.

Keywords. Laser, spectroscopy, physics of matter, quantum physics.

1. The birth of the LENS

The adventure of the LENS, the European Laboratory for Non-linear Spectroscopy, began in the mid-1980s when Salvatore Califano, after directing the Département de Recherches Physiques of the Université Pierre et Marie Curie in Paris, returned to Florence with a plan to create a laboratory, a facility, for advanced research based on the use of lasers.



cautelato facendo firmare da uno studente il quaderno di laboratorio per registrarlo in previsione di un successivo brevetto. In una poesia celebrativa del laser a He-Ne troviamo già la previsione del futuro del laser:

Per spettri e laser una nuova era ha visto l'alba.
Dalla bioscienza all'astronomia.

Lo sviluppo di sempre nuovi laser e di ricerche e applicazioni basate sul laser è stato straordinario. Senza andare in dettagli lo possiamo vedere dalla successione di premi Nobel assegnati per ricerche sul laser e sulle sue applicazioni:

- 1971 – Denis Gabor, per l'olografia.
- 1981 – Nicolaas Bloembergen e Arthur L. Schawlow
spettroscopia laser ed effetti ottici non lineari: (comunicazioni in fibre ottiche, calcolo quantistico)
- 1989 – Norman S. Ramsey,
maser a idrogeno, orologio atomico a Cs
- 1997 – S. Chu, C. Cohen-Tannoudji e W. D Philips
laser cooling: raffreddamento e intrappolamento di atomi con luce laser.
- 1999 – Ahmed Zewail
emtochimica, reazioni chimiche con impulsi laser ultracorti
- 2001 – Eric A. Cornell, W. Ketterle e Carl E. Wieman
condensazione di Bose-Einstein; freddare atomi fino a 1 micro-kelvin senza condensarli in liquido o solido

The first optical lasers, the ruby laser by Maiman and the He-Ne laser by Javan, had seen the light in 1960. Townes, who had established the conditions for the operation of the ruby laser, called it 'the solution in search of the problem'. He considered it a laboratory curiosity but protected himself by having a student sign the laboratory notebook to register it with a view to filing a subsequent patent. In a poem celebrating the He-Ne laser, we find a prediction of the future of lasers:

For spectra and lasers, a new era has seen the dawn.
From bioscience to astronomy.

The development of ever new lasers and laser-based research and applications has been extraordinary. Without going into detail, we can see this from the succession of Nobel Prizes awarded for research into lasers and their applications:

- 1971 – Denis Gabor, for holography.
- 1981 – Nicolaas Bloembergen and Arthur L. Schawlow
Laser spectroscopy and non-linear optical effects: (fibre optic communications, quantum computing).
- 1989 – Norman S. Ramsey,
hydrogen maser, Cs atomic clock
- 1997 – S. Chu, C. Cohen-Tannoudji and W. D Philips
laser cooling: cooling and trapping of atoms with laser light.

2005 – John L. Hall e Theodor W. Hansch
spettroscopia di precisione, frequency comb

Continuando fin ai nostri giorni, a tal punto che in occasione del cinquantesimo anniversario della creazione del primo laser ottico Barak Obama, Presidente degli Stati Uniti, USA ha affermato che:

Il laser ha cambiato il nostro modo di vivere.

È in questo contesto che negli anni '80 era sorta l'esigenza di una struttura aperta, liberamente accessibile ai ricercatori per svolgere ricerche basate sul laser. Già a Parigi Califano aveva stabilito contatti preliminari con colleghi stranieri (Robert Pick di Parigi VI, Derek Long dell'Università di Bradford ed altri) per elaborare un progetto sovranazionale. Naturalmente, un problema base era stabilire una sede e trovare il necessario finanziamento per creare una tale struttura.

Continuando questi contatti, Califano porta e discute il progetto a Firenze, trovando subito l'adesione di Ruggero Querzoli, con il suo tradizionale entusiasmo, e subito quello di Tito Arcchi, allora direttore dell'Istituto Nazionale di Ottica, riallacciandosi così alla grande tradizione fiorentina nell'ottica. Il punto di svolta sarà l'adesione al progetto di Paolo Blasi, allora direttore del Dipartimento di Fisica.

Mentre continuano i contatti con i corrispondenti stranieri, vengono alla fine rotti gli indugi e una delegazione fiorentina guidata da Blasi e costituita da Califano, Querzoli, Arcchi, Schettino e Colocci si reca a Roma per sottoporre il

1999 – Ahmed Zewail

femtochemistry, chemical reactions with ultrashort laser pulses

2001 – Eric A. Cornell, W. Ketterle and Carl E. Wieman

Bose-Einstein condensation; cooling atoms down to 1 micro-kelvin without condensing them into liquid or solid

2005 – John L. Hall and Theodor W. Hansch

precision spectroscopy, frequency comb

continuing through to the present day, to the point that, on the 50th anniversary of the creation of the first optical laser, US President Barak Obama, stated that:

The laser has changed the way we live.

It was in this context that the need for an open, freely accessible facility for researchers to carry out laser-based research arose in the 1980s. In Paris, Califano had already made preliminary contacts with foreign colleagues (Robert Pick of Paris VI, Derek Long of the University of Bradford and others) to develop a supranational project. Of course, a basic problem regarded choosing the location and finding the necessary funding to set up such a structure.

Following up on these contacts, Califano brought the project to Florence, immediately gaining the support of Ruggero Querzoli, with his traditional enthusiasm, and Tito Arcchi, then director

progetto al Ministero dell'Università. L'accoglienza è favorevole, oltre le più rosee aspettative della delegazione con la prospettiva di un finanziamento significativo per la costruzione di un edificio pro tempore, l'acquisto delle attrezzature e la gestione della nuova struttura. Da questo momento in poi la storia si accelera: costruito il nuovo edificio in Arcetri e acquisite le attrezzature di base inizia una intensa attività di ricerca che viene poi ancora intensificata con la chiamata a Firenze di Massimo Inguscio e di Theodor Hansch, che svolgerà nel LENS parte dell'attività di ricerca che gli varrà il premio Nobel per la fisica nel 2005.

Quali lezioni possiamo imparare da questa che abbiamo chiamato avventura del LENS. La prima considerazione che possiamo fare è che quando c'è una concordanza di intenti tra gruppi di ricercatori, le autorità accademiche locali e nazionali è anche possibile realizzare strutture di ricerca di notevole importanza in tempi relativamente brevi per le nostre abitudini. A questo proposito bisogna ricordare la disponibilità dimostrata da Comune e Provincia di Firenze e dalla Regione Toscana per ottenere il permesso di costruzione della prima sede del LENS in Arcetri.

Il secondo punto importante è il carattere interdisciplinare che il Laboratorio assume fin dalla sua nascita e in base al suo statuto: è un luogo di ricerca per chimico-fisici e strutturisti della materia che poi si allarga all'ambito biologico. Si può in complesso dire che, anche se lo statuto indica indirizzi di ricerca del tutto generali, le reali linee di ricerca sono definite dai ricercatori che chiedono di operare nel Laboratorio. Il LENS nasce e si sviluppa quindi come una facility aperta di carattere internazionale: non ha personale fisso proprio, eccetto che per

of the National Institute of Optics, linking up to the great Florentine tradition in optics. The turning point came when Paolo Blasi, then director of the Physics Department, joined the project.

While the contacts with foreign correspondents continued, they finally reached an agreement and a Florentine delegation led by Blasi and comprising Califano, Querzoli, Arcetri, Schettino and Colocci went to Rome to submit the project to the Ministry of University. The reception was favourable, beyond the delegation's wildest expectations, offering prospects for significant funding for the construction of a pro tempore building, the purchase of equipment and the management of the new structure. From this point onwards, the story accelerated: the new construction in Arcetri was built and, after purchasing the basic equipment, intense research activity began. This was intensified further with the arrival in Florence of Massimo Inguscio and Theodor Hansch, who carried out part of the research at the LENS that was to win him the Nobel Prize for physics in 2005.

What lessons can we learn from this so-called LENS adventure? The first consideration we can make is that when there is a consensus of intent between groups of researchers and local and national academic authorities, it is also possible to set up research facilities of outstanding importance in a relatively short space of time. With this in mind, we must remember the willingness shown by the Municipal and Provincial authorities of Florence and the Region of Tuscany to obtain permission to build the first LENS site in Arcetri.

The second important point is the interdisciplinary character that the Laboratory has had since its foundation and on the basis of its statute: it is a place of research for chemical-physi-

quanto riguarda la parte tecnica e amministrativa. Ha un consiglio di amministrazione internazionale che elegge il Direttore e che approva i progetti di ricerca proposti. I visitatori stranieri sono stati numerosissimi e questo ha contribuito a creare un ambiente particolarmente stimolante per i giovani. Del resto, fin dagli inizi il Laboratorio è stato sede di un corso di dottorato di ricerca.

Possiamo forse concludere questa breve illustrazione delle origini del LENS chiedendoci quale sia la *mission* di un laboratorio come il LENS. La finalità del LENS consiste nel mettere a disposizione dei ricercatori una complessa e sofisticata strumentazione per vedere l'invisibile, cioè per osservare direttamente oggetti microscopici per studiarne la struttura, le interazioni con quello che hanno intorno e la loro dinamica. Non solo: con la complessa strumentazione laser è possibile manipolare singoli atomi, molecole o cellule per rivelarne le funzionalità. Nel dedicare il suo grande poema a Memmio, Lucrezio lo mette sull'avviso scrivendo:

Forse però tu con credi pienamente alle mie parole
perché gli atomi non sono visibili all'occhio;

Se avesse potuto immaginare che sarebbero esistiti laboratori come il LENS forse Lucrezio avrebbe cancellato questi versi.

2. La strada fatta e quella da percorrere

La domanda pressante è: quale presente e soprattutto quale futuro vediamo dentro e fuori dal LENS. In un paese in cui le regole che governano la ricerca mutano,

cists and structuralists of matter, which then extended to the biological sphere. On the whole, it can be said that, although the statutes indicate very general lines of research, the actual lines of research are defined by the researchers who apply to work at the Laboratory. The LENS was set up and developed as an open international facility: it has no permanent staff of its own, except for those that handle technical and administrative matters. It has an international board of directors which elects the Director and approves the research projects proposed. There have been many foreign visitors, and this has helped to create a particularly stimulating environment for young people. After all, the Laboratory has been home to a PhD course right from the start.

We can perhaps conclude this brief account of the origins of the LENS by asking what the *mission* of a laboratory like the LENS is. The purpose of LENS is to provide researchers with complex and sophisticated instrumentation to see the invisible, to observe microscopic objects directly in order to study their structure, their interactions with their surroundings and their dynamics. And that's not all: with complex laser instrumentation it is possible to manipulate individual atoms, molecules or cells to reveal their functions. In dedicating his great poem to Memmius, Lucretius warns him by writing:

But perhaps you do not fully believe my words
because atoms are not visible to the eye;

Had he been able to imagine that laboratories such as the LENS would have come to exist, Lucretius might have deleted these lines.

spesso, anche per gli enti per così dire tradizionalmente e normativamente definiti, le sfide e le difficoltà sono molte e a volte sembrano insormontabili. Eppure, anche a un osservatore meno documentato di coloro che ne hanno promosso la fondazione e crescita, il LENS è una di quelle imbarcazioni che sembra siano sempre facili prede della tempesta eppure navigano ovunque. La sua forza è nella sua leggerezza:

*Per correr miglior acque alza le vele
omai la navicella del mio ingegno...*
(Dante PG 1,2)

Queste caratteristiche volute fin dalla creazione del LENS, come sopra descritto, hanno fatto sì che mantenesse intatta negli anni, pur nella fedeltà alla sua specifica missione, la continua sperimentazione di temi di frontiera, la rapida evoluzione degli ambiti di ricerca, l'apertura *interdisciplinare*. Scommettere sulle possibilità che la ricerca su e con i laser aprisse nuove strade alla multidisciplinarietà è stata una precisa volontà pionieristica dei fondatori del LENS che è stata rispettata e ampliata coinvolgendo tutti gli ambiti del sapere: scientifico, medico, biologico, ma anche umanistico, artistico, sociale.

Altra impronta unica è quella *interistituzionale*: il LENS è *istituito* presso l'Università di Firenze ma contiguo al CNR in primis, connesso a INRIM, INFN, Scuola Normale Superiore di Pisa e altri atenei ed enti pubblici con specifiche convenzioni.

È *internazionale*: non solo nei consigli direttivo e scientifico dove siedono ricercatori italiani ed europei da Germania, Francia, Olanda, Gran Bretagna, ma anche nella scuola di dottorato con molti giovani da altri paesi.

2. The road travelled and the road ahead

The burning question is: which present and, above all, which future do we see inside and outside the LENS? In a country where the rules governing research change frequently, even for traditionally and legislatively defined institutions, the challenges and difficulties are many and sometimes seem insurmountable. Yet, even to a less well-informed observer than those who promoted its foundation and growth, the LENS is one of those vessels which always seem to be easy prey to the storm and yet manage to sail every sea. Its strength lies in its lightness:

*To run o'er better water hoists her sails
the little vessel of my genius now,*
(Dante Purgatory 1, 2)

These characteristics, looked-for since the foundation of the LENS, as described above, have ensured that it has remained faithful to its specific mission over the years, experimenting continually with frontier topics, the rapid evolution of the spheres of research areas and being open to *interdisciplinary* approaches. Foreseeing the possibility that research into and with lasers could open up new avenues to multidisciplinary: this visionary idea of the founders of the LENS, which has been respected and extended, progressively involved all areas of knowledge: scientific, medical, biological, but also humanistic, artistic and social.

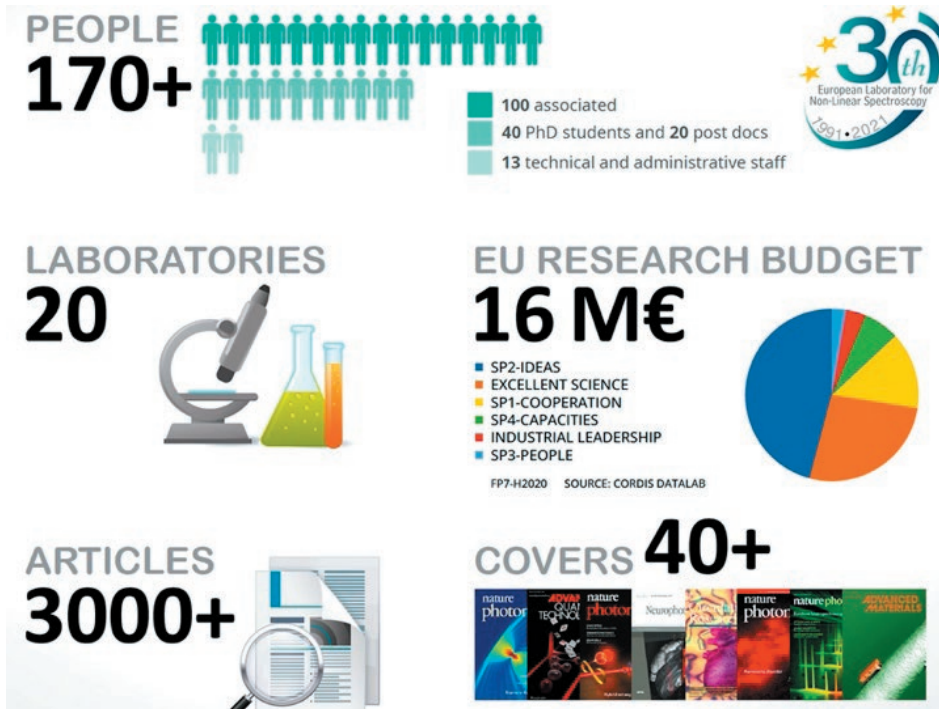


Figura 1. I traguardi scientifici del LENS a trent'anni dall'istituzione: persone, progetti e pubblicazioni.
Figure 1. The scientific achievements of LENS thirty years on: people, projects and publications.

Another unique feature is its *inter-institutional* nature: the LENS is based at the University of Florence, but is linked to the CNR primarily, and to INRIM, INFN, Scuola Normale Superiore di Pisa and other universities and public bodies by means of specific agreements.

It is *international*: not only in its management and scientific councils, where there are Italian and European researchers from Germany, France, Holland and Great Britain, but also in the PhD school with many young people from other countries.

Over the past ten years, the LENS has supported over 70 PhD scholarships at the University of Florence, numerous research grants at the university and at the CNR, and funded researchers on fixed-term contracts. Indeed, this is the mission of a laboratory: preparing people for independent research, creating opportunities and supporting plans for the future. Many young people have come and gone through the LENS: some are now part of the departments and institutes that celebrate this day. The quality of the research, always in collaboration with the co-founders, has been repeatedly certified by the VQR exercises in which the LENS has voluntarily participated since its first edition.

The LENS will be 30 years old in 2021, an age by which young people have made most of the important decisions about their future. It is natural, therefore, to wonder what the LENS can and wants to be, not only with regard to itself but also with regard to its founding disciplines: physics, the 100th anniversary of which we celebrated in Florence, as well as chemistry, biology, the three areas of atomic physics, photonic materials and biophotonics. We are not going to mention the winners of ERC projects, but it is worth noting that some, from abroad,

Negli ultimi 10 anni il LENS ha sostenuto oltre 70 borse di dottorato presso l'università di Firenze, numerosissimi assegni di ricerca in ateneo e nel CNR, finanziato ricercatori a tempo determinato. Perché questo fa un laboratorio: prepara alla ricerca indipendente, crea opportunità, pianifica il futuro. Quindi, tanti giovani sono passati e sono presenti al LENS: alcuni oggi fanno parte dei dipartimenti e degli istituti che celebrano questa giornata. La qualità della ricerca, sempre in collaborazione con gli enti promotori, è certificata dagli esercizi VQR a cui volontariamente ha sempre partecipato.

Nel 2021 il LENS ha compiuto trent'anni: per una ragazza o un ragazzo è l'età a cui le scelte di vita sono ormai in gran parte fatte. È naturale quindi chiedersi cosa il LENS può e vuole essere per sé stesso e per le discipline fondative: fisica, di cui abbiamo festeggiato i 100 anni a Firenze, ma anche chimica, biologia, ambiti in cui si muove a livelli eccellenti, le tre aree di fisica atomica, materiali fotonici e biofotonica. Non citiamo i vincitori di progetti ERC ma crediamo sia significativo che alcuni scelgano di venire e rimanere al LENS per svolgere i loro progetti: come ha detto uno di loro "c'è meno spazio, ma ci sono persone interessanti".

Quindi cos'è a trent'anni il LENS: un ente di ricerca, giuridicamente autonomo, con alcune prerogative accademiche come la possibilità di bandire assegni di ricerca, caratterizzato come infrastruttura di ricerca internazionale. Questo è un punto di grande rilevanza in un Paese in cui l'assenza di infrastrutture rappresenta un limite alla ricerca fondamentale e applicata. Il modello con cui è nato LaserLab ha rappresentato un esempio organizzativo su cui si sono sviluppate le successive infrastrutture europee, comprese quelle più recenti di cui è parte.

chose the LENS to carry out their project: as one of them said, "there is less space, but there are some interesting people".

So, what is the LENS at 30 years of age? A self-governing research institution, with definite academic prerogatives such as the possibility of awarding research grants, characterised as an international infrastructure. This is an important point in a country where the lack of infrastructures poses limits to fundamental and applied research. The model on which the LaserLab was founded was a paradigm for subsequent European infrastructures, including the most recent ones, of which it is a part. The vision of an *open access*, in its multifaceted implications, was a challenge in the past but is going to be essential tomorrow: access for a few days, for targeted experiments on European funding, or for long-standing projects in a multidisciplinary environment, empowering researchers with state-of-the-art and (not to forget) *public* technologies.

In the latest National Plan for Research Infrastructures, the LENS is in the bracket of the so-called high priority European infrastructures, both in the digital field with quantum technologies and in healthcare with EuroBioimaging and eBrains.

An infrastructure is at the service of the research community. It is both a gateway and an exit, and we have Physics, along with Chemistry, to thank for this strategic vision. We must also be grateful to those who continue to support it – researchers, technicians, administrators, subsequent rectors, those who want to come and work here, and those who take other paths too. Everyone leaves an indelible mark. To add a personal note: you have to be involved in it -

Fondamentale è stato e sarà ancor più la possibilità di *accesso*, comunque inteso: da pochi giorni, per esperimenti mirati su finanziamenti europei, o per sviluppare un progetto di più ampio respiro in un ambiente multidisciplinare, con tecnologie abilitanti e – non dimentichiamolo – pubblico.

Nell'ultimo Piano nazionale delle Infrastrutture di Ricerca, il LENS è nella fascia di quelle Europee cosiddette ad alta priorità, sia nell'ambito Digitale con le tecnologie quantistiche, sia in quello della salute con EuroBioimaging e eBrains.

Un'infrastruttura è a servizio della comunità dei ricercatori, è insieme una porta di ingresso e di uscita e per questa capacità di visione strategica dobbiamo essere grati alla Fisica che insieme alla Chimica l'ha voluta, grati a chi continua a sostenerla – i ricercatori, i tecnici, gli amministrativi, i rettori che si sono succeduti, a chi vorrà venire a lavorare e anche a chi prenderà altre strade. Ognuno lascia un'impronta indelebile. Per aggiungere una nota personale: bisogna starci dentro – specie venendo da fuori – per intuire il ruolo che il LENS ha avuto e che sperabilmente avrà in futuro, interprete *ante litteram* dello spirito di una *Next Generation EU*.

Elisabetta Cerbai è professore ordinario di Farmacologia e direttrice pro-tempore del LENS. I suoi interessi di ricerca riguardano in particolare i meccanismi aritmogeni nelle cardiomiopatie e la farmacoterapia nelle malattie cardiovascolari.

Vincenzo Schettino è professore emerito di chimica nell'Università di Firenze e socio nazionale dell'Accademia dei Lincei. Interessi scientifici: spettroscopia molecolare, stato solido, chimica computazionale, chimica ad altissime pressioni, relazioni della scienza con arte e letteratura.

especially if you come from outside – to understand the role that the LENS has played and will hopefully play in the future, as an *ante litteram* interpreter of the spirit of a *Next Generation EU*.

Elisabetta Cerbai is Full Professor of Pharmacology and pro-tempore Director of the LENS. Its research interests include arrhythmogenic mechanisms in cardiomyopathies and pharmacotherapy in cardiovascular diseases.

Vincenzo Schettino is Professor Emeritus of Chemistry at the University of Florence and National Member of the Accademia dei Lincei. Scientific interests: molecular spectroscopy, solid state, computational chemistry, ultra-high pressure chemistry, relations of science with art and literature.