

Istituto Ricerche Solari Locarno

**Rapporto 2015**

# Rapporto alla Fondazione Istituto Ricerche Solari Locarno sulla situazione dell'Istituto alla fine del 2015 e sul piano di lavoro per il 2016

**Relatori:** Dr. Michele Bianda  
staff dell'IRSOL

**Indirizzo:** Istituto Ricerche Solari Locarno  
via Patocchi 57  
6605 Locarno-Monti  
Tel.: (091) 743 42 26  
Fax: (091) 730 13 20  
e-mail: info@irsol.ch  
sito web: www.irsol.ch

**Proprietario:** Fondazione Istituto Ricerche Solari Locarno  
Membri: Cantone Ticino, Comune di Locarno, AIRSOL \*)

**Consiglio di Fondazione:** Presidente: Prof. Dr. Philippe Jetzer (AIRSOL)  
Vicepresidente: Avv. Dr. Fulvio Pelli (AIRSOL)  
Segretario: Fis. Paolo Ambrosetti (Locarno)  
altri membri: Prof. Dr. Ivano Beltrami (Cantone)  
Prof. Dr. Piero Martinoli (Cantone)  
Ing. Bruno Storni (Cantone)  
Dr. Gianfranco Giugni (Locarno)  
Prof. Dr. Sandro Rusconi (Cantone)  
Ing. Alain Scherrer (Locarno)

Pres. Onorario: Dr. Alessandro Rima

## **Comitato scientifico consultivo:**

Prof. Dr. Marianne Faurobert    Université de Nice Sophia Antipolis, France  
Prof. Dr. Marzio Nessi            CERN, Ginevra  
Prof. Dr. Manfred Schüssler      MPS, Göttingen, Germania

Locarno-Monti, 3 maggio 2016

\*) *AIRSOL, Associazione Istituto Ricerche Solari Locarno*

# Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PERSONALE</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>SCIENTIFIC WORK</b>	<b>4</b>
3.1	Physics of polarization and theoretical interpretation of peculiar signals . . . . .	4
3.1.1	Observation of anomalous double-peak $V/I$ signals in strong chromospheric lines	4
3.1.2	Investigation of the enigmatic signals observed in the NaI D1 line . . . . .	5
3.1.3	Laboratory tests of the quantum theory for polarized scattering . . . . .	5
3.2	Numerical modeling of the generation and transfer of polarized radiation . . . . .	6
3.2.1	Partial frequency redistribution in scattering polarization; PhD work of Ernest Alsina Ballester . . . . .	6
3.2.2	Development of a 3D non-LTE radiative transfer code taking PRD effects into account . . . . .	6
3.2.3	Radiative transfer in discontinuous media; PhD work of Gioele Janett . . . . .	7
3.3	Development and application of new diagnostic techniques . . . . .	7
3.4	The CLASP project . . . . .	7
3.4.1	Using the forward scattering Hanle effect to produce magnetic field maps . . .	7
3.4.2	Synoptic program to measure the evolution of the photospheric magnetic field during a solar cycle . . . . .	8
3.5	Investigations based on MHD simulations (also on stellar physics) . . . . .	8
3.5.1	Magnetohydrodynamic solar model atmospheres; PhD work of Flavio Calvo . .	8
3.5.2	Waves in magnetic flux tubes, small-scale magnetism of stellar atmospheres, and the evolution of white dwarfs . . . . .	9
3.6	Observational projects . . . . .	9
3.6.1	Atlas of the Sun's center-to-limb intensity spectrum variation (CLV) . . . . .	9
3.6.2	Center-to-limb variation of continuum polarization . . . . .	9
3.6.3	Specola Solare Ticinese . . . . .	10
3.7	Stellar physics . . . . .	10
3.7.1	Planet engulfing scenarios in extra-solar systems; PhD work of Giovanni Privitera	10
3.8	Education . . . . .	11
<b>4</b>	<b>LAVORI TECNICI</b>	<b>11</b>
4.1	Progetto ZIMPOL . . . . .	11
4.2	Filtri Fabry Perot . . . . .	12
4.3	Strumentazione varia . . . . .	12

4.4	Sistema informatico . . . . .	13
4.5	Officina . . . . .	13
4.6	Lavori di infrastruttura . . . . .	13
<b>5</b>	<b>LAVORI PREVISTI NEL 2016</b>	<b>14</b>
5.1	Associazione con l'Università della Svizzera Italiana . . . . .	14
5.2	Sviluppo del programma scientifico . . . . .	14
5.3	Sviluppo ZIMPOL . . . . .	14
5.4	Migliorie tecniche . . . . .	15
5.5	Costruzione di uno strumento dedicato per il telescopio DKIST . . . . .	15
5.6	Sito WEB . . . . .	15
<b>6</b>	<b>VISITE, CORSI E MANIFESTAZIONI</b>	<b>16</b>
6.1	Visite di carattere scientifico all'Istituto . . . . .	16
6.2	Altre visite . . . . .	16
6.3	Visite ad altri istituti . . . . .	17
6.4	Organizzazione Assemblee e Congressi . . . . .	17
6.5	Presenza nei media . . . . .	17
6.6	Consiglio di Fondazione . . . . .	17
6.7	Divulgazione in collaborazione con la Specola Solare Ticinese . . . . .	17
<b>7</b>	<b>CONGRESSI, CONFERENZE</b>	<b>17</b>
7.1	Partecipazione a congressi, assemblee e corsi . . . . .	17
7.2	Conferenze di divulgazione scientifica . . . . .	19
<b>8</b>	<b>PUBBLICAZIONI</b>	<b>19</b>

# 1 PREMESSA

L'evento più significativo del 2015 è sicuramente la decisione presa il 4 dicembre dal Consiglio dell'Università della Svizzera Italiana, USI, di accettare la nostra richiesta di associazione. L'associazione dell'IRSOL con un ente universitario apre le porte a nuove possibilità e a nuovi scenari per il nostro istituto. Le discussioni avute con professori della Facoltà di Scienze Informatiche nella fase di preparazione ha permesso di individuare temi di ricerca importanti realizzabili solamente tramite un lavoro comune, dunque con vantaggi scientifici per entrambi.

Altri eventi e risultati di particolare rilievo del 2015 sono i seguenti.

Il direttore del National Solar Observatory ci ha invitati a studiare la fattibilità di costruire uno strumento basato sul polarimetro ZIMPOL da installare sul telescopio americano DKIST in costruzione a Maui nelle Hawaii.

Il Fondo Nazionale Svizzero per la Ricerca Scientifica ha accettato due nostre proposte di progetti scientifici. Uno ha permesso l'assunzione di un dottorando in collaborazione con il Seminario di Matematica Applicata del Politecnico di Zurigo, il secondo ci accorda il finanziamento del Dr. Edgar Carlin, nostro postdoc da fine 2013 per altri due anni.

Lo sviluppo tecnico del progetto ZIMPOL è ora completamente sotto la nostra responsabilità. Le competenze maturate negli ultimi anni alla SUPSI sono state trasferite all'Ing. Boris Liver.

Il progetto finanziato dal SEFRI legato al progetto COST "Polarization as a tool to study the Solar System and beyond" ha portato a interessanti risultati nell'ambito dello studio del campo magnetico mediante tecniche basate sull'effetto Hanle nel forward scattering.

La missione spaziale CLASP ha avuto successo, sono stati raccolti i dati sperati. Il Dr. Luca Belluzzi fa parte del team scientifico della missione. Una nuova missione, CLASP-2, è in fase di studio, e il relativo proposal sarà sottomesso a breve alla NASA. L'IRSOL fa parte degli istituti che collaboreranno a questo nuovo progetto internazionale.

Il sistema per misure di spettropolarimetria in 2D che fa capo ai filtri Fabry-Perot già in nostro possesso sta per diventare operativo pure con il polarimetro ZIMPOL 3. Al progetto è dedicato un lavoro di Master con la Hochschule RheinMain.

I lavori scientifici trattati all'IRSOL hanno portato ad importanti risultati e mostrano convergenze interessanti. Pure il lavoro a tema stellare svolto dal nostro dottorando Giovanni Privitera all'Osservatorio di Ginevra si sta rivelando un successo.

Il tema di ricerca fondamentale dell'IRSOL è legato alla spettropolarimetria solare. La strumentazione che permette misure uniche viene migliorata costantemente, sviluppiamo teorie sempre più sofisticate che permettono di interpretare i dati osservati, infine produciamo modelli numerici 3D dell'atmosfera solare che tengono conto del trasporto radiativo della luce polarizzata (abbiamo ottenuto tempo di calcolo sui supercalcolatori del CSCS di Lugano). Il lavoro sinergico in questi campi permette di sviluppare nuove tecniche diagnostiche per misurare l'intensità e l'orientazione del campo magnetico nell'atmosfera solare.

Da quest'anno abbiamo un Consiglio Scientifico Consultivo formato dai Professori: Marianne Faurober, Marzio Nessi e Manfred Schüssler.

Come da alcuni anni, la parte scientifica al capitolo 3 è scritta in inglese.

## 2 PERSONALE

### *Organizzazione generale*

L'organizzazione generale è diretta dal presidente della FIRSOL, Prof. Dr. Philippe Jetzer (Istituto di fisica dell'Università di Zurigo).

### *Direttorato*

Dando seguito ai consigli espressi durante le valutazioni dell'IRSOL da parte di esperti internazionali e nazionali del Consiglio svizzero della scienza e dell'innovazione, la direzione dell'IRSOL è affidata ad un direttorio composto da:

Prof. Dr. Svetlana Berdyugina (codirettrice del KIS),

Dr. Michele Bianda,

Prof. Dr. Jan Olof Stenflo.

### *Staff scientifico*

Personale scientifico, in parentesi la data di inizio per chi ha iniziato dopo il 2013.

Dr. Luca Belluzzi (dal 1 dicembre 2013, pure affiliato al KIS)

Dr. Michele Bianda

Dr. Edgar Carlin \*) (dal 1 novembre 2013)

Dr. Daniel Gisler (dal 1 gennaio 2013, part time con il KIS)

Ing ETHZ Boris Liver (dal 1 gennaio 2015)

Dr. Renzo Ramelli

Dr. Oskar Steiner (dal 1 gennaio 2014, part time con il KIS)

Prof. Dr. Jan Olof Stenflo, emeritus ETHZ, affiliato all'IRSOL

\*) fino ad ottobre finanziato nell'ambito del progetto COST MP1104, SER No. C12.0084. Da novembre tramite il progetto del Fondo Nazionale, 200021\_163405.

### *Staff amministrativo e tecnico*

Anneliese Alge

Katya Gobbi (segretaria)

Gianpaolo Mari (dal 1 marzo 2015)

Alberto Tadorelli (contabilità) fino al 31 gennaio 2015

### *Dottorandi,*

MSc. Flavio Calvo \*\*) (dal 1 novembre 2013 )

MSc. Gioele Janett \*\*\*) (dal 1 settembre 2015)

MSc. Giovanni Privitera \*\*) (dal 1 settembre 2012)

I progetti sono finanziati dal Fondo Nazionale

\*\*) Direttore di tesi: Prof. Dr. Georges Meynet dell'Università di Ginevra

\*\*\*) Direttore di tesi: Prof. Dr. Mishra Siddhartha, SAM, Politecnico di Zurigo

### *Stages scientifici, lavori a tempo determinato*

MSc. Francesco Züger (dal 1 gennaio al 31 gennaio 2015)

Davide Gigliotta (dal 24 giugno 2015 al 30 agosto 2015)

### *Collaborazione con la SUPSI*

Presso la SUPSI ha lavorato al progetto ZIMPOL (1 gennaio – 31 marzo):

Ing. El. Marco Rogantini

### *Collaborazione con l'Instituto de Astrofisica de Canarias(IAC)*

Due visite all'IRSOL del MSc. Ernest Alsina Ballester dottorato all'IAC. Il Dr. Luca Belluzzi è co-direttore di tesi. Visita del MSc. Tanausú del Pino Aleman

### *Collaborazione con la Hochschule RheinMain di Wiesbaden Rüsselsheim*

La collaborazione con la Hochschule RheinMain di Wiesbaden Rüsselsheim prosegue. Il Prof. Dr. Gerd Küveler (emeritus) segue lavori di Bachelor o di semestre. Nel 2014 ha seguito:

Mathis Engelhard, Bachelor-Arbeit (Bachelor)

### *Civilisti*

Nel corso del 2015 hanno lavorato all'IRSOL:

MSc. Gioele Janett (dal 1 gennaio al 9 gennaio e dal 2 marzo al 31 marzo)

Dr. Leopoldo Rossini (dal 2 febbraio al 2 marzo)

MSc. Giacomo Perugini (dal 9 marzo al 24 marzo)

MSc. Reda Fornera (dal 3 agosto al 28 agosto)

Dr. Lars Hermann (dal 12 ottobre al 6 novembre)

MSc. Filippo Paglia (dal 16 novembre al 31 dicembre)

### *Ringraziamenti*

Alberto Taborelli ha lavorato per l'IRSOL dal 2002 come responsabile della contabilità. Per motivi anagrafici ha deciso di terminare la sua collaborazione ad inizio anno. L'IRSOL gli è profondamente grato per l'importante e preciso lavoro da lui svolto per molti anni. La contabilità è ora completamente gestita dalla nostra segretaria signora Katya Gobbi.

## 3 SCIENTIFIC WORK

The overall goal of the scientific activity carried out at IRSOL is the investigation of the magnetic fields present in the solar atmosphere. Solar magnetic fields can be investigated by analyzing the signatures that they leave, through different physical mechanisms, on the polarization properties of the electromagnetic radiation. In general, the development and application of a given diagnostic method requires:

- a) to model the generation and transfer of polarized radiation in the solar atmosphere, taking the above-mentioned mechanisms into account, so to identify specific polarization signals containing the desired information on the magnetic fields;
- b) to develop instruments capable to observe such signals;
- c) to compare the observed signals with the results of theoretical calculations performed in realistic simulations of the solar atmosphere.

Activity in our research field is thus based on three main “pillars”: theoretical modeling; observations and instrumental development; numerical simulations of the solar atmosphere. At IRSOL, we have today expertise in all these pillars, and specific research projects are presently carried out in each of them.

From the instrumental point of view, IRSOL is the home basis of ZIMPOL, one of the world leading instruments in the field of high-precision solar spectropolarimetry. Since 2015, the maintenance and further development (see section 4.1) of this instrument is fully carried out at IRSOL.

Observations with ZIMPOL are performed both at IRSOL and at GREGOR. The possibility of performing high-precision spectropolarimetric measurements in this latter telescope was limited in the past because of the lack of an image derotator. This device will be installed in 2016. Observations performed both at GREGOR and at IRSOL are at the basis of the works reported in the sections 3.1.1 and 3.4.1. Observations at IRSOL are used in the research topics described in sections 3.2.1, 3.1.2, 3.5.1, 3.6.1, 3.4.2, 3.6.2.

Specific theoretical work is carried out within the framework of basically all the investigations described in Chapter 3.

The activity in the field of numerical simulations of the solar atmosphere is also directly related with polarimetric aspects (see Sect.3.5.1).

Some works in stellar physics are also performed.

A brief description of the scientific works and projects that are presently carried out at IRSOL is provided below. The projects are divided in different groups, depending on their main topic. Of course this grouping is only indicative, since most the projects may touch different aspects of the problem: theoretical, computational, and observational.

### 3.1 Physics of polarization and theoretical interpretation of peculiar signals

#### 3.1.1 Observation of anomalous double-peak $V/I$ signals in strong chromospheric lines

Recent observational campaigns carried out with ZIMPOL, both at IRSOL and at GREGOR, showed a series of anomalous circular polarization signals in strong chromospheric lines, such as the NaI



D-lines at 5890 Å. The physical origin of these signals is still unclear, but they may contain precious information about the magnetic fields present in the solar atmosphere, and they may be the signature of interesting physical processes. For this reason, we strongly believe that achieving a correct theoretical interpretation of these signals represents a very important scientific goal. The theoretical work will be carried out in parallel with new observational campaigns aimed at clarifying: a) in which spectral lines these signals can be observed, and b) whether there is any correlation between the appearance of these signals and the presence of particular structures in the solar plasma. In April 2015 we applied to SNSF in order to get fundings to open a two-year postdoctoral position for working on this project. The project was very well evaluated by the referees, and it was approved by SNSF in September 2015 (project no. 200021–163405). The postdoctoral position has been offered to Dr. Edgar Carlin Ramirez, who was already working as postdoc at IRSOL, and it started on November 1st 2015. We are now moving the first steps in this project, and we expect to have soon first results.

### 3.1.2 Investigation of the enigmatic signals observed in the NaI D1 line

The theoretical modeling of the scattering polarization signal observed by Stenflo & Keller (1997, A&A, 321, 927) in the core of the NaI and BaII D1 lines has represented for nearly two decades one of the most challenging problems in the field of theoretical spectropolarimetry. Landi Degl’Innocenti (1998, Nature, 392, 256) showed that a signal, similar to the observed one, can be produced in the core of the NaI D1 line, provided that a significant amount of atomic polarization is present in the lower level (the ground level of sodium). This result, on the other hand, leads to a sort of paradox, because the required amount of atomic polarization in the ground level of sodium is incompatible with the presence of magnetic fields sensibly stronger than 0.01 G, which seems to contradict the results obtained from other types of observations (Bianda et al. 1998, A&A, 331, 760; Stenflo et al. 1998, A&A 329, 319). The enigma of the D1 lines remained substantially unchanged until the recent identification by Belluzzi & Trujillo Bueno (2013, ApJL, 774, 28) of a new physical mechanism that could explain the origin of these signals, without requiring the presence of atomic polarization in the lower level. During the last year, the work of Belluzzi & Trujillo Bueno (2013) was extended by including two important physical ingredients previously neglected, but that were taken into account by Landi Degl’Innocenti (1998): quantum interference between the upper levels of the NaI D1 and D2 lines, and the possible presence of atomic polarization in the ground level of sodium. The results of this work have been published on *The Astrophysical Journal* (Belluzzi et al., 2015, ApJ, 814, 116). At the same time, new observational campaigns dedicated to the NaI D1 line have been carried out at IRSOL, also within the framework of the PhD thesis of Dr. Tanausú Del Pino Aleman of IAC (thesis successfully defended on December 2015). The new observations show a large phenomenology of signals in the core of the NaI D1 line, which in many cases can be well reproduced within the framework of the theoretical formulation of Belluzzi et al. (2015). These observations will be published soon on a peer-reviewed international journal.

### 3.1.3 Laboratory tests of the quantum theory for polarized scattering

The interpretation of the observed spectral structures in the Second Solar Spectrum is based on the quantum theory for the interaction between light and matter in magnetized media. ZIMPOL observations have however revealed anomalous features that appear to contradict theoretical predictions from available scattering theory, for instance the polarization peak seen at the center of the sodium D<sub>1</sub> line. To clarify the situation a laboratory experiment was carried out at ETH a decade ago to

explore the physics of polarized scattering in the potassium D<sub>1</sub> line. This experiment uncovered a rich polarization structure that could not be explained in terms of standard scattering theory. It was later possible to show that the laboratory results could be explained by the presence of coherences between the magnetic sublevels of the atomic ground state, and heuristic arguments were introduced to indicate how such coherences could be generated (Stenflo 2015). To bring a deeper understanding to the underlying physics a next generation version of the laboratory experiment is being planned in collaboration with the Institut Non-Lineaire de Nice (INLN). A rubidium vapor cell will be used instead of potassium or sodium, but the main improvement will be to avoid the use of a buffer gas in the cell, which in the previous experiment caused large collisional depolarization that was a major complication to the interpretation of the results and which greatly reduced the measured effects. For the polarization analysis INLN will use a piezoelectric polarization modulator provided by IRSOL. It has now been tested at INLN, in preparation for the definite experiment, planned by J.O. Stenflo and the IRSOL team, in collaboration with R. Kaiser and W. Guerin at INLN and M. Faurobert at Observatoire Cote d'Azur.

## **3.2 Numerical modeling of the generation and transfer of polarized radiation**

### **3.2.1 Partial frequency redistribution in scattering polarization; PhD work of Ernest Alsina Ballester**

Dr. Belluzzi is co-advisor, together with Prof. Javier Trujillo Bueno, of the PhD thesis of Msc. Ernest Alsina Ballester, which is carried out at the Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), in Tenerife (Spain). The work of Msc. Alsina is focused on the problem of partial frequency redistribution (PRD) in scattering polarization. This is a very hot topic in the field of theoretical spectropolarimetry, since PRD effects play a very important role in the modeling of the scattering polarization profiles of strong resonance lines, such as the hydrogen Ly-Alpha line or the MgII h and k lines (see CLASP and CLASP-2) projects. During 2015, Msc. Alsina has regularly visited IRSOL, where he has carried out observations useful for his PhD Thesis, and he has worked on the development of a non-LTE radiative transfer code for polarized radiation for a two-level atom, taking into account PRD effects, as well as the effects of magnetic fields of arbitrary strength and orientation. With this code, we are now investigating lines of high diagnostic interest, such as the SrII line at 4077 Å, the above-mentioned MgII k line, and the SrI line at 4607 Å (see the project in collaboration with NSO, for the development of a filter polarimeter to be installed on the DKIST telescope).

### **3.2.2 Development of a 3D non-LTE radiative transfer code taking PRD effects into account**

The recent experimental results of CLASP, as well as a series of theoretical investigations, clearly indicate that in order to exploit the so-called Hanle effect in order to get information about the magnetic fields present in the outer solar atmosphere, it is necessary to model the polarization signals produced by strong spectral lines by solving the full non-LTE radiative transfer problem for polarized radiation in realistic three-dimensional (3D) models of the solar atmosphere, taking PRD effects into account. This is a very challenging problem from the computational point of view. Indeed, without applying suitable computational techniques, and without introducing appropriate approximations, the problem would require a huge amount of memory, and it would be unmanageable also for the most power supercomputers today available. For this reason, we are presently starting

a collaboration with the Institute of Computational Sciences of Lugano (reference person Prof. Dr. Rolf Krause) so to try to handle this complex but definitely important scientific problem.

### **3.2.3 Radiative transfer in discontinuous media; PhD work of Gioele Janett**

A new method for computing polarized radiative transfer in an atmosphere featuring shock fronts and contact discontinuities has been developed. The method is based on the piecewise linear reconstruction of the discrete source function and an analytical evolution operator for the polarized radiation transfer (O. Steiner, F. Züger, and L. Belluzzi, *A&A*, 2016). In cooperation with Prof. Siddhartha Mishra of the Seminar für Angewandte Mathematik of the ETHZ, we have successfully applied for financial support of a PhD project on this subject at the Swiss National Science Foundation. MSc. G. Janett is now further developing and evaluating the method as part of a PhD-thesis to be carried out at IRSOL.

## **3.3 Development and application of new diagnostic techniques**

### **3.4 The CLASP project**

On September 3, 2015, the Chromospheric Ly-Alpha Spectro-Polarimeter (CLASP) sounding rocket experiment was successfully carried out from the White Sands Missile Range of NASA in New Mexico (USA). CLASP is the result of a collaboration between research groups from USA, Japan and Europe, and Dr. Belluzzi is member of the team since the beginning of the project. Aim of CLASP is to measure the scattering polarization signal of the hydrogen Ly-Alpha line at 1215 Å, and to possibly exploit it to get information about the magnetic fields present in the upper chromosphere. From the technical point of view, the experiment was a full success, and very high quality data were acquired. Presently, we are working on the theoretical interpretation of the data, and a series of publications on international journals are already in preparation. The success of CLASP, is motivating the fulfillment of another project, the Chromospheric Layer Spectro-Polarimeter (CLASP-2), which will be very similar to CLASP, but focused on different spectral lines, namely the MgII h and k lines around 2800 Å. IRSOL will be member of the CLASP-2 project from the beginning. The proposal will be submitted to NASA within the next few months.

#### **3.4.1 Using the forward scattering Hanle effect to produce magnetic field maps**

The polarization signals forming the Second Solar Spectrum are maximum at the solar limb and decrease in amplitude towards the disk center. Due to this fact, the solar polarization has been typically studied at the limb. However, it turns out that the disk-center signals can be measured and used for solar diagnosis. Indeed, such strategy presents a certain number of advantages (see Carlin & Asensio Ramos, 2015). For instance, at the disk center (in forward-scattering) the scattering polarization signals of the solar chromosphere are essentially originated by the Hanle effect, being affected by a reduced number of non-magnetic polarization sources (solar curvature and partial redistribution effects do not play a role). This allows an easier discrimination and interpretation of the magnetic field contribution. Choosing suitable spectral lines and comparing their measured signals with theoretical and computational results it is possible (although still challenging) to get better determinations of magnetic field topologies and strengths than using the (larger but more entangled) signals found at the solar limb.

In this project we try to make of the forward-scattering Hanle effect diagnosis a reality for the solar chromosphere using the Ca I 422.7 nm line. Due to the large kinematics of the chromosphere, it is necessary to consider, understand and discriminate the effects that vertical solar velocities have in the linear polarization. Thus, our computational and observational methodology has to be adapted to trace such effects through wavelength, space and time.

In 2014 we focused in the observational part of this project and did some preliminar work for understanding the theoretical formation of the signals. In 2015 we have simulated in detail the spectropolarimetric signals at the core of the CaI 422.7 nm line using state-of-the-art MHD models that contain a realistic solar chromosphere. To work with such models we created from scratch a new RT code, designed to be more efficient, easy to use and easily expandable for future improvements. The use of this code is embedded in an automatized multi-step procedure delivering several kind of figures illustrating the emergent polarization and the physical situation in which the spectral line is forming. The computational results are now the feedback that we are using for making a fine tuning of this procedure. After several tests with different physical parameters we are now analyzing, explaining and publishing the results.

### **3.4.2 Synoptic program to measure the evolution of the photospheric magnetic field during a solar cycle**

The solar photosphere is seething with a vast amount of magnetic flux tangled on scales much smaller than the resolution scale of solar telescopes that can be investigated by considering the Hanle effect. In 2007, near a minimum of the solar cycle, we started a synoptic program to explore possible variations of such hidden magnetic flux with the solar cycle, through the application of a differential Hanle effect technique on observations of scattering polarization in C2 molecular lines in the region around 514.0 nm. The observing program is still ongoing, generally with the cadence of about one month. Recent results were presented at the International Astronomical Union (IAU) assembly in August 2015 (Ramelli).

## **3.5 Investigations based on MHD simulations (also on stellar physics)**

### **3.5.1 Magnetohydrodynamic solar model atmospheres; PhD work of Flavio Calvo**

MSc. F. Calvo carries out research work in view of a PhD-thesis at IRSOL. In the present report period, he continued computing three-dimensional magnetohydrodynamic solar model atmospheres, using the computational resources at the Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS) in Lugano. These models are intended for the subsequent synthesis of spectropolarimetric maps serving for the interpretation of polarimetric measurements. Of particular interest are theoretical predictions regarding the center-to-limb variation of the continuum polarization, currently measured at high polarimetric sensitivity at IRSOL. To this purpose, he visited Ondřejov Observatory where he started a collaboration with Dr. Štěpán, which led to the development of a module for the PORTA (Polarized Radiative Transfer) code for the computation of the continuum polarization. In parallel, he is investigating the line ratio method (used to retrieve the magnetic field strength from polarimetric data) when applied to the commonly used line pair Fe I 630.151 nm and Fe I 630.250 nm, for which case the suitability of the method still causes controversy. He also prepared a publication about photometric bright points due to swirling downdrafts in the intergranular space, which appear in his non-magnetic simulation runs. These were scrutinized with the objective of predicting conditions for their telescopic detection. MSc. F. Calvo gave an oral presentation on this subject at the 5th

international workshop on small-scale solar magnetic fields near Graz (A) and presented a poster on it during the Platform for Advanced Scientific Computing Conference (PASC15) in Zürich.

### **3.5.2 Waves in magnetic flux tubes, small-scale magnetism of stellar atmospheres, and the evolution of white dwarfs**

Using radiation magnetohydrodynamic simulations of the solar atmospheric layers from the upper convection zone to the lower corona, the self-consistent excitation of slow magneto-acoustic body waves in magnetic flux concentrations was investigated (Y. Kato with O. Steiner et al., ApJ, 2016, submitted).

Numerical simulations of magneto-convection in the surface layers of stellar atmospheres (K to F) have been performed and the influence of the small-scale magnetic field on the luminosity variation is analyzed (O. Steiner with R. Salhab).

Evolutionary sequences of magnetic white dwarfs have been computed based on radiation magnetohydrodynamic simulations of the atmosphere of white dwarf stars (P.E. Tremblay with O. Steiner et al., ApJ, 2015).

## **3.6 Observational projects**

### **3.6.1 Atlas of the Suns center-to-limb intensity spectrum variation (CLV)**

The limb darkening function of the Sun in the continuous spectrum is well known and is largely used in the modeling of the solar atmosphere. There has however been a lack of systematic spectrally resolved measurements of the center to limb variation in light intensity. We have carried out (2013–2015) an observing campaign with systematic measurements in order to produce a spectral atlas showing the ratio between the light intensity obtained at 9 different heliocentric angles  $\theta$  and the light intensity measured at the solar disc center. Mathis Engelhard performed observations and data reduction and Filippo Paglia improved the data archive and worked on data reduction. Reduced data (from 438.8 nm to 545.2 nm) will be available on our website in 2016. The project was presented at the International Astronomical Union (IAU) assembly in August 2015.

### **3.6.2 Center-to-limb variation of continuum polarization**

Since 2013 and together with KIS we work on project for measuring the center to limb variation of the continuum polarization in different wavelength. Accurate measurements of the continuum polarization are an important input for certain models of the solar atmosphere to define the zero level that can be useful for different astrophysical problem. The measurement is very challenging. In the previous years we already develop a measuring method and tried to calibrate all kind of instrumental problems. This work has been continued 2015 and we concluded that some remaining systematic errors are caused by the telescope. To calibrate telescope errors a new method has been tested by mounting a rotatable retarder film in front of the telescope. First result has shown that with this method the systematic errors can be canceled out to a small degree.

### 3.6.3 Specola Solare Ticinese

Scientific work at Specola Solare Ticinese is focused on the determination of the solar index data, or Wolf number,  $R_i$ . Locarno is the reference station of Solar Influences Data Analysis Center, SIDC, in Brussels. The experience of Sergio Cortesi, who worked under the direction of Max Waldmeier starting in 1957 till 1980, gave continuity in the counting method defined in Zurich from Rudolf Wolf in the mid 1800s. This know-how has been transmitted to Marco Cagnotti.

A significant revision of the Sunspot Number has been applied by SIDC since July 2015 (Clette et. al, 2016). Specola Solare Ticinese will maintain its role of reference station.

Contacts were maintained (Ambrosetti and Ramelli) with Swiss representatives of the Global Climate Observing System (GCOS) with the intent of having the sunspot number (SSN) recognized as relevant data for the study of the total solar irradiance (TSI) in the past. Our request, supported by 32 experts worldwide, is that the SSN should be recognized in the new update of the GCOS implementation plan to be approved in 2016. Up to now there are positive news: the role of the SSN was clearly mentioned in the final GCOS report, published on the World Meteorological Organization website ([http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/GCOS-195\\_en.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/GCOS-195_en.pdf)), which serves as the basis for the update of the GCOS implementation plan. Ramelli has been invited to give a talk about the sunspot number observation and its implications during the National GCOS Round Table on January 28, 2016 in Zurich.

In 2015, 280 drawings were performed; the drawings and the calculated Wolf number can be seen on the web ([www.specola.ch](http://www.specola.ch)).

IRSOL staff collaborates with Specola for outreach activities and, in case of need, for the execution of the solar drawings and their reduction. Ramelli acts also as WEB master for the Specola WEB pages.

## 3.7 Stellar physics

### 3.7.1 Planet engulfing scenarios in extra-solar systems; PhD work of Giovanni Privitera

This is the topic of our PhD. student MSc. Giovanni Privitera, followed by Prof. Dr. Georges Meynet at Geneva Observatory.

The discovery of extrasolar planets near several main sequence solar type stars has unexpectedly revealed that a fraction of these represents a class of planets, “hot Jupiters”, with characteristics similar to Jupiter, but with high surface temperatures because they orbit at less than 1 AU very close to their central stars. A major theoretical problem is to study the location of these planets and the question of their fate.

For billions of years a system planet/brown dwarf - star could be dynamically stable. When the star evolves and becomes a red giant (RG), the system changes rapidly. Many factors, as the stellar mass loss, drag forces and the tidal torques, drive the evolution of planetary orbits (see Zahn, 1966 *Annales d’Astrophysique*, 29, 489; Alexander et al., 1976, *ApJ*, 204, 879; Zahn, 1977, *A&A*, 57, 383; Livio and Soker, 1984, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 208, 763; Villaver and Livio, 2009, *ApJ Lett.*, 705, L81).

A particular scenario is studied where a planet merges with the envelope of a rotating star (Privitera et al., submitted - Paper I), and the evolution of the star after the engulfment (Privitera et al., in preparation - Paper II). The rotational velocity of the star, the deposition of planet material inside

the star, and the production of  ${}^6\text{Li}$  and  ${}^7\text{Li}$  surface abundance (and in general the enhance of stellar metallicity) are calculated upgrading the Geneva evolution code (Eggenberger et al., 2008, A&A Suppl., 316,43). Stars with masses between 1.5 and 3.0  $M_{\odot}$ , and planets with masses not greater than 20  $M_J$  (Jupiter mass) are taken into account searching the time at which this engulfment process occurs, the depth at which the mass is deposited inside the star, and the location of the planetary destruction. A consequence is a change of the stellar surface velocity caused by the angular momentum lost by the planet. The simulations show an increase of the surface velocity for a time that would allow to measure it. What is remarkable is that these results could explain the percentage that is between 0.4 - 2.2% (Carlberg et al., 2011, ApJ, 732, 39; Carlberg et al., 2014, Astron. J., 147, 138) of RGs that are fast rotators.

The most important results will be reported in Paper I and Paper II.

### 3.8 Education

Within our long ongoing collaboration with the University of Applied Sciences Wiesbaden Rüsselsheim semestral works were performed at IRSOL by students of the faculty of Applied Physics, in particular:

- Mathis Engelhard worked at the intensity Center to Limb Variation, CLV, atlas project, see 3.6.1.

## 4 LAVORI TECNICI

### 4.1 Progetto ZIMPOL

- Per tre mesi, gennaio – marzo, Marco Rogantini e Boris Liver hanno lavorato congiuntamente alla SUPSI con l'intento di trasferire le conoscenze sulla tecnologia ZIMPOL acquisite dalla SUPSI. Concretamente ciò è avvenuto lavorando su temi concreti, quali:
  - L'ottimizzazione del timing tra CPU e FPGA nonché tra la FPGA ed i sensori periferici
  - L'introduzione dei registri a 16bit (finora la comunicazione tra FPGA e CPU era a 8bit)
  - L'attivazione della gestione da parte della CPU di eventi (interrupts) provenienti dalla FPGA
- In seguito in sede IRSOL, evoluzione dell'attuale hardware (Cyclone-I) e software (per Toradex/Colibri):
  - La sistemazione del set di comandi secondo le nuove specifiche; La unificazione della piattaforma, comprendente Boot-Loader, Linux Kernel, BSP e Librerie
  - L'installazione di una Tool-Chain aggiornata per lo sviluppo unificato tra Kernel e User-Space
  - Il porting di tutti gli schemi all'attuale ambiente di sviluppo Altera Quartus-II (V11.0b208 2011-07-03)
- Parallelamente, scelta di un nuovo hardware (SoC Cyclone-V) e messa a punto di un ambiente di sviluppo:
  - Setup dell'ambiente Altera Quartus-II 64bit (V15.0.0.145 updated to V15.0.2b153 2015-07-15), nonché della ToolChain per la Core CPU ARM integrata nel SoC

- Studio preliminare per implementare l' avvio simultaneo della FPGA e del kernel + applicativo nel SoC
- Possibilità di aggiornare la configurazione della FPGA on-the-fly dal software Zimpol, come pure di poter fare tutta la manutenzione (sistema, software, firmware e config FPGA) da remoto.
- Creazione di un sistema in cui tutte le parti sensibili sono read-only e la configurazione risiede in una parte di memoria dedicata a tale scopo.
- Assemblaggio di una ulteriore camera Zimpol con i pezzi di ricambio rimasti, completando il materiale mancante.
- Nel 2009, quando è stato introdotto ZIMPOL-3, il software di sistema per gestire l'acquisizione dei dati e interfacciarsi con gli altri sistemi era stato scritto adattando il software esistente per ZIMPOL-2. Nel 2014 è iniziato un lavoro di riscrittura del vecchio software ottimizzandolo per ZIMPOL-3 facilitando l'utilizzazione del sistema e permettendo una riduzione dei dati semplificata. Nel 2015 queste modifiche sono state introdotte e le osservazioni sono ora basate su questo nuovo sistema. (Gisler).

## 4.2 Filtri Fabry Perot

Nel corso di un lavoro pratico e del lavoro di Master (presso la facoltà di fisica applicata della Hochschule RheinMain) Mathis Engelhard, guidato da Daniel Gisler, ha lavorato con il sistema Fabry Perot presente all'IRSOL, costruito dalla australiana CSIRO e basato su tecnologia che utilizza degli etalon al niobato di litio. Il sistema era stato utilizzato in passato con la versione ZIMPOL\_2, misure con questo sistema avevano fatto parte del lavoro di dottorato di Lucia Kleint e Alex Feller. Con l'introduzione della versione ZIMPOL\_3 si era reso necessario adattare la maggior parte dei codici. Tema del lavoro di Engelhard è stato di procedere a questa migrazione, con l'aiuto di Gisler, di migliorare varie tecniche di calibrazione e di procedere a prime osservazioni scientifiche. A fine anno il sistema era funzionante e i primi risultati stanno dando indicazioni positive.

## 4.3 Strumentazione varia

- Dall'IAC di Tenerife avevamo ricevuto un derotatore di immagini basato su tre specchi. Un nuovo supporto meccanico era stato costruito nel 2014 e quest'anno si è trovato una modalità di allineamento che ha permesso la sua messa in funzione (Lars Hermann). Inoltre questo lavoro ha permesso di trovare una modalità per l'allineamento del telescopio che dovrebbe ovviare ad un residuo di incertezza presente nella modalità precedente.
- La camera di visualizzazione del piano focale secondario del telescopio, dove si trova la fessura dello spettrografo, permette di digitalizzare l'immagine della regione osservata. È richiesto un aggiustamento molto fine che finora era svolto manualmente. Ora un nuovo dispositivo girevole permette questo aggiustamento in modo più confortevole e preciso. (Gianpaolo Mari)
- Un sistema aggiornato di correzione del posizionamento dell'immagine del bordo solare sulla fessura dello spettrografo è stato realizzato nel corso di un periodo di servizio civile. (Giacomo Perugini)



## 4.4 Sistema informatico

- Nel rack centrale 19 sono stati aggiunti due nuovi switch, in vista dell' upgrade della rete da 100Mbps a 1Gbps. La rete LAN è predisposta ora per installare un ulteriore switch 1Gbps decentralizzato nel locale tecnico del telescopio, interconnessi i due tramite fibra dedicata.
- Abbiamo aggiornato il modem DSL2+ Annex M sostituendo l'attuale Zyxel SOHO con un apparecchio Cisco 887 professionale, aumentando ulteriormente la banda di accesso in WAN.
- Abbiamo escorporato la funzionalità di DHCP-Server dal modem/router/firewall, installando un mini-computer dedicato a questa funzionalità. Ciò aumenta la flessibilità nella gestione di aggiungere/togliere al volo nuove postazioni di lavoro e nuovi apparecchi interconnessi LAN, anche in vista di un IOT.
- Sono stati revisionati tutti gli UPS, sostituendo preventivamente le batterie dove necessario.
- Il cablaggio LAN è stato parzialmente esteso (in corso d' opera a fine anno), le nuove linee sono ora tutte Cat.6/7 disposte per PoE e 1Gbps. Un iniettore PoE permetterà di avere periferiche attive connesse in LAN, tra cui AP-WiFi e altri dispositivi IOT.
- Manutenzione e aggiornamento degli harddisks nell' unità di backup (NAS). Aggiornato sistema operativo del NAS, installato antivirus, configurato smartd e monitoraggio attivo dell' integrità del RAID, con messaggistica immediata in caso di disfunzioni.

## 4.5 Officina

Attrezzi consumati sono stati sostituiti, strumenti sono stati revisionati, la disposizione degli strumenti e del materiale è stata parzialmente rivista (G. Mari).

## 4.6 Lavori di infrastruttura

Una tegola sul tetto Sud della costruzione abitativa si è rotta permettendo all'acqua di danneggiare il sottotetto di protezione. I lavori di riparazione sono stati eseguiti.

Per migliorare e uniformare l'illuminazione dei locali di lavoro, sono state allestite particolari lampade LED di costruzione propria (Liver).

Puntuali lavori di manutenzione hanno permesso di sostituire vecchi collegamenti elettrici superati con soluzioni omologate (Mari).

Il vecchio tavolo di lavoro nella sala riunioni è stato sostituito (Liver).

È stato allestito un nuovo posto di lavoro nell'ufficio a ovest, con postazione informatica di sviluppo SoC, tavolo da laboratorio, scaffali per l' archiviazione del materiale e dei pezzi di ricambio e sviluppo del progetto ZIMPOL;

## 5 LAVORI PREVISTI NEL 2016

### 5.1 Associazione con l'Università della Svizzera Italiana

La decisione del Consiglio dell'USI presa a inizio dicembre di associare l'IRSOL è stata ratificata dal Consiglio di Stato del Canton Ticino a fine dicembre. Le modalità per concretizzare questa associazione dovranno essere definite nel corso dell'anno.

Al di là dell'aspetto formale relativo alle modalità per l'associazione con l'USI, si aprono in ambito scientifico delle opportunità concrete di proficua collaborazione, in particolare con la Facoltà di Scienze Informatiche e il suo Istituto di Scienze Computazionali. Abbiamo già individuato un tema che trarrebbe beneficio da una collaborazione, come riportato al punto 3.2.2. Ulteriori progetti sono stati delineati e proposti come temi di Master e di Bachelor.

### 5.2 Sviluppo del programma scientifico

Buona parte dei progetti descritti al capitolo 3 verranno approfonditi ulteriormente nel corso del 2016. Come citato sopra(5.1), alcuni temi specifici potranno beneficiare della collaborazione con la Facoltà di Scienze Informatiche.

### 5.3 Sviluppo ZIMPOL

- ZIMPOL 3.0

Siccome durante la migrazione verso il nuovo hardware (SoC, Cyclone-V, Quartus-II V15 64bit) è necessario comunque avere le attuali camere ZIMPOL sempre operative e conformi alle esigenze dei ricercatori scientifici, le seguenti attività di manutenzione sono previste:

- Sincronizzazione del clock tra CPU (Colibri) e FPGA (Cyclone-I)
- Aggiunta di sonde di temperatura, umidità esterna e pressione interna (vacuum)
- Possibilità di gestire/aggiornare il firmware della FPGA programmaticamente tramite l'applicativo Z3Server
- Creazione di un thread indipendente per la trasmissione (TCP/IP) delle immagini ("parallelizzazione")
- Sistemazione del sincronismo tra gli eventi di cattura immagine / interruzione / ripresa multipla
- Unificazione dei Kernel-Driver (Z3DRV), dei Kernel e delle librerie nonché utilizzo di una unica versione (mainstream) di FPGA adatta per tutte le varianti di timing attualmente in campo
- Eventuali migliorie/aggiunte (di piccola portata) su richiesta degli utenti

- ZIMPOL 3<sup>1/2</sup>

Basato sull'attuale tecnologia SoC, mantiene le funzionalità di ZIMPOL 3.0 ma offre una risoluzione temporale più fine (finora 20ns, in futuro 1ns).

- Offrire la possibilità del fine-tuning di tutti i parametri con la risoluzione di 1ns (anziché 20ns), in modo da avvicinarci il più possibile al limite teorico di 7Mpix/s di read-out rate del

seniore 55-30, come pure di permettere una demodulazione molto più precisa e minimizzare il cross-talk tra gli stati di polarizzazione

- Trasmissione TCP/IP con rete 1000Mbss (anziché 100Mbps finora)
- Avere a disposizione molta più memoria RAM all' interno della camera, al fine di poter eseguire operazioni di sommatoria / accumulazione / pre-elaborazione di più immagini all' interno di ZIMPOL prima di trasmettere i frames risultanti
- Semplificazione dei parametri e dei modi operazionali a livello di user interface
- Sincronizzazione tra tutti i sistemi tramite un unico "master clock", si prevede di usare la frequenza del modulatore per sintetizzare tutte le altre frequenze (CPU e FPGA), in modo da eliminare totalmente la necessità di sincronizzare domains di clock differenti
- Redesign di tutti i clock (  $\phi A$ ,  $\phi B$ ,  $\phi C$ ,  $\phi R$  ) del sensore, nonché del core "TSP", al fine di facilitare il tuning di tutti i tempi interfase.

## 5.4 Migliorie tecniche

Prevediamo di sostituire il raffreddamento ad acqua dello specchio metallico posto a F1 con un sistema di heat-pipes per l' evacuazione efficiente passiva del calore. Scopo è evitare il circuito d'acqua all'interno del telescopio che aveva provocato danni all'argenteratura degli specchi.

Gli specchi verranno riargentati e l'ottica allineata sulla base della nuova modalità di allineamento.

## 5.5 Costruzione di uno strumento dedicato per il telescopio DKIST

Per l'IRSOL l'opportunità che si è presentata con questo progetto ha dell'incredibile, poiché potrebbe mettere le basi per una continuità dell'attività scientifica dell'istituto su un decennio. La realizzazione di questo progetto offre evidentemente delle difficoltà, in quanto si richiede un notevole impegno al di là di quello già richiesto per i lavori previsti. Per realizzare questo progetto occorre personale supplementare, abbiamo stimato: un dottorando e un postdoc. Queste posizioni sono state inserite nella nostra domanda al FN del 1mo aprile 2016.

E' stata eseguita una prima analisi teorica dei requisiti che dovrà avere lo strumento per poter eseguire le misure richieste. Sulla base di tali analisi, sono state fatte le prime valutazioni tecniche, che abbiamo già portato all'attenzione dei colleghi dell'NSO. Per quanto riguarda le prestazioni richieste al polarimetro, si è potuto constatare che i miglioramenti necessari corrispondono a quelli già pianificati nell'ambito dell'attività osservativa in corso all'IRSOL e su GREGOR (vd. Sect. 4.1).

Il lavoro teorico per capire le specifiche dello strumento, già iniziato, permetterà di definire in collaborazione con i colleghi responsabili del progetto americano, una impostazione dello strumento.

## 5.6 Sito WEB

E' prevista una revisione della struttura grafica del sito WEB, sulla base di un template elaborato e suggerito da Michele Delorenzi. La nuova struttura si basa sulla piattaforma Wordpress, la quale richiede la migrazione del sito su un nuovo server.

## **6 VISITE, CORSI E MANIFESTAZIONI**

### **6.1 Visite di carattere scientifico all'Istituto**

**27.3** Stefan Hagenbuch, Marco Rogantini, ZIMPOL

**6.4-14.5** Ernest Alsina-Ballester, lavoro di tesi, IAC

**15.4** Rolf Krause, Michele Bianda, Renzo Ramelli, Luca Belluzzi, Flavio Calvo, Oskar Steiner, Michele De Lorenzi, associazione all'USI

**30.4** Kai Hormann, Stefan Wolf, USI

**2.8-16.8** Tanausú Del Pino Aleman, lavoro di tesi, IAC

**19.10-20.11** Ernest Alsina-Ballester, lavoro di tesi, IAC

**31.10** Jay Pasachoff, Naomi Pasachoff, Nick Maris, Janice Maris, Williams College, MA, USA

**22.12** Smitha HD e Chitta, Lakshmi Pradeep, MPS

**23.12** Michele De Lorenzi, CSCS

### **6.2 Altre visite**

**5.1** Giorgio Franchini, Giorgio Stanga, Marco Baumer

**8.1** Matteo Tomasini

**5.5** Lodovica Casari, stage scuola media

**10.3** Studenti del Liceo di Bellinzona (Classe 3OC-Fisica)

**28.3** Gioele Di Lernia, studente

**15.4** Alunni Kantonsschule Limmattal

**28.5** Anglo-Swiss Club in Ticino

**13.6** Astronomische Gesellschaft Luzern-AGL

**17.6** Studenti del Liceo di Bellinzona (Classe 1A)

**12.9** Porte aperte visita 20 persone

**6.10** Tiziana Zaninelli, Igor Franchini, Sonia Rosenberg

**16.10** Assemblea SSAA visita 11 persone

## **6.3 Visite ad altri istituti**

**6.1** Calvo: ISSI, Berna

**12.5** Steiner, Belluzzi, Bianda, Calvo: USI

**9.6** Belluzzi, Bianda: KIS

**12.10** Belluzzi, Steiner, Ramelli, Bianda, Calvo, Janett: USI

## **6.4 Organizzazione Assemblee e Congressi**

**15-16.10** Assemblea della Società Svizzera di Astrofisica e Astronomia, SGA, SSAA, Locarno

## **6.5 Presenza nei media**

Vi è stato un certo eco sui media ticinesi in occasione dell'annuncio della revisione del Sunspot Number SSN (vedi sezione 3.6.3) (agosto) e dell'associazione dell'IRSOL all'USI (dicembre)

## **6.6 Consiglio di Fondazione**

**20.2** Paolo Ambrosetti, Michele Bianda, Philippe Jetzer, Piero Martinoli, Renzo Ramelli, Sandro Rusconi, Albino Zraggen: discussione all'USI

**23.2** Paolo Ambrosetti, Michele Bianda, Monica Duca-Widmer, Franco Gervasoni, Philippe Jetzer, Giambattista Ravano, Renzo Ramelli, Oskar Steiner, SUPSI, discussione all'IRSOL

**30.3** Paolo Ambrosetti, Michele Bianda, Franco Gervasoni, Philippe Jetzer, Piero Martinoli, Renzo Ramelli, Giambattista Ravano, Sandro Rusconi, Albino Zraggen: USI (2° incontro con USI e SUPSI)

**8.5** Riunione del Consiglio di Fondazione presso l'IRSOL

## **6.7 Divulgazione in collaborazione con la Specola Solare Ticinese**

Il lavoro di divulgazione è coordinato con la Specola Solare Ticinese e fa capo ad un gruppo di animatori composto dal personale scientifico di IRSOL e Specola, nonché da collaboratori volontari. Ci si presenta al pubblico sotto il nome di Centro Astronomico del Locarnese (CAL).

# **7 CONGRESSI, CONFERENZE**

## **7.1 Partecipazione a congressi, assemblee e corsi**

**5-8.1** O. Steiner, International Team "Heating of the magnetized chromosphere", International Space Science Institute (ISSI), Bern

- 15-20.3** F. Calvo, Saas-Fee Advanced Course “From protoplanetary disks to planet formation”, Les Diablerets (CH)
- 15-20.3** G. Privitera, Saas-Fee Advanced Course “From protoplanetary disks to planet formation”, Les Diablerets (CH)
- 5.4** E. Carlin Invited Talk-Colloquium at Meteosvizzera Locarno (April, 2015).
- 21-24.4** F. Calvo, talk at the 5th International workshop on small-scale solar magnetic fields, Bairisch Kölldorf (A)
- 21-24.4** O. Steiner, invited and regular talk at the 5th International workshop on small-scale solar magnetic fields, Bairisch Kölldorf (A)
- 21-22.5** O. Steiner, Symposium der Ombudspersonen zur guten wissenschaftlichen Praxis in Deutschland, Bonn
- 1-3.6** F. Calvo, Poster presentation at the Platform for Advanced Scientific Computing Conference, PASC15, Zürich (CH);
- 1-3.6** O. Steiner, Poster presentation at the Platform for Advanced Scientific Computing Conference, PASC15, Zürich
- 3-14.8** M. Bianda, IAU General Assembly, Organizing Committee Member of Division E Commission E1 Solar Radiation and Structure, Honolulu, USA
- 3-14.8** R. Ramelli, poster presentations at IAU General Assembly, Honolulu, USA
- 30.8-4.9** O. Steiner, invited talk at the 2nd International Sino-German Symposium on Solar Physics “Multi-Waveband Observations and Modeling of Solar Activity”, Bad-Honef (D)
- 21-23.9** M. Bianda, COST Action MP 1104. Final meeting : Future of Polarimetry, Bruxelles
- 15-16.10** L. Belluzzi, talk at the General Assembly of the Swiss Society for Astronomy and Astrophysics, Locarno
- 15-16.10** M. Bianda, talk at the General Assembly of the Swiss Society for Astronomy and Astrophysics, Locarno
- 15-16.10** E. Carlin Talk at the General Assembly of the Swiss Society for Astronomy and Astrophysics, Locarno
- 15-16.10** G. Privitera talk at the General Assembly of the Swiss Society for Astronomy and Astrophysics, Locarno
- 15-16.10** O. Steiner, talk at the General Assembly of the Swiss Society for Astronomy and Astrophysics, Locarno

## 7.2 Conferenze di divulgazione scientifica

- 13.1 O. Steiner, “Die Sonne im Computer”, Olbers-Gesellschaft, Bremen (D)
- 14.1 O. Steiner, “Die Sonne im Computer”, Vereinigung der Nordenhamer Sternfreunde, Nordenham (D)
- 24.3 R. Ramelli, “Il lavoro osservativo di un fisico solare”, Giornate autogestite del Liceo di Bellinzona
- 22.4 R. Ramelli, “Il lavoro odierno dell’astronomo che osserva e studia il Sole”, Giornate autogestite del Liceo di Lugano 1
- 26.9 O. Steiner, “Die Sonne im Computer”, Engadiner Astronomiefreunde, Academia Engiadina, Samedan (CH)
- 04.10 M. Bianda, “Un osservatorio solare a pochi passi dalla Valle Vigizzo. Uno sguardo alla ricerca nel campo della spettropolarimetria”, Druogno (I)
- 20.11 R. Ramelli, “Decifriamo la luce del Sole”, TecDay al Liceo di Lugano 2, organizzato dall’Accademia svizzera delle scienze tecniche (SATW).
- 27.11 O. Steiner, “Die Sonne im Computer: Von der Beobachtung zur Simulation”, Astronomische Gesellschaft Urania, Zürich

## 8 PUBBLICAZIONI

apparse

- **Belluzzi, L.**, Landi Degl’Innocenti, E., and Trujillo Bueno, J. 2015, *Isotropic Inelastic Collisions in a Multiterm Atom with Hyperfine Structure*, The Astrophysical Journal, 812, 73
- **Belluzzi, L.**, Trujillo Bueno, J., and Landi Degl’Innocenti, E. 2015, *Radiative transfer modeling of the enigmatic scattering polarization in the solar Na I D1 line*, The Astrophysical Journal, 814, 116
- **Carlin, E.S.**, Asensio Ramos, A.: 2015, *Chromospheric diagnosis with Ca II lines: forward modelling in forward scattering (I)*, The Astrophysical Journal, 801, 16
- **Carlin, E.S.:** 2015, *Chromospheric diagnosis with forward-scattering Hanle effect in MHD models*, In: K.N. Nagendra, S. Bagnulo, R. Centeno, M. Martinez Gonzalez (eds.), “Polarimetry: From the Sun to Stars and Stellar Environments”, IAU Symposium, 305, 146
- Ishikawa, R. et al. (the CLASP team, 24 coauthors including **Belluzzi, L.** ) 2015, *CLASP: A UV Spectropolarimeter on a Sounding Rocket for Probing the Chromosphere-Corona Transition Region*, in IAU General Assembly, Meeting 29, 2254536
- **Ramelli, R.**, **Bianda, M.**, Berdyugina, S., **Stenflo, J.O.**, & **Belluzzi, L.** 2015, *Synoptic program to measure the evolution of the photospheric magnetic field during a solar cycle*, in IAU General Assembly, Meeting 29, 2257074

- **Ramelli, Renzo**; Setzer, Martin; Engelhard, Mathis; **Bianda, Michele**; **Stenflo, Jan Olof**; Küveler, Gerd; Plewe, Rouven, 2015, *Atlas of the center to limb variation of the solar intensity spectrum*, IAU General Assembly, Meeting 29, id.2256989
- Smitha, H.N., Nagendra, K.N., **Stenflo, J.O.**, **Bianda, M.**, Sampoorna, M., and **Ramelli, R.**: 2015, *A revisit to model the Cr I triplet at 5204-5208 Å and the Ba II D2 line at 4554 Å in the Second Solar Spectrum*, in: K.N. Nagendra, S. Bagnulo, R. Centeno, M. Martinez Gonzalez (eds.), “Polarimetry: From the Sun to Stars and Stellar Environments”, IAU Symposium, 305, 372-376
- Sowmya, K., Nagendra, K.N., Sampoorna, M., and **Stenflo, J.O.**: 2015, *Paschen-Back effect involving atomic fine and hyperfine structure states*, in: K.N. Nagendra, S. Bagnulo, R. Centeno, M. Martinez Gonzalez (eds.), “Polarimetry: From the Sun to Stars and Stellar Environments”, IAU Symposium, 305, 154-158
- **Stenflo, J.O.**: 2015, *FTS atlas of the Sun’s spectrally resolved center-to-limb variation*, *Astronomy & Astrophysics*, 573, A74
- **Stenflo, J.O.**: 2015, Physics of polarized scattering at multi-level atomic systems. *The Astrophysical Journal* 801, 70
- **Stenflo, J.O.**: 2015, *Coherence structure of D1 scattering* In: K.N. Nagendra, S. Bagnulo, R. Centeno, M. Martinez Gonzalez (eds.), “Polarimetry: From the Sun to Stars and Stellar Environments”, IAU Symposium, 305, 136-145
- **Stenflo, J.O.**: 2015, *Polarimetry of the Sun*. In: L. Kolokolova, J. Hough, A.-C. Levasseur-Regourd (eds.), “Polarimetry of Stars and Planetary Systems”, Cambridge University Press, pp. 267-288
- Supriya, H.D., Smitha, H.N., Nagendra, K.N., **Stenflo, J.O.**, **Bianda, M.**, Ravindra, B., **Ramelli, R.**, and Anusha, L.S.: 20215, *Modeling the CLV of the Ca I 4227 Å line*, in: K.N. Nagendra, S. Bagnulo, R. Centeno, M. Martinez Gonzalez (eds.), “Polarimetry: From the Sun to Stars and Stellar Environments”, IAU Symposium, 305, 381-386
- Tremblay, P.-E., Fontaine, G., Freytag, B., **Steiner, O.**, Ludwig, H.-G., Steffen, M., Wedemeyer, M., and Brassard, P.: 2015, *On the evolution of magnetic white dwarfs*, *The Astrophysical Journal* **812**, 19
- Trujillo Bueno, J., Del Pino Alemn, T., and **Belluzzi, L.** 2015, *Atomic Scattering Polarization. Observations, Modeling, Predictions*, in *Polarimetry: From the Sun to Stars and Stellar Environments*, eds. K.N. Nagendra, S. Bagnulo, R. Centeno, and M.J. Martinez Gonzalez, *Proceedings IAU Symposium No. 305*, 127

#### in stampa

- Clette, F. , Lefèvre, L., **Cagnotti, M.**, **Cortesi, S.**, Bulling, A., *The revised Brussels-Locarno Sunspot Number (1981-2015)*, *Solar Physics* also available at <http://arXiv:1507.07803>
- **Cortesi, S.**, **Cagnotti, M.**, **Bianda, M.**, **Ramelli, R.**, **Manna, A.**, *Sunspot Observations and Counting at Specola Solare Ticinese in Locarno since 1957*, *Solar Physics*



- **Privitera, G.**, Georges Meynet, G., Eggenberger, P., Vidotto A., Villaver, E., **Bianda, M.**, *Star-planet interactions. I. Stellar rotation and evolution of a planetary orbit*, Astronomy & Astrophysics
- **Steiner, O.**, **Züger, F.**, and **Belluzzi, L.**: 2016, Polarized radiative transfer in discontinuous media, Astronomy & Astrophysics, in press
- **Stenflo, J.O.**: History of Solar Magnetic Fields since George Ellery Hale. Space Science Reviews, in press, also available at <http://arxiv.org/abs/1508.03312>.
- **Stenflo, J.O.**: Transition of the Sunspot Number from Zurich to Brussels in 1980: A personal perspective. Solar Physics, in press, also available at <http://arxiv.org/abs/1512.06229>.