

Istituto Ricerche Solari Locarno

Rapporto 2009

Istituto Ricerche Solari Locarno

Rapporto alla Fondazione Istituto Ricerche Solari Locarno (FIRSOL)

sulla situazione dell'Istituto alla fine del 2009 e sul piano di lavoro per il 2010

- Relatori:** Responsabili dei lavori tecnici e scientifici
dr. Michele Bianda e dr. Renzo Ramelli
- 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
homepage: 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 (Cantone)
Segretario: fis. Paolo Ambrosetti (Locarno)
altri membri: prof. dr. Silvano Balemi (Cantone)
dr. Monica Duca-Widmer (Cantone)
dr. Daniele Lotti (Cantone)
dr. Gianfranco Giugni (Locarno)
prof. dr. Sandro Rusconi (Cantone)
ing. Alain Scherrer (Locarno)
Pres. Onorario: dr. Alessandro Rima
- Comitato scientifico:**
- | | |
|---|---|
| prof. dr. Jan Olof Stenflo (presidente) | Istituto di Astronomia, ETHZ |
| prof. dr. Arnold Benz | Istituto di Astronomia, ETHZ |
| prof. dr. Svetlana Berdyugina | KIS, Freiburg |
| prof. dr. Christoph Keller | Universiteit Utrecht, Olanda |
| prof. dr. Werner Schmutz | Osservatorio PMOD/WRC, Davos |
| prof. dr. Sami Solanki | Max Plank Institut für Sonnensystemforschung
Kaltenburg-Lindau, Germania |
| prof. dr. Javier Trujillo-Bueno | Istituto de Astrofisica de Canarias, La Laguna, Spagna |

Locarno-Monti, 1 Marzo 2010

*) AIRSOL, Associazione Istituto Ricerche Solari Locarno

Indice

1	PREMESSA	1
2	PERSONALE	1
3	LAVORI SCIENTIFICI	2
3.1	Programma di osservazioni sinottiche, lavoro di tesi della dottoranda	2
3.2	Polarizzazione da diffusione nella riga Ca I 4227 Å	3
3.3	Campi magnetici nelle protuberanze e nelle spicole	3
3.4	Campagna ZIMPOL a THEMIS del 2008	3
3.5	Misure del secondo spettro solare in H α	4
3.6	Osservazioni di supporto alla campagna osservativa con Sunrise	4
3.7	Abbondanza di deuterio e di elio ionizzato nelle protuberanze	4
3.8	Specola Solare Ticinese	4
3.9	Lavori di maturità e lavori di diploma	5
4	LAVORI TECNICI	5
4.1	Progetto ZIMPOL	5
4.2	Filtro Fabry Perot combinato con lo spettrografo	6
4.3	Ottica adattativa	6
4.4	Lavori con la Fachhochschule di Wiesbaden	6
4.5	Progetto CLAVIUS	7
4.6	Collaborazione con l'Università di Utrecht	7
4.7	Nuova camera per il visualizzatore della fessura dello spettrografo	8
4.8	Automatizzazione dello spettrografo	8
4.9	Altri interventi minori	8
4.10	Lavori di infrastruttura	8
5	LAVORI PREVISTI NEL 2010	9
5.1	Premessa generale	9
5.2	Programma sinottico	9
5.3	ZIMPOL-3	9
5.4	Collaborazione con i grandi progetti internazionali	9
5.5	Collaborazione con l'IIA di Bangalore, India	9
5.6	Collaborazione con l'Osservatorio di Ginevra	10
5.7	Automatizzazione dello spettrografo	10

5.8	Nuova impostazione generale della strumentazione	10
6	VISITE, CORSI E MANIFESTAZIONI	10
6.1	Visite all'Istituto	10
6.2	Altre visite	11
6.3	Visite ad altri istituti	12
6.4	Campagne osservative	12
6.5	Presenza nei media	12
6.5.1	Televisione	12
6.5.2	Radio	12
6.6	Consiglio di Fondazione	12
6.7	Divulgazione in collaborazione con la Specola Solare Ticinese	12
7	PUBBLICAZIONI, CONGRESSI, CONFERENZE E PREMI	13
7.1	Partecipazione a congressi ed assemblee	13
7.2	Conferenze	13
7.3	Pubblicazioni sottoposte ad un referee	14
7.4	Edizioni di atti di conferenze	16
7.5	Altre pubblicazioni, legate all'IRSOL	16

1 PREMESSA

Per l'IRSOL l'anno 2009 ha coinciso con un periodo di importanti eventi, non tutti necessariamente positivi. Uno degli avvenimenti più significativi è esterno al nostro istituto: il Politecnico di Zurigo ha rinunciato alla cattedra in fisica solare all'Istituto di astronomia. Considerata la stretta collaborazione che avevamo con questo istituto, tale fatto imprevisto ci ha costretti a modificare radicalmente la nostra linea di impostazione per le collaborazioni scientifiche. In Svizzera non vi sono cattedre universitarie in fisica solare, ci siamo quindi indirizzati ad una collaborazione strategica con il Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik (KIS) di Freiburg in Brisgovia. La domanda al Segretariato dell'educazione e della ricerca (SER) di essere riconosciuti e finanziati come istituto federale, procedura iniziata nel 2007, è stata analizzata e ha visto la valutazione del nostro istituto da parte del Consiglio Svizzero della Scienza e della Tecnologia, CSST. Il rapporto preparato da questo Consiglio è risultato molto positivo nei confronti dell'IRSOL. Al momento della stesura del presente rapporto non abbiamo una risposta definitiva dal SER.

Lo sviluppo del progetto ZIMPOL-3 con la SUPSI prosegue con successo e si sono aperte prospettive per importanti collaborazioni che prevedono l'utilizzo della tecnologia ZIMPOL sui telescopi solari terrestri più avanzati già costruiti o in fase di progettazione.

La collaborazione con il prof. dr. Jan Olof Stenflo, professore emerito al Politecnico di Zurigo, viene ora ufficializzata con la sua affiliazione all'IRSOL.

Il lavoro scientifico della dottoranda Lucia Kleint sta fornendo dei risultati importanti nel campo della fisica solare, per la prima volta è possibile monitorare la stabilità nel tempo del campo magnetico nascosto (vedi capitolo dedicato).

Sono stati pubblicati gli atti del congresso SPW5 organizzato al Monte Verità nel 2007.

L'IRSOL è diventato membro dell'associazione EAST, European Association for Solar Telescopes.

È stato avviato il progetto CLAVIUS cui partecipano l'Università dell'Insubria a Como, la SUPSI, l'IRSOL e due PMI. Il progetto, finanziato tramite il programma Interreg, prevede lo sviluppo di una particolare camera Cmos con applicazioni anche in fisica solare.

2 PERSONALE

L'organizzazione generale è diretta dal presidente della FIRSOL, prof. dr. Philippe Jetzer (Istituto di fisica teorica dell'Università di Zurigo). Lo sviluppo del lavoro scientifico e tecnico è coordinato dai dr. Michele Bianda e Renzo Ramelli. Per l'ultimo anno M. Bianda è stato affiliato per il 30% all'Istituto di Astronomia del Politecnico di Zurigo (il 2003 era stato l'anno di inizio). La contabilità è affidata ad Alberto Taborelli. Il lavoro di segretariato è svolto da Katya Gobbi. Responsabile dei lavori tecnici e della meccanica di precisione è Evio Tognini. Il sistema informatico è gestito dall'ing. Boris Liver. Anneliese Alge si occupa della cura dei locali dell'Istituto e del giardino.

Nel quadro del progetto del FNS Lucia Kleint (dipl. Phys. ETH) è impegnata con il lavoro di dottorato all'IRSOL sotto la direzione formale del prof. dr. Michael Meyer del Politecnico di Zurigo e la direzione scientifica della prof. dr. Svetlana Berdyugina, co-direttrice del Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik (KIS) di Freiburg in Brisgovia.

Sempre grazie al finanziamento del FNS, il dr. Daniel Gisler ha lavorato a metà tempo per l'IRSOL fino a fine settembre. Per l'altra metà tempo è stato impiegato dall'Istituto di Astronomia

del Politecnico di Zurigo per il progetto SPHERE (che prevede lo sviluppo di una versione notturna di ZIMPOL per l'osservazione di esopianeti). Da ottobre Gisler lavora a tempo pieno su quest'ultimo progetto.

Come già esposto nella premessa, la collaborazione con il prof. dr. Jan Olof Stenflo, professore emerito al Politecnico di Zurigo, viene ora ufficializzata con la sua affiliazione all'IRSOL.

La consulenza del comitato scientifico garantisce la qualità dei temi di ricerca.

La collaborazione con la SUPSI è coordinata con il prof. dr. Silvano Balemi, pure membro del consiglio di Fondazione. Per il progetto ZIMPOL finanziato dal FNS, si occupano a tempo parziale, il prof. Ivan Defilippis e gli ingegneri Giuseppe Di Dato, Luca Gamma, Gianluca Montù, dr. Alessandro Robertini, Marco Rogantini, e Andrea Sofia. L'ing. Roberto Bucher si occupa a tempo parziale dello sviluppo del sistema di ottica adattativa.

Nell'ambito del progetto CLAVIUS viene affrontato il tema della misura precisa del diametro solare. Il prof. Costantino Sigismondi dell'ICRA, Università La Sapienza a Roma è affiliato all'IRSOL per ricerche in quest'ambito.

La collaborazione con la Hochschule RheinMain, già Fachhochschule di Wiesbaden, coinvolge il prof. dr. Gerd Küveler (coordinatore), l'ingegnere Axel Zuber e Van Dzung Dao.

Va dunque notato che ricerche in comune, campagne di osservazione svolte a Locarno e lavori di laurea o semestre permettono di far partecipare allo sviluppo dell'IRSOL più persone, oltre al personale fisso impiegato all'istituto.

3 LAVORI SCIENTIFICI

3.1 Programma di osservazioni sinottiche, lavoro di tesi della dottoranda

La conoscenza osservativa che si aveva fino a pochi anni fa dei campi magnetici era limitata ad aree dove questi sono organizzati in strutture ordinate, con una direzione definita. In questo caso l'effetto Zeeman permette la loro misura; va però notato che la maggior parte del campo magnetico è presente in forma "turbolenta", aggrovigliata, a cui l'effetto Zeeman è insensibile. Tramite l'effetto Hanle, che richiede un'alta risoluzione polarimetrica per essere misurato, ora siamo anche in grado di studiare la forma turbolenta del campo magnetico. Grazie anche ai lavori dell'IRSOL, è da poco meno di un decennio che tale campo magnetico nascosto nell'atmosfera solare è accessibile con misure dirette. Tuttavia una domanda ancora aperta è come questo evolve nel corso del ciclo solare. Il lavoro della dottoranda Lucia Kleint, diretta dalla prof. Svetlana Berdyugina, (KIS, Freiburg) è improntato sullo studio di questa problematica. Le misure sono eseguite mensilmente e in modo costante all'IRSOL. Il lavoro di Kleint ha permesso la loro interpretazione e i risultati si stanno dimostrando estremamente interessanti. Da quando si è iniziato a misurare, due anni fa, non è stato possibile mettere in evidenza una variazione dell'intensità del campo magnetico, a meno di un evento sporadico. Confrontando però i dati attuali, misurati in un periodo di minimo prolungato del ciclo solare, con il dato misurato da Achim Gandorfer per il suo atlante nel 2000, in un periodo di massimo di attività solare, si nota un cambiamento. I primi risultati sono stati presentati a due conferenze (Maine, USA e Freiburg, D) suscitando l'interesse dei partecipanti. Una pubblicazione su *Astronomy and Astrophysics* è in preparazione.

3.2 Polarizzazione da diffusione nella riga Ca I 4227 Å

La collaborazione in atto da anni con l'Istituto Indiano di Astrofisica, IIA, di Bangalore ha portato nel 2009 a risultati importanti! Grazie al lavoro teorico svolto nell'ambito del suo lavoro di dottorato dalla dr. M. Samporna, sotto la direzione del prof. K.N. Nagendra e in collaborazione con il prof. Jan Stenflo, è stato possibile dare una prima risposta sulla natura delle inaspettate strutture che da anni misuriamo nel secondo spettro solare della riga del calcio non ionizzato a 4227 Å. La struttura di questi segnali ci aveva indotto ad interpretarli come una manifestazione anomala dell'effetto Hanle osservabile nelle ali della riga. Simulazioni dell'effetto che utilizzano sofisticati modelli teorici hanno però dimostrato che la sua origine deve essere cercata altrove, probabilmente nella morfologia complessa dell'atmosfera solare all'altezza di formazione della riga. Questo fatto apre interessanti possibilità per l'utilizzo delle misure in questa riga del calcio quale mezzo di indagine della geometria atmosferica. Il risultato è stato pubblicato (Samporna et. al., 2009). Un altro importante risvolto sta nella possibilità di applicare tale modello per calcolare altre righe del secondo spettro solare. È stato possibile riprodurre profili di polarizzazione per altre righe atomiche oltre a quella del calcio. Si tratta di un importante ulteriore passo verso la migliore comprensione del secondo spettro solare. Nel 2009 Nagendra e la sua dottoranda L. Anusha hanno soggiornato all'IRSOL per approfondire il tema finanziati dal programma ISJRP, Indo Swiss Joint Research Programme.

3.3 Campi magnetici nelle protuberanze e nelle spicole

Recentemente Asensio Ramos, Trujillo Bueno e Landi degl'Innocenti hanno sviluppato un potente software chiamato HAZEL (da "Hanle and Zeeman light") in grado di predire in funzione del campo magnetico e di altri parametri fisici i profili polarimetrici generati da strutture cromosferiche in alcune righe dell'elio tra cui la D3 a 5876 Å. Il software è anche in grado di svolgere il compito inverso: dati dei profili misurati il software trova il valore dei parametri che generano i profili teorici che più si avvicinano a quelli misurati. Ciò offre un potente strumento per la diagnostica del campo magnetico in strutture quali protuberanze e spicole. Tale software è stato messo a disposizione e ci ha permesso di iniziare un'analisi dei profili polarimetrici che erano stati misurati nelle protuberanze e nelle spicole negli anni scorsi all'IRSOL. Risultati preliminari di tale analisi sono stati presentati da Ramelli al congresso intitolato "The Dynamic Solar Corona" che si è svolto a Suzhou (Cina) dal 23 al 26 Luglio.

3.4 Campagna ZIMPOL a THEMIS del 2008

Le osservazioni svolte durante la campagna 2008 a THEMIS utilizzando ZIMPOL sono di grande pregio e lavori sono tutt'ora in preparazione. Oltre al lavoro di Bommier et al. (2009), già pubblicato, è stato inoltrato un articolo basato sugli stessi dati, in collaborazione con l'IAC. Misure prese nel tripletto del Calcio nell'infrarosso sono state più volte citate nel corso di congressi, e sono ora in fase di elaborazione (prof. dr. Trujillo Bueno, IAC, e Ramelli). Misure nelle righe utilizzate per il programma sinottico descritto precedentemente hanno permesso di meglio conoscere parametri utilizzati nella riduzione dei dati.

3.5 Misure del secondo spettro solare in $H\alpha$

Un lavoro teorico di Stepan & Trujillo Bueno (2010) ha dimostrato l'importanza dello studio dettagliato del secondo spettro solare della riga dell'idrogeno $H\alpha$. Misure precise possono dare informazioni quantitative sulla intensità e la struttura dei campi magnetici nella parte alta della cromosfera solare. Misure esplorative sono state eseguite all'IRSOL e, in collaborazione con il dr. Stepan e il prof. Trujillo Bueno dell'IAC, hanno dimostrato di essere all'altezza di quanto ci si aspetta. Abbiamo dunque iniziato una campagna di osservazioni in questa riga.

3.6 Osservazioni di supporto alla campagna osservativa con Sunrise

Dal 8 al 13 giugno il telescopio Sunrise ha volato a circa 30 km di altezza, ancorato sulla gondola di un pallone aerostatico partito da Kiruna in Svezia e atterrato sull'isola di Somerset in Canada sorvolando l'oceano Atlantico e la Groenlandia. Il progetto Sunrise era destinato ad osservazioni ad alta risoluzione spettro-polarimetriche dell'atmosfera solare per indagare con alta precisione la sua struttura magnetica. Il telescopio Sunrise con 1 m di apertura ha fornito spettri e immagini capaci di risolvere scale spaziali fino a 35 km sul sole. L'obiettivo scientifico principale della missione è quello di comprendere la formazione di strutture magnetiche nell'atmosfera solare e studiare la loro interazione con i flussi convettivi del plasma. Durante la missione osservatori solari da Terra e satelliti hanno coordinato le osservazioni per concentrare e ottimizzare la raccolta di dati in parallelo. Pure all'IRSOL abbiamo potuto misurare dal 11 al 13 giugno, coordinati con la sonda aerostatica. La riduzione dei dati è in corso.

3.7 Abbondanza di deuterio e di elio ionizzato nelle protuberanze

Una delle caratteristiche positive del telescopio dell'IRSOL sta nel fatto che il tasso di luce diffusa nello strumento è bassa. Ciò permette studi particolarmente accurati delle protuberanze. Il dr. Wiehr si sta occupando attualmente della problematica dell'abbondanza di deuterio e di elio ionizzato in queste strutture. Grazie alla particolare situazione fisica, è possibile, anche se estremamente difficile, misurare segnali da questi elementi. Durante una visita di Wiehr in novembre, abbiamo provato alcune osservazioni con protuberanze poco pronunciate. La metodologia è chiara e future osservazioni possono rientrare in una fase di prove previste con ZIMPOL-3.

3.8 Specola Solare Ticinese

L'attività alla Specola Solare Ticinese è incentrata sulla determinazione dell'indice di attività solare R_i , o numero di Wolf, e sulla divulgazione scientifica nell'ambito astronomico. L'esperienza di Sergio Cortesi garantisce una stabilità nel tempo della determinazione dell'indice; la conoscenza sul metodo è trasmessa ora a Marco Cagnotti, fisico di formazione, giornalista scientifico e presidente della Società Astronomica Ticinese. I dati sono trasmessi al Solar Influences Data Analysis Center, SIDC dell'osservatorio reale del Belgio. La Specola Solare Ticinese è la stazione di riferimento per il SIDC nella determinazione definitiva dell'indice R_i . Nello scorso anno sono stati eseguiti 310 disegni giornalieri (la media annuale è di 306) dai quali viene ricavato il numero di Wolf.

Il personale dell'IRSOL collabora all'attività della Specola Solare nella compilazione e riduzione del disegno giornaliero delle macchie solari in casi di bisogno, accompagnando visite di gruppi o scolaresche e mantenendo attuali le pagine WEB della Specola Solare (www.specola.ch).

3.9 Lavori di maturità e lavori di diploma

Lo studente di fisica al Politecnico di Zurigo Raimund Helfenberger ha svolto il suo lavoro di diploma in astronomia e in particolare con un lavoro incentrato sull'ottimizzazione del sistema Fabry Perot dell'IRSOL. A Zurigo il suo lavoro è stato seguito in particolare dalla nostra dottoranda Lucia Kleint. I risultati sono stati importanti in quanto il lavoro ha ulteriormente velocizzato la procedura di calibrazione e inoltre, sulla base dei risultati, si è deciso di apportare delle modifiche meccaniche al sistema. Sono state misurate delle mappe magnetiche e delle mappe di velocità in aree di 60×40 secondi d'arco sulla superficie solare utilizzando le righe del ferro Fe I 6302.5 Å e del sodio Na I 5890 Å.

Lo studente Filippo De Filippis ha svolto un lavoro di diploma in ingegneria elettronica alla SUPSI basato sullo studio di un nuovo sistema di controllo per lo spettrografo dell'IRSOL.

4 LAVORI TECNICI

4.1 Progetto ZIMPOL

Gli interventi tecnici principali eseguiti durante l'anno possono essere riassunti in questi termini.

Per quanto riguarda la camera ZIMPOL-3:

- la velocità generale di operazione è stata migliorata ricorrendo alla parallelizzazione parziale del processo di acquisizione dei dati
- la stabilità del sistema è stata migliorata correggendo dei problemi del software
- inserendo una nuova versione del computer di bordo (modulo Colibrì) è stato possibile ovviare a problemi di instabilità
- lo schema di demodulazione per il modulatore piezoelettrico PEM è stato ottimizzato, ciò permette di aumentare il numero di fotoni misurabili prima della saturazione (una migliore full-well capacity)
- è stata assemblata una nuova camera adattata per utilizzare i sensori usati finora dalle camere ZIMPOL-2

In generale, per il polarimetro:

- È stato costruito una nuova elettronica di controllo dei motori, capace di gestire 12 motori passo-passo. Ciò anche in vista dell'automatizzazione della procedura di calibrazione dei filtri Fabry Perot
- L'ottica dell'analizzatore (modulatore più polarizzatore) è stata posta su un piano girevole motorizzato più robusto
- Sono stati acquistati i componenti ottici (polarizzatori e lastra ritardatrice di un quarto d'onda) che permettono misure polarimetriche nell'infrarosso vicino
- È in costruzione un modulatore a cristalli liquidi FLC ottimizzato per misurare la parte blu dello spettro. Sono state acquistate delle lastre ritardatrici in quarzo con una buona trasparenza.

4.2 Filtro Fabry Perot combinato con lo spettrografo

Il lavoro del diplomando in fisica Raimund Helfenberger è risultato molto utile per definire i passi da compiere in vista dell'ottimizzazione del sistema. La combinazione dei due sistemi, filtro e spettrografo, non era stata prevista al momento della costruzione del banco ottico. Si era pensato alla classica soluzione dell'utilizzo di costosi filtri a banda molto stretta (un paio di Amstrong). Il lavoro di Helfenberger ha confermato il lavoro già iniziato da Lucia Kleint dimostrando le potenzialità della combinazione con lo spettrografo (che permette di rinunciare ai filtri interferenziali a banda stretta). In particolare sono stati scritti e ottimizzati programmi per la gestione della calibrazione e della riduzione dei dati. Per ottimizzare il sistema sono stati eseguiti i seguenti lavori:

- i filtri sono stati installati su supporti scorrevoli motorizzati, in questo modo è possibile inserirli e toglierli dal fascio luminoso in modo automatico; questa procedura è richiesta in fase di calibrazione
- la base girevole dei filtri, fornita dal costruttore, si è dimostrata troppo fragile per le nostre applicazioni ed è stata sostituita con un piano girevole speciale già sviluppato in precedenza per la camera ZIMPOL e costruita al Politecnico
- il banco ottico è stato prolungato e uno specchio sferico sta per essere sostituito. La messa in esercizio definitiva è prevista nel corso del 2010.

4.3 Ottica adattativa

Il visualizzatore di immagine è stato sostituito (vedi capitolo 4.7) e per poterlo integrare nel sistema dell'ottica adattativa è stato necessario procedere allo scambio speculare della disposizione dei singoli elementi ottici ed elettronici. Il supporto originale della telecamera ha potuto essere utilizzato per sostituire un elemento provvisorio sul banco ottico presente alla SUPSI, dove l'intero sistema è replicato per misure di caratterizzazione. Per permettere un rapido cambio della regione osservata quando si misura al bordo del sole, o per utilizzare la modalità scansione quando si osservano macchie, è stato inserito un parallelepipedo di vetro con un meccanismo di rotazione di precisione. Degli importanti aggiornamenti del programma di gestione sono stati introdotti dall'ing. Roberto Bucher della SUPSI. È ora possibile accedere ad una migliore diagnostica eseguibile contemporaneamente alla fase di correzione del sistema.

4.4 Lavori con la Fachhochschule di Wiesbaden

Nota: nel 2009 la Fachhochschule Wiesbaden ha cambiato nome; ora si chiama Hochschule Rhein-Main, University of Applied Sciences Wiesbaden Rüsselsheim Geisenheim.

Il sistema di guida automatica basato sul trattamento dell'immagine primaria, sviluppato un decennio fa, si è dimostrato estremamente efficace ed è diventato per molte osservazioni uno strumento indispensabile. La gestione del sistema era assicurata da un PC con un apposito programma. L'interfaccia è però basata su carte elettroniche non più acquistabili sul mercato e, prendendo lo spunto della richiesta di nuove funzioni al sistema, si è deciso di sostituire il PC con un modulo della National Instruments. Questo modulo, dotato di un suo processore e sistema operativo, è accessibile tramite la rete informatica interna e permette la connessione desiderata con il sistema ZIMPOL. L'installazione del sistema ha richiesto dei sopralluoghi del prof. Küveler e del suo assistente Van Dzung Dao. Il programma di gestione del sistema è stato completamente riscritto, permettendo così di introdurre le innovazioni richieste come pure di utilizzare gli encoder che danno informazioni sul

posizionamento del telescoio. Tra l'altro è ora possibile posizionare automaticamente il telescopio sul Sole partendo dalla posizione di parcheggio e viceversa, parcheggiare il telescopio automaticamente per poi chiudere il tetto dell'osservatorio. Il dispositivo, già funzionante, è in fase di perfezionamento.

4.5 Progetto CLAVIUS

Il progetto CLAVIUS sottoposto a Interreg (Programma di Cooperazione territoriale trans-frontaliera Italia - Svizzera) congiuntamente al Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università dell'Insubria, alla SUPSI e a due imprese private (una di Balerna e una lombarda) è stato accettato, seppure con dei tagli. CLAVIUS è un progetto di trasferimento tecnologico basato su un sensore a pixel ultrarapido sviluppato nel progetto internazionale SUCIMA (Silicon Ultrafast Cameras for electron and gamma source In Medical Application; contratto GIRD-CT-2001-00561) finanziato dalla Commissione Europea per il periodo 2001-2004 nell'ambito del Quinto Programma Quadro e coordinato dall'Università dell'Insubria (prof. dr. Massimo Caccia). L'obiettivo primario di CLAVIUS è l'ingegnerizzazione del sensore MIMOTERA in due classi di strumenti:

- dispositivi per la diagnostica e sicurezza di impianti per l'utilizzo industriale di fasci di particelle nucleari per la produzione di radioisotopi e per la caratterizzazione di materiali biologici e per la microelettronica
- camere per osservatori solari ed astronomici.

Nel corso dell'anno vi sono state le prime riunioni per precisare un piano di lavoro e definire le specifiche degli strumenti da sviluppare. Consideriamo due applicazioni in astronomia, una legata alla misura del diametro solare, un'altra allo sviluppo di una tecnologia innovativa per i polarimetri. Per l'aspetto dello studio del diametro solare è possibile far capo alla collaborazione con il dr. Costantino Sigismondi dell'International Center for Relativistic Astrophysics, ICRA, e dell'Università La Sapienza a Roma. Nel 2009 con Sigismondi sono state eseguite misure esplorative utilizzando il nuovo sistema di visualizzazione del piano della fessura dello spettrografo (capitolo 4.7). L'utilizzo della tecnologia Cmos per un polarimetro innovativo, tema al quale si stanno dedicando i più importanti centri mondiali di fisica solare, è un argomento vitale per l'avvenire dell'IRSOL; vi sono indicazioni importanti sul fatto che il futuro dei polarimetri potrebbe giocare con questa tecnologia. Il sensore MIMOTERA presenta delle caratteristiche uniche che permettono la misura continua di una fonte di luce modulata. La stabilità nel tempo del sensore, punto cruciale per l'applicazione desiderata, va valutata attentamente con appropriate misure di verifica. Nel caso il sensore desse i risultati sperati saremmo già in una situazione ottimale per provare tale tecnologia per misure scientifiche, anche se in fase sperimentale.

4.6 Collaborazione con l'Università di Utrecht

Il prototipo dello strumento S5T (Small Synoptic Second Solar Spectrum Telescope) costruito all'Università di Utrecht in Olanda (Sterrekundig Instituut Utrecht) era installato all'IRSOL dal 2008 per delle prove in comune. Lo strumento finale sarà installato all'Osservatorio di Kitt Peak in Arizona. La fase di sperimentazione a Locarno si è conclusa con successo, e lo strumento è rientrato in Olanda. Dettagli sono stati spiegati nel lavoro di dottorato del dr. Frans Snik, nel quale l'IRSOL viene esplicitamente ringraziato.

4.7 Nuova camera per il visualizzatore della fessura dello spettrografo

Come spiegato nel precedente rapporto annuale al punto 4.5, abbiamo dovuto modernizzare il sistema di visualizzazione e di digitalizzazione dell'immagine sul piano focale del telescopio, all'entrata dello spettrografo. Ci siamo orientati su una ditta Svizzera che produce camere CCD (Baumer). Le caratteristiche della camera soddisfano appieno le nostre aspettative. La camera è collegata ad un PC, acquistato appositamente per questo ed altri progetti, tramite un cavo di rete. Il software per gestire la camera è basato su componenti sviluppati nel progetto ZIMPOL-3. Una nuova meccanica con un nuovo sistema ottico è stata costruita all'IRSOL per utilizzare al meglio questa camera.

4.8 Automatizzazione dello spettrografo

L'automatizzazione dello spettrografo era stata una delle prime realizzazioni della collaborazione con la FHS Wiesbaden. Lo strumento funziona ancora perfettamente, ma non può essere interfacciato al sistema informatico tramite la rete locale. Occorre dunque sostituire il sistema con uno più moderno. Il tema è stato studiato nell'ambito del lavoro di diploma alla SUPSI dallo studente Filippo De Filippis che ha valutato un'impostazione nuova e l'implementazione di differenti moduli.

4.9 Altri interventi minori

Per evitare la sovrapposizione di lunghezze d'onda corrispondenti a vari ordini nello spettrografo viene generalmente utilizzato un monocromatore. Un'alternativa sta nell'utilizzo di filtri interferenziali con una banda passante di alcune decine di nanometri. Una ditta (Omega Optical) fornisce filtri che rispondono appieno alle esigenze, ne abbiamo acquistato una serie che permette un lavoro ottimale su tutto lo spettro. La meccanica definitiva verrà costruita nel 2010. Il vantaggio dei filtri sta nella maggiore trasparenza.

Una seconda camera CCD della Baumer è stata acquistata per visualizzare l'immagine del telescopio secondario. Viene gestita dallo stesso PC collegato alla camera per il visualizzatore della fessura dello spettrografo, utilizzando la stessa tecnica basate su programmi ZIMPOL.

Il filtro $H\alpha$ del telescopio di guida è stato inviato alla ditta produttrice (DayStar) per riparazioni e manutenzione.

Modulatori ferroelastici basati su cristalli liquidi e parti ottiche sono stati acquistati e verranno utilizzati per costruire un nuovo modulatore.

È stata migliorata la meccanica per fissare l'encoder all'asse di movimento per l'asensione retta.

4.10 Lavori di infrastruttura

La copertura in materiale sintetico del tetto piatto Nord dell'osservatorio è stata sostituita.

5 LAVORI PREVISTI NEL 2010

5.1 Premessa generale

Dalle discussioni avute con la commissione di valutazione del Consiglio Svizzero della Scienza e della Tecnologia, CSST, è emersa la necessità di pensare ad una ristrutturazione dell'organizzazione dell'IRSOL. Punti significativi sono stati discussi riguardo alla direzione dell'istituto e alla opportunità di avere un consiglio di valutazione piuttosto che un consiglio scientifico. Le esigenze che verranno poste dal Segretariato dell'educazione e della ricerca, SER, potrebbero richiedere iniziative difficili da prevedere adesso. Con queste premesse è dunque molto azzardato proporre un piano di lavoro dettagliato per il 2010. L'attitudine corretta è quella di rimanere aperti a vari scenari di lavoro, ponendosi quale scopo l'ottimizzazione delle possibilità dell'IRSOL.

Ciò nonostante è possibile elencare dei punti che devono in ogni caso essere realizzati, oppure dei temi nei quali dobbiamo mantenere una vigile presenza.

5.2 Programma sinottico

Tema di tesi di Lucia Kleint, il progetto è unico e innovativo a livello internazionale. Kleint prevede di terminare il dottorato entro fine anno 2010, il progetto verrà continuato in modo costante all'IRSOL.

5.3 ZIMPOL-3

Nuovi sensori con microlenti verranno assemblati al Fraunhofer Institut di Jena ad inizio 2010.

Il sistema ZIMPOL-3 verrà testato e ottimizzato per aumentare la sua affidabilità e sfruttare le sue caratteristiche innovative.

La versione da installare a Tenerife sul telescopio GREGOR (e probabilmente anche su THEMIS) andrà provata e adattata alle nuove esigenze.

5.4 Collaborazione con i grandi progetti internazionali

I maggiori progetti internazionali relativi a osservatori solari sono l'ATST (Advanced Technology Solar Telescope) che verrà costruito dagli Stati Uniti alle Hawaii, e l'EST (European Solar Telescope) progetto europeo.

Con la direzione di ATST ci siamo accordati per delle prove all'IRSOL e a Sunspot, New Mexico, con ZIMPOL-3 per ottimizzare la costruzione del polarimetro.

L'IRSOL è l'unico membro svizzero nell'associazione European Association for Solar Telescopes, EAST, che promuove il progetto EST.

5.5 Collaborazione con l'IIA di Bangalore, India

I lavori iniziati in questi anni stanno dando risultati molto importanti e innovativi. Pubblicazioni sono in fase di preparazione. Abbiamo chiesto al Indo Swiss Joint Research Programme (ISJRP)

il finanziamento per la visita di L. Anusha, dottoranda del Dr. Nagenda, che già nel 2009 è stata nostra ospite.

5.6 Collaborazione con l'Osservatorio di Ginevra

La collaborazione con l'Osservatorio di Ginevra prevede misure di studenti ginevrini all'IRSOL per la realizzazione di TP (travaux pratiques) di indirizzo astronomico.

5.7 Automatizzazione dello spettrografo

L'ing. Marco Ancona, SUPSI, lavorerà per sei mesi al progetto grazie ad un finanziamento della fondazione Chaudoire. È prevista la messa in funzione della versione interfacciabile con la rete informatica locale. Un meccanismo per l'inserimento automatico dei filtri interferenziali per sostituire il monocromatore verrà realizzato.

5.8 Nuova impostazione generale della strumentazione

Con la messa in esercizio dei nuovi sistemi automatici, gran parte delle operazioni potranno essere automatizzate. Ciò farà dell'IRSOL un osservatorio unico per misure ripetitive intese a misurare l'evoluzione nel tempo di parametri solari.

6 VISITE, CORSI E MANIFESTAZIONI

6.1 Visite all'Istituto

Visite di carattere scientifico

27.2-1.3 Helena Becher, Università di Utrecht

10.3 Silvano Balemi, Georges Meynet (Università di Ginevra), Sandro Rusconi, Jan Stenflo

5-14.4 Gerd Küveler, Dao Van Dzung, Hochschule RheinMain

16-25.7 Costantino Sigismondi, Università di Roma

17.7 Antonio Bulgheroni, Massimo Caccia, Chiara Cappellini, Loretta Negrini, Lorenza Paolucci, Fabio Risigo, Università dell'Insubria, Como; Silvano Balemi, Ivan Defilippis, Marco Rogantini, SUPSI, Costantino Sigismondi, Università di Roma, Francesco Fumagalli, progetto Clavius

15.8-12.9 K.N. Nagendra, IIA, Bangalore

15.8-13.10 L. Anusha, IIA, Bangalore

9.9 René Holzreuter, ETH Zurigo

28.9-3.10 Gerd Küveler, Dao Van Dzung, Hochschule RheinMain

26-27.10 Volker Reiner, KIS, Freiburg

8-19.11 Eberhard Wiehr, Göttingen

Nota: Raimund Helfenberger ha visitato l'IRSOL in molte occasioni per il progetto descritto sopra

6.2 Altre visite

11.3 Hansjörg Schlaepfer, ISSI Berna

7.4 Volker Semmelroggen, Göttingen

29.4 Kenan Aygör, ILEE, Urdorf

16.5 Lucia Kleint e Esther Buenzli visita con 18 studenti dell'ETH Zurigo

26.5 Matei Ciorica, Losone, stage

30.5 porte aperte all'IRSOL circa 70 persone

6.6 visita Volkshochschule des Kantons Zürich, 14 persone

15.6 visita scuola elementare di Orselina

6.7 Gea Cereghetta, studente liceo Mendrisio

16.7 Hans Marti, Berna

26.7 visita congressisti meeting del CERFIM

19-20.8 Simon Christian, Jack Harvey, Joachim Seelig, commissione CSST

1.9 Rosa Lovisi, Ernst & Young SA, revisione conti

15.9 Conradin Beeli con 4 maturandi, Zurigo

26.9 visita organizzata dal Consolato d'Italia di Lugano

7.10 Leopoldo Rossini visita del Rotaract Club Bellinzona e Locarno

28.10 visita workshop RADCOR 2009 tenutosi al Monte Verità

29.10 Mario Gatti, ISIS, Bisuschio, Varese

6.3 Visite ad altri istituti

Bianda, Ramelli	Istituto di Astronomia, Zurigo, 30 gennaio
Bianda, Gisler, Ramelli	SUPSI, meeting ZIMPOL, 12 febbraio
Balemi, Bianda, Ramelli, Stenflo Ramelli	KIS Freiburg, 3 marzo
Ramelli	Sunspot, Sac Peak, New Mexico, USA, 13 - 25 aprile
Gisler, Ramelli	Giornata della ricerca, organizzata dal FNS all'USI, 14 maggio
Bianda, Ramelli	SUPSI, meeting ZIMPOL, 15 maggio
Kleint	ETHZ, Thursday Solar Symposium, 27 maggio
Kleint	Università di Nizza, 27 - 30 maggio
Bianda, Ramelli	Sunspot, Sac Peak, New Mexico, USA, 7 - 11 settembre
Bianda, Ramelli	SUPSI, meeting ZIMPOL-3, 8 ottobre
Bianda, Ramelli	KIS Freiburg, 13 - 16 ottobre
Kleint	SUPSI, meeting CLAVIUS, 2 dicembre
	svariate visite al KIS di Freiburg per discussioni sul dottorato

6.4 Campagne osservative

Ramelli 15 - 22 aprile misure a Sunspot, Sac Peak, New Mexico, USA

6.5 Presenza nei media

6.5.1 Televisione

- 11 gennaio, IRSOL presentato alla trasmissione TSI “Il Giardino di Albert”
- 6 febbraio Ramelli intervistato alla trasmissione TSI “La Tele”

6.5.2 Radio

- 4 febbraio: Ramelli, intervista alla trasmissione “Il camaleonte”, Rete 1
- 21 novembre: Ramelli, intervista sull'attività del Centro Astronomico Locarnese, CAL, a Rete 1
- Nota: nell'ambito dell'Anno internazionale dell'Astronomia vi sono state innumerevoli interviste specialmente a Marco Cagnotti della Specola Solare Ticinese, giornalista scientifico di professione

6.6 Consiglio di Fondazione

28.4 Riunione del Consiglio di Fondazione presso la sala riunioni dell'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). Nel corso dell'anno sono state organizzate una decina di serate alla Specola Solare, dove si sono potuti osservare vari oggetti celesti con il telescopio Maksutov da 30 cm.

Il 2009 era stato designato dall'UNESCO quale anno internazionale dell'Astronomia e molte attività di divulgazione sono state organizzate in Ticino dalla Società Astronomica Ticinese in collaborazione anche con la Specola Solare Ticinese. Il risultato del meticoloso lavoro a favore della divulgazione dell'astronomia e della scienza in generale è senz'altro un valore aggiunto. L'intenso e capillare lavoro di divulgazione astronomica come pure le innumerevoli iniziative promosse dalla Società Astronomica Ticinese sono riassunte alla pagina: www.astroticino.ch/index.php?id=141

7 PUBBLICAZIONI, CONGRESSI, CONFERENZE E PREMI

7.1 Partecipazione a congressi ed assemblee

M. Bianda, D. Gisler, L. Kleint, R. Ramelli, 5 febbraio Inaugurazione IYA all'Università di Berna

R. Ramelli, 23 - 27 marzo 39th Advanced Course in Astronomy and Astrophysics: Magnetic Fields of Stars: From the Sun to Compact Objects

R. Ramelli, 23 - 26 luglio CAS-IAU Joint Solar Eclipse Meeting, The Dynamic Solar Corona, Suzhou, China

L. Kleint, 31 agosto - 4 settembre NSO Workshop, Chromospheric Structure and Dynamics, Sunspot NM, USA, poster: *Scattering polarization in Ca II K - plage versus quiet Sun*

L. Kleint, 21 - 25 settembre SOHO 23: Understanding a Peculiar Solar Minimum, Northeast Harbor ME, USA presentazione: *Turbulent magnetic fields: A search for cyclic variations*

M. Bianda, D. Gisler, L. Kleint, R. Ramelli, 14 - 16 ottobre 1st EAST-ATST Workshop, Freiburg, Germania presentazione: *L. Kleint: A synoptic program for large solar telescopes: Cyclic variation of turbulent magnetic fields* poster: *M. Bianda: New developments of ZIMPOL*

M. Bianda, D. Gisler, L. Kleint, R. Ramelli, 13 - 14 novembre Assemblea della Società Svizzera di Astrofisica e Astronomia a Lucerna

7.2 Conferenze

R. Ramelli, liceo Mendrisio, "La ricerca sul Sole", 4 e 5 giugno

M. Bianda, Assemblea dell'Ass. Carlo Cattaneo, Lugano, "Presentazione dell'IRSOL", 4 giugno

M. Cagnotti, R. Ramelli, Centro Elisarion, Minusio, "La nostra stella", 6 ottobre

R. Ramelli, Museo della Tecnica di Zagabria, "L'osservazione della nostra vicina stella", 22 ottobre, (nell'ambito della "Settimana della lingua italiana nel mondo" organizzata dall'Ambasciata Svizzera in Croazia e dall'Istituto Italiano di Cultura di Zagabria)

7.3 Pubblicazioni sottoposte ad un referee

apparse

- M. Sampoorna, J. O. Stenflo, K. N. Nagendra, M. Bianda, R. Ramelli, and L. S. Anusha: 2009, Origin of spatial variations of scattering polarization in the wings of the Ca I 4227 Å line, *The Astrophysical Journal*, 699, 1650
- V. Bommier, M. Martinez Gonzalez, M. Bianda, H. Frisch, A. Asensio Ramos, B. Gelly, and E. Landi Degl'Innocenti: 2009, The Quiet Sun Magnetic Field observed with ZIMPOL on THEMIS. I. The probability density function, *Astronomy and Astrophysics*, 506, 1415
- M. Bianda, R. Ramelli, D. Gisler: 2009, Solar Research Programs at IRSOL, Switzerland, in S.V. Berdyugina, K. N. Nagendra., R. Ramelli (eds.), *Proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5)* (invited review paper), Ascona, Switzerland, 17-21 September 2007 (ASP conference series, 405, 17)
- R. Ramelli, M. Bianda, J. Trujillo Bueno, L. Belluzzi, E. Landi Degl'Innocenti: 2009, Observations of the joint action of the Hanle and Zeeman effects in the D2 line of BaII, in S.V. Berdyugina, K. N. Nagendra., R. Ramelli (eds.), *Proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5)*, Ascona, Switzerland, 17-21 September 2007 (ASP conference series, 405, 41)
- N. Oklay, A. Gandorfer, S. Solanki, M. Bianda, R. Ramelli: 2009, Spectropolarimetric investigations of the deep photospheric layers of solar magnetic structures, in S.V. Berdyugina, K. N. Nagendra., R. Ramelli (eds.), *Proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5)*, Ascona, Switzerland, 17-21 September 2007 (ASP conference series, 405, 233)
- Sigismondi, Costantino; Bianda, Michele; Arnaud, Jean, *European Projects of Solar Diameter Monitoring*, 2009, in D.S. Lee, and W. Lee, *5th Sino-Italian Workshop on Relativistic Astrophysics. AIP Conference Proceedings*, 1059, 189-198
- Kleint, L.; Reardon, K.; Stenflo, J. O.; Uitenbroek, H.; Tritschler, A.: Spectropolarimetry of Ca II 8542: Probing the Chromospheric Magnetic Field, in S.V. Berdyugina, K. N. Nagendra., R. Ramelli (eds.), *Proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5)*, Ascona, Switzerland, 17-21 September 2007 (ASP conference series, 405, 247)
- Stenflo, J.O.: The Sun as a Rosetta Stone for polarization physics, 2009, in: S. Berdyugina, K.N. Nagendra, R. Ramelli (eds.), *Proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5)*, Ascona, Switzerland, ASP Conf. Ser., 405, 3-16.
- Stenflo, J.O., The second solar spectrum and the hidden magnetism, 2009, in *Cosmic Magnetic Fields: From Planets, to Stars and Galaxies*, *Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium*, 259, 211-222
- Stenflo, J.O., Measuring the Hidden Aspects of Solar Magnetism, 2009, to appear in *Magnetic Coupling between the Interior and the Atmosphere of the Sun*, eds. S.S. Hasan and R.J. Rutten, *Astrophysics and Space Science Proceedings*, eprint arXiv:0903.4935
- Stenflo, J.O., The Photosphere as a Laboratory for Quantum Physics, 2009, *Central European Astrophysical Bulletin*, 33, 1-18

- Thalmann, C., Stenflo, J.O., Feller, A., Cacciani, A. : Magnetic Field Dependence of Polarized Scattering on Potassium, 2009, in: S. Berdyugina, K.N. Nagendra, R. Ramelli (eds.), proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5), Ascona, Switzerland, ASP Conf. Ser., 405, 113-118
- Sampoorana, M., Nagendra, K.N., Stenflo, J.O.: Theory of polarized scattering in the mixed Hanle-Zeeman regime. In: S. Berdyugina, K.N. Nagendra, R. Ramelli (eds.), Solar Polarization, Proceedings of the 5.th Solar Polarization Workshop (SPW5), Ascona, Switzerland, 17-21 September 2007, ASP Conf. Series, in press)
- Kosovichev, A.G., Arlt, R., Bonanno, A., Brandenburg, A., Brun, A.S., Busse, F., Dikpati, M., Hill, F., Gilman, P.A., Nordlund, A., Ruediger, G., Stein, R.F., Sekii, T., Stenflo, J.O., Ulrich, R.K., Zhao, J., Solar Dynamo and Magnetic Self-Organization, 2009, Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey, Science White Papers, no. 160

in stampa

- Shapiro, A. I., Fluri, D. M., Berdyugina, S. V., Bianda, M., and Ramelli, R.: NLTE modeling of Stokes vector center-to-limb variations in the CN violet system. *Sottomesso a Astronomy and Astrophysics*
- Stenflo, J.O.: Stokes Polarimetry of the Zeeman and Hanle Effects, in: M.C.E. Huber, J. Len Culhane, J. Gethyn Timothy, K. Wilhelm, A. Zehnder (eds.), *Observing Photons in Space*, ISSI Scientific Report, in press.
- Stenflo, J.O.: Probability distribution functions for solar and stellar magnetic fields, in: A. Kosovichev, A. Andrei, J.-P. Rozelot (eds.), *Solar and Stellar Variability - Impact on Earth and Planets*. IAU Symp. 264, in press.
- Stenflo, J.O.: Magnetic structuring at spatially unresolved scales. In: K.N. Nagendra, H.-G. Ludwig, P. Bonifacio (eds.), *3D Views on cool stellar atmospheres: theory meets observation*. *Memorie della Società Astronomica Italiana*, in press.
- L. Kleint, S.V. Berdyugina, D. Gisler, A. I. Shapiro, and M. Bianda: A synoptic program for large solar telescopes: Cyclic variation of turbulent magnetic fields, *Astron. Nachr.*
- G. Küveler, V.D. Dao, A. Zuber, R. Ramelli: Robotic and Non-Robotic Control of Astrophysical Instruments, *Advances in Astronomy*
- M. J. Martinez Gonzalez, R. Manso Sainz, A. Asensio Ramos, M. Bianda: Statistical analysis of the very quiet Sun magnetism, *Astrophysical Journal*
- Sigismondi, C.: Overcoming black drop effect in high resolution astrometry: The case of sea sunsets, *International Journal of Modern Physics D*
- c. Sigismondi, A. Beshara Morcos: Long Term Variations of Solar Radius, Proceedings will appear as a special issue of *General Relativity and Gravitation* (Eds: Prof. R. Ruffini, Prof. A. Qadir, Prof. F. De Paolis and Prof. G. Ellis)
- P. Achard *et al.* [L3 Collaboration], Observation of a VHE cosmic-ray flare-signal with the L3+C muon spectrometer, *Astroparticle Physics*

7.4 Edizioni di atti di conferenze

- Proceedings of the Solar Polarization Workshop 5 (SPW5), Ed. S. V. Berdyugina, K. N. Nagendra, R. Ramelli: 2009, Workshop held at Centro Stefano Franscini - Monte Verità Ascona, Switzerland, 17-21 September 2007, ASP conference series, 405

7.5 Altre pubblicazioni, legate all'IRSOL

- Frans Snik ISBN 978-90-393-5184-0 Wöhrmann Print Service, Zutphen, NL Astronomical Polarimetry; new concepts, new instruments, new measurements & observations
- Raimund Helfenberger, Diploma thesis in solar physics, ETH Zürich, Spectropolarimetry of the Sun Using a Combination of Fabry-Pérot Etalons and Spectrograph
- Filippo De Filippis, lavoro di diploma alla SUSPI: Elettronica di controllo per spettrografo.