



Stefano Benetti

Data di nascita: 27/01/1959 | **Nazionalità:** Italiana | **Sesso:** Maschile | **Numero**

di telefono: (+39) 0498293408 (Lavoro) | **Numero di telefono:**

(+39) 3498061276 (Cellulare) | **Indirizzo e-mail:** stefano.benetti@inaf.it |

Indirizzo: Osservatorio Astronomico di Padova, vicolo dell'Osservatorio, 5,
35122, Padova, Italia (Lavoro)

Indirizzo: via Pasquale Paoli, 8, interno 6, 35122, Padova, Italia (Abitazione)

Presentazione:

ORCID: 0000-0002-3256-0016

Scopus ID: 7006127024

● ISTRUZIONE E FORMAZIONE

09/09/1993

DOTTORATO DI RICERCA IN ASTRONOMIA Università degli Studi di Padova

Durante il secondo anno del corso di dottorato ho approfondito la mia esperienza formativa attraverso una collaborazione con il Prof. David Branch presso l'Oklahoma University (USA) per una durata di circa 8 mesi.

14/06/1989

LAUREA IN ASTRONOMIA Università degli Studi di Padova

● ESPERIENZA LAVORATIVA

02/11/2016 – ATTUALE Padova - Asiago, Italia

PRIMO RICERCATORE ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA - OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI PADOVA

01/07/2009 – 01/11/2016 Padova - Asiago, Italia

RICERCATORE ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA - OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI PADOVA

Aderito all'opzione per il transito al ruolo di Ricercatore sempre nell'INAF

03/03/2000 – 30/06/2009 Padova - Asiago, Italia

RICERCATORE ASTRONOMO ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA - OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI PADOVA

All'assunzione messo in congedo straordinario per continuare la collaborazione con il C.N.A.A. - Telescopio Nazionale Galileo fino al 30 settembre 2000.

01/01/1998 – 30/07/2000 La Palma, Spagna

ASTRONOMO RESIDENTE CENTRO C.N.A.A. "GALILEO GALILEI" - TELESCOPIO NAZIONALE GALILEO (TNG)

1994 – 1997 Santiago - La Silla, Cile

RESEARCH FELLOW EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY

● **COMPETENZE LINGUISTICHE**

Lingua madre: **ITALIANO**

Altre lingue:

	COMPRESIONE		ESPRESSIONE ORALE		SCRITTURA
	Ascolto	Lettura	Produzione orale	Interazione orale	
INGLESE	C2	C2	C2	C2	C2
SPAGNOLO	C2	C2	C2	C2	C2
FRANCESE	B1	B2	A2	A2	A1

Livelli: A1 e A2: Livello elementare B1 e B2: Livello intermedio C1 e C2: Livello avanzato

● **ULTERIORI INFORMAZIONI**

ATTIVITA' IN PROGRAMMI INTERNAZIONALI E NAZIONALI DI RICERCA A LUNGO TERMINE

09/2022 – ATTUALE

LGWA Soundcheck

Co-investigatore del proposal ESA dal titolo LGWA Soundcheck}{PI J. Harms)

09/2021 – ATTUALE

LGWA e Steering Committee

Membro del Lunar Gravitational-Wave Antenna (LGWA) project (<http://lgwa.unicam.it/>; PI J. Harms) e del Project Communication Office (LGWA-PCO) Steering Committee.

2021 – ATTUALE

ET (Einstein Telescope)

Membro della collaborazione ET (<https://www.et-gw.eu/>). Attivo nella Division 4 (Multimessenger observations).

10/2019 – ATTUALE

Science Working Group "Classification" di SOXS

Leader del Science Working Group "Classification" di Son of XShooter (SOXS; <http://www.brera.inaf.it/~campana/SOXS>)

02/2018 – ATTUALE

ENGRAVE

Membro di ENGRAVE (Electromagnetic counterparts of gravitational wave sources at the Very Large Telescope; <http://www.engage-eso.org>) e FORS2 Instrument Scientist della collaborazione

03/2017 – ATTUALE

GRAWITA

Membro di GRAWITA (GRAvitational Wave Inaf TeAm; (<https://grawita.inaf.it>))

04/2016 – ATTUALE

NUTS

Membro senior di NUTS (NOT Unbiased Transient Survey (<https://nuts.sn.ie>))

04/2012 – ATTUALE

PESSTO

Membro senior di PESSTO (<https://www.pessto.org/>) e sue successive estensioni

04/2012 – 04/2016

PESSTO Board

Membro del Board Scientifico della Survey Spettroscopica Pubblica dell'ESO PESSTO (PI S. Smartt; <https://www.pessto.org/>)

2004 – 2006

SNAP

Consulente scientifico per il progetto di missione spaziale Supernova/Acceleration Probe (SNAP); LBNL-Berkeley (**PI S. Perlmutter, premio Nobel per la Fisica nel 2011**)

10/2001 – 2004

ESC

Membro dell'European Supernova Collaboration (ESC, PI W. Hillebrandt - MPA Garching, EURTN2-2001-00037).

All'ESC partecipano ricercatori di dieci istituti europei (MPA-Garching, Università di Barcellona, CNRS, ESO, ICSTM, ING, IoA, Osservatorio di Padova, Università di Oxford e Università di Stoccolma)

02/1997 – 04/2002

Beppo-SAX

Collaboratore del programma Beppo-SAX - Ricerca dei transienti ottici dei Gamma-ray Bursts afterglows

1991 – 1995

ESO key Programme

Co-investigatore del Key Programme ESO n. 4-004-51K, al quale sono state assegnate 60 notti (nei seguenti telescopi: 3.6m, NTT, 2.2m, Danish 1.54m, 1.5m, Dutch).

Altre attività

2020: Membro del Core Team proponente un update del satellite UV *EUVO - Closing gaps to our origins. The UV window into the Universe*, in risposta alla call ESA: Voyage 2050 (<https://www.cosmos.esa.int/web/voyage-2050/white-papers>); **2013:** Membro del Core Team proponente il satellite UV, *EUVO - Building galaxies, stars, planets and the ingredients for life between the stars. A scientific proposal for a European Ultraviolet-Visible Observatory (EUVO)*, in risposta alla call ESA: Definition of the L2 and L3 missions in the ESA science; **2004:** Membro di un'ampia collaborazione internazionale (PI A.V. Filippenko; UC-Berkeley). La collaborazione ha un proposal attivo al HST il cui titolo è: *Improving the Cosmological Utility of Type Ia Supernovae: Extensive UV Observations of a Nearby Sample*; **1997-1998:** Collaboratore del programma EROS (Expérience de Recherche d'Objets Sombres a ESO-La Silla) per la ricerca di Supernovae

Co-I in diversi PRIN MUR e INAF

PRIN MUR: 2021 (*Lunar Gravitational-Wave Antenna*, LGWA, <http://lgwa.unicam.it/>, PI J. Harms); **2006** (*I vari tipi di Supernova ed i prodotti della loro nucleosintesi*, PI M. Busso); **2004** (*Spettrofotometria dettagliata di un campione selezionato di SNe prodotte dal collasso del core*, PI E. Cappellaro); **2001** (*Struttura Tridimensionale della Galassia - Fotometria superficiale profonda e ricerca di supernovae in galassie distanti come strumenti per lo studio dell'evoluzione delle galassie*, PI C. Chiosi).

PRIN INAF: 2022 (*Shedding light on the nature of gap transients: from observations to models*, PI A. Pastorello); **2017** (*Towards the SKA and CTA era: discovery, localisation and physics of transient sources*, PI M. Giroletti); **2014** (*Transient Universe: unveiling new types of stellar explosions with Pessto*, PI A. Pastorello).

ATTIVITA' DIDATTICA

2018 – 2021

Relatore della Tesi di Dottorato del dottorando A. Fiore

Relatore della Tesi di Dottorato dell'Università di Padova del dottorando A. Fiore. Titolo tesi: *Unveiling the nature of superluminous Supernovae*. Attualmente il dott. Fiore fruisce di una borsa post-doc presso l'European Centre for Theoretical Studies in Nuclear Physics and Related Areas in Trento.

2014 – 2017

Relatore della Tesi di Dottorato del dottorando G. Terreran

Relatore della Tesi di Dottorato del dottorando G. Terreran - Queen's University Belfast e Università di Padova. Titolo tesi: *Luminous Type II-P Supernovae*. Attualmente il dott. Terreran è Postdoctoral associate a Las Cumbres Observatory (Goleta, USA).

2010 – 2011

Professore Astromundus

Professore del corso *Stellar Populations - Astromundus* - Università di Padova (corso di dodici ore)

2009 – 2010

Professore del corso Popolazioni Stellari

Professore del corso *Popolazioni Stellari* - Università di Padova (corso di otto ore)

2007 – 2010

Relatore della Tesi di Dottorato della dottoranda I. Agnoletto

Relatore della Tesi di Dottorato della dottoranda I. Agnoletto - Università di Padova. Titolo tesi: *Overluminous Core-Collapse Supernovae*. Attualmente la dott.ssa Agnoletto è impiegata nell'industria.

2008 – 2009

Professore del corso Popolazioni Stellari

Professore del corso *Popolazioni Stellari* - Università di Padova (corso di sei ore)

2006 – 2009

Relatore della Tesi di Dottorato della dottoranda F. Bufano

Relatore della Tesi di Dottorato della dottoranda F. Bufano - Università di Padova. Titolo tesi: *The UltraViolet view of Supernovae*.

Attualmente la dott.ssa Bufano è Ricercatrice presso l'INAF-OACT

2007 – 2008

Correlatore della Tesi di Laurea Specialistica del laureando M. Miluzio

Correlatore della Tesi di Laurea Specialistica del laureando M. Miluzio - Università di Padova. Titolo della tesi: *Monitoraggio di Supernovae in Ottico ed Infrarosso con il Telescopio Automatico REM*. Attualmente il dott. Miluzio è Software engineer for the ESA Euclid space mission e affermato divulgatore scientifico.

2005 – 2008

Relatore della Tesi di Dottorato del dottorando A. Harutyunyan

Relatore della Tesi di Dottorato del dottorando A. Harutyunyan - Università di Padova - anno accademico 2007-2008. Titolo tesi: *Automatic Objective Classification of Supernovae*. Attualmente il dott. Harutyunyan è astronomo residente presso il TNG-INAF a La Palma.

2004 – 2007

Relatore della Tesi di Dottorato della dottoranda N. Elias-Rosa

Relatore della Tesi di Dottorato della dottoranda N. Elias-Rosa - Università di La Laguna (Tenerife - Spagna) e Università di Padova - anno accademico 2006-2007. Titolo tesi: *Thermonuclear Supernovae in environments with significant extinction*. Attualmente la dott.ssa Elias-Rosa è Ricercatrice presso l'INAF-OAPd.

2005 – 2006

Correlatore della Tesi di Laurea della laureanda I. Agnoletto

Correlatore della Tesi di Laurea della laureanda I. Agnoletto - Università di Padova - anno accademico 2005-2006. Titolo tesi: *Studio fotometrico e spettroscopico di SN 1994Z, una rara supernova dal plateau brillante*.

ORGANIZZAZIONE CONGRESSI SCIENTIFICI E SCUOLE

24/11/2020 – 26/11/2020

First SOXS Science Consortium Meeting

Membro del LOC del workshop online: *First SOXS Science Consortium Meeting*

12/11/2018 – 16/11/2018

NS Merger Training Workshop - Electromagnetic counterparts of gravitational wave sources data training

Membro del SOC del workshop *NS Merger Training Workshop - Electromagnetic counterparts of gravitational wave sources data training* (Bertinoro, Italy)

03/04/2018 – 06/04/2018

EWASS 2018

Membro del SOC dell'EWASS 2018 Sessione Speciale intitolata: *Gamma-Ray Bursts, Hypernovae, and Superluminous Supernovae: Energetic Cosmic Explosions 20 Years After SN 1998bw* (Liverpool).

07/09/2008 – 19/09/2008

Probing Stellar Populations out to the Distant Universe

Membro del SOC del workshop *Probing Stellar Populations out to the Distant Universe* (Cefalu', Italia).

07/02/2005 – 11/02/2005

RTN Winter School 2005

Responsabile (Chair) del SOC e organizzatore della *RTN Winter School 2005, Supernova Observations and Data Reduction* (Asiago, Italia)

16/06/2004 – 19/06/2004

1604 - 2004: Supernovae as Cosmological Lighthouses

Responsabile del LOC ed editore dei Proceedings del Congresso Internazionale *1604 - 2004: Supernovae as Cosmological Lighthouses* (Padova, Italia)

03/11/2000 – 05/11/2000

Scientific Dedication of the Telescopio Nazionale Galileo

Membro del LOC della Conferenza *Scientific Dedication of the Telescopio Nazionale Galileo* (Santa Cruz de La Palma, Spagna).

ALCUNI HIGHLIGHTS DELL'ATTIVITA' SCIENTIFICA - PUBBLICAZIONI

Stefano Benetti

I principali campi di interesse scientifico sono i fenomeni astrofisici esplosivi e l'astrofisica multi-messaggera (Supernovae, GRBs, Novae e Transienti ottici in generale, comprese le Kilonovae, cioè le controparti ottiche di triggers gravitazionali) e le Nebulose Planetarie. Una versione più estesa dell'attività scientifica/lavorativa del sottoscritto è presentata in appendice al presente CV.

L'*impact factor* della produzione scientifica complessiva (comprensiva di 297 articoli pubblicati/sottomessi in riviste specializzate con referee, di cui 16 come primo autore, ed un totale di 2023 lavori) con un **H-factor** di **85** con un **totale complessivo di citazioni di 25172 (1887,53 normalizzate)** (23 febbraio 2023; fonte SAO/NASA Astrophysics Data System - ADS). Una parte significativa di questi lavori sono stati pubblicati in riviste prestigiose quali Nature o Science. Co-autore di un capitolo dell'*Allen's Astrophysical Quantities - IV edition*. Autore di quasi 1300 (milletrecento) telegrammi astronomici che corrispondono a diverse migliaia di classificazioni di transienti. Per elenco completo delle pubblicazioni si rimanda all'apposita lista allegata. In alternativa si può visualizzare anche tramite questo link:

http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/abs_connect?author=Benetti,+S.&nr_to_return=9999 (selezionando COLLECTIONS-astronomy per eliminare dalla lista lavori non appartenenti al sottoscritto);

Secondo Google Scholar (l'**H-factor** risulta essere di **95** che pone il sottoscritto attorno alla 57ma posizione tra gli astrofisici, nella graduatoria dei *Top Italian Scientists, Astrophysics MacroArea* (<https://www.topitalianscientists.org/top-italian-scientists>).

In veste di Principal Investigator di diversi programmi osservativi e coordinatore di ampie collaborazioni scientifiche internazionali ho dato grande priorità alla carriera dei giovani ricercatori delle collaborazioni, stimolandoli nelle loro ricerche e garantendo loro la PI-ship anche nei lavori di più grande impatto scientifico.

Il valore del lavoro svolto è testimoniato da svariate citazioni negli annuali articoli di review dell'astrofisica mondiale, *Astrophysics in 1994, 1996, 1998, 1999, 2003, 2005* a cura di V. Trimble e collaboratori (l'ultima edizione è del 2006).

Attività divulgativa svolta attraverso svariate conferenze tenute in scuole di tutti gli ordini e grado; conferenze pubbliche cittadine e interviste presso televisioni private (vedere anche la lista delle Press Releases elencate nella lista di pubblicazioni).

Pubblicazione dell'articolo di divulgazione scientifica: *Fari Luminosi dallo spazio profondo* (Darwin n.19, p.40, 2007) scritto in collaborazione con il **Prof. B. Schmidt, Premio Nobel per la Fisica 2011**.

Membro della International Astronomical Union.

RESPONSABILITA' MANGIERIALI E SCIENTIFICHE

01/2009 – ATTUALE

Responsabile Scientifico Osservatorio di Cima Ekar

Il **Responsabile scientifico** dell'Osservatorio di Cima Ekar coordina le attività osservative della stazione. Nel corso degli ultimi anni ha anche coordinato l'upgrade della strumentazione osservativa della stazione, la remotizzazione delle osservazioni, nonché la robotizzazione del telescopio Schmidt (vedi Attestazione del Direttore dell'Osservatorio Astronomico di Padova).

05/2012 – 04/2014

PRIN INAF 2011

Responsabile Nazionale di una proposta di progetto INAF (PRIN-INAf 2011; Transient Universe: from ESO Large to PESSTO) finanziata con 97 KEuro

07/2010 – 07/2012

PRIN INAF 2009

Responsabile Nazionale di una proposta di progetto INAF (PRIN-INAf 2009; Supernova variety and Nucleosynthesis Yields) finanziata con 122 KEuro

08/2009 – 04/2012

Large Programs

Principal Investigator di due large programs (ESO-NTT large programme, ESO 184.D-1140 e TNG, AOT20-TAC70) della durata di 4 anni, per un totale di 120 notti a NTT+EFOSC2+SOFI, e 110h/semestre a TNG+DOLORES+NICS

2007 – 2011

GTO-Xshooter

Responsabile Nazionale del Panel III (Supernovae) del tempo Italiano di GTO-XShooter a cui sono state assegnate 10 notti di ESO-VLT+XShooter e Coordinatore Nazionale di osservazioni di supernovae con i telescopi nazionali ed internazionali e da satellite (HST, Swift, Galex)

01/1998 – 09/2000

ToO@TNG

Coordinatore responsabile del Target of Opportunity Program del Telescopio Nazionale Galileo

04/1994 – 11/1997

ToO@ESO La Silla

Coordinatore responsabile del Target of Opportunity Program dell'European Southern Observatory - La Silla

11/1998 – 09/2000

Personale TNG

Responsabile del gruppo astronomi e operatori notturni del TNG.

GESTIONE E RESPONSABILITA' DI STRUMENTI E MISSIONI SPAZIALI

Stefano Benetti

Ha svolto parte dell'attività professionale presso importanti Osservatori Astronomici, a stretto contatto con grandi

telescopi (anche spaziali) e sofisticata strumentazione. Questo ha notevolmente inciso nella sua formazione professionale facendolo acquisire una **notevole esperienza** nella gestione/utilizzo e sviluppo di moderni e complessi telescopi e relativa strumentazione astronomica.

- Nel periodo 1995-1997 ha fatto parte del 3.6CAT Telescope Team con la qualifica di **Instrument Scientist di EFOSC1**. Periodicamente in tale team ricopriva anche la carica di **Team Coordinator**.
- E' stato inoltre **responsabile** dell'Upgrade di EFOSC2 al Telescopio ESO 3.6m, nell'ambito dell'ESO3.6m+CAT Upgrade Plan. Ha anche partecipato attivamente al miglioramento della qualita' ottica del telescopio ESO 3.6m.
- Nel periodo 1998-1999 ha seguito l'assemblaggio e i tests che si sono eseguiti su Dolores, lo spettrografo del TNG, presso l'Osservatorio di Trieste. Contemporaneamente ha partecipato al commissioning del TNG, con particolare riguardo alla messa a punto del modello di puntamento e allo studio della qualita' ottica del telescopio.
- Nel periodo dicembre 1998 - settembre 2000 ha partecipato attivamente alla messa a punto di OIG, la camera ottica del TNG e di Dolores, lo spettrografo di media e bassa risoluzione del TNG, diventandone *Instrument Scientist*.
- Dal 2016 e' coinvolto nel progetto di una Adaptive Optic facility al fuoco Coude' del telescopio Copernico di 1.82m di Cima Ekar, nell'ambito del laboratorio nazionale INAF-ADONI.
- Nel settembre 2022 ha partecipato alla stesura di un proposal in risposta alla call *ESA Reserve Pool of Science Activities for the Moon: A SciSpace Announcement of Opportunity*, con il progetto *LWGA Soundcheck*. Tale progetto prevede il collocamento in una permanently shadowed region (PSR) della Luna di una stazione geofisica, il cui cuore e' un sismografo di altissima precisione. Gli scopi scientifici della missione sono lo studio geofisico dell'ambiente all'interno di una PSR, lo studio della composizione interna della Luna per mezzo dello studio dei micro-sismi lunari e la cattura del primo segnale di un'onda gravitazionale sulla Luna nella banda di frequenze 1mHz - 1Hz non raggiungibili con esperimenti dalla Terra. Questo e' una missione pilota che dovrebbe dimostrare la fattibilita' della piu' ambiziosa missione *LGWA* che mira ad usare l'intera Luna come antenna gravitazionale e che porterebbe ad una svolta epocale per la scienza sottostante alle onde gravitazionali (<http://lgwa.unicam.it/>)

SERVIZIO ALLA COMUNITA'

ATTUALE

Riviste Internazionali

Referee di lavori scientifici pubblicati nelle maggiori riviste di astrofisica internazionali.

ATTUALE

Giovani Collaboratori

Autore di numerose lettere di presentazione di giovani collaboratori (anche internazionali) come supporto alle loro domande di assunzione.

ATTUALE

TAC

Referee in panel internazionali per l'assegnazione di tempo osservativo (e.g. TAC-TNG, LBT)

04/2018 - ATTUALE

REPRISE-MIUR

Referee di REPRISE-MIUR (<https://www.mur.gov.it/it/aree-tematiche/ricerca/valutazione/reprise>; vedi attestato)

2016

Piano Triennale INAF

Collaborato alla stesura del piano triennale (2017-2019) e di visione strategica dell'INAF all'interno della Macroarea 2

2016

EU-ERC

Reviewer di progetti finanziati dalla EU nell'ambito dei progetti ERC

2010 - 2013

ESO User Committee

Rappresentante Italiano nell'ESO User Committee

Commissioni Giudicatrici

Presidente/Componente di svariate Commissioni Giudicatrici per l'assegnazione di borse/assegni di ricerca e per l'assunzione di personale a tempo determinato

Le informazioni contenute nel presente "curriculum vitae et studiorum" sono rese sotto la personale responsabilità del sottoscritto, ai sensi degli articoli 46 e 47 del Decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, numero 445, e successive modifiche ed integrazioni, consapevole della responsabilità penale prevista dall'articolo 76 del medesimo Decreto per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci.

Padova , 23/02/2023

Principali Attività svolte da Stefano Benetti - Appendice CV

Nel corso della mia carriera ho avuto la fortuna di poter studiare molti dei fenomeni che caratterizzano l'Universo Transiente e questo grazie al fatto di aver potuto gestire in prima persona i programmi di Target of Opportunity (ToO) presso i telescopi dell'ESO-La Silla e TNG e poi gestendo o partecipando ad ampie collaborazioni internazionali. Agli inizi della carriera infatti la gestione dei programmi ToO era ancora pionieristica, affidata ai direttori/astronomi degli osservatori. Questo mi ha permesso di acquisire una vasta esperienza nella selezione/osservazione dei transienti e conoscenza delle loro proprietà fisiche, che ho potuto mettere a frutto nella seconda parte della mia carriera anche dirigendo grosse collaborazioni dedite all'osservazione dell'Universo transiente.

Di seguito presento una breve e parziale riassunto delle principali tematiche da me affrontate.

Supernovae di tipo Ia ed implicazioni cosmologiche

L'European Supernova Collaboration (ESC) ha avuto il grande merito di aver dato un impulso fondamentale allo studio delle supernovae termonucleari. L'ESC aveva, infatti, come scopo primario lo studio dettagliato delle SNIa, sia dal punto di vista osservativo (ottico ed infrarosso) che da quello teorico.

È stato nostro il primo articolo pubblicato dall'ESC e riguardava lo studio dettagliato di **SN 2002bo**. In questo lavoro ([Benetti et al 2004](#)) si sono gettate le basi per uno studio più generale sulle proprietà statistiche delle SNIa ([Benetti et al 2005](#)). Si è così pervenuti alla suddivisione delle SNIa in tre gruppi analizzandone le proprietà sia spettroscopiche che fotometriche. Questi tipi di studi possono avere profonde implicazioni cosmologiche in quanto le SNIa essendo le candele standard più affidabili per lo studio della cinematica dell'Universo Locale, possono farci capire come le loro proprietà fisiche evolvano con il redshift e di conseguenza possono provare la loro affidabilità anche come candele standard per distanze cosmologiche.

Dopo l'ESC ho coordinato l'attività scientifica di un'ampia collaborazione europea attraverso l'ESO e TNG Large Programmes ([link: Benetti-ELP](#) di cui faceva attivamente parte anche il **Prof. Brian Schmidt, premio Nobel per la Fisica nel 2011**) che ha portato ad una raccolta di una enorme quantità di dati di eccellente qualità su una sessantina di transienti. La quasi totalità dei dati è stata pubblicata. Per quanto riguarda le SNIa, questi progetti hanno portato alla pubblicazione di una serie di lavori su riviste prestigiose (per esempio, [Mazzali, Röpke, Benetti et al 2007](#); [Maeda, Benetti et al 2010](#)) suggerendo che la maggior parte delle SNIa (anche quelle peculiari più brillanti, tipo SN 1991T) sono molto probabilmente esplosioni di delayed detonation, con masse dei progenitori molto simili. Quello che differenzia l'esplosione potrebbe essere l'intensità e la geometria della deflagrazione centrale iniziale. Infatti, in Maeda, Benetti et al si è provato che le differenze riscontrate in Benetti et al 2005 potrebbero essere dovute a esplosioni di delayed detonation, ma in cui la deflagrazione iniziale potrebbe aver avuto inizio non nel centro geometrico della stella

progenitrice, ma in una posizione decentrata.

Abbiamo, inoltre, dedotto preziose informazioni sulle stelle progenitrici delle SNIa e sull'associato ambiente circumstellare con una serie di studi (il primo dei quali pubblicato sulla rivista Science) basati su osservazioni spettroscopiche di elevata risoluzione ($\sim 6.8 \text{ km s}^{-1}$) di SNIa brillanti (Patat et al 2007). Il risultato principale di questi lavori è l'aver individuato come il "single degenerate scenario" sembra essere il canale preferito per spiegare tale tipo di esplosioni.

Supernovae di tipo Core Collapse e le Supernovae Super Luminose

Il notevole numero di articoli pubblicati suggerisce come anche questa tematica sia ritenuta di grande importanza. Effettivamente lo studio sistematico di questa classe di oggetti ci dà preziose informazioni sull'evoluzione finale delle stelle massicce, che in molti casi sembra essere turbolenta e portare a violente perdite di massa subito prima dell'esplosione finale. Da questo punto di vista di grande impatto è stato lo studio delle supernovae, di tipo II lineare, 1994aj, 1996L e 1996al. Le righe della serie di Balmer dello spettro di queste SNe, mostrano un profilo composito attribuibile alla presenza di un denso ($\dot{M}/u_W \sim 10^{15} \text{ g/cm}$) vento confinato in prossimità del progenitore ($R_{out} = \text{few} 10^{16} \text{ cm}$) sotto forma di shell. Circa 100-150 giorni dopo il massimo, l'involuppo espulso nell'esplosione mostra di aver raggiunto tale shell. Nel conseguente shock parte dell'energia cinetica dell'involuppo viene convertita in radiazione. Questo surplus energetico rende ragione del rallentamento del tasso di declino della luminosità di $H\alpha$ (e della banda R). In SN 1994aj, tale processo risultava ancora attivo 540 giorni dopo il massimo.

Si è così potuto per la prima volta chiaramente studiare una attività stellare pre-esplosiva dei progenitori, sotto forma di un episodio di ingente perdita di massa (con una rate di $\dot{M} = 10^{-3} M_{\odot} / \text{yr}$), esauritosi appena prima dell'esplosione ($\sim 5 - 10 \text{ yr}$).

In particolare, SN 1996al è stata osservata assiduamente per quindici anni con i telescopi dell'ESO. La fondamentale scoperta di una emissione di $H\alpha$ associata al suo progenitore in una osservazione pre-esplosione, ha permesso di stabilirne la massa del progenitore ($\sim 25 M_{\odot}$ ZAMS). Questo, assieme al modelling della curva di luce e di velocità della supernova, sembra avvalorare l'ipotesi che la stella progenitrice di SN 1996al abbia prodotto un'esplosione intrinsecamente abbastanza debole ($\sim 1.6 \times 10^{50} \text{ erg}$), dove la maggior parte della materia che formava la stella non è stata espulsa nell'esplosione stessa, ma è ricaduta sul remnant, formando un buco nero di massa 7-8 M_{\odot} . La luminosità della SN è quindi il frutto dell'interazione degli ejecta (aventi piccola massa, $\sim 1.15 M_{\odot}$) con un CSM asimmetrico (vedere Figura 22 del lavoro).

Questi ed altri esempi di cui il nostro lavoro abbonda (per esempio gli studi della SN 2007rt di Trundle et al 2009, di SN 2006jc di Pastorello et al 2007 in Nature e di SN 2009ip, e lavori successivi) sembrano portare alla inaspettata conclusione che alcune stelle massicce possano esplodere quando ancora sono nella turbolenta fase di LBV, eventualità questa non prevista dalle moderne teorie di evoluzione stellare.

Di grande importanza sono anche gli studi sulle "stripped envelope supernovae", stelle di grande massa ($\geq 50M_{\odot}$) che esplodono dopo aver perso gli involucri più esterni di idrogeno (Benetti et al 2011) ed eventualmente di elio. Alcune SNe di questo tipo (quelle più energetiche) potrebbero essere il motore centrale dei long GRBs. Una di queste (ASASSN-15no, Benetti et al 2018) è esplosa all'interno di una shell massiccia. Parte dell'energia cinetica degli ejecta è stata trasformata in energia luminosa facendo raggiungere a questo evento una luminosità intermedia tra le normali core-collapse e le supernovae super-luminose.

Gli studi sulle SN di core collapse, targets preferiti delle collaborazioni Benetti-ELP, PESSTO e NUTS/NUTS2, spaziano dagli eventi intrinsecamente meno luminosi quali la SN 2008ha, una stripped envelope supernova? (Valenti et al 2009 - Nature), alle faint SNe di tipo IIP (e.g. Pastorello et al, 2007 - Nature), alle SNII di tipo normali (e.g. SN 1990E, Benetti et al. 1993) e fino a quelle intrinsecamente super-luminose come la SN 2006gy (Agoletto et al 2009) e la CSS121015 (Benetti et al 2014, tra le SNe più brillanti mai scoperte).

Lo scopo di questi studi è la comprensione delle caratteristiche fisiche di questi eventi e cercare di capire le differenti configurazioni raggiunte dai progenitori al termine delle loro evoluzioni. Talvolta questa comprensione è resa difficile dal fatto che gli ejecta della SN interagiscono con il materiale perso dal progenitore prima dell'esplosione, rilasciando un surplus di energia. Talvolta questa è così intensa da mascherarne completamente la natura e possono così sorgere delle controversie, come nel caso della SN 2002ic (Benetti et al. 2006), che noi riteniamo avere avuto origine dall'esplosione di core collapse di una stella massiccia, mentre altri pensano che essa sia stata originata da un'esplosione termonucleare di una nana bianca in un ambiente ricco di idrogeno.

Kilonovae e Onde Gravitazionali

Il 17 agosto 2017 è stata una data fondamentale per l'Astrofisica multi-messenger. Quasi contemporaneamente il satellite Fermi e l'esperimento Ligo-Virgo hanno scoperto rispettivamente uno short-GRB e un segnale gravitazionale proveniente dalla fusione di due stelle di neutroni alla distanza di circa 40 Mpc. Svariate search ottiche si sono attivate in tutto il mondo e dopo poche ore è stata trovata la controparte ottica. Denominata AT 2017gfo, questa sorgente è stata intensivamente osservata tramite i telescopi accessibili alla nostra collaborazione italiana (GRAWITA; Pian et al 2017 - Nature) che l'ha indipendentemente scoperta con il telescopio REM e studiata nella sua evoluzione spettrofotometrica con i telescopi VLT (tramite gli strumenti XShooter e FORS2). Queste fondamentali osservazioni estese dall'ottico al vicino infrarosso, mostrano come lo spettro iniziale della kilonova sia dominato da un continuo blue ($T_{BB} \sim 10000$ K) non molto dissimile da quello mostrato da una giovane esplosione di core-collapse. Completamente differente da una SN è invece la sua evoluzione. Nel giro di pochi giorni (~ 2) la sua SED evolve rapidissimamente verso il vicino infrarosso. Questo era già stato previsto dalla teoria in quanto durante

gli ultimi istanti del merging la poca massa espulsa ($\sim 0.05 M_{\odot}$) a velocità relativistiche ($\sim 0.2 c$) è quasi esclusivamente materia sintetizzata attraverso processi-r. È così formata da atomi altamente instabili della famiglia dei Lantanidi, che decadendo ed avendo una opacità molto elevata sostengono sia l'emissione della kilonova che l'immediato spostamento della SED nel vicino IR. Con questo evento non solo è stata provata per la prima volta l'associazione di un short-GRB con il merging di due stelle di neutroni, ma è anche incominciata l'era della Astrofisica multi-messaggera che promette nuove ed inaspettate scoperte nel corso dei prossimi, eccitanti anni. Con questo "momentum" mi sono lanciato con grande entusiasmo nel progetto [LGWA](#) che mira a trasformare la Luna in una gigantesca antenna gravitazionale sensibile nella banda di frequenza 1mHz - 1Hz; e nel progetto [Einstein TelescopeET](#), un telescopio gravitazionale di terza generazione che andrebbe a migliorare di più di un ordine di grandezza la sensibilità dell'esperimento Ligo-Virgo-Kagra.

Novae

Oltre ai lavori sulle novae classiche molto importante è stato studio della stella nova di Sakurai (*un oggetto nova-like*, denominato anche V4334 Sgr). [Questo studio](#) ha stabilito come il progenitore di tale "nova" fosse una debole stella blu ($mag \sim 21$), nucleo di una nebulosa planetaria. Questa stella ha subito una profonda evoluzione che l'ha portata, nel giro di pochi anni, ad assumere le caratteristiche di una stella supergigante di classe spettrale F2, avente una luminosità assoluta di $M_V = -4.1$. Lo spettro di tale "nova" mostrava un deficit di H ed un eccesso di C e O. Tutti gli indizi sopra citati sembrano sostenere l'ipotesi che la "nova" di Sakurai non fosse una stella nova classica, ma piuttosto il risultato di un *fast Final Helium Flash* intrapreso dal progenitore alcuni anni prima della scoperta.

Il comportamento fotometrico durante il periodo 1998-1999 ([Duerbeck et al 2000](#)) è risultato simile al *red decline* delle stelle variabili tipo R CrB, con un'ampiezza comunque molto più grande che in qualsiasi oggetto R CrB precedentemente studiato. Si è inoltre messo in evidenza la formazione di una shell di polvere attorno alla nova di Sakurai. Lo studio della distribuzione di energia durante il periodo 1996-1999 ha evidenziato come una frazione sempre maggiore di energia venisse irradiata dalla shell di polvere e che l'energia totale emessa dalla stella fosse aumentata di un fattore 2.5 in questo arco temporale. Si è infine messo in evidenza come V4334 Sgr sia, tra tutti i "final He flash objects", quello con la più rapida evoluzione. Naturalmente tale stella e la nebulosa ad essa associata sono stati oggetto di estesi studi, rivolti principalmente a monitorare l'output energetico della nebulosa planetaria (il cui "motore" centrale è ora spento), nonché l'evoluzione chimica degli strati superficiali della stella.

Microlensing Events

Abbiamo pubblicato il [primo lavoro spettroscopico](#) di un evento di microlensing in direzione del bulge galattico, da una fase prossima al massimo di luce fino alla fase di post-amplificazione. Il confronto degli spettri alle varie fasi non mostra

infatti variazioni significative, comprovando così per la prima volta che l'aumento di luminosità fosse dovuto ad un fenomeno di lente gravitazionale.

Nebulose Planetarie:

Studio spettroscopico ad alta risoluzione mediante tecnica innovativa

Si sono osservate spettroscopicamente alcune PNe ad alta risoluzione spettroscopica con i telescopi di Cima Ekar, TNG e NTT. Queste osservazioni unite ad immagini a banda stretta (e.g. $H_\alpha + [NII]$), hanno permesso di studiare le condizioni fisiche, le abbondanze chimiche, il campo di velocità e la morfologia in **3-D** di questi oggetti (e.g. [Benetti et al 2003](#)).

Lavoro di servizio

In quest'ultimo paragrafo voglio soffermarmi su un ultimo aspetto, quello riguardante il mio impegno per la strumentazione di Cima Ekar (Asiago). Il resto del mio lavoro di servizio alla comunità, non meno importante, è riassunto in altre parti del mio CV. La [strumentazione di Cima Ekar](#) comprende anche il [telescopio Copernico](#) che è il telescopio più grande su suolo italiano. L'output scientifico della strumentazione della stazione è ancora competitivo a livello internazionale (mediamente produce ~ 25 lavori su riviste con revisione per anno!). Questo è possibile solamente perchè c'è un gruppo di persone motivate che vi lavorano e perchè le direzioni che si sono susseguite nel corso degli anni hanno sempre mantenuto un flusso di risorse economiche per tenere aggiornata la strumentazione e le modalità di osservazione. In particolare si è proceduto alla remotizzazione delle osservazioni, poi alla robotizzazione del [telescopio Schmidt](#) proprio per accrescere la sicurezza degli osservatori notturni (non più costretti ad affrontare il tragitto per Cima Ekar su strade spesso al limite della praticabilità durante i mesi invernali e notti solitarie in una control room lontana dai centri abitati) e per accrescere la produzione scientifica dei telescopi, in particolare dello Schmidt grazie alla sua robotizzazione. Questa più che positiva esperienza ci ha fornito lo slancio per avviare i lavori di robotizzazione del telescopio Copernico e dello spettrografo [AFOSC](#), anche per la parte che concerne la spettroscopia, con la messa in fenditura automatica dei target di osservazione. Il goal è quello di essere operativi già nella prima metà del prossimo anno!

Le informazioni contenute in questa estensione del "curriculum vitae et studiorum" sono rese sotto la personale responsabilità del sottoscritto, ai sensi degli articoli 46 e 47 del Decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, numero 445, e successive modifiche ed integrazioni, consapevole della responsabilità penale prevista dall'articolo 76 del medesimo Decreto per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci.

Padova, 23 febbraio 2023