

Sviluppo e Produzione dei ricevitori in Banda 2 per ALMA

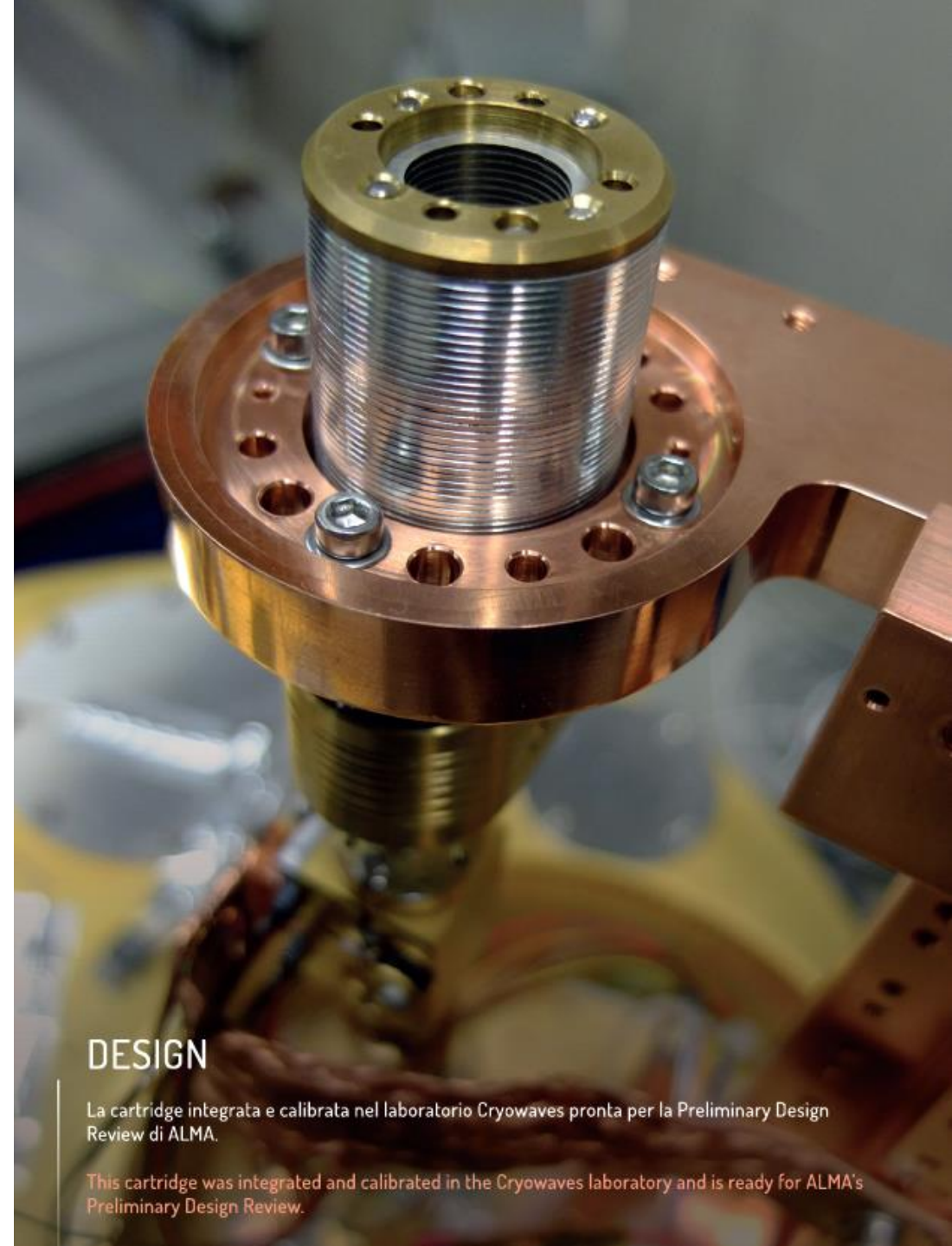
Presentato da Fabrizio Villa

OAS – Bologna

Scheda INAF: ALMAB2



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA



DESIGN

La cartridge integrata e calibrata nel laboratorio Cryowaves pronta per la Preliminary Design Review di ALMA.

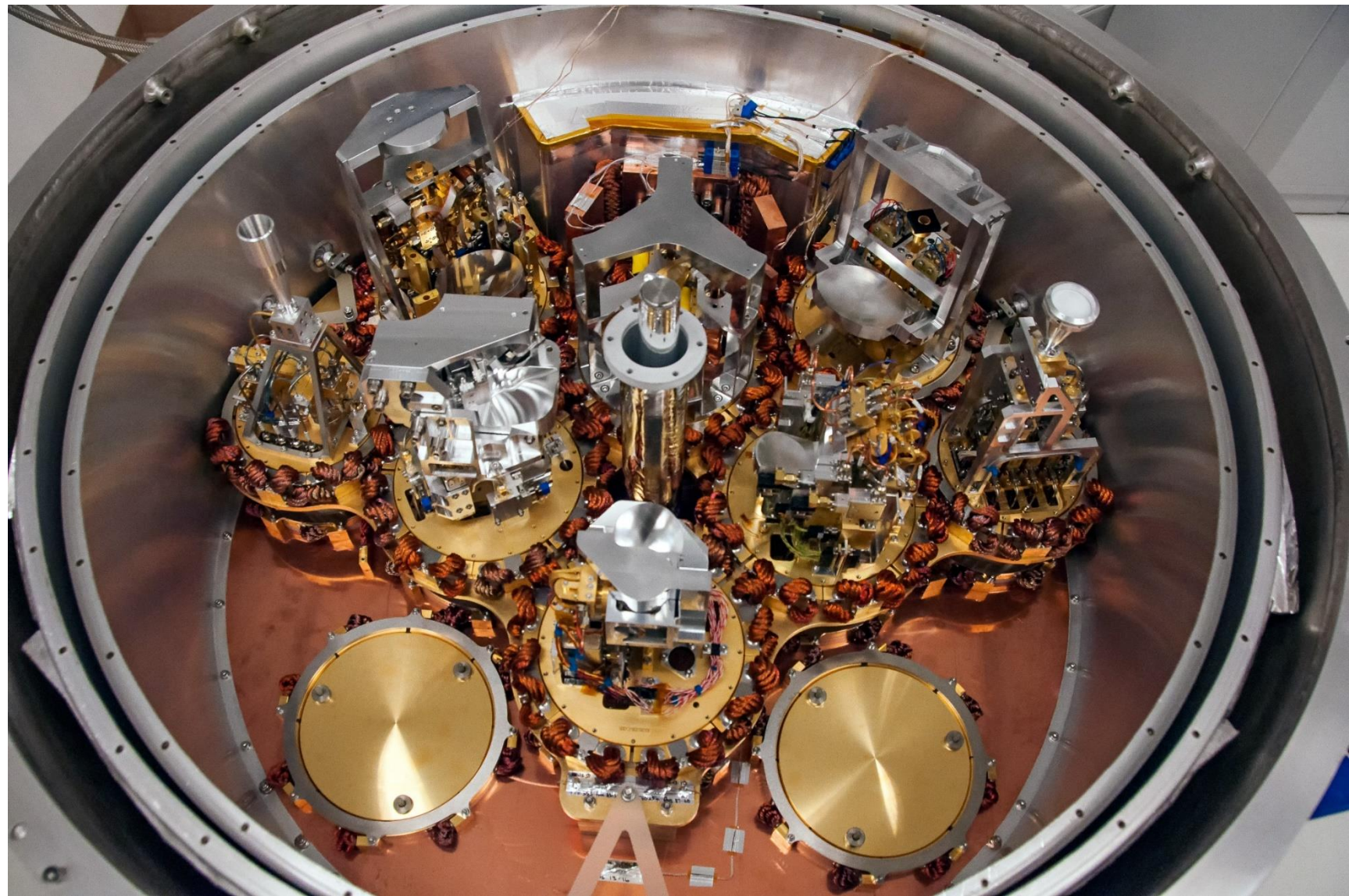
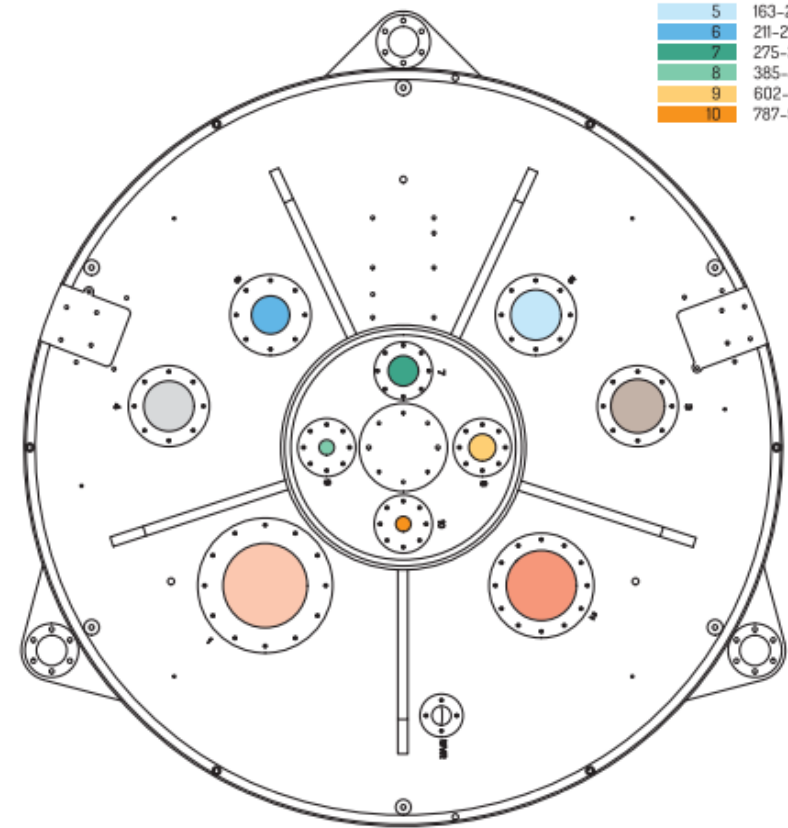
This cartridge was integrated and calibrated in the Cryowaves laboratory and is ready for ALMA's Preliminary Design Review.

An aerial photograph of the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) in a desert landscape. The image shows numerous white, circular radio telescope dishes arranged in a grid-like pattern across a vast, arid, brownish terrain. The dishes are mounted on tall, dark structures. The ground is uneven with visible tire tracks and some small, low-lying buildings or structures scattered around the array. The overall scene is a high-altitude, dry environment typical of the Atacama Desert.

**Atacama Large
Millimeter/submillimeter
Array:** osservare l'universo
oscuro per svelare l'origine
del cosmo e della vita

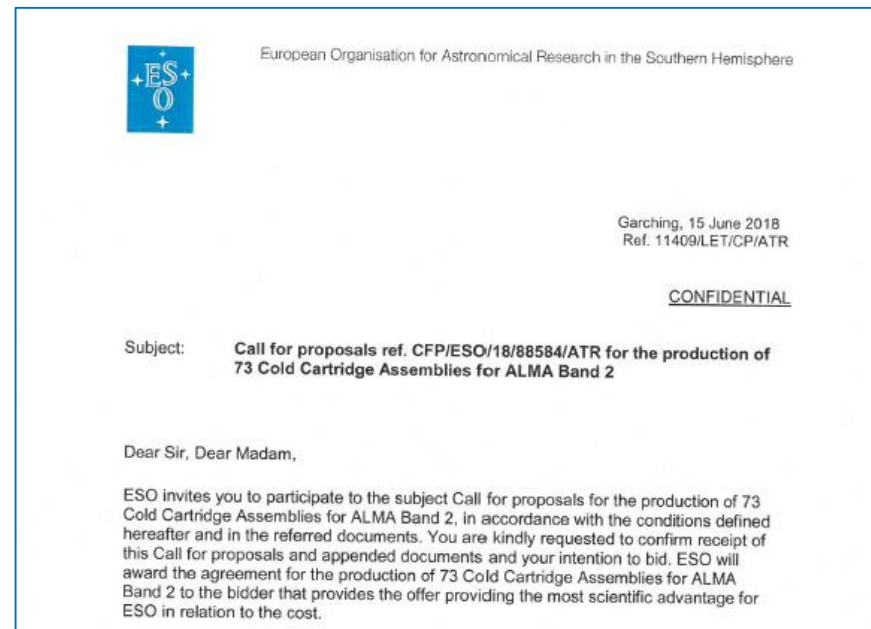
IALMA

BANDA	GHz
1	35-50
2	65-90
3	84-116
4	125-163
5	163-211
6	211-275
7	275-373
8	385-500
9	602-720
10	787-950



Obiettivo del progetto

- sviluppo, la produzione, la verifica e la consegna di 73 unità del ricevitore criogenico (CCA - Cold Cartridge Assembly) in band 2 per ALMA
 - Completamento dell'osservatorio ALMA che, grazie alla banda 2 sarà nel pieno delle sue capacità osservative
- sviluppo del caso scientifico per le osservazioni di ALMA in questa banda di osservazione (67-116 GHz)
 - Essere pronti per i *proposal* osservativi quando la banda 2 sarà operativa
- Periodo di riferimento della scheda **2014 – 2025**
- Strutture INAF coinvolte: **OAS-Bologna OAA-Arcetri**



Contract Signed for New ALMA Receivers

ALMA expands its grasp to study molecules in the Universe

24 April 2020



The contract has been signed for the production of the final set of receivers to be installed on the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). ALMA, in which ESO is a partner, observes the Universe at a range of radio wavelengths in the millimetre and submillimetre regions of the electromagnetic spectrum. Each one of ALMA's 66 antennas is equipped with a number of highly sensitive radio-wave receivers, each receptive to a particular range of wavelengths. The new receivers, called Band 2 receiver cartridges, will allow ALMA to detect wavelengths in the range 2.6 to 4.5 mm.

ALMA banda 2 Walkthrough



ALMA Memo 612

ALMA BOARD

ALMA EDM Document	AEDM 2018-017-O
Distribution	Ordinary Session

Banda 2 (67-116 GHz)

Progettazione per produzione

Critical design Review (CDR)

Pre-produzione
produzione

Banda 2+3 (67-116 GHz)

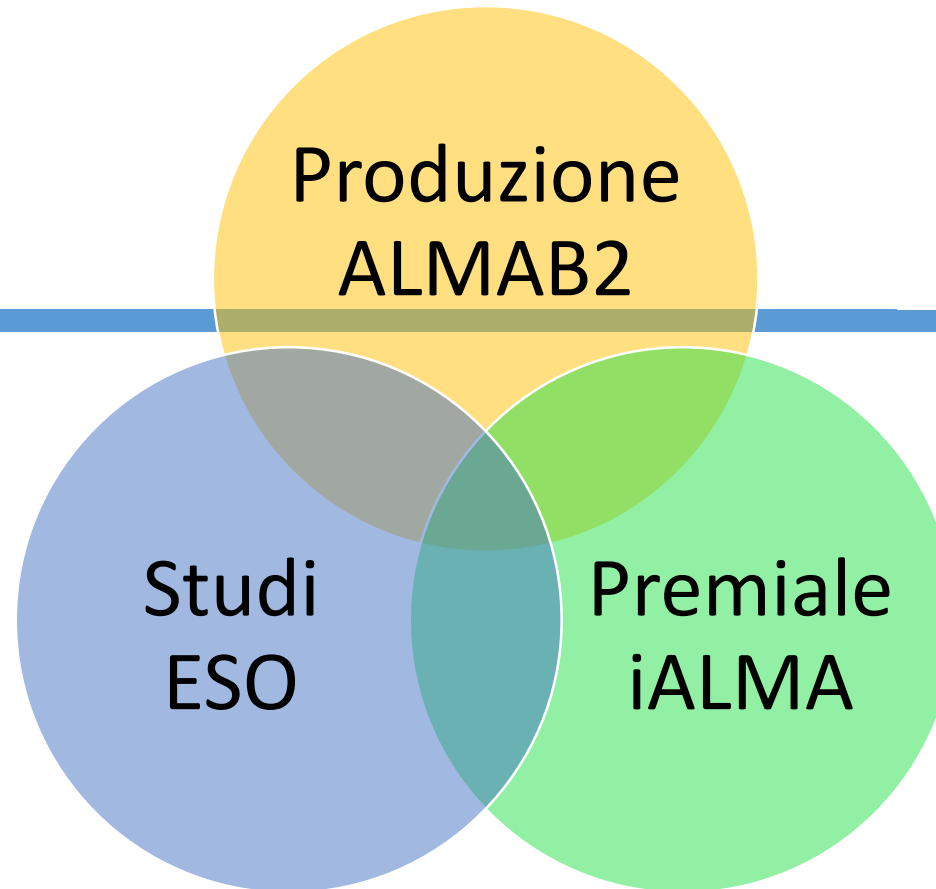
Banda 2 (67-90 GHz)

Studi di Fattibilità

Sviluppo prototipi componenti

Prototipazione ricevitore

Preliminary Design Review (PDR)



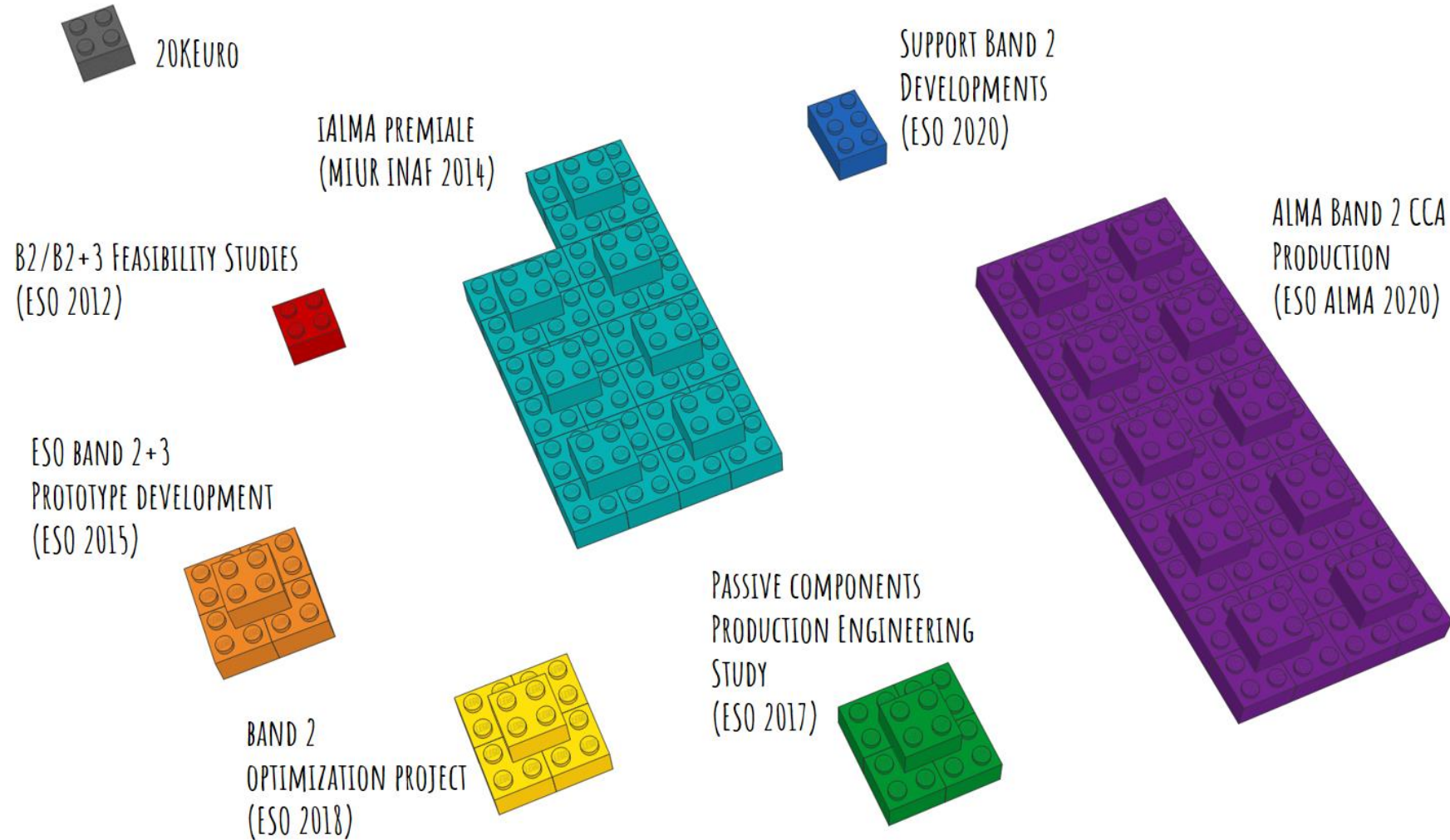
Subject: The ALMA Development Roadmap

Authors: J. Carpenter, D. Iono, L. Testi, N. Whyborn, A. Wootten, N. Evans
(The ALMA Development Working Group)

Purpose of Document: To provide a public version of the ALMA Development Roadmap

Status: Approved by the Board by written procedure pursuant Art. 11 of the Board's Rules of Procedure

Fondi ricevuti per attività in INAF

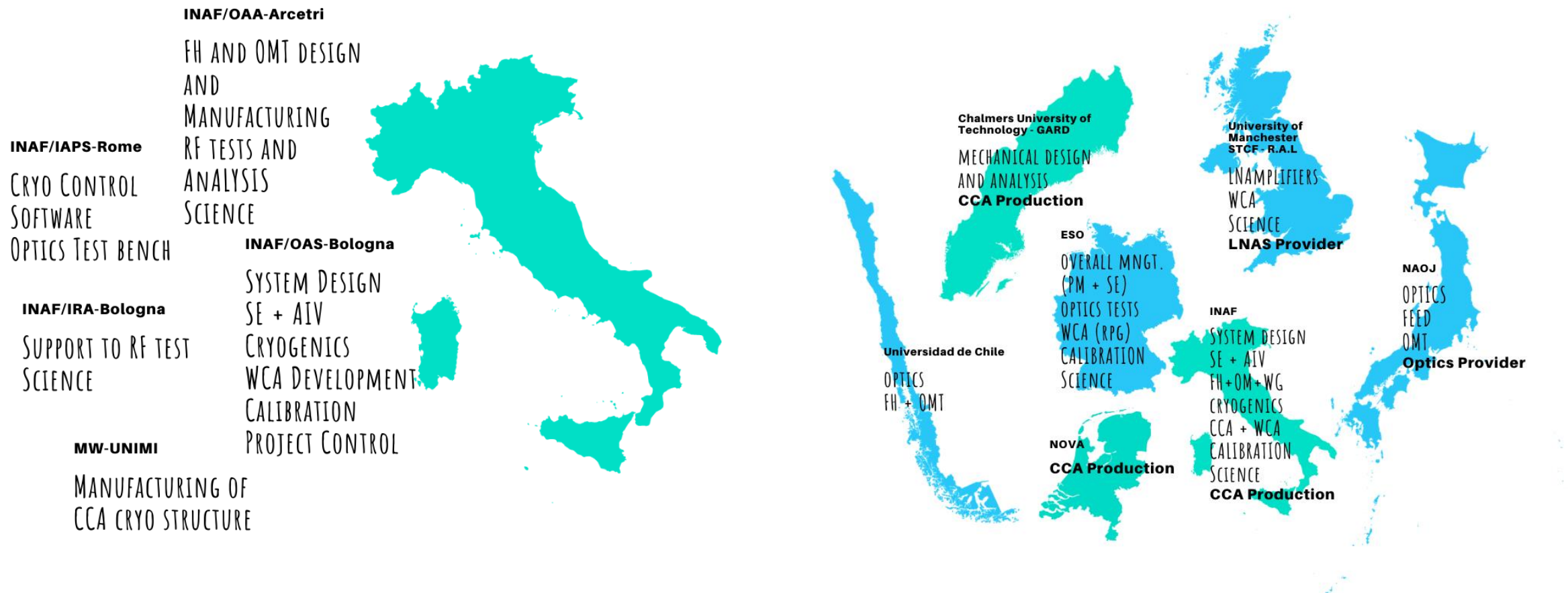


Distribuzione geografica e competenze

iALMA

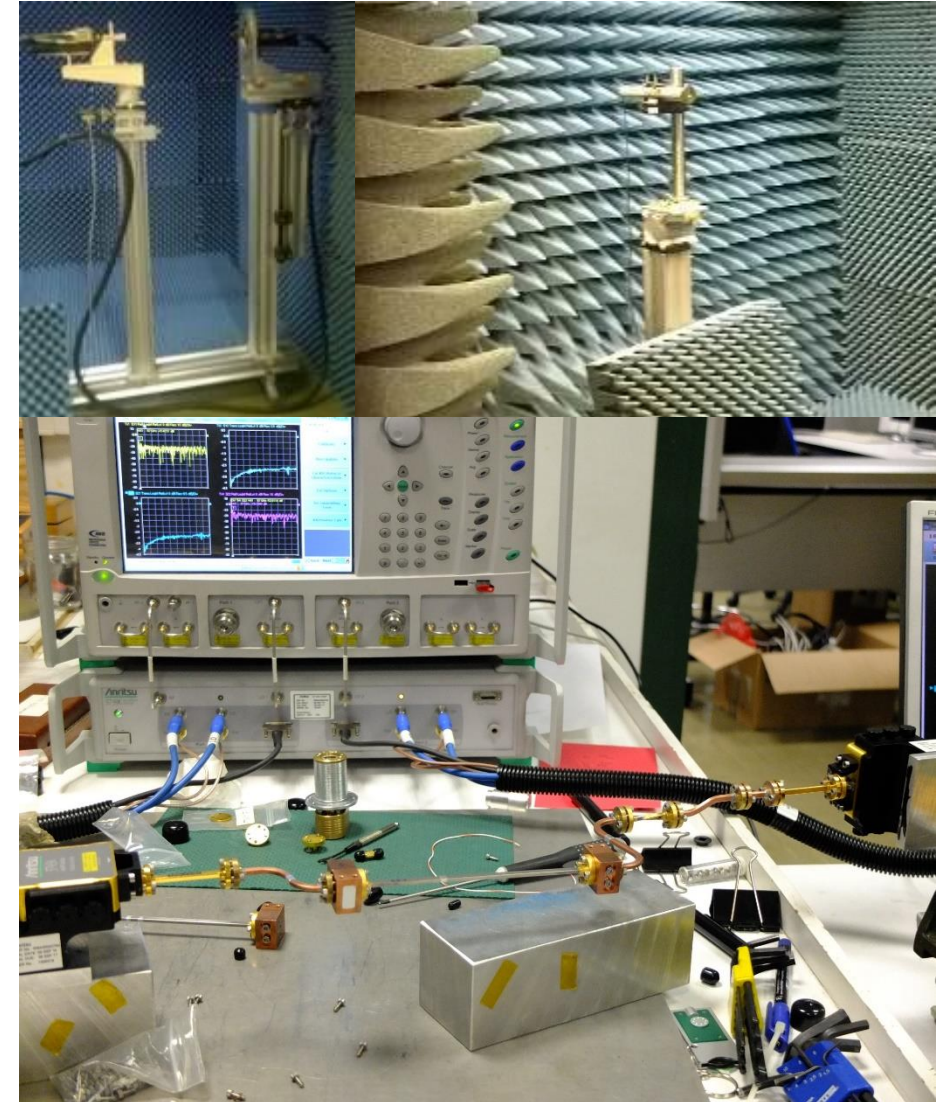
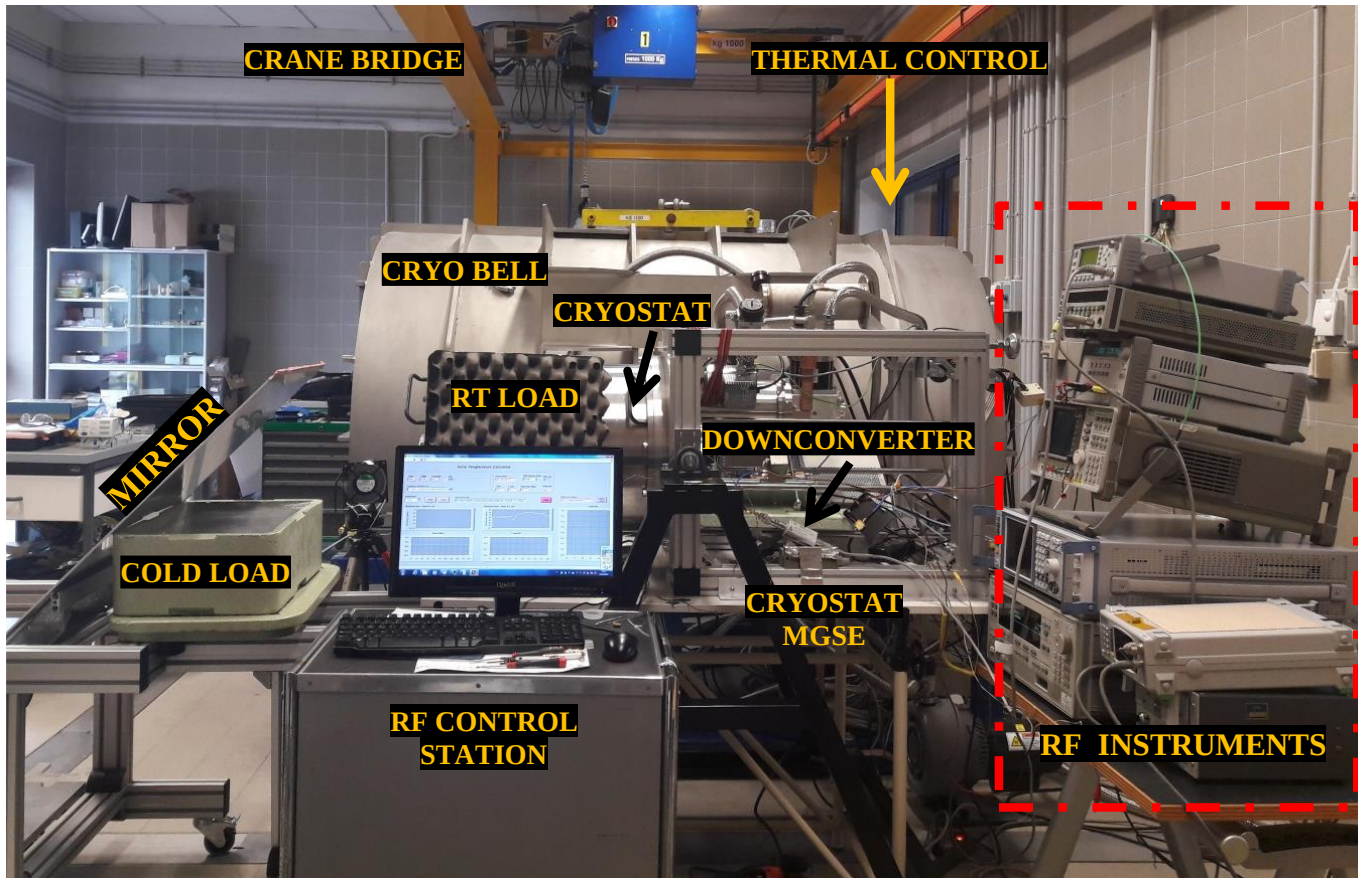


Band 2 dev. and prod.

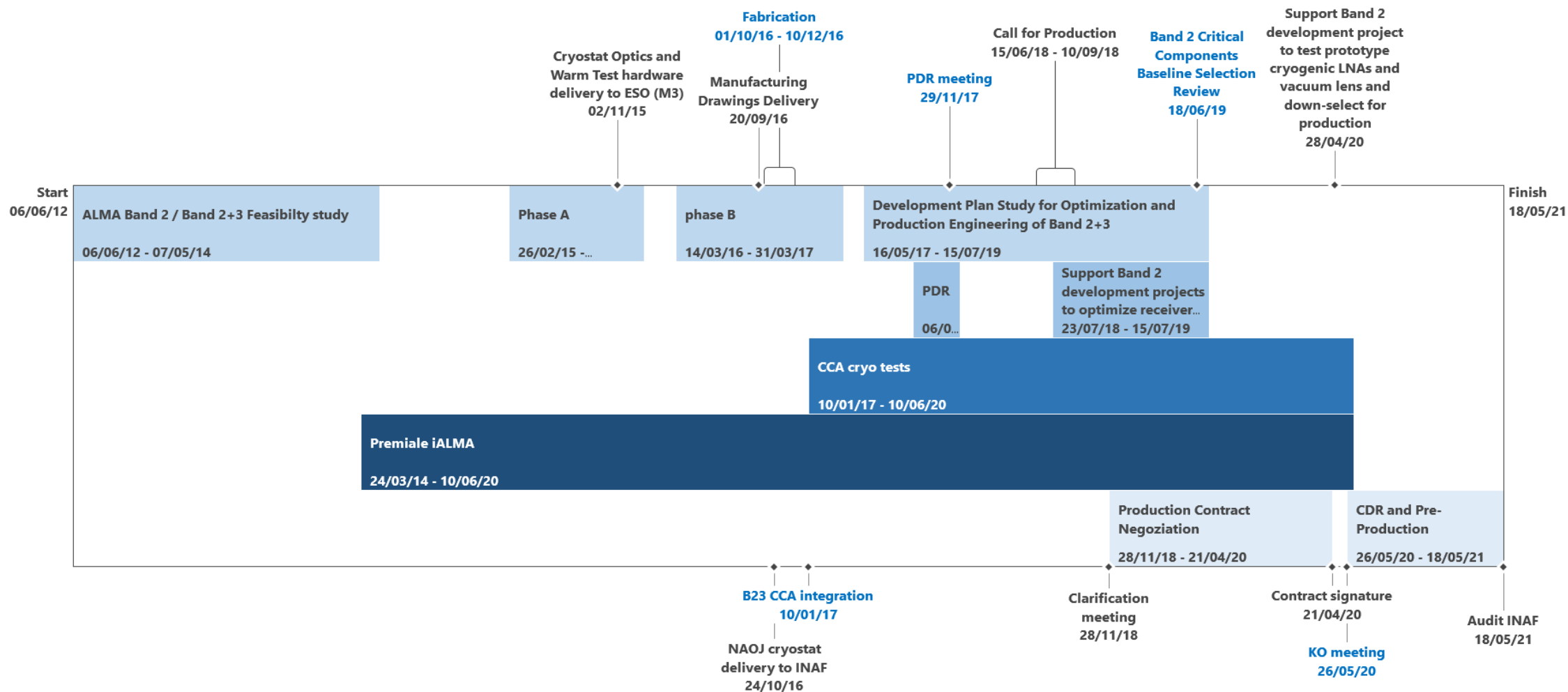


facility INAF

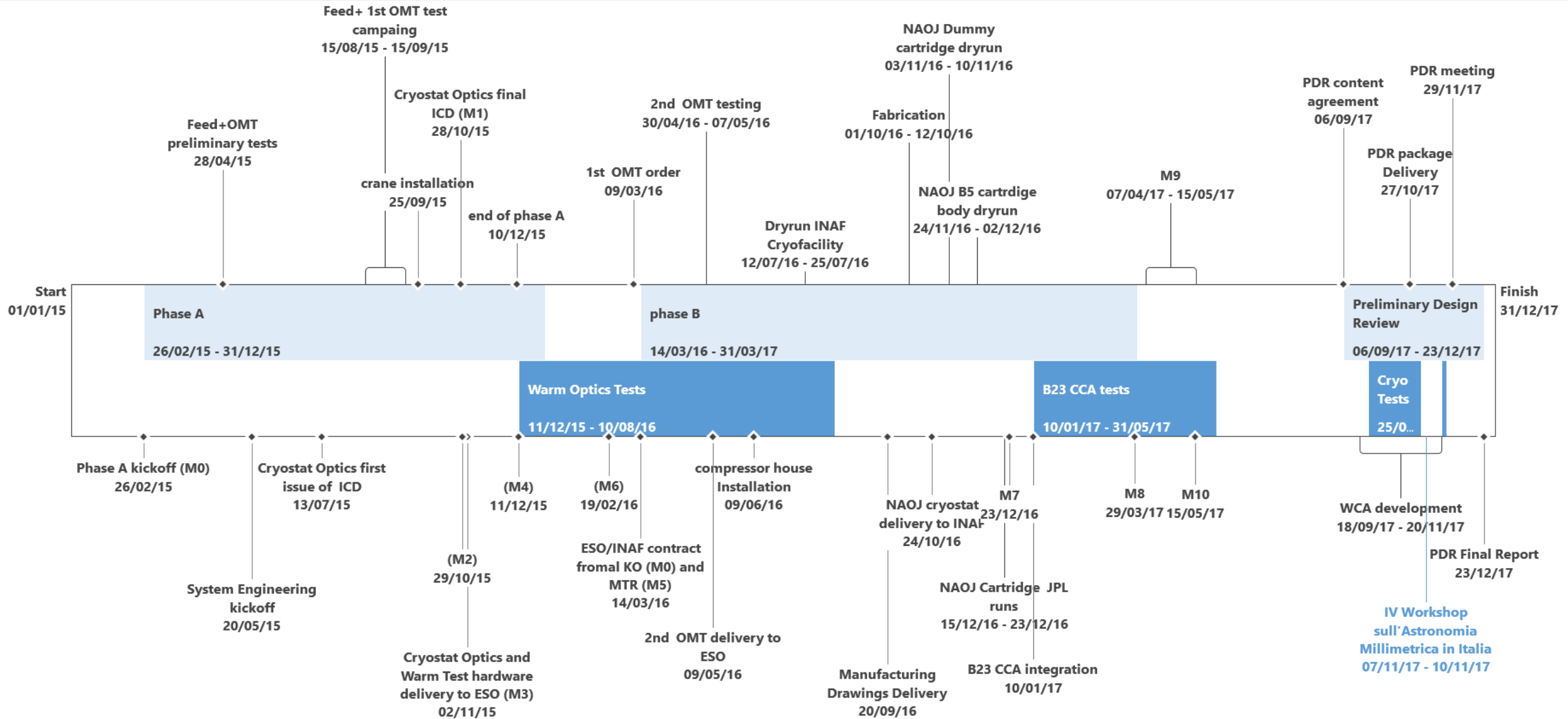
RF lab OAA - Arcetri
cryowaves LAB OAS - Bologna



Timeline ad alto livello



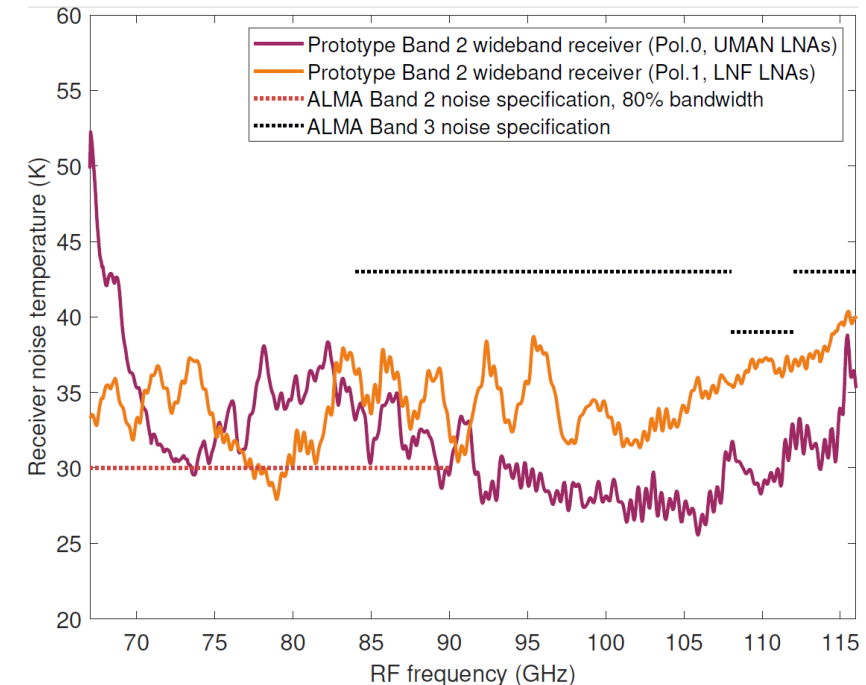
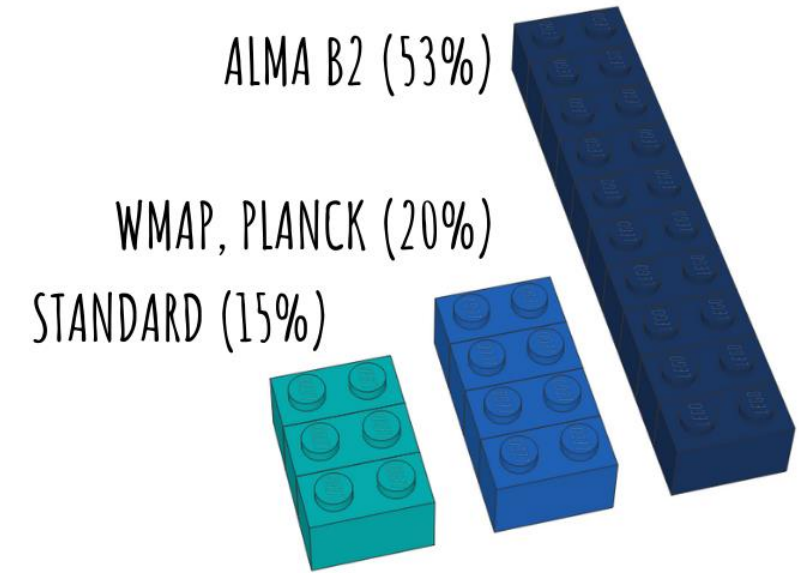
Timeline Sviluppo e prototipo (iALMA + Studi ESO)

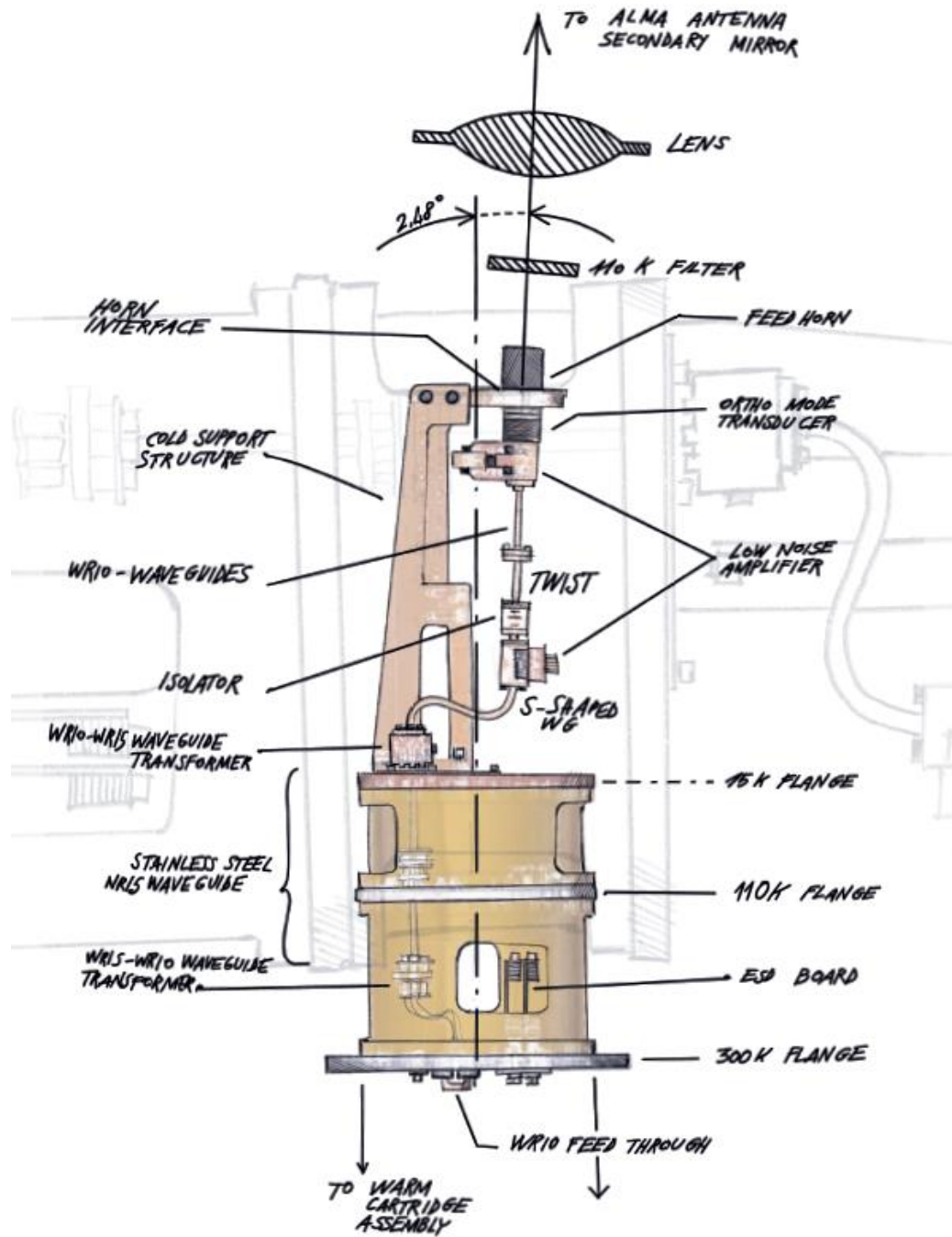


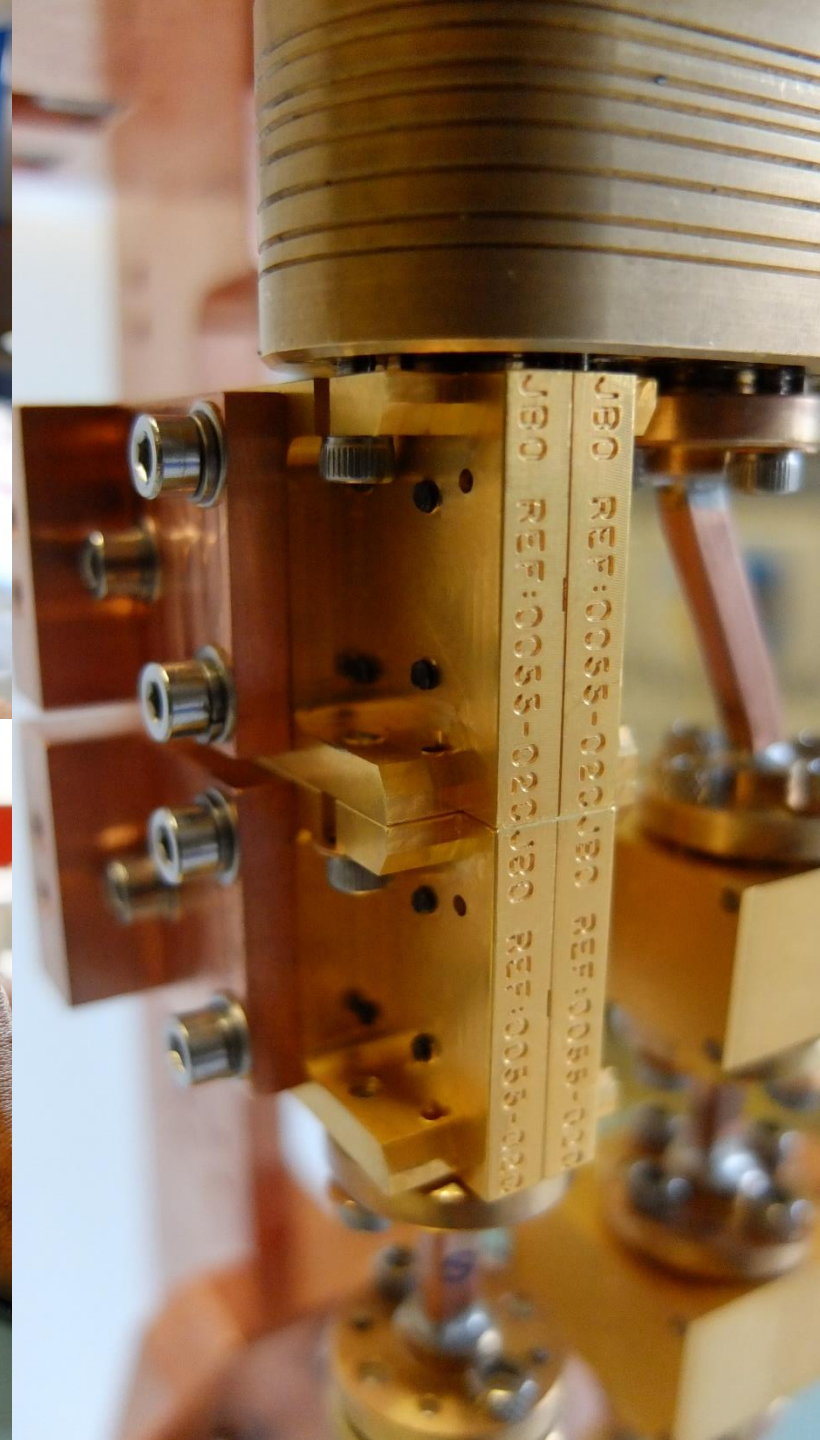
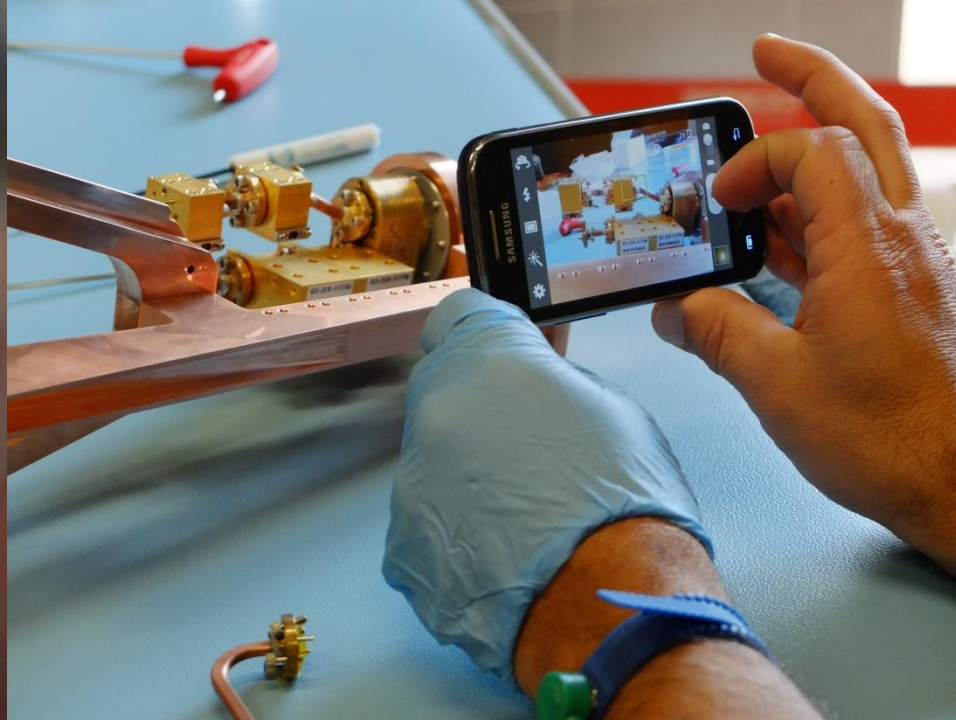
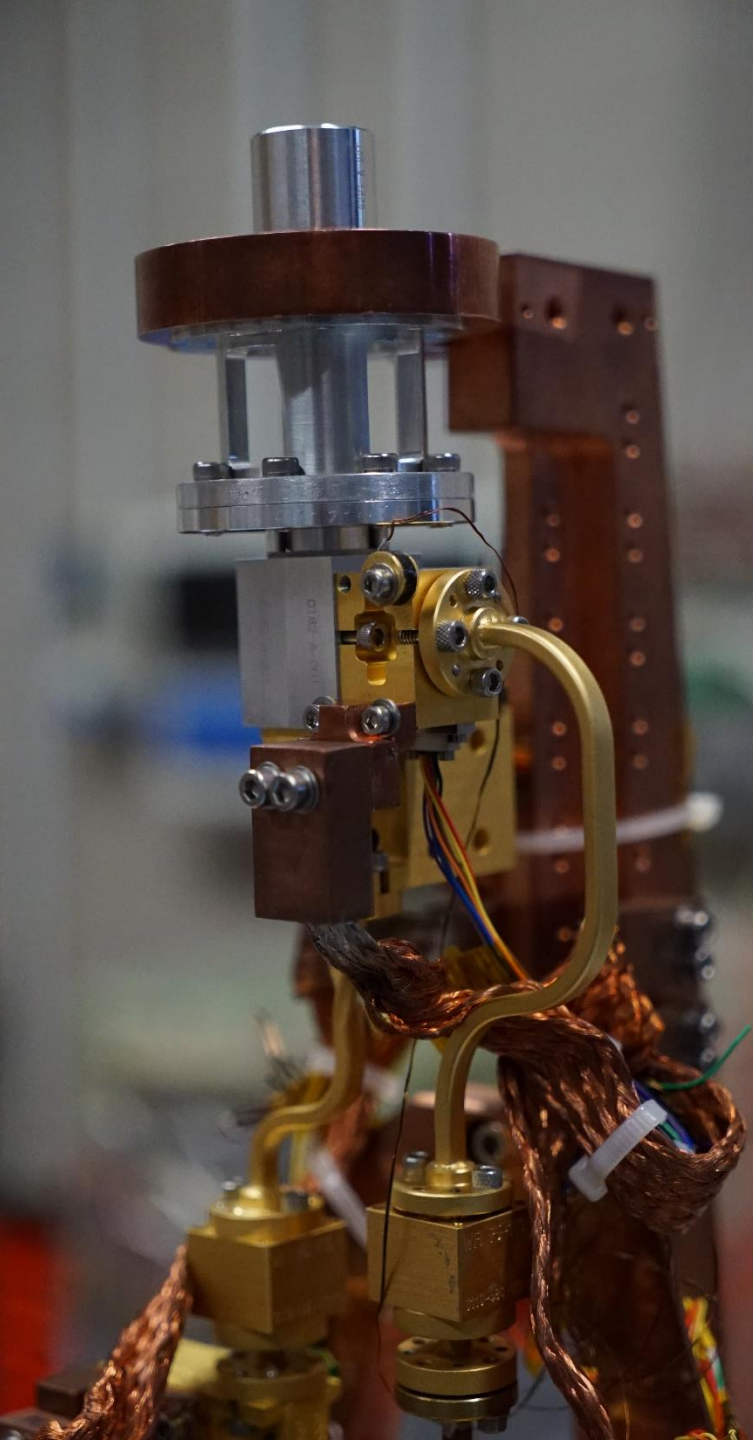
Una scommessa tecnologica

- Gli sviluppi di ALMA B2(+3) hanno permesso di ottenere un ricevitore **record mondiale** in termini di **larghezza di banda e basso rumore**
- La dimostrazione della fattibilità di ottenere bande di frequenza così larghe apre una **nuova frontiera** per ALMA (studi paralleli per upgrade di altri ricevitori) e oltre
- **Nuove opportunità** in campo delle osservazioni astrofisiche con tecnologie di radiometria coerente (radio, microonde, millimetrico)

Wideband 67–116 GHz receiver development for ALMA Band 2
P. Yagoubov, et al., A&A, 634 (2020) A46
DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201936777>

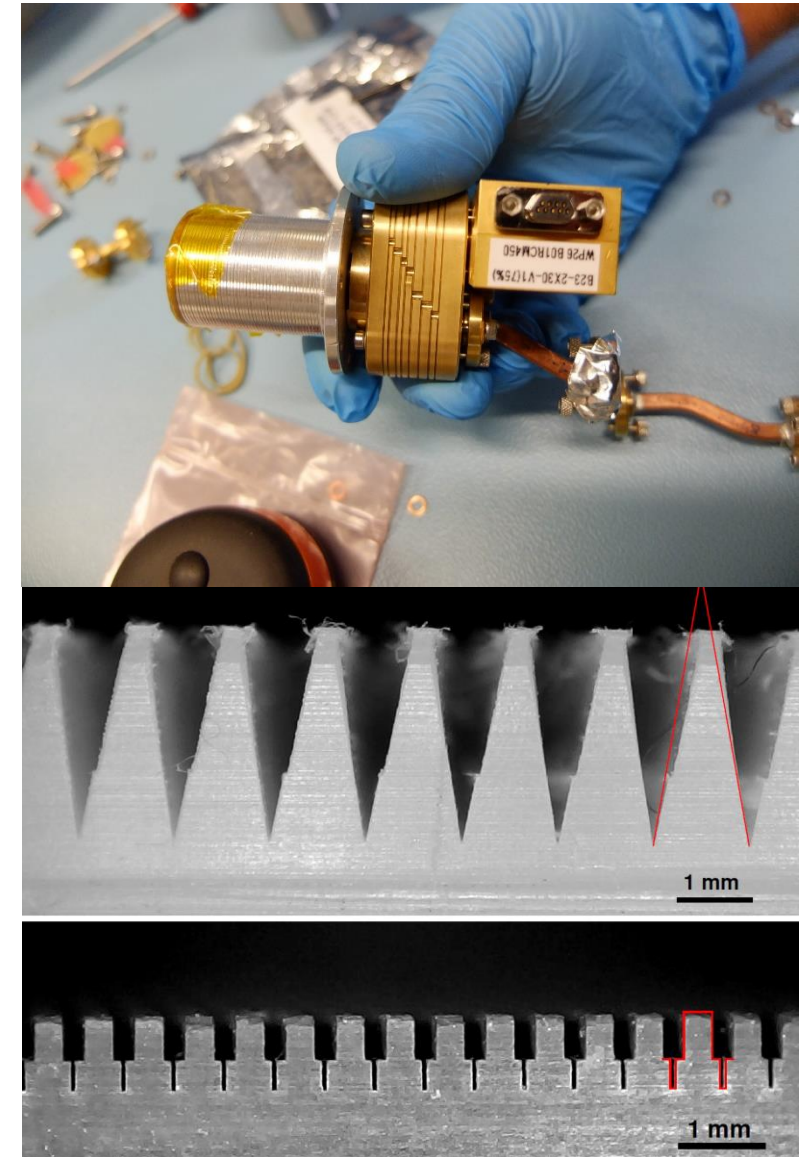






Aspetti tecnologici del progetto

- Sviluppo di componenti passivi in banda ultra-larga (INAF ruolo fondamentale, NAOJ, Univ. Chile)
- Sviluppo di lenti in HDPE, UHMW-PE e silicio (NAOJ, Univ Chile, ESO)
- Sviluppo di filtri per sistemi criogenici (Univ. Chile, ESO)
- Sviluppo di amplificatori a bassissimo rumore e a banda ultra-larga (UMAN, LNF)
- AIV e ottimizzazione (INAF, ESO)



Scienza con la banda 2 estesa (67-116 GHz)

- **Rilevazione e Osservazioni di Molecole organiche complesse (COM)**
 - Tracciamento della Glicina in sistemi planetari simili al nostro
- **Caratterizzazione di gas denso e freddo nell'evoluzione di galassie vicine**
- **Contributo alla fisica dei buchi neri (Event Horizon Telescope)**
- **Formazione Stellare a piccole scale**
 - (emissioni molecolari – maser)

arXiv.org > astro-ph > arXiv:1509.02702 Search... Help | Advanced

Astrophysics > Instrumentation and Methods for Astrophysics

[Submitted on 9 Sep 2015 (v1), last revised 11 Sep 2015 (this version, v2)]

Italian Science Case for ALMA Band 2+3

M. T. Beltran (1), E. Bianchi (1), J. Brand (2), V. Casasola (1), R. Cesaroni (1), C. Codella (1), F. Fontani (1), L. Gregorini (3), G. Guidi (1), L. Hunt (1), E. Liuzzo (2), A. Marconi (4), M. Massardi (2), L. Moscadelli (1), R. Paladino (2), L. Podio (1), I. Prandoni (2), K. L. J. Rygl (2), V. Rivilla (1), L. Testi (1, 5), ((1) INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze, (2) INAF-Istituto di Radioastronomia, Bologna, (3) Università di Bologna, Bologna, (4) Università di Firenze, Firenze, (5) European Southern Observatory, Garching bei Munchen)

arXiv.org > astro-ph > arXiv:1602.02414 Search... Help | Advanced

Astrophysics > Instrumentation and Methods for Astrophysics

[Submitted on 7 Feb 2016 (v1), last revised 6 May 2020 (this version, v3)]

The Science Case for ALMA Band 2 and Band 2+3

G. A. Fuller (1), A. Avisa (1), M. Beltran (2), V. Casasola (3), P. Caselli (4), C. Cicone (5), F. Costagliola (6), C. De Breuck (7), L. Hunt (2), I. Jimenez-Serra (12), R. Laing (7), S. Longmore (8), M. Massardi (3), T. Mroczkowski (7), R. Paladino (3), S. Ramstedt (9), A. Richards (1), L. Testi (2,7,10), D. Vergani (11), S. Viti (12), J. Wagg (13) ((1) Jodrell Bank Centre for Astrophysics and UK ALMA Regional Centre Node, School of Physics and Astronomy, University of Manchester, Manchester, UK, (2) INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze, Italy, (3) INAF - IRA & Italian ALMA Regional Centre Bologna, Italy, (4) Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching, Germany, (5) Cavendish Laboratory, University of Cambridge & Kavli Institute for Cosmology, University of Cambridge, Cambridge, UK, (6) Instituto de Astrofísica de Andalucía, Granada, Spain, (7) European Southern Observatory (ESO), Garching, Germany, (8) Astrophysics Research Institute, Liverpool John Moores University, Liverpool, UK, (9) Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Uppsala, Sweden, (10) Excellence Cluster Universe, Garching, Germany, (11) INAF Osservatorio Astronomico di Bologna, Bologna, Italy, (12) Department of Physics and Astronomy, University College London, London, UK, (13) Square Kilometre Array Organisation, Cheshire, UK)

A&A 634, A46 (2020)
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/201936777>
© ESO 2020

**Astronomy
& Astrophysics**

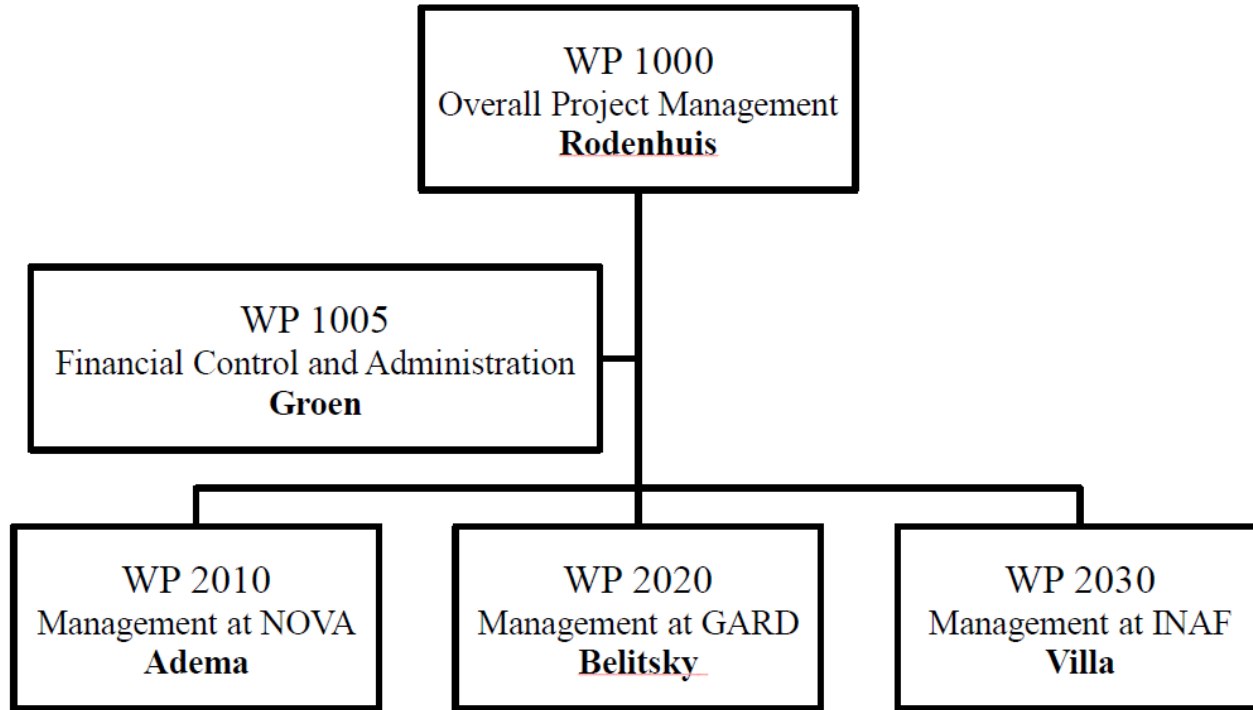
Wideband 67–116 GHz receiver development for ALMA Band 2

P. Yagoubov¹, T. Mroczkowski¹, V. Belitsky², D. Cuadrado-Calle^{3,4}, F. Cuttaia⁵, G. A. Fuller³, J.-D. Gallego⁶, A. Gonzalez⁷, K. Kaneko⁷, P. Mena⁸, R. Molina⁸, R. Nesti⁹, V. Tapia⁸, F. Villa⁵, M. Beltrán⁹, F. Cavaliere¹⁰, J. Ceru¹¹, G. E. Chesmore¹², K. Coughlin¹², C. De Breuck¹, M. Fredrixon², D. George⁴, H. Gibson¹¹, J. Golec¹², A. Josaitis¹², F. Kemper^{1,13}, M. Kotiranta¹⁴, I. Lapkin², I. López-Fernández⁶, G. Marconi¹, S. Mariotti¹⁵, W. McGinn^{3,4}, J. McMahon¹², A. Murk¹⁴, F. Pezzotta¹⁰, N. Phillips¹, N. Reyes⁸, S. Ricciardi⁷, M. Sandri⁷, M. Strandberg², L. Terenzi⁵, L. Testi¹, B. Thomas¹¹, Y. Uzawa⁷, D. Viganò¹⁰, and N. Wadefalk¹⁶

Scienza con la banda 2 estesa (67-116 GHz)

- Effetto Sunyaev–Zeldovich
- Survey e studi di oggetti extragalattici ad alto redshift
- Scienza extragalattica nell' Universo Locale
- Complessità molecolare/chimica nella nostra Galassia
- Dischi protoplanetari
- Dipendenza spettrale e component separation del continuo a bassa frequenza
- Osservazioni Solari
- Fisica del sistema solare

Organizzazione del TEAM (produzione)



Le attività e il manpower INAF sono state ‘confezionate’ tenendo conto del contesto INAF / Italia

- Una produzione richiede un approccio tecnico/amministrativo di stile ‘industriale’ (flessibilità)
- Procurement limitato alla strumentazione dei laboratori

Memorandum of Understanding on the production, verification and delivery of

Band 2 receiver cartridges for the

Atacama Large Millimeter-submillimeter Array (ALMA)

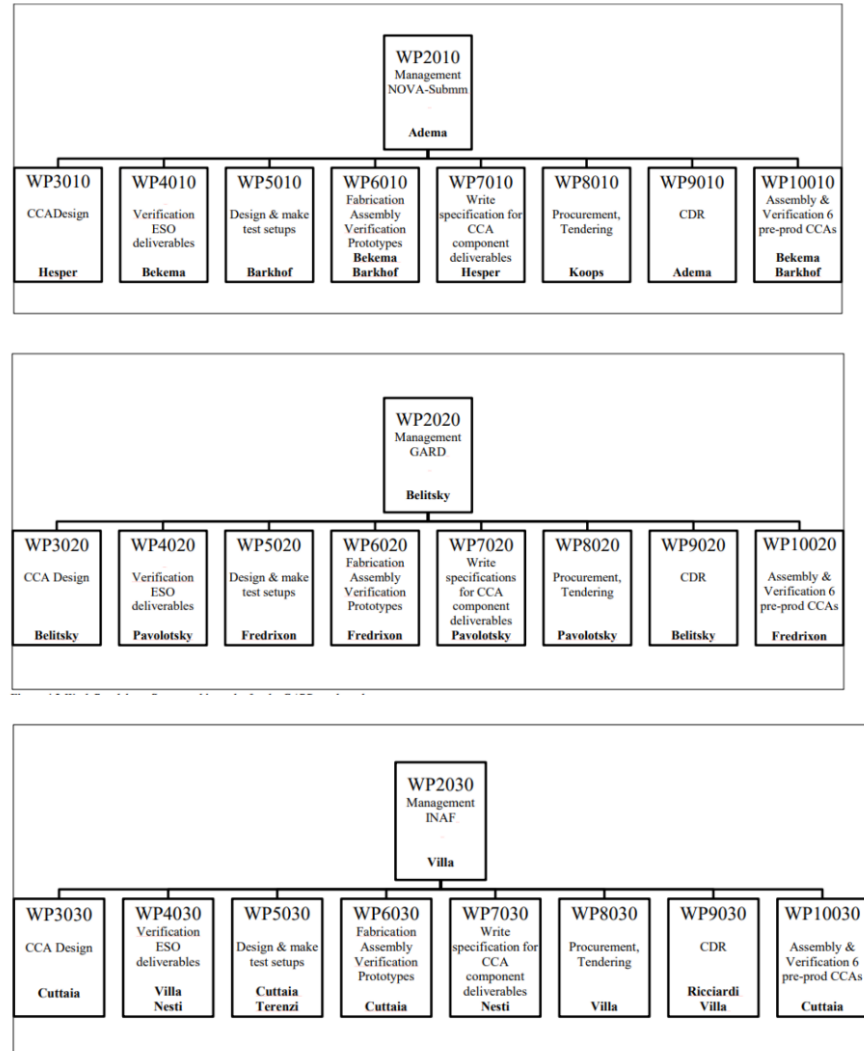
May 25th 2020

BETWEEN

- **Nederlandse Onderzoekschool Voor Astronomie (NOVA)**, NOVA Office, J.H. Oort Building, Niels Bohrweg 2, 2233CA Leiden, The Netherlands, legally represented by the Universiteit Leiden (UL), hereafter referred to as Contractor represented by its executive director of NOVA, Dr. Ronald Stark;
- **Group for Advanced Receiver Development (GARD)**, the instrumentation division of Onsala Space Observatory, Swedish National Radio Astronomy Facility, Gothenburg, Sweden, legally GARD OSO is represented by Chalmers tekniska högskola AB (Gothenburg) and supported by the Swedish Research Council;
- **INAF**: the Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna (INAF-OAS) and INAF-OAA – Osservatorio Astrofisico di Arcetri, under the scientific responsibility of Fabrizio Villa, senior researcher at INAF-OAS, and legally represented by INAF (Istituto Nazionale di AstroFisica), the Italian National Institute for Astrophysics in the person of President of INAF, Prof. Nicolò D’Amico,

Organizzazione del lavoro (produzione)

CDR + Pre-Prod.



Fase di Produzione

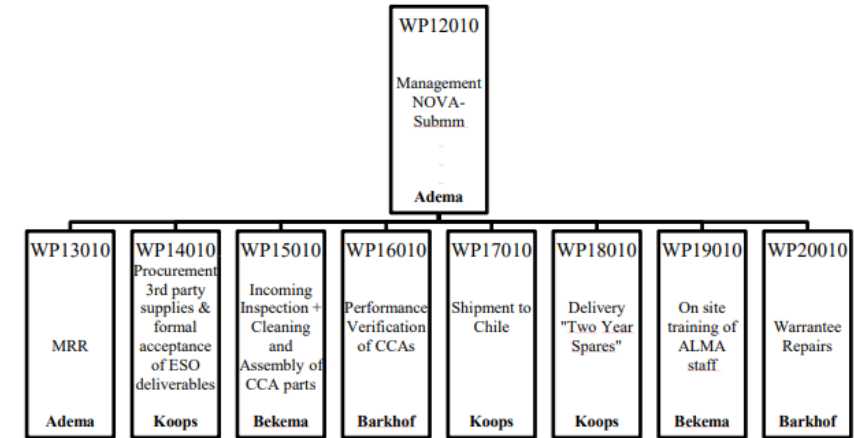


Figure 5.2 Work Breakdown Structure for NOVA work packages.

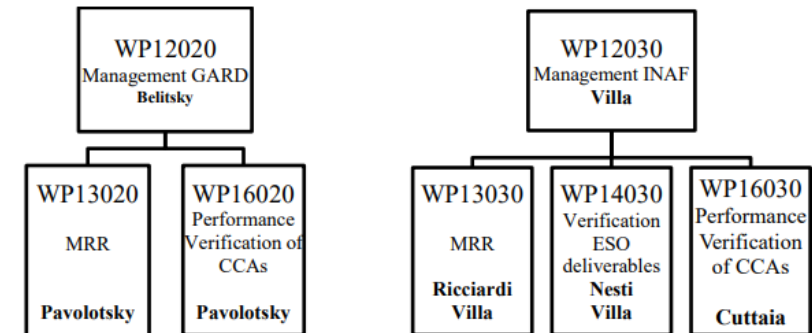


Figure 5.3 Work Breakdown Structure for GARD work packages.

Figure 5.4 Work Breakdown Structure for INAF work packages.

Team ed FTE

- Inviluppo complessivo FTE INAF da inizio a fine attività: **11**
- Stima FTE a tempo indeterminato da inizio a fine attività: **9**
- Stima inviluppo complessivo FTE: **27**

- Stima FTE nel triennio 2021-2023: **3.95**

- Il team riportato nella scheda e' **riferito** solamente **al contratto in corso** di produzione delle 73 cartridge e riflette il **manpower accordato in fase contrattuale** e firmato da INAF.

15. Personale INAF coinvolto

#	Nome	E-mail	Struttura	TI	Qualifica	Ruolo nel Progetto	FTE Impegnate (2021/22/23)	FTE Potenziali (2021/22/23)	Extra	
1	fabrizio.villa	fabrizio.villa@inaf.it	OAS BOLOGNA	Y	PRIMO RICERCATORE	PI and Program Manager	[0.4, 0.3, 0.4]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
2	luca.terenzi	luca.terenzi@inaf.it	OAS BOLOGNA	Y	RICERCATORE	Cryogenic Engineer	[0.1, 0.1, 0.1]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
3	francesco.cuttaia	francesco.cuttaia@inaf.it	OAS BOLOGNA	Y	PRIMO RICERCATORE	AIV, Receiver Testing	[0.3, 0.35, 0.4]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
4	sara.ricciardi	sara.ricciardi@inaf.it	OAS BOLOGNA	Y	RICERCATORE	CDR organization, Documentation	[0.1, 0.1, 0.1]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
5	renzo.nesti	renzo.nesti@inaf.it	O.A. ARCETRI	Y	TECNOLOGO	RF engineer	[0.3, 0.3, 0.3]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
6	maura.sandri	maura.sandri@inaf.it	OAS BOLOGNA	Y	TECNOLOGO	RF simulations and software	[0.0, 0.0, 0.0]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
7	filomena.schiavone	schiavone@iasfbo.inaf.it	OAS BOLOGNA	Y	C.T.E.R.	Clean Room operator	[0.0, 0.0, 0.0]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓
8	maria.beltran	maria.beltran@inaf.it	O.A. ARCETRI	Y	RICERCATORE	science case development	[0.1, 0.1, 0.1]	[-1.0, -1.0, -1.0]	-1.0	✓

Leadership (produzione)

- **ruolo di leader nel trasferimento dell'expertise dalla fase di prototipazione alla fase di produzione.**
 - Gestione dei rapporti con ESO per quanto riguarda la verifica dei componenti RF, ad alto contenuto tecnologico, maggiormente critici nel determinare le performance dell'intero strumento
 - Gestione e partecipazione a *Working Group* tecnici
 - Simulazioni di antenne
 - ruolo derivante dall'esperienza acquisita sul prototipo del ricevitore in banda 2 sviluppato per la PDR.
- **INAF si occupa della definizione delle specifiche dei componenti critici**
 - garantire che la produzione dei ricevitori criogenici CCA possa soddisfare i requisiti stringenti imposti da ALMA
 - ottimizzazione delle performance dei singoli ricevitori sulla base dell'esperienza maturata nello sviluppo del prototipo in contesto iALMA

Obiettivi raggiunti (iALMA)

- Caso scientifico ben identificato
- Dimostrazione della tecnologia con prototipazione
- Preliminary Design Review superata con successo



Scarica la brochure descrittiva del progetto
iAlma

		
Atacama Large Millimeter / submillimeter Array		
European Band 2+3 Preliminary Design Review Report		
FEND-40.02.02.00-0058-A-REP		
Released		
2018-02-02		
Prepared By:		
Names	Organization/Role	Signature
Nick Whybom on behalf of the PDR Panel.	ALMA Observatory System Engineer & PDR chairman	 Digitally signed by Nick Whybom on behalf of the PDR Panel DN: cn=Nick Whybom, o=ALMA, ou=ALMA, email=nick.whybom@alma.observatory.ch, c=CH

“ The panel were impressed by the extensive work done by the Band 2+3 team in preparation for this review and the excellent results reported. A high degree of cooperation and a good atmosphere among the team members from the different groups was evident during the meeting. The panel appreciate the thorough and complete documentation provided for review by the Band 2+3 team, the rapid responses given to the RIDs raised, and the open discussion of issues during the meeting. ”

Obiettivi nel triennio 2021 - 2023

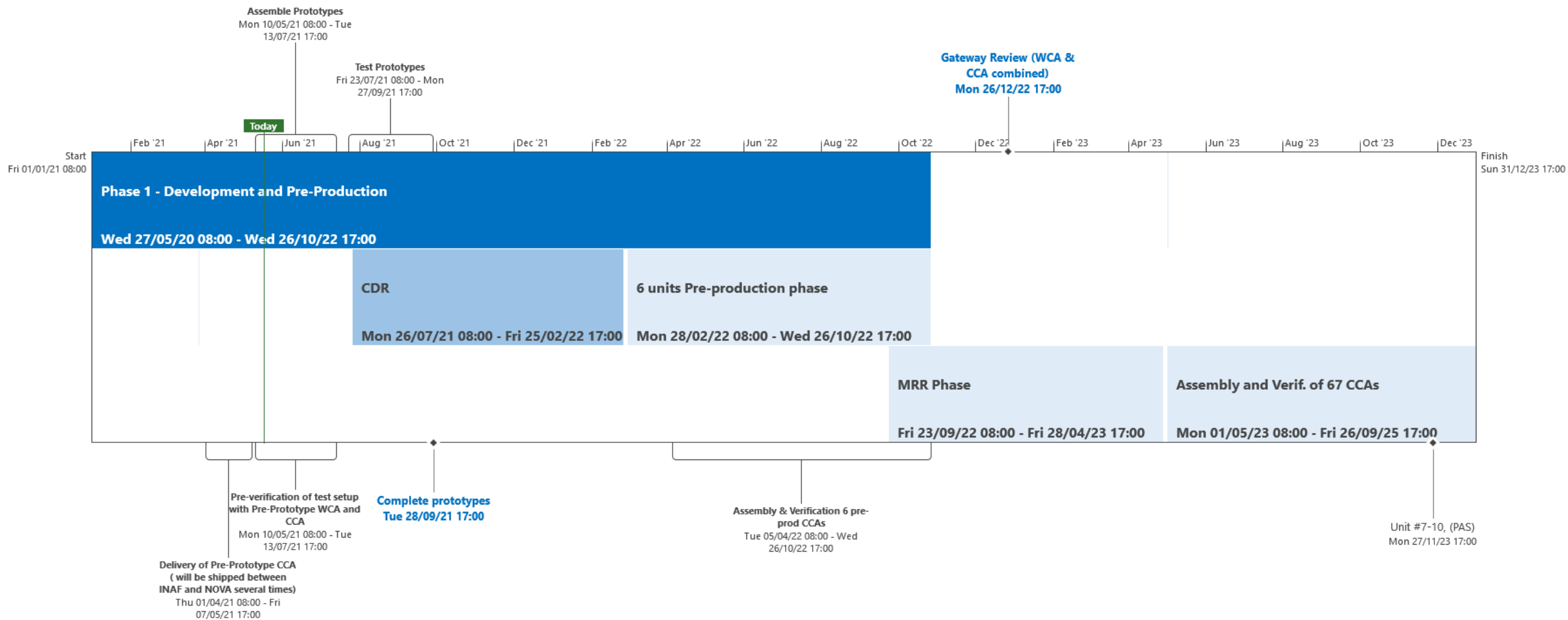
- **Obiettivi legati alle milestone di progetto**

- Superamento della Critical Design Review
- consegna di 6 cartridge di pre-produzione
- Superamento della Gate Review e della Manufacturing Readiness Review (MRR)
- Consegna di 4 cartridge di produzione

- **Obiettivi generali**

- Incremento della capacità di affrontare le fasi di produzione di progetti (tecnologie millimetriche)
- Miglioramento delle infrastrutture e la dotazione strumentale dei laboratori INAF,
- Miglioramento delle capacità di risposta futura a progetti con obiettivi challenging

Schedula triennio 2021 - 2023



Criticità I / 2

- **Competenze e ruoli**

- non ci sono particolari criticità visto che l'attività è stata accordata per ridurle al minimo
- Tuttavia l'alta professionalità richiesta è difficilmente sostituibile in caso di futuri cambiamenti del team o di sovrapposizione temporale con altre attività di laboratorio.

- **Fondi: il profilo di pagamento di ESO**

- 14% del budget al KO, il 36% al completamento della CDR ed il restante 50% dilazionato per tutta la pre-produzione e produzione
- potrebbe risultare critico nel caso di necessità impreviste di attrezzature di laboratorio e costi aggiuntivi da anticipare per le quali potrebbe essere chiesto un anticipo da parte dell'ente.

Criticità 2/2

- **Eventuali criticità possono emergere dalla mancanza di figure da tecnico meccanico ed elettronico**
 - Problema molto sentito in queste audizioni
 - Il pensionamento di figure tecniche e la mancanza di ricambio generazionale non permette di trasferire la necessaria competenza acquisita in una vita lavorativa.
- **Età del team e trasferimento di competenze**
 - non siamo prossimi alla pensione ma non siamo giovanissimi
- **Regolamento conto terzi necessario per rafforzare il rapporto con l'industria e mantenere le facility di laboratorio ad alto livello**

ALMA Band	Wavelength coverage (mm)	Noise Temperature (K) Specification	Frequency (GHz)	Produced by	Receiver Technology	First light
1	6–8.5	26	35 – 50	ASIAA	HEMT	Coming Soon
2	3.3–4.5	47 *	67 – 90 → 116 *	NOVA/GARD/INAF	HEMT	2025
3	2.6–3.6	60	84 – 116	HIA	SIS	2009
4	1.8–2.4	82	125 – 163	NAOJ	SIS	2013
5	1.4–1.8	105	163 – 211	OSO / NOVA	SIS	2016
6	1.1–1.4	136	211 – 275	NRAO	SIS	2009
7	0.8–1.1	219	275 – 373	IRAM	SIS	2009
8	0.6–0.8	292	385 – 500	NAOJ	SIS	2013
9	0.4–0.5	261	602 – 720	NOVA	SIS	2011
10	0.3–0.4	344	787 – 950	NAOJ	SIS	2012

* **67–90 GHz** RF frequency range: **≤ 30K over 80%** of the frequency range **≤ 47K at any frequency**
90–116 GHz RF frequency range: **≤ 39K** averaged over RF range **108–112 GHz** ; **≤ 43K over 100%** of the RF range