



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

1

## **ALLEGATO - ANNEX 2**

### **CAPITOLATO TECNICO / STATEMENT OF THE WORK**

**Capitolato Tecnico per la Progettazione, Fabbricazione, Verifica e Consegna delle matrici di Sensori SiPM per le camere ASTRI, nell'ambito del programma INAF "Astronomia Industriale"**

**Statement of Work for the Design, Manufacture, Verification and Delivery of ASTRI Camera SiPM assemblies in the framework of the INAF program "Astronomia Industriale"**



Prepared/Released by:	Salvatore Scuderi	DEC	Director of the Execution of the Contract
Configured by:	Rachele Millul	Configuration manager	Appointed as RUP support for administrative management
Countersigned by:	Giovanni Pareschi	RUP	Sole Responsible of the Procedure



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

**ASTRI MINI-ARRAY Prototipo  
CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

2

Si prega di notare che per tutti gli scopi formali e legali, la versione di riferimento è quella italiana, poiché la versione inglese è riportata solo per vostra comodità.

**Please note that for all formal and legal purposes the reference version is the Italian one, since the English version is reported only for your convenience and it is not legally binding**



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page: 3

### **INDICE e Sommario**

<b>1</b>	<b>Introduzione - Introduction.....</b>	<b>6</b>
1.1	Scopo del documento – Scope of the document	6
1.2	Definizioni e Convenzioni/ Definitions and Conventions	6
1.2.1	Abbreviazioni ed acronimi/ Abbreviations and acronyms	6
<b>2</b>	<b>Related Documents.....</b>	<b>8</b>
	<b>APPLICABLE DOCUMENTS .....</b>	<b>8</b>
	<b>REFERENCE DOCUMENTS .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Contesto - Context .....</b>	<b>9</b>
3.1	CTA- Cherenkov Telescope Array ed il contributo INAF / The Cherenkov Telescope Array and INAF contribution	9
3.2	Il Telescopio prototipale ASTRI - The ASTRI telescope prototype	10
3.2.1	Il sottosistema ottico - The Optical System	11
3.2.2	La Struttura meccanica - The Mechanical Structure	11
3.2.3	La Camera Cherenkov - The Cherenkov Camera	12
<b>4</b>	<b>Attività previste e pianificazione - ASTRI SiPM assemblies activities and planning .....</b>	<b>16</b>
4.1	Attività precedent - Previous activities	16
4.2	Attività parallele - Parallel activities	17
4.3	Flusso delle attività - Work Flow	18
<b>5</b>	<b>Descrizione delle Fasi di lavoro - Phases Descriptions .....</b>	<b>20</b>
5.1	Fase 1: progettazione: consolidamento del design delle schede SiPM Phase 1: Design consolidation of ASTRI SiPM assemblies design	20
5.1.1	Attività-Task 1: Analisi dei requisiti delle schede SiPM - Analysis of ASTRI SiPM assemblies requirements	21
5.1.2	Attività-Task 2: Progettazione della scheda SiPM - SiPM Board design	22
5.1.3	Attività-Task 3: Produzione e test della scheda SiPM prototipale - SiPM Assembly Breadboard Production and Test	23
5.1.4	Attività 4 : debug del progetto - Task 4: Design Debug	24
5.2	Fase 2: Fase di Qualifica: Sviluppo, produzione e qualifica della matrici SiPM - Qualification phase: Development, manufacture and qualification of SiPM assemblies	25



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

4

- 5.2.1 Attività-Task 5.1: Produzione, assemblaggio ed integrazione del lotto di Qualifica di sensori SiPM - SiPM qualification batch manufacture, assembly and integration 26
- 5.2.2 Attività-TASK 5.2: TEST del lotto di qualifica - SiPM qualification batch tests (nella sede del Fornitore-Contractor site) 27
- 5.2.3 Attività-TASK 5.3: test del lotto di qualifica - SiPM qualification batch tests (Committente/INAF-Customer site) 28
- 5.3 Fase 3 – Fase di Produzione: produzione e accettazione di tutti le rimanenti matrici (“tile”) SiPM - Production Phase: development manufacture and acceptance of all remaining ASTRI SiPM assemblies. 28
- 5.3.1 Attività 6.1 produzione, integrazione dei SiPM - Task 6.1: SiPM assemblies manufacturing and assembly 29
- 5.3.2 Attività-Task 6.2: TEST di Accettazione delle schede SiPM - SiPM acceptance tests (sede del Fornitore Contractor site) 30
- 5.3.3 Attività-Task 6.3: Test di Accettazione (preso il Committente/INAF) - SiPM acceptance tests (at the premises of INAF as a Customer site) 31
- 5.4 Attività Task 6: Consegna - Delivery 31

## **6 Gestione, rapporto di progresso, riunioni e Consegna dei pezzi prodotti e relative documentazione - Management, reporting, meeting and deliverables-.....32**

- 6.1 Gestione e comunicazioni di avanzamento - Management and reporting 32
  - 6.1.1 Aspetti Generali - General aspects 32
  - 6.1.2 Verbalì delle Riunioni - Minutes of Meeting 32
  - 6.1.3 Consegna del materiale delle presentazioni - Presentation Handouts 32
  - 6.1.4 Report di Avanzamento - Progress Reports 33
  - 6.1.5 Documenti Tecnici - Technical Documentation 33
- 6.2 Riunioni - Meetings 33
  - 6.2.1 Meeting di Avvio / Kick Off Meeting (KOM) 34
  - 6.2.2 Revisione dei requisiti dei SiPM della Camera ASTRI- ASTRI Camera SiPM Requirement Review (SiPM-RR) 34
  - 6.2.3 Revisione del Design della scheda SiPM - SiPM Board Design Review (SiPM-BDR) 35
  - 6.2.4 Revisione dei Test della scheda prototipo SiPM - SiPM Breadboard Test Review (SiPM-BTR) 35
  - 6.2.5 Test di Revisione edella Qualifica dell'Idoneità dei SiPM - Qualification Test Readiness Review (SiPM-QTRR) 36
  - 6.2.6 Revisione Qualifica SiPM - SiPM Qualification Review (SiPM-QR) 36
  - 6.2.7 Revisione piano produzione SiPM - SiPM Production Review (SiPM-PR) 37

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	5

6.2.8 Accettazione Test di Idoneità dei SiPM - SiPM Acceptance Test Readiness Review (SiPM-ATRR)	37
6.2.9 Accettazione delle schede SiPM - SiPM Acceptance Review (SiPM-AR)	38
6.3 Prodotti attesi - Deliverables	38
6.3.1 Documenti e modelli - Documents and models	38
6.3.2 Prodotti - Products	39
<b>7 Cronoprogramma e Pietre miliari - Schedule and milestones</b>	<b>41</b>

## INDICE DELLE FIGURE E TABELLE

Figure 3-1: Il telescopio prototipaleo ASTRI a Serra La Nave	10
Figure 3-2. A sinistra: rendering 3D del prototipo di camera ASTRI. In alto a destra: l'integrazione della camera ASTRI in laboratorio. In basso a destra: il piano focale del prototipo della camera	12
Figure 3-3. Albero del prodotto della camera ASTRI/ASTRI Camera product tree	13
Figure 3-4. Le matrici ("tile") di SiPM usati nella camera ASTRI. A sinistra: Il pixel SiPM. A destra: la scheda SiPM - The SiPM assembly used in the ASTRI camera prototype. Left: SiPM pixels. Right: SiPM board	15
Figure 4-1: Work Flow	19
Figure 7-1: Production Schedule	41
Table 6-1: ASTRI SiPM major reviews	33
Tabella Table 6-2 Documenti e modelli da consegnare - Documents and models to be delivered	39
Table 6-3: Main product deliverable	39

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	6

## 1 Introduzione - Introduction

### 1.1 Scopo del documento – Scope of the document

Questa Sezione del Capitolato Tecnico (Statement of Work) descrive le attività e gli elementi da fornire necessari per la progettazione, produzione, verifica e consegna delle schede “integrate” dei Sensori SiPM per le camere ASTRI, richieste da INAF nel contesto del Progetto ASTRI Mini-Array Pathfinder.

Questo documento sarà parte integrante del contratto e sarà utilizzato -dalla società a cui sarà aggiudicata la fornitura- come documento applicabile in tutte le fasi del lavoro.

This Statement of Work (SOW) describes the activities and the deliverables necessary for the design, manufacture, verification, and delivery of the “ASTRI Camera SiPM assemblies” required by INAF (referred to as “the Customer”) in the context of ASTRI Pathfinder Project.

This document will be part of the contract and shall be used by the company selected by INAF (referred to as “the Contractor”) as an applicable document throughout all the phases of the work.

### 1.2 Definizioni e Convenzioni/ Definitions and Conventions

#### 1.2.1 Abbreviazioni ed acronimi/ Abbreviations and acronyms

The following abbreviations and acronyms are used in this document:

AIT	Assembly Integration and Testing
AIV	Assembly Integration and Verification
ASIC	Application Specific Integrated Circuits
ASTRI	Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana
BEE	Back End Electronics
CFI	Customer Furnished Item
CITIROC	Cherenkov Image Telescope Integrated Read Out Chip
COTS	Commercial Of The Shelf
CTA	Cherenkov Telescope Array
EMC	Electro Magnetic Compatibility
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures
FEE	Front End Electronics
FPGA	Field Programmable Gate Array
FMECA	Failure Mode Effects and Criticality Analysis
HW	Hardware
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
KOM	Kick Off Meeting
MAIT	Manufacture, Assembly, Integration and Test
MISE	Ministero dello Sviluppo Economico
MIUR	Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca
MST	Medium Size Telescope
MTBF	Mean Time Between Failures
PA	Product Assurance



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

**ASTRI MINI-ARRAY Prototipo  
CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

7

PBS	Product Breakdown Structure
PCB	Printed Circuit Board
PDM	Photon Detection Module
QA	Quality Assurance
RAM	Reliability, Availability and Maintainability
SE	System Engineering
SE	Support Equipment
SiPM	Silicon Photo-Multiplier
SiPM-AR	SiPM Acceptance Review
SiPM-ATRR	SiPM Acceptance Test Readiness Review
SiPM-BDR	SiPM Board Design Review
SiPM-BTR	SiPM Breadboard Test Review
SiPM-PR	SiPM Production Review
SiPM-QR	SiPM Qualification Review
SiPM-QTRR	SiPM Qualification Test Readiness Review
SiPM-RR	SiPM Requirements Review
SLN	Serra La Nave
SOW	Statement of Work
SST	Small Size Telescope
SST-2M	Small Size Telescope Dual Mirror
SW	Software
TE	Test Equipment
VCD	Verification Control Document
VHE	Very High Energy





**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

8

## **2 Related Documents**


### **APPLICABLE DOCUMENTS**

- [AD1] ANNEX 1- Allegato Tecnico- Technical Annex (SiPM Requirements)
- [AD2] ASTRI Quality Plan, ASTRI-PLA-OAPD-3000-004

### **REFERENCE DOCUMENTS**

- [RD1] O. Catalano, et al., "The ASTRI camera for the Cherenkov Telescope Array, Proceedings of the SPIE, Volume 10702, id. 10702376 pp. (2018).
- [RD2] S. Scuderi, From the Etna volcano to the Chilean Andes: ASTRI end-to-end telescopes for the Cherenkov Telescope Array, Proceedings of the SPIE, Volume 10700, id. 107005Z 14 pp. (2018).



 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	9

### 3 Contesto - Context

#### 3.1 CTA- Cherenkov Telescope Array ed il contributo INAF /

##### The Cherenkov Telescope Array and INAF contribution


L'obiettivo del progetto ASTRI/Mini-array riguarda la realizzazione, l'integrazione e la messa in opera di un gruppo di 9 telescopi "precursori" per osservazioni in raggi gamma da Terra con tecnica Cherenkov. In particolare, INAF intende in questo modo consolidare le tecnologie e le tecniche osservative anche in vista di un possibile coinvolgimento nell'implementazione del Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO; <https://www.cta-observatory.org>). Le tecnologie utilizzate faranno riferimento a quelle sviluppate e già utilizzate per il primo telescopio prototipale ASTRI, già finanziato dal MIUR e realizzato a cura dell'INAF, e che è già operativo sulle pendici del vulcano Etna. I requisiti fanno quindi riferimento sia alle esigenze tecnico scientifiche di ASTRI che a quelle del progetto CTAO (per quanto riguarda l'implementazione di telescopi al sito sud). I costi per l'acquisizione dei sensori SiPM per il progetto ASTRI/Mini-array gravano sui fondi denominati "Astronomia Industriale" a supporto di attività finalizzate alla sua realizzazione (CUP: C72F16000020005).

I telescopi ASTRI, che adottano una configurazione ottica di tipo Schwarzschild-Couder a due specchi, hanno tre sottosistemi principali: il sistema ottico, la struttura elettromeccanica e la camera di rivelazione per impulsi Cherenkov (qui di seguito "camera Cherenkov").

La camera Cherenkov di ciascun telescopio è basata su sensori di tipo SiPM. Per il progetto ASTRI/Mini-array verranno realizzate undici (11) camere in totale, di cui una per attività di ingegnerizzazione e qualifica ed una di riserva.

The objective of the ASTRI/Mini-array project concerns the construction, integration and commissioning of a group of 9 telescopes as "pathfinder" to pursue ground-based observations in the gamma ray band using the Cherenkov technique. In particular, INAF intends in this way to consolidate the technologies and observational techniques also in view of a possible involvement in the implementation of the Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO; <https://www.cta-observatory.org>). The technologies used will be mainly based on those developed and already used for the first ASTRI prototype telescope, funded by MIUR and realized under INAF's responsibility, and already operating on the slope of the Etna volcano. The requirements therefore refer both to the technical and scientific needs of ASTRI and to those of the CTAO project (with particular regard to the array implementation at the southern site). The procurement of the SiPM sensors for the ASTRI / Mini-array project is based on the INAF funds named "Industrial Astronomy" that support the activities aimed at its realization (CUP: C72F16000020005).

The ASTRI telescopes, that adopt the Schwarzschild-Couder dual-mirror optical configuration, are based on three main subsystems: the mirror assembly, the electromechanical structure and the Cherenkov detection camera (hereafter "Cherenkov camera"). The Cherenkov camera of each telescope is based on SiPM type sensors. For

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	10

the ASTRI / Mini-array project, eleven (11) cameras will be built, including one for engineering and qualification activities and one spare unit.



*Figure 3-1: Il telescopio prototipaleo ASTRI a Serra La Nave*

*The ASTRI prototype telescope at the Serra la Nave site*

### 3.2 Il Telescopio prototipale ASTRI - The ASTRI telescope prototype

Una descrizione dettagliata del prototipo del telescopio ASTRI va oltre lo scopo di questo documento. In questo paragrafo, daremo una breve panoramica delle sue caratteristiche. I sottosistemi principali del prototipo del telescopio ASTRI-SST-2M sono:

1. Le ottiche
2. La struttura meccanica
3. Le camere Cherenkov

A detailed description of the ASTRI telescope prototype is beyond the scope of this document. In this paragraph, we will give a brief overview of its characteristics.

The ASTRI-SST-2M telescope prototype main subsystems are:

1. The Optical subsystem
2. The Mechanical Structure subsystem
3. The Cherenkov camera subsystem



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

11

### **3.2.1 Il sottosistema ottico - The Optical System**

Il design ottico si basa su una configurazione Schwarzschild-Couder a doppio specchio. Questa configurazione consente una migliore correzione delle aberrazioni a grandi angoli incidenti anche per piccoli rapporti focali e quindi facilita la costruzione di telescopi compatti. Questo sistema ottico è una soluzione attraente per i telescopi SST poiché consente una buona risoluzione angolare su tutto il campo visivo e consente di ridurre la lunghezza focale e, di conseguenza, i pixel fisici e le dimensioni complessive della camera. Questa configurazione ottica è stata adottata per la prima volta su un telescopio Cherenkov.

Lo specchio primario è segmentato mentre il secondario è monolitico. Il primario è composto da una serie di 18 pannelli a forma esagonale. I profili di entrambi gli specchi sono asferici con deviazioni sostanziali dalla componente sferica principale.

Il telescopio risultante è un sistema compatto, con un diametro dello specchio primario di 4 m, un diametro secondario dello specchio di 1,8 mt, una distanza da primaria a secondaria di 3 mt e una distanza secondaria dalla fotocamera di 0,52 mt.

Questa configurazione ottica fornisce una scala della piastra di 37,5 mm/gradi, una lunghezza focale equivalente di 2150 mm e un'area effettiva di circa 5m<sup>2</sup>.

The optical design is based on a dual-mirror Schwarzschild-Couder configuration. This configuration allows better correction of aberrations at large incident angles even for small focal ratios and hence facilitates the construction of compact telescopes. This optical system is an attractive solution for the SST telescopes since it enables good angular resolution across the entire field of view and allows reducing the focal length and therefore the physical pixel and overall camera size. This optical configuration has been adopted for the first time on a Cherenkov telescope.

The primary mirror is segmented while the secondary is monolithic. The primary is composed by a set of 18 hexagonal-shaped panels. The profiles of both mirrors are aspheric with substantial deviations from the main spherical component.

The resulting telescope is a compact system, with a primary mirror diameter of 4 m, a secondary mirror diameter of 1.8 m, a primary-to-secondary distance of 3 m and a secondary to camera distance of 0.52 m.

This optical setup delivers a plate scale of 37.5 mm/degree, an equivalent focal length of 2150 mm and an effective area of about 5m<sup>2</sup>.

### **3.2.2 La Struttura meccanica - The Mechanical Structure**

Il telescopio prototipale ASTRI-SST-2M adotta un disegno azimutale altimetrico in cui l'asse dell'azimut consente un intervallo di rotazione di  $\pm 270^\circ$ . Il piatto/dish, che supporta lo specchio primario, è montato sulla forcina dell'azimut, che consente la rotazione attorno all'asse di elevazione da  $0^\circ$  a  $+91^\circ$ . La struttura che supporta lo specchio secondario e la fotocamera, è posizionata sul supporto dello specchio primario.

The ASTRI-SST-2M prototype telescope adopts an altitude-azimuthal design in which the azimuth axis will permit a rotation range of  $\pm 270^\circ$ . The primary mirror dish, which supports the primary mirror, is mounted on the azimuth fork, which allows rotation around the elevation axis

from  $0^\circ$  to  $+91^\circ$ . The mast structure, that supports the secondary mirror and the camera, is placed on the primary mirror dish.

### 3.2.3 La Camera Cherenkov - The Cherenkov Camera

Il telescopio prototipale ASTRI-SST-2M include una camera Cherenkov di design innovativo basata su rivelatori SiPM. Nella versione prototipale, la camera ha 1344 pixel distribuiti su un piano focale curvo (Figure 3-2). I pixel hanno una dimensione lineare di  $6,95 \times 6,95 \text{ mm}^2$ . In coppia con le caratteristiche del sistema ottico, questo corrisponde a una dimensione angolare del pixel di circa  $0,2$  gradi e un campo visivo (FOV) di circa  $8$  gradi. Inoltre, più dell'80% della luce emessa da una sorgente puntiforme viene raccolta entro le dimensioni di un pixel sull'intero campo visivo del telescopio.

The ASTRI-SST-2M prototype telescope includes a Cherenkov Camera of novel design based on SiPM detectors. In the prototype version, the camera has 1344 distributed pixels on a curved focal plane (Figure 3-2). The pixels have a linear dimension of  $6.95 \times 6.95 \text{ mm}^2$ . Coupled with the characteristics of the optical system this corresponds to an angular pixel size of approximately  $0.2$  degree and a field of view (FOV) of about  $8$  degrees. Furthermore, more than 80% of the light emitted by a point source is collected within the dimensions of a pixel over the full field of view of the telescope.

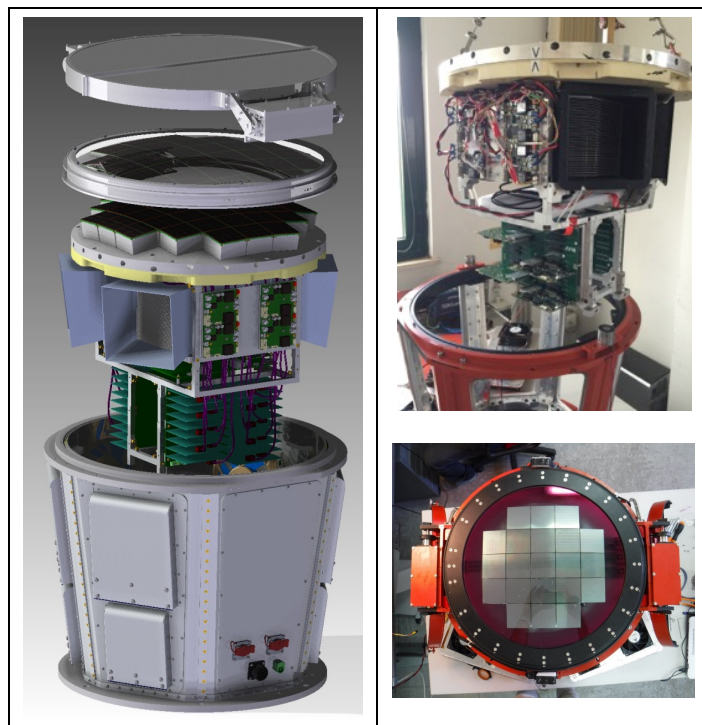


Figure 3-2. A sinistra: rendering 3D del prototipo di camera ASTRI. In alto a destra: l'integrazione della camera ASTRI in laboratorio. In basso a destra: il piano focale del prototipo della camera

Left: 3D rendering of the ASTRI camera prototype. Right top: the ASTRI camera integration in laboratory. Right bottom: the focal plane of the camera prototype.



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

**DATA**

Page:

13

Il design dell'elettronica garantisce un rilevamento ad alta efficienza di un evento Cherenkov, con oltre 600 eventi al secondo, con un range dinamico molto elevato (da 1 a 1500 fotoelettroni per pixel).

La Figure 3-3 mostra l'albero del prodotto della camera ASTRI estratto dall'albero del prodotto del telescopio ASTRI SST-2M e adattato per lo scopo di questo SOW.

The design of the electronics ensures a high efficiency detection of a Cherenkov event, with over 600 events per second, with a very high dynamical range (from 1 to 1500 photoelectrons per pixel).

Figure 3-3 shows the ASTRI Camera product tree extracted from ASTRI SST-2M telescope general product tree and adapted for the scope of this SOW.

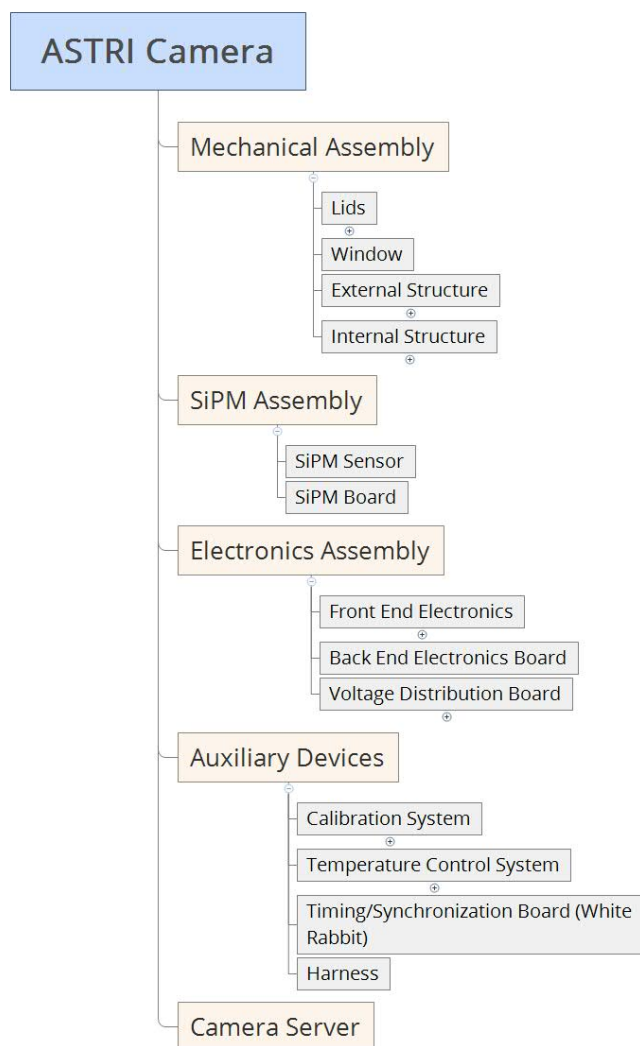



Figure 3-3. Albero del prodotto della camera ASTRI/ASTRI Camera product tree



 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	14

I sottosistemi principali della camera sono i seguenti:

- **Sistema meccanico:** il complesso della struttura meccanica è costituito dall'insieme di strutture che ospitano o supportano i vari sottogruppi e parti della camera (scheda elettronica e dispositivi ausiliari).
- **Matrice “integrata” SiPM (“tile”):** l'insieme dei sensori SiPM è una scheda composta dagli stessi fotorelevatori SiPM e da una scheda che interfaccia i rilevatori all'elettronica di front end.
- **Sistema elettronico:** il gruppo elettronico comprende l'Elettronica Front End (FEE), l'Elettronica Back-End (BEE) e la Voltage Distribution Board (VDB). La scheda FEE è composta dalla scheda ASIC e dalla scheda FPGA (Field Programmable Gate Array). La prima scheda rileva i segnali dal SiPM, li digitalizza e li invia a quest'ultima scheda che esegue l'algoritmo che rileva il trigger valido su ciascun PDM (Photon Detection Module). La scheda BEE controlla e gestisce il sistema generale, compresi i formati di gestione dei dati, i meccanismi dei lid/ante e lo strumento di calibrazione in fibra ottica mediante un processore ARM dual core e due FPGA. La scheda BEE fornisce anche le funzioni necessarie per elaborare e trasmettere i dati/le immagini elaborati dalla scheda FEE. La scheda VDB fornisce energia a tutti i sottosistemi di ciascun PDM.
- **Assemblaggi di dispositivi ausiliari:** dispositivi della camera che forniscono le funzioni ausiliarie necessarie per ottenere la misurazione scientifica.

La matrice di SiPM assemblati (“tile”), la cui produzione è l’oggetto di questo documento, è formata da due componenti principali: **il sensore SiPM e la scheda SiPM** (che interfaccia i rilevatori all'elettronica di front end). Insieme costituiscono la matrice (“tile”) di SiPM assemblati.

Con il termine pixel o il sensore SiPM, ci riferiamo all'area fotosensibile efficace di un singolo SiPM. La scheda SiPM è la scheda PCB su cui i pixel SiPM sono attaccati/incollati su un lato. La matrice (“tile”) di SiPM assemblati contiene componenti elettronici e connettori per interfacciare l'elettronica di front-end. Un esempio di matrice (“tile”) di SiPM assemblati è mostrato nella Figure 3-4. I sensori SiPM sono disposti in una matrice di 8x8. Il piano focale di ciascuna camera del mini array pathfinder ASTRI è popolato da 37 di queste matrici (“tile”) di SiPM assemblati. Il documento applicabile [AD1] descrive i requisiti che una matrice (“tile”) di SiPM deve soddisfare.

Main assemblies of the camera are the following:

- **Mechanical Assembly:** the mechanical structure assembly is made by the set of structures that host or support the various sub-assemblies and parts of the camera (electronics board and auxiliary devices).
- **SiPM Assembly:** the SiPM assembly is a board composed by the SiPM photodetectors themselves and by a board that interfaces the detectors to the front end electronics.
- **Electronics assembly:** the electronics assembly comprises the Front End electronics (FEE), the Back-End Electronics (BEE) and the Voltage Distribution Board (VDB). The FEE Board is made by the ASIC board and by the FPGA Board. The former board is



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

15

in charge to detect the signals from the SiPM, digitalize them, and send them to the latter board that runs the algorithm that detects a valid trigger on each PDM. The BEE controls and manages the overall system, including data management formats, lid mechanisms and fibre-optic calibration tool by means of a dual core ARM processor and two FPGAs. The BEE provides also the needed functions to process and transmit the data-images as processed by the FEE. The VDB is in charge to deliver power to all the subsystems of each PDM.

- **Auxiliary devices assemblies:** a number of camera devices that provides the auxiliary functions necessary for the achievement of the scientific measurement.

The SiPM assembly or tile, whose production is subject of this document, is made by two main components the **SiPM sensor and the SiPM board** that together make the SiPM assembly. With SiPM pixel or sensor, we refer to the effective photosensitive area of a single SiPM. The SiPM board is the PCB board on which the SiPM pixels are bonded on one side. The SiPM board contains electronics and connectors to interface the front-end electronics. An example of SiPM tile is shown in Figure 3-4. The SiPM sensors are arranged in a matrix of 8x8. The focal plane of each camera of the ASTRI pathfinder is populated by 37 of these SiPM assemblies. [AD1] describes the requirements that a SiPM assembly has to satisfy.

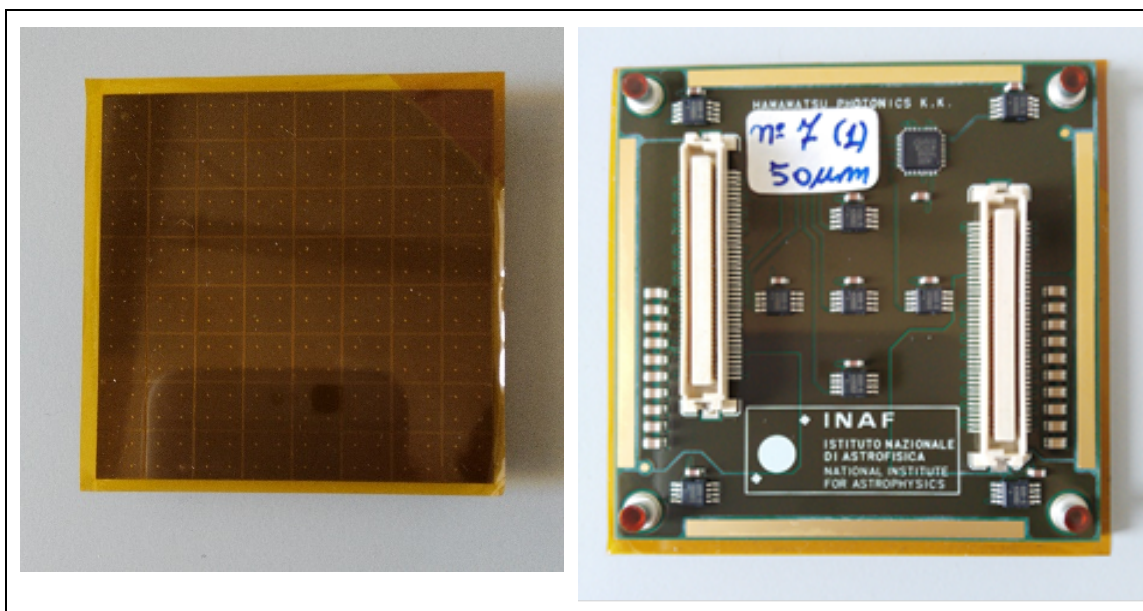


Figure 3-4. Le matrici ("tile") di SiPM usati nella camera ASTRI. A sinistra: Il pixel SiPM. A destra: la scheda SiPM - *The SiPM assembly used in the ASTRI camera prototype. Left: SiPM pixels. Right: SiPM board*



 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	16

## 4 Attività previste e pianificazione - ASTRI SiPM assemblies activities and planning

Le attività richieste e descritte in questa sezione tecnica del documento sono:

- L'eventuale revisione tecnica della progettazione delle matrici ("tile") di SiPM utilizzate per il prototipo della camera ASTRI sulla base dell'ottimizzazione delle prestazioni e dei criteri di produzione industriale di massa;
- La progettazione, produzione e test di una scheda/tile di SiPM assemblati prototipale;
- La progettazione, produzione e qualifica di un primo lotto di matrici ("tile") SiPM denominato lotto di qualifica;
- La produzione di un numero totale di 450 matrici ("tile") SiPM per popolare i piani focali di 11 camere ASTRI per l'array prototipale/pathfinder. Questo numero include il lotto di qualifica e i pezzi di ricambio.

Le attività di produzione e la consegna delle matrici ("tile") SiPM ASTRI devono essere pienamente conformi ai requisiti contenuti nel documento [AD1] Allegato 1- Requisiti e nel piano di qualità [AD2].

The activities requested and described in this section of the document as/SOW are:

- to review the design of SiPM assemblies used for the ASTRI camera prototype on the base of performances optimization and industrial mass production criteria;
- to design manufacture and test a SiPM breadboard assembly;
- to design, manufacture and qualify a first batch of SiPM assemblies named qualification batch;
- to produce a total number of 450 SiPM assemblies to populate the focal planes of 11 ASTRI cameras for the array of pathfinders. This number includes the qualification batch and the spares.

The ASTRI SiPM assemblies' production activities and deliverables shall be fully compliant with the requirements contained in ANNEX 1-Technical Annex [AD1] and the quality plan [AD1].

### 4.1 Attività precedenti - Previous activities

Testi descrittivi delle precedenti attività svolte sulla camera prototipale ASTRI e del telescopio prototipale ASTRI possono essere trovate in nella bibliografia elencata alla sezione: Documenti di Riferimento

Documents with a description of the previous activities on the ASTRI prototype camera and ASTRI prototype telescope can be found in the bibliography at the Reference Documents section.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	DATA		Page:	17

## 4.2 Attività parallele - Parallel activities

INAF sta gestendo, parallelamente alla presente richiesta di fornitura, le seguenti altre attività rilevanti:

- Richiesta di offerta per la produzione delle camere ASTRI per l'array del pathfinder.
- Acquisizione degli ASIC per l'elaborazione del segnale

Ogni qualvolta sia disponibile e se rilevante, il Committente/INAF darà al Fornitore (Ditta Aggiudicataria della fornitura) input derivanti dalle attività di cui sopra, nel caso lo ritenesse utile ad a sua completa discrezione. Tuttavia, questi input, salvo diversamente specificato, non sostituiscono in alcun caso le attività richieste al Fornitore all'interno di questo documento tecnico/Statement of Work e devono essere considerati solo come indicazioni di supporto.

Il Fornitore sarà responsabile della progettazione e della fornitura delle matrici ("tile") SiPM per le camere ASTRI dell'array prototipale.


Come parte della fornitura, le attività del Fornitore devono includere, ma non essere limitate a:

1. condurre un'analisi completa dei vari aspetti relativi alla realizzazione delle matrici ("tile") SiPM della camera ASTRI ed in particolare la conformità dei requisiti (come specificato in [AD1]);
2. fornire un progetto delle schede SiPM della camera ASTRI tenendo conto dei risultati ottenuti con il prototipo della camera ASTRI, l'implementazione dei criteri di produzione industriale di massa e l'ottimizzazione delle prestazioni del rivelatore;
3. Implementare i criteri del controllo di qualità [AD2], il management plan ed il piano di gestione dei rischi;
4. soddisfare i requisiti per le interfacce con la scheda FEE della camera ASTRI;
5. qualificare il design industriale delle matrici ("tile") SiPM della camera ASTRI mediante una caratterizzazione completa del lotto di qualificazione dei sensori SiPM presso le sedi sia della ditta aggiudicataria che di quello del Committente/INAF
6. se necessario, eseguire il debug del design della scheda SiPM della camera ASTRI sulla base della campagna di qualificazione;
7. produrre i lotti di matrici ("tile") SiPM ed eseguire il test di accettazione;
8. consegnare i lotti delle matrici ("tile") SiPM SiPM presso il sito del Committente/INAF.

INAF is running, in parallel to the present activity, the following activities of relevance:

- Tender for the production of the ASTRI cameras for the array of pathfinders.
- Procurement of ASICs for signals processing

Whenever available and if relevant, the Customer will provide the Contractor with inputs from the above activities as the Customer sees it fit and to its full discretion. However,

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	18

these inputs, unless specified otherwise, in no case shall replace the tasks required from the Contractor within this SoW and have to be deemed as support material only.

The Contractor shall be responsible for the design and the provision of the SiPM assemblies for the ASTRI cameras of the array of pathfinders. As part of the ASTRI Camera SiPM assemblies production, the Contractor activities shall include, but not be limited to:

1. conduct a complete analysis of ASTRI Camera SiPM assemblies aspects, especially the assessment of the requirements (as specified in [AD1]);
2. provide a design of the ASTRI Camera SiPM assemblies taking into account the results on the ASTRI camera prototype, the implementation of industrial mass production criteria and the optimization of the detector performances;
3. implement the quality control criteria [AD1] and the management and risk plan;
4. fulfil the interfaces with the FEE board of the ASTRI Camera;
5. qualify the ASTRI Camera SiPM assemblies industrial design by a complete characterization of the SiPM qualification batch at the Contractor and Customer sites;
6. if necessary debug the ASTRI Camera SiPM assembly design on the basis of the qualification campaign;
7. produce the batches of ASTRI SiPM assemblies and perform acceptance test;
8. deliver the batches of SiPM assemblies at a Customer premises.

### 4.3 Flusso delle attività - **Work Flow**

Deve essere seguita una sequenza logica delle fasi di lavoro, come riassunto nella Figure 4-1. I dettagli delle varie fasi sono specificati nella descrizione delle varie attività nella sezione 5 del presente documento.

A series of logical work steps are to be executed. Figure 4-1 summarized the expected workflow. The details are formulated in the work descriptions of the phases' various tasks contained in section 5.



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

19

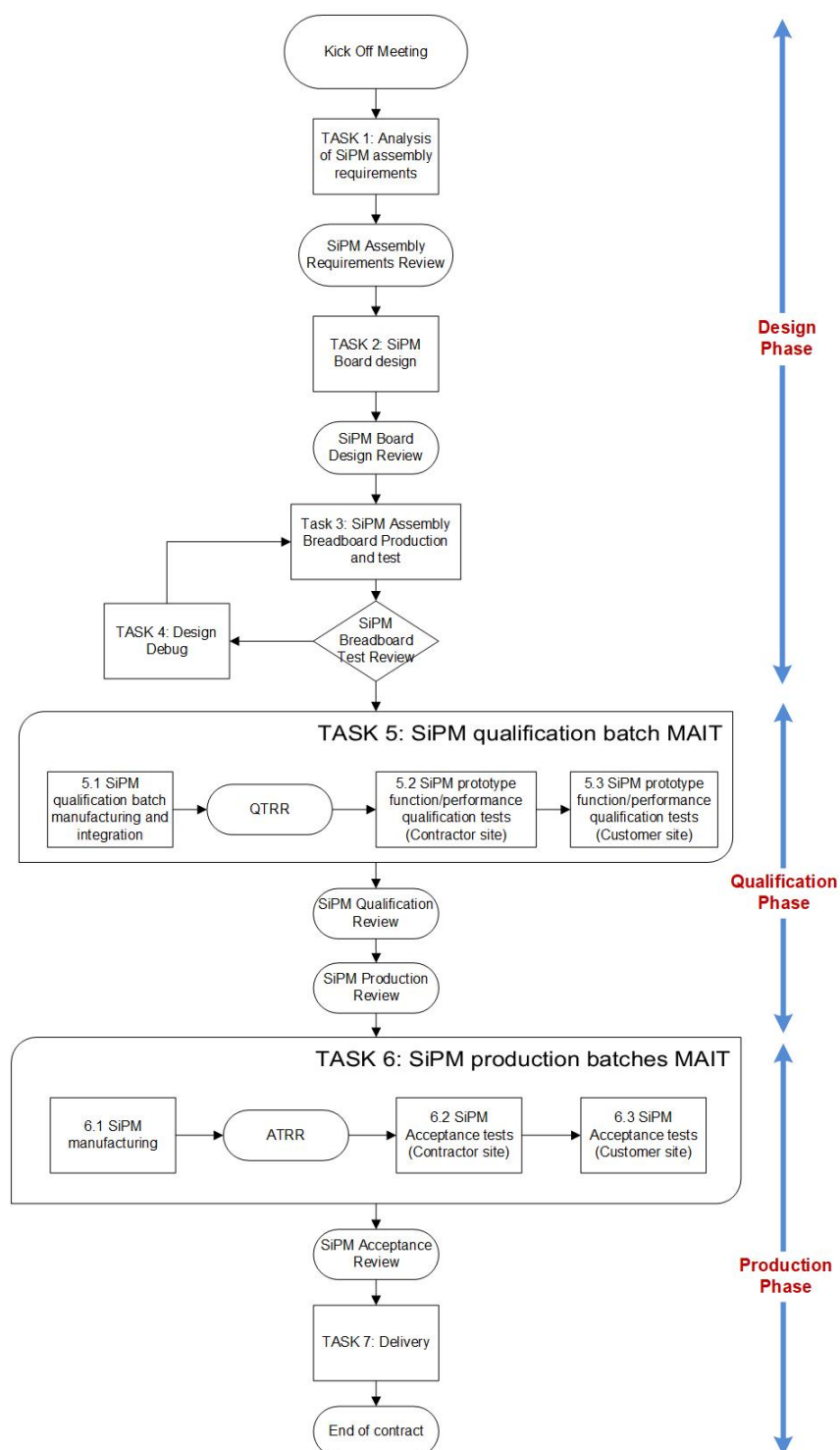


Figure 4-1: Work Flow

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	20

## 5 Descrizione delle Fasi di lavoro - Phases Descriptions

Il processo di produzione delle schede SiPM di ASTRI deve essere strutturato in tre fasi:

1. **Fase di progettazione:** consolidamento della progettazione delle matrici ("tile") SiPM ASTRI
  2. **Fase di qualifica:** sviluppo, produzione e qualificazione di un numero di matrici ("tile") SiPM, in seguito denominato lotto di qualificazione.
  3. **Fase di produzione:** produzione e accettazione di tutti i rimanenti lotti delle matrici ("tile") ASTRI SiPM.
- Ogni fase deve essere organizzata in attività e sotto-attività secondo il flusso di lavoro riportato nella Figure 4-1.

The process of ASTRI SiPM assemblies production shall be structured along three phases:

1. **Design Phase:** consolidation of ASTRI SiPM assemblies ("tiles") design.
2. **Qualification Phase:** development, manufacture and qualification of a number of ASTRI SiPM assemblies ("tiles"), hereafter called qualification batch.
3. **Production Phase:** development manufacture and acceptance of all remaining ASTRI SiPM assemblies ("tiles").

Each phase shall be organised in tasks and sub-tasks as per the workflow reported in Figure 4-1.

### 5.1 Fase 1: progettazione: consolidamento del design delle schede SiPM Phase 1: Design consolidation of ASTRI SiPM assemblies design

La fase di progettazione consiste in quattro attività: l'analisi dei requisiti dei sensori SiPM, delle matrici ("tile") SiPM e degli assemblaggi di tali matrici [AD1], la progettazione della scheda di interfaccia SiPM assemblata, la produzione e il test di una delle matrici ("tile") SiPM a livello prototipale e, se necessario, il debug del design per correggere possibili non conformità ai requisiti ottenuti durante i test.

L'esito della fase di progettazione deve essere il risultato di tutte le attività di progettazione incluse le relazioni di prova sul prototipo e tutta la documentazione necessaria per avviare la produzione del lotto di matrici ("tile") SiPM per la fase di qualificazione.

Durante la riunione di review che termina la fase, il Committente/INAF e la ditta Aggiudicataria delle forniture concorderanno sul numero di matrici ("tile") SiPM da produrre per il lotto di qualificazione.

Il lavoro da svolgere, come minimo, all'interno delle attività della fase di progettazione è descritto nelle sezioni seguenti.

The Design Phase consists of four tasks: the analysis of the requirements of the SiPM sensors, boards and assemblies [AD1], the design of the SiPM Board, the production and

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	21

test of a breadboard of one SiPM assembly and, if necessary, the design debug to correct possible non-conformances to the requirements resulted during the tests.

The outcome of Design Phase shall be the results of all design activities included test reports on the breadboard and all the necessary documentation to initiate the production of the batch of ASTRI SiPM assemblies for the Qualification Phase.

During the review ending the phase, Contractor and Customer will agree on the number of SiPM assemblies to be produced for the qualification batch.

The work to be performed, as a minimum, within the Design Phase tasks is described in the following sections.

#### **5.1.1 Attività-Task 1: Analisi dei requisiti delle schede SiPM - Analysis of ASTRI SiPM assemblies requirements**

Il Fornitore deve esaminare criticamente i requisiti di SiPM di ASTRI consegnati in [AD1], e presentare al Committente/INAF, per approvazione, un rapporto di revisione. Inoltre, il cliente deve presentare un piano di gestione contenente l'albero del prodotto e il cronoprogramma.

La durata della Task 1 non deve superare 1 mese.

##### **Input:**

- Documenti della gara d'appalto,
- Documentazione complementare (da consegnare al Kick Off Meeting),
- Accordi definiti durante il Kick Off Meeting.

**Output:** l'output principale di questa attività è il rapporto di revisione dei requisiti ed il piano di gestione del progetto. Questi documenti devono essere presentati al Committente/INAF per l'approvazione alla Riunione SiPM-RR (SiPM Requirements Review).

The Contractor shall critically review the ASTRI SiPM requirements delivered in [AD1] and present to the Customer, for approval, a review report. Furthermore, the customer shall present a management plan containing product tree and schedule.

The duration of Task 1 shall not exceed 1 month.

##### **Input:**

- Tender Customer Documentation package,
- Complementary package (to be delivered at KOM),
- KOM agreements.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	22

**Documents Outputs:** The main output of this task shall be the requirement review report and the project management plan. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Requirements Review (SiPM-RR).

### 5.1.2 Attività-Task 2: Progettazione della scheda SiPM - SiPM Board design

Durante le attività della Task 2 Il Fornitore deve produrre il progetto per la scheda SiPM ASTRI che interfaccia i pixel SiPM principalmente con la FEE, sulla base del risultato dell'attività di Task 1, definendo la progettazione dell'hardware, selezionando le componenti, parti, le tecnologie, i materiali ed i processi. Al termine di questa attività, presenterà al Committente/INAF, per approvazione, il progetto della scheda SiPM, il cronoprogramma per la produzione della scheda SiPM e il piano di test per qualificarlo. Anche durante la riunione di revisione della progettazione della scheda SiPM (SiPM Board Design Review -SiPM BDR) che chiuderà le attività, Il Fornitore ed il Committente (INAF) dovranno concordare sul numero di singoli pixel da testare nella Task 3.

La durata della Task 2 non deve superare 2 mesi.

#### Input:

- esito positivo della Riunione SiPM-RR di Revisione dei Requisiti, per poter passare alla Task 2.
- Documenti della gara d'appalto,
- Documentazione complementare (da consegnare al Kick Off Meeting),
- Risultati della Task 1

#### Output:

- l'output di questa attività è il documento che descrive la progettazione/design della scheda SiPM, completo di:
  - disegni meccanici e schemi elettrici
  - MAIT plan inclusivo delle procedure
  - test plan delle attività relative alla scheda prototipale.

Questi documenti devono essere presentati al Committente/INAF per approvazione alla Riunione SiPM Board Design Review (SiPM-BDR).

During Task 2 the Contractor shall produce the design for the ASTRI SiPM board that interfaces the SiPM pixels mainly with the FEE, based on the outcome of Task 1, by defining the hardware design, selecting the components, parts, technologies, materials, and processes. At the end of this task, the Contractor shall present to the Customer, for approval, the design of the SiPM board, the schedule for the production of the SiPM breadboard assembly and the test plan to qualify it. Also during the SiPM Board Design Review that will close the tasks Contractor and Customer shall agree on the number of single pixels to be tested in task 3.

The duration of Task 2 shall not exceed 2 months.



 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	23

#### Input:

- Successful SiPM Requirements Review is required prior to the start of Task 2.
- Tender Customer Documentation package,
- Complementary package (to be delivered at KOM),
- Results from Task 1

#### Output:

- The output of this task shall be the document describing the design of the SiPM board complete with mechanical drawings and electrical schemes and the MAIT plan complete with procedures and test plan for the breadboard activities. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Board Design Review (SiPM-BDR).

### 5.1.3 Attività-Task 3: Produzione e test della scheda SiPM prototipale - SiPM Assembly Breadboard Production and Test

Durante la fase 3, Il Fornitore deve produrre una scheda SiPM e 64 pixel SiPM da assemblare matrice ("tile") SiPM a carattere prototipale. Prima di assemblare tale matrice ("tile") prototipale, è necessario effettuare test di funzionamento testare un numero di singoli pixel SiPM rispetto ai requisiti descritti in [AD1]. La quantificazione di questo numero sarà effettuata nel contesto della BDR. Deve essere prodotto anche un rapporto dei test delle misurazioni. A valle dei test, i singoli pixel verranno integrati insieme con la scheda SiPM per creare una matrice ("tile") prototipale di SiPM, che verrà caratterizzata in base al piano di test specificato nella SiPM-BDR.

Durante la riunione di revisione a valle dei test di caratterizzazione della matrice prototipale SiPM che conclude questa task/attività, nel caso in cui l'esito della review sia positivo, il Committente (INAF) e il Fornitore concorderanno il numero di matrici SiPM da produrre per il lotto di qualifica, nel caso in cui l'esito della review sia positivo.

La durata della Task 3 non deve superare 2 mesi.

#### Input:

- È necessario il superamento della SiPM Board Review per poter passare alla fase successiva (Task 3).
- Test plan e procedure per la matrice prototipale SiPM.
- Risultati delle attività di tasks 1 and 2.

#### Outputs:

- Una matrice ("tile") prototipale SiPM
- Il report della campagna di test sui SiPM pixels e sulla matrice SiPM prototipale. Il documento MAIT plan completo

During Task 3 the Contractor shall manufacture one SiPM board and 64 SiPM pixels to be then assembled in one SiPM breadboard assembly. Before assembling the breadboard, a number of single SiPM pixels shall be tested against the requirements



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

24

described in [AD1]. This number will be defined during the SiPM BDR. A test report of the measurements shall be produced. After the test the single pixels will be assembled on the SiPM board to make a SiPM tile breadboard. The tile will be tested according the plan specified at the SiPM-BDR.

During the SiPM Breadboard Test Review ending this task Contractor and Customer shall agree on the number of SiPM assemblies to be produced for the qualification batch, in case the review is passed successfully.

The duration of Task 3 shall not exceed 2 months.

### **Input:**

- Successful SiPM Board Review is required prior to the start of Task 3.
- Test plan and procedures for the SiPM tile breadboard.
- Results from tasks 1 and 2.

### **Outputs:**

- One SiPM breadboard assembly
- The report for the SiPM pixels and breadboard assembly test campaign. MAIT plan complete with procedures and test plan for the qualification phase shall also be delivered. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Breadboard Test Review (SiPM-BTR).

### **5.1.4 Attività 4 : debug del progetto - Task 4: Design Debug**

Nel caso in cui uno qualsiasi dei test di qualificazione dei pixel SiPM o dell'assetto della scheda prototipale fallisca, devono esserne valutate le motivazioni e deve essere identificata una soluzione. Deve essere prodotto e revisionato un nuovo design della matrice prototipale SiPM. Pertanto, SiPM-BDR e task 3 devono essere ripetuti.

La durata della Task 4 non deve superare 1 mese.

### **Input:**

- Rapporti dei tests della campagna di qualificazione

### **Outputs:**

- Design aggiornato, test plan e procedure. Questi documenti devono essere presentati alla Riunione SiPM Board Review.

In case any of the qualification tests of the SiPM pixels or breadboard assembly fails, the reasons shall be assessed and a solution shall be identified. A new design of the SiPM assemblies shall be produced and reviewed. Then, SiPM-BDR and task 3 shall be repeated.

The duration of Task 4 shall not exceed 1 month.



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

25

### **Input:**

- Test reports of qualification campaign

### **Outputs:**

- Updated design, test plan and procedures. These documents shall be presented at the SiPM Board Review.

## **5.2 Fase 2: Fase di Qualifica: Sviluppo, produzione e qualifica della matrici SiPM - Qualification phase: Development, manufacture and qualification of SiPM assemblies**

La Fase di Qualifica è composta da una singola attività (Task 5) organizzata in tre diverse sotto-attività come mostrato nella Figure 4-1 relativa al flusso del lavoro.

Durante questa fase, Il Fornitore svilupperà e produrrà un primo lotto di matrici SiPM che sarà verificato e qualificato rispetto alle specifiche dei requisiti indicate in [AD1]. Il numero di matrici da produrre deve essere quello concordato al SiPM-BTR (40).

Il Fornitore si deve dotare degli strumenti necessari per le prove di qualificazione. Se ritenuto necessario, l'INAF consegnerà al Fornitore gli strumenti necessari per test specifici.

Il Fornitore deve produrre le prove necessarie sotto forma di test plan, procedure e relazioni per dimostrare il superamento di questa fase.

Il Fornitore consegnerà il lotto a INAF, il Committente, che effettuerà i test utilizzando le proprie strumentazioni e facilities. E' richiesta la partecipazione Fornitore è invitato a partecipare a tali test. Il Fornitore produrrà documenti relativi ai piani, procedure e report per descrivere ampiamente l'intero processo di qualificazione. INAF eseguirà i test su un sottoinsieme del lotto.

Quando la campagna di test sarà conclusa, si terrà una Riunione di revisione (SiPM Qualification Review). Se la revisione sarà approvata, il lotto di qualifica sarà accettato dall'INAF e il progetto procederà alla fase successiva. Inoltre, Il Fornitore e il Committente/INAF concorderanno le prove di controllo qualità che dovranno essere eseguite durante la fase di produzione di massa su tutte le matrici SiPM assemblate per la loro accettazione.

Questo primo lotto di matrici SiPM sarà consegnato dall'INAF alla ditta, selezionata attraverso una gara diversa, che sarà responsabile della produzione delle camere del mini-array ASTRI. Il lotto di qualifica verrà utilizzato per popolare il piano focale del modello di qualifica della camera ASTRI. Se necessario, verrà richiesto al Fornitore di supportare questa fase dell'integrazione della camera.

Il lavoro da svolgere, come minimo, all'interno delle attività della Fase di qualificazione è descritto nelle sezioni seguenti.

The Qualification Phase is made by a single task (Task 5) organised in three different subtasks as per Figure 4-1.



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

26

During this phase, the contractor shall develop and manufacture a first batch of SiPM assemblies to be fully qualified with respect to the requirements specifications stated in [AD1]. The number of assemblies to be produced shall be the one agreed at the SiPM-BTR (40).

The Contractor shall provide itself with the tools necessary for the qualification tests. If considered necessary INAF will deliver to the Contractor tools needed for specific tests.

The Contractor shall produce the necessary evidence in form of test plans, procedures and reports to demonstrate the overcoming of this phase.

The Contractor shall deliver the batch to the Customer that will perform tests using its own facilities. The contractor is asked to participate to those tests. The customer will produce plans, procedures and reports to describe extensively the entire qualification process. INAF will perform the tests on a subset of the batch.

When the test campaign will be concluded a review (the SiPM Qualification Review) will be held. If the review will be passed, the qualification batch will be accepted by INAF and the project will proceed to the next phase. Furthermore, the Contractor and the Customer will agree upon the quality control tests that shall be performed during the mass production phase on all the SiPM assemblies for their acceptance.

This first batch of SiPM assemblies will be delivered by INAF to the company/contractor, selected through a different tender, which will be in charge of the production of ASTRI mini-array cameras. The qualification batch will be used to populate the focal plane of the qualification model of the ASTRI camera. If necessary, the contractor will be asked to support this phase of the camera integration.

The work to be performed, as a minimum, within the Qualification Phase tasks is described in the following sections.

### **5.2.1 Attività-Task 5.1: Produzione, assemblaggio ed integrazione del lotto di Qualifica di sensori SiPM - SiPM qualification batch manufacture, assembly and integration**

Durante l'attività 5.1 il Fornitore deve produrre e assemblare una serie di matrici ("tile") di SiPM per le attività di qualifica.

La durata della Task 5.1 non deve superare 2 mesi.

#### **Input:**

- E' richiesto l'esito positivo della Riunione SiPM Breadboard Test Review per poter iniziare le attività della Task 5.1.
- Risultati delle attività delle Task 3 e 4

#### **Outputs:**

- Lotto di Qualifica delle matrici SiPM assemblate
- Documenti Test plan e procedure aggiornati. Questi documenti devono essere presentati al Committente/INAF per l'approvazione alla riunione denominata SiPM-QTRR.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	27

During Task 5.1 Contractor shall manufacture and assemble a batch of SiPM assemblies for qualification activities.

The duration of Task 5.1 shall not exceed 2 months.

**Input:**

- Successful SiPM Breadboard Test Review is required prior to the start of Task 5.1.
- Results from Task 3 and 4

**Outputs:**

- Qualification batch of SiPM assemblies
- Updated test plan and procedures. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Qualification Test Readiness Review (SiPM-QTRR).

**5.2.2 Attività-TASK 5.2: TEST del lotto di qualifica - SiPM qualification batch tests (nella sede del Fornitore-Contractor site)**

Il lotto di qualifica prodotto durante l'attività 5.1 sarà completamente testato rispetto ai requisiti, presso la sede del Fornitore.

La durata della task 5.2 non deve superare 1 mese.

**Input:**

- Qualifica del lotto di matrici ("tile") SiPM

**Outputs:**

- Test reports del Fornitore. Questi documenti devono essere presentati per l'approvazione del Committente/INAF/INAF alla Riunione di SiPM Qualification Review (SiPM-QR).

The qualification batch produced during task 5.1 will be fully tested against requirements at Contractor premises.

The duration of task 5.2 shall not exceed 1 months.

**Input:**

- Qualification batch of SiPM assemblies

**Outputs:**

- Contractor test reports. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Qualification Review (SiPM-QR).

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	28

### 5.2.3 Attività-TASK 5.3: test del lotto di qualifica - **SiPM qualification batch tests** (Committente/INAF-Customer site)

A Dopo il completamento della campagna di test da parte del Fornitore, un sottoinsieme del lotto di qualifica sarà consegnato al Committente/INAF per essere testato presso i locali dell'INAF.

La durata delle attività della Task 5.3 non deve superare 1 mese.

#### Input:

- Documenti Test Plan e procedure del Committente/INAF
- Lotto di qualifica delle matrici ("tile") SiPM assemblate

#### Outputs:

- Test reports del Committente/INAF. Questi documenti devono essere presentati alla Riunione SiPM-QR Review (SiPM-QR).

After the completion of the test campaign by the Contractor a subset of the qualification batch will be delivered to the Customer to be tested at INAF premises.

The duration of task 5.3 shall not exceed 1 months.

#### Input:

- Customer test plan and procedures
- Qualification batch of SiPM assemblies

#### Outputs:

- Customer test reports. These documents shall be presented at the SiPM Qualification Review (SiPM-QR).

### 5.3 Fase 3 – Fase di Produzione: produzione e accettazione di tutti le rimanenti matrici ("tile") SiPM - **Production Phase: development manufacture and acceptance of all remaining ASTRI SiPM assemblies.**


La fase di produzione è composta da una singola attività (Task 6) organizzata in tre diversi sottotask come illustrato nella figura del flusso di lavoro (Figure 4-1).

La fase inizierà con la revisione della produzione di matrici ("tile") SiPM durante la quale verranno consegnati il programma di produzione aggiornato, le procedure e il piano di test per l'accettazione.

Durante questa fase, Il Fornitore deve produrre tutti le rimanenti matrici ("tile") SiPM per popolare il piano focale di tutte le camere ASTRI per l'array del pathfinder ed anche quelle di ricambio.

La produzione deve essere organizzata in lotti. Preferibilmente, un lotto dovrebbe contenere un numero sufficiente di matrici ("tile") SiPM per popolare il piano focale di una camera (cioè 37). Il numero totale di lotti deve essere definito alla SiPM-PR.

Dopo la produzione, un lotto deve superare una serie di test di accettazione concordati

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	29

durante il SiPM-QR presso la sede del Committente/INAF e del Fornitore. Se i test di accettazione saranno superati, il lotto sarà accettato dall'INAF.

Le attività delle Task 6.1 a 6.3 che riguardano la fase di produzione saranno ripetute per la produzione di tutti i lotti.

Le attività da svolgere, come minimo, nella fase di produzione è descritto nelle sezioni seguenti.

The Production Phase is made by a single task (Task 6) organised in three different subtasks as per Figure 4-1.

The phase will begin with the SiPM Production Review during which updated production schedule, procedures and test plan for acceptance will be delivered.

During this phase, the customer shall produce all the remaining SiPM assemblies to populate the focal plane of all ASTRI cameras for the array of pathfinder plus spares.

The production shall be organized in batches. Preferably, a batch should contain enough SiPM assemblies to populate the focal plane of one camera (that is 37). The total number of batches shall be defined at the SiPM-PR.

After production, a batch shall go through a number of acceptance tests agreed upon during the SiPM-QR at the Contractor and Customer premises. If the acceptance tests will be passed, the batch will be accepted by INAF.

Tasks 6.1 to 6.3 that make the production phase will be repeated until all the batches will be produced.

The work to be performed, as a minimum, within the Production Phase tasks is described in the following sections.

### **5.3.1 Attività 6.1 produzione, integrazione dei SiPM - Task 6.1: SiPM assemblies manufacturing and assembly**

Durante l'attività 6.1, Il Fornitore deve produrre e assemblare tutti i pixel e le schede SiPM necessari per il completamento del contratto. La produzione e la consegna devono essere in lotti di almeno 37 matrici ("tile") SiPM ciascuno.

La durata della task 6.1 non deve superare 1 mese per lotto.

#### **Input:**

- E' necessario l'esito positivo del superamento della Riunione SiPM Production Review per iniziare le attività della Task 6.1.
- Risultati della Attività 3 (Task 3.)

#### **Outputs:**

- Lotto di matrici ("tile") SiPM
- Documenti test plan e procedure aggiornati. Questi documenti devono essere presentati al Committente/INAF per l'approvazione alla Riunione SiPM Acceptance Test Readiness Review (SiPM-ATRR).



 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	30

During Task 6.1, the Contractor shall manufacture and assemble all the SiPM pixels and Boards necessary to the completion of the contract. The production and delivery shall be in batches of at least 37 SiPM tiles each.

The duration of task 6.1 shall not exceed 1 months per batch.

#### Input:

- Successful SiPM Production Review is required prior to the start of Task 6.1.
- Results from Task 3.

#### Outputs:

- Batch of SiPM assemblies
- Updated test plan and procedures. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Acceptance Test Readiness Review (SiPM-ATRR).

#### 5.3.2 Attività-Task 6.2: TEST di Accettazione delle schede SiPM - SiPM acceptance tests (sede del Fornitore Contractor site)

I lotti prodotti durante l'attività 6.1 passeranno attraverso i test di controllo qualità presso i locali del Fornitore per l'accettazione.

La durata della task 6.2 non deve superare 1 mese per lotto.

#### Input:

- Lotto di matrici ("tile") di SiPM

#### Outputs:

- Test reports del Fornitore e ID. Questi documenti devono essere presentati per l'approvazione del Committente/INAF alla Riunione SiPM Acceptance Review (SiPM-AR).

The batches produced during task 6.1 will go through quality control tests at Contractor premises for acceptance.


The duration of task 6.2 shall not exceed 1 month per batch.

#### Input:

- Batch of SiPM assemblies

#### Outputs:

- Contractor test reports and ID card. These documents shall be presented to the Customer for approval at the SiPM Acceptance Review (SiPM-AR).

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	31

### 5.3.3 Attività-Task 6.3: Test di Accettazione (preso il Committente/INAF) - SiPM acceptance tests (at the premises of INAF as a Customer site)

Dopo il completamento della campagna di test da parte del Fornitore, un sottoinsieme del lotto prodotto verrà consegnato al Committente/INAF per i test di controllo qualità da effettuarsi presso i locali dell'INAF per l'accettazione.

La durata delle attività della Task 6.3 non deve superare 1 mese per lotto.

#### Input:

- Test plan e procedure del Committente/INAF
- Lotto di matrici ("tile") di SiPM

#### Outputs:

- Test reports del Committente/INAF. Questi documenti devono essere presentati al SiPM-AR (Si Qualification Review).

After the completion of the test campaign by the Contractor a subset of the produced batch will be delivered to the Customer for quality control tests at its premises for acceptance.

The duration of task 6.3 shall not exceed 1 month per batch.

#### Input:

- Customer test plan and procedures
- Batch of SiPM assemblies

#### Outputs:

- Customer test reports. These documents shall be presented at the SiPM Qualification Review (SiPM-AR).

### 5.4 Attività Task 6: Consegna - Delivery

Una volta accettata la partita di matrici ("tile") di SiPM, Il Fornitore imballerà il singolo lotto per la consegna rispettando i requisiti specificati in [AD1].

Salvo diversa indicazione, la consegna avverrà presso la sede del Committente/INAF in Italia: INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, presso il sito di Merate (Via Bianchi 46-23807 Merate).

Il Fornitore deve pianificare ed effettuare un imballaggio adeguato. La qualità del packaging e il tipo di trasporto, con la sua assicurazione, sono sotto la responsabilità del Fornitore.

Once a batch of SiPM Assembly is accepted the contractor shall pack the single batch for delivery respecting requirements specified in [AD1].

Unless specified otherwise the delivery shall be at Customer premises in Italy: INAF-Astronomical Observatory of Brera, at the Merate site (Via Bianchi 46-23807).

The Contractor has to plan and execute a suitable packaging. Packaging quality and type of transportation, with its insurance, are under the responsibility of the Contractor.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	DATA		Page:	32

## 6 Gestione, rapport di progresso, riunioni e Consegna dei pezzi prodotti e relative documentazione - **Management, reporting, meeting and deliverables-**

Management, Rapporti, Riunioni e le consegne tengono conto dei seguenti requisiti specifici.

The Management, Reporting, Meetings and Deliverables shall take into account the following specific requirements.

### 6.1 Gestione e comunicazioni di avanzamento - **Management and reporting**

#### 6.1.1 Aspetti Generali - **General aspects**

Tutta la documentazione deve essere fornita in versione elettronica (formati accettabili: Word, Excel e Acrobat pdf, o Power Point per le presentazioni, non bloccate e con possibilità di ricerca).

All documentation shall be provided in electronic version (acceptable formats: Word, Excel, and unlocked and searchable Acrobat pdf, or Power Point for presentations).

#### 6.1.2 Verbali delle Riunioni - **Minutes of Meeting**


I verbale di riunione devono essere distribuiti entro cinque giorni dalla riunione in questione in formato Word a tutti i partecipanti prima della formalizzazione finale, per eventuali commenti.

Minutes of Meeting shall be distributed within five days of the relevant meeting in Word format to all participants for comments before the formalization of the final version, for possible comments.

#### 6.1.3 Consegna del materiale delle presentazioni - **Presentation Handouts**

Il Fornitore deve inviare tramite supporto telematico il materiale per tutte le riunioni, le revisioni e le presentazioni specificate in questo Capitolato Tecnico/SoW. Tutte le presentazioni devono essere inviate tramite e-mail al Committente/INAF via e-mail almeno 5 giorni lavorativi prima della rispettiva riunione.

The Contractor shall provide handouts in electronic format for all meetings, reviews and presentations specified in this Statement of Work. All electronic presentations shall be delivered to customer by e-mail not less than 5 working days prior of the respective meeting.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	33

#### 6.1.4 Report di Avanzamento - **Progress Reports**

Le relazioni sullo stato di avanzamento devono essere inviate via e-mail al Project Manager del progetto ASTRI con cadenza mensile.

*Progress Reports shall be sent by e-mail to the ASTRI Project Manager every month.*

#### 6.1.5 Documenti Tecnici - **Technical Documentation**

Come parte integrante della documentazione tecnica, il Fornitore deve consegnare tutti i modelli matematici e CAD (in formato leggibile dal computer in un formato e mezzi da concordare con il Committente/INAF prima della consegna) e la documentazione di supporto sviluppata per questa attività. Tutto questo materiale (file, disegni tecnici – compresi quelli esecutivi, e modelli) diventerà proprietà intellettuale di INAF se specificamente sviluppati nel contesto di questo contratto. In particolare, questo riguarda i seguenti modelli:

- Modelli CAD
- Modelli matematici strutturali e termici
- Disegni di layout elettrico e circuiti stampati

*As an integral part of the Technical Documentation, the Contractor shall deliver all mathematical and CAD models (in computer-readable form in a format and means to be agreed with Customer before submission), and supporting documentation developed for this activity. All this material (files, technical drawings - including the executive ones, and templates) will become INAF intellectual property if specifically developed in the context of this contract. In particular, this concerns the following models:*

- CAD models
- Structural and Thermal Mathematical Models
- Electrical Layout and Printed Circuits drawings

#### 6.2 Riunioni - **Meetings**

Le riunioni e le revisioni/reviews che si terranno sono indicate nella Tabella 6.1. La modalità in cui si terranno le riunioni (di persona o per via telematica) e l'ubicazione dell'incontro saranno decisi di volta in volta.

*As a minimum, the meetings and the reviews to be held are indicated in Table 6-1. The way the meetings will be held (in person or telematic) as well as the location of the meeting will be decided from time to time.*

*Table 6-1: ASTRI SiPM major reviews*

Event/Milestone	Occurrence	Date
<b>Kick Off Meeting (KOM)</b>	Beginning of the project – Start Design phase	T0
<b>Assembly Requirement Review (ARR)</b>	End of Task 1	T0+1



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

34

<b>Board Design Review (BDR)</b>	End of Task 2	T0+3
<b>Breadboard Test Review (BTR)</b>	Design Phase End – Qualification Phase Start	T0+5
<b>Qualification Test Readiness Review (QTRR)</b>	End of Task 5.1	T0+7
<b>Qualification Review (QR)</b>	Qualification Phase End	T0+9
<b>Production Review (PR)</b>	Production Phase Start	T0+9
<b>Acceptance Test Readiness Review (ATTR)</b>	End of Task 6.1	T0+10/19
<b>Acceptance Review (AR)</b>	Production Phase End	T0+11/21

Il dettaglio delle Riunioni di Review è specificato nelle sezioni sottostanti.

[The details of the reviews are given in the following sections.](#)

### **6.2.1 Meeting di Avvio / Kick Off Meeting (KOM)**

- **Input:** Contratto, Documenti di gara, Documento sulle linee guida guida INAF per i test sui SiPM, DOC-1/ [Contract](#), [Tender data packages](#), [DOC-1](#), [Document on INAF guidelines for testing SiPM](#)

- **Descrizione - Description:**

Eventuali informazioni e dati di gara da parte del Fornitore e del Committente/INAF saranno discussi se necessario. Il contratto sarà rivisto prima della firma. Se necessario e disponibile, verrà consegnata al Fornitore la documentazione complementare sul design. Sarà presentato il team del progetto. Il Fornitore deve presentare il piano di gestione del progetto, compresa la pianificazione e la descrizione del piano di lavoro per approvazione del progetto. INAF fornirà un documento di riferimento in cui descrive le linee guida da utilizzare per i test dei SiPM.

[Tender data package from customer and contractor will be discussed if necessary. The contract will be reviewed before signature. Complementary design documentation will be delivered to contractor if available. Project team will be presented. Contractor shall present the project management plan including the schedule and WP description for the project for approval. INAF will deliver a reference document that describes the guidelines to be used for SiPM tests.](#)

- **Output:** Firma del Contratto. Il Committente/INAF approva il DOC-1, Il Committente accetta il documento sulle linee guida per i test. [Contract signature](#). [Customer approves DOC-1](#). [Contractor agrees on document on tests guidelines](#)

### **6.2.2 Revisione dei requisiti dei SiPM della Camera ASTRI- [ASTRI Camera SiPM Requirement Review \(SiPM-RR\)](#)**

- **Input:** Aggiornamento [AD1], DOC-1, DOC-2 - [Updated \[AD1\]](#), [DOC-1](#), [DOC-2](#)

- **Descrizione-Description:**

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	35

Il Fornitore presenta la revisione dei requisiti dei SiPM per la discussione e approvazione. Deve inoltre presentare il cronoprogramma aggiornato del progetto. Il Committente/INAF deve fornire i requisiti mancanti relativi alla scheda SiPM.

The Contractor shall present the review of the SiPM requirements for discussion and approval. Contractor shall also present the updated schedule of the project. Customer shall deliver the missing requirements related to the SiPM Board.

- **Output:** il Committente/INAF approva la revisione dei requisiti. - [Customer approves requirement review.](#)

#### 6.2.3 Revisione del Design della scheda SiPM - [SiPM Board Design Review \(SiPM-BDR\)](#)

- **Input:** [AD1], DOC-3, DOC-4, DOC-5, DOC-6, DOC-7, DOC-8, DOC-9
- **Descrizione- [Description:](#)**  
Il Fornitore presenta il progetto della scheda SiPM per l'approvazione. Dovrà anche consegnare un rapporto che descriva il progetto, i disegni meccanici e gli schemi elettrici e il piano MAIT per le attività di prototipazione che seguiranno, completo di procedure e piano di test. Le procedure dei test devono essere approvate dall'INAF.


The Contractor shall present the design of the SiPM board for approval. The Contractor shall deliver a report describing the design, the mechanical drawings and the electrical schemes, and the MAIT plan for the breadboard activities that will follow, complete with test procedures and plan. Test procedures shall be approved by INAF.

- **Output:** Il Committente/INAF approva la progettazione della scheda SiPM, il piano MAIT e le procedure di test. [Customer approve SiPM board design, MAIT plan and test procedures.](#)

#### 6.2.4 Revisione dei Test della scheda prototipale SiPM - [SiPM Breadboard Test Review \(SiPM-BTR\)](#)

- **Input:** DOC-10, DOC-11
- **Descrizione- [Description:](#)**  
Il Fornitore deve presentare i risultati dei test eseguiti sulla scheda prototipale SiPM per la revisione e l'approvazione. Inoltre, deve fornire il documento MAIT plan per la fase di qualificazione, completo di procedure e piani di prova.

The Contractor shall present the results of the tests performed on the SiPM breadboard for review and approval. Furthermore, the Contractor shall deliver the MAIT plan for the qualification phase complete with test procedures and plans.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	36

- **Output:** Il Committente/INAF approva i risultati dei test sui SiPM. Committente e Fornitore concordano sul numero di matrici ("tile") SiPM da produrre per la fase di qualificazione. Il Committente approva l'inizio della produzione del lotto di qualifica

Customer approves test results on the SiPM. Customer and Contractor agree on the number of SiPM assemblies to be produced for the qualification phase.  
Customer approve the start of the qualification batch production.

#### 6.2.5 Test di Revisione della Qualifica dell'Idoneità dei SiPM - Qualification Test Readiness Review (SiPM-QTRR)

- **Input:** Aggiornamento del croprogramma. Aggiornamento dei DOC-11, DOC-12, DOC-13 - Updated schedule, Updated DOC-11, DOC-12, DOC-13
- **Descrizione - Description:**
- Il Fornitore presenta un rapporto che descrive le attività di produzione per il lotto di qualifica SiPM. Inoltre, devono essere riviste le procedure di test per i test di qualifica presso la sede del Fornitore e del Committente/INAF e il piano di test, al fine di ottenere l'approvazione del Committente per l'avvio delle attività di test.

Contractor shall present a report describing the production activities for the SiPM qualification batch. Furthermore, the test procedures for qualification tests at contractor and customer premises and the test plan shall be reviewed in order to obtain Customer approval for starting the testing activities.

- **Output:** il Committente approva le procedure di test di qualificazione e il piano di test - Customer approves qualification test procedures and test plan.


#### 6.2.6 Revisione Qualifica SiPM - SiPM Qualification Review (SiPM-QR)

- **Input:** DOC-14, DOC-15
- **Descrizione- Description:**  
Il Fornitore ed il Committente/INAF devono presentare i risultati dei test del lotto di qualifica SiPM per una revisione congiunta e l'approvazione del Committente. Il Fornitore deve consegnare la carta d'identità di ogni matrici ("tile") SiPM del lotto di qualifica

Contractor and Customer shall present the results of the tests of the SiPM qualification batch for a joint review and Customer approval. The Contractor shall deliver for each SiPM assembly of the qualification batch its own ID card.

- **Output:** Il Committente/INAF approva i risultati del test. Il lotto di qualifica è accettato e viene consegnato presso la sua sede. Il Committente e il Fornitore concordano sulle prove di controllo della qualità che devono essere eseguite sui lotti di produzione.



 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<i>DATA</i>		Page:	37

Customer approve test results. The qualification batch is accepted by Customer and delivered at its premises. Customer and Contractor agree on the quality control tests that shall be performed on the production batches.

#### 6.2.7 Revisione piano produzione SiPM - **SiPM Production Review (SiPM-PR)**

- **Input:** DOC-16, DOC-17, DOC-18, DOC-19
- **Descrizione - Description:**  
Al completamento della valutazione basata sulla campagna di qualifica, il Fornitore presenterà il piano di produzione, il piano MAIT per la fase di produzione e le procedure per i test di accettazione dei lotti di produzione. Presenta inoltre i rapporti sulle analisi FMECA e RAMS.

At the completion of assessment based on the qualification campaign, the Contractor shall present the production plan, MAIT plan for the production phase and the procedures for the production batches acceptance tests. Furthermore, the Contractor shall present the reports on FMECA and RAMS analyses.


- **Output:**  
INAF approva le analisi FMECA e RAMS, il piano di produzione, il piano MAIT, le procedure di test e il programma aggiornato per la fase di produzione. Committente e Fornitore concordano sul numero di matrici ("tile") SiPM che costituiscono un singolo lotto di produzione.

Customer approve FMECA and RAMS analyses, production plan, MAIT plan, test procedures and updated schedule for the production phase. Customer and Contractor agree on the number of SiPM assemblies making a single production batch.

#### 6.2.8 Accettazione Test di Idoneità dei SiPM - **SiPM Acceptance Test Readiness Review (SiPM-ATTR)**

- **Input:** DOC-20, DOC-21, updated DOC-17
- **Descrizione - Description:**  
I test delle procedure di produzione per i test di accettazione presso la sede del Fornitore e del Committente/INAF devono essere riviste al fine di ottenere l'approvazione del Committente per l'avvio delle attività di test. Inoltre, il Fornitore deve presentare una relazione che descrive le attività di produzione per il lotto SiPM corrente.

The production test procedures for acceptance tests at Contractor and Customer premises shall be reviewed in order to obtain Customer approval for starting the testing activities. Furthermore, the Contractor shall present a report describing the production activities for the current SiPM batch.

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	DATA		Page:	38

- **Output:** Il Committente approva le procedure di test di accettazione della produzione di massa e il piano dei test.

Customer approve mass production acceptance test procedures and test plan.

#### 6.2.9 Accettazione delle schede SiPM - SiPM Acceptance Review (SiPM-AR)

- **Input:** DOC-21, DOC-22, DOC-23

- **Descrizione - Description:**

Il Committente/INAF ed il Fornitore devono presentare i risultati dei test di accettazione sul corrente lotto di produzione per la revisione congiunta e l'approvazione del Committente. Il Fornitore deve consegnare la carta d'identità di ogni matrice ("tile") di SiPM del lotto di produzione corrente.

Contractor and Customer shall present the results of the acceptance tests on the current production batch for joint review and Customer approval. Contractor shall deliver for each SiPM assembly of the current production batch its own ID card.

- **Output:**

Il Committente approva i risultati dei test e accetta il lotto di schede SiPM. Il Fornitore consegna il lotto SiPM accettato

Customer approve test results and accept the SiPM batch. Contractor deliver the accepted SiPM batch.

### 6.3 Prodotti attesi - Deliverables

#### 6.3.1 Documenti e modelli - Documents and models

Tabella Table 6-2 riassume i documenti e i modelli da consegnare e il riferimento alle revisioni/pietre miliari. Nella tabella il termine "SiPM" è omesso dal nome delle riunioni di Revisione.

Il pacchetto di documenti di ciascuna riunione, comprese tutte le note tecniche approvate, le presentazioni, i riepiloghi e altri documenti tecnici prodotti nell'ambito del presente contratto, deve essere consegnato in formato elettronico. Il formato previsto per i documenti deve essere PDF in cui è possibile la ricerca, salvo diversamente richiesto dal Committente/INAF (vedere la sezione 6.1).

Tabella Table 6-2 summarizes the documents and models to be delivered, and the reference to the milestones/reviews. In the table the term "SiPM" is omitted from the name of the reviews.

The documents package of each review, including all approved Technical Notes, presentation handouts, summaries and other technical documents produced under this contract, shall be delivered in electronic form. The format expected for the documents shall be searchable PDF unless otherwise requested by the Customer (see section 6.1).

 <b>ASTRI - Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana</b>	<b>ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder</b>				
CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM <b>CIG: 78124952D3</b>	Codice CPV: 35125100-7	<b>DATA</b>		Page:	39

Tabella Table 6-2 Documenti e modelli da consegnare - *Documents and models to be delivered*

Code	Document	Milestone
DOC-1	Project Management Plan/Schedule	KOM, RR, BTR, PR
DOC-2	Requirement Review Report	RR
DOC-3	SiPM board Design Description Report	BDR, QTTR, PR
DOC-4	SiPM board Interface Control Document	BDR, QTTR, PR
DOC-5	SiPM board Drawings	BDR, QTTR, PR
DOC-6	SiPM board Electrical Scheme	BDR, QTRR, PR
DOC-7	SiPM board Bill of Materials	BDR
DOC-8	MAIT plan for breadboard activities	BDR
DOC-9	Test procedures for breadboard activities	BDR
DOC-10	Test reports for SiPM Breadboard activities	BTR
DOC-11	MAIT plan for SiPM qualification phase	BTR, QTRR
DOC-12	Test procedures for qualification batch	QTRR
DOC-13	SiPM qualification batch production report	QTRR
DOC-14	Test reports for the qualification batch	QR
DOC-15	ID cards for the Qualification batch	QR
DOC-16	Production plan	PR
DOC-17	MAIT plan for production phase	PR, ATRR
DOC-18	FMECA analysis report	PR
DOC-19	RAMS analysis report	PR
DOC-20	Test procedures for acceptance of production batches	ATRR
DOC-21	SiPM batch production report	ATRR, AR
DOC-22	Acceptance test report for production batches	AR
DOC-23	ID cards for production batches	AR

### 6.3.2 Prodotti - Products

I prodotti da consegnare sono dettagliati nella Tabella Table 6-3.-*The deliverable products are stated in Table 6-3.*

Table 6-3: Main product deliverable



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

**ASTRI MINI-ARRAY Prototipo  
CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

40

Item Identifier	Description	Num	Milestone
Qualification Batch	SiPM assemblies (tiles)	37	QR
Production Batch	SiPM assemblies	37 x 10	AR
Spare Batch	Spare SiPM Assemblies	43	AR
TOTALE	SCHEDE/TILES SiPM	450	



**ASTRI - Astrofisica con Specchi  
a Tecnologia Replicante Italiana**

## **ASTRI MINI-ARRAY Prototipo CTA Pathfinder**

CAPITOLATO GARA SENSORI SiPM  
**CIG: 78124952D3**

Codice CPV: 35125100-7

*DATA*

Page:

41

## **7 Cronoprogramma e Pietre miliari - Schedule and milestones**

Un possibile programma di produzione delle matrici ("tile") di SiPM è mostrato nella Figure 7-1. Il cronoprogramma mostra le pietre miliari, le revisioni e gli eventi principali. La durata delle attività previste per la progettazione, la produzione, la verifica e la consegna delle unità delle matrici ("tile") di SiPM è di circa 22 mesi dal KOM.

A possible production schedule for the SiPM assemblies is shown in Figure 7-1. The schedule shows milestones, review and major events. The duration of the activities foreseen for the design, manufacture, verification, and delivery of the ASTRI SiPM assemblies is about 22 months from the KOM.

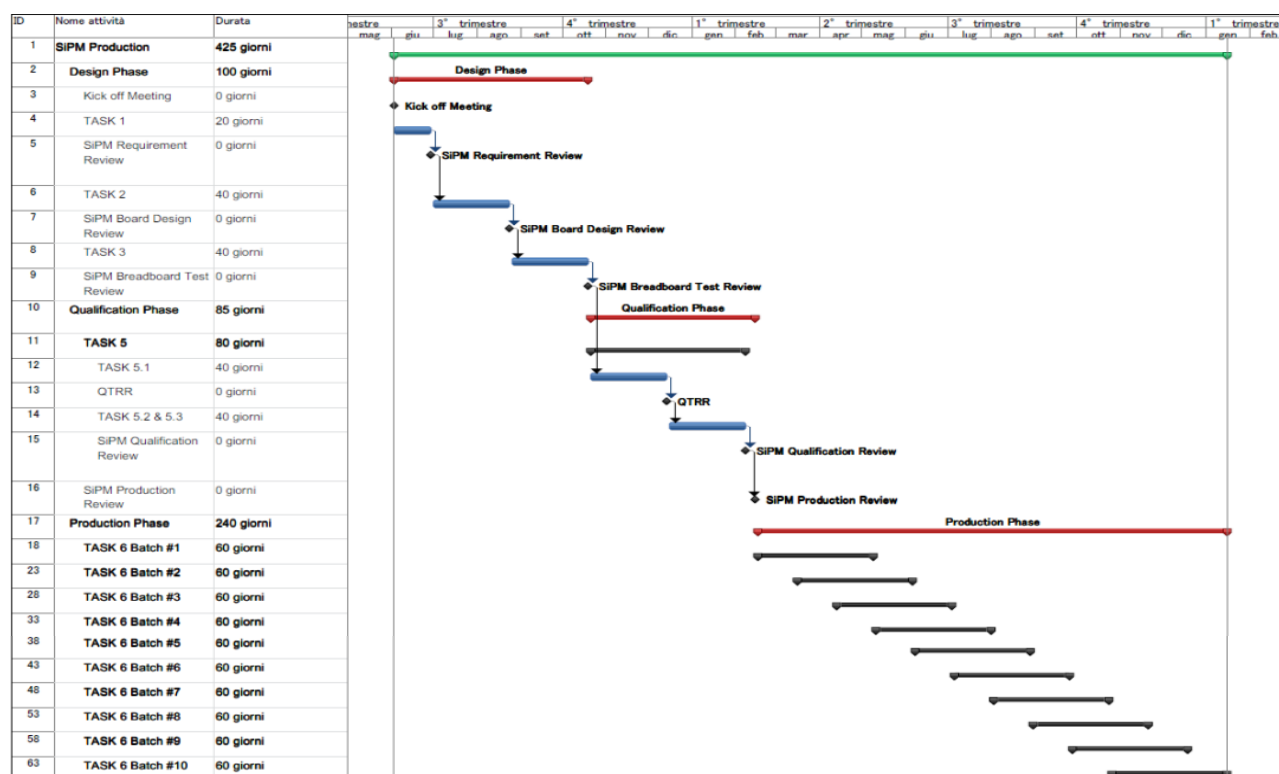


Figure 7-1: Production Schedule