Progetto: Fully aUtonomous feaTUre Recognition planetary Explorer (FUTURE) - Fasi C/D/E1

	UNITÀ / NOME	FIRMA	DATA
PREPARATO	[OMISSIS]		
VERIFICATO			
APPROVATO			

Registro delle modifiche

Data	Sezione del documento / Motivo della revisione	Revisione
	Prima emissione formale	A

ALLEGATI:

Allegato 1: Elenco documentazione da consegnare

Allegato 2: Hardware e Software da consegnare

DISTRIBUZIONE DEL DOCUMENTO:

Allegato alla Richiesta d'Offerta

INDICE

1.0 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE 4

2.0 DEFINIZIONI ED ACRONIMI 4

2.1 DEFINIZIONI 4

2.2 ACRONIMI 4

3.0 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO 5

3.1 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE (DA) 5

3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO (DR) 6

3.3 ORDINE DI PRECEDENZA 7

4.0 OBIETTIVI ED ATTIVITÀ 7

4.1 CONTESTO DI RIFERIMENTO 7

4.2 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA 8

4.3 DESCRIZIONE E REQUISITI DELLE ATTIVITÀ 12

4.3.1 Attività di gestione 12
4.3.2 Product Assurance 13
4.3.3 Ingegneria: studio, progetto, verifica, ingegneria di sistema 13
4.3.4 Approvvigionamenti 14
4.3.5 MAIT 14
4.3.6 Trasporti, logistica, supporti operativi ed assistenza tecnica 15
4.3.7 Attività di collaudo, accettazione e consegna 15
4.3.8 Servizi di lancio 16
4.3.9 LEOP, IOT e Commissioning 16

4.4 ALBERO DEL PRODOTTO 16

4.5 FILOSOFIA DI SVILUPPO E DEI MODELLI 18

5.0 PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ, FASI ED EVENTI CHIAVE 18

5.1 KO – KICK OFF 19

5.2 CDR – CRITICAL DESIGN REVIEW 19

5.3 TRR – TEST READINESS REVIEW 19

5.5 QAR – QUALIFICATION/ACCEPTANCE REVIEW 20

5.6 FRR – FLIGHT READINESS REVIEW 20

5.7 LRR – LAUNCH READINESS REVIEW 20

5.8 IOCR – IN-ORBIT COMMISSIONING REVIEW 21

6.0 FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DELL'ASI 21

6.1 DOCUMENTAZIONE 21

6.2 HW/SW 21

7.0 FORNITURA CONTRATTUALE 21

7.1 DOCUMENTAZIONE 21

7.2 HW/SW 21

ALLEGATI

Allegato 1: Elenco documentazione da consegnare

Allegato 2: Hardware e Software da consegnare

1.0 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE

Questo documento costituisce il Capitolato Tecnico (CT) allegato alla Richiesta d'Offerta (RdO) dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per il progetto "Fully aUtonomous feaTUre Recognition planetary Explorer (FUTURE) - Fasi C/D/E1".

I requisiti specificati nel presente documento devono essere resi applicabili a tutta la struttura industriale coinvolta nel processo d'Offerta.

2.0 DEFINIZIONI ED ACRONIMI

2.1 DEFINIZIONI

Le definizioni contenute nello standard ECSS-P-001 sono applicabili.

2.2 ACRONIMI

ABCL	As-Built Configuration List
AI	Action Item
AIT	Assembly Integration and Testing
AIVT	Assembly Integration Verification and Testing
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ATG	Allegato Tecnico Gestionale
AR	Acceptance Review
CDR	Critical Design Review
CI	Configuration Item
CIL	Critical Item List
CIDL	Configuration Item Data List
CoC	Certificate of Conformance
COTS	Commercial Off-The-Shelf
CT	Capitolato Tecnico
DCL	Declared Component List
DDF	Design Definition File
DM	Development Model
DML	Declared Material List
DPL	Declared Process List
EIDP	End-Item Data Package
EM	Engineering Model
EQM	Engineering Qualification Model
EQSR	Equipment Qualification Status Review

EU	End User
FMEA	Failure Modes, Effects and Analysis
FUTURE	Fully aUtonomous feaTUre Recognition planetary Explorer
GSE	Ground Support Equipment
HITL	Hardware In The Loop
HW	HardWare
ICD	Interface Control Document
IoT	Internet of Things
IOT	In-Orbit Testing
KO	Kick Off
LE	Launch Event
LEO	Low Earth Orbit
LEOP	Launch and Early Orbit Phase
NTN	Non-Terrestrial Network
PA	Product Assurance
PFM	Proto-Flight Model
QSL	Qualification Status List
QR	Qualification Review
RCR	Requirements Consolidation Review
RdO	Richiesta d'Offerta
RFD	Request for Deviation
RFW	Request for Waiver
RID	Review Item Discrepancy
SEP	System Engineering Plan
SW	SoftWare
TBD	To Be Defined
TRR	Test Readiness Review
TRS	Technical Requirements Specification
VCD	Verification Control Document

3.0 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO

3.1 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE (DA)

I seguenti documenti costituiscono parte integrante del Capitolato Tecnico secondo la priorità definita nella sezione 3.3 "Ordine di Precedenza"; essi debbono essere applicati dal contraente nello sviluppo dell'offerta.

GENERALI

[DA 01] *Istruzione Operativa "Preparazione e trasmissione dell'offerta all'ASI" – Doc. OP-IPC-2005-012*

[DA 02] *Capitolato generale ASI, http://www.asi.it/html/norme/cap_gen.pdf*

GESTIONE

[DA 03] *Istruzione Operativa "Capitolato gestionale delle Richieste d'Offerta dell'ASI" – Doc. OP-IPC-2005-010*

[DA 04] *Istruzione Operativa "Requisiti per la preparazione della Work Breakdown Structure (WBS)" – Doc. OP-IPC-2005-002*

[DA 05] *ECSS-S-ST-00-01C, Glossary of terms (*)*

[DA 06] *ECSS-M-ST-10C Rev.1, Project planning and implementation (*)*

PRODUCT ASSURANCE

[DA 07] *Sistemi di Gestione per la Qualità, UNI EN ISO 9001:2015*

[DA 08] *ECSS-Q-ST-70C Rev.1, Materials, mechanical parts and processes (*)*

[DA 09] *DC-UQT-2024-002 FUTURE SMA and engineering objectives*

[DA 10] *DC-UQT-2024-003-A_FUTURE_PA Requirements*

[DA 11] *DC-UQT-2024-004-A_FUTURE_Deliverable Requirement Document Definition*

INGEGNERIA E TECNICI

[DA 12] *FUTURE Phase B - End Item Data Package – Prot. ASI n. 14237 del 08/11/2023*

[DA 13] *ECSS-U-AS-10C Rev. 1, Adoption Notice of ISO 24113: Space systems – Space debris mitigation requirements (*)*

(*) disponibili presso il sito web dell'ECSS all'indirizzo: www.ecss.nl

3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO (DR)

I documenti di riferimento di seguito elencati devono essere utilizzati dal Contraente al fine di trarre: linee guida, dati di confronto, informazioni suppletive per la migliore comprensione dei requisiti, esempi gestionali, etc.

In assenza di specifici requisiti, i documenti di riferimento devono costituire l'elemento di confronto tecnico, operativo e gestionale rispetto al quale il Contraente deve realizzare le attività contrattuali.

[DR 1] IOD CubeSat Deliverable Items List, ESA-TECSPC-LI-024326 Issue 1 Revision 6

[DR 2] ECSS standards (*)

[DR 3] CubeSat Design Specification (1U -12U), CP-CDS-R14, Revision 14

[DR 4] Tailored ECSS Engineering Standards for In-Orbit Demonstration CubeSat Projects, TEC-SY/128/2013/SPD/RW Issue 1 Revision 3

[DR 5] Product and Quality Assurance Requirements for In-Orbit Demonstration CubeSat Projects, TEC-SY/129/2013/SPD/RW Issue 1 Revision 4

[DR 6] IOD Cubesat Deliverable Requirements Definition, ESA-TECSPC-DRD-024324 Issue 1 Revision 11

(*) disponibili presso il sito web dell'ECSS all'indirizzo: www.ecss.nl

3.3 ORDINE DI PRECEDENZA

L'ordine di precedenza tra i documenti applicabili all'offerta sarà il seguente:

- lettera di RdO
- Capitolato Generale dell'ASI (CGA)
- il presente CT
- i DA identificati nella sezione 3.1
- tutti i documenti generati dall'ASI ed accettati dal Contraente

In caso di conflitto tra i requisiti ha prevalenza il più stringente.

Il Contraente è tenuto ad evidenziare ogni eventuale conflitto tra i requisiti e sottoporlo ad ASI per la sua risoluzione.

4.0 OBIETTIVI ED ATTIVITÀ

4.1 CONTESTO DI RIFERIMENTO

Il settore dei cubesats, è una realtà consolidata nello scenario spaziale, e costituisce uno strumento affidabile caratterizzato da tecnologie all'avanguardia, tali da permetterne l'impiego in una vasta gamma di applicazioni e servizi. Le piattaforme nano-satellitari, sfruttando opportunità di lancio a basso costo, permettono di imbarcare tecnologie per una dimostrazione in orbita in tempi brevi. Inoltre, possono concorrere ad abilitare nuovi concetti di missione e a trovare soluzioni innovative per superare sfide importanti legate all'esposizione ad un ambiente particolarmente ostile in termini di radiazioni e alla difficoltà di ricezione e trasmissione dei dati amplificata dalla distanza da terra che impatta vari aspetti, fra i quali quello della navigazione, guida e controllo.

Proprio a questa problematica è dedicata la missione FUTURE (Fully aUtonomous feaTUre Recognition planetary Explorer) il cui obiettivo è quello di sviluppare una capacità di stima autonoma della posizione in grado di ridurre la dipendenza della navigazione dagli operatori e dai servizi e strutture di supporto a terra. In primis la validazione verrà effettuate in orbite LEO per poi passare a future applicazioni in spazio profondo.

Questa missione IoD mira a far volare un set di sensori su un singolo satellite e utilizzare i dati generati per alimentare diversi algoritmi di intelligenza artificiale, in grado di identificare le caratteristiche sulla superficie terrestre ed elaborare autonomamente la posizione del satellite. Il trasferimento tecnologico è un elemento chiave di questa proposta: i risultati del progetto potranno essere utilizzati per applicazioni future oltre LEO, come nelle missioni su pianeti e lune, migliorando così il funzionamento autonomo e la navigazione in prossimità di diversi corpi celesti. In LEO, la precisione della conoscenza della posizione sarà validata confrontandola con le informazioni disponibili ottenute da sensori GNSS.

La missione sarà quindi fondata su 4 pilastri principali: 1) Identificazione dei requisiti e dei vincoli chiave per le tecniche di navigazione ottica autonome da incorporare nelle missioni satellitari CubeSat. 2) Progettazione di tecnologie robuste di navigazione ottica, autonome e con bassa latenza. 3) Validazione in orbita di queste tecniche utilizzando i dati di Galileo/GNSS come misure di riferimento. 4) Dimostrare le capacità di trasferimento di tecnologia da LEO alle applicazioni dello spazio profondo.

4.2 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Il progetto FUTURE consiste in un Cubesat 6U con un set di sensori che volerà in LEO (a circa 500 km di altitudine) con lo scopo di utilizzare i dati generati per alimentare diversi algoritmi di intelligenza artificiale, in grado di identificare le caratteristiche sulla superficie terrestre ed elaborare autonomamente la posizione del satellite. La fotocamera principale sarà puntata verso Terra in direzione Nadir per rilevare le macro caratteristiche della superficie terrestre. [OMISSIS] per rilevare fiumi, laghi, coste e caratteristiche geologiche regionali. Un'altra fotocamera [OMISSIS] punterà verso la Luna e altri corpi celesti. Infine una terza fotocamera in IR verrà utilizzata per rilevazioni nelle zone in ombra durante le fasi d'eclissi. Quest'ultime due fotocamere verranno utilizzate per ottenere osservazioni secondarie in modo tale da non interferire eccessivamente con la fotocamera principale puntata verso la Terra. Questi tipi di osservazioni potranno essere pianificate durante il tempo dell'eclissi, in modo da ottenere osservazioni complementari alle principali.

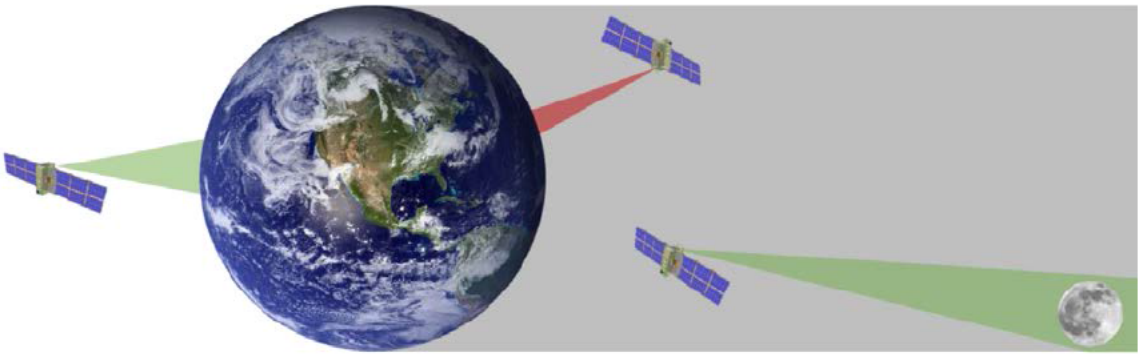


Figura 1: Concetto di missione di FUTURE

Lo Space Segment è costituito da un CubeSat con un fattore di forma 6 [OMISSIS] L'unità di processamento della piattaforma [OMISSIS] copre le funzioni associate alle unità di processamento di OBDH e ADCS/GNC, quali: comando dei vari sottosistemi del satellite, raccolta di telemetria e processamento dei dati di navigazione e assetto generati dai sensori dedicati. Il sottosistema ADCS è in grado di eseguire un puntamento in diversi sistemi di riferimento (ECI, ECEF, LVLH) e supporta sensori e attuatori di diversa natura. L'insieme dei sensori è composto da un modulo IMU [OMISSIS], due star trackers in configurazione ortogonale e due coppie di sun sensors e magnetometri per fornire informazioni di backup e di assetto complementari. L'insieme di attuatori è

invece è composto da tre ruote di reazione per il controllo d'assetto e tre torque rods magnetiche in configurazione ortogonale per la gestione della quantità di moto. Un modulo GPS compatto integra la suite di sensori GNC principale, fornendo informazioni sulla navigazione inerziale. Il sistema di comunicazione standard prevede radio e antenne atte a garantire comunicazione in banda UHF ed S-Band verso il segmento di terra.

[OMISSIS] L'energia è distribuita ai vari sottosistemi attraverso un insieme centralizzato di convertitori, regolatori e interruttori, in cui la potenza viene monitorata su ciascuna linea. [OMISSIS] .

[OMISSIS]

[OMISSIS]

Dato il profilo di missione, la piattaforma ospiterà una suite di camere ottiche per eseguire il rilevamento delle caratteristiche morfologiche della superfice terrestre che verranno utilizzate dagli algoritmi di bordo per garantire la navigazione autonoma.
Un processore ad alte prestazioni verrà utilizzato per eseguire gli algoritmi di elaborazione delle immagini di bordo, interfacciarsi con le camere e ospitare i filtri di navigazione.
Le informazioni di posizioni del modulo GPS della piattaforma verranno utilizzate per validare le soluzioni di navigazione calcolate a bordo.

[OMISSIS]

Il Segmento di Terra sarà composto dai seguenti elementi:

- I Mission Control Centers (MCCs) FUTURE MCC e CUBESAT MCC, [OMISSIS] responsabili dell'esecuzione delle operazioni in orbita del Satellite, del P/L e dell'elaborazione dei mission data a terra ai fini della validazione degli algoritmi;
- Un Ground Station Network (GSN), che include le ground station selezionate e distribuite globalmente per supportare la ricezione e la trasmissione dei dati da e verso il Satellite.
- Un Ground Station Network Node (GSNN), responsabile del processamento del flusso di dati ricevuti dal GSN e della distribuzione dei dati verso CUBESAT e FUTURE MCC.
- I Payload Engineering Support Centers, [OMISSIS] per ciò che riguarda la validazione ed il processamento dei dati generati dal Payload.

La validazione finale dei dati generati dal Payload è svolta dal FUTURE MCC [OMISSIS]

[OMISSIS]

[OMISSIS]

[redacted]

4.3 DESCRIZIONE E REQUISITI DELLE ATTIVITÀ

4.3.1 Attività di gestione

Il Contraente è responsabile dell'esecuzione delle attività oggetto del Contratto, nonché di tutte le attività non esplicitamente individuate, ma necessarie alla completa e conforme esecuzione del Contratto, ed in particolare per:

- il raggiungimento degli obiettivi nel rispetto dei requisiti e dei vincoli;
- la definizione, l'esecuzione e la gestione delle relative attività;
- l'acquisizione degli elementi (autorizzazioni, licenze, etc) a tal fine necessari;
- la realizzazione degli elementi Hardware (HW) e SW da realizzare.

Il Contraente dovrà garantire a tutti i componenti del team di gestione ASI il pieno accesso ad informazioni, siti ed attività secondo le prescrizioni contrattuali.

Qualora, nel corso delle attività, emergesse la necessità di specificare meglio i requisiti e/o di intraprendere soluzioni differenti da quelle inizialmente previste, il Contraente dovrà farsi parte attiva affinché questo avvenga nel rispetto dei vincoli di programma ed al fine del pieno raggiungimento delle funzionalità/prestazioni/operatività contrattualmente definiti.

Il Contraente deve soddisfare i requisiti inclusi nei documenti contrattuali.

Il Contraente dovrà definire un planning contrattuale.

Il planning contrattuale dovrà essere gestito in modo da permettere la piena visibilità del progetto.

Il contenuto della pianificazione sarà aggiornato secondo la frequenza concordata con ASI e comunque in occasione di ogni milestone contrattuale con l'obiettivo di mantenere gli eventi a contratto.

La pianificazione operativa dovrà evidenziare e permettere di monitorare eventuali cammini critici di progetto.

Dovrà essere eseguita un'analisi dei rischi. Verranno analizzati sia i rischi esterni al progetto che quelli legati agli elementi fondamentali della missione.

I rischi verranno definiti, categorizzati e monitorati seguendo le normative ECSS applicabili.

Per ogni rischio individuato dovranno essere proposte e, eventualmente, implementate delle azioni per la mitigazione del rischio stesso. Il Contraente è responsabile della gestione dei rischi e delle azioni da attuare, l'individuazione di rischi non comporta nessun onere aggiuntivo a carico di ASI.

Il team di gestione ASI controllerà che i rischi di progetto vengano correttamente individuati, adeguatamente tracciati e comunicati a tutti i livelli pertinenti nell'ambito del progetto.

La corretta esecuzione dei lavori e il rispetto dei requisiti contrattuali e di pianificazione sarà svolta dal team di gestione del progetto attraverso le seguenti attività:

- controllo dell'avanzamento;
- controllo della configurazione;
- product assurance.

Le modalità di controllo stabilite tra ASI ed il Contraente saranno applicate dal Contraente anche a tutti i componenti del team del Contraente, al fine di conseguire un'uniforme modalità di valutazione e pervenire a meccanismi di consuntivazione omogenei che consentano ad ASI la verifica.

Il controllo dell'avanzamento dei lavori avviene tramite la verifica del consuntivo delle attività e la verifica del raggiungimento degli obiettivi degli eventi contrattuali. Lo stato di avanzamento del progetto sarà valutato da ASI e formalmente quantificato in occasione degli eventi chiave contrattuali con cadenza trimestrale.

Il processo di controllo e le procedure stabilite tra l'ASI ed il Contraente dovranno essere resi applicabili all'intero team del Contraente.

Nel corso degli eventi contrattuali (review o milestone) il Contraente dovrà dare evidenza del lavoro svolto fino alla data della milestone. Alle review saranno discusse le eventuali criticità emerse nel corso della gestione del progetto e le relative azioni correttive. La review dovrà coprire gli aspetti contrattuali, gestionali, di pianificazione e tecnici del progetto.

Il Contraente dovrà mantenere un elenco aggiornato delle azioni aperte nel corso del progetto, identificate in maniera univoca, che fornirà ad ASI in occasione degli eventi chiave contrattuali.

Il Contraente sarà responsabile della gestione delle Review Item Discrepancies (RIDs) e Action Items (AIs) che siano stati generati nel corso di riunioni o review o assegnati al Contraente dall'ASI attraverso comunicazioni formali.

4.3.2 Product Assurance

Include la gestione di qualità del prodotto, da effettuarsi secondo gli standard europei ECSS adattati a missioni CubeSat, con riferimento sia alla fase progettuale che realizzativa e di qualità della fornitura. [OMISSIS] I requisiti minimi di Product Assurance (PA) richiesti sono quelli previsti nel [DA 10].

4.3.3 Ingegneria: studio, progetto, verifica, ingegneria di sistema

La funzione di ingegneria del sistema deve stabilire e mantenere un System Design Report (SDR), che è il documento di base per presentare tutte le potenziali tecnologie identificate per il prodotto. L'obiettivo del SDR è presentare le motivazioni per la selezione della soluzione progettuale prescelta e dimostrare che il progetto soddisfa i requisiti di riferimento. Il SDR viene progressivamente preparato durante il processo di progettazione dettagliata e secondo il Satellite Development & AIV Plan e ha i seguenti scopi:

- fornire l'accesso alle necessarie informazioni giustificative;
- presentare una revisione di tutte le giustificazioni acquisite;
- costituire un elemento fondamentale per l'assunzione di decisioni relative alla qualificazione della definizione del prodotto.

Il SDR e il System Requirements Document (SRD) sono i documenti di base utilizzati per lo sviluppo del prodotto. Questi documenti vengono utilizzati per monitorare l'evoluzione del progetto.

Le attività di verifica devono essere eseguite in modo incrementale a diversi livelli e in diverse fasi, applicando un coerente concetto di building block dal basso verso l'alto e utilizzando un'adeguata combinazione di diversi metodi di verifica.

Il processo di verifica deve considerarsi completato quando l'ASI ed il Contraente concordano reciprocamente che, sulla base di idonee evidenze documentate, i requisiti identificati sono stati verificati e gli obiettivi di verifica associati sono stati pienamente raggiunti.

4.3.4 Approvvigionamenti

La selezione delle fonti di approvvigionamento, il controllo dei documenti di acquisto e l'ispezione degli articoli in entrata sono coperti dai requisiti Quality Management System dello standard ISO 9001.

La funzione PA parteciperà e approverà la selezione delle fonti di approvvigionamento e i criteri di selezione. Considererà inoltre la capacità continua dimostrata dal Fornitore (negli ultimi due anni) di fornire articoli o servizi del tipo e del livello di qualità oggetto dell'approvvigionamento.

I registri delle fonti di approvvigionamento coinvolte nell'esecuzione del Contratto saranno stabiliti e mantenuti.

Su richiesta, l'elenco delle fonti di approvvigionamento, comprensivo di tutte le informazioni contenute nei registri di cui sopra, sarà a disposizione dell'ASI per conoscenza.

Le forniture saranno identificate con precisione e tutti i requisiti applicabili saranno adeguatamente definiti nei documenti di approvvigionamento.

Verranno conservate le registrazioni di tutta la documentazione relativa agli appalti, compresi i rapporti di ispezione in entrata e le ricevute delle merci.

4.3.5 MAIT

Saranno adottate le seguenti linee guida in relazione all'hardware di volo:

- approvvigionamento di PCB: IPC A-600 Classe 3 sarà utilizzato come standard di accettazione per l'approvvigionamento di PCB (in generale non da fonti di approvvigionamento qualificate ECSS-Q-ST-70-10C ESA);
- Processo di saldatura: verrà adottato il processo automatico o manuale SMT. L'IPC A 610 Classe 3 viene proposto come standard di accettazione.

Gli standard di lavorazione devono essere impiegati per garantire una qualità di lavorazione accettabile e costante. Se necessario, devono essere inclusi campioni fisici o ausili visivi.

La maggior parte dei processi da utilizzare deve derivare da precedenti applicazioni simili.

Eventuali processi critici, se presenti, devono essere valutati.

Devono essere implementate disposizioni per un'identificazione positiva dello stato di ispezione e collaudo di qualsiasi articolo in qualsiasi fase del ciclo di produzione, assemblaggio e integrazione, a partire dall'ispezione in entrata fino alla spedizione dell'articolo finale.

Gli articoli da lavorare o fabbricare in un ambiente controllato devono essere ispezionati e testati in un ambiente simile per evitare il degrado della qualità.

La contaminazione deve essere prevenuta nella massima misura operando in aree di lavoro pulite e mediante un'adeguata manipolazione, conservazione, imballaggio e stoccaggio.

La sensibilità dei componenti del satellite alla contaminazione sarà valutata e i requisiti di pulizia saranno definiti durante il ciclo di fabbricazione, assemblaggio e integrazione, a partire dall'ispezione in entrata fino alla spedizione dell'articolo finale.

L'hardware di volo deve essere immagazzinato e trasportato nell'ambiente pulito richiesto al fine di mitigare il rischio di contaminazione su superfici sensibili.

Misure di protezione specifiche, come coperture antipolvere protettive, devono essere attuate per proteggere gli elementi sensibili alla contaminazione quando sono integrati in un livello superiore di assemblaggio.

Tutte le forniture in entrata e la relativa documentazione devono essere ispezionate prima dell'uso, per verificarne la conformità ai documenti di procurement.

Le ispezioni devono essere eseguite in conformità con le procedure e le istruzioni stabilite, per garantire che il livello di qualità sia adeguatamente determinato.

Le attività di ispezione in entrata devono essere documentate.

I log-book che coprono le attività di integrazione e test devono essere preparati e mantenuti dopo la produzione e l'assemblaggio degli articoli.

I registri devono contenere informazioni storiche, significative per il funzionamento dell'articolo, comprese le non conformità, le deviazioni e le attività aperte.

4.3.6 Trasporti, logistica, supporti operativi ed assistenza tecnica

Il Contraente effettuerà a suo rischio i trasporti in Italia ed all'estero di tutte le apparecchiature, unità integrate e di quant'altro previsto per l'esecuzione del Contratto, come indicato nell'Allegato Tecnico Gestionale (ATG).

Le relative spese di imballaggio e trasporto, assicurazione, manutenzione in via, etc., sono a carico del Contraente.

Il Contraente ha l'obbligo di assicurare tutti i beni oggetto del presente contratto, di cui all'ATG, contro i rischi di furto, incendio, perdita e distruzione fino al momento indicato in Contratto.

Il Contraente sarà tenuto a rinnovare in tempo utile le polizze di assicurazione in scadenza, restando, in caso contrario, responsabile di qualsiasi danno che possa derivare all'ASI per mancato rinnovo dell'assicurazione.

4.3.7 Attività di collaudo, accettazione e consegna

L'accettazione da parte dell'ASI del prodotto definito nell'ATG è subordinata all'emissione, da parte del Contraente, di tutta la documentazione ivi prevista.

Entro 10 giorni lavorativi dall'approvazione da parte ASI del Certificato di Verifica di Conformità che abbia avuto esito positivo, l'ASI comunicherà l'accettazione finale del prodotto previste dagli allegati all'ATG.

4.3.8 Servizi di lancio

Il Contraente sarà responsabile dell'esecuzione/fornitura di tutte le attività/input tecnici e programmatici necessari a consentire il procurement dei servizi di lancio e del lanciatore da parte dell'ASI assicurando la coerenza e la compatibilità con il progetto ed i vincoli programmatici. A titolo esemplificativo ma non esaustivo il Contraente dovrà fornire piani e analisi, acquisire licenze ed autorizzazioni, definire le interfacce e procurare ogni item necessario correlato al sistema di lancio.

Il Contraente dovrà condurre la campagna di lancio, in stretto coordinamento con l'ASI, fornendo tutto il personale e gli equipaggiamenti necessari alla ricezione e verifica del satellite al sito di lancio, alla sua integrazione sul lanciatore, alla successiva attività di testing e supporto al lancio. Il Contraente dovrà inoltre garantire la partecipazione a tutte le review/meeting correlate al lancio.

4.3.9 LEOP, IOT e Commissioning

Il Contraente dovrà effettuare le attività di Launch and Early Orbit Phase (LEOP), In-Orbit Testing (IOT) e Commissioning, allo scopo di determinarne la prontezza ad entrare nella successiva fase di operazioni (fase E2, non inclusa nella presente RdO) garantendo i livelli di performance e di qualità attesi.

Le attività di LEOP prevedranno l'attivazione e verifica progressiva dei sottosistemi/unità di bordo al fine del raggiungimento del funzionamento nominale del sistema.

Le attività di IOT saranno volte a dimostrare le capacità funzionali, prestazionali, operative e logistiche del sistema, inclusa la sua calibrazione e caratterizzazione in orbita, in risposta a tutti i requisiti applicabili.

Il Commissioning, infine, avrà come obiettivo la qualifica operativa del sistema dando evidenza che ha un comportamento stabile in un periodo di tempo dato, entro parametri definiti e misurabili, così da poterne dichiarare l'idoneità all'entrata in servizio.

4.4 ALBERO DEL PRODOTTO

L'albero del prodotto di seguito riportato illustra in modo schematico l'oggetto prodotto del progetto.

Il Contraente dovrà sviluppare l'albero del prodotto in dettaglio, fino al livello di equipment, e fornirlo ad ASI in sede di Offerta.

Ciascun elemento dell'albero del prodotto dovrà essere identificato mediante il numero di Configuration Item (CI).

L'elenco dei CI, consegnato in sede di Offerta, sarà aggiornato come necessario durante lo sviluppo del prodotto.

[OMISSIS]

4.5 FILOSOFIA DI SVILUPPO E DEI MODELLI

La filosofia dei modelli è basata sulla necessità di ridurre i rischi degli elementi critici il prima possibile e di ridurre il programma complessivo di sviluppo dei modelli.

Al termine della Fase B sono stati consegnati: un Reduced Flatsat Engineering Model (rEM) e due software prototipali di Deep Learning-Automation e del filtro di navigazione.

Nel corso delle Fasi C/D/E1, oggetto della RdO, verranno progettati, sviluppati e testati: un Flatsat Engineering Model (EM) comprensivo di Bus e Payload, ed il Proto-Flight Model (PFM) del satellite assieme al relativo Deployer. Verranno inoltre forniti i GSE meccanici ed elettrici associati ai vari EM/PFM.

Sempre nel corso delle Fasi C/D/E1, oggetto della RdO, il Reduced FlatSat Engineering Model (rEM) verrà integrato con i Payload EMs durante la campagna di HITL test al fine di testare: le funzionalità della catena Payload camera - Payload Processing Unit – Flight Computer Module e verificare le prestazioni dell'algoritmo di Deep Learning e del filtro di Navigazione.

5.0 PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ, FASI ED EVENTI CHIAVE

La durata complessiva del progetto per le Fasi C/D/E1 è di 20 mesi a decorrere dalla data di Kick Off, identificata con T0. Durante l'esecuzione del progetto sono previsti gli eventi chiave con il Contraente indicati in Tabella 2.

Tabella 2: Eventi chiave con pianificazione in mesi.

ACRONIMO	NOME	PIANIFICAZIONE
KO	Kick Off	T0
CDR	Critical Design Review	T0+5
TRR	Test Readiness Review	T0+13
QAR	Qualification/Acceptance Review	T0+17
FRR	Flight Readiness Review	T1-1
LRR	Launch Readiness Review	TBD by launch provider
LE	Launch Event	T1
IOCR	In-Orbit Commissioning Review	T1+1

Lo stato di avanzamento del progetto verrà presentato con cadenza bimestrale in occasione dei progress meeting.

5.1 KO – KICK OFF

Obiettivo del KO è congelare la baseline tecnico-programmatica del progetto. In particolare, saranno richiesti obiettivi del progetto, team del Contraente, relativa organizzazione, interfacce e responsabilità, eventi chiave e pianificazione, attività, elementi di fornitura, stato dei sotto-contratti, rischi del progetto e strategie di mitigazione.

5.2 CDR – CRITICAL DESIGN REVIEW

Scopo della CDR è rilasciare il design finale, confermando la compatibilità con le interfacce esterne, quindi rilasciare i piani di Assembly, Integration and Testing (AIT) e gli User Manual, decretando la possibilità di avviare le attività di verifica. Gli obiettivi di dettaglio della CDR sono:

- verificare che il design di dettaglio proposto e le performance previste soddisfino i requisiti in tutte le fasi di missione, inclusa la compatibilità col lanciatore, e che l'allocazione di prestazioni, budget e margini ai vari sottosistemi/equipaggiamenti del sistema siano conformi ai requisiti di sistema;
- verificare la completezza, l'adeguatezza e la coerenza dello stato di qualifica e di validazione dei processi critici, dei sottosistemi/equipaggiamenti e la loro prontezza per la Fase D;
- verificare che il programma di verifica/validazione e MAIT siano adeguati;
- verificare la completezza, l'adeguatezza e la consistenza delle interfacce interne ed esterne dal livello sistema fino al livello di sottosistema/equipaggiamento, utilizzando appositi ed appropriati modelli HW e SW;
- verificare e confermare che la configurazione del lanciatore sia compatibile con i requisiti di missione;
- verificare che tutti i rischi tecnici e programmatici siano stati ben identificati e che siano state implementate azioni di mitigazione appropriate;
- verificare la completezza e l'adeguatezza dei documenti di PA, in particolare la Critical Item List e la Qualification Status List, e la loro conformità con i requisiti di sistema e il PA Plan;
- verificare la completezza e l'adeguatezza dello Space Debris Mitigation Report.
- verificare che il progetto abbia tenuto conto di tutte le lessons learned di altri progetti.

5.3 TRR – TEST READINESS REVIEW

Scopo della TRR è decretare la prontezza ai test di proto-qualifica sul PFM del CubeSat. Gli obiettivi di dettaglio della TRR sono:

- verificare la prontezza delle facilities alla campagna di test di proto-qualifica, in particolare che tutte le interfacce con il PFM di satellite siano state correttamente identificate;
- verificare la prontezza, in termini di disponibilità e calibrazione, del Ground Support Equipment (GSE) per la campagna di test di proto-qualifica;
- verificare la prontezza, in termini di completa e corretta integrazione, del PFM di satellite per la campagna di test di proto-qualifica;
- verificare le procedure di test di proto-qualifica del PFM di satellite dal punto di vista funzionale, end-to-end e ambientale;
- confermare che il SW di volo sia stato caricato a bordo del PFM di satellite.

- confermare che qualsiasi Request for Waiver/Deviation (RFW/D) non impatti la campagna di test di proto-qualifica.

5.5 QAR – QUALIFICATION/ACCEPTANCE REVIEW

Scopo della QAR è verificare i risultati dei test di proto-qualifica effettuati sul PFM del CubeSat. Gli obiettivi di dettaglio della QAR sono:

- confermare che il processo di proto-qualifica abbia dimostrato che il design, inclusi i margini, risponda ai requisiti applicabili, inclusi quelli relative alle interfacce esterne con (Launch, Ground e User Segments);
- verificare che la proto-qualifica del satellite e dei suoi SW, sottosistemi/equipaggiamenti e strumenti di bordo sia stata raggiunta con successo.
- verificare che il report dei test di proto-qualifica sia completo;
- confermare lo stato di approvazione di tutte le RFW/RFD relative ai prodotti;
- confermare che tutte le non-conformità siano state chiuse in modo soddisfacente o che il relativo piano di chiusura sia stabilito;
- confermare che il processo di proto-qualifica abbia dimostrato che il prodotto sia libero da errori di lavorazione e sia pronto per il successivo impiego operativo;
- confermare che tutti i sottosistemi/equipaggiamenti siano passati per il relativo processo di accettazione;
- verificare il prodotto “as-built” e i suoi elementi costitutivi rispetto al prodotto “as designed” e i suoi elementi costitutivi;
- verificare la prontezza del Ground Segment ad operare il satellite durante le successive fasi operative;
- verificare la completezza e l’adeguatezza dello Space Debris Mitigation Report.
- verificare che il progetto abbia tenuto conto di tutte le lessons learned di altri progetti.

5.6 FRR – FLIGHT READINESS REVIEW

L’obiettivo della FRR è verificare che lo Space Segment ed il Ground Segment, inclusi tutti i sistemi di supporto, come i sistemi di tracking, comunicazione e sicurezza, siano pronti per il lancio. È inoltre quello di verificare la prontezza del team deputato alle operazioni, delle procedure operative, e la loro compatibilità con il sistema di volo, nonché di accettare e rilasciare il Ground Segment per le operazioni.

5.7 LRR – LAUNCH READINESS REVIEW

L’obiettivo della LRR è dichiarare la prontezza al lancio del Launch Segment, Space Segment e Ground Segment, inclusi tutti i sistemi di supporto, come i sistemi di tracking, comunicazione e sicurezza, e di dare l’autorizzazione a procedere con il lancio.

5.8 IOCR – IN-ORBIT COMMISSIONING REVIEW

L'obiettivo della IOCR è dichiarare il completamento di una serie di test in orbita atti a verificare che tutti gli elementi del sistema funzionino con adeguate prestazioni, e di dare l'autorizzazione per le routine di operazioni ed utilizzo.

6.0 FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DELL'ASI

Salvo diverse disposizioni da parte di ASI il Contraente deve trattare le forniture di ASI in accordo al PA Plan ed alle proprie procedure interne di gestione dei prodotti, come applicabili ai singoli casi specifici.

In assenza di specifiche istruzioni dell'Agenzia, il Contraente deve presentare in Offerta le procedure di trattamento delle forniture ASI.

Nel caso in cui per particolari forniture non esistano adeguate procedure documentate, il Contraente è obbligato a informare ASI e predisporre adeguate procedure da sottoporre ad ASI per approvazione.

6.1 DOCUMENTAZIONE

Non è prevista fornitura di documentazione da parte dell'ASI ai fini della esecuzione delle attività contrattuali.

6.2 HW/SW

È prevista la fornitura da parte dell'ASI degli HW e SW prodotti nel corso della fase B ai fini della esecuzione delle attività contrattuali.

7.0 FORNITURA CONTRATTUALE

7.1 DOCUMENTAZIONE

Il Contraente deve consegnare la documentazione riportata nel dettaglio in Allegato 1, che identifica la pianificazione delle consegne di tale documentazione e la documentazione che sarà sottoposta all'approvazione dell'ASI.

7.2 HW/SW

Il Contraente deve consegnare gli HW/SW riportati nel dettaglio in Allegato 2.

	DOCUMENTAZIONE DA CONSEGNARE							
CODICE	**TITOLO**	**NOTE**	**EVENTO DI CONSEGNA**					
			CDR	**TRR**	**QAR**	**FRR**	**LRR**	**IOCR**
			T0+5	**T0+13**	**T0+17**	**T1-1**	**TBD**	**T1+1**
DEL001	Project Management Plan		X					
DEL002	Risk Assessment Report		X	X	X	X	X	
DEL003	Product Assurance Plan		X	X	X			
DEL004	Mission Requirement Document		X					
DEL005	System Requirement Document	*Including Launcher Interface Requirement Document*	X					
DEL006	Mission Analysis Report	*Including Space Debris Mitigation Document contents*	X	X	X	X	X	
DEL007	System Design Report	*Including Ground Segment Design*	X		X			
DEL008	AI Analysis Report		X					
DEL009	Space-to-Ground Interface Control Document		X	X				
DEL010	Environmental Design Specification		X					

DEL011	Satellite Development & AIV Plan	*Including Qualification Status List and Manufacturing Procedure*	X	X	X			
DEL012	Declared Materials List (DML)	*Including the DMPL*	X	X	X			
DEL013	Declared Component List (DCL)		X	X	X			
DEL014	Declared Process List (DPL)		X	X	X			
DEL015	Critical Item List (CIL)		X	X	X			
DEL016	Spacecraft As-Designed List		X					
DEL017	Mechanical Analysis Report	.	X	X	X			
DEL018	Thermal Analysis Report	.	X	X	X			
DEL019	AOCS Analysis Report		X	X	X			
DEL020	Power Analysis Report		X	X	X			
DEL021	Payload-Platform Interface Control Document		X					
DEL022	Spacecraft -to-Launcher Interface Control Document		X		X			
DEL023	Ground-to-Ground Interface Control Document		X					
DEL024	Algorithms Performance Assessment Report		X	X	X			
DEL025	Engineering Models Test Procedure	*Including HITL and flatsat tests*	X					
DEL026	Engineering Models Test Report	*Including HITL and flatsat tests*	X	X				
DEL027	System Verification Control Matrix		X	X	X			X

DEL028	Failure Modes, Effects and Analysis (FMEA)		X		X			
DEL029	Spacecraft As-Built List				X			
DEL030	Safety Data Package			X	X	X	X	
DEL031	Satellite Integration Logbook			X	X			
DEL032	Satellite Proto-Flight Test Procedures			X				
DEL033	Satellite Proto-Flight Test Report				X			
DEL034	COTS User Manual		X					
DEL035	Spacecraft User Manual				X			
DEL036	Ground Segment Acceptance Test Procedures	*including E2E Test*		X				
DEL037	Ground Segment Acceptance Test Report	*including E2E Test*			X			
DEL038	Mission Operation Plan		X	X	X			
DEL039	Certificate of Conformity (CoC)				X			
DEL040	Mission Operation Status Report							X
DEL041	Post-Flight Analysis Report							X
DEL042	End Item Data Package (EIDP)				X			X

	HARDWARE E SOFTWARE DA CONSEGNARE					
CODICE	**PRODOTTO**	**QUANTITÀ**	**MODELLO**	**EVENTO**	[OMISS	**NOTE**
HW 001	Reduced Flatsat Engineering Model	1	rEM	CDR (T0+5)	[OMISS	
HW 002	Flatsat Engineering Model	1	EM	CDR (T0+5)	[OMISS	
HW 003	Vehicle	1	PFM	QAR (T0+17)	[OMISS	
HW 004	Deployer	1	N/A	QAR (T0+17)	[OMISS	
HW 005	GSE	1 set	N/A	QAR (T0+17)	[OMISS	*Mechanical and electrical GSE associated with EM/ PFM*
SW 001	Mathematical models	1	N/A	CDR (T0+5)	[O	*Mathematical and/or numerical models used in the supporting engineering analyses:* • *AutoCAD/TD drawing file (.dwg)* • *Thermophysical property database file (.tdp)* • *Optical property database file .rco* • *Finite elements model (.bdf)* • *Thermal Mathematical Model (TMM) of the spacecraft thermal design* • *Power Model*

SW 002	Vehicle CAD model	1	N/A	CDR (T0+5) e QAR (T0+17)	[O]	
SW 003	On-board SW	1	N/A	QAR (T0+17)	[O]	*Including:* *Navigation algorithm* *AI algorithms*