

**PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES DEL CONTRACTE PER AL DISSENY I  
PROVISIÓ DE LA PLATAFORMA DEL SATÈL·LIT PHOTSAT I DELS SERVEIS PER AL  
SEU LLANÇAMENT, POSADA EN MARXA I OPERACIONS**

# Índex

1. Objecte del contracte .....	4
2. Especificacions tècniques i condicions de treball.....	5
3. Documents aplicables.....	6
4. Acrònims .....	6
5. Introducció .....	8
5.1. Descripció i context de la missió.....	8
5.2. Abast dels serveis .....	9
5.2.1. Servei de concepció, integració i gestió d'una missió de satèl·lit .....	9
5.2.2. Servei d'integració d'una càrrega útil d'astronomia .....	10
6. Requisits i especificacions tècniques .....	10
7. Terminis, fases i seguiment de la prestació dels serveis .....	11
7.1. Terminis màxim d'execució i terminis parcials .....	11
7.1.1. Pròrroga.....	12
7.2. Fases i seguiment de la prestació dels serveis .....	12
7.2.1. Fase KO .....	13
7.2.2. Fase de Disseny i Integració.....	13
7.2.3. Fase de Llançament (LEOP).....	16
7.2.4. Fase de Posada en Marxa .....	16
7.2.5. Fase d'Operacions Nominals .....	17
7.2.6. Fase de Fi de missió .....	18
8. Condicions d'execució dels serveis.....	19
8.1. Lliurables.....	19
8.2. Comunicació i divulgació .....	22
9. Gestió del Projecte i Assegurament del Producte.....	23
9.1. Gestió del Projecte.....	23
9.2. Assegurament del Producte i Control de la Qualitat.....	23
9.2.1. Gestió dels Riscos.....	24
9.2.2. Gestió i Assegurament de la Qualitat.....	24
9.2.3. Mesures de contingència .....	25
10. Acords de Nivell de Servei. Infraccions i Penalitzacions.....	26
11. ANNEX I .....	28
11.1. Requisits i especificacions tècniques.....	28

11.1.1. Propòsit i abast.....	28
11.1.2. Definició del Format dels Requisits .....	28
11.1.3. Visió general del sistema del satèl·lit .....	32
11.1.4. Requisits a nivell de Plataforma .....	34
11.1.5. Requisits per a la selecció del Llançador .....	69
11.1.6. Requisits per a la definició del Segment Terra .....	69

## Llista de figures

<b>Figura 1</b> Relació entre les Fites i les Fases aplicables.....	11
<b>Figura 2</b> Visió general del satèl·lit (possibles configuracions).....	32
<b>Figura 3</b> Diagrama de rotació del siderostat (esquerra) i concepte dels sistemes òptics (dreta) .....	32
<b>Figura 4</b> Concepte dels principals subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma de PhotSat .....	33
<b>Figura 5</b> Diagrama dels principals actors durant la posada en marxa en òrbita i durant les operacions nominals del satèl·lit.....	70

## 1. Objecte del contracte

El present contracte té per objecte la prestació de serveis satèl·lit segons les necessitats identificades per l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) per dur a terme la missió PhotSat, un satèl·lit d'astrofísica dedicat a l'observació i monitoreig de les estrelles més brillants.

### Els subministraments i serveis a prestar són els següents:

- Disseny, implementació i validació de la plataforma del satèl·lit de PhotSat a partir dels requisits descrits en aquest document i en els aplicables.
- Servei d'integració, test i validació d'una càrrega útil d'astronomia: provisió del servei d'integració de la càrrega útil d'astronomia dissenyada i implementada per l'IEEC en la plataforma.
- Assessorament a l'IEEC pel registre del satèl·lit PhotSat davant els organismes competents.
- El registre de freqüències de l'ITU, obtenció de les llicències necessàries per al llançament i operació del satèl·lit PhotSat.
- El llançament en òrbita i la posada en marxa del satèl·lit PhotSat.
- Operacions nominals, de manteniment preventiu i correctiu i operacions de contingència del satèl·lit i gestió de la fase de fi de vida útil del satèl·lit durant el termini d'operacions previst en el contracte.

El disseny, la implementació i validació de la plataforma de PhotSat i la integració de la càrrega útil d'astronomia inclouen les següents tasques:

- Completar el disseny de la plataforma PhotSat seguint els requisits descrits per l'IEEC a través d'un procés de disseny iteratiu; fases 0 a C segons [AD-07].
- Gestió de compres, estoc i disponibilitat de la infraestructura de test necessària.
- Provisió del servei d'integració de la càrrega útil d'astronomia dissenyada i implementada per l'IEEC en la plataforma.
- Integració, verificació i qualificació del satèl·lit complet; fase D segons [AD-07].

El registre de freqüències de l'ITU, el llançament en òrbita, la posada en marxa del satèl·lit PhotSat i la fase d'operacions inclouen les següents activitats:

- Coordinació necessària per a l'ús de l'espectre radioelèctric per a cada una de les bandes utilitzades pel satèl·lit (presentació de freqüències ITU - ITU *frequency filing*) (banda S i banda X). Seran objecte d'avaluació en el marc de la licitació les presentacions de bandes secundàries (p. ex., Iridium ISL) (però no són obligatòries).
- Assessorament pel registre del satèl·lit i obtenció de les llicències per al llançament i operació.
- Contractació d'un proveïdor de llançament el qual haurà de ser acceptat expressament per l'IEEC mitjançant informe favorable del responsable del contracte per part de l'IEEC i resolució de l'òrgan de contractació. També reservar un mètode de desplegament en òrbita adequat per alliberar el satèl·lit PhotSat en l'òrbita baixa terrestre *sun-synchronous*.

- Servei de posada en marxa de la plataforma i la càrrega útil d'astronomia en òrbita per validar les funcionalitats i el rendiment del satèl·lit PhotSat.
- Operacions nominals, operacions de manteniment preventiu i correctiu, i operacions de contingència sobre la plataforma del satèl·lit; fase E segons [AD-07].
- Gestió de la fase de fi de vida útil del satèl·lit durant el termini d'operacions previst en el contracte; fase F segons [AD-07].

Aquest contracte forma part de la missió PhotSat, un projecte cofinançat pel Mecanisme de Recuperació, Transformació i Resiliència - NextGeneration de la Unió Europea i per la Generalitat de Catalunya. Aquesta missió està liderada i gestionada per l'IEEC amb la col·laboració de diversos grups acadèmics i centres de recerca com ara la UB (Universitat de Barcelona), la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya), la UAB (Universitat Autònoma de Barcelona) i l'ICE-CSIC (Institut de Ciències de l'Espai).

## 2. Especificacions tècniques i condicions de treball

Els serveis a realitzar es defineixen en base al conjunt d'especificacions tècniques aplicables per la missió detallades en la clàusula 6 del present document ("Requisits i especificacions tècniques") i al conjunt del treball esperat a realitzar per l'adjudicatari del contracte descrit en la clàusula 7 ("Terminis, fases i seguiment de la prestació dels serveis").

### 3. Documents aplicables

Els documents aplicables es consideren part d'aquest document, en la mesura especificada en el present document.

AD	Títol/Autor	Referència del document	Versió	Data
AD-01	PhotSat Platform Requirements	PHOTSAT-IEEC-RDD-PFM-004	1.2	2024/02/05
AD-02	Quality assurance	ECSS-Q-ST-20C		
AD-03	Verification	ECSS-E-ST-10-02C		
AD-04	Testing	ECSS-E-ST-10-03C		
AD-05	Ground systems and operations	ECSS-E-ST-70C		
AD-06	Cubesat Design Specification	CDS	13	
AD-07	Project Planning and Implementation	ECSS-M-ST-10C		
AD-08	Space Management	ECSS-S-ST-10-01C		
AD-09	Risk Management	ECSS-M-ST-80C		
AD-10	Dependability	ECSS-Q-ST-30C		
AD-11	Cubesat Design Specification 14	CP-CDS-R14.1		
AD-12	Interface Management	ECSS-E-ST-10-24C		
AD-13	PhotSat Ground Segment Requirements	PHOTSAT-IEEC-RDD-GS-005		

### 4. Acrònims

ADCS	Attitude Determination and Control System
AIV	Assembly, Integration and Verification
AR	Acceptance Review
CDS	Cubesat Design Specification
CDR	Critical Design Review
CONOPS	Concept of Operations
CRR	Commissioning Result Review
ECSS	European Coordination for Space Standardization
EEE	Electrical and Electronic Equipment
EMI	Electromagnetic Interference
EPS	Electronic Power System
ESA	European Space Agency
FDIR	Fault Detection, Isolation, and Recovery
FM	Flight Model
FRR	Flight Readiness Review
FW	Firmware
HW	Hardware
ICD	Interface Control Document
ICRF	International Celestial Reference Frame
ICU	Instrument Control Unit
IEEC	Institut d'Estudis Espacials de Catalunya

IOSDC	Instrument Operations and Science Data Centre
KO	Kick-Off
LEO	Low Earth Orbit
LEOP	Launch and Early Operation Phase
MCC	Mission Control Center
MDR	Mission Design Review
OBC	On Board Computer
PDR	Preliminary Design Review
PM	Project Manager
QM	Qualification Model
RID	Review Item Discrepancy
RML	Recovered Mass Loss
SEE	Single Event Effects
SoW	Statement of Work
SW	Software
SPF	Single Point Failures
SWIR	Short Wave Infrared
TRL	Technological Readiness Level
TRP	Temperature Reference Point
TRR	Test Readiness Review
TT&C	Telemetry Tracking and Command



## 5. Introducció

Aquest document defineix els serveis a executar per complir amb les necessitats de l'IEEC en relació amb la missió PhotSat de cara a l'adquisició de la plataforma, la integració del satèl·lit PhotSat, el seu llançament i posada en funcionament i les operacions.

### 5.1. Descripció i context de la missió

El projecte PhotSat consisteix en la primera missió espacial liderada íntegrament per l'IEEC dedicada al camp de l'astrofísica mitjançant el desenvolupament d'un satèl·lit capaç de realitzar fotometria de les estrelles més brillants.

L'objectiu d'aquest projecte espacial és el de desenvolupar un petit satèl·lit amb dos telescopis per donar resposta a l'interès científic de l'IEEC de tenir el seu propi sistema per observar fenòmens astronòmics que no es poden caracteritzar adequadament des de Terra, fet de gran interès també per part de la comunitat científica a nivell global pel que fa a aquests tipus d'observacions. Un altre propòsit d'aquest projecte és el de donar un impuls al desenvolupament de les infraestructures acadèmiques i industrials del sector espacial amb l'objectiu de desenvolupar la capacitat i l'expertesa per dur a terme futures missions basades en petits satèl·lits i amb un temps de desenvolupament curt (<3 anys).

Les observacions astronòmiques realitzades des d'observatoris a Terra estan limitades pel filtratge i la distorsió de la radiació electromagnètica (*scintillation* o *twinkling*) a causa de l'atmosfera i pel cicle diari que limita el temps en què es pot dedicar a cada objecte observable. Evitant l'atmosfera de la Terra, els observatoris situats en l'espai obren la possibilitat d'aconseguir una precisió molt més alta pel que fa a la fotometria i de treballar en rangs de longituds d'ona bloquejades per l'atmosfera.

El PhotSat serà un observatori espacial amb capacitat per realitzar fotometria d'alta precisió en les bandes visible i ultraviolada. S'utilitzarà per a diversos casos científics i per proporcionar dades de suport a nombrosos programes espacials internacionals operatius avui dia, incloent la caracterització fotomètrica de fonts observades pel JWST, obtenir la part més brillants de les observacions de LSST, combinar la fotometria multibanda d'alta qualitat realitzada en espai amb observacions terrestres, entre d'altres. Més específicament, aquest tipus d'observacions seran rellevants en els camps dels exoplanetes, física estel·lar, esdeveniments transitoris brillants (supernoves, quilonoves i més), variabilitat d'esdeveniments energètics, objectes del sistema solar entre d'altres. Donada l'evolució del sector NewSpace, la missió també té com a objectiu desenvolupar un coneixement i expertesa necessàries per poder realitzar projectes i experiments científics basades en aquestes noves plataformes i tecnologies.

Més concretament, la missió PhotSat consistirà en un satèl·lit de 12U (essent 1U, una unitat definida segons l'estàndard CubeSat) amb una càrrega útil d'astronomia desenvolupada per l'IEEC que orbitarà en una òrbita baixa a mínim 500 km quasi polar i heliosíncrona. El principal objectiu tècnic de la missió és el d'escanejar i fer seguiment fotomètric de tot el cel disponible, en diverses bandes fotomètriques, amb una cadència de 2 dies i amb una precisió fotomètrica del 1% a la magnitud visual (banda VIS) de 12 o més brillant. Aquest satèl·lit serà el primer de l'IEEC i s'espera que estigui totalment operatiu l'any 2026 i almenys durant 2 anys.

Un cop la càrrega útil d'astronomia estigui preparada, és necessari integrar-la en una plataforma per formar el satèl·lit PhotSat. Aquesta plataforma és responsable de proporcionar l'energia elèctrica a la càrrega útil, una connexió de comunicació amb el segment terrestre i amb el segment suport, gestionar el control tèrmic i la capacitat de controlar la seva orientació per apuntar a objectius específics. Posteriorment, el satèl·lit s'ha

d'inserir en una òrbita baixa quasi polar heliosíncrona per a la seva operació. A través d'aquest contracte, l'adjudicatari haurà de proporcionar tant el servei de llançament i la posada en marxa del satèl·lit PhotSat com les operacions nominals, de manteniment preventiu i correctiu i operacions de contingència del satèl·lit, complint les especificacions tècniques definides en la clàusula 6 i seguint la declaració de treball definida en la clàusula 7 del present document.

## 5.2. Abast dels serveis

Aquest document forma part del paquet de documentació lliurat per la licitació de la plataforma PhotSat i el llançament, posada en marxa (*commissioning*) i operacions del satèl·lit. Conté el plec d'especificacions tècniques i les condicions i planificació de treball aplicable per a la contractació dels esmentats serveis i tasques. Això inclou el disseny i la fabricació d'una estructura de CubeSat 12U, el disseny i la implementació de tots els sistemes i subsistemes de la plataforma, la integració de la càrrega útil d'astronomia amb la plataforma, la verificació de la funcionalitat i del rendiment complets del satèl·lit abans del llançament, la logística en el transport i preparació del llançament, l'acompliment de les activitats de posada en marxa i la gestió de les operacions rutinàries.

La clàusula 6 del present document conté els requisits i especificacions tècniques per al desenvolupament de la plataforma del satèl·lit PhotSat, la integració de la càrrega útil d'astronomia i les condicions del llançament, posada en marxa i operacions nominals. Aquestes especificacions seran utilitzades pels licitadors durant la licitació per poder definir una proposta de disseny i fabricació de la plataforma i del conjunt del satèl·lit i les propostes de llançament, posada en marxa i operacions del satèl·lit PhotSat que presentaran a l'IEEC.

La clàusula 7 conté les condicions i planificació del treball a realitzar proposat tant per al lliurament de la plataforma PhotSat i la integració i validació del satèl·lit complet com per al llançament i posada en marxa del satèl·lit i la fase d'operacions posterior. Inclou una definició i explicació de les fases associades amb el desenvolupament del projecte, les principals fites previstes dins d'aquestes fases, els lliurables requerits a cada fita i les revisions proposades per supervisar i controlar l'evolució del projecte.

L'empresa adjudicatària ha de donar suport a l'equip d'enginyeria de PhotSat de l'IEEC per al desenvolupament i configuració completa del satèl·lit, inclosa la definició i gestió d'interfícies de la plataforma amb la càrrega útil d'astronomia. Com s'ha indicat anteriorment, la càrrega útil d'astronomia serà desenvolupada per l'equip de l'IEEC i està fora de l'àmbit d'aquesta licitació, però tant el desenvolupament de la plataforma com la mencionada càrrega útil hauran de convergir en calendaris compatibles entre ells.

### 5.2.1. Servei de concepció, integració i gestió d'una missió de satèl·lit

El servei de concepció, integració i gestió d'una missió de satèl·lit engloba totes aquelles activitats d'enginyeria relatives a l'assoliment dels serveis encomanats a l'adjudicatari. Mitjançant aquest servei, l'adjudicatari haurà de garantir que la resta de serveis s'executen satisfactòriament i conforme a les necessitats de l'IEEC. Aquest servei inclou la realització de les tasques següents:

- Concepció i disseny de la missió PhotSat a partir dels requisits descrits per l'IEEC mitjançant un procés iteratiu de disseny; fases 0 a C segons [AD-07].
- Gestió de compres, estoc i disponibilitat de la infraestructura de test necessària.
- Verificació, integració i qualificació; fase D segons [AD-07].

- Assessorament a l'IEEC pel registre del satèl·lit davant dels organismes competents, obtenció de les llicències necessàries per al llançament i operació del satèl·lit i coordinació necessària per l'ús de l'espectre radioelèctric, per a cadascuna de les bandes utilitzades pel satèl·lit.
- Llançament i posada en marxa.
- Operacions nominals, de manteniment preventiu i correctiu i operacions de contingència del satèl·lit i les seves càrregues útils; fase E segons [AD-07].
- Gestió de la fase de fi de vida útil del satèl·lit durant el termini d'operacions previst en el contracte; fase F segons [AD-07].
- Activitats complementàries necessàries per a la realització de les tasques encomanades derivades dels requeriments descrits per l'IEEC. En aquest sentit, el contractista quedarà obligat a la realització de totes aquelles tasques complementàries que li siguin requerides per l'IEEC a través del responsable del contracte per a la seva correcta execució.

### 5.2.2. Servei d'integració d'una càrrega útil d'astronomia

Els serveis d'integració a la plataforma d'una càrrega útil d'astronomia dissenyada i implementada per l'IEEC inclouen les activitats següents:

- Anàlisi de requeriments i necessitats de la càrrega útil per a ser integrat, verificat i testejat.
- Producció de la documentació associada, en particular els Documents de Control d'Interfície (ICD, *Interface Control Document*) amb la plataforma del satèl·lit i el Sistema de Control de la Missió (MCS, *Mission Control System*) utilitzat per l'adjudicatari.
- Aprovisionament d'un simulador de l'OBC (*On-Board Computer*) i *engineering model* de l'OBC, l'EPS i l'estructura representatius de les interfícies hardware i software de la plataforma, junt amb un manual d'usuari.
- Integració mecànica i elèctrica, i suport a la validació funcional de la càrrega útil d'astronomia en la plataforma del satèl·lit.
- Coordinació i execució de les activitats de posada en marxa (*commissioning*).
- Operació i manteniment d'interfícies durant la fase operacional de la càrrega útil.
- Coordinació amb l'IEEC durant totes les fases de la missió.

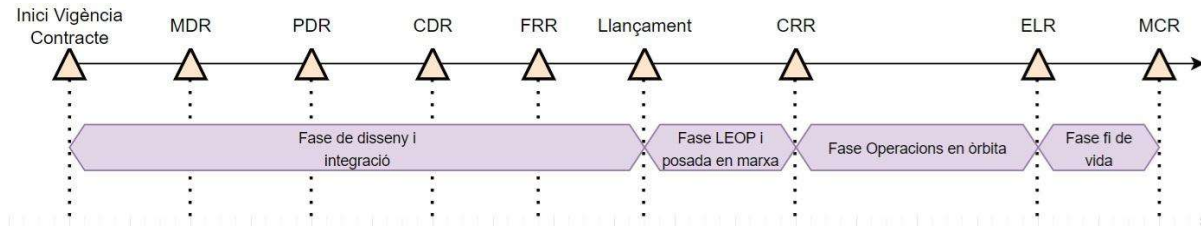
## 6. Requisits i especificacions tècniques

Els requisits i especificacions tècniques que la plataforma haurà de complir, així com les condicions de cara al llançament, la posada en marxa i les operacions del satèl·lit PhotSat estan descrites a l'Annex I del present document.

## 7. Terminis, fases i seguiment de la prestació dels serveis

### 7.1. Termini màxim d'execució i terminis parcials

El desenvolupament dels serveis ha de seguir l'enfocament definit per l'estàndard ECSS en [AD-17] i d'acord amb els requisits tècnics descrits en la clàusula 6 del present document. Es defineixen fases de disseny a través d'un model de gestió de projectes en V, mitjançant una adaptació de l'estàndard [AD-07]. La **Figura 1** mostra, sense escala temporal, la relació entre les Fites i les Fases aplicables a l'execució del contracte.



**Figura 1** Relació entre les Fites i les Fases aplicables

En la **Taula 1** s'estableixen els terminis parcials relacionats amb les fites, essent T0 la data de signatura del contracte:

Fita	Nom	Termini
1	Revisió dels Requeriments de la Missió (MDR: <i>Mission Design Review</i> )	T0 + 2 mesos
2	Revisió del Disseny Preliminar (PDR: <i>Preliminary Design Review</i> )	T0 + 4 mesos
3	Revisió Crítica del Disseny (CDR: <i>Critical Design Review</i> )	T0 + 6 mesos
4	Revisió Final per al Vol (FRR: <i>Flight Readiness Review</i> )	T0 + 13 mesos
5	Llançament	Fita 4 + 3 mesos
6	Revisió dels resultats de la fase de posada en marxa i inici de la fase d'operacions nominals (CRR: <i>Commissioning Results Review</i> )	Fita 5 + 3 mesos

7	Revisió de les Operacions 1 ( <i>Operations Review 1</i> )	Fita 6 + 3 mesos
8	Revisió Final del projecte (ELR: <i>End of Life Review</i> )	A la finalització del contracte

**Taula 1** Terminis parcials relacionats amb les fites de la missió

### 7.1.1. Pròrroga

Es preveu la possibilitat de prorrogar el contracte pel que fa a la fase d'operacions per períodes de 6 mesos amb un màxim de 2 anys addicionals, període estimat de finalització de la vida útil del satèl·lit PhotSat.

La pròrroga serà acordada per l'òrgan de contractació i serà obligatòria per a l'empresa adjudicatària sempre que el seu preavis es produeixi almenys amb dos mesos d'antelació a la finalització del termini de durada del contracte de conformitat amb l'article 29 LCSP.

### 7.2. Fases i seguiment de la prestació dels serveis

El seguiment del contracte es farà mitjançant la celebració de fites i reunions de seguiment de periodicitat diversa segons la fase aplicable i amb la presència del responsable del contracte per part de l'empresa adjudicatària i el personal especialitzat de l'IEEC ja sigui el/la responsable del contracte o persona que aquest designi. La celebració de les fites es durà a terme segons l'estàndard ECSS [AD-08] i es consideraran assolides quan l'adjudicatari faci entrega dels lliurables associats i la corresponent documentació de referència i aplicable, les dues parts acceptin l'acta de la reunió i s'acordi que no hi ha elements de discrepància (RID, segons l'estàndard aplicable) oberts. En cas que un RID quedi obert per a ser sotmès a revisió en una fita posterior haurà de quedar reflectit en l'acta de la fita i podrà ser sotmès a avaluació per a possible penalització contractual.

Tant l'IEEC com l'adjudicatari podran sol·licitar la convocatòria de reunions de caire tècnic addicionals que resultin necessàries per la correcta execució del contracte.

En cadascuna de les reunions, l'adjudicatari farà entrega de l'acta de la reunió i de la documentació addicional aplicable:

- **Fites:** lliurables i documentació de referència associats
- **Reunions de seguiment:** informe de progrés

L'adjudicatari farà un seguiment de les accions que es puguin derivar de les trobades durant tota la durada del contracte.

L'adjudicatari ha d'enviar a l'IEEC els lliurables de cada fita com a mínim una setmana abans de la realització de la reunió per a la seva revisió.

### 7.2.1. Fase KO

El projecte comença amb una reunió d'inici del projecte, *kick-off meeting* (KO). La reunió de *kick-off* permetrà:

- Confirmar i formalitzar l'inici del projecte i iniciar la següent fase.
- Garantir que les dues parts tinguin una comprensió clara dels termes i condicions del contracte relacionats amb l'execució del projecte.
- Discutir i resoldre qualsevol problema o preocupació que hagi sorgit des de la fase de licitació.
- Establir terminis específics per resoldre qualsevol qüestió pendent relacionada amb la documentació del projecte.
- Assegurar l'acord sobre el contingut i el format dels lliurables.

Dins dels quinze dies posteriors a la signatura del contracte, el proveïdor ha de realitzar un anàlisi addicional dels requisits definits a la clàusula 6 del present document en col·laboració amb l'IEEC. Aquest anàlisi té com a objectiu aprofundir en la comprensió dels requisits del projecte i garantir l'alineació entre el proveïdor i l'entitat contractant (IEEC).

### 7.2.2. Fase de Disseny i Integració

La fase de disseny i integració s'inicia automàticament amb l'inici de la vigència del contracte i s'acaba en el moment del llançament del satèl·lit PhotSat.

Durant aquesta fase, l'adjudicatari, partint dels requisits tècnics proposats i definits en la clàusula 6 del present document, s'encarrega del disseny, desenvolupament, ensamblatge, integració, validació, test, qualificació i tramitació dels permisos i registres necessaris del satèl·lit PhotSat (fases A, B, C i D definides segons l'estàndard ECSS [AD-07]) així com les gestions de cara al llançament i la implementació del Segment Terra. Atès que la càrrega útil d'astronomia és dissenyada i implementada per l'IEEC, aquesta fase implicarà la coordinació i gestió entre els equips tècnics de l'adjudicatari i l'IEEC.

Un equip d'enginyers de l'IEEC col·laborarà conjuntament amb el proveïdor pel que fa al disseny del sistema ADCS de la plataforma durant aquesta fase i les següents si s'escau. Es definirà a l'inici de la fase un pla de gestió i un calendari per definir el marc de treball dels dos equips i per descriure les tasques a realitzar i l'assignació de responsables.

Durant aquesta fase, la realització de tests relatius a la integració de la càrrega útil d'astronomia amb la plataforma haurà de ser procedimentada i organitzada conforme a [AD-02]. Aquests tests hauran de ser organitzats per l'adjudicatari i comptar amb presència del personal especialitzat de l'IEEC ja sigui el/la responsable del contracte o persona que aquest designi.

#### 7.2.2.1. Procés d'integració de la càrrega útil d'astronomia de l'IEEC

Entre la Fita 1 (MDR) i 3 (CDR), l'adjudicatari coordinarà les activitats relatives a:

- La construcció del Document de Control d'Interfícies (ICD) segons l'estàndard [AD-12].
- La comunicació de la cronologia d'integració de la càrrega útil amb la plataforma.

- L'elaboració del pla i els procediments AIV/AIT (*Assembly, Integration, Verification and Testing*) de la càrrega útil a la plataforma del satèl·lit.
- Construcció dels altres documents i organització de les activitats pertinents per a un correcte desenvolupament dels serveis encomanats.
- Trobar i reservar un espai compartit en un coet que compleixi amb els requeriments de missió.

Els terminis d'entrega de la documentació, informació i requeriments d'integració han d'assegurar que són compatibles amb la cronologia de disseny i integració de la càrrega útil d'astronomia amb la plataforma de PhotSat.

Un cop el model de vol de la càrrega útil d'astronomia de l'IEEC estigui acabat, l'adjudicatari ha de gestionar-ne la recollida a les instal·lacions de l'IEEC, cobrint qualsevol despesa derivada del lliurament.

L'adjudicatari haurà de proporcionar temporalment a l'IEEC, entre les fites 2 (PDR) i 3 (CDR), un simulador de l'*On-Board Computer* (OBC) seleccionat per a la plataforma, representatiu de l'OBC FM (*Flight Model*) a nivell de les interfícies Hardware i Software, per tal que l'IEEC pugui verificar, en el seu lloc propi de test el bon funcionament de la càrrega útil d'astronomia en les seves interfícies amb l'OBC. L'OBC haurà d'anar acompanyat de qualsevol element, subsistema i documentació d'ús addicional que sigui necessari per al seu funcionament per tal que l'IEEC pugui ser autònom en el seu ús.

Posteriorment a la Fita 3 (CDR), l'adjudicatari coordinarà i executarà les tasques d'integració mecànica, elèctrica i d'assemblatge de la càrrega útil d'astronomia amb la plataforma del satèl·lit mitjançant el Pla i Procediments AIV/AIT, assegurant-ne la compatibilitat amb la mencionada càrrega útil.

Per facilitar la integració de la càrrega útil d'astronomia de l'IEEC, l'adjudicatari ha de treballar conjuntament amb l'equip PhotSat de l'IEEC en la definició del ICD en aquells aspectes relacionats amb la integració de la càrrega útil de l'IEEC.

Un equip d'enginyers de l'IEEC haurà d'assistir i donar suport, en la mesura possible, durant aquesta fase, especialment durant la realització de les activitats de verificació relacionades amb la càrrega útil.

El proveïdor ha de ser totalment responsable de la definició de la integració i pla de proves de la càrrega útil de l'IEEC amb la plataforma.

#### 7.2.2.2. Tests de qualificació

Els tests de qualificació tècnica (QT) a satisfer, com a mínim, per l'adjudicatari, són:

- Test de les Propietats Físiques
- Test d'Interfície Elèctrica
- Test Funcional
- Test de Compatibilitat Electromagnètica (EMC)
- Test de Vibració
- Test Tèrmic (test en la *Thermal Vacuum Chamber*, TVAC)

L'adjudicatari haurà de demostrar l'execució de tests de preparació operacional (QO) per tal de verificar la compatibilitat de la cadena en el marc de la fita FRR.

### 7.2.2.3. Selecció del Llançador

En fase de licitació el licitador haurà d'exposar en la memòria tècnica de la proposta les opcions previstes per al vehicle de llançament i/o servei de separació o transferència d'òrbita tenint en compte els requeriments de la missió i en base a les condicions i requisits per a la selecció del llançador definits en l'Annex I - clàusula 11.1.5 Requisits per a la selecció del llançador.

En aquesta fase, i per la fita FRR, s'haurà d'entregar el contracte o compromís amb empresa llançadora del satèl·lit.

### 7.2.2.4. Definició del Segment de Terra

En fase de licitació el licitador haurà d'exposar en la memòria tècnica de la proposta les opcions previstes per a la implementació del Segment de Terra tenint en compte els requeriments de la missió.

Durant aquesta fase, s'hauran de realitzar totes les tasques necessàries per a la implementació del Segment Terra segons les condicions i requisits definits en l'Annex I - clàusula 11.1.6 Requisits per a la definició del Segment Terra.

### 7.2.2.5. Seguiment

El seguiment durant aquesta fase es farà de la següent manera:

- Reunions de seguiment, on l'adjudicatari farà entrega d'un Informe de Progrés (*Progress Report*) segons el mètode descrit en la clàusula 8 d'aquest document, amb la següent cadència mínima:
  - Entre l'inici del contracte i la fita MDR seran de caràcter mensual.
  - Entre la fita MDR i FRR seran de caràcter setmanal.

L'IEEC es reserva el dret de convocar reunions de seguiment o de caràcter tècnic addicionals així com el d'incorporar experts d'entitats col·laboradores, que adscriuran la confidencialitat necessària. El licitador pot proposar trobades addicionals de caràcter tècnic.

- Celebració de les fites següents:
  - MDR: *Mission Design Review* (Revisió del Disseny de la Missió)
  - PDR: *Preliminary Design Review* (Revisió del Disseny Preliminar)
  - CDR: *Critical Design Review* (Revisió Crítica del Disseny)
  - FRR: *Flight Readiness Review* (Revisió Final per al Vol)

La documentació tècnica entregada i mètode de celebració en cadascuna de les fites es detalla en la clàusula 8 del present document.



La correcta superació de la fita FRR implicarà l'acceptació de l'estat de tots els sistemes involucrats per a tots els segments de la missió de cara al llançament.

A partir de l'acceptació de la fita FRR, l'adjudicatari coordinarà les tasques associades a l'emmagatzemament, manteniment i al transport del satèl·lit a la base de llançament i la seva posterior integració en el vehicle de llançament de cara a la seva posada en òrbita.

### **7.2.3. Fase de Llançament (LEOP)**

La fase de llançament s'inicia després de la correcta superació de la fita FRR i s'acaba en el moment en que el satèl·lit arriba a l'òrbita nominal i es realitza el primer contacte.

Aquesta fase haurà de ser procedimentada i organitzada conforme a [AD-02] i tindrà com a objectius principals:

- Emmagatzemar i mantenir el satèl·lit fins al llançament.
- Transportar i integrar el satèl·lit en el llançador.
- Monitoritzar el llançament i establir el primer contacte amb el satèl·lit.

La correcta superació de la fita implica l'acceptació de l'estat de tots els sistemes involucrats en aquesta fase per a tots els segments de la missió de cara a la posada en marxa de la plataforma i la càrrega útil d'astronomia del satèl·lit.

#### **7.2.3.1. Seguiment**

Les reunions de seguiment i l'entrega de l'Informe de Progrés seran de caràcter setmanal a partir d'aquesta fase i fins a l'extinció del contracte.

### **7.2.4. Fase de Posada en Marxa**

La fase de posada en marxa s'inicia després de la correcta posada en òrbita del satèl·lit i s'acaba després de la correcta superació de la fita CRR.

A partir del primer contacte amb el satèl·lit, l'adjudicatari coordinarà les tasques associades a la validació dels subsistemes de la plataforma per tal d'avaluar l'estat del satèl·lit i el grau de capacitat per assolir els requeriments de missió que recauen a plataforma, com la generació d'energia, l'estabilitat d'apuntat, capacitats de comunicació amb el segment de terra, capacitats de processat, etc. Aquestes tasques les portarà a terme el MCC de l'adjudicatari, que generarà un report a ser avaluat per l'IOSDC del IEEC.

Un cop quantificades les capacitats de la plataforma, l'adjudicatari amb suport directe dels enginyers i científics del IOSDC de l'IEEC, coordinarà les tasques associades a la validació dels subsistemes de la càrrega útil d'astronomia per tal d'avaluar l'estat dels instruments i el grau de capacitat per assolir els requeriments de missió, com la precisió d'apuntat, la qualitat òptica, el processat a bord, etc.

Un cop quantificades les capacitats de la plataforma i de la càrrega útil d'astronomia, l'adjudicatari amb suport directe dels enginyers i científics del IOSDC de l'IEEC, coordinarà les tasques associades a la calibració fotomètrica dels instruments i la validació de tots els aspectes relacionats amb l'adquisició i processat d'un escaneig complet del cel, des de la captura d'imatges fins al seu processat a terra en els diferents productes científics.

Aquesta fase haurà de ser procedimentada i organitzada conforme a [AD-02] i tindrà com a objectius principals:

- Posada en marxa dels subsistemes de la plataforma del satèl·lit.
- Estabilitzar i configurar els subsistemes del satèl·lit.
- Demostració de compliment amb els requeriments mínims de servei per a la càrrega útil d'astronomia.
- Posada en marxa de la càrrega útil d'astronomia segons les indicacions de l'IEEC.
- Demostració i caracterització del comportament dels instruments en òrbita amb ajuda de l'IEEC.
- Execució de  $n$  cicles d'escaneig del cel per tal de validar les CONOPS i tot el *pipeline* de dades des de la captura d'imatges fins al processat a terra dels diferents productes científics.

#### 7.2.4.1. Seguiment

Les reunions de seguiment i l'entrega de l'Informe de Progrés en aquesta fase seran de caràcter setmanal i fins a l'extinció del contracte.

#### 7.2.5. Fase d'Operacions Nominals

La Fase d'Operacions Nominals tindrà una durada de 3 mesos, a comptar des de la seva data d'inici (Fita 6).

El suport tècnic per part de l'adjudicatari durant la fase operativa ha d'incloure com a mínim:

- El manteniment del programari de la plataforma (SW i FW).
- Accions preventives, correctives i de contingència per si es descobreix algun problema durant les operacions.
- Anàlisi dels problemes de la plataforma detectats durant la fase d'operacions.
- Anàlisi de situacions de contingència.
- Definició de les accions i operacions necessàries pel reiniciament de les operacions.

L'adjudicatari organitzarà campanyes de calibratge en òrbita de la càrrega útil segons les especificacions de l'IEEC. Aquestes campanyes de calibratge hauran d'organitzar-se de tal manera que minimitzin l'impacte en els serveis d'adquisició de dades.

### **7.2.5.1. Seguiment**

En aquesta fase, les reunions de seguiment seran setmanals amb fites anuals contractuals en el cas que siguin aplicables.

### **7.2.6. Fase de Fi de missió**

Les activitats executades en la fase de fi de missió han d'assegurar que la missió compleix amb les mesures aplicables de mitigació de la generació de brossa espacial de l'Agència Espacial Europea (ESA).

## 8. Condicions d'execució dels servei

### 8.1. Lliurables

L'adjudicatari, en les reunions periòdiques de seguiment, farà entrega d'un Informe de Progrés. El contingut de l'informe s'ampliarà segons la **Taula 2** un cop al mes, durant tota la durada del contracte.

Document	Contingut	Periodicitat
Informe de Progrés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activitats realitzades des de l'últim informe de progrés.</li> <li>- Incidències, anomalies i accions.</li> <li>- Activitats planificades fins a la propera reunió de seguiment.</li> <li>- Seguiment de les accions obertes.</li> </ul>	Variable segons la periodicitat marcada en la descripció de cada fase
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activitats realitzades des de l'últim informe de progrés.</li> <li>- Incidències, anomalies i accions.</li> <li>- Activitats planificades fins a la propera reunió de seguiment.</li> <li>- Càlcul dels Acords a Nivell de Servei.</li> <li>- Previsió d'assoliment de les Fites futures.</li> <li>- Actualització de la taula de gestió de riscos.</li> <li>- Seguiment de les accions obertes.</li> </ul>	Mensual

**Taula 2** Contingut de l'Informe de Progrés

La següent taula, **Taula 3**, mostra els lliurables associats a cadascuna de les fites contractuals. En cas que un document lliurat anteriorment sigui sotmès a revisió o evolució, aquest s'haurà de lliurar en la fita contractual en curs.

Títol del Document	Document ECSS de referència	MDR	PDR	CDR	FRR	Llançament	CRR	AOR	ELR
Pla d'Organització del Projecte	ECSS-M-ST-10C	X	X	X					
Descripció de la Missió	ECSS-M-ST-10C	X	X	X					
Requisits de la Missió	ECSS-E-ST-10-06C	X	X						
Iteracions de Disseny ( <i>Trade-off</i> )	ECSS-E-ST-10C	X	X	X					
Concepte del Sistema	ECSS-E-ST-10C	X	X	X					
Pla d'Enginyeria de Sistemes	ECSS-E-ST-10C	X	X	X	X				
Matriu de Compliment dels Requisits de la Missió			X	X	X		X		
Concepte d'Operacions de la Missió	ECSS-E-ST-10C		X	X	X				
Definició de la Arquitectura del Sistema		X	X	X	X				
Requisits del Sistema	ECSS-E-ST-10-06C	X	X						
Requisits dels Sub sistemes	ECSS-E-ST-10-06C		X	X					
Especificacions Tècniques del Segment de Terra	ECSS-E-ST-70C		X	X					
<i>Technical Budgets Analysis (Mass Budget, Power Budget, Link Budget, Memory and Data Budget, Pointing Budget)</i>	ECSS-E-ST-10C		X	X					

Pla i Procediments AIV/AIT de la càrrega útil d'astronomia amb la plataforma del satèl·lit i amb el Sistema de Control de Missió (MCS)	ECSS-E-ST-10-02C (AIV) ECSS-E-ST-10-03C (AIT)		X	X	X				
ICD de la plataforma satel·lital amb la càrrega útil d'astronomia	ECSS-E-ST-10-24C		X	X					
Informe dels Tests (AIT/AIV)	ECSS-E-ST-10-03C			X	X		X		
Informes del Control de la Verificació	ECSS-E-ST-10-02C		X	X	X				
Pla de contingència	ECSS-Q-ST-30C			X	X		X		
Contracte o compromís amb empresa llançadora del satèl·lit					X				
Document d'especificacions funcionals de la cadena de processat de dades			X	X	X		X		
Document d'especificacions tècniques de la cadena de processat de dades				X	X		X	X	
Pla de Mitigació Brossa Espacial ( <i>Space Debris Mitigation Report</i> )			X	X	X				X
Informe d'Avaluació Post-Llançament						X	X		
Informe d'Operacions ( <i>Operations Report</i> )								X	X

Taula 3 Relació de lliurables a cadascuna de les Fites contractuals

## 8.2. Comunicació i divulgació

Les accions comunicatives associades a la publicació de resultats o assoliments tècnics segons el compliment de les diferents fites estipulades al contracte hauran de coordinar-se i ser aprovades per l'IEEC.

Un cop adjudicat el contracte, l'IEEC i l'adjudicatari consensuaran un pla de comunicació per a cada fase.

L'adjudicatari no podrà fer públic cap material audiovisual (imatge, vídeo, etc.) generat en relació a la missió PhotSat fins que l'IEEC ho autoritzi explícitament. Pel cas de material propietat de l'IEEC, aquest establirà les condicions de difusió per part de l'adjudicatari i de tercers, si s'escau.

Amb l'objectiu de fer difusió dels resultats de la missió, l'adjudicatari haurà d'entregar a l'IEEC:

- Un fitxer CAD en format STEP segons ISO10303 del satèl·lit en alta resolució, en el qual no s'inclouin parts que siguin de propietat intel·lectual exclusiva de l'adjudicatari o els seus proveïdors (en aquest cas, el component o components hauran de ser simulats). Termini d'entrega: en el marc de la fita CDR.

L'IEEC podrà utilitzar aquest lliurable per a finalitats divulgatives sense ànim de lucre.

L'adjudicatari també haurà de proporcionar a l'IEEC imatges i vídeos del llançament del satèl·lit de la missió PhotSat, que aquest podrà difondre en els seus propis canals de comunicació. Així mateix, si el llançador ho proporciona, haurà de facilitar imatges i vídeos de la inserció en òrbita del satèl·lit que l'IEEC també podrà difondre.

## 9. Gestió del Projecte i Assegurament del Producte

Per garantir l'entrega del satèl·lit PhotSat a temps i conforme a tots els requisits establerts en la clàusula 6 del present document, l'adjudicatari ha de seguir:

- Els estàndards ECSS per a la planificació i implementació del projecte [AD-17].
- Els estàndards ECSS per a la garantia del producte de projectes espacials [AD-18].

Les següents seccions detallen alguns dels requisits establerts en aquests dos estàndards que es consideren crítics per a l'èxit del projecte.

### 9.1. Gestió del Projecte

Les següents tasques de gestió de projectes es consideren crítics per garantir una comunicació fluïda amb l'IEEC i l'entrega del satèl·lit en el calendari de temps proposat:

- Definició de l'organització i de la gestió del projecte de manera que es destinin els recursos necessaris al projecte per assegurar la finalització del contracte en el període exigít.
- Nomenament d'un Gestor de Projectes (PM) i definició d'un equip de projecte.
- Execució de les reunions de manera oportuna segons les fites establertes, amb actes i accions acordades signades per tots els participants després de la reunió.
- Definició i manteniment d'un calendari que tingui en compte les activitats a realitzar, els recursos a assignar, els punts de referència clau del projecte i el camí crític.

### 9.2. Assegurament del Producte i Control de la Qualitat

Les següents tasques d'assegurament del producte es consideren crítics per garantir el desenvolupament i la posada en marxa del satèl·lit PhotSat en conformitat amb els requisits:

- Nomenament d'un gestor d'assegurament del producte que reporti al gestor del projecte.
- Preparació, manteniment i implementació d'un Pla d'Assegurament del Producte.
- Identificació dels elements crítics.
- Definició i implementació d'un programa de control d'elements crítics.
- Definició i implementació d'un sistema de control de no conformitats.

L'adjudicatari serà responsable del procés d'Assegurament del Producte i del Control de la Qualitat conforme als requeriments següents.



### 9.2.1. Gestió dels Riscos

L'adjudicatari serà responsable d'avaluar de forma continuada els riscos durant el transcurs de totes les fases del projecte, registrant aquests en forma d'un Registre de Riscos, amb l'avaluació i les accions de mitigació corresponents que ha de comunicar a l'IEEC seguint les pautes de [AD-09]. Aquesta comunicació es farà en cadascuna de les fites així com en el moment d'identificació de riscos categoritzats com a severos (*high* o *very high* segons l'estàndard aplicable). L'adjudicatari té la responsabilitat d'abordar correctament aquests riscos, planejant accions específiques per tal de mitigar-los.

### 9.2.2. Gestió i Assegurament de la Qualitat

L'adjudicatari haurà d'utilitzar un sistema de gestió de la qualitat per tal de:

- Realitzar el control de configuració de la documentació, el hardware i el software relatiu al projecte.
- Realitzar el control de qualitat en les diferents fases del projecte i demostrar l'assoliment de la qualitat requerida.
- Informar de les no-conformitats i anomalies de manera sistemàtica i ordenada. Les no-conformitats i anomalies s'han de classificar com a crítiques, no crítiques o menors en funció del següent criteri:
  - Crítiques: són aquelles que poden afectar a la seguretat, als objectius de la missió, a les funcions bàsiques del sistema o a la provisió de qualsevol dels serveis.
  - No crítiques: Són aquelles que afecten a un col·lectiu reduït no afectant immediatament processos vitals del sistema o la provisió del servei, fent-ho a un moment no crític, però poden tenir un impacte en els requeriments definits següents:
    - Requeriments operacionals, funcionals o contractuals
    - Fiabilitat
    - Duració de la vida útil
  - Menors: Són aquelles que per definició no poden ser classificades com a crítiques o no crítiques.

L'adjudicatari reportarà les no-conformitats menors durant el següent període de revisió establert pel contracte, fita o reunió de seguiment.

S'estableix com una obligació de l'adjudicatari d'habilitar una eina software disponible per a l'IEEC de registre i seguiment de les activitats, incidències i anomalies relacionades amb la missió, identificades/numerades per a la seva posterior traçabilitat, per tal de:

- Monitoritzar aquelles incidències o anomalies/no-conformitats que puguin tenir impacte en la provisió dels diferents serveis.
- Extreure la informació necessària per al càlcul i justificació dels Acords a Nivell de Servei (SLA).

### **9.2.3. Mesures de contingència**

L'adjudicatari haurà de proporcionar, en el marc de la Fita 3 (CDR), un pla de gestió de contingències en cas de fallades crítiques en els diversos actors implicats, per a poder garantir l'èxit del projecte, seguint les pautes de [AD-10].

## 10. Acords de Nivell de Servei. Infraccions i Penalitzacions

S'estableixen els següents acords de nivell de servei (*Service Level Agreement*, SLA), als que l'adjudicatari quedarà obligat per tal d'assegurar un servei de qualitat basat en una avaluació objectiva pel que fa a les possibles incidències que es puguin ocasionar en l'execució del contracte i per tant inclosa la fase d'operacions.

El licitador haurà de proposar d'una eina de seguiment que permeti a l'IEEC extreure la informació necessària per a la comprovació del compliment dels SLA. L'adjudicatari serà l'encarregat de justificar l'assoliment dels SLA durant les entregues mensuals dels informes de progrés.

En la imposició de les sancions que contempla la present clàusula, l'IEEC tindrà en consideració si la no consecució del nivell de qualitat requerit en cada cas es deu a anomalies de PhotSat que no puguin ser imputables a l'adjudicatari per causa de força major i bé s'ha produït per culpa o negligència d'aquest. En els casos que s'acrediti força major, el contractista quedarà exempt de responsabilitat.

En cada cas, l'adjudicatari haurà de justificar degudament el motiu pel qual no s'ha complert amb l'indicador de nivell de servei requerit.

Les penalitzacions acumulades i imposades per l'IEEC a l'adjudicatari en cap cas superaran el topall del 20% de l'import de la següent fita en la fita 7, del 15% a la fita 8, i 10% en el cas que s'activin les pròrrogues del contracte. En cas d'arribar a aquest topall, l'IEEC podrà decidir si imposa la sanció o bé opta per la resolució del contracte.

### Entrega de dades:

Codi	Nom	Descripció	Periodicitat per al càlcul	Penalització aplicable
SLA-PHOTSAT-01	Entrega de dades	El temps mitjà d'entrega de les dades RAW i els fitxers auxiliars corresponents (metadades) de les dades de telemetria i de dades científiques produïdes en un dia fins a la seva recepció a l'IOSDC de l'IEEC ha de ser inferior a les 24 hores posteriors a la producció de les esmentades dades en el 95% dels casos.	Mensual	Penalització d'un 0,5% de l'import a satisfer en la següent fita contractual per cada 2% de desviació respecte l'objectiu.  <i>Per exemple: el primer any d'operacions se supera el 95% en el càlcul d'aquest indicador d'acord en tots els mesos excepte en dos. En el primer mes d'incompliment s'ha arribat al 94% i al segon s'ha arribat al 89%. S'aplicarà, per tant una penalització del 2% sobre l'import a satisfer per l'IEEC en la Fita 7.</i>

Comunicació d'incidències, no-conformitats i anomalies:

Codi	Nom	Descripció	Periodicitat per al càlcul	Penalització aplicable
SLA-PHOTSAT-02	Comunicació d'incidències, no-conformitats i anomalies	<p>El temps entre la identificació i la comunicació d'incidències, no conformitats i anomalies a l'IEEC, ha de ser no superior a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 dia laborable, per a la categoria crítica</li> <li>- 1 setmana natural, per a la categoria no crítica</li> </ul> <p>per al 98% de les incidències, no conformitats i anomalies.</p>	Mensual	<p>Penalització d'un 0,5% de l'import a satisfer en la següent fita contractual per cada 2% de desviació respecte l'objectiu.</p> <p><i>Per exemple: el primer any d'operacions se supera el 95% en el càlcul d'aquest indicador d'acord en tots els mesos excepte en dos. En el primer mes d'incompliment s'ha arribat al 94% i al segon s'ha arribat al 89%. S'aplicarà, per tant una penalització del 2% sobre l'import a satisfer per l'IEEC en la Fita 7.</i></p>

## 11. ANNEX I

### 11.1. Requisits i especificacions tècniques

Els requisits i especificacions tècniques descrites en aquesta clàusula són extretes dels documents de definició de requeriments [AD-01] i [AD-13].

#### 11.1.1. Propòsit i abast

L'objectiu d'aquesta secció és la de definir els requisits i objectius tècnics per al disseny, desenvolupament, els tests i les operacions de la plataforma PhotSat, el llançament del satèl·lit, la seva posada en marxa en òrbita i les operacions nominals.

#### 11.1.2. Definició del Format dels Requisits

Cada requisit i objectiu es defineix en una taula que contindrà tota la informació rellevant per identificar, seguir, entendre i verificar un determinat requisit/objectiu. La següent secció defineix el format d'aquesta taula i els seus paràmetres.

ID	R-SUBS-TYPE-PRI-VER-XXY
Títol	
Descripció	
Prioritat	
Verificació	
Pares	
Justificació	

##### 11.1.2.1. ID (Identification code – Codi d'identificació)

El codi d'identificació del requisit/objectiu amb la seva cel·la de la taula pintada de gris si és un Requisit i pintada de blau si és un Objectiu. Segueix un format *R-SUBS-TIPUS-PRI-VER-XXY*, on:

**SUBS** Es refereix al subsistema que haurà de complir amb el requisit. En aquest cas, el subsistema de Plataforma (PFM).

**TYPE** Es refereix al tipus de requisit i haurà de ser una de les següents opcions:

codi	Definició
SCI	Scientific requirement
FUN	Functional Requirement
PER	Performance Requirement
ENV	Environmental Requirement
IF	Interface Requirement
QA	Quality Assurance Requirement
LG	Logistics Requirement
DEV	Development Requirements

**PRI** Es refereix a la prioritat del requisit i haurà de ser una de les següents opcions:

codi	Definició
L	Low priority
M	Medium priority
H	High priority

**VER** Es refereix al mètode de verificació utilitzat per validar el compliment del requisit i haurà de ser una o una combinació de les següents opcions:

codi	Definició
R	Verification by Review of Design
I	Verification by Visual Inspection
A	Verification by Analysis
T	Verification by Test

**XXY** És el número del requisit/objectiu d'un determinat TIPU:

codi	Definició
XX	2 digit number starting with 01
Y	0 if it is a requirement. 5 if it is a goal.

*Exemple:* R-PFM-SCI-H-R-010

**11.1.2.2. Títol**

Un nom comprensible per identificar el requisit/objectiu.

**11.1.2.3. Descripció**

Descripció detallada del requeriment/objectiu.

**11.1.2.4. Prioritat**

La prioritat del requisit/objectiu: haurà de ser una de les següents opcions i coincidir amb l'ID del requisit/objectiu:

Prioritat	ID codi PRI	Significat
Low Priority	L	Modificar la naturalesa del requisit no impacta directament la missió científica ni altres requisits
Medium Priority	M	Modificar la naturalesa del requisit implica un compromís ( <i>trade off</i> ) amb altres requisits
High Priority	H	Modificar la naturalesa del requisit no és possible ja que impacta directament en la missió científica o en altres requisits crítics

**11.1.2.5. Mètode de verificació**

El mètode de verificació per validar la correcta implementació del requisit/objectiu: ha de ser una de les següents opcions o una combinació d'aquestes i coincidir amb el codi ID del requisit/objectiu:

Mètode de verificació	ID codi PRI
Review of the design	R
Inspection	I
Analysis	A
Test	T

**11.1.2.6. Pares**

Codi(s) ID dels requisits pare del requisit/objectiu, separats amb comes.

*Exemple:* R-TOP-SCI-H-R-010, R-TOP-SCI-H-R-020, ...

**11.1.2.7. Justificació (opcional)**

Camp opcional. Descripció dels motius i el context que justifica l'existència del requisit.

### 11.1.2.8. Exemples

ID	R-PFM-QA-H-R-30
Títol	Platform TRL
Descripció	El TRL dels components i subsistemes de la Plataforma haurà de ser de 7 o superior.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-30
Justificació	

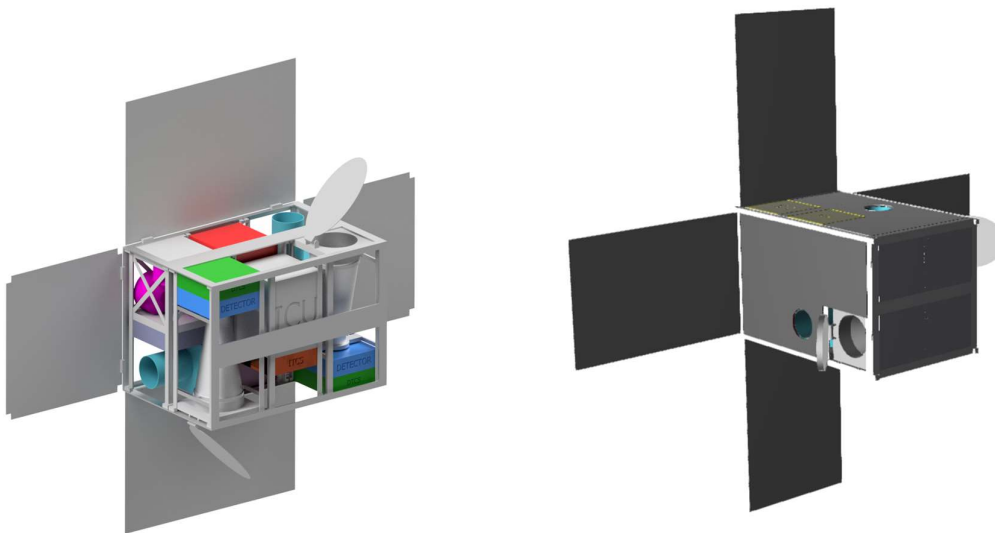
ID	R-PFM-QA-H-R-35
Títol	Platform TRL Goal
Descripció	El TRL dels components i subsistemes de la Plataforma hauria de ser de 9 i haver estat utilitzats i provats en anteriors missions espacials
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-35
Justificació	



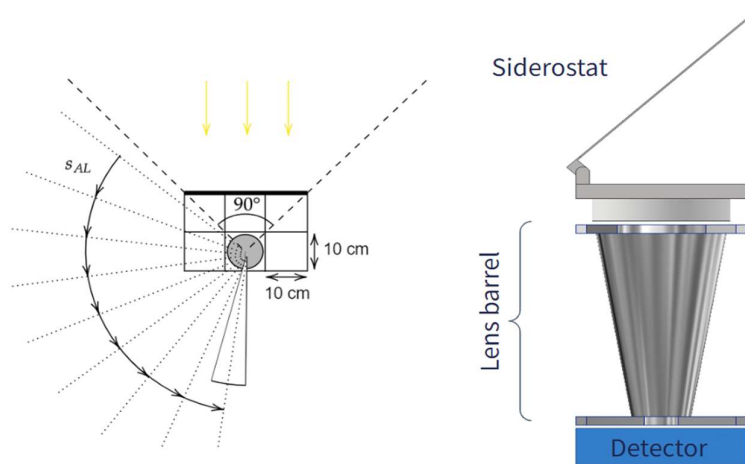
### 11.1.3. Visió general del sistema del satèl·lit

Aquesta secció descriu una visió general de la missió, amb especial atenció a la separació entre els elements de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma del satèl·lit PhotSat.

PhotSat és un CubeSat de 12 unitats (12U segons l'estàndard CubeSat - cubesat.org), com es mostra a la **Figura 2**, que escanejarà el cel i extraurà fotometria de les estrelles més brillants. Orbitarà la Terra a una altitud d'aproximadament i no inferior a 500 km en una òrbita heliosíncrona *Dawn-Dusk*. Amb dues petites càmeres i un mecanisme rotatori (**Figura 3**), el satèl·lit serà capaç d'observar estrelles dins del rang de longituds d'ona VIS i UV, mentre detecta i adverteix de possibles supernoves. Amb un desenvolupament àgil, s'espera que el satèl·lit es llanci a finals del 2025.

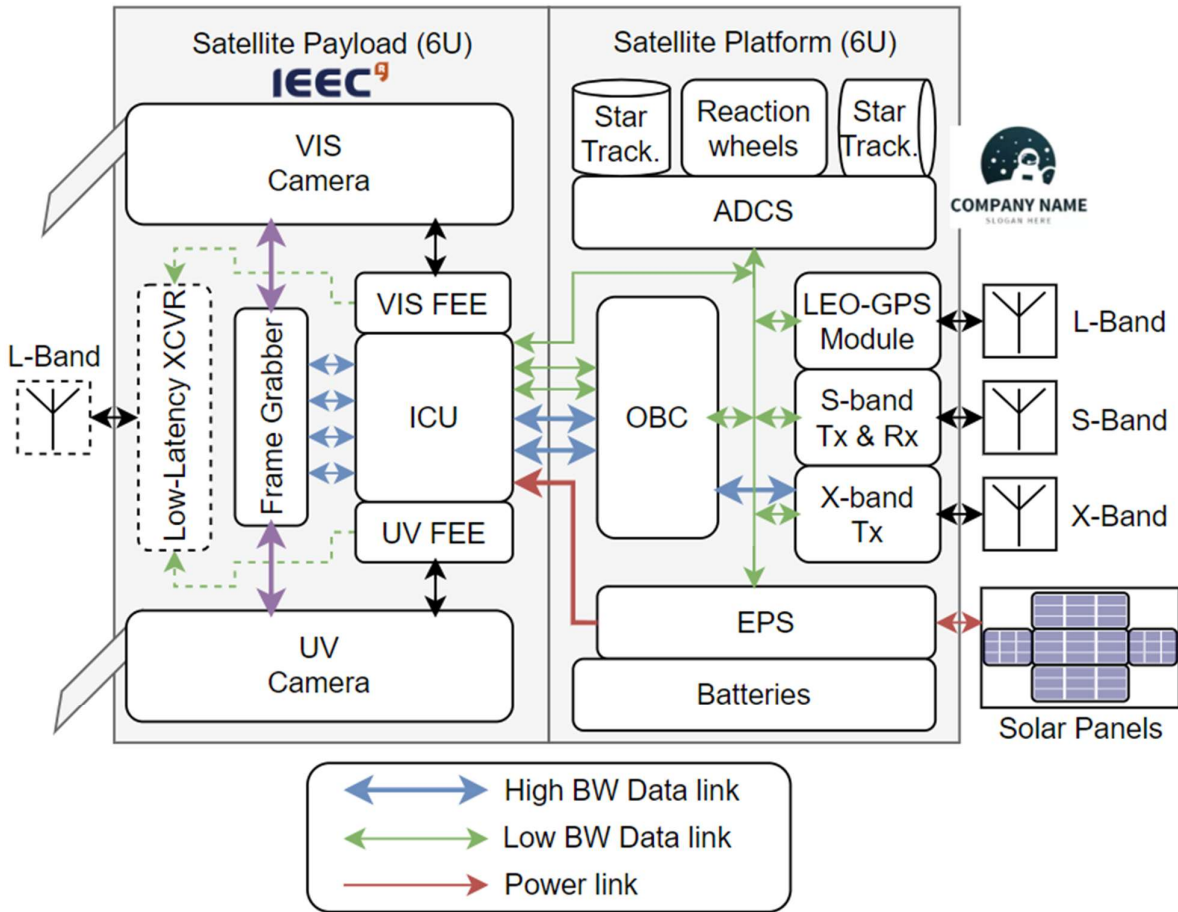


**Figura 2** Visió general del satèl·lit (possibles configuracions)



**Figura 3** Diagrama de rotació del siderostat (esquerra) i concepte dels sistemes òptics (dreta)

En la **Figura 4** es pot veure un diagrama de blocs del satèl·lit PhotSat amb una clara distinció entre els subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i els de la plataforma. Mentre que la mencionada càrrega útil s'encarregarà de moure els sideròstats i extreure les dades científiques del sistema òptic, la plataforma serà responsable de proveir l'energia del satèl·lit, controlar la seva orientació, establir comunicacions amb el segment terrestre i gestionar totes les dades entre els subsistemes, inclosa les de la càrrega útil d'astronomia.



**Figura 4** Concepte dels principals subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma de PhotSat

## 11.1.4. Requisites a nivell de Plataforma

### 11.1.4.1. Requisites funcionals

Els següents requisits i objectius especifiquen què ha de fer la plataforma i com ha d'interactuar amb la càrrega útil d'astronomia i el Segment Terrestre.

ID	R-PFM-FUN-H-R-010
Títol	Platform Operative location
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de funcionar, juntament amb la càrrega útil d'astronomia, en una òrbita heliosíncrona <i>Dawn-Dusk</i> en LEO ( <i>Low Earth Orbit</i> - Òrbita Terrestre Baixa) amb una excentricitat inferior a 0,0025, a una altitud no inferior a 500 km i amb la inclinació necessària perquè el pla orbital precedeixi (97,7°).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-SCI-H-A-010, R-TOP-SCI-H-A-015, R-TOP-SCI-H-RA-020, R-TOP-SCI-H-RA-025, R-TOP-FUN-H-R-010
Justificació	Òrbita heliosíncrona per escanejar tot el cel durant l'any. <i>Dawn-Dusk</i> per millorar la potència i l'estabilitat tèrmica.

ID	R-PFM-FUN-H-R-020
Títol	Platform On-Board Computer
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'incloure un ordinador digital capaç de rebre i descodificar telecomandes del segment terrestre, controlar els subsistemes de la plataforma i comunicar-se amb la càrrega útil d'astronomia.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-FUN-H-R-040, R-TOP-FUN-H-R-110
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RT-030
Títol	Platform Modes of operation
Descripció	Els modes d'operació de la plataforma de PhotSat haurien de ser compatibles i treballar en paral·lel amb els modes d'operació de la càrrega útil d'astronomia (per exemple, mode d'escaneig, mode d'observació fixa, mode de resposta a alertes, mode de <i>House-Keeping</i> , mode d'espera, etc.) per complir amb la missió científica. El nombre i les funcionalitats precises de cada mode seran co-dissenyats pels enginyers de l'IEEC i el proveïdor de la plataforma abans de la fase CDR.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-030
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RA-040
Títol	In-orbit Power Generation and Storage
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de produir energia elèctrica a partir de panells solars i emmagatzemar-la en bateries químiques en òrbita, per tota la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-FUN-H-R-050
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RT-050
Títol	In-orbit Power Distribution
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'utilitzar un EPS ( <i>Energy Power Supply</i> ) per regular, controlar, gestionar, protegir i distribuir l'energia elèctrica generada en òrbita als seus subsistemes i a la càrrega útil d'astronomia, mentre els protegeix d'esdeveniments de sobrecorrent, al llarg de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-050
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RA-060
Títol	In-orbit Thermal Control Systems
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'utilitzar sistemes de control tèrmic (TCS - <i>Thermal Control System</i> ) passius o actius per garantir que la temperatura absoluta i l'estabilitat del Punt de Referència de Temperatura (TRP - <i>Temperature Reference Point</i> ) dels seus subsistemes, així com dels subsistemes de la càrrega útil d'astronomia, es mantinguin dins del seu rang de temperatura operativa durant la durada de la missió. La generació de calor es realitzarà amb resistències elèctriques, mentre que l'extracció de calor utilitzarà elements passius com punts d'ancoratge estructurals, l'estructura del CubeSat (tubs de calor) i les propietats radiatives de les superfícies externes del satèl·lit (com a dissipador de calor).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-FUN-H-R-060, R-TOP-FUN-H-R-065
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RT-070
Títol	In-orbit Attitude Determination
Descripció	La plataforma haurà de ser capaç de conèixer l'orientació del satèl·lit PhotSat en òrbita (respecte al vector del Sol i al ICRF) i enviar la informació a la Unitat de Control de l'Instrument (ICU) de la càrrega útil d'astronomia, durant tota la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-070
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RT-080
Títol	In-orbit Attitude Control
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç de modificar l'orientació del satèl·lit (respecte al vector del Sol i al ICRF) en tots els 3 angles d'Euler ( <i>pitch, roll, yaw</i> ) en òrbita, per realitzar operacions científiques i operacions de descàrrega de dades, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-080
Justificació	El satèl·lit haurà de disposar d'un sistema de determinació i control d'actitud (ADCS) per funcionar.

ID	R-PFM-FUN-H-RA-090
Títol	In-orbit Positioning
Descripció	El satèl·lit PhotSat haurà de ser capaç de conèixer la seva posició precisa en òrbita i enviar la informació a la Unitat de Control de l'Instrument (ICU) de la càrrega útil d'astronomia, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-FUN-H-R-090
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RT-100
Títol	Platform communications to Ground Segment
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç d'establir comunicació amb el Segment Terrestre, rebre comandes per controlar els instruments en òrbita i descarregar dades científiques i de manteniment ( <i>House Keeping</i> ) a terra durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-100
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RT-110
Títol	Platform communications to Payload
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç d'establir comunicació amb la Unitat de Control de l'Instrument (ICU) de la càrrega útil d'astronomia, enviar comandes per controlar els instruments en òrbita i rebre dades científiques i de manteniment ( <i>House Keeping</i> ) d'aquests.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-040, R-TOP-FUN-H-R-110
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-RIT-120
Títol	In-orbit Platform Software
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'incloure un programari integrat capaç de descodificar comandes rebudes de terra, controlar subsistemes, així com gestionar, processar, emmagatzemar i comprimir dades de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma en òrbita, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-110
Justificació	El satèl·lit haurà de disposar d'un sistema de processament digital per funcionar.

ID	R-PFM-FUN-H-RIT-130
Títol	Platform Mass Memory
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'incloure una memòria massiva amb suficient capacitat i retenció de dades per emmagatzemar de manera segura totes les dades rellevants generades per la càrrega útil d'astronomia i la plataforma fins que es descarreguin al Segment Terrestre.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-110
Justificació	El satèl·lit haurà de disposar d'un sistema de memòria massiva com <i>buffer</i> per emmagatzemar tota la informació abans de la seva descàrrega. Les dades de la càrrega útil d'astronomia es guardaran comprimides.

ID	R-PFM-FUN-H-RT-140
Títol	Reprogrammability
Descripció	Els subsistemes de la plataforma de PhotSat (OBC, EPS, ADCS, Ràdios, etc.) i la Unitat de Control de l'Instrument (ICU) de la càrrega útil d'astronomia hauran de ser capaços de rebre i implementar actualitzacions de programari (SW) i firmware (FW) en òrbita amb l'ajuda de l'OBC de la plataforma, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-120
Justificació	Les tecnologies actuals permeten la implementació d'aquesta funció amb alta fiabilitat i és molt desitjable tenir-la.

ID	R-PFM-FUN-M-RT-150
Títol	Remote Payload Console Access
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de proporcionar accés remot (des de terra) a la consola de depuració ( <i>debug console</i> ) de la Unitat de Control de l'Instrument (ICU) de la càrrega útil d'astronomia, durant la durada de la missió.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-040, R-TOP-FUN-H-R-110
Justificació	



ID	R-PFM-FUN-M-RA-160
Títol	SEU Platform Protections
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'incloure funcionalitats de protecció contra incidències SEU ( <i>Single Event Upset</i> ) en els seus sistemes digitals i de memòria EEE.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-FUN-H-R-010, R-TOP-PER-H-R-040
Justificació	

ID	R-PFM-FUN-H-R-170
Títol	Time synchronization
Descripció	Els subsistemes de PhotSat hauran de poder sincronitzar els seus rellotges amb l'OBC de la plataforma, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-FUN-H-RA-130
Justificació	Les tecnologies actuals permeten la implementació d'aquesta funció amb alta fiabilitat i és molt desitjable tenir-la.

ID	R-PFM-FUN-H-RI-180
Títol	Primary Mirror Shading
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de garantir que cap raig de sol arribi als miralls primaris despleats de la càrrega útil d'astronomia (per exemple, utilitzant els panells solars com a parasols) en una desviació de $\pm 5^\circ$ respecte del vector solar, durant les operacions nominals, al llarg de tota la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-SCI-H-A-010, R-TOP-SCI-H-A-015, R-TOP-SCI-H-R-030
Justificació	El siderostat no pot rebre llum solar directa, ja que pot malmetre els píxels del detector.

### 11.1.4.2. Requisits de rendiment

Els següents requisits i objectius especifiquen el rendiment dels subsistema per tal d'assolir els objectius de la missió.

ID	R-PFM-PER-H-RA-010
Títol	Contact Cadence
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'establir comunicacions amb el Segment Terrestre com a mínim dues vegades cada dia per a seguiment i control (TT&C) i com a mínim dues vegades cada dia per a la descàrrega de dades científiques.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-PER-H-R-020
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RA-015
Títol	Contact Cadence Goal
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria d'establir comunicacions amb el Segment Terrestre en cada òrbita per a seguiment i control (TT&C) i més de 4 vegades cada dia per a la descàrrega de dades científiques.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-PER-H-R-025
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RAT-020												
Títol	Nominal Subsystem Temperatures												
Descripció	<p>La plataforma de PhotSat haurà de mantenir, durant les operacions nominals, de manera passiva o activa, la temperatura absoluta i l'estabilitat dels subsistemes de la plataforma, assegurant al mateix temps que els punts de referència de temperatura (TRP) dels subsistemes de la càrrega útil d'astronomia es mantinguin dins dels seus rangs tèrmics operatius.</p> <table> <tr> <td>Siderostat</td> <td>[-20, +35]</td> <td>± 5°C</td> </tr> <tr> <td>Optics</td> <td>[+5, +35]</td> <td>± 5°C</td> </tr> <tr> <td>Detector</td> <td>[-10, +35]</td> <td>± 5°C</td> </tr> <tr> <td>ICU</td> <td>[-10, +60]</td> <td>± 5°C</td> </tr> </table>	Siderostat	[-20, +35]	± 5°C	Optics	[+5, +35]	± 5°C	Detector	[-10, +35]	± 5°C	ICU	[-10, +60]	± 5°C
Siderostat	[-20, +35]	± 5°C											
Optics	[+5, +35]	± 5°C											
Detector	[-10, +35]	± 5°C											
ICU	[-10, +60]	± 5°C											
Prioritat	High												
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test												
Pares	R-TOP-FUN-H-R-060, R-TOP-FUN-H-R-065												
Justificació													

ID	R-PFM-PER-H-RAT-030												
Títol	Survival Subsystem Temperatures												
Descripció	<p>La plataforma de PhotSat haurà de garantir, de manera passiva o activa (per exemple, amb <i>survival heaters</i>), que la temperatura de supervivència dels subsistemes de la plataforma i de la càrrega útil d'astronomia no arribi als límits de temperatura de supervivència freda i calenta.</p> <table> <tr> <td>Siderostat</td> <td>[-45, +80]</td> <td>± 5°C</td> </tr> <tr> <td>Optics</td> <td>[-30, +70]</td> <td>± 5°C</td> </tr> <tr> <td>Detector</td> <td>[-45, +80]</td> <td>± 5°C</td> </tr> <tr> <td>ICU</td> <td>[-45, +95]</td> <td>± 5°C</td> </tr> </table>	Siderostat	[-45, +80]	± 5°C	Optics	[-30, +70]	± 5°C	Detector	[-45, +80]	± 5°C	ICU	[-45, +95]	± 5°C
Siderostat	[-45, +80]	± 5°C											
Optics	[-30, +70]	± 5°C											
Detector	[-45, +80]	± 5°C											
ICU	[-45, +95]	± 5°C											
Prioritat	High												
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test												
Pares	R-TOP-FUN-H-R-060, R-TOP-FUN-H-R-065												
Justificació	Les simulacions inicials suggereixen la necessitat d'utilitzar <i>survival heaters</i> en alguns subsistemes.												

ID	R-PFM-PER-M-R-040
Títol	Operative Lifetime
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà d'operar de manera nominal en òrbita durant un mínim de 2 anys.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-PER-H-R-040
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-R-045
Títol	Operative Lifetime Goal
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria d'operar de manera nominal en òrbita durant un mínim de 3 anys.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-PER-H-R-045
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RAT-050
Títol	Pointing Determination Precision
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç de conèixer l'orientació del <i>body reference frame</i> (BRF) del satèl·lit PhotSat a 1 Hz amb una precisió absoluta millor de 5 segons d'arc.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-H-AT-080
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-RAT-055
Títol	Pointing Determination Precision Goal
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de ser capaç de conèixer l'orientació del <i>body reference frame</i> (BRF) del satèl·lit PhotSat a 5 Hz amb una precisió absoluta millor de 2,5 segons d'arc.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-M-AT-085
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RAT-060
Títol	Platform Pointing Drift ( $\leq 1\text{Hz}$ )
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de garantir un <i>pointing stability drift</i> ( $\leq 1\text{Hz}$ ) de <5 segons d'arc entre dues adquisicions d'imatge (~1 segon) mentre estigui en operacions nominals, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-H-RAT-090
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-RAT-065
Títol	Platform Pointing Drift ( $\leq 1\text{Hz}$ ) Goal
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de garantir un <i>pointing stability drift</i> ( $\leq 1\text{Hz}$ ) de <2,5 segons d'arc durant una adquisició completa d'imatges (~50 segons) mentre estigui en operacions nominals, durant la durada de la missió.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-H-RAT-095
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RAT-070
Títol	Platform Pointing Jitter (>1Hz)
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de garantir un <i>pointing stability jitter</i> (>1Hz) de <5 segons d'arc (RMS total de <i>pointing jitter</i> ) entre dues adquisicions d'imatges (~1 segon), mentre estigui en operacions nominals, durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-H-RAT-090
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-RAT-075
Títol	Platform Pointing Jitter (>1Hz) Goal
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de garantir un <i>pointing stability jitter</i> (>1Hz) de <2,5 segons d'arc (RMS total de la vibració de puntatge) durant una adquisició completa d'imatges (~50 segons) mentre estigui en operacions normals, durant la durada de la missió.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-H-RAT-095
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-RT-080
Títol	Platform Nominal Slew Rate
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de ser capaç de modificar l'orientació del satèl·lit amb un <i>slew rate</i> de 2°/s en qualsevol eix durant les operacions científiques, al llarg de tota la missió.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-PER-H-R-010, R-TOP-PER-H-R-015
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-RT-090
Títol	Platform Data Download Slew Rate
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de ser capaç de modificar l'orientació del satèl·lit amb un <i>slew rate</i> de 3°/s en qualsevol eix durant les operacions de descàrrega de dades, al llarg de tota la missió.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-PER-H-R-020, R-TOP-PER-H-R-025
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RA-100
Títol	Platform Nominal stabilization settling time
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç d'estabilitzar l'orientació del satèl·lit després de rotar a una posició fixa en menys de 10 segons durant les operacions científiques, al llarg de tota la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-SCI-H-A-010, R-TOP-PER-H-R-010
Justificació	

ID	R-PFM-PER-M-RA-105
Títol	Platform Nominal stabilization settling time goal
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de ser capaç d'estabilitzar l'orientació del satèl·lit després de rotar a una posició fixa en menys de 5 segons durant les operacions científiques, al llarg de tota la missió.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-SCI-H-A-015, R-TOP-PER-H-R-015
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RT-110																
Títol	Payload Power Rails																
Descripció	<p>L'EPS de la plataforma de PhotSat haurà de ser capaç de proporcionar a la ICU de la càrrega útil d'astronomia el següent conjunt de línies de potència DC independents:</p> <table border="1"> <tr> <td>safe3</td> <td>+3.3V</td> <td>1% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>main3v3</td> <td>+3.3V</td> <td>1% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>main5v</td> <td>+5V</td> <td>1% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>main12v</td> <td>+12V</td> <td>5% Vripple</td> <td>2 A maximum</td> </tr> </table>	safe3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum	main3v3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum	main5v	+5V	1% Vripple	4 A maximum	main12v	+12V	5% Vripple	2 A maximum
safe3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum														
main3v3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum														
main5v	+5V	1% Vripple	4 A maximum														
main12v	+12V	5% Vripple	2 A maximum														
Prioritat	High																
Verificació	Review of the Design, Test																
Pares	R-TOP-FUN-H-R-050																
Justificació																	

ID	R-PFM-PER-H-RT-115																												
Títol	Payload Power Rails Goal																												
Descripció	<p>L'EPS de la Plataforma de PhotSat hauria de ser capaç de proporcionar a la ICU de la càrrega útil d'astronomia el següent conjunt de línies de potència DC independents:</p> <table border="1"> <tr> <td>safe3</td> <td>+3.3V</td> <td>1% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>main3v3</td> <td>+3.3V</td> <td>1% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>main5v</td> <td>+5V</td> <td>1% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>analog5v</td> <td>+5V</td> <td>5% Vripple</td> <td>4 A maximum</td> </tr> <tr> <td>main12v</td> <td>+12V</td> <td>5% Vripple</td> <td>2 A maximum</td> </tr> <tr> <td>analog12v</td> <td>+12V</td> <td>10% Vripple</td> <td>2 A maximum</td> </tr> <tr> <td>analog-12v</td> <td>-12V</td> <td>10% Vripple</td> <td>-2 A maximum</td> </tr> </table>	safe3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum	main3v3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum	main5v	+5V	1% Vripple	4 A maximum	analog5v	+5V	5% Vripple	4 A maximum	main12v	+12V	5% Vripple	2 A maximum	analog12v	+12V	10% Vripple	2 A maximum	analog-12v	-12V	10% Vripple	-2 A maximum
safe3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum																										
main3v3	+3.3V	1% Vripple	4 A maximum																										
main5v	+5V	1% Vripple	4 A maximum																										
analog5v	+5V	5% Vripple	4 A maximum																										
main12v	+12V	5% Vripple	2 A maximum																										
analog12v	+12V	10% Vripple	2 A maximum																										
analog-12v	-12V	10% Vripple	-2 A maximum																										
Prioritat	High																												
Verificació	Review of the Design, Test																												
Pares	R-TOP-FUN-H-R-050																												
Justificació																													



ID	R-PFM-PER-H-RT-120
Títol	Payload Power Rails Protections
Descripció	L'EPS de la plataforma de PhotSat haurà d'incloure proteccions contra sobrecorrent ( <i>overcurrent</i> ) per a les línies de potència de la càrrega útil d'astronomia, amb els llindars de corrent de cada línia ajustables durant les operacions des de terra.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-FUN-H-R-050
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RA-130
Títol	Platform Mass Memory Capacity
Descripció	La Memòria Massiva de la Plataforma de PhotSat haurà de tenir una capacitat d'emmagatzematge dedicada a la càrrega útil d'astronomia de $\geq 128\text{GB}$ a la fi de la vida útil (EOL), amb una taxa de retenció suficient i ECC per garantir una recuperació segura de les seves dades emmagatzemades fins i tot per sobre de l'Àrea d'Anomalies de l'Atlàntic Sud (SAA).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-FUN-H-R-110
Justificació	

ID	R-PFM-PER-H-RAT-150
Títol	Downlink Capacity
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç de transmetre sense pèrdues al Segment Terrestre totes les dades emmagatzemades en un dia d'operacions amb un o més contactes.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-PER-H-R-030, R-TOP-PER-H-R-035
Justificació	

### 11.1.4.3. Requisits ambientals

Els següents requisits i objectius especifiquen les condicions ambientals que un subsistema ha de ser capaç de suportar a terra, durant el llançament i a l'espai.

ID	R-PFM-ENV-H-RI-010
Títol	Satellite Standards
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de seguir l'estàndard CubeSat (AD-11) i els estàndards ECCS adaptats per a CubeSats i ser capaç de completar la seva missió amb un satèl·lit CubeSat comercial estàndard de 12U.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-ENV-H-R-010
Justificació	Els estàndards CubeSat són adequats per a una missió ràpida com PhotSat i redueixen el disseny, el desenvolupament i la fabricació del satèl·lit, així com els seus costos de llançament.

ID	R-PFM-ENV-H-RI-020
Títol	Platform Volume allocation
Descripció	El volum total dels subsistemes de la plataforma (excloent l'estructura mecànica) haurà de ser inferior a 6U (aproximadament 10x20x30 cm).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-ENV-H-R-020
Justificació	Els estudis inicials suggereixen una plataforma factible amb un volum de 5U a 6U.

ID	R-PFM-ENV-H-RT-030
Títol	Platform Mass allocation
Descripció	La massa seca total de la plataforma haurà de ser inferior a 8 kg.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-RT-030
Justificació	La massa màxima per U és de 1,333 kg, de manera que la massa màxima total sense marges seria de 15,999 kg.

ID	R-PFM-ENV-H-AT-040
Títol	Platform Nominal Thermal environment
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç de funcionar de manera nominal sota les condicions tèrmiques presents en una òrbita heliosíncrona <i>Dawn-Dusk</i> en LEO, tenint en compte el calor intern, el perfil de radiació solar al llarg de l'any, l'orientació nominal del satèl·lit respecte al Sol, l'Albedo i la radiació infraroja (IR) de la Terra i la Lluna, així com les propietats òptiques de les superfícies externes del satèl·lit.
Prioritat	High
Verificació	Analysis, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-AT-040
Justificació	

ID	R-PFM-ENV-H-AT-050
Títol	Platform Survival Thermal environment
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de ser capaç de sobreviure sota les condicions tèrmiques presents en una òrbita heliosíncrona <i>Dawn-Dusk</i> en LEO quan hi ha eclipses curts de la Terra, en cas que el satèl·lit entri en mode de supervivència o <i>safe</i> (amb la càrrega útil d'astronomia apagada i els mínims subsistemes de la Plataforma en funcionament), mentre es prevé que els subsistemes interns de la càrrega útil d'astronomia no surtin del seu rang tèrmic de supervivència.
Prioritat	High
Verificació	Analysis, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-AT-050
Justificació	El satèl·lit ha de sobreviure a condicions extremes, especialment quan no hi ha generació interna de calor i fa fred a l'exterior a causa dels eclipses que experimenta l'òrbita <i>Dawn-Dusk</i> durant algunes parts de l'any. El mode de supervivència o <i>safe</i> assumeix que només els subsistemes essencials estan activats (OBC, EPS i ràdio TT&C), i per tant, és l'estat més fred que el satèl·lit ha de suportar.

ID	R-PFM-ENV-H-AT-060
Títol	Launch environment
Descripció	La plataforma de PhotSat, les seves estructures i subsistemes hauran de resistir l'entorn vibratori, acústic i d'impacte del llançament.
Prioritat	High
Verificació	Analysis, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-AT-060
Justificació	

ID	R-PFM-ENV-H-A-070
Títol	Radiation environment
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de sobreviure i operar en l'entorn de radiació present en una òrbita LEO polar, incloent l'Àrea d'Anomalies de l'Atlàntic Sud (SAA), durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Analysis
Pares	R-TOP-ENV-H-A-070
Justificació	

ID	R-PFM-ENV-L-A-080
Títol	Atomic O environment
Descripció	Els elements de la plataforma exposats a l'exterior del satèl·lit hauran d'incorporar en el seu disseny tècniques de mitigació per reduir l'impacte de l'erosió de l'oxigen atòmic en òrbita LEO i assegurar el seu funcionament òptim durant la durada de la missió.
Prioritat	Low
Verificació	Analysis
Pares	R-TOP-ENV-L-A-080
Justificació	L'oxigen atòmic caurà des de totes les direccions (ja que el satèl·lit gira per escanejar tots els cercles màxims) i afectarà les superfícies exteriors del satèl·lit, excepte les cares del sol i de l'antisol, que estan gairebé ortogonals a la trajectòria. Sembla que el vidre no es veu tan afectat ( <a href="https://www.nasa.gov/topics/technology/features/atomic_oxygen.html">https://www.nasa.gov/topics/technology/features/atomic_oxygen.html</a> ), de manera que el mirall principal hauria d'estar bé, però els revestiments en algunes parts podrien no estar-ho.

ID	R-PFM-ENV-H-IAT-090
Títol	Straylight environment
Descripció	Els elements de la plataforma que estiguin en contacte amb, o propers a, la trajectòria òptica del sistema òptic de la càrrega útil hauran de ser tractats amb un revestiment de gran absorbència per reduir la llum dispersada que romandrà durant tota la missió.
Prioritat	High
Verificació	Inspection, Analysis, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-AT-090
Justificació	La Terra i la Lluna estaran al voltant del satèl·lit emetent llum d'albedo.

ID	R-PFM-ENV-H-RA-100
Títol	Outgassing environment
Descripció	Els elements de la plataforma que estiguin en contacte amb, o propers a, la trajectòria òptica hauran de tenir una pèrdua de massa total (TML) < 1% amb un coeficient de variació dels components volàtils (CVCM) de < 0,1% i una taxa de volatilitat de l'aigua (WVR) < 1%.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Analysis
Pares	R-TOP-ENV-H-RA-100
Justificació	Per evitar contaminar les lents i el mirall principal.

ID	R-PFM-ENV-H-RT-110
Títol	Vacuum environment
Descripció	Tots els elements de la càrrega útil d'astronomia hauran de ser capaços de resistir una pressió de $10^{-8}$ mbar al llarg de tota la missió i proporcionar forats de purga per evacuar l'aire atrapat dins de geometries i conjunts complicats.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-RA-110
Justificació	

ID	R-PFM-ENV-H-RT-120
Títol	Charging environment
Descripció	Tots els elements de la Plataforma hauran d'estar connectats elèctricament a l'estructura del satèl·lit i compartir una connexió de "xassís" amb l'EPS.
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-RT-120
Justificació	

ID	R-PFM-ENV-H-RT-130
Títol	EMI environment
Descripció	Tots els elements i subsistemes de la plataforma no hauran d'emetre interferències electromagnètiques (EMI) segons l'ECSS, especialment en les bandes reservades per a les comunicacions amb el segment terrestre (per exemple, banda S, banda X, etc.).
Prioritat	High
Verificació	Review of the design, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-RT-130
Justificació	

#### 11.1.4.4. Requisits de les interfícies

Els següents requisits i objectius especifiquen com un subsistema ha d'interactuar amb altres sistemes, tant elèctricament, físicament i funcionalment.

ID	R-PFM-IF-H-RAT-010
Títol	Platform to Ground Communication Interfaces
Descripció	L'OBC de la Plataforma haurà de poder comunicar-se amb el segment terrestre utilitzant: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ràdio de baixa amplada de banda (ràdio de banda S) per a TT&amp;C (seguiment, telemetria i control).</li> <li>- Ràdio d'alta amplada de banda (ràdio de banda X) per a la descàrrega de dades científiques.</li> </ul>
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-IF-H-AR-010
Justificació	

ID	R-PFM-IF-H-RIT-020
Títol	Platform to Payload Communication Interfaces
Descripció	L'OBC de la plataforma haurà de poder establir comunicació amb la ICU de la càrrega útil d'astronomia utilitzant busos de comunicació digital estàndard: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 connexions Ethernet (nominal i redundat)</li> <li>- 2 connexions CAN (1 dedicada a la càrrega útil d'astronomia, 1 al CAN de la plataforma)</li> <li>- 2 connexions UART (nominal i redundat)</li> </ul>
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection, Test
Pares	R-TOP-IF-H-RT-020
Justificació	

ID	R-PFM-IF-H-RIT-030
Títol	Platform to Payload Electrical Power interfaces
Descripció	L'EPS de la plataforma haurà de poder subministrar energia a la ICU de la càrrega útil d'astronomia a través d'un <i>harness</i> dedicat amb les línies de potència especificades a la secció 11.4.3. Cada línia de potència estarà connectada a la ICU amb un parell torsionats de <i>harness</i> amb un mínim de 2 fils (un per a la línia de potència i un per al retorn a la terra de l'EPS), així com un blindatge del <i>harness</i> que estarà connectat al xassís.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection, Test
Pares	R-TOP-IF-H-RIT-030
Justificació	

ID	R-PFM-IF-H-RIT-040
Títol	Platform to Payload Harnesses and connectors
Descripció	Tots els <i>harness</i> entre la Càrrega Útil i la plataforma hauran d'incloure protecció contra interferències electromagnètiques (EMI) i proporcionar una connexió elèctrica als connectors dels dos extrems. Les característiques dels connectors i dels cables de cada <i>harness</i> s'hauran d'adaptar per a cada aplicació durant les discussions de l'ICD amb els equips de desenvolupament de la càrrega útil i de la plataforma.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection, Test
Pares	R-TOP-ENV-H-RT-130, R-TOP-IF-H-RIT-040
Justificació	

ID	R-PFM-IF-H-RI-050
Títol	Platform Mechanical Structures and Interfaces
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de proporcionar una estructura mecànica de 12U que segueixi l'estàndar CubeSat i estigui composta per rails laterals amb forats equidistants en els quals anclar la càrrega útil d'astronomia i els subsistemes de la plataforma mitjançant cargols M2.5 (similar a una estructura de rack de servidor).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-ENV-H-R-010, R-TOP-IF-H-RI-050
Justificació	



ID	R-PFM-IF-H-RAT-060
Títol	Platform Thermal Interfaces
Descripció	La plataforma de PhotSat ha de proporcionar interfícies tèrmiques adaptades als Subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i de la plataforma (ja sigui a través de l'estructura mecànica o dels Sistemes de Control Tèrmic) per tal d'aprofitar el mecanisme de conducció tèrmica per extreure el calor i moure'l cap a les superfícies externes i/o els radiadors situats a la cara anti-sol del satèl·lit. Això permetrà irradiar l'excés de calor i assegurar que els punts de referència tèrmica (TRP) dels subsistemes es mantinguin en condicions tèrmiques nominatives durant les operacions i en condicions tèrmiques de supervivència quan es trobin en mode de supervivència o <i>safe</i> (amb els mínims subsistemes en funcionament).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Analysis, Test
Pares	R-TOP-IF-H-RAT-060
Justificació	

ID	R-PFM-IF-L-RI-070
Títol	External Satellite Payload Radiators
Descripció	La Plataforma de PhotSat ha de proporcionar dues superfícies externes separades, a la cara anti-sol del satèl·lit, d'almenys 100x100 mm (2x10x10 cm), a on es poden fixar dos radiadors i connectar-los als <i>thermal straps</i> de la càrrega útil.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-IF-H-RAT-060
Justificació	

ID	R-PFM-IF-L-RI-085
Títol	External Satellite Payload Antennas
Descripció	La plataforma de PhotSat hauria de proporcionar una superfície externa d'almenys 100x100 mm, on es pugui fixar una <i>patch antenna</i> i connectar-la al sistema de comunicació d'alertes de la càrrega útil d'astronomia.
Prioritat	Low
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-FUN-M-R-025, R-TOP-PER-M-RA-105, R-TOP-IF-M-RAT-015
Justificació	

ID	R-PFM-IF-L-RI-090
Títol	External Satellite Labels and Logos surface
Descripció	La plataforma de PhotSat ha de proporcionar una superfície externa d'almenys 50x100 mm, visible fins i tot quan els panells solars estan recollits, on es podria afegir una etiqueta i un logotip sense interferir en les operacions nominals de PhotSat.
Prioritat	Low
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-IF-L-RI-070
Justificació	

ID	R-PFM-IF-L-RI-095
Títol	External Satellite Labels and Logos surface goal
Descripció	La Plataforma de PhotSat hauria de proporcionar una superfície externa d'almenys 100x100 mm (o dues de 50x100mm en llocs diferents), visible fins i tot quan els panells solars estan recollits, on es podria afegir una etiqueta i un logotip sense interferir en les operacions nominals de PhotSat.
Prioritat	Low
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-IF-L-RI-075
Justificació	

ID	R-PFM-IF-H-RI-100
Títol	Release Mechanism Mechanical Interface
Descripció	La plataforma de PhotSat haurà de proporcionar una interfície mecànica interna capaç de mantenir el mecanisme de desbloqueig dels miralls principals de la càrrega útil d'astronomia a la seva estructura.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-IF-H-RI-050
Justificació	Ja que el centre de la càrrega útil d'astronomia estarà ocupat per la ICU i un conjunt de <i>reaction wheels</i> , el mecanisme de desbloqueig del mirall principal ha d'estar situat en el volum assignat a la plataforma.

ID	R-PFM-IF-H-RI-110
Títol	Flat Field Calibration Image Interface
Descripció	La plataforma de PhotSat ha de proporcionar 2 superfícies externes darrere dels panells solars superior i inferior d'almenys 100x100 mm, on es pugui col·locar una imatge de calibració sense interferir amb les operacions nominals de PhotSat.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-PER-H-RA-070, R-TOP-PER-H-RA-075
Justificació	

#### 11.1.4.5. Requisits d'assegurament de la qualitat (QA) i fiabilitat

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions d'Assegurament de la Qualitat i Fiabilitat que s'han de tenir en compte tant en el disseny com en el funcionament de la càrrega útil d'astronomia.

ID	R-PFM-QA-H-R-010
Títol	ECSS Standards
Descripció	El desenvolupament de la Plataforma s'ha de realitzar amb els estàndards de l'ECSS aplicables als CubeSats, sempre que no hi hagi restriccions pressupostàries o de temps (en aquest cas, s'haurà d'emetre un informe de justificació).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-010
Justificació	Per defecte, s'aplicaran els estàndards de l'ECSS, però en alguns casos poden utilitzar-se altres estàndards (automoció, medicina, etc.). Ref: <a href="https://copernicus-masters.com/wp-content/uploads/2017/03/IOD_CubeSat_ECSS_Eng_Tailoring_Iss1_Rev3.pdf">https://copernicus-masters.com/wp-content/uploads/2017/03/IOD_CubeSat_ECSS_Eng_Tailoring_Iss1_Rev3.pdf</a>

ID	R-PFM-QA-M-RA-020
Títol	Radiation Tolerant Components
Descripció	Els components electrònics de la plataforma estaran formats per components tolerants a la radiació i/o components comercials amb tècniques de mitigació de la radiació, amb una fiabilitat global suficient per sobreviure a tota la durada de la missió de PhotSat.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-QA-H-AR-020
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-R-30
Títol	Platform TRL
Descripció	El TRL dels components i subsistemes de la plataforma ha de ser de 7 o superior.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-30
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-R-35
Títol	Platform TRL Goal
Descripció	El TRL dels components i subsistemes de la Plataforma hauria de ser de 9 i haver estat utilitzats en anteriors missions.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-35
Justificació	

ID	R-PFM-QA-M-RA-045
Títol	Platform Single Point Failures Goal
Descripció	S'han d'evitar els punts únics de fallada (SPF - <i>Single Point Failures</i> ) sempre que sigui possible.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design, Analysis
Pares	R-TOP-QA-M-RA-045
Justificació	

ID	R-PFM-QA-M-R-050
Títol	Margin Philosophy
Descripció	El desenvolupament de la plataforma ha de tenir en compte un marge del 20% per als pressupostos d'enginyeria (volum, massa, potència, apuntament, temps, etc.) durant les fases inicials i fins al CDR. Des del CDR fins al FDR, un marge del 10%.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-R-050
Justificació	

ID	R-PFM-QA-M-R-065
Títol	Testing Philosophy Goal
Descripció	Els plans de desenvolupament de PhotSat han de prioritzar els tests a nivell de subsistema (per exemple, PCBs acabades, mecanismes, circuits de control tèrmic, etc.) sobre els tests a nivell de component (per exemple, circuits integrats independents, resistències, motors, etc.), per augmentar la velocitat de desenvolupament però mantenint els mètodes i procediments d'Assegurament de la Qualitat.
Prioritat	Medium
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-M-R-065
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-RT-070
Títol	Platform FDIR Capabilities
Descripció	El programari de la plataforma ha d'incloure funcionalitats de Detecció, Identificació i Recuperació de Fallades (FDIR) que permetin al satèl·lit passar a un mode <i>safe</i> o de supervivència (amb un consum mínim d'energia) sempre que es produeixi una situació defectuosa, i al mateix moment poder capturar i transmetre les dades del problema al Segment Terrestre.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-QA-H-RT-070
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-RT-075
Títol	Platform FDIR Capabilities Goal
Descripció	El programari de la plataforma ha d'incloure funcionalitats de Detecció, Identificació i Recuperació de Fallades (FDIR) que permetin al satèl·lit passar a un mode <i>safe</i> de supervivència (amb un consum mínim d'energia) sempre que es produeixi una situació defectuosa, i al mateix temps poder capturar i transmetre les dades del problema al Segment Terrestre utilitzant la ràdio de Baixa Latència de la càrrega útil d'astronomia.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-QA-H-RT-075
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-RI-080
Títol	Platform Operational Manual
Descripció	El proveïdor de la plataforma ha de proporcionar un manual operatiu de la plataforma PhotSat amb procediments nominals i de contingència amb suficient detall per permetre la transferència d'operacions a un tercer.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-QA-H-RI-080
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-RI-090
Títol	Platform Manufacturing and Verification Plan
Descripció	El proveïdor de la plataforma ha de proporcionar i documentar la planificació de les etapes de fabricació, muntatge i integració en el pla de fabricació o diagrama de flux per al satèl·lit PhotSat, incloent-hi la seqüència d'operacions, inspeccions, proves i verificacions, amb referència als procediments mitjançant els quals es realitzen les diverses activitats i els nivells de neteja requerits i els requisits de temperatura i humitat de les instal·lacions.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-QA-H-RI-090
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-RI-100
Títol	Platform Commissioning Plan
Descripció	El proveïdor de la plataforma haurà de proporcionar i documentar la planificació de la fase de posada en marxa, incloent-hi la seqüència d'operacions, proves i verificacions, amb referència als procediments pels quals es duen a terme les diverses activitats.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-QA-H-RI-090
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-R-110
Títol	Platform Plans Reviewing Methods
Descripció	Els plans de fabricació, verificació i posada en marxa s'hauran de revisar i discutir amb els enginyers de la càrrega útil d'astronomia durant la fase de desenvolupament per simplificar i accelerar les proves i verificacions de la càrrega útil d'astronomia.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-RI-100
Justificació	

ID	R-PFM-QA-H-R-120
Títol	Platform Development Reviewing Methods
Descripció	S'establiran reunions periòdiques per informar sobre l'estat de desenvolupament de la plataforma i els seus subsistemes entre el proveïdor de la plataforma i un comitè de revisió formal d'experts de l'IEEC.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-QA-H-RI-100
Justificació	



ID	R-PFM-QA-H-RI-130
Títol	Non Conformance Procedure
Descripció	El proveïdor de la plataforma hauria d'implementar un procediment de control de no-conformitats.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-QA-H-RI-100
Justificació	

#### 11.1.4.6. Requisits de logística

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions logístiques que cal tenir en compte en fabricar, muntar, provar i operar la plataforma.

ID	R-PFM-LG-H-RI-010
Títol	PhotSat Development Shippings
Descripció	El proveïdor de la plataforma serà responsable, en costos i riscos, del transport complet del satèl·lit PhotSat i els seus diferents subsistemes (incloent-hi els de la càrrega útil d'astronomia) durant la fase de desenvolupament.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-LG-H-RI-010
Justificació	

ID	R-PFM-LG-H-RI-020
Títol	PhotSat Satellite Package
Descripció	El satèl·lit PhotSat ha de ser empaquetat adequadament pel proveïdor de la Plataforma després de la campanya d'Integració, Verificació i Assaig (AIV/AIT) al final de la fase de desenvolupament amb un contenidor que garanteixi un transport segur i un entorn d'emmagatzematge net per al satèl·lit.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-LG-H-RI-010
Justificació	

ID	R-PFM-LG-H-RI-030
Títol	PhotSat Satellite Storage
Descripció	El proveïdor de la plataforma de PhotSat haurà de guardar el satèl·lit complet de PhotSat fins a la seva entrega al llançador, així com documentar els requisits de les instal·lacions on emmagatzemar-lo i els procediments per mantenir la seva funcionalitat i rendiment (per exemple, càrrega de bateria, neteja periòdica, etc.).
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-LG-H-RI-010
Justificació	

ID	R-PFM-LG-H-R-040
Títol	Frequency Fillings
Descripció	El proveïdor de la plataforma serà responsable del <i>frequency fillings</i> de la banda S i banda X per a la fase de posada en servei de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-LG-H-R-020
Justificació	

ID	R-PFM-LG-H-R-045
Títol	Frequency Fillings Goal
Descripció	El proveïdor de la Plataforma hauria de ser responsable del <i>frequency fillings</i> de la banda S, banda X i les radiós de baixa latència de la càrrega útil d'astronomia durant la durada de la missió.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-LG-H-R-020
Justificació	

ID	R-PFM-LG-H-R-050
Títol	Platform SW & FW maintenance
Descripció	El proveïdor de la Plataforma serà responsable de l'entrega d'actualitzacions de programari (SW) i firmware (FW) de la plataforma durant la vida útil de PhotSat, per a manteniment i recuperació o mitigació de condicions defectuoses, garantint així que PhotSat compleixi la seva vida operativa.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-LG-H-R-030
Justificació	

#### 11.1.4.7. Requisits de desenvolupament i verificació

Els següents requisits i objectius especifiquen les consideracions que cal tenir en compte en desenvolupar i verificar la plataforma i la càrrega útil d'astronomia de PhotSat.

ID	R-PFM-DEV-H-RI-010
Títol	Satellite AIV/AIT Activities
Descripció	El proveïdor de la plataforma serà responsable de realitzar la verificació completa del satèl·lit pel que fa a funcionalitat, rendiment i proves ambientals, amb el suport i la implicació directa de l'equip d'enginyeria de l'IEEC per a les activitats relacionades amb la càrrega útil PhotSat.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-DEV-H-RI-010
Justificació	

ID	R-PFM-DEV-H-RI-020
Títol	Platform Mechanical EM
Descripció	El proveïdor de la plataforma proporcionarà un Model d'Enginyeria (EM) de l'estructura mecànica de la Plataforma, representatiu del Model de Vol, no més tard del quart trimestre de 2024, per facilitar la integració mecànica entre la plataforma i la càrrega útil d'astronomia i per ser utilitzat en les proves de TVAC, vibracions i radiació de la càrrega útil d'astronomia.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Inspection
Pares	R-TOP-DEV-H-RI-020
Justificació	

ID	R-PFM-DEV-H-RT-030
Títol	Platform EPS EM
Descripció	El proveïdor de la plataforma proporcionarà un Model d'Enginyeria de l'EPS de la plataforma, amb els <i>harnesses</i> necessaris, representatiu del Model de Vol, no més tard del quart trimestre de 2024, per donar suport al desenvolupament de les interfícies d'alimentació dels subsistemes de la càrrega útil d'astronomia i facilitar la integració elèctrica entre la plataforma i la càrrega útil d'astronomia durant les activitats d'AIV/AIT.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design, Test
Pares	R-TOP-DEV-H-RI-020
Justificació	

ID	R-PFM-DEV-H-R-040
Títol	Platform OBC EM
Descripció	El proveïdor de la plataforma proporcionarà un Model d'Enginyeria de l'OBC de la plataforma, amb els arnesos i el programari necessaris, representatiu del Model de Vol, no més tard del quart trimestre de 2024, per donar suport al desenvolupament del flux de dades científiques i de HK i de les interfícies de comunicació de l'ICU de la càrrega útil d'astronomia, i facilitar la integració elèctrica i de programari entre la plataforma i la càrrega útil d'astronomia durant les activitats d'AIV/AIT.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-DEV-H-RI-020
Justificació	

ID	R-PFM-DEV-H-R-050
Títol	Platform Simulator
Descripció	El proveïdor de la plataforma ha de proporcionar un simulador de plataforma que emuli el comportament funcional de la Plataforma PhotSat a nivell de subsistemes, representatiu del Model de Vol i actualitzat segons les actualitzacions de SW/FW de PhotSat durant la seva vida operativa, no més tard del quart trimestre del 2024 i mantingut durant la vida operativa de PhotSat, per donar suport al desenvolupament de la canalització de dades científiques i <i>House Keeping</i> i les interfícies de comunicació de la Unitat de Control de Càrrega útil (ICU) i simplificar la depuració de possibles problemes durant les operacions de PhotSat.
Prioritat	High
Verificació	Review of the Design
Pares	R-TOP-DEV-H-RI-030
Justificació	

### 11.1.5. Requisits per a la selecció del Llançador

En fase de licitació el licitador haurà d'exposar en la memòria tècnica de la proposta les opcions previstes per al vehicle de llançament i/o servei de separació o transferència d'òrbita tenint en compte els requeriments de la missió, i s'estableix com a condició per a l'assoliment de la fita FRR l'aportació per part de l'adjudicatari del contracte o compromís amb l'empresa llançadora del satèl·lit.

Les condicions mínimes a complir pel vehicle de llançament proposat són les següents: caldrà que el vehicle de llançament que s'utilitzi per la posada en òrbita disposi d'un historial sòlid d'èxits en posar en òrbita satèl·lits de característiques similars en els últims 3 anys. Es considera historial sòlid d'èxits la posada en òrbita de satèl·lits en un 90 % dels llançaments efectuats en els darrers 3 anys.

Per tal d'acreditar aquest requisit caldrà que l'adjudicatari acompanyi el contracte o compromís aportat amb l'empresa llançadora una relació de l'historial sòlid d'aquesta dels darrers tres anys, amb indicació de la missió i el seu resultat.

En el cas que s'opti per contractar un servei de separació (*deployer*) o de transferència d'òrbita després de llançament, el proveïdor escollit haurà de disposar d'un historial sòlid d'èxits per a satèl·lits de característiques similars en els últims 2 anys. Es considera historial sòlid d'èxits la posada en òrbita de satèl·lits en un 90% dels llançaments efectuats en els darrers 2 anys.

En cas d'optar per servei *deployer*, per tal d'acreditar aquest requisit caldrà que l'adjudicatari en el marc de la fita FRR acompanyi el contracte o compromís aportat amb l'empresa llançadora una relació de l'historial sòlid d'aquesta dels darrers 2 anys, amb indicació de la missió i el seu resultat.

### 11.1.6. Requisits per a la definició del Segment Terra

En fase de licitació el licitador haurà d'exposar en la memòria tècnica de la proposta les opcions previstes per a la implementació del Segment de Terra tenint en compte els requeriments de la missió, i s'estableix com a condició per a l'assoliment de la fita FRR l'aportació del/s contracte/s amb el/s proveïdor/s d'antenes de comunicacions o de serveis de dades satel·litals, així com les interfícies, protocols i procediments amb les respectives entitats per tal de garantir el control del satèl·lit per part del MCC i el IOSDC (veure **Figura 5**).

Durant la fase de disseny es definiran les interfícies i protocols entre el MCC de l'adjudicatari i el IOSDC de l'IEEC amb ajuda dels enginyers i científics de l'IEEC.

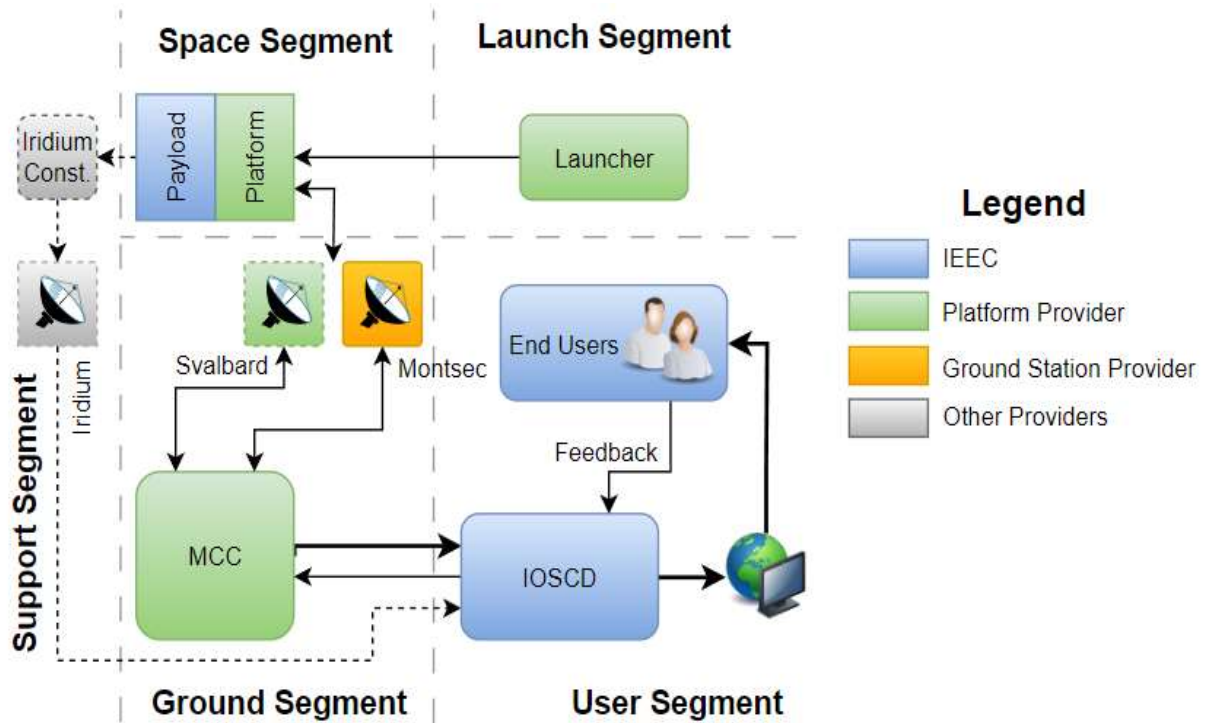


Figura 5 Diagrama dels principals actors durant la posada en marxa en òrbita i durant les operacions nominals del satèl·lit

- **Mission Control Centre (MCC) (adjudicatari):** És el centre responsable realitzar les operacions de la missió, monitorar i controlar la plataforma satèl·lit PhotSat, així com la càrrega útil d'observació astronòmica durant totes les fases de la missió. Així doncs, en el MCC també es duen a terme activitats de test i validació, i s'entrena als equips involucrats en la realització de les operacions de la missió PhotSat. Les responsabilitats del MCC són les següents:
  - Preparació d'operacions de vol de la missió i procediments.
  - Monitoratge i control de la plataforma satèl·lit i la càrrega útil d'observació astronòmica.
  - Manteniment de la salut (*health-check*) i seguretat tant de la plataforma satèl·lit com de la càrrega útil d'observació astronòmica.
  - Identificar, corregir, fer seguiment i documentar anomalies en *Non-Conformance Reports* (NCRs).
  - Planificació d'operacions, generació i pujada de telecomandes (TC) a la plataforma satèl·lit i als instruments (les commandes de *Science Operations* són proveïdes pel *Instrument Operations and Science Data Centre*, IOSDC) i automatització de tasques.
  - Manteniment del satèl·lit i suport d'enginyeria (e.g. manteniment del *software* a bord).
  - Suport en la dinàmica de vol (*Flight Dynamics*), incloent determinació i control de l'òrbita i actitud del satèl·lit.

- Planificació, *schedule* i execució dels contactes o passades amb les Estacions de Terra (*Ground Stations*).
  - Rebuda a terra i gestió de les dades de Telemetria (TM) i les dades de la càrrega útil d'observació astronòmica (*Science data*).
  - Distribució de totes aquelles dades rellevants de la missió cap al *Instrument Operations and Science Data Centre* (IOSDC). El temps d'entrega de les dades RAW i els fitxers auxiliars corresponents (metadades) de les dades de telemetria i de dades científiques produïdes en un dia entre el MCC i la recepció de les dades a l'IOSDC de l'IEEC ha de ser el més immediat possible.
  - Control i monitoratge del tràfic espacial (*Space Traffic Monitoring*) i de la brossa espacial (*space debris*) a través del proveïdor SSA (*Space Situational Awareness*).
  - Control i monitoratge de la meteorologia espacial (*Space Weather*), d'esdeveniments com tempestes geomagnètiques o de radiació solar, per a predir i mitigar disruptcions potencials en les operacions de vol i de la càrrega útil astronòmica.
- **Ground Stations Network:** Conjunt d'antenes terrestres de telecomunicacions que s'utilitzen per a que des del MCC es puguin realitzar comunicacions amb el satèl·lit. A continuació es defineixen les estacions terrestres de la missió PhotSat així com les interfícies necessàries per a poder connectar el MCC amb cada estació terrestre:
    - Estació de Montsec: Estació terrestre primària de comunicacions via banda S (transmissor/recepció) i banda X (recepció) situada a l'Observatori de Montsec (ubicació: Longitud: 00° 43' 46" E; Latitud: 42° 03' 05" N; Altitud: 1570 m a.s.l.), una infraestructura científica i tecnològica ubicada a Sant Esteve de la Sarga (Lleida) gestionada per l'IEEC. Aquesta estació primària es farà servir pel següent:
      - Operacions TT&C (*Telemetry, Tracking & Control*) d'enviament de Telecomandes (TC) i descàrrega de Telemetria (TM) per al manteniment dels subsistemes i dels *logs*.
      - Operacions de baixada de dades de la càrrega útil (*Payload data downlink*).
    - Estacions terrestres addicionals (opcional): Estacions terrestres de comunicacions via banda S (transmissor/recepció) i banda X (recepció) per tenir redundància en el sistema de terra en cas de fallada o *downtime* (temps de no-disponibilitat) de l'Estació de Montsec per tal de complir amb els requisits definits anteriorment. Les estacions addicionals es faran servir per a:
      - Operacions TT&C (*Telemetry, Tracking & Control*) d'enviament de Telecomandes (TC) i descàrrega de Telemetria (TM) per al manteniment dels subsistemes i dels *logs*.
      - Operacions de baixada de dades de la càrrega útil (*Payload data downlink*).
    - API (*Application Programming Interface*) necessàries: Interfícies SW necessàries per tal que el MCC pugui connectar-se a l'estació terrestre primària i a les estacions de terra addicionals. Pot haver-hi diverses APIs en funció de si és el mateix *Ground Station Provider* o si són diversos proveïdors.



Cal tenir en compte el funcionament de l'IOSDC del IEEC per tal de definir millor el MCC:

- **Instrument Operations and Science Data Centre (IOSDC)(IEEC):** És el centre responsable del control de la càrrega útil de PhotSat (a través del MCC) i de la validació del correcte funcionament dels instruments, així com del processat de les dades científiques i la seva gestió. Les responsabilitats del IOSDC són les següents:
  - IOSDC-A:
    - Generació i provisió de les telecommandes de *Science Operations* al MCC per controlar els modes d'operació de la càrrega útil d'observació astronòmica:
      - Repetir el *scan* passat (en cas d'error en la TM).
      - Carregar nou SW a la ICU (per tal de corregir possibles *bugs* o millorar les prestacions).
      - Executar el procediment de calibració en òrbita.
      - Executar *scans* o procediments addicionals per fer "*follow up*" d'events astronòmics interessants per la comunitat científica
      - Executar el següent *scan* (si totes les dades rebudes anteriorment són OK).
    - Recepció de les dades de ciència, *housekeeping* (HK), metadates i dades auxiliars (dades GNSS, ADCS TM, Alertes) del satèl·lit rebudes via MCC.
    - Implementació d'eines d'anàlisi de dades de telemetria de la càrrega útil i monitoratge de la salut (*health-check*) dels instruments.
    - Anàlisi i distribució dels productes de dades de *Housekeeping* des del MCC cap al IOSDC-B i la resta d'usuaris.
    - Suport operacional en les operacions del satèl·lit on intervingui la càrrega útil d'observació astronòmica.
    - Execució del pla de posada en marxa (*commissioning*) de la càrrega útil astronòmica.
    - Planificació de la missió científica i del *scheduling* de les observacions astronòmiques durant la fase d'operacions nominals.

- IOSDC-B:
  - Implementació de l'eina de generació del *schedule* de *Science Operations* per controlar els modes d'operació de la càrrega útil d'observació astronòmica.
  - Definició dels modes d'operació i modes d'observació de la càrrega útil d'observació astronòmica.
  - Definició del Pla i els Procediments de calibració dels instruments de la càrrega útil.
  - Execució, conjuntament amb el MCC, dels procediments de calibració dels instruments de la càrrega útil.
  - Implementació del software de processat de dades fins a productes Ln (TBD) i execució de la cadena de processat automàtica de les dades i metadades de la càrrega útil d'observació astronòmica.
  - Producció, control de qualitat, manteniment i entrega dels diferents productes de dades (HK, calibració, científics, etc) als usuaris finals.
  - Planificació de la missió científica i de l'*scheduling* de les observacions astronòmiques durant la fase d'operacions nominals, segons els objectius científics i el feedback de la comunitat científica.
  - Recepció, emmagatzematge i gestió de les dades i metadades entregades pel MCC.
  - Recepció i processat de les Alertes rebudes via el servei Iridium per a que es puguin tenir en compte a l'hora de planificar les diferents operacions científiques (*Science Operations*) a realitzar per la càrrega útil d'observació astronòmica.
  - Les planificacions fetes pels usuaris, així com comandes especials (calibracions, respostes a alertes Iridium, etc) s'envien cap al MCC a través del IOSDC-A.

#### **11.1.6.1. Requisits per a la integració de la futura estació de telecomunicacions en banda S i banda X del Montsec**

L'IEEC gestiona l'Observatori del Montsec (OdM) una infraestructura científica ubicada a Sant Esteve de la Sarga (Lleida), en la que s'hi desenvolupen activitats relacionades en l'àmbit espacial: observatori d'astronomia, estació de mesura ambiental i meteorològica, base per a diferents serveis de telecomunicacions, entre d'altres.

En l'actualitat s'han iniciat els tràmits administratius corresponents per tal que dins d'aquestes activitats s'hi pugui desenvolupar l'activitat d'estació de comunicació i calibratge amb satèl·lits. Aquest nou servei a l'OdM inclourà en una primera fase, la construcció d'una antena de telecomunicacions amb satèl·lits en bandes S i X.

L'adjudicatari un cop l'Estació del Montsec es posi en funcionament, haurà d'integrar-la dins del segment terrestre que utilitzi per a les operacions del satèl·lit PhotSat mitjançant la subscripció del corresponent acord amb el gestor de l'estació.

Els costos derivats de l'ús no seran objecte del present contracte ni per tant no formen part del pressupost de licitació i seran sufragats per l'adjudicatari, el qual serà responsable d'acordar-los directament amb el titular de l'Estació del Montsec.

L'adjudicatari haurà d'incloure la utilització de l'Estació del Montsec dins del document de concepte d'operacions de la missió, amb l'objectiu de maximitzar l'ús d'aquesta estació.

Barcelona, juny 2024.

Ignasi Esteva Gras

PhotSat Project Manager, IEEC