



CONVENI DE COL·LABORACIÓ ENTRE L'INSTITUT D'ESTUDIS ESPACIALS DE CATALUNYA I LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (UPC) ESCOLA SUPERIOR D'ENGINYERIES INDUSTRIAL, AEROESPACIAL I AUDIOVISUAL DE TERRASSA (ESEIAAT) PER A L'ORGANITZACIÓ I DESENVOLUPAMENT DEL CONCURS "CanSat" A CATALUNYA

PARTS

D'una part, el Prof. Daniel Crespo Artiaga, rector de la **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA** (en endavant **UPC**), nomenat per Decret 115/2021, d'1 de juny (publicat al DOGC núm. 8424, de 3.6.2021); amb seu social al carrer Jordi Girona, 31, 08034 Barcelona, amb NIF Q-0818003F, i que exerceix la competència per subscriure aquest conveni, en virtut de l'Acord del Consell de Govern CG/2023/07/05, de 5 de juliol de 2023 (publicat al DOGC núm. 8960 de 18.7.2023), que va delegar a favor del rector la funció d'aprovar els convenis de col·laboració i cooperació acadèmica i d'investigació, que l'article 46.2.h de la Llei orgànica 2/2023, de 22 de març, del sistema universitari l'atribueix al Consell de Govern.

I, d'altra part, el Sr. Ignasi Ribas Canudas amb DNI 39348751Y i la Sra. Pilar Montes Marbà amb DNI 46122149L, actuant en nom i representació de la **FUNDACIÓ INSTITUT D'ESTUDIS ESPACIALS DE CATALUNYA** (en endavant **IEEC**) amb número d'identificació fiscal G61051710, i amb domicili en C/ Gran Capità, 2-4, pl. 2, desp. 201, 08034 Barcelona, en la seva condició de director i directora de l'Àrea de Gestió/ gerent en la seva qualitat de representants legals de l'IEEC.

Les parts es reconeixen mútuament en la qualitat en que intervenen la capacitat legal suficient per a formalitzar aquest conveni de col·laboració.

MANIFESTEN

1. Que la UPC és una institució de dret públic, amb personalitat jurídica i patrimoni propis, que porta a terme el servei públic de l'educació superior mitjançant la investigació, la docència i l'estudi, prioritàriament en els àmbits de l'enginyeria, l'arquitectura i la ciència, des del rigor intel·lectual, l'esperit crític, la interdisciplinarietat, la innovació i l'emprenedoria. La UPC forma persones amb els coneixements, competències professionals, capacitats, habilitats i valors perquè, al llarg de la seva vida, facin front als reptes presents i futurs de la nostra societat buscant la consecució d'una societat més justa.
2. Que la Fundació Institut d'Estudis Espacials de Catalunya el es va constituir l'any 1996 (número 976 al Registre de Fundacions de la Generalitat de Catalunya) i està integrada, des de la seva constitució, per: la Generalitat de Catalunya, la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC). La seva finalitat col·laborar i participar en el desenvolupament, la promoció i la difusió de tot tipus d'activitats, estudis i projectes relacionats amb la tecnologia espacial i la recerca científica des de l'espai, en benefici de totes les persones, entitats i institucions que demostrin interès per conèixer-les.

L'IEEC estudia totes les àrees de coneixement i tecnologies aplicades al sector i les ciències espacials, incloses l'astrofísica, la cosmologia, la ciència planetària, l'observació de la



Terra i l'enginyeria espacial. La seva missió és impulsar les fronteres de la investigació espacial des dels àmbits científic i tecnològic pel màxim benefici de la societat.

L'IEEC és actualment una entitat amb participació majoritària de la Generalitat de Catalunya i és una fundació del sector públic, d'acord amb l'article 174.1. b) de la Llei 5/2017 i ha estat adscrita a la Generalitat, tal com recull l'acord de Govern GOV/98/2020, de 28 de juliol, pel qual es disposa l'adscripció de fundacions del sector públic a l'Administració de la Generalitat de Catalunya.

3. Que L'Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT) és un centre públic d'educació superior i de recerca de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

L'ESEIAAT és una escola moderna, connectada al món, amb vocació innovadora, de servei i amb la voluntat de mantenir-se com a referent nacional i consolidar-se com a referent internacional en l'àmbit de la formació universitària. El seu principal objectiu és la formació d'homes i dones amb capacitat de lideratge i innovació dins dels àmbits multidisciplinaris de l'enginyeria.

L'ESEIAAT disposa d'una gran varietat de titulacions en els àmbits industrial, aeroespacial i audiovisual, i ofereix un ampli ventall de possibilitats que permeten adaptar la carrera acadèmica als interessos i necessitats dels diversos perfils d'estudiants. Juntament amb l'anterior, l'ESEIAAT duu a terme actuacions de promoció de la tecnologia i les ciències en instituts o centres d'educació secundària i batxillerat als efectes de generar interès en els i les joves en les matèries dels seus estudis.

4. El desafiament CanSat és una iniciativa de l'Agència Espacial Europea que desafia a estudiants de tota Europa a construir i llançar un mini satèl·lit de la mesura d'una llauna de refresc.

Un CanSat és una simulació d'un satèl·lit real, integrat dintre del volum i la forma d'una llauna de refresc. El desafiament per als estudiants és adaptar tots els subsistemes principals que es troben en un satèl·lit, com l'energia, els sensors i un sistema de comunicació, dintre d'aquest espai tan reduït.

Al llarg del procés de disseny s'han d'entregar 3 informes (Preliminar, Revisió Crítica i Informe Final de Disseny). El CanSat dissenyat és llançat per un coet. Durant el vol s'ha de portar a terme una missió científica o demostració tecnològica que ha de finalitzar amb un aterratge segur. Finalment, les dades recopilades són analitzades i presentades.

La Competició CanSat es realitza a nivell europeu, on participa un equip de cadascun dels estats membres de l'ESA. Per seleccionar a l'equip que representi a l'Estat espanyol a la competició europea, hi ha una fase estatal en la que participa un equip de cada Comunitat Autònoma. En aquest sentit, les Comunitats autònomes poden organitzar Competicions Regionals per seleccionar l'equip que les representarà a la final estatal.

Per les seves implicacions, el desafiament CanSat és un mecanisme que permet apropar a la societat l'espai i la tecnologia aeroespacial, qüestió que encaixa en el marc de l'Estratègia NewSpace de Catalunya, aprovada per Acord de Govern de la Generalitat de 27 d'octubre de 2020.

5. L'IEEC forma part de les entitats encarregades de promoure i executar les diferents activitats identificades a l'estratègia, entre les que es troba, entre d'altres el desenvolupament del programa Talent i Societat, que té per objecte el desenvolupament d'iniciatives destinades a desenvolupar activitats formatives en l'àmbit tecnològic vinculat al NewSpace.

6. La fase local a Catalunya l'organitzen conjuntament per l'ESEIAAT i l'IEEC. La competició CanSat tindrà lloc a les instal·lacions de l'Aeroport d'Alguaire (Lleida).



Tenint en compte l'exposat, les parts, en base a l'interès públic comú que ambdues persegueixen en el desenvolupament del desafiament, es reconeixen recíprocament la capacitat per actuar i formalitzen el present conveni de col·laboració.

CLÀUSULES

Primera. Objecte del conveni

Aquest conveni té per objecte establir la col·laboració entre l'IEEC i la UPC-ESEIAAT en relació amb l'organització i el desenvolupament de la competició CanSat a Catalunya en els curs acadèmic 2023-2024.

Segona. Obligacions de les parts, logotips als actes de difusió i indemnitat

2.1 Són obligacions de la UPC-ESEIAAT:

- a) Difondre la competició CanSat entre els possibles participants (centres d'ensenyament secundari de Catalunya) mitjançant una pàgina web.
- b) Organitzar la comunicació i atenció als participants en referència a dubtes tècnics o d'interpretació del reglament de la competició. Per aquest propòsit es farà servir el servei Google institucional de la UPC.
- c) Gestionar les entregues dels participants al llarg de la competició.
- d) Formar els tribunals que avaluaran les entregues dels participants i facilitar un guanyador d'acord amb els requeriments de l'oficina ESERO-Spain.
- e) Coordinar els diferents agents i entitats que participen en l'esdeveniment (com per exemple aeroclubs, associacions sense ànim de lucre, etc.).
- f) Donar suport en la jornada d'enlairament amb la participació de 3 persones de la plantilla de la UPC-ESEIAAT.
- g) Posar a la disposició de CanSat 2024, les instal·lacions i els serveis necessaris, per a la realització dels actes d'entrega de premis de l'edició 2024.

2.2 Són obligacions de l'IEEC:

- a) Aportar la seva experiència en el desenvolupament de projectes de talent i societat relacionats amb l'espai i la tècnica aeroespacial, i donar tot el suport administratiu i consultiu que sigui necessari per a possibilitar el correcte desenvolupament del conveni.
- b) La contractació, o l'assumpció del cost, del servei de les empreses llançadores dels CanSats amb un límit de 14.500,00 € (IVA exclòs), i la contractació, o l'assumpció del cost, de l'equipament logístic (carpes, taules, cadires, etc) amb un límit de 2.500 € (IVA exclòs). En ambdós casos, en el cas de contractació per mitjans externs, l'IEEC seguirà els procediments de contractació previstos en la Llei 9/2017, de 8 de novembre de contractes del sector públic.
- c) Assumir, amb un límit de 3.000 euros, les despeses de viatge de l'equip guanyador de la fase local per tal que pugui participar en la fase estatal de la Competició Cansat, la qual està prevista que se celebri a Granada, el 16 i 17 de maig.

- d) Facilitar a l'ESEIAAT, a través dels serveis competents, tota la informació que requereixi per a la correcta execució del conveni.

2.3. Assegurances de l'activitat realitzada a l'aeroport

La UPC-ESEIAAT ha contractat una assegurança d'accidents que cobreix a les persones assistents al concurs (estudiants secundària, la major part seran menors d'edat, pares, mares i professorat secundària i personal UPC).

2.4. Logotips als actes públics

Tots els actes públics de difusió i promoció que es duguin a terme amb ocasió del desenvolupament del present conveni hauran de figurar amb els logotips de l'ESEIAAT, de l'IEEC i de la Generalitat de Catalunya, i es comunicaran amb suficient antelació a l'altra part.

2.5 Indemnitat:

Cadascuna de les parts respondrà i mantindrà indemne a l'altra part per l'incompliment de qualsevol de les seves obligacions previstes en el present conveni o pel seu compliment parcial.

Tercera.- Protecció de dades personals

Les parts es comprometen a respectar i complir en tot moment la normativa vigent sobre Protecció de Dades Personals.

Si es produís l'accés a dades de caràcter personal, com a conseqüència de l'execució del present conveni, tan sols podran ser aplicats o utilitzats única i exclusivament per al compliment de les finalitats objecte del mateix, no podent ser cedits o lliurats a tercers sota cap títol, ni tan sols als mers efectes de conservació.

En tot cas, les parts hauran d'adoptar mesures d'índole tècnica i organitzatives necessàries, en especial les que reglamentàriament es determinen, en aplicació de la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de desembre, de Protecció de Dades Personals i Garantia dels Drets Digitals, per garantir la seguretat de les dades de caràcter personal i evitar la seva alteració, pèrdua, tractament o accés no autoritzat, haguda compte de l'estat de la tecnologia, la naturalesa de les dades subministrades i els riscos als qual són exposats, tant si provenen de l'acció humana o del medi físic o natural.

Quarta.- Ús de la imatge UPC i IEEC. Difusió de l'esdeveniment

4.1.- Ús de la imatge UPC i IEEC

Llevat els supòsits detallats a la clàusula 2.4, en la resta de casos en els que, com a conseqüència i en aplicació dels acords aquí establerts, alguna de les dues entitats consideri necessari fer ús dels logotips de l'altra, haurà de demanar-li autorització prèvia.

En el cas de la UPC al Servei de Comunicació, especificant l'aplicació corresponent (sigui gràfica o electrònica i sobre qualsevol suport) i el tipus d'ús sol·licitat.

En el cas de l'IEEC a l'oficina de comunicació (comunicacio@ieec.cat) especificant l'aplicació corresponent (sigui gràfica o electrònica i sobre qualsevol suport) i el tipus d'ús sol·licitat. En el cas de l'ús de la imatge de la Generalitat, l'autorització prèvia es remetrà també a l'oficina de comunicació de l'IEEC, essent aquesta qui gestioni l'autorització amb la Generalitat de Catalunya en el marc d'aquest Conveni.



A l'autorització que en tot cas s'haurà d'atorgar per escrit, s'especificarà l'ús o usos per als quals es reconeix, així com el període de vigència, que en cap cas podrà superar la vigència del present conveni.

No obstant això, quan l'ús dels logotips i altres marques identificatives vagi a tenir caràcter lucratiu per a l'entitat sol·licitant, s'haurà de formalitzar el corresponent contracte de llicència de marca.

4.2.- Difusió de l'esdeveniment

Les accions comunicatives associades a la difusió de l'esdeveniment, publicació de resultats o assoliments de la jornada hauran de coordinar-se i ser aprovades per la UPC i l'IEEC, Generalitat de Catalunya.

Pel cas de material propietat de l'IEEC i la Generalitat de Catalunya associat a la jornada, l'IEEC i la Generalitat de Catalunya establiran les condicions de difusió per part de la UPC i de tercers, si s'escau.

Cinquena.- Responsables i comissió del seguiment del conveni

La Comissió de Seguiment del present conveni de col·laboració està formada per quatre persones, cadascuna de les parts signatàries en designarà dues.

Les tasques de la Comissió de Seguiment del present conveni són les següents:

- Reunir-se, amb la periodicitat que tinguin per convenient, per tal de dissenyar el calendari de les tasques a realitzar, i fer el seguiment i l'avaluació dels treballs que es duguin a terme en l'àmbit del present conveni.
- Complir les funcions que el conveni li atribueix directament i actuar com a òrgan d'interpretació dels acords que s'hi pacten.
- Actuar com a òrgan de coordinació i interlocució entre les parts amb la finalitat d'aconseguir un millor assoliment dels objectius identificats en el marc del Projecte, i informar-les del grau d'assoliment i de qualsevol incidència rellevant.
- Proposar, si s'escau, a les parts signatàries la resolució del conveni.

Per part de l'IEEC es designa com a membres del Comitè de seguiment a la Sra. Anna Ruiz, Coordinadora del Programa Talent i Societat de l'IEEC (amb correu electrònic aruiz@ieec.cat), i a la Sra. Paula Lomascolo, del Programa Talent i Societat de l'IEEC (amb correu electrònic lomascolo@ieec.cat).

Per part de l'ESEIAAT es designa com a membres del Comitè de seguiment al Sr. Xavier Roca Ramon, director de l'ESEIAAT (amb correu electrònic director.eseiaat@upc.edu) i al Sr. David González Díez, sotsdirector de projectes de l'estudiantat de l'ESEIAAT (amb correu electrònic david.gonzalez@upc.edu).

Les deliberacions i els acords del comitè de seguiment es faran constar en l'acta de la sessió que s'estendrà.

Els membres de la Comissió de Seguiment són els responsables del conveni.



Sisena. Mesures de prevenció i seguretat

El responsables del conveni hauran de contactar amb els responsables de l'Aeroport de Lleida- Alguaire per gestionar els permisos necessaris per poder dur a terme la jornada d'enlairament dels coets i avions ultralleugers, i per detallar les normes de prevenció i seguretat dels espais d'aquesta instal·lació i de l'activitat a desenvolupar.

Els responsables del conveni hauran de donar instruccions per escrit als participants d'aquest concurs sobre les mesures prevenció i de seguretat que cal adoptar durant la jornada de l'enlairament. Aquestes instruccions les lliuraran per escrit al professorat tutor dels instituts d'ensenyament secundari, que s'han de comprometre a traslladar-les a l'estudiantat del seu centre que hi participi.

El professorat i l'estudiantat dels instituts d'ensenyament secundari hauran de lliurar als responsables del conveni prèviament a l'enlairament la declaració responsable (veure Annex 2) signada que acrediti que han llegit i coneixen les normes de prevenció i seguretat rebudes. La data màxima de lliurament d'aquestes declaracions és el 20 d'abril de 2024. En el cas de no lliurar-les no hi podran participar.

A l'inici de la jornada d'enlairament dels cotes i avions ultralleugers els responsables del conveni donaran instruccions verbals i lliuraran documentació als responsables, membres i acompanyats dels equips sobre les mesures de prevenció i de seguretat a adoptar.

Setena. Prospecció del camp de llançament

En data 29/01/2024 l'associació Cosmic Research va elaborar la versió final (1.1) d'un informe que inclou: la descripció de la visita realitzada a l'aeroport, els criteris d'avaluació de camp i les simulacions de vol del coet i dels CanSats.

Els aspectes més destacables de les seves conclusions són:

- L'obligada necessitat de tallar la carretera d'accés a l'aeroport, com a mínim durant el llançament dels coets i el posterior descens controlat dels coets i els CanSats.
- La competició CanSat de Catalunya 2024 es pot realitzar de forma segura i satisfactòria a les instal·lacions de l'aeroport de Lleida-Alguaire, si es segueixen les indicacions de l'informe i les condicions meteorològiques no són extremes,

S'adjunta a aquest conveni el document "CST23-14 Annex: Prospecció del camp de llançament, versió 1.1" (Annex 1). Aquest document és confidencial, va adreçat a les parts signants del conveni, està sotmès a secret professional i no es pot divulgar.

Vuitena. Entrada en vigor i durada

Aquest conveni retrotrau els seus efectes al dia 01/10/2023, data en què es va iniciar la competició CanSat a Catalunya de l'any 2024 i romandrà vigent durant el període de durada de les activitats i fins al compliment efectiu de les obligacions assumides que, en tot cas, no seran posteriors al 31.12.2024.

La clàusula de confidencialitat, que afecta al contingut del document que s'acompanya com a Annex 1, té una durada indefinida, llevat la informació del document que sigui de coneixement públic o que, per evolució de la tècnica, en el futur esdevingui de coneixement públic.

Novena.- Resolució

Són causes de resolució del conveni les següents:

- a) El transcurs del termini de vigència del conveni sense haver-se acordat la pròrroga del mateix.
- b) El mutu acord de les parts signants, manifestat per escrit.
- c) La manifestació de qualsevol de les dues parts de la voluntat de resoldre el conveni, amb un preavis escrit de 1 mes.
- d) L'incompliment d'alguna de les parts de les seves obligacions.
- e) Per decisió judicial declaratòria de la nul·litat del conveni.
- f) Les causes previstes en el conveni i les establertes en la legislació vigent.

En el cas de resolució per incompliment (lletra d), qualsevol de les parts pot notificar a la part incomplidora un requeriment perquè compleixi en un termini determinat les obligacions o els compromisos que es consideren incomplerts. Aquest requeriment s'ha de comunicar al responsable del mecanisme de seguiment, vigilància i control de l'execució del conveni i a les altres parts signants

Si, un cop transcorregut el termini indicat en el requeriment, l'incompliment persisteix, la part que el va adreçar ha de notificar a les parts signants la concurrència de la causa de resolució i el conveni s'entén resolt. La resolució del conveni per aquesta causa pot comportar la indemnització dels perjudicis causats.

En tot cas, si quan es doni qualsevol de les causes de resolució del conveni existeixen actuacions en curs d'execució, les parts, a proposta dels Responsables del seguiment del conveni, podran acordar la continuació i finalització de les actuacions en curs que considerin oportunes, establint un termini improrrogable per a la seva finalització, transcorregut el qual s'ha de fer la liquidació de les mateixes.

Desena.- Transparència

De conformitat amb la legislació vigent sobre transparència, accés a la informació pública i bon govern, la UPC i l'IEEC, en relació amb aquest conveni, faran pública la informació relativa a les parts signants, l'objecte, la vigència, les obligacions que assumeixen les parts, incloent-hi les econòmiques, i qualsevol modificació que es realitzi.

Onzena.- Competència jurisdiccional

Les parts expressen el compromís de complir les obligacions respectives de bona fe i de dur a bon terme totes i cadascuna de les negociacions que siguin necessàries per a l'acompliment d'aquest conveni a satisfacció d'elles.

Qualsevol controvèrsia que es derivi de la interpretació, el compliment o l'execució dels acords del present conveni marc s'ha de resoldre per mutu acord entre les parts.



En cas de conflicte, les parts renunciem expressament a qualsevol altre fur que els pugui correspondre i se sotmetem als jutjats i tribunals de l'ordre jurisdiccional competents de la ciutat de Barcelona.

I, en prova de conformitat, les parts signen aquest conveni de col·laboració a Barcelona, a la data de les signatures.

Universitat Politècnica de Catalunya

Fundació Institut d'Estudis Espacials de Catalunya

Prof. Daniel Crespo Artiaga
Rector

Prof. Xavier Roca Ramon
Director ESEIAAT

Sr. Ignasi Ribas Canudas
Director

Sra. Pilar Montes Marbà
Directora Àrea Gestió.
Gerent



ANNEX 2

CST24-14 INFORME DE SEGURETAT I ANÀLISI DE LA PETJADA DE CAIGUDA

CST24-14 Informe de seguretat i anàlisi de la petjada de caiguda

Associació Cosmic Research

	Nom	Data
Preparat per	Arnau Pena, Pablo Torres, Alfred Valentin	29/01/24
Revisat per	Arnau Pena, Alba Badia	05/02/2024

Historial de versions		
Versió	Data	Descripció
1.0	29/01/24	Primera distribució del document.

AVIS. Aquest document i els seus annexos es dirigeixen exclusivament al seu destinatari. Pot contenir informació confidencial sotmesa a secret professional i la seva divulgació està prohibida en virtut de la legislació vigent, s'informa que si vostè no és el destinatari o la persona autoritzada per el mateix, que la informació continguda en aquest document és reservada i la seva utilització o divulgació amb qualsevol fi queda prohibida. Si ha rebut aquest document per error, li demanem que ens ho comuniqui i procedeixi a la seva destrucció.

Índex de contingut

1. Llistat d'acrònims	4
2. Introducció i objectius	5
3. Abast del document	5
4. Descripció de les fases de vol	6
5. Paràmetres d'entrada del simulador	7
5.1. Propulsió	7
5.2. Coet	8
5.3. Aletes	9
5.4. Condicions de llançament	10
5.5. Paràmetres Montecarlo	10
5.6. Paracaigudes	11
6. Paràmetres de sortida generals	12
7. Anàlisi de l'estabilitat del coet	13
7.1. Introducció i criteris d'estabilitat	13
7.2. Verificació de l'estabilitat	14
8. Anàlisi de la trajectòria del coet	15
8.1 Consideracions de seguretat prèvies	15
8.2. Perfils de vent utilitzats	16
8.3. Resultats	17
8.3.1 Petjada per vents del Nord	17
8.3.2 Petjada per vents del Nord-Est	18
8.3.3 Petjada per vents de l'Est	19
8.3.4 Petjada per vents del Sud-Est	20
8.3.5 Petjada per vents del Sud	21
8.3.6 Petjada per vents del Sud-Oest	22
8.3.7 Petjada per vents de l'Oest	23
8.3.8 Petjada per vents del Nord-Oest	24
8.3.9 Petjada de la jornada CanSat 2023 (29/04/2023)	25
Conclusions	27

1. Llistat d'acrònims

CG - Centre de Gravetat

CP - Centre de Pressions

EO - Est-Oest

LEDA - Aeroport Lleida-Alguaire

ME - Marge d'Estabilitat

NS - Nord-Sud

2. Introducció i objectius

Aquest document recull les característiques principals del coet Christa (llançador de Cansats) així com les petjades de caigudes per a diversos perfils de vent. En conseqüència, es presenten diverses propostes de posició de la plataforma per tal de mantenir les distàncies de seguretat amb els participants i organitzadors de la jornada de CanSat.

Els objectius d'aquest document són:

1. Definir les característiques principals del llançador.
2. Obtenir les diferents petjades de caiguda per a diversos possibles perfils de vent de la jornada de CanSat.
3. Establir les possibles posicions de la plataforma de llançament sempre respectant les distàncies de seguretat,
4. Establir uns límits operacionals en termes de vent per al llançament a l'Aeroport de Lleida Alguaire.

3. Abast del document

Aquest document inclou:

1. Paràmetres generals de Christa (geomètrics i massics) així com dels paracaigudes.
2. Paràmetres generals de les simulacions de Montecarlo.
3. Anàlisi de la petjada del coet per a diversos perfils de vol.
4. Anàlisi de la trajectòria del coet en cas de vol balístic.
5. Presentació de les possibles ubicacions de la plataforma de llançament segons les condicions meteorològiques.

4. Descripció de les fases de vol

Christa és un coet suborbital monoetapa, estabilitzat pasivament per aletes i propulsat per un motor sòlid COTS. Entre l'enlairament (entenent l'enlairament com el que succeeix just després a la ignició del motor en un cas ideal) i l'arribada del vehicle a l'apogeu (moment on la velocitat vertical del coet és nul·la), es produeix una fase de vol propulsat que aproximadament dura 1,7 segons. Durant aquesta fase, el motor exerceix la seva força d'empenta sobre l'estructura del coet fins que es consumeix tot el propel·lent. Un cop exhaurit, el coet comença la fase de vol no propulsat fins l'apogeu (~550 m).

Es considera el coet com a un sòlid rígid durant la fases de vol sotmès a les següents forces:

- 1) Pes del coet
- 2) Forces aerodinàmiques (força normal al coet i força axial en direcció contrària a la velocitat del coet).
- 3) Empenta del motor

Les forces aerodinàmiques normals produïdes per la direcció del vent marcaran l'orientació de la plataforma així com les zones de caiguda els CanSats.

5. Paràmetres d'entrada del simulador

En aquest apartat es presenta les dades principals de Christa utilitzades en el simulador de vol amb l'objectiu de determinar les petjades de caiguda i mantenir la seguretat dels participants i organitzadors de la competició.

5.1. Propulsió

La figura 1 mostra la corba d'empenta del motor. la combustió dura 1,67 segons, amb una empenta mitjana de 758,2 N.

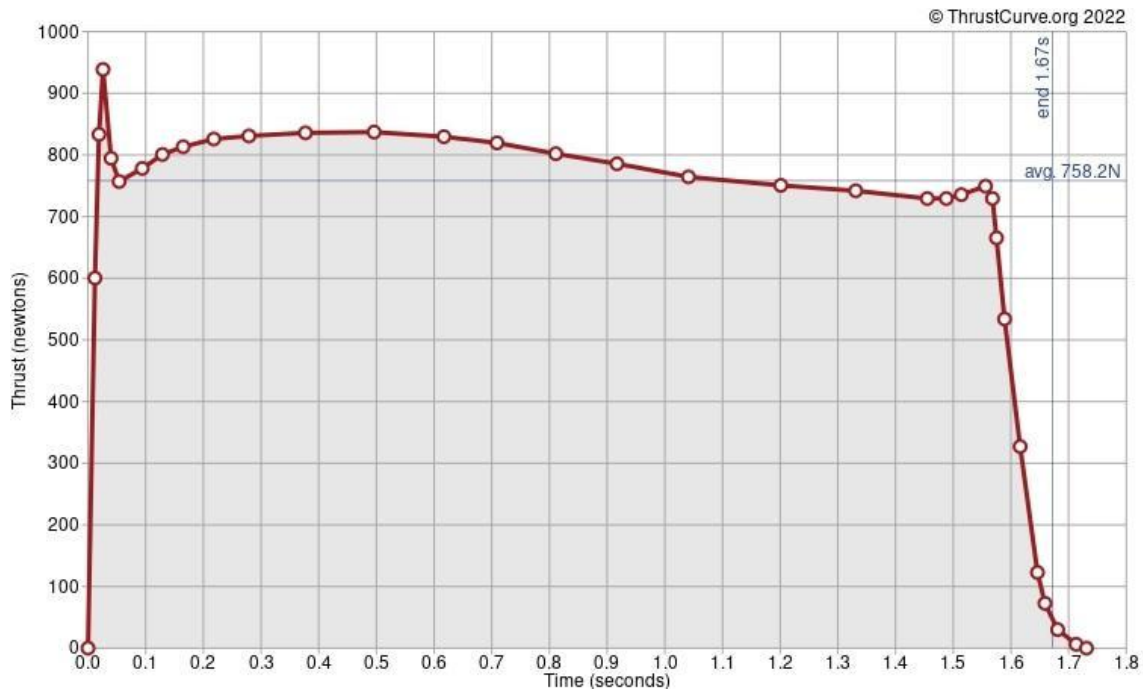


Figura 1: Corba d'empenta del motor PRO 54 1266J760-19A [1]

Els paràmetres principals del motor es troben a la taula següent:

Taula 1: Paràmetres representatius del motor PRO 54 1266J760-19A [1]

Paràmetre	Valor (unitats)
Temps de combustió	1,67 s
Empenta màxima	937,3 N
Empenta mitjana	758,2 N
Impuls total	1265,7 Ns

5.2. Coet

La figura 2 mostra una vista lateral del coet i la Taula 2 conté els paràmetres principals que defineixen el fuselatge d'aquest.



Figura 2: Vista lateral del coet Christa

I les característiques principals del fuselatge:

Taula 2: Característiques del fuselatge

Paràmetre	Valor (unitats)
Diàmetre exterior del tub	0,155 m

Longitud total	1,931 m
Longitud de l'ogiva	52,5 cm
Massa en l'enlairament	9,82 kg
CG en l'enlairament	127 cm ¹

5.3. Aletes

Les aletes prenen un paper crucial en l'estabilització del coet ja que corregeixen la trajectòria del coet per a que aquest sempre apunti en la direcció velocitat relativa amb l'aire. La Taula 3 conté els principals paràmetres que defineixen les aletes de Christa.

Taula 3: Característiques de disseny de les aletes

Paràmetre	Valor (unitats)
Nombre	4
Corda a la punta	0,08 m
Corda a l'arrel	0,20 m
Angle de fletxa	18,4°
Mitja envergadura	0,18 m
Massa (1 aleta)	~105g
Angle d'inclinació	0°

I la vista en planta de les aletes:

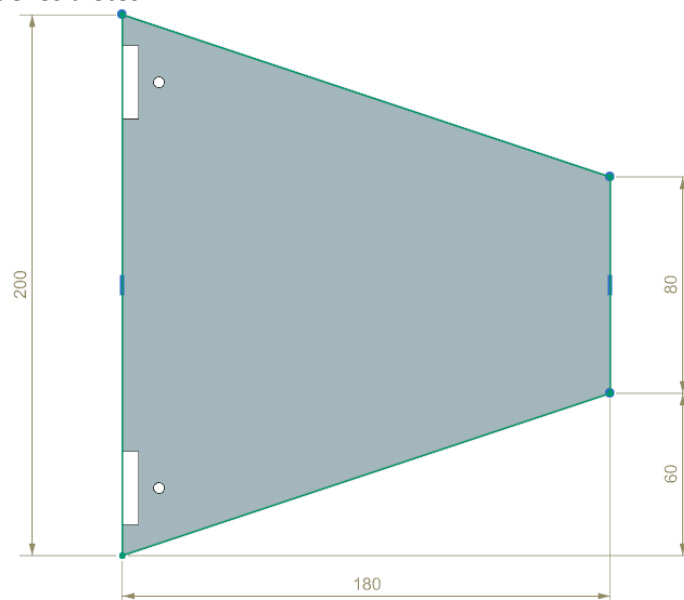


Figura 3: Vista lateral de les aletes (mm)

5.4. Condicions de llançament

Les condicions de llançament inclou la longitud de plataforma fixe de Cosmic així com l'orientació que variarà segons les condicions de vent i l'angle d'elevació de la plataforma respecte l'horitzontal. La Taula 4 mostra les condicions de llançament disponibles actualment:

¹ Respecte de la punta de l'ogiva

Taula 4: Condicions de llançament

Paràmetre	Valor (unitats)
Angle d'elevació del rail	80 - 90 °
Longitud del rail	5,7 m
Azimut geogràfic	0-360°

5.5. Paràmetres Montecarlo

La simulació de Montecarlo ens permet realitzar un estudi del vol del coet amb petites variacions que poden aparèixer degut a les toleràncies de la fabricació, motor així com les variacions dels coeficients aerodinàmics o les condicions meteorològiques. Aquestes simulacions que ens permeten obtenir la petjada de caiguda són calculades mitjançant el simulador de vol de l'associació, anomenat Gladys, totalment elaborat pel departament de simulacions. Per tant, és necessari definir uns valors mitjans μ i una variabilitat σ . Les simulacions es realitzen amb una variabilitat màxima de 3σ amb la qual s'espera contemplar fins al 98% dels casos possibles de llançament. Els paràmetres als quals se'ls aplica variabilitat en els anàlisi Montecarlo queden recollits a la Taula 5:

Taula 5: Valor sigma dels paràmetres Montecarlo del simulador

Paràmetre	Unitats	Valor μ	Valor 1σ
Masses	%	1	2
Empenta	%	1	5
Densitat	%	1	5
Temperatura	%	1	5
Component EO	%	1	16,7
Component NS	%	1	16,7
Desalineació empenta	[°]	0	0,05
Posició azimutal	[°]	0	3
Elevació	[°]	0	2
Centre de gravetat	%	1	3
Coefficients forces normals	%	1	10
Coefficients forces de resistència	%	1	10
Angle de cant	[°]	0	0,083
Coefficient de resistència del paracaigudes	%	1	5
Inèrcies en "x" i "y"	%	1	10
Inèrcies en "z"	%	1	10
Desplaçament empenta	[m]	0	0,001

5.6. Paracaigudes

La recuperació de Christa té lloc mitjançant el desplegament de dos paracaigudes. El primer paracaigudes anomenat auxiliar o *drogue* s'obre a l'apogeu, el qual permet reduir la velocitat terminal del coet per a que a una alçada d'aproximadament 150 metres s'obri el paracaigudes principal que permet recuperar el coet sense patir cap dany de caiguda. Les taules següents contenen les dades més representatives d'ambdós paracaigudes:

Taula 6: Característiques principals del paracaigudes auxiliar

Paràmetre	Valor (unitats)
Diàmetre	91,44 cm
Coefficient de resistència	0,97
Temps de caiguda	28 s
Massa de recuperació	7,0 kg
Velocitat final	14,2 m/s

Taula 7: Característiques principals del paracaigudes principal

Paràmetre	Valor (unitats)
Diàmetre	1,82 m
Coefficient de resistència	0,97
Temps de caiguda	22 s
Velocitat final	6,3 m/s

6. Paràmetres de sortida generals

A continuació s'inclou una taula resum dels paràmetres d'interès del vol del coet obtinguts mitjançant la simulació de Montecarlo per a un perfil de vent suau i sense direcció predominant:

Taula 8: Paràmetres de sortida del simulador

Paràmetre	Valor/interval (unitats)
Velocitat de sortida de rampa	29.5 ± 1.4 m/s
Velocitat màxima	111.9 ± 8.3 m/s
Alçada de fi de combustió	104.2 ± 8.0 m // 106.0 ± 8.2 m
Alçada apogeu	519.9 ± 81.4 m // 540.6 ± 74.9 m
Temps de vol ascendent	10.4 ± 1.0 s // 10.7 ± 0.9 s
Temps de descens amb drogue	28.8 ± 5.2 s // 30.3 ± 4.0 s
Alçada obertura paracaigudes principal	150 m
Velocitat obertura paracaigudes principal	14.3 ± 2.3 m/s
Temps de descens amb paracaigudes principal	25.0 ± 4.2 s
Velocitat d'impacte al terra	7.8 ± 1.7 m/s

7. Anàlisi de l'estabilitat del coet

En aquest apartat s'estudien els marges d'estabilitat del coet per tal de garantir la seguretat del vol i justificar el disseny dels components que contribueixen en l'estabilitat aerodinàmica d'aquest.

7.1. Introducció i criteris d'estabilitat

Per garantir l'estabilitat del coet en totes les fases del vol ascendent, s'han definit uns requisits aerodinàmics mínims per considerar que el coet Christa és estable. Aquests requisits es resumeixen en els tres punts que s'exposen a continuació:

- 1. El coet ha de ser estàticament estable respecte a pertorbacions en l'angle d'atac durant tot el vol.** Això implica que, situant-se el centre de gravetat més a prop de la proa del coet que el centre de pressions, la distància entre tots dos en l'eix longitudinal del coet sigui de 1,5 o més calibres (calibre = diàmetre exterior del coet) per a un angle d'atac de 0°. Criteri adaptat del DLR i normativa de la Spaceport America Cup.
- 2. El coet no ha de ser sobreestable respecte a pertorbacions en l'angle d'atac en cap moment del vol.** Això implica que, la distància entre el centre de pressions i el centre de gravetat ha de ser menor a 6 calibres durant tota la fase de vol. Criteri adaptat del DLR i normativa de la Spaceport America Cup.
- 3. El coet ha de ser dinàmicament estable respecte a pertorbacions en l'angle d'atac durant tot el vol.** Això implica que, situant-se el centre de gravetat més a prop de la proa del coet que el centre de pressions, la distància entre tots dos en l'eix longitudinal del coet sigui inferior a 4 calibres mentre el coet estigui en contacte amb la plataforma de llançament i inferior a 6 calibres durant la resta del vol ascendent. Criteri adaptat del DLR i normativa de la Spaceport America Cup.

7.2. Verificació de l'estabilitat

Mitjançant el simulador s'ha calculat el marge d'estabilitat estàtica (ME_e) en calibres del coet. El marge d'estabilitat estàtic és la distància entre el centre de pressions i el centre de gravetat del coet mesurat en calibres per un angle d'atac nul.

$$ME_e = \frac{x_{cp} - x_{cg}}{d}$$

Per a aquest càlcul s'ha considerat la posició del centre de gravetat en el moment en què el coet abandona la guia. Aquest és el moment del vol en el qual el CG es troba més retardat, a causa de la combustió del motor aquest es mou cap a l'ogiva augmentant d'aquesta manera el marge d'estabilitat. Per això aquest és l'instant més crític per a l'estabilitat estàtica, si es verifica en aquest instant es verifica per a tot el vol.

$$ME_e = 1,78 \text{ calibres}$$

8. Anàlisi de la trajectòria del coet

En aquesta secció es presenten els criteris de seguretat així com un anàlisi de la petjada de caiguda per a tots els angles azimutals (amb increments de 45°) per a poder visualitzar les possibles posicions de plataforma així com les àrees de caiguda.

8.1 Consideracions de seguretat prèvies

Per tal de garantir la seguretat de tots els participants, es defineixen les següents mesures de seguretat:

- El coet i els CanSats mai han de sobrevolar la zona de participants ni pel cas nominal ni bal·lístic.
- La zona de caiguda de CanSats i Christa ha d'estar separada a una distància mínima de 100 metres respecte dels participants.
- En cas de que el vent vingui d'una direcció predominant orientada als participants la distància de seguretat de caiguda es pot veure incrementada.

A continuació es mostren les zones de seguretat especificades:



Figura 4: Zones de seguretat jornada Cansat 2024.

A la Figura 4 s'observa la zona (1) designada pels participants, la zona (2) coneguda com zona de seguretat on està prohibida la caiguda dels CanSats i Christa i la zona (3) en la qual es posicionarà la plataforma de forma nominal. Cal destacar que la zona (3) de llançament es pot modificar segons les condicions de vent del dia de llançament.

8.2. Perfils de vent utilitzats

Donat que els perfils de vent de la jornada de llançament de CanSat són encara desconeguts, s'ha dissenyat diversos perfils de vent per tal d'avaluar les zones de caiguda. Els perfils estan orientats en les 8 direccions geogràfiques principals (Nord, Nord-Est, Est, Sud-Est, Sud, Sud-Oest, Oest i Nord-Oest), una direcció per perfil. Les intensitats dels vents que es mostren a continuació són més extremes de les que originalment s'espera trobar a LEDA (sobretot a altituds superiors), d'aquesta forma ens assegurem d'establir certs marges de seguretat per a complir les restriccions imposades a l'apartat anterior folgadamente. La taula següent recull les velocitats utilitzades en funció de l'altitud.

Taula 9: Intensitat dels vents per les 8 direccions geogràfiques simulades

Altitud [m]	Intensitat [m/s]
0	3
100	5
600	8
750	12

2000	12
------	----

Adicionalment, de forma representativa, s'ha simulat les condicions que es van trobar al lloc de llançament l'any passat, dia 29/04/2023 a les 10h .

Taula 10: Intensitat i direcció dels vents Alguaire 29/04/2023 a les 10:00

Altitud [m]	Intensitat [m/s]	Angle d'on ve el vent [º]
0	3	230
100	4	230
600	4	240
750	6	270

8.3. Resultats

A continuació es mostren els resultats de les petjades de caiguda del vol nominal del coet, del vol en cas de caiguda balística i de la zona de caiguda dels CanSats per a cada perfil de vent.

8.3.1 Petjada per vents del Nord

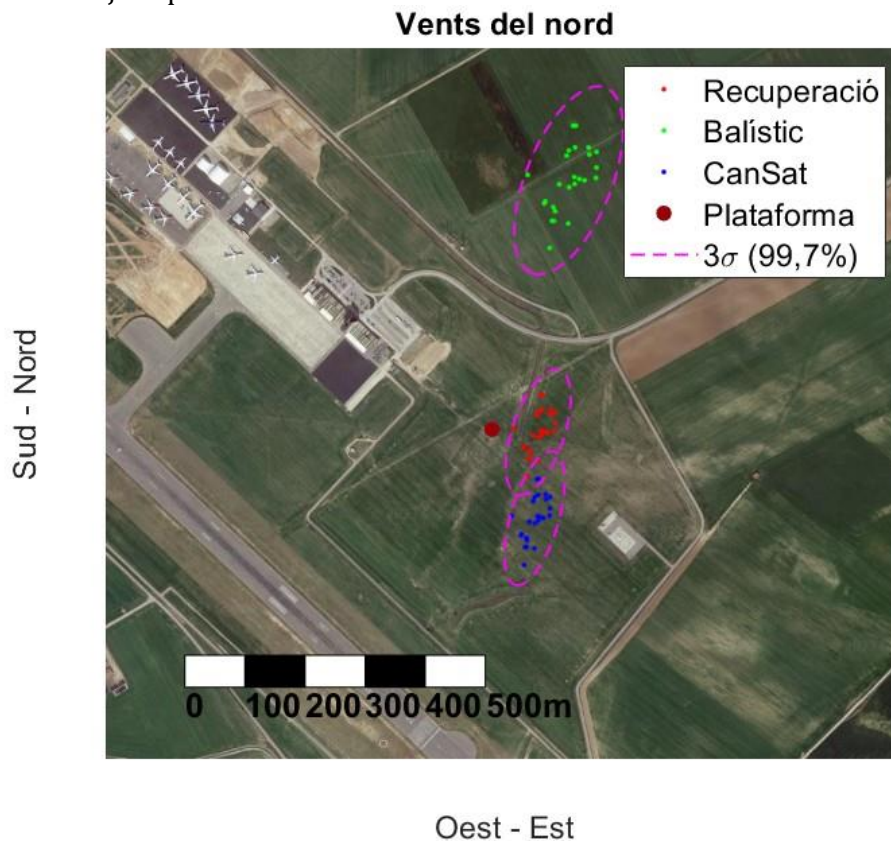


Figura 5: Petjada de seguretat per vents que venen del Nord

El coet i els CanSats cauen en zones fora de perill per als participants i organitzadors i la recuperació d'ambdós es pot fer de forma segura. En cas de vol balístic, el coet cauria en camps sense infraestructura i on no s'espera que hi hagi gent i no sobrevola a zona de perill.

Taula 11: Orientació i localització de la plataforma per vents del Nord

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
0	41.726495, 0.547037	20	80

8.3.2 Petjada per vents del Nord-Est

Vents del nord-est

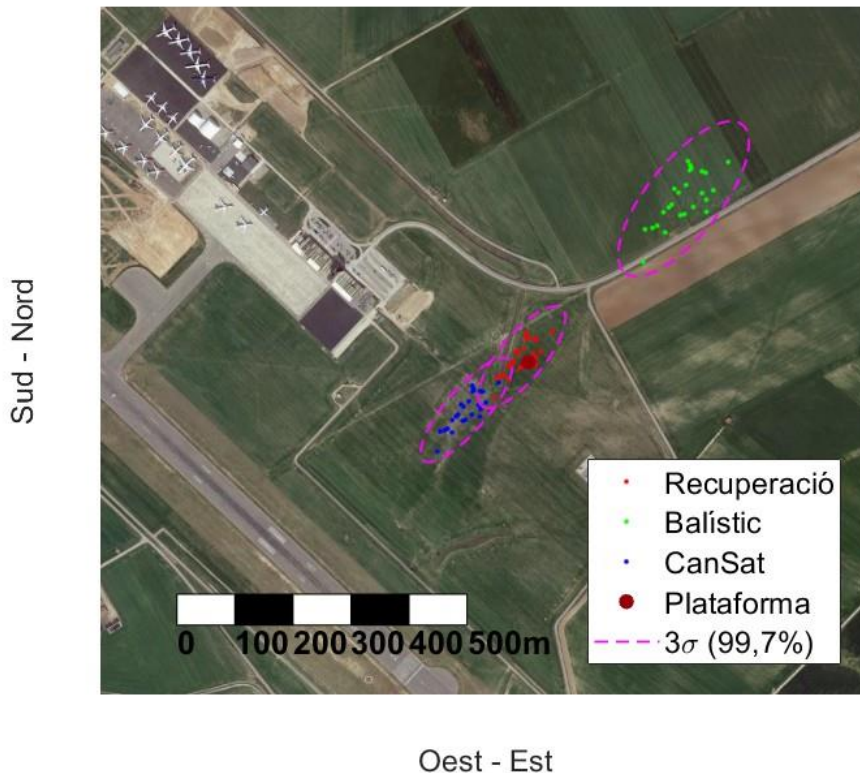


Figura 6: Petjada de seguretat per vents que venen del Nord-Est

Similar al cas anterior, CanSats i coet caurien en zona segura i sense gent. El balístic tornaria a caure a la zona de camp.

Taula 12: Orientació i localització de la plataforma per vents del Nord-Est

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
45	41.726740, 0.548410	43	80

8.3.3 Petjada per vents de l'Est

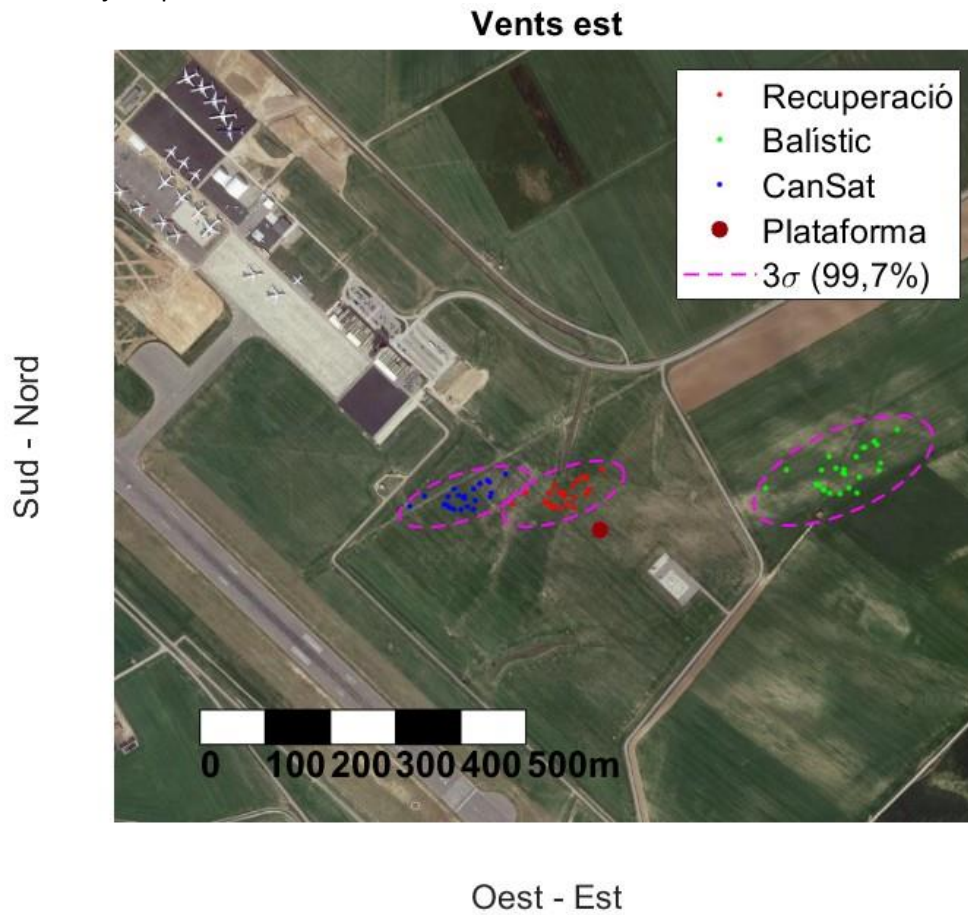


Figura 7: Petjada de seguretat per vents que venen de l'Est

Els CanSats cauen dins de zones accessibles, el balístic novament no cau en cap zona de perill.

Taula 13: Orientació i localització de la plataforma per vents de l'Est

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
90	41.725407, 0.548525	75	80

8.3.4 Petjada per vents del Sud-Est

Vents del Sud-Est

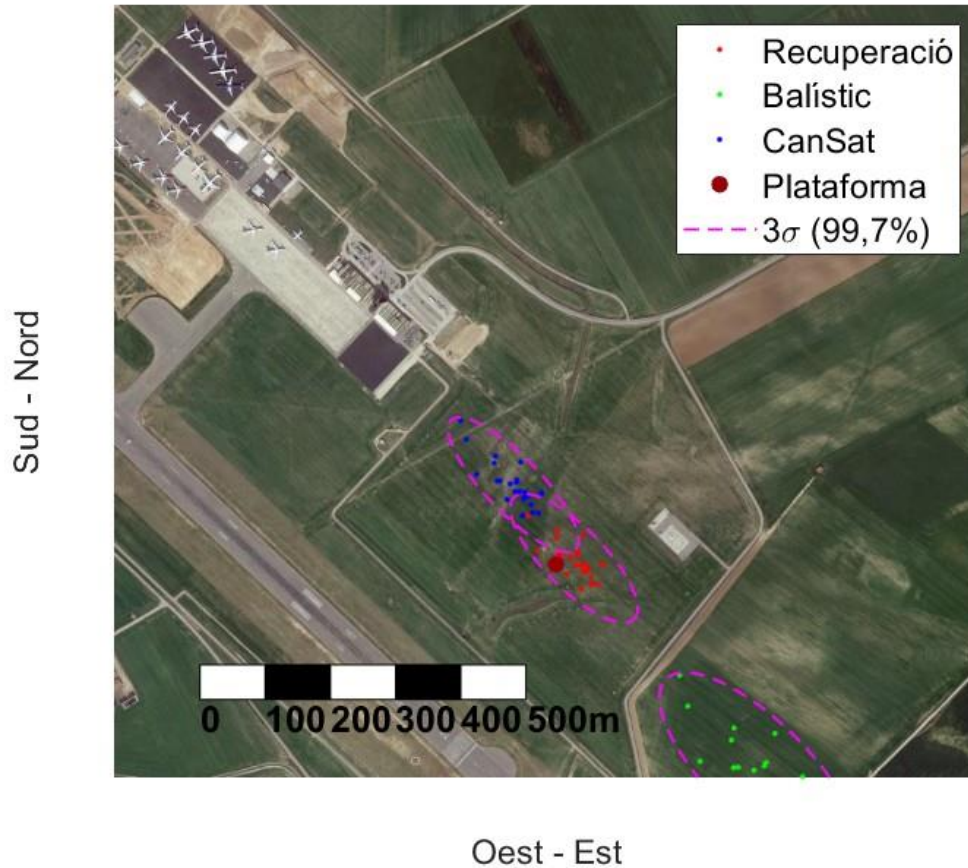


Figura 8: Petjada de seguretat per vents que venen del Sud-Est

CanSat, coet i balístic cauen en zones fora de perill i accessibles, la plataforma s'ha hagut d'allunyar una mica de la zona representada en la secció anterior per tal d'assegurar que cap CanSat cau a prop dels participants.

Taula 14: Orientació i localització de la plataforma per vents del Sud-Est

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
135	41.724564, 0.546783	125	80

8.3.5 Petjada per vents del Sud

Vents del sud

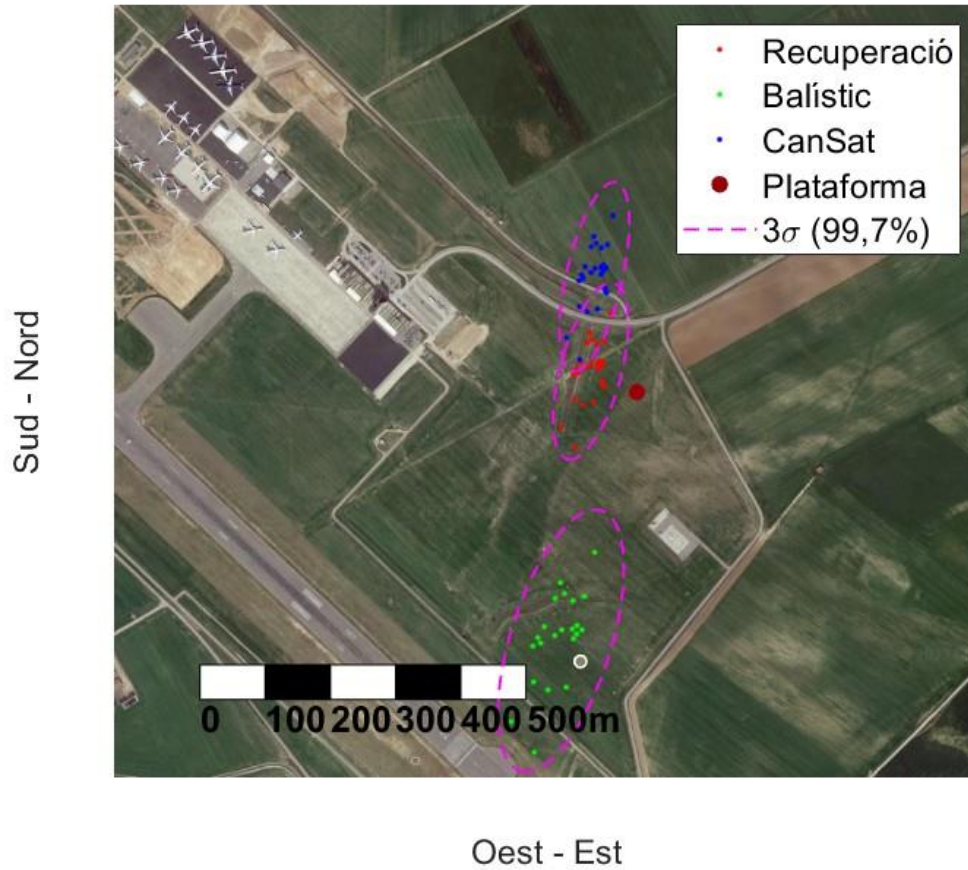


Figura 9: Petjada de seguretat per vents que venen del Sud

Els CanSats i el coet cauen en zones de recuperació fàcil sense perill per als participants. Existeix una petita probabilitat de que el balístic caigui a dins de la vallada de l'aeroport. En cas de trobar-se amb vents d'aquestes característiques es podria plantejar situar la plataforma més al nord.

Taula 15: Orientació i localització de la plataforma per vents del Sud

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
180	41.727775 0.549669	195	80

8.3.6 Petjada per vents del Sud-Oest

Vents del Sud-Oest

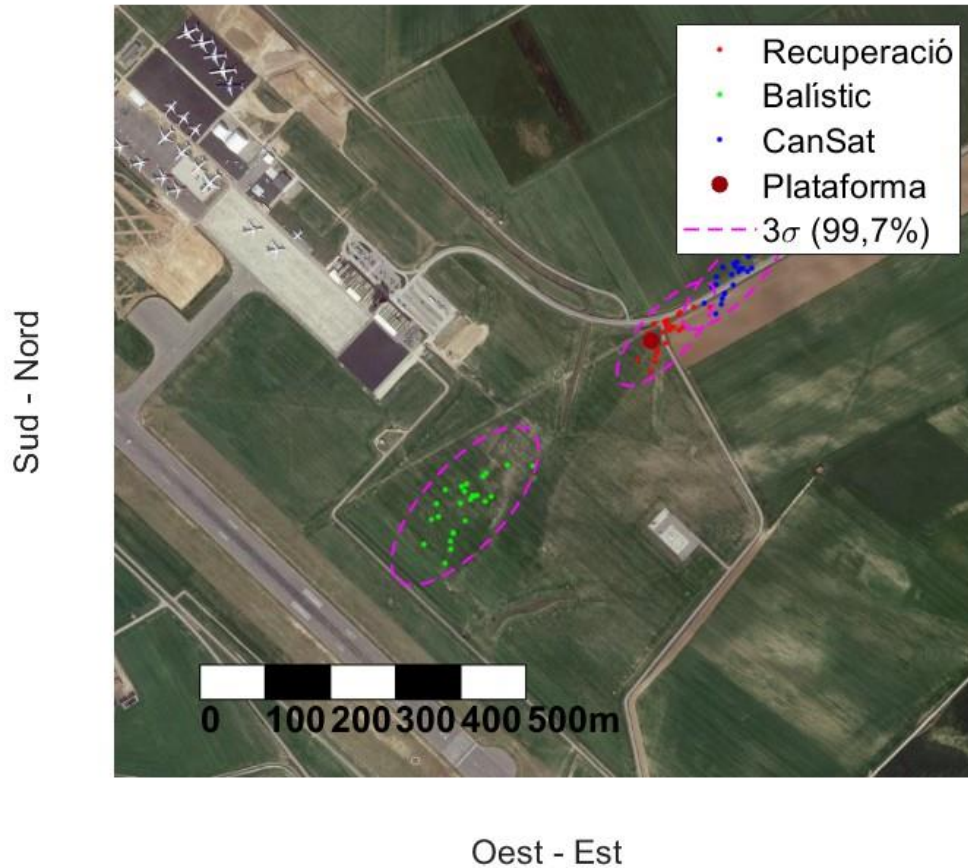


Figura 10: Petjada de seguretat per vents que venen del Sud-Oest

Amb aquests vents no s'esperen problemes amb la recuperació ni del coet, ni de CanSats excepte que caurien una mica desplaçats als camps del nord. El balístic novament podria caure dins la zona vallada.

Taula 16: Orientació i localització de la plataforma per vents del Sud-Oest

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
225	41.725988, 0.549453	240	80

8.3.7 Petjada per vents de l'Oest

Vents de loest

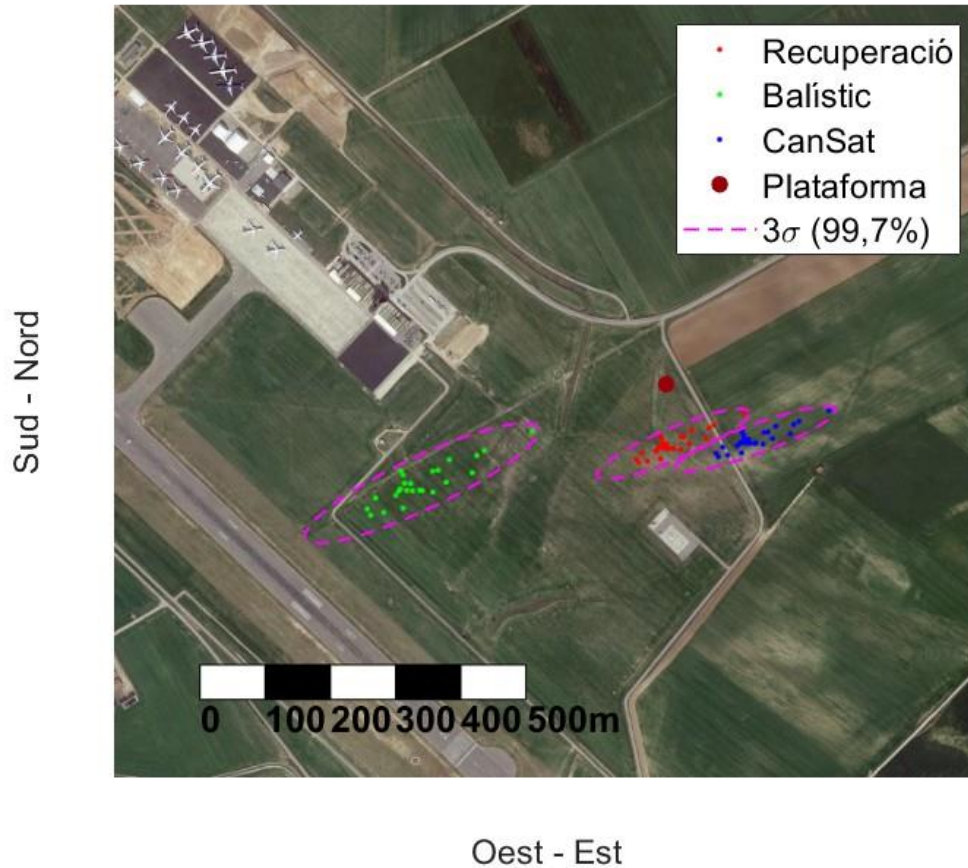


Figura 11: Petjada de seguretat per vents que venen de l'Oest

De nou CanSats i recuperació no presenten complicacions, el balístic està als límits d'entrar a la zona vallada, es podria retirar la plataforma més a l'est en cas de suposar un perill pels participants.

Taula 17: Orientació i localització de la plataforma per vents de l'Oest

Direcció del Vent [°]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
270	41.727071, 0.549995	245	80

8.3.8 Petjada per vents del Nord-Oest

Vents del nord-oest

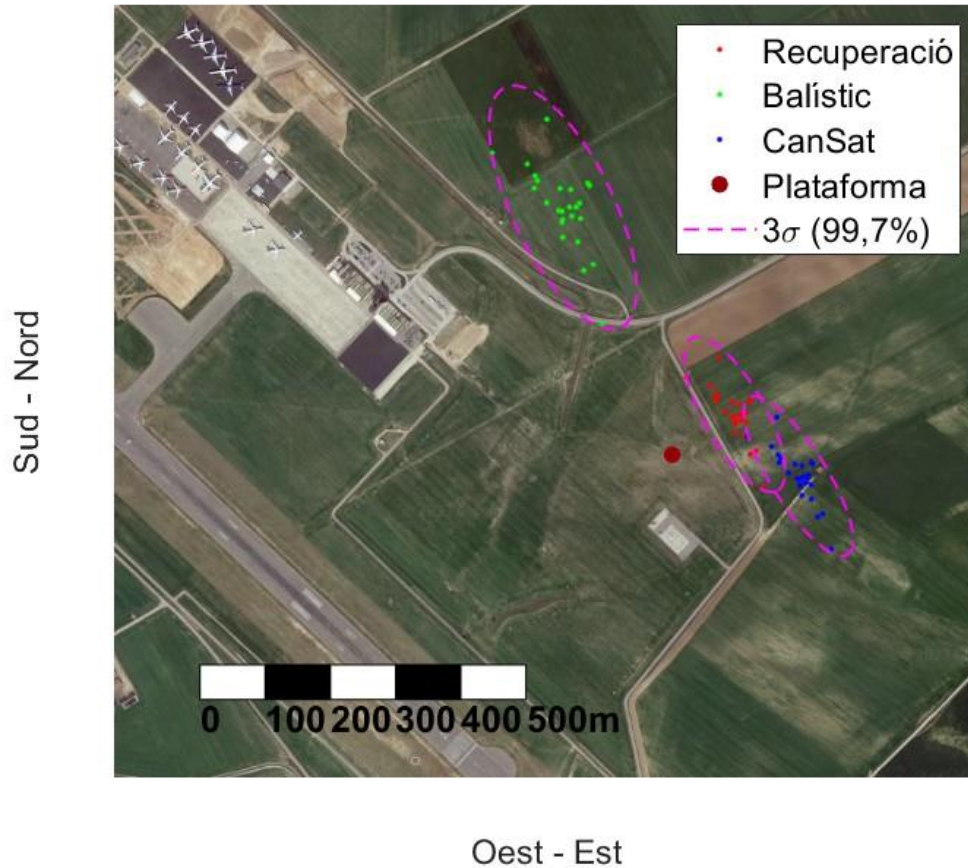


Figura 12: Petjada de seguretat per vents que venen del Nord-Oest

Aquest és el cas més crític en el qual el llançament és en direcció dels participants però s'evita que es sobrevoli. Es recomana llançar a 25º més respecte de la direcció del vent o bé moure la plataforma més enllà de la carretera.

Taula 18: Orientació i localització de la plataforma per vents del Nord-Oest

Direcció del Vent [º]	Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [º]	Inclinació plataforma [º]
315	41.725908, 0.550130	340	80

8.3.9 Petjada de la jornada CanSat 2023 (29/04/2023)

Vents 29/04/2023 10:00 Alguaire

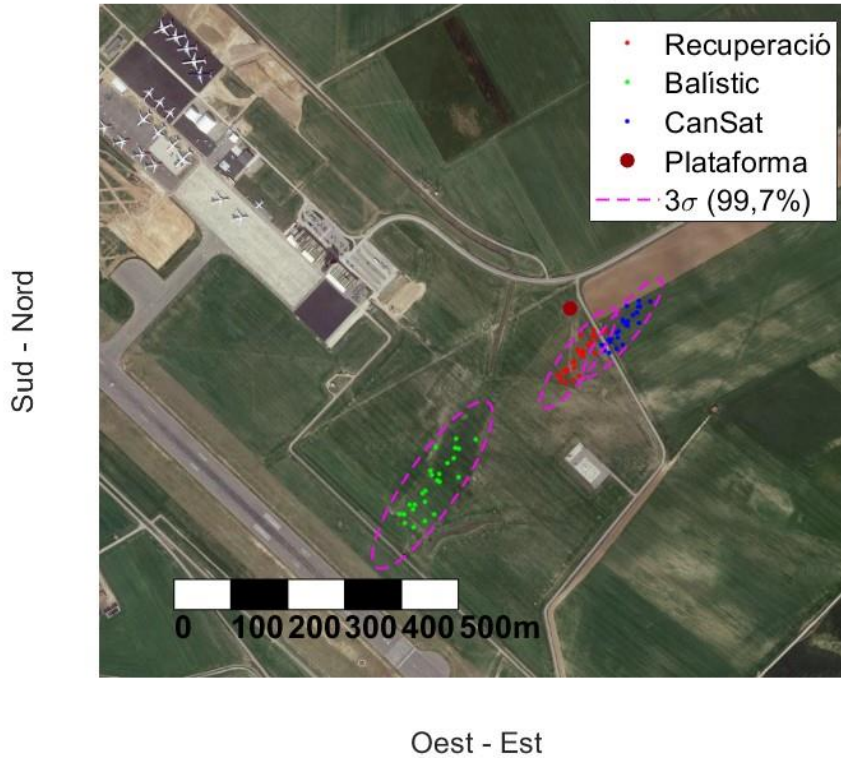


Figura 13: Petjada de seguretat per vents del dia 29/04/2023 a les 10:00

Reprentant els vents de la jornada de Cansat 2023 es recomana posicionar la plataforma més al nord-est per tal de prevenir l'entrada a la zona vallada en cas de vol balístic. Les zones de caigudes obtingudes són segures i de fàcil accés.

Taula 19: Orientació i localització de la plataforma per vents del dia 29/04/2023 a les 10:00

Coordenades Plataforma	Orientació Plataforma [°]	Inclinació plataforma [°]
41.727571, 0.549729	215	80

Conclusions

Basat en la prospecció realitzada a l'Aeroport de Lleida-Alguaire i els resultats de la jornada de llançament de CanSat 2023, es consideren les instal·lacions de l'aeroport de Lleida-Alguaire com a aptes pel llançament de 18 CanSats mitjançant 3 coets Christa.

Els vents genèrics simulats demostren la viabilitat de l'esdeveniment garantint la seguretat dels participants i dels organitzadors per a pràcticament qualsevol escenari de vents, sempre tenint en compte que els vents que provenen de la zona de participants són els més crítics.

Conforme s'apropi la data de l'esdeveniment i els vents del dia de llançament estiguin disponibles s'elaborarà un nou document amb una posició de plataforma definitiva.

Bibliografia

[1] Thrust Curve Data. URL: <https://www.thrustcurve.org/motors/Cesaroni/1266J760-19A/>



ANNEX 2

DOCUMENT DE DECLARACIÓ RESPONSABLE

DECLARACIÓ DE RESPONSABILITAT

ENLAIRAMENT CANSAT-CATALUNYA
Aeroport Lleida-Alguaire / 20 abril 2024

Jo,....., amb DNI..... i com responsable de l'equip..... del centre.....

DECLARO

que he llegit i entès les normes de seguretat de l'esdeveniment i em comprometo a:

- comunicar-les als membres de l'equip i els seus acompanyants
- vetllar pel seu compliment
- col·laborar amb l'organització en el compliment de les seves indicacions

Data:

Signatura