

FORMATO PROFESIONAL INTEGRADO

REVISIÓN CRÍTICA DE DISEÑO

Critical Design Review - CDR

Criterios fundamentales de revisión de sistemas NASA + requisitos de la Convocatoria UNISEC-MX para el 9° Concurso Nacional de Lanzamientos CANSAT 2026

Campo	Información del proyecto
Nombre del equipo	
Institución	
Nombre del CANSAT	
Nombre de la misión	
Categoría	☐ Telemetría ☐ Comeback / Rover
Asesor académico	
Representante del equipo	
Fecha de entrega CDR	04 de septiembre de 2026 / ____
Versión del documento	Rev. ____
Clasificación	Documento técnico de revisión - CDR

Copyright

Copyright © 2026 UNISEC-MX. Todos los derechos reservados. Uso autorizado únicamente para fines académicos, técnicos y de evaluación de UNISEC-MX.

Uso del formato: Este documento concentra en una sola estructura los criterios NASA para CDR y los requisitos de la convocatoria UNISEC-MX. El equipo debe sustituir todos los espacios en blanco por datos verificables y anexar evidencia técnica objetiva.

Contenido del formato integrado

1. Control documental y configuración
2. Base normativa, alcance y criterio de tailoring
3. Datos del proyecto, participantes y responsabilidades
4. Paquete de entrada CDR y agenda de revisión
5. Matriz integrada NASA - UNISEC-MX
6. Requisitos técnicos del CANSAT y trazabilidad
7. Secciones obligatorias del CDR
8. Diseño detallado por subsistema
9. Integración, interfaces y línea base build-to
10. Verificación, validación, pruebas ambientales y aceptación
11. Seguridad, AMEF, riesgos y cumplimiento operativo
12. Costos, BOM, adquisiciones y cronograma
13. Criterios de éxito, dictamen CDR y firmas
14. Registros RID/RFA, acciones y anexos

1. Control documental y configuración

Elemento	Dato / registro
Código del documento	CDR-UNISEC-NASA-F01
Nombre del documento	Formato integrado de Revisión Crítica de Diseño (CDR)
Convocatoria aplicable	9° Concurso Nacional de Lanzamientos CANSAT 2026
Revisión	1.0
Responsable de elaboración	
Responsable de revisión	
Fecha de emisión	
Estado	☐ Borrador ☐ En revisión ☐ Liberado ☐ Aprobado con acciones ☐ Rechazado

1.1 Historial de versiones

Rev.	Fecha	Descripción del cambio	Autor	Aprobó
0.1		Borrador inicial		
1.0		Versión CDR para entrega a comité		

1.2 Control de cambios desde PDR

ID cambio	Sección afectada	Descripción	Origen	Impacto técnico	Estado
CHG-CDR-001			☐ RID ☐ RFA ☐ Prueba ☐ Diseño ☐ Otro	☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	☐ Abierto ☐ Cerrado
CHG-CDR-002			☐ RID ☐ RFA ☐ Prueba ☐ Diseño ☐ Otro	☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	☐ Abierto ☐ Cerrado

Regla de configuración:

Después del CDR, cualquier cambio al diseño congelado debe registrarse, justificarse y comunicarse al Comité Evaluador antes de la recepción del CANSAT. Ningún cambio crítico debe incorporarse sin análisis de impacto en requisitos, seguridad, masa, energía, comunicaciones, software y pruebas.

2. Base normativa, alcance y criterio de tailoring

El CDR integrado adapta los criterios de madurez técnica de NASA al contexto académico-competitivo del CANSAT. La adaptación no sustituye la convocatoria; la organiza en una matriz única de cumplimiento y evidencia.

Fuente	Aplicación dentro del formato	Evidencia esperada
NASA NPR 7123.1D, Appendix G, Table G-7 - CDR	Define el propósito, criterios de entrada y criterios de éxito del CDR: diseño detallado, línea base build-to, ICD, V&V, AI&T, riesgos, seguridad, costos y cronograma.	Checklist NASA CDR y dictamen de madurez.
NASA Systems Engineering Handbook Rev. 2	Aporta el enfoque de ingeniería de sistemas, trazabilidad, diseño, realización del producto, verificación, validación, integración y gestión técnica.	Trazabilidad, márgenes, riesgos y V&V.
Convocatoria UNISEC-MX CANSAT 2026	Establece requisitos de participación, misión, dimensiones, masa, telemetría, estación terrena, pruebas ambientales, documentación CDR, fechas y evaluación.	Matriz de requisitos UNISEC-MX y anexos técnicos.

2.1 Tailoring NASA aplicado a CANSAT

Criterio NASA	Adaptación CANSAT	No aplicabilidad justificada
Diseño detallado baselined	Diseño físico, electrónico, software, telemetría, estación terrena y recuperación congelados para fabricación/integración.	N/A
ICD maduros	Interfaces mecánicas, eléctricas, de datos, RF, energía, software-estación terrena y recuperación.	N/A
V&V completo	Plan de verificación y validación ligado a requisitos del concurso y al objetivo de misión.	N/A
Operaciones de sitio / lanzamiento	Plan de inspección, checklist pre-lanzamiento y protocolo de lanzamiento único desde dron a <=100 m.	N/A
RF spectrum certification	El equipo debe declarar frecuencia, potencia, modulación, ancho de banda, antena y demostrar uso permitido/autorizado conforme a lineamientos locales del concurso.	No se exige certificación NTIA; se sustituye por evidencia de frecuencia válida/autorizada.
Human rating / HSI	No aplica como certificación espacial tripulada; se conserva como seguridad de operadores, jurado, público y asesores.	Se justifica por sistema educativo no tripulado.
SCRM	Lista de proveedores, criticidad de piezas, alternativa de componentes, autenticidad de módulos críticos y control de baterías.	N/A

3. Datos del proyecto, participantes y responsabilidades

Dato	Respuesta del equipo
Nombre del equipo	
Institución de procedencia	
Porcentaje de integrantes de la institución principal	____ % (mínimo 51 % cuando aplique)
Nombre del asesor adscrito	
Representante del equipo	
Categoría	☐ Telemetría ☐ Comeback / Rover
Modalidad de lanzamiento	Liberación por dron desde altura no mayor a 100 m
Número de integrantes	____ / máximo 5
Participante de posgrado	☐ No aplica ☐ Sí, sólo para Comeback / Rover
Código de registro asignado	

3.1 Roles técnicos obligatorios / recomendados

Rol	Responsable	Funciones principales	Evidencia
Software de vuelo		Adquisición de sensores, registro, telemetría, eventos, manejo de datos, control de estados.	Repositorio, diagrama de flujo, pruebas unitarias.
Control de descenso		Paracaídas, estabilidad, liberación autónoma y recuperación. Para Comeback: liberación de paracaídas y retorno.	Diseño, pruebas, videos, datos.
Estructura mecánica		Carcasa, acomodo interno, masa, materiales, resistencia y fabricación.	Planos, CAD, masa, pruebas.
Comunicaciones y comandos		Enlace RF, antena, estación terrena, formato de telemetría, validez de frecuencia.	Link budget, pruebas de alcance, capturas.
Subsistema eléctrico		Batería, distribución de potencia, protecciones, autonomía y seguridad.	Diagrama, balance de energía, pruebas.
Seguridad y cumplimiento		AMEF, matriz de riesgos, checklist pre-lanzamiento y documentación de pruebas.	Registros firmados.

4. Paquete de entrada CDR y agenda de revisión

4.1 Criterios de entrada CDR - NASA adaptados

Criterio integrado	Evidencia requerida	Estado
Cierre documentado del PDR, RIDs, RFAs y acciones abiertas con plan de cierre aceptable.	Registro RID/RFA actualizado, control de cambios y justificación técnica.	☐ Cumple ☐ Parcial ☐ No cumple
Agenda CDR, criterios de éxito e instrucciones al comité acordadas antes de la revisión.	Agenda, lista de asistentes, roles de comité y rúbrica.	☐ Cumple ☐ Parcial ☐ No cumple
Revisiones técnicas de subsistemas realizadas: mecánica, sensores, RF, software, energía, estación terrena y recuperación.	Minutas, listas de verificación, hallazgos cerrados.	☐ Cumple ☐ Parcial ☐ No cumple
Diseño detallado baselined capaz de cumplir requisitos técnicos y métricas de desempeño.	Planos, esquemas, código, arquitectura, BOM, márgenes.	☐ Cumple ☐ Parcial ☐ No cumple
Productos build-to/code-to disponibles para pasar a fabricación, ensamble, integración y pruebas.	TDP, CAD, esquemáticos, diagramas de conexión, procedimientos.	☐ Cumple ☐ Parcial ☐ No cumple
V&V, AI&T, aceptación, seguridad, confiabilidad, riesgos, RF y suministros actualizados.	Planes, matrices, AMEF, cronograma, evidencias de pruebas.	☐ Cumple ☐ Parcial ☐ No cumple

4.2 Agenda sugerida de revisión

Bloque	Duración	Contenido mínimo	Responsable
Apertura	5 min	Objetivo CDR, alcance, reglas y criterio de decisión.	Líder / Comité
Cierre PDR	5 min	RIDs/RFAs, cambios y estado de acciones.	Sistemas
Misión y CONOPS	8 min	Objetivos, secuencia de eventos y caso de éxito.	Misión
Diseño detallado	20 min	Mecánica, sensores, RF, software, energía, estación terrena e integración.	Subsistemas
V&V y pruebas	15 min	Pruebas ambientales, repetibilidad, resultados y aceptación.	Pruebas
Seguridad y riesgos	10 min	AMEF, baterías, RF, operación, single point failures.	SMA / Seguridad

Bloque	Duración	Contenido mínimo	Responsable
Costos y cronograma	5 min	BOM, compras, ruta a integración y lanzamiento.	Gestión
Preguntas y dictamen	10 min	RIDs/RFAs nuevos, decisión de salida CDR.	Comité

5. Matriz integrada NASA - UNISEC-MX

Principio de no duplicidad: Cada requisito se registra una sola vez en la matriz maestra. Las secciones posteriores sólo deben referenciar el ID del requisito, la evidencia y el estado de cumplimiento, evitando repetir texto normativo.

ID	Fuente	Requisito integrado	Sección CDR	Evidencia objetiva	Estado
NASA-CDR-01	NASA	Diseño detallado baselined con capacidad de cumplir todos los requisitos técnicos y medidas de desempeño.	III-X	TDP, planos, esquemas, código, matrices.	☐
NASA-CDR-02	NASA	ICD y control de interfaces maduros para fabricación, ensamble, integración y pruebas.	IX	ICD mecánico, eléctrico, datos, RF, software.	☐
NASA-CDR-03	NASA	Plan de verificación y validación completo, trazable y listo para ejecución.	XII	Matriz V&V, procedimientos, criterios de aceptación.	☐
NASA-CDR-04	NASA	Plan AI&T y procedimientos de aceptación listos para baselining.	IX-XII	Procedimientos, secuencia, recursos, criterios.	☐
NASA-CDR-05	NASA	Márgenes técnicos y programáticos adecuados: masa, potencia, memoria, datos, enlace y cronograma.	III, VIII, XI, XIV	Tabla de márgenes y TPM.	☐
NASA-CDR-06	NASA	Riesgos de seguridad y éxito de misión entendidos, evaluados y con mitigación.	XI	Matriz de riesgos, AMEF, peligros.	☐
NASA-CDR-07	NASA	Software con arquitectura, criterios de aceptación, pruebas y control de configuración.	VII	Flujo, estados, repositorio, pruebas.	☐
NASA-CDR-08	NASA	RF, espectro, antena y telemetría documentados con parámetros reales o de diseño.	VI, X	Ficha RF, frecuencia válida, link budget.	☐
NASA-CDR-09	NASA	Procura, proveedores y piezas críticas alineadas al cronograma y con mitigación SCRM.	XIII-XIV	BOM, proveedores, alternativas.	☐
NASA-CDR-10	NASA	Single point failures identificados con efectos y racional de aceptación.	XI	Tabla SPF y AMEF.	☐

Principio de no duplicidad: Cada requisito se registra una sola vez en la matriz maestra. Las secciones posteriores sólo deben referenciar el ID del requisito, la evidencia y el estado de cumplimiento, evitando repetir texto normativo.

ID	Fuente	Requisito integrado	Sección CDR	Evidencia objetiva	Estado
UNISEC-CDR-01	Convocatoria	CDR con resumen de cambios desde PDR en subsistemas donde aplique.	IV-XII	Control de cambios por sección.	☐
UNISEC-MIS-01	Convocatoria	Misión específica con objetivo general, justificación, objetivos específicos, secuencia de eventos y análisis de datos.	II	CONOPS, objetivos medibles, metodología.	☐
UNISEC-TEL-01	Convocatoria	Telemetría en tiempo real con variables requeridas y variables de misión.	V-VII	Lista de sensores, trama, gráficos.	☐
UNISEC-TEL-02	Convocatoria	Datos en unidades SI, formato científico y gráficos vs tiempo y altura.	VII, X	Interfaz de estación terrena, capturas.	☐
UNISEC-FIS-01	Convocatoria	CANSAT Telemetría: diámetro <=66 mm, altura <=115 mm, masa <=355 g considerando antena.	IV	CAD, fotografías, medición de masa.	☐
UNISEC-FIS-02	Convocatoria	CANSAT Rover: dimensiones hasta 146 mm x 240 mm, masa <=600 g considerando antena.	IV	CAD, medición, verificación.	☐ /N.A.
UNISEC-ANT-01	Convocatoria	Antena <=15 cm desde el cuerpo principal, asegurada y sin interferir con lanzamiento/equipos.	VI	Plano, fotografía, medición.	☐
UNISEC-PWR-01	Convocatoria	Fuente de energía autónoma para vuelo y transmisión; baterías de litio protegidas.	VIII	Balance de energía, protección, prueba autonomía.	☐
UNISEC-REC-01	Convocatoria	Paracaídas autónomo, sin control remoto ni intervención externa después del lanzamiento.	IV, XI	Mecanismo, prueba, video.	☐
UNISEC-CB-01	Convocatoria	Para Comeback/Rover: liberación de paracaídas no remota y retorno al punto de lanzamiento.	IV, VII, XI	Prueba de liberación y retorno.	☐ /N.A.
UNISEC-GND-01	Convocatoria	Estación terrena con fuente propia de energía, recepción, visualización y registro de datos.	X	Arquitectura, laptop/batería, software.	☐
UNISEC-TST-01	Convocatoria	Pruebas de caída a 1.5 m y 5 m, superficie rígida, configuración de vuelo, medición instrumental y video.	XII	Registro, video, datos, gráficas.	☐

Principio de no duplicidad: Cada requisito se registra una sola vez en la matriz maestra. Las secciones posteriores sólo deben referenciar el ID del requisito, la evidencia y el estado de cumplimiento, evitando repetir texto normativo.

ID	Fuente	Requisito integrado	Sección CDR	Evidencia objetiva	Estado
UNISEC-TST-02	Convocatoria	Prueba térmica: -20 °C durante 2 h y 55-60 °C durante 2 h.	XII	Datos, gráficas, fotografías.	☐
UNISEC-TST-03	Convocatoria	Repetibilidad obligatoria: tres repeticiones por condición, promedio y desviación estándar.	XII	Tabla estadística.	☐
UNISEC-TST-04	Convocatoria	Reporte experimental: montaje, instrumentación, condición, datos, gráficas, análisis y conclusiones.	XII	Reporte anexo.	☐
UNISEC-SAFE-01	Convocatoria	No usar materiales peligrosos ni procedimientos no documentados; pruebas deben ser medibles, reproducibles y documentadas.	XI-XII	Materiales, SOP, evidencias.	☐
UNISEC-LCH-01	Convocatoria	Checklist pre-lanzamiento: estructura, paracaídas, batería, telemetría, frecuencia, zona, meteorología.	XI	Checklist firmado.	☐
UNISEC-ID-01	Convocatoria	CANSAT etiquetado con nombre del equipo y número de identificación asignado.	IV	Fotografía y registro.	☐

6. Requisitos técnicos del CANSAT y trazabilidad

6.1 Declaración de misión y medidas de éxito

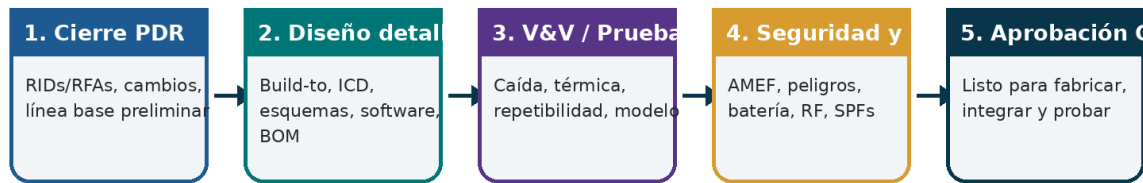
Elemento	Definición a completar	Métrica / criterio de aceptación
Necesidad de misión		Debe relacionarse con problema científico/tecnológico medible.
Objetivo general		Debe ser verificable con datos de vuelo o simulación.
Objetivos específicos	1) ____ 2) ____ 3) ____	Cada objetivo debe tener variable, umbral y método de análisis.
Caso nominal		Secuencia desde armado hasta recuperación.
Criterio de éxito mínimo		Debe cubrir al menos 80 % de objetivos de diseño declarados para habilitar lanzamiento.
Criterio de éxito total		Cumplimiento de misión general y específica sin condición insegura.

6.2 Matriz de trazabilidad de requisitos

Req. ID	Requisito	Origen	Subsistema asignado	Método V&V	Evidencia	Estado
		☐ NASA ☐ UNISEC ☐ Derivado		☐ I ☐ A ☐ T ☐ D		☐ Abierto ☐ Verificado
		☐ NASA ☐ UNISEC ☐ Derivado		☐ I ☐ A ☐ T ☐ D		☐ Abierto ☐ Verificado
		☐ NASA ☐ UNISEC ☐ Derivado		☐ I ☐ A ☐ T ☐ D		☐ Abierto ☐ Verificado

Leyenda V&V: I = Inspección, A = Análisis, T = Prueba, D = Demostración.

CDR integrado: NASA + UNISEC-MX CANSAT 2026



Decisión de salida CDR

- Diseño detallado maduro
- Márgenes técnicos positivos
- V&V completo y trazable
- Riesgo residual aceptable
- Cumplimiento físico y operativo de convocatoria
- Plan AI&T listo

Producto de revisión

Paquete CDR con matriz única de requisitos, TDP, ICDs, AMEF, evidencia de pruebas, cronograma y dictamen de autorización para fabricación, integración y pruebas.

Figura 1. Flujo de decisión CDR integrado NASA + UNISEC-MX.

7. Secciones obligatorias del CDR

Estructura armonizada: Las secciones I-XV corresponden al contenido CDR de la convocatoria. En cada sección se agregan campos de madurez NASA: línea base, evidencia, interfaces, V&V, riesgos, márgenes y acciones abiertas.

Sección	Título	Contenido integrado requerido
I	Introducción	Nombre del equipo, nombre del CANSAT, misión, integrantes y funciones.
II	Resumen de la misión	Objetivo general, justificación, objetivos específicos, secuencia de eventos y análisis de datos.
III	Descripción general del sistema	Requisitos técnicos, descripción general del diseño y arquitectura.
IV	Estructura y partes mecánicas	Consideraciones, resumen de cambios desde PDR, análisis/diseño, descenso, recuperación, materiales, distribución, balance de masa y pruebas.

Estructura armonizada: Las secciones I-XV corresponden al contenido CDR de la convocatoria. En cada sección se agregan campos de madurez NASA: línea base, evidencia, interfaces, V&V, riesgos, márgenes y acciones abiertas.

Sección	Título	Contenido integrado requerido
V	Subsistema de sensores	Requisitos, cambios desde PDR, selección, acondicionamiento de señal y pruebas.
VI	Radiocomunicación	Descripción, cambios desde PDR, requisitos, procesador/memoria, RF/antena, pruebas y dispositivo audible.
VII	Software de vuelo y manejo de datos	Requisitos, cambios desde PDR, arquitectura, desarrollo, formato de telemetría y manejo de datos.
VIII	Sistema de energía	Requisitos, cambios desde PDR, diagrama a bloques, consumo y fuente de energía.
IX	Integración de subsistemas	Requisitos, cambios desde PDR, integración, diagrama esquemático general e ICD.
X	Estación terrena	Requisitos, cambios desde PDR, hardware, antena, software y pruebas.
XI	Medición, análisis y mejora	Cambios desde PDR, flujo de proceso, puntos críticos, plan de control, AMEF y acciones correctivas/preventivas.
XII	Pruebas del CANSAT	Cambios desde PDR, diseño de pruebas, resultados, memoria gráfica y acciones implementadas.
XIII	Estimación de costos	BOM preliminar/final con análisis de costos, proveedores, criticidad y alternativas.
XIV	Planeación general de actividades	Actividades, recursos, responsables, fechas y ruta hacia integración/lanzamiento.
XV	Resumen y conclusiones	Estado de madurez CDR, riesgos residuales, acciones abiertas y recomendación de salida.

8. Diseño detallado por subsistema

8.1 I. Introducción

Campo	Contenido a documentar
Nombre del equipo	
Nombre del CANSAT	
Nombre de la misión	
Categoría	☐ Telemetría ☐ Comeback/Rover
Integrantes y funciones	Anexar tabla de roles y responsabilidades.
Acrónimos técnicos	Incluir lista controlada.

8.2 II. Resumen de la misión

Elemento	Redacción / evidencia	Requisito ligado
Objetivo general		UNISEC-MIS-01
Justificación		UNISEC-MIS-01
Objetivos específicos		UNISEC-MIS-01

Elemento	Redacción / evidencia	Requisito ligado
Secuencia de eventos	T-60 min, armado; T-10 min, checklist; T0, liberación; descenso; adquisición; recuperación/retorno; análisis.	UNISEC-MIS-01
Metodología de análisis de datos	Filtrado, sincronización temporal, unidades SI, gráficas vs tiempo/altura, evaluación de incertidumbre.	UNISEC-TEL-02

8.3 III. Descripción general del sistema

Elemento	Descripción CDR	Evidencia
Arquitectura física	Diagrama de bloques final: estructura, energía, MCU, sensores, RF, memoria, GPS, cámara, buzzer, recuperación y estación terrena.	Figura / anexo
Arquitectura funcional	Funciones asignadas a subsistemas y estados de misión.	Modelo funcional
Requisitos técnicos	Listado trazable a matriz maestra.	Matriz de trazabilidad
Márgenes técnicos	Masa, energía, memoria, tasa de datos, enlace RF, autonomía y cronograma.	Tabla TPM
Línea base de diseño	Versión congelada para fabricación, ensamble, integración y pruebas.	Control de configuración

8.4 IV. Estructura y partes mecánicas

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Dimensiones, masa, antena, identificación, materiales seguros, resistencia, configuración de vuelo.	
Resumen de cambios desde PDR	Registrar cambio, motivo, impacto, evidencia y estado.	
Diseño detallado	CAD final, exploded view, fijaciones, tolerancias, ubicación de sensores, acceso a batería, sujeción de antena.	
Análisis	Masa, centro de gravedad, carga de impacto, estabilidad de descenso, manufacturabilidad.	
Sistema de descenso y recuperación	Paracaídas autónomo, mecanismo, plegado, sujeción, dispositivo audible; en Rover, liberación no remota.	
Materiales	Tipo, proceso, compatibilidad, no peligrosidad, resistencia térmica y mecánica.	
Pruebas	Caída, vibración/impacto funcional, verificación dimensional y masa.	

8.5 V. Subsistema de sensores

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Temperatura interna/externa, humedad, altitud, velocidad de descenso, longitud/GPS, aceleración, vibraciones, imagen/video y variables de misión.	
Selección y justificación	Rango, resolución, exactitud, frecuencia de muestreo, masa, consumo, interfaz.	
Acondicionamiento de señal	Filtros, calibración, conversión de unidades, timestamp, sincronización.	
Pruebas	Calibración, respuesta temporal, coherencia, ruido, repetibilidad.	

8.6 VI. Sistema de radiocomunicación

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Transmisión en tiempo real, frecuencia válida, antena ≤ 15 cm, enlace estable y eficiente.	
Diseño RF	Frecuencia, modulación, potencia, tasa de datos, protocolo, direccionamiento y formato de paquete.	
Procesador y memoria	MCU, memoria no volátil, buffers, tasa de escritura, protección de datos.	
Antena	Tipo, polarización, ganancia, montaje, longitud, ubicación e interferencias.	
Pruebas	Alcance, pérdida de paquetes, recepción por estación, operación con batería.	

8.7 VII. Software de vuelo y manejo de datos

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Adquisición, registro, transmisión, eventos, salud del sistema, formato de telemetría.	
Arquitectura de software	Estados: reposo, armado, liberación, descenso, aterrizaje, recuperación, falla segura.	
Formato de telemetría	ID, timestamp, altitud, sensores, GPS, batería, estado, checksum, variable específica.	
Pruebas	Unitarias, integración hardware-in-the-loop, pérdida de señal, reinicio, integridad de datos.	

8.8 VIII. Sistema de energía

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Autonomía para vuelo/transmisión, fuente propia, protección de batería de litio.	
Diseño eléctrico	Batería, reguladores, protecciones, conectores, distribución, carga y apagado seguro.	
Balance de energía	Consumo por subsistema, ciclo de trabajo, margen de energía y autonomía.	
Pruebas	Autonomía, caída de tensión, carga máxima, temperatura, seguridad de batería.	

8.9 IX. Integración de subsistemas

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Integración física, eléctrica, de datos, software, RF y estación terrena.	
ICD	Interfaces mecánicas, conectores, buses, tensión, tasa de datos, montaje, encapsulado.	
Diagrama esquemático general	Conexiones definitivas, referencias, pines, protecciones y puntos de prueba.	
AI&T	Secuencia de ensamble, inspección, integración incremental, pruebas de aceptación.	

8.10 X. Estación terrena

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Requisitos aplicables	Diseño propio, alimentación autónoma, recepción, visualización en tiempo real y montaje en sitio.	

Subsección	Contenido mínimo CDR	Evidencia / anexo
Hardware	Laptop, receptor RF, antena, fuente, soporte, cableado, respaldo de energía.	
Software	Dashboard, almacenamiento, gráficas vs tiempo/altura, unidades SI, formato científico.	
Pruebas	Recepción, visualización, registro, sincronización, autonomía y operación en campo.	

9. Integración, interfaces y línea base build-to

9.1 Registro de productos build-to / code-to

Producto	Versión	Responsable	Ubicación / anexo	Estado CDR
CAD mecánico final				☐ Baseline ☐ Pendiente
Planos de fabricación				☐ Baseline ☐ Pendiente
Esquemático eléctrico				☐ Baseline ☐ Pendiente
PCB / protoboard cableado				☐ Baseline ☐ Pendiente
Firmware de vuelo				☐ Baseline ☐ Pendiente
Software estación terrena				☐ Baseline ☐ Pendiente
Procedimientos de integración				☐ Baseline ☐ Pendiente
Procedimientos de prueba				☐ Baseline ☐ Pendiente

9.2 Matriz ICD - Interfaces críticas

ICD	Elemento A	Elemento B	Tipo	Parámetros controlados	Método de verificación
ICD-MEC-01	Estructura	Paracaídas	Mecánica	Punto de sujeción, volumen, liberación	Inspección / prueba
ICD-ELE-01	Batería	Reguladores	Eléctrica	V, I, polaridad, protección	Medición
ICD-DAT-01	MCU	Sensores	Datos	Bus, tasa, direcciones, timestamp	Prueba funcional
ICD-RF-01	CANSAT	Estación terrena	RF	Frecuencia, potencia, antena, protocolo	Prueba de enlace
ICD-SW-01	Firmware	Dashboard	Software	Trama, checksum, unidades	Prueba HIL

10. Verificación, validación, pruebas ambientales y aceptación

10.1 Matriz V&V

Req. ID	Criterio de aceptación	Método	Procedimiento	Datos a registrar	Resultado
UNISEC-FIS-01/02	Dimensiones y masa dentro de límite	I/T	Medición con calibrador y báscula	Dimensiones, masa, fotografías	☐ Aprobado ☐ No
UNISEC-TEL-01	Variables recibidas en tiempo real	T/D	Prueba de transmisión en banco/campo	Paquetes recibidos, pérdida, gráficas	☐ Aprobado ☐ No
UNISEC-TEL-02	Datos SI, formato científico, gráficas vs tiempo y altura	I/D	Revisión dashboard	Capturas y CSV	☐ Aprobado ☐ No
UNISEC-TST-01	Estructura íntegra tras caída	T	Caída 1.5 m y 5 m x3	Aceleración, impacto, video	☐ Aprobado ☐ No
UNISEC-TST-02	Operación antes/durante/después de prueba térmica	T	-20 °C 2 h y 55-60 °C 2 h	Temperatura, salud, telemetría	☐ Aprobado ☐ No

Req. ID	Criterio de aceptación	Método	Procedimiento	Datos a registrar	Resultado
UNISEC-PWR-01	Autonomía superior a misión + margen	T/A	Prueba de descarga nominal	Voltaje, corriente, tiempo	☐ Aprobado ☐ No
NASA-CDR-05	Márgenes técnicos positivos	A	Cálculo de márgenes	Masa, potencia, memoria, enlace	☐ Aprobado ☐ No

10.2 Formato de prueba ambiental - caída

Campo	Condición 1	Condición 2	Condición 3
Altura	1.5 m	5 m	Otra: ____
Superficie	☐ Concreto ☐ Rígida: ____	☐ Concreto ☐ Rígida: ____	
Configuración	☐ Vuelo real	☐ Vuelo real	
Repetición 1	Resultado: ____	Resultado: ____	Resultado: ____
Repetición 2	Resultado: ____	Resultado: ____	Resultado: ____
Repetición 3	Resultado: ____	Resultado: ____	Resultado: ____
Promedio			
Desviación estándar			
Evidencia	Video / CSV / fotografías	Video / CSV / fotografías	
Criterio	☐ Estructura íntegra ☐ Electrónica operativa ☐ Datos coherentes	☐ Estructura íntegra ☐ Electrónica operativa ☐ Datos coherentes	

10.3 Formato de prueba térmica

Condición	Duración	Repeticiones	Datos	Criterio de aceptación	Resultado
Frío: -20 °C	2 h	3	Temperatura, voltaje, telemetría, estado	Operación antes/durante/después, sin daño ni condensación crítica	☐ Aprobado ☐ No
Calor: 55-60 °C	2 h	3	Temperatura, voltaje, telemetría, estado	Operación antes/durante/después, sin deformación ni falla	☐ Aprobado ☐ No

10.4 Criterios de aceptación experimental

Nivel	Criterio	Acción CDR
Excelente	Datos reproducibles con validación teórica	Aceptar como evidencia sólida.
Bueno	Datos consistentes	Aceptar; solicitar mejora si afecta requisito crítico.
Aceptable	Datos limitados pero válidos	Aceptar con RFA y plan de cierre.
No válido	Datos no reproducibles	No aceptar como evidencia técnica; requiere repetición.

11. Seguridad, AMEF, riesgos y cumplimiento operativo

11.1 Checklist de seguridad y pre-lanzamiento

Ítem	Criterio	Evidencia	Estado
Estructura	Sistema estructural íntegro, sin desprendimientos ni bordes peligrosos.	Inspección visual	☐
Paracaídas	Funcional, autónomo y correctamente instalado.	Prueba / inspección	☐

Ítem	Criterio	Evidencia	Estado
Batería	Cargada, segura y protegida contra cortocircuito/sobrecalentamiento.	Medición / foto	☐
Telemetría	Operativa antes de liberación.	Recepción de datos	☐
Frecuencia	Frecuencia válida/autorizada y no interferente.	Ficha RF	☐
Zona	Zona despejada y controlada.	Confirmación comité	☐
Meteorología	Condiciones aceptables según comité.	Registro	☐
Asesor	Sin intervención del asesor durante lanzamiento.	Compromiso firmado	☐

11.2 AMEF del sistema

ID	Modo de falla	Efecto	Causa	S	O	D	NPR	Control / mitigación	Responsable	Estado
F-001	No despliegue de paracaídas	Impacto duro / daño	Mala liberación o empaquetado					Prueba x3, inspección, checklist		☐
F-002	Pérdida de telemetría	Datos incompletos	Antena, batería, distancia, software					Prueba de enlace, buffer local, buzzer		☐
F-003	Falla de batería	Apagado	Corto, baja carga, temperatura					Protección, prueba autonomía, inspección		☐
F-004	Lectura errónea sensor	Datos inválidos	Calibración, ruido, montaje					Calibración, validación contra patrón		☐
F-005	Rover no retorna	Falla objetivo Comeback	Navegación, tracción, GPS, liberación					Pruebas retorno, geocerca, modo seguro		☐ N.A.

S = Severidad, O = Ocurrencia, D = Detección, NPR = Número de prioridad de riesgo.

11.3 Matriz de riesgos

Riesgo	Prob.	Impacto	Nivel	Mitigación	Disparador	Plan de contingencia
	☐ B ☐ M ☐ A	☐ B ☐ M ☐ A				
	☐ B ☐ M ☐ A	☐ B ☐ M ☐ A				

11.4 Single Point Failures (SPF)

SPF ID	Elemento único de falla	Efecto en misión	Racional de aceptación	Mitigación / respaldo
SPF-001				
SPF-002				

12. Costos, BOM, adquisiciones y cronograma

12.1 BOM - Bill of Materials

Ítem	Subsistema	Descripción	Cantidad	Proveedor	Costo unitario	Costo total	Criticidad	Alternativa
					\$	\$	☐ Alta ☐ Media ☐ Baja	
					\$	\$	☐ Alta ☐ Media ☐ Baja	

Ítem	Subsistema	Descripción	Cantidad	Proveedor	Costo unitario	Costo total	Criticidad	Alternativa
					\$	\$	☐ Alta ☐ Media ☐ Baja	

12.2 Margen de recursos técnicos

Recurso	Límite / presupuesto	Estimado CDR	Margen	Estado
Masa CANSAT	355 g Telemetría / 600 g Rover	____ g	____ %	☐ OK ☐ Riesgo
Altura / diámetro	66 mm x 115 mm Telemetría; 146 mm x 240 mm Rover	____	____	☐ OK ☐ Riesgo
Longitud antena	<=15 cm	____ cm	____ %	☐ OK ☐ Riesgo
Energía	Autonomía misión + margen	____ Wh	____ %	☐ OK ☐ Riesgo
Memoria	Datos completos de misión	____ MB	____ %	☐ OK ☐ Riesgo
Enlace RF	Telemetría en tiempo real	____ dB margen	____ dB	☐ OK ☐ Riesgo
Cronograma	Entrega CDR 04-sep-2026; lanzamiento 08-oct-2026	____ días holgura	____ días	☐ OK ☐ Riesgo

12.3 Cronograma hacia CDR, integración y lanzamiento

Hito	Fecha convocatoria / plan	Responsable	Evidencia	Estado
Entrega CDR	04 de septiembre de 2026		Documento CDR	☐
Cierre de diseño			Acta de baseline	☐
Fabricación			Fotos / orden de trabajo	☐
Integración			Registro AI&T	☐
Pruebas ambientales	Antes de exposición/lanzamiento		Videos y datos	☐
Inspección previa al lanzamiento	08 de octubre de 2026		Checklist	☐
Lanzamiento	08 de octubre de 2026		Datos de misión	☐
PFR	09 de octubre de 2026		Reporte PFR	☐

13. Criterios de éxito, dictamen CDR y firmas

13.1 Criterios de éxito CDR - NASA adaptados

Criterio	Evidencia	Estado
El diseño detallado se espera que cumpla los requisitos con márgenes adecuados.	Matriz de requisitos, márgenes, análisis y pruebas.	☐
Los ICD son suficientemente maduros para pasar a fabricación, ensamble, integración y pruebas.	ICD firmados o controlados.	☐
Costos y cronograma son creíbles para el alcance del concurso.	BOM y cronograma con holguras.	☐
Existe alta confianza en la línea base del producto y documentación build-to/code-to.	TDP y baseline CDR.	☐
Los requisitos y planes de verificación/validación están completos.	Matriz V&V y procedimientos.	☐
El enfoque de pruebas, AI&T y operaciones de lanzamiento es suficiente.	Plan AI&T, pruebas ambientales, checklist.	☐
Los riesgos de seguridad y éxito de misión están evaluados y mitigados.	AMEF, matriz de riesgos, seguridad batería/RF.	☐

Criterio	Evidencia	Estado
Se demuestra cumplimiento de normas, procesos y restricciones aplicables.	Matriz NASA-UNISEC-MX.	☐
TBD/TBR están identificados con plan de cierre.	Registro TBD/TBR.	☐
La manufacturabilidad, adquisición y piezas críticas están controladas.	BOM, proveedores, alternativas.	☐

13.2 Dictamen de salida CDR

Decisión	Condición de salida	Marcar		
Aprobado	Diseño listo para fabricación, ensamble, integración y pruebas sin acciones críticas abiertas.	☐		
Aprobado con acciones	Diseño puede avanzar, pero debe cerrar RFAs/RIDs antes de hito definido.	☐		
Revisión diferida	Falta evidencia esencial; se requiere revisión complementaria.	☐		
No aprobado	Riesgo técnico/seguridad/cumpliment o no aceptable.	☐		
Conclusión del comité				
Acciones críticas requeridas				
Fecha límite de cierre				
Condiciones para autorización de lanzamiento				
Rol	Nombre	Institución / área	Firma	Fecha
Líder del equipo				
Responsable de sistemas				
Responsable de seguridad				
Asesor académico				
Presidente del Comité Evaluador				
Representante UNISEC-MX				

14. Registros RID/RFA, acciones y anexos

14.1 Registro RID / RFA

ID	Tipo	Sección	Descripción	Criticidad	Responsable	Fecha cierre	Estado
RID-001	☐ RID ☐ RFA			☐ Alta ☐ Media ☐ Baja			☐ Abierto ☐ Cerrado
RID-002	☐ RID ☐ RFA			☐ Alta ☐ Media ☐ Baja			☐ Abierto ☐ Cerrado
RFA-001	☐ RID ☐ RFA			☐ Alta ☐ Media ☐ Baja			☐ Abierto ☐ Cerrado

14.2 TBD / TBR

ID	Tipo	Descripción	Impacto	Plan de cierre	Fecha	Responsable
TBD-001	☐ TBD ☐ TBR					
TBR-001	☐ TBD ☐ TBR					

14.3 Lista de anexos obligatorios / recomendados

Anexo	Descripción	Tipo	Incluido
A	Matriz de requisitos y trazabilidad completa	Obligatorio	☐
B	Planos mecánicos, CAD y verificación dimensional	Obligatorio	☐
C	Esquemáticos eléctricos, distribución de energía y protección de batería	Obligatorio	☐
D	Código / diagrama de flujo de software de vuelo y estación terrena	Obligatorio	☐
E	Formato de telemetría, ejemplo de CSV y capturas de dashboard	Obligatorio	☐
F	Link budget, frecuencia, antena y pruebas de radiocomunicación	Obligatorio	☐
G	Pruebas ambientales: caída, térmica, repetibilidad, estadísticas, videos	Obligatorio	☐
H	AMEF, riesgos, SPF, checklist pre-lanzamiento	Obligatorio	☐
I	BOM, costos, proveedores, alternativas y control SCRM	Obligatorio	☐
J	Cronograma y ruta de integración/lanzamiento	Obligatorio	☐
K	Validación contra modelo, simulación o datos separados	Recomendado	☐

15. Rúbrica de revisión CDR integrada

Esta rúbrica permite al equipo autoevaluar el CDR antes de su envío. No sustituye la rúbrica oficial del jurado; organiza los criterios de diseño, evidencia y madurez para incrementar la calidad de revisión.

Bloque	Criterio	Puntaje sugerido	Evidencia mínima
Documentación	CDR completo, coherente, trazable y sin duplicidad.	20	Secciones I-XV + matriz maestra
Diseño técnico	Diseño detallado con baseline build-to y márgenes positivos.	25	TDP, CAD, esquemáticos, código
Cumplimiento convocatoria	Dimensiones, masa, antena, telemetría, estación terrena, pruebas y seguridad.	20	Checklist UNISEC-MX
V&V y pruebas	Pruebas ambientales reproducibles, medibles y documentadas.	15	Datos, gráficos, promedio, desviación estándar
Riesgo / seguridad	AMEF, riesgos, batería, RF, SPFs y mitigaciones.	10	Matriz firmada
Gestión	BOM, proveedores, costos, cronograma y acciones abiertas.	10	BOM + plan de cierre

16. Referencias

NASA. NPR 7123.1D, NASA Systems Engineering Processes and Requirements, Appendix G, Table G-7 - Critical Design Review Entrance and Success Criteria.

NASA. NASA Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2016-6105 Rev. 2.

UNISEC-MX. Convocatoria del 9° Concurso Nacional de Lanzamientos CANSAT 2026.