

FORMATO PROFESIONAL REVISIÓN PRELIMINAR DE DISEÑO

(Preliminary Design Review - PDR)

9° Concurso Nacional de Lanzamientos de CANSAT 2026

Versión integrada: criterios fundamentales de revisión de sistemas y requisitos de la convocatoria
UNISEC-MX

Código del documento	PDR-CANSAT-UNISEC-MX-2026-F01
Versión	2.0 - Integrada con convocatoria
Aplicación	Equipos categoría Telemetría y Comeback/Rover
Uso	Documento de entrega PDR al registro del equipo y guía de revisión técnica
Fecha de emisión	Julio de 2026
Copyright	Copyright © 2026 UNISEC-MX. Todos los derechos reservados. Uso autorizado únicamente para fines académicos, técnicos y de evaluación de UNISEC-MX.

Nota de control de duplicidad: Este formato declara cada requisito una sola vez dentro de la Matriz Maestra de Requisitos Integrados. Las secciones técnicas posteriores deben referenciar el ID del requisito correspondiente, evitando repetir texto normativo o narrativo.

0. Guía rápida de uso del formato

Este documento debe completarse como paquete técnico PDR. La revisión debe demostrar que el diseño preliminar es técnicamente coherente, verificable, seguro, factible con los recursos declarados y alineado con los requisitos de la convocatoria del concurso.

- Use la Matriz Maestra de Requisitos Integrados como única fuente de verdad del documento.
- Cuando una sección solicite evidencia, cite el ID de requisito, el análisis, el diagrama, el cálculo, la prueba o el anexo correspondiente.
- Las respuestas C, CP, NC, NA, TBD o TBR deben generar acción de cierre en el registro RID/RFA.
- El comité PDR debe emitir dictamen: aprobado, aprobado condicionado o no aprobado.

Índice funcional

Sección	Contenido
1	Control documental y datos administrativos
2	Mapa de cumplimiento convocatoria - PDR
3	Identificación del equipo, elegibilidad y categoría
4	Resumen de misión y concepto de operaciones
5	Matriz Maestra de Requisitos Integrados
6	Arquitectura del sistema y asignación por subsistema
7	Diseño preliminar mecánico, descenso y recuperación
8	Sensores, telemetría, software y manejo de datos
9	Sistema de radiocomunicación y estación terrena
10	Sistema eléctrico, energía y seguridad de baterías
11	Integración, interfaces y configuración
12	Plan preliminar de verificación, validación y pruebas ambientales
13	Riesgos, seguridad, AMEF y aseguramiento de misión
14	BOM, costo, recursos y cronograma
15	Criterios de éxito, evaluación PDR y dictamen
16	RID/RFA, acciones de cierre, firmas y anexos

1. Control documental y datos administrativos

Nombre del equipo	
Nombre del CANSAT	
Nombre de la misión	
Institución de procedencia	
Categoría [Telemetría/Comeback]	
Representante del equipo	
Asesor institucional	
Correo del representante	
Teléfono de contacto	
Fecha de entrega PDR	
Liga o folio de registro	

1.1 Control de versiones

Versión	Fecha	Sección modificada	Descripción del cambio	Responsable	Aprobación
1.0		Documento completo	Versión inicial del PDR		

1.2 Lista de distribución y aprobación

Nombre	Rol	Institución	Correo	Firma / visto bueno
	Representante del equipo			
	Asesor			
	Responsable de software de vuelo			
	Responsable de estructura mecánica			
	Responsable de comunicaciones			
	Comité PDR			

1.3 Datos de la convocatoria aplicables al PDR

Campo	Dato de control
Evento	9° Concurso Nacional de Lanzamientos de CANSAT 2026, 2° Congreso Internacional de Ingeniería Cosmonáutica.
Sede	Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Puebla, Puebla, México.
Modalidad de lanzamiento	Liberación mediante dron desde altura no mayor a 100 m.

Campo	Dato de control
Categorías	Telemetría y Comeback/Rover.
Entrega PDR	Se entrega con la solicitud de inscripción/registro del equipo.
CDR	Entrega el 04 de septiembre de 2026.
Inspección y lanzamiento	Inspección previa y lanzamiento el 08 de octubre de 2026.
PFR y presentación final	Entrega de PFR, presentaciones, premiación y clausura el 09 de octubre de 2026.

2. Mapa de cumplimiento convocatoria - PDR

La siguiente matriz integra el contenido PDR requerido por la convocatoria y lo vincula con secciones únicas de este formato para evitar duplicidad. El equipo debe llenar la sección indicada y, cuando sea necesario, anexar evidencia técnica.

PDR Conv.	Contenido requerido	Sección única del formato	Evidencia esperada
I	Introducción: equipo, CANSAT, misión, miembros y funciones.	1, 3	Tabla de equipo, roles y responsabilidades.
II	Resumen de misión: misión, objetivo general, justificación, objetivos específicos, secuencia de eventos y metodología de análisis de datos.	4	Resumen de misión, ConOps y plan de análisis.
III	Descripción general del sistema: requisitos técnicos, estructura y partes mecánicas.	5, 6, 7	Matriz de requisitos y arquitectura de sistema.
IV	Estructura y partes mecánicas: diseño, análisis preliminar, descenso/recuperación, materiales, distribución y balance de masa.	7	Diseño mecánico y balance de masa preliminar.
V	Subsistema de sensores: requisitos, selección de sensores y acondicionamiento de señales.	8	Matriz de sensores y señales.
VI	Radiocomunicación: requisitos, procesador, memoria, radio, antena y dispositivo audible de recuperación.	8, 9	Arquitectura de datos, RF y estación terrena.
VII	Software de vuelo y manejo de datos: diseño, desarrollo, formato de telemetría y datos.	8	Plan de software y telemetría.
VIII	Sistema de energía: requisitos, diagrama a bloques, consumo y fuente de energía.	10	Presupuesto energético y seguridad de batería.
IX	Integración de subsistemas: requisitos, integración y diagrama esquemático general preliminar.	11	ICD preliminar e integración.
X	Estación terrena: requisitos, hardware, antena y software.	9	Diseño de estación terrena.
XI	Medición, análisis y mejora: flujo de proceso, puntos críticos, plan de control, riesgos, AMEF y acciones correctivas/preventivas.	13, 16	Riesgos, AMEF, RID/RFA y plan de cierre.
XII	Pruebas del CANSAT: diseño de pruebas y formato de registro.	12	Plan V&V y registros de pruebas.
XIII	Estimación de costos: BOM preliminar con análisis de costos.	14	BOM y estimación de costos.
XIV	Planeación general: actividades, recursos y fechas.	14	Cronograma y ruta crítica.

PDR Conv.	Contenido requerido	Sección única del formato	Evidencia esperada
XV	Resumen.	15	Resumen ejecutivo y dictamen PDR.

Regla documental: No copie el mismo texto en varias secciones. Cuando un requisito ya esté descrito en la Matriz Maestra, use su ID y agregue únicamente el análisis, decisión de diseño o evidencia específica que corresponda.

3. Identificación del equipo, elegibilidad y categoría

3.1 Integrantes y responsabilidades por subsistema

No.	Nombre completo	Institución	Rol / subsistema	Responsabilidad técnica	Correo	Firma
1			Software de vuelo			
2			Control de descenso			
3			Estructura mecánica			
4			Comunicaciones y comandos			
5			Subsistema eléctrico			

3.2 Checklist administrativo de elegibilidad

ID	Requisito administrativo	Estado	Observaciones
ADM-01	Equipo integrado por estudiantes de licenciatura; en Comeback puede participar un estudiante de posgrado.	☐ Sí ☐ No ☐ N/A	
ADM-02	Equipo con máximo 5 integrantes.	☐ Sí ☐ No	
ADM-03	Asesor adscrito a la misma institución de al menos 51% de los participantes.	☐ Sí ☐ No	
ADM-04	Representante del equipo designado para inscripción, recepción de información y entrega de documentos.	☐ Sí ☐ No	
ADM-05	El equipo declara que atenderá indicaciones del Comité Organizador, personal de apoyo y Comité Evaluador.	☐ Sí ☐ No	
ADM-06	Documentos y pagos de registro conforme al periodo aplicable.	☐ Sí ☐ No	

3.3 Selección de categoría y alcance

Campo	Selección / descripción
Categoría	☐ Telemetría ☐ Comeback/Rover
Objetivo principal de misión	

Campo	Selección / descripción
Experimento científico/tecnológico	
Variables de telemetría requeridas	Temperatura interna/externa, humedad relativa, altitud, velocidad de descenso, longitud, aceleración, vibraciones, GPS, fotografía/video y datos específicos de misión.
Criterio de éxito de misión	
Criterio de seguridad	

4. Resumen de misión y concepto de operaciones

4.1 Resumen ejecutivo técnico

Elemento	Descripción sintética
Misión	
Justificación	
Objetivo general	
Objetivos específicos medibles	
Hipótesis o pregunta técnica	
Producto de datos esperado	
Criterio de aceptación mínimo	Cumplimiento verificable de requisitos críticos, telemetría estable y recuperación/retorno según categoría.

4.2 Secuencia de eventos de misión

ID evento	Evento	Responsable	Salida esperada	Evidencia
PRE-01	Definición de misión	Equipo	Objetivos, requisitos y restricciones establecidos	
PRE-02	Análisis de requisitos y diseño preliminar	Equipo	PDR completo y trazable	
PRE-03	Realización de sistemas/subsistemas	Equipo	Prototipo construido	
PRE-04	Integración, verificación y validación	Equipo	Pruebas registradas y reproducibles	
L-01	Ascenso con dron	Organización / equipo	Sistema listo y seguro	
L-02	Separación/liberación	Sistema de lanzamiento	Inicio autónomo de misión	
L-03	Descenso y adquisición de datos	CANSAT	Telemetría recibida en estación terrena	
L-04	Impacto / aterrizaje	CANSAT	Integridad estructural y datos salvados	
L-05	Recuperación / regreso	Equipo / Rover	Ubicación y recuperación; Comeback retorna al punto de lanzamiento	
POST-01	Análisis de resultados	Equipo	Gráficas, métricas, fallas y conclusiones	

4.3 Metodología de análisis de datos

Variable / dato	Sensor o fuente	Unidad SI	Frecuencia de muestreo	Procesamiento	Gráfica requerida
Temperatura interna		°C o K			Temperatura vs. tiempo/altura
Temperatura externa		°C o K			Temperatura vs. tiempo/altura
Humedad relativa		%			Humedad vs. tiempo/altura
Altitud		m			Altitud vs. tiempo
Velocidad de descenso		m/s			Velocidad vs. tiempo/altura
Aceleración/vibración		m/s ² o g			Aceleración vs. tiempo
GPS		lat/lon, m			Trayectoria / ubicación
Fotografía/video		archivo/frames			Evidencia visual
Dato específico de misión					

5. Matriz Maestra de Requisitos Integrados

Esta matriz consolida los requisitos NASA-PDR, los requisitos técnicos/operacionales de la convocatoria y los requisitos particulares de misión. Es la fuente primaria de trazabilidad del documento.

5.1 Escala de estado

Clave	Significado	Acción requerida
C	Cumple	Mantener evidencia y control de configuración.
CP	Cumple parcialmente	Generar acción RID/RFA con responsable y fecha.
NC	No cumple	No puede cerrarse PDR sin plan de mitigación aceptado.
NA	No aplica	Justificar formalmente la no aplicabilidad.
TBD	Por definir	Definir antes de CDR o antes de la fecha indicada por el comité.
TBR	Por revisar	Revisar por cambio de diseño, prueba o requisito.

5.2 Requisitos integrados mínimos

ID	Fuente	Requisito integrado	Asignación	Método V&V	Estado	Evidencia / sección
NASA-PDR-01	NASA/PDR	El diseño preliminar debe demostrar cumplimiento de requisitos con riesgo aceptable y base técnica suficiente para avanzar a diseño detallado.	Sistema	Análisis / revisión		
NASA-PDR-02	NASA/PDR	Cada requisito debe ser trazable a objetivo de misión, subsistema, método de verificación y evidencia PDR.	Sistema	Inspección		
NASA-PDR-03	NASA/PDR	El PDR debe identificar interfaces, márgenes	Sistema	Revisión		

ID	Fuente	Requisito integrado	Asignación	Método V&V	Estado	Evidencia / sección
		técnicos, riesgos, decisiones de trade-off y elementos TBD/TBR.				
NASA-PDR-04	NASA/PDR	Debe existir plan preliminar de V&V, seguridad, integración, cronograma, costo y recursos.	Sistema	Revisión		
CONV-MIS-01	Convocatoria	El CANSAT se liberará con dron desde altura no mayor a 100 m.	Misión	Demostración / inspección		
CONV-MIS-02	Convocatoria	La misión debe realizar experimento científico/tecnológico o simulación de exploración durante o después del vuelo.	Carga útil	Análisis / datos		
CONV-MIS-03	Convocatoria	Telemetría debe incluir datos básicos y datos específicos de misión, transmitidos en tiempo real.	Telemetría	Prueba		
CONV-MIS-04	Convocatoria	Variables recibidas en estación terrena deben mostrarse en tiempo real, unidades SI, formato científico y graficarse respecto a tiempo y altura.	Estación terrena	Prueba / demo		
CONV-MIS-05	Convocatoria	Para Comeback/Rover, el sistema debe retornar desde el punto de descenso al punto de lanzamiento.	Movilidad/Rover	Demostración		
CONV-FIS-01	Convocatoria	CANSAT Telemetría: diámetro máximo aprox. 66 mm, altura máxima aprox. 115 mm, sin considerar antena.	Estructura	Inspección		
CONV-FIS-02	Convocatoria	CANSAT Telemetría: masa máxima 355 g considerando antena.	Estructura	Inspección/pesaje		
CONV-FIS-03	Convocatoria	CANSAT Rover: tamaño hasta 146 mm y altura 240 mm; masa máxima 600 g considerando antena.	Estructura/Rover	Inspección/pesaje		
CONV-FIS-04	Convocatoria	Antena del CANSAT no debe exceder 15 cm desde el cuerpo principal y no debe interferir con lanzamiento u otros equipos.	Comunicaciones	Inspección		
CONV-FIS-05	Convocatoria	Estructura resistente al lanzamiento y aterrizaje, sin desintegrarse; materiales no peligrosos.	Estructura	Prueba / análisis		
CONV-FIS-06	Convocatoria	El CANSAT debe estar identificado con nombre del equipo y número asignado.	Configuración	Inspección		
CONV-SIS-01	Convocatoria	Sistema de despliegue/aterrizaje con paracaídas activado autónomamente; sin control remoto o intervención externa después del lanzamiento.	Descenso	Prueba / inspección		
CONV-SIS-02	Convocatoria	En Comeback, mecanismo de liberación del paracaídas sin control remoto.	Rover/descenso	Prueba		

ID	Fuente	Requisito integrado	Asignación	Método V&V	Estado	Evidencia / sección
CONV-SIS-03	Convocatoria	Sensores y módulos electrónicos correctamente integrados y protegidos dentro del CANSAT.	Electrónica	Inspección / prueba		
CONV-SIS-04	Convocatoria	Batería autónoma para operar durante todo el vuelo y transmisión; litio con protección adecuada.	Energía	Inspección / prueba		
CONV-ET-01	Convocatoria	Cada equipo debe diseñar y construir estación terrena conforme a necesidades de misión.	Estación terrena	Inspección / demo		
CONV-ET-02	Convocatoria	Estación terrena con fuente de energía propia suficiente para misión.	Estación terrena	Inspección / prueba		
CONV-PRU-01	Convocatoria	Prueba de caída desde 1.5 m y 5 m como mínimo, sobre superficie definida y con configuración de vuelo real.	V&V	Prueba		
CONV-PRU-02	Convocatoria	Prueba térmica de frío a -20 °C durante 2 h y calor entre 55 °C y 60 °C durante 2 h.	V&V	Prueba		
CONV-PRU-03	Convocatoria	Cada prueba debe realizarse con al menos tres repeticiones por condición, reportando promedio y desviación estándar.	V&V	Inspección / análisis		
CONV-PRU-04	Convocatoria	Reporte experimental con montaje, instrumentación, condición, datos, gráficas, análisis y conclusiones.	V&V	Inspección		
CONV-PRU-05	Convocatoria	No se aceptan procedimientos no documentados, ensayos no repetibles ni pruebas sin medición instrumental.	V&V	Inspección		
CONV-LAN-01	Convocatoria	Checklist pre-lanzamiento: estructura íntegra, paracaídas, batería, telemetría, frecuencia, zona despejada y meteorología.	Operación	Inspección		
CONV-LAN-02	Convocatoria	Cada equipo tendrá una única oportunidad de lanzamiento y no habrá intervención externa después del lanzamiento.	Operación	Demostración		
CONV-SEG-01	Convocatoria	El equipo es responsable de la seguridad de su sistema; el comité puede cancelar por riesgo.	Seguridad	Revisión		

5.3 Requisitos específicos adicionales de misión

ID	Requisito específico del equipo	Motivo / objetivo	Asignación	Método V&V	Métrica de éxito	Evidencia
MIS-REQ-01						
MIS-REQ-02						

ID	Requisito específico del equipo	Motivo / objetivo	Asignación	Método V&V	Métrica de éxito	Evidencia
MIS-REQ-03						
MIS-REQ-04						

6. Arquitectura del sistema y asignación por subsistema

La arquitectura debe demostrar que todos los requisitos de misión, concurso y PDR se asignan a subsistemas verificables. La descripción de cada subsistema debe incluir función, entradas/salidas, componentes principales, interfaces, riesgos y evidencia preliminar.

6.1 Diagrama de bloques del sistema

Bloque / subsistema	Función primaria	Entradas	Salidas	Interfaces críticas	ID requisitos asociados
Estructura mecánica	Contener, proteger y soportar lanzamiento/impacto				CONV-FIS-01 a 06
Control de descenso	Paracaídas, liberación, estabilidad, recuperación				CONV-SIS-01, CONV-SIS-02
Software de vuelo	Adquisición, gestión de datos, estado de misión				CONV-MIS-03, NASA-PDR-04
Sensores/carga útil	Medición de variables y misión específica				CONV-MIS-02, CONV-MIS-03
Comunicaciones y comandos	Transmisión RF, antena, dispositivo audible				CONV-FIS-04, CONV-ET-01
Subsistema eléctrico	Batería, regulación, protección, distribución				CONV-SIS-04
Estación terrena	Recepción, visualización, registro, gráficas				CONV-MIS-04, CONV-ET-01/02

6.2 Madurez del diseño preliminar

Elemento	Estado esperado en PDR	Evidencia mínima	Estado del equipo
Requisitos	Identificados, asignados y verificables	Matriz de requisitos y trazabilidad	
Diseño mecánico	Concepto seleccionado y dimensionado preliminarmente	Croquis, CAD, balance de masa	
Electrónica	Arquitectura y componentes candidatos definidos	Diagrama preliminar, BOM, consumo estimado	
Software	Arquitectura, flujo de datos y formato de telemetría definidos	Diagrama de flujo/pseudocódigo/formato CSV/JSON	
Comunicaciones	Frecuencia autorizada/planificada, radio, antena y enlace preliminar	Link budget básico y pruebas de banco	
V&V	Plan de pruebas definido con criterios de aceptación	Matriz de pruebas y formatos de registro	
Riesgo	Riesgos críticos y AMEF preliminar	Registro de riesgos y mitigaciones	

7. Diseño preliminar mecánico, descenso y recuperación

7.1 Configuración física y balance de masa

Elemento	Telemetría	Comeback/Rover	Valor del equipo	Margen	Evidencia
Dimensiones máximas	66 mm diámetro x 115 mm altura aprox.	146 mm x 240 mm altura			
Masa máxima	355 g con antena	600 g con antena			
Longitud máxima de antena	15 cm desde cuerpo principal	15 cm desde cuerpo principal			
Identificación	Nombre del equipo y número asignado	Nombre del equipo y número asignado			
Materiales	No peligrosos, resistentes al lanzamiento/aterrizaje	No peligrosos, resistentes al lanzamiento/aterrizaje			

7.2 Distribución preliminar de componentes

Componente	Ubicación	Masa estimada (g)	Centro de masa / referencia	Fijación	Riesgo asociado
Estructura/carcasa					
Paracaídas y mecanismo					
Batería					
Microcontrolador/procesador					
Módulo RF/antena					
Sensores					
Carga útil					

7.3 Sistema de descenso, aterrizaje y recuperación

Aspecto	Descripción / decisión de diseño	Requisito asociado	Método de verificación	Evidencia PDR
Tipo de paracaídas o método de descenso		CONV-SIS-01	Prueba de despliegue / caída	
Mecanismo de activación autónoma		CONV-SIS-01	Demostración	
Protección frente a impacto		CONV-FIS-05	Prueba de caída	
Dispositivo audible/ubicación		VI PDR convocatoria	Prueba funcional	
Mecanismo de liberación de paracaídas del Rover		CONV-SIS-02	Prueba funcional	
Estrategia de recuperación o regreso		CONV-MIS-05	Demostración	

Criterio técnico: La estructura debe proteger la electrónica y mantener funcionalidad después de pruebas de caída y aterrizaje. Cualquier daño aceptable debe justificarse con evidencia de que no afecta la misión ni la seguridad.

8. Sensores, telemetría, software y manejo de datos

8.1 Matriz de sensores y acondicionamiento de señal

Variable	Sensor / módulo	Rango	Resolución	Calibración	Acondicionamiento	Requisito
Temperatura interna						CONV-MIS-03
Temperatura externa						CONV-MIS-03
Humedad relativa						CONV-MIS-03
Altitud/presión						CONV-MIS-03
Velocidad de descenso						CONV-MIS-03
Aceleración/vibración						CONV-MIS-03
GPS						CONV-MIS-03
Cámara/foto/video						CONV-MIS-03
Dato misión específica						CONV-MIS-02

8.2 Arquitectura de software de vuelo

Módulo de software	Función	Entrada	Salida	Frecuencia / evento	Modo de falla	Mitigación
Inicialización						
Adquisición de sensores						
Filtrado/validación de datos						
Empaquetado de telemetría						
Transmisión RF						
Registro local						
Control de descenso/rover						

8.3 Formato preliminar de telemetría

Campo	Unidad	Tipo de dato	Formato científico/SI	Rango esperado	Criterio de validez
timestamp	s				
altitud	m				
velocidad_descenso	m/s				
temp_int	°C/K				
temp_ext	°C/K				
humedad	%				
latitud/longitud	°				
accel_x/y/z	m/s ²				

Campo	Unidad	Tipo de dato	Formato científico/SI	Rango esperado	Criterio de validez
estado_mision	-				
dato_especifico					

Requisito de visualización: La estación terrena debe mostrar los datos en tiempo real, en unidades del Sistema Internacional y en formato científico, incluyendo gráficas respecto al tiempo y la altura cuando aplique.

9. Sistema de radiocomunicación y estación terrena

9.1 Radiocomunicación

Elemento	Selección preliminar	Justificación	Restricción / requisito	Prueba prevista
Frecuencia de operación autorizada			Debe coincidir con frecuencias autorizadas	Verificación documental / prueba RF
Módulo de radiofrecuencia			Telemetría estable y eficiente	Prueba de alcance
Antena CANSAT			<= 15 cm y sin interferencia	Inspección
Antena estación terrena			Adecuada a enlace	Prueba de recepción
Procesador y memoria			Soportar adquisición/transmisión	Prueba funcional
Dispositivo audible recuperación			Permitir localización	Prueba funcional

9.2 Estación terrena

Requisito / función	Diseño propuesto	Evidencia PDR	Criterio de aceptación
Diseño y construcción propia conforme a misión			Recibe y despliega telemetría requerida.
Autonomía de energía			Opera sin alimentación externa durante misión y preparación.
Montaje en sitio asignado			Montaje dentro del tiempo indicado por comité.
Interfaz de recepción y visualización			Muestra tablas y gráficas en tiempo real.
Registro de datos			Guarda datos brutos y procesados para PFR.
Gráficas vs tiempo y altura			Genera gráficas en vivo o inmediatamente recuperables.
Plan de contingencia			Mantiene operación ante pérdida temporal de enlace o reinicio.

10. Sistema eléctrico, energía y seguridad de baterías

10.1 Diagrama a bloques de suministro de energía

Carga / subsistema	Voltaje	Corriente nominal	Corriente pico	Tiempo operación	Consumo estimado	Protección
Microcontrolador						
Sensores						

Carga / subsistema	Voltaje	Corriente nominal	Corriente pico	Tiempo operación	Consumo estimado	Protección
Radiofrecuencia						
GPS/cámara						
Servo/mecanismo						
Rover/motores						
Buzzer/recuperación						

10.2 Presupuesto energético preliminar

Parámetro	Valor estimado	Margen	Criterio de aceptación
Capacidad de batería			Suficiente para preparación, vuelo, transmisión y recuperación.
Duración mínima requerida			Mayor al tiempo total de misión con margen.
Protección de litio			Protección contra corto, sobrecorriente, sobrecarga y daño mecánico.
Temperatura de operación			Funciona antes, durante y después de pruebas térmicas.
Acceso a interruptor seguro			Permite encendido/apagado sin riesgo.
Retención mecánica			Batería no se desprende en caída/impacto.

Advertencia de seguridad: Las baterías de litio deben contar con protección adecuada y montaje seguro. La evidencia de seguridad debe incluir identificación de riesgos, inspección visual, criterio de manejo y mitigación ante sobretemperatura, cortocircuito o impacto.

11. Integración, interfaces y configuración

11.1 Matriz preliminar de interfaces

ID ICD	Origen	Destino	Tipo de interfaz	Datos / energía / mecánica	Requisito	Riesgo
ICD-01	Batería	Distribución eléctrica	Eléctrica		CONV-SIS-04	
ICD-02	Sensores	Microcontrolador	Datos		CONV-MIS-03	
ICD-03	Microcontrolador	Radio RF	Datos/eléctrica		CONV-MIS-03	
ICD-04	Radio RF	Antena CANSAT	RF/mecánica		CONV-FIS-04	
ICD-05	Estructura	Paracaídas/mecanismo	Mecánica		CONV-SIS-01	
ICD-06	CANSAT	Estación terrena	RF/datos		CONV-ET-01	
ICD-07	Rover	Mecanismo de liberación	Mecánica/software		CONV-SIS-02	

11.2 Control de configuración

Elemento configurable	Versión / modelo	Responsable	Estado	Evidencia	Cambio permitido antes de CDR
CAD estructura					
Esquemático eléctrico					
Firmware/software					
BOM					
Formato de telemetría					
Plan de pruebas					
Estación terrena					

11.3 Plan preliminar de integración

Paso	Actividad	Entrada	Salida verificable	Responsable	Riesgo / control
1	Integración electrónica en banco				
2	Integración en estructura				
3	Prueba de telemetría local				
4	Prueba de despliegue/descenso				
5	Prueba de estación terrena				
6	Pruebas ambientales				
7	Revisión de seguridad pre-lanzamiento				

12. Plan preliminar de verificación, validación y pruebas ambientales

La evidencia experimental debe ser reproducible, medible y documentada. Los métodos empíricos no controlados no deben considerarse evidencia técnica válida. En PDR se presenta el diseño de pruebas; los resultados completos deberán integrarse en CDR/PFR según el avance del equipo.

12.1 Matriz V&V por requisito crítico

ID requisito	Método V&V	Prueba / análisis	Criterio de aceptación	Datos a registrar	Fecha prevista	Responsable
CONV-FIS-01/02/03	I	Dimensiones y masa	Dentro de límites por categoría	Dimensiones, masa, fotografías		
CONV-SIS-01/02	T/D	Despliegue/liberación de paracaídas	Activación autónoma sin control remoto	Video, tiempo de despliegue		
CONV-MIS-03/04	T/D	Telemetría y estación terrena	Recepción estable y visualización SI en tiempo real	Logs, screenshots, gráficas		
CONV-PRU-01	T	Prueba de caída 1.5 m y 5 m	Estructura intacta/funcionalidad preservada	Aceleración, video, inspección		
CONV-PRU-02	T	Prueba térmica -20 °C y 55-60 °C	Sistemas operan antes/durante/despues	Temperatura, continuidad, logs		

ID requisito	Método V&V	Prueba / análisis	Criterio de aceptación	Datos a registrar	Fecha prevista	Responsable
CONV-ET-02	T/I	Autonomía de estación terrena	Operación continua durante misión	Tiempo de operación, energía restante		
CONV-LAN-01	I	Checklist pre-lanzamiento	Todos los críticos en C	Checklist firmado		

12.2 Protocolo de pruebas ambientales

Prueba	Condición	Variables	Repetibilidad	Criterio de éxito
Caída	Alturas mínimas 1.5 m y 5 m; superficie definida; configuración real de vuelo.	Aceleración máxima, tiempo de impacto, video, estado de paracaídas, inspección física.	Tres repeticiones por condición; promedio y desviación estándar.	Estructura íntegra o daño mínimo sin afectar funcionamiento; electrónica operativa; datos coherentes.
Térmica frío	-20 °C durante 2 horas.	Temperatura, estado electrónico, transmisión, batería, integridad estructural.	Tres repeticiones o justificación técnica si se limita por recurso.	Operación antes, durante y después; sin deformación ni condensación crítica.
Térmica calor	55 °C a 60 °C durante 2 horas.	Temperatura, estado electrónico, transmisión, batería, integridad estructural.	Tres repeticiones o justificación técnica si se limita por recurso.	Operación continua; sin falla por expansión, sobretensión o deformación.
Comunicación	Prueba de enlace CANSAT-estación terrena en banco y campo.	RSSI/calidad de enlace, pérdida de paquetes, distancia, frecuencia.	Mínimo tres corridas funcionales.	Telemetría estable y registrada en tiempo real.
Rover/Comeback	Prueba de liberación de paracaídas y desplazamiento al punto objetivo.	Distancia recorrida, error de retorno, tiempo, consumo.	Tres intentos cuando sea viable.	Retorno funcional sin intervención externa.

12.3 Formato de reporte experimental

Campo requerido	Contenido a documentar	Anexo / evidencia
Descripción del montaje	Esquema, fotografías, superficie, configuración de vuelo, condiciones ambientales.	
Instrumentación utilizada	Sensores, cámara, termómetro, báscula, software, calibración.	
Condición de prueba	Altura, temperatura, duración, número de repetición, criterios de seguridad.	
Datos registrados	Datos brutos y procesados con unidad, frecuencia de muestreo y timestamp.	
Gráficas	Aceleración vs. tiempo, altitud vs. tiempo, temperatura vs. tiempo, etc.	
Análisis de resultados	Promedio, desviación estándar, comparación con modelo o simulación.	
Conclusiones	Cumplimiento, fallas, acciones correctivas/preventivas.	

12.4 Criterios de aceptación experimental

Nivel	Cumplimiento
Excelente	Datos reproducibles con validación teórica, simulación o comparación independiente.
Bueno	Datos consistentes y suficientes para sustentar el diseño.
Aceptable	Datos limitados pero válidos, con restricciones declaradas.
No válido	Datos no reproducibles, sin medición instrumental o con procedimiento no documentado.

13. Riesgos, seguridad, AMEF y aseguramiento de misión

13.1 Registro preliminar de riesgos

ID	Riesgo	Causa	Consecuencia	Prob.	Impacto	Nivel	Mitigación	Dueño
R-01	Pérdida de telemetría		Datos de misión incompletos					
R-02	No despliegue de paracaídas		Impacto severo / descalificación					
R-03	Batería insuficiente o insegura		Pérdida de misión / riesgo					
R-04	Exceso de masa/dimensiones		No autorización de lanzamiento					
R-05	Falla de sensor crítico		Datos inválidos					
R-06	Rover no retorna		Comeback no cumple misión					
R-07	Interferencia RF o frecuencia no válida		Pérdida de enlace / penalización					

13.2 AMEF preliminar del sistema

Subsistema	Modo de falla	Efecto	Causa	S	O	D	NPR	Control actual	Acción recomendada
Estructura									
Descenso									
Sensores									
Software									
Comunicaciones									
Energía									
Estación terrena									
Rover									

13.3 Checklist de seguridad y cumplimiento operativo

ID	Criterio de seguridad	Estado	Evidencia / acción
SEG-01	No se usan materiales peligrosos o que representen riesgo para participantes o entorno.	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
SEG-02	Baterías con protección, montaje seguro y sin daño físico.	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
SEG-03	No hay intervención externa ni control remoto posterior al lanzamiento.	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
SEG-04	Frecuencia de comunicación válida y documentada.	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	

ID	Criterio de seguridad	Estado	Evidencia / acción
SEG-05	Zona de pruebas despejada, con control de herramientas y procedimientos documentados.	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
SEG-06	El equipo acepta que el comité puede cancelar el lanzamiento por riesgo.	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	

14. BOM, costo, recursos y cronograma

14.1 BOM preliminar y estimación de costos

No.	Componente	Subsistema	Cantidad	Proveedor	Costo unitario	Costo total	Riesgo de adquisición
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

14.2 Recursos, herramientas y restricciones

Recurso / herramienta	Uso previsto	Responsable	Control de seguridad	Disponibilidad	Observaciones
Impresora 3D / manufactura					
Banco de electrónica					
Instrumentación de prueba					
Cámara térmica / congelador					
Área de caída/prueba					
Software de CAD/simulación					

14.3 Cronograma integrado

Hito	Fecha convocatoria	Fecha equipo	Entregable	Responsable	Estado
Publicación convocatoria	27 mayo 2026		Bases revisadas		
Apertura de registro y envío de PDR	27 mayo 2026		PDR enviado		
Cierre prerregistro	26 junio 2026		Pago/documentos		

Hito	Fecha convocatoria	Fecha equipo	Entregable	Responsable	Estado
Cierre inscripciones	28 agosto 2026		Registro completo		
Entrega CDR	04 septiembre 2026		CDR		
Registro en sede	07 octubre 2026		Recepción del equipo		
Inspección previa al lanzamiento	08 octubre 2026		Checklist y autorización		
Lanzamiento	08 octubre 2026		Vuelo de demostración		
Entrega PFR	09 octubre 2026 08:00 local		PFR		
Presentación final	09 octubre 2026		Exposición y resultados		

14.4 Ruta crítica y recursos por integrante

Actividad	Predecesora	Duración	Responsable	Recurso crítico	Criterio de cierre
Definir misión/requisitos					
Seleccionar arquitectura					
CAD y estructura					
Electrónica y cableado					
Firmware/software					
Estación terrena					
Integración					
Pruebas ambientales					
CDR					

15. Criterios de éxito, evaluación PDR y dictamen

15.1 Criterios de éxito PDR integrados

ID	Criterio de éxito	Criticidad	Estado	Acción requerida
CE-01	Requisitos completos, claros, medibles, trazables y asignados a subsistemas.	Crítico	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
CE-02	Diseño preliminar satisface restricciones físicas, de masa, antena, energía y seguridad.	Crítico	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
CE-03	La telemetría y estación terrena cumplen medición, transmisión, visualización SI y gráficas en tiempo real.	Crítico	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
CE-04	Existe plan V&V con pruebas ambientales reproducibles, instrumentadas y documentadas.	Crítico	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
CE-05	Riesgos y AMEF preliminar identifican modos de falla críticos y mitigaciones.	Mayor	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
CE-06	Costo, BOM, cronograma, recursos y responsabilidades son factibles.	Mayor	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	

ID	Criterio de éxito	Criticidad	Estado	Acción requerida
CE-07	La documentación PDR cubre los apartados I-XV exigidos por la convocatoria sin duplicidad.	Mayor	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	
CE-08	Los elementos TBD/TBR tienen dueño, fecha de cierre y efecto técnico controlado.	Mayor	☐ C ☐ CP ☐ NC ☐ NA	

15.2 Rúbrica sugerida para los 20 puntos del PDR

Criterio PDR	Puntos	Indicadores de calidad
Complejidad documental convocatoria I-XV	4	Todos los apartados cubiertos y referenciados con evidencia.
Trazabilidad y consistencia de requisitos	4	Matriz clara, verificable, sin contradicciones ni requisitos huérfanos.
Solidez del diseño preliminar	4	Arquitectura coherente, trade-offs justificados, márgenes preliminares.
Plan V&V y pruebas ambientales	3	Pruebas medibles, repetibles, instrumentadas y con criterios de aceptación.
Seguridad, riesgos y AMEF	2	Riesgos críticos identificados con mitigaciones accionables.
Costo, cronograma y recursos	2	BOM, ruta crítica y recursos viables.
Claridad, profesionalismo y control documental	1	Formato limpio, redacción técnica, versiones y firmas.
Total	20	

15.3 Evaluación global del concurso para trazabilidad del PDR

Bloque de evaluación	Puntos	Relación con PDR
Misión	50	Originalidad, factibilidad y cumplimiento se justifican desde el PDR.
Presentación previa al lanzamiento	40	Introducción, misión, requisitos, sensores, comunicación y estación terrena derivan del PDR.
Lanzamiento	70	Desempeño, datos y paracaídas dependen de requisitos y V&V definidos en PDR.
Documentos PDR/CDR/PFR	60	El PDR vale 20 puntos y establece la línea base para CDR/PFR.
Presentación final	100	Contenido técnico, pruebas, datos, fallas y profesionalismo se originan en el proceso PDR-CDR-PFR.
Total	320	

15.4 Dictamen PDR

Resultado	Criterio	Selección
Aprobado	Todos los criterios críticos en C y sin riesgos inaceptables.	☐
Aprobado condicionado	Criterios críticos en CP con acciones de cierre aceptadas por comité.	☐
No aprobado	Criterios críticos en NC o riesgos inaceptables sin mitigación.	☐

Conclusión del comité PDR	
Observaciones principales	
Condiciones de avance	
Fecha límite de cierre	
Responsable de seguimiento	

16. RID/RFA, acciones de cierre, firmas y anexos

16.1 Registro de discrepancias, preguntas y acciones RID/RFA

ID	Tipo [RID/RFA]	Sección	Hallazgo / pregunta	Criticidad	Responsable	Fecha compromiso	Estado
RID-01							
RID-02							
RID-03							
RFA-01							
RFA-02							

16.2 Minuta de acuerdos

No.	Acuerdo	Responsable	Fecha	Evidencia de cierre
1				
2				
3				
4				

16.3 Firmas de cierre

Nombre	Rol	Institución	Firma	Fecha
	Representante del equipo			
	Asesor			
	Presidente/a del Comité PDR			
	Revisor/a técnico 1			
	Revisor/a técnico 2			

16.4 Anexos sugeridos

Anexo	Contenido	Obligatorio / sugerido	Estado
A	Diagramas CAD, vistas y distribución interna	Sugerido	
B	Esquemático eléctrico preliminar	Sugerido	

Anexo	Contenido	Obligatorio / sugerido	Estado
C	Código preliminar o pseudocódigo	Sugerido	
D	Cálculos de masa, energía, enlace RF y descenso	Sugerido	
E	Plan de pruebas y formatos de registro	Obligatorio para trazabilidad	
F	Evidencia fotográfica/video de pruebas preliminares	Sugerido	
G	BOM detallado y cotizaciones	Sugerido	
H	Carta o constancia de asesor/institución si aplica	Según convocatoria	

16.5 Referencias normativas y técnicas

1. Convocatoria del 9° Concurso Nacional de Lanzamientos de CANSAT 2026, UNISEC-MX / TecNM Instituto Tecnológico de Puebla.
2. NASA NPR 7123.1D, Systems Engineering Processes and Requirements, Appendix G, PDR Entrance and Success Criteria.
3. NASA Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2016-6105 Rev. 2, 2016.
4. NASA-HDBK-2203B, NASA Software Engineering and Software Assurance Handbook, para proyectos con software de misión.
5. Normativa nacional aplicable para radiofrecuencia, seguridad eléctrica, manejo de baterías y operación de drones, cuando corresponda.