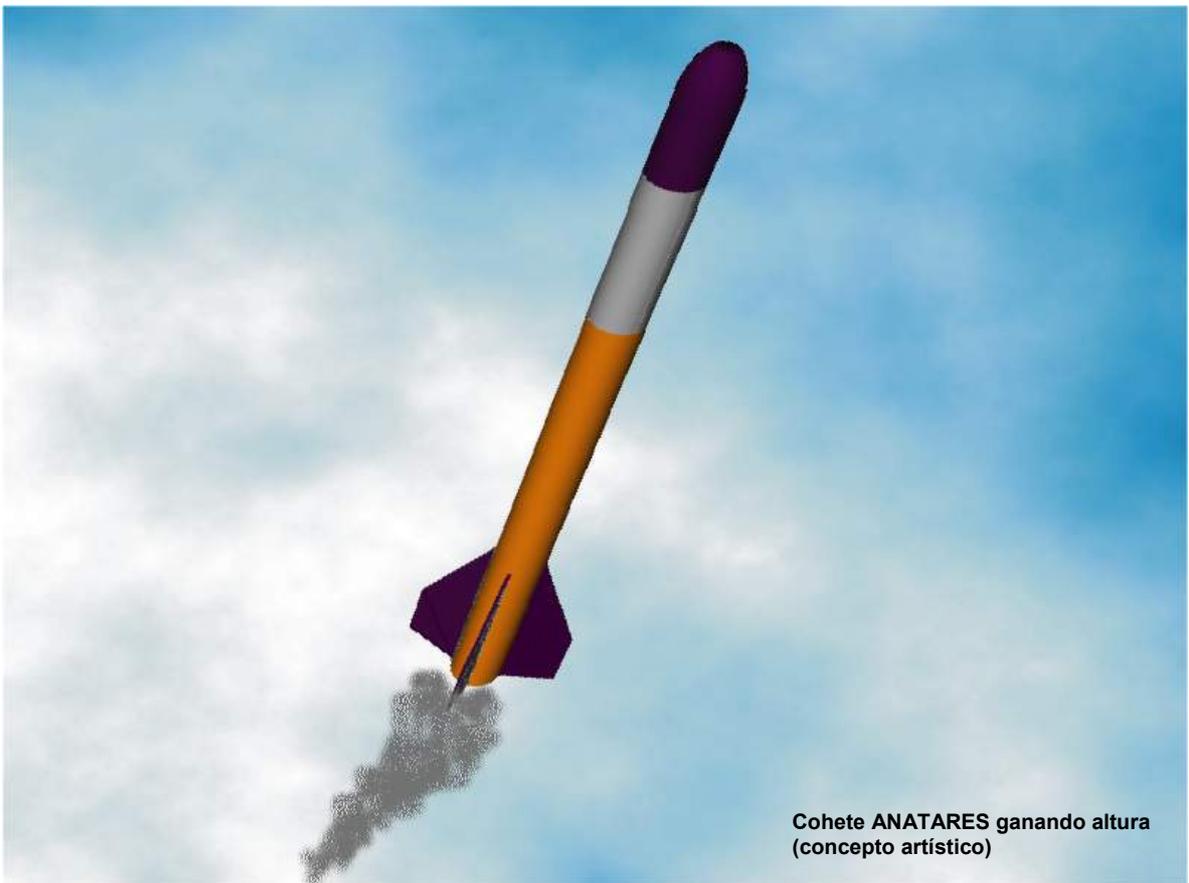


PROYECTO ANTARES

Diseño, construcción y prueba de un cohete fotográfico



Cohete ANATARES ganando altura
(concepto artístico)

GRUPO ASTRONÓMICO OMEGA CENTAURO
INSTITUTO SAN FELIPE NERI A-594
Andalgalá 2264 – 1440
Buenos Aires
ARGENTINA

2003

Equipo del Proyecto Antares:

Equipo principal: Nahuel Ramil, Pablo De la Iglesia, Julieta Malcangi, Enrico Zaffrani y Emiliano López Marando.

Asesores: Carlos Daneri, Guillermo Descalzo, Roberto Müller.

Director: Pablo González.

PROYECTO ANTARES

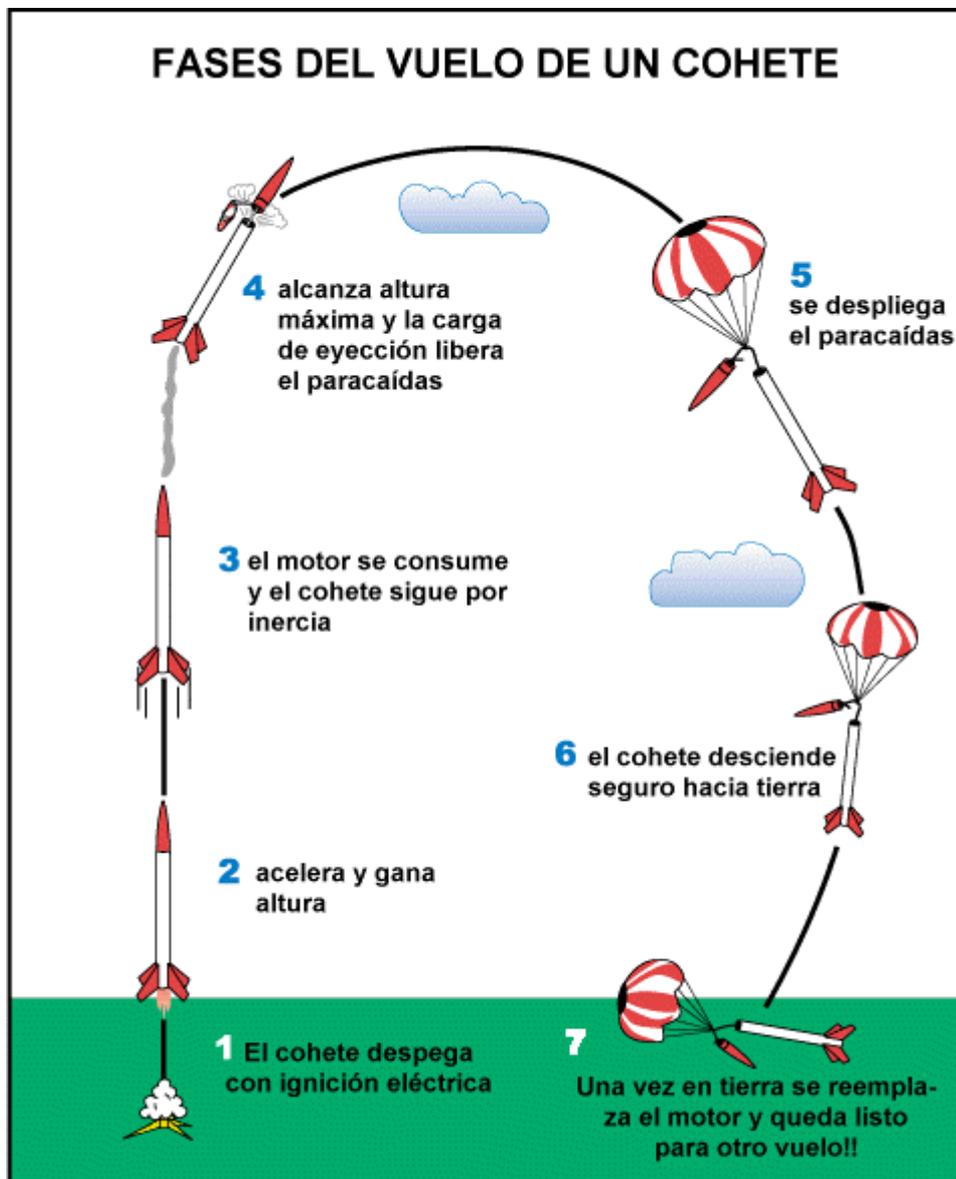
Antecedentes	4
¿Qué es la cohetería modelo?	4
Los primeros pasos	5
Primera jornada de lanzamientos (2002)	5
La necesidad de una carga útil	5
PRIMERA ETAPA	
Concepto	6
Diseño asistido por computadora	6
Materiales utilizados	6
Partes: El fuselaje	7
La ojiva	7
Las aletas estabilizadoras	7
El motor	7
SEGUNDA ETAPA	
Construcción	8
Diferencias entre el diseño y el prototipo	8
Simulación	8
Pruebas estáticas	9
Calibración	9
TERCERA ETAPA	
Equipo utilizado	9
Lanzamientos	10
Primer vuelo	10
Segundo vuelo	10
Tercer vuelo	11
Cuarto vuelo	11
CUARTA ETAPA	
Evaluación de los datos	11
Desgaste del equipo	12
Algunas conclusiones	12
El futuro	12
Agradecimientos	12

Antecedentes

El GAOC funciona desde 1996 en el Instituto San Felipe Neri, de Buenos Aires. Está formado por alumnos y docentes, y su objetivo principal es el estudio y difusión de las ciencias espaciales. Debido a que el grupo realiza actividades prácticas en horario diurno, nos propusimos crear una sección específica para llevar adelante proyectos relacionados con la astronáutica. La mejor forma de llevarlo a cabo fue a través de la cohetería modelo.

¿Qué es la cohetería modelo?

La Cohetería es un hobby que consiste en armar y volar cohetes de pequeño tamaño. Así como los aeromodelos que hacen los aeromodelistas vuelan de verdad porque son aviones en miniatura que para volar deben estar diseñados y construidos de tal manera que respeten los principios físicos del vuelo, de la misma manera los cohetes se diseñan y construyen de tal manera que deben respetar los principios aerodinámicos y físicos para que vuelen exitosamente.

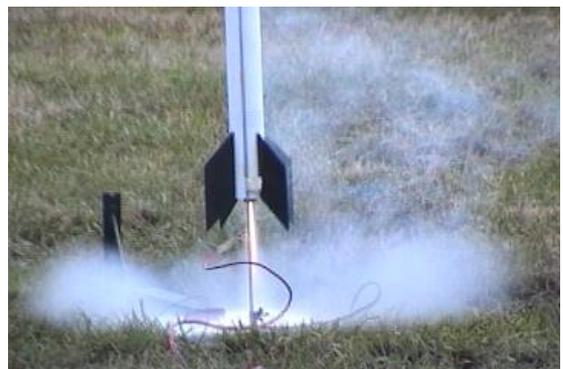


Los primeros pasos

En principio no contábamos con motores cohetes y juzgábamos imprudente (debido a nuestro escaso equipamiento y conocimiento) construirlos en forma artesanal. De esta forma utilizamos los pocos motores alemanes marca MOOG que se encontraban en algunas tiendas de aeromodelismo. Así construimos tres cohetes y pusimos a punto un cuarto que nos habían obsequiado tiempo atrás.

Primera jornada de lanzamientos (2002)

En el predio que tiene el colegio en la ruta 2, el día 8 de julio de 2002 realizamos los primeros lanzamientos. Se efectuaron ocho, siete de ellos exitosos, en los cuales calibramos nuestros equipos y probamos técnicas que nos servirán de base para futuros proyectos. Además de estos cohetes, que fueron íntegramente contruidos en forma comunitaria, dos alumnos lanzaron sus propios modelos: Nahuel Ramil y Gustavo Contreras. Contamos con la presencia y colaboración de Guillermo Descalzo, quien tuvo la gentileza de asistir en las tareas de oficial de seguridad y asesorarnos en cada lanzamiento.



La necesidad de una carga útil

En cada vuelo determinamos los parámetros climáticos mas importantes y medimos los tiempos y alturas alcanzadas. Sin embargo, nuestro interés iba mas allá de la performance de vuelo, así que proyectamos un cohete que pudiera llevar a bordo una carga que tuviera algún propósito.

PRIMERA ETAPA

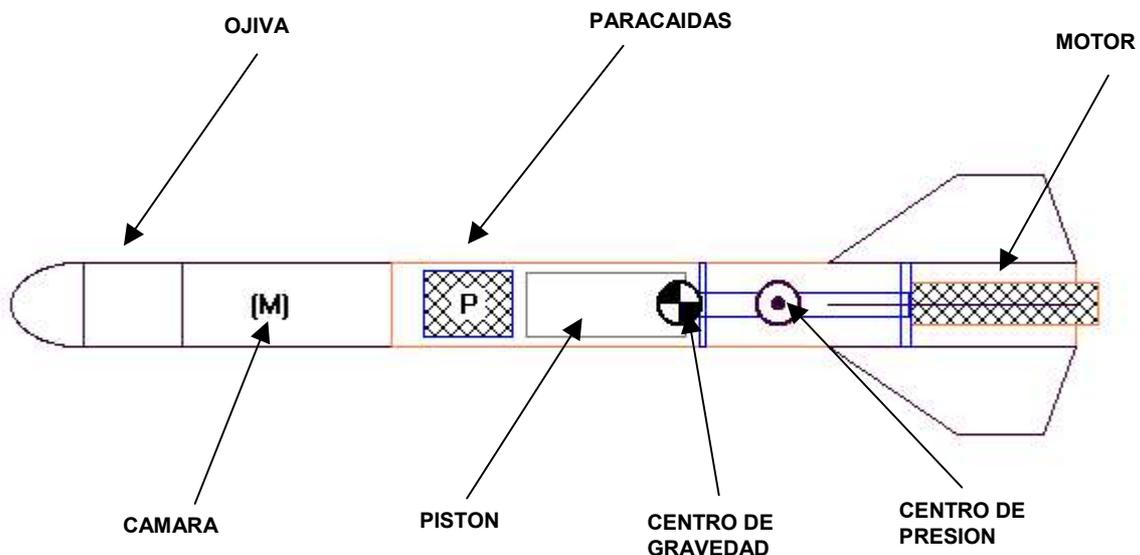
Concepto

Buscamos principalmente un cohete robusto, que resistiese varios lanzamientos, con capacidad para elevar una carga útil de 30 o 40 gramos (cámara fotográfica). Tuvimos la suerte de contar con el elemento fundamental para impulsar el modelo: un motor tipo D, fabricado por la empresa nacional Condor Tec, de reciente formación. Este impulsor, de categoría superior, nos permitiría elevar mas peso y llegar mas alto que los motores comerciales que veníamos utilizando.

Diseño asistido por computadora

Hicimos el diseño con un programa CAD específico: RockSim 5.0. Pudimos de esta manera dibujar el modelo y realizar algunas verificaciones. La más importante fue determinar que el centro de gravedad quedara arriba del centro de presión y lo suficientemente separado para que sea estable.

Antares 2 Scale: 1/4
Rocket length: 56.000 cm , diameter: 4.500 cm , span diameter: 13.669 cm
Rocket mass 122.834 g , Selected stage mass 122.834 g
Engines: [D15-4]



Method	CG cm	CP cm	CNa	Static margin	Analysis
Barrowman	35.235	40.424	12.054	1.15	The rocket is stable.

Materiales utilizados

Usamos materiales livianos para reducir al máximo el peso y minimizar los riesgos en caso de falla: plástico, nylon, madera balsa, cartón, pegamento epoxy, alambre galvanizado y pintura sintética.

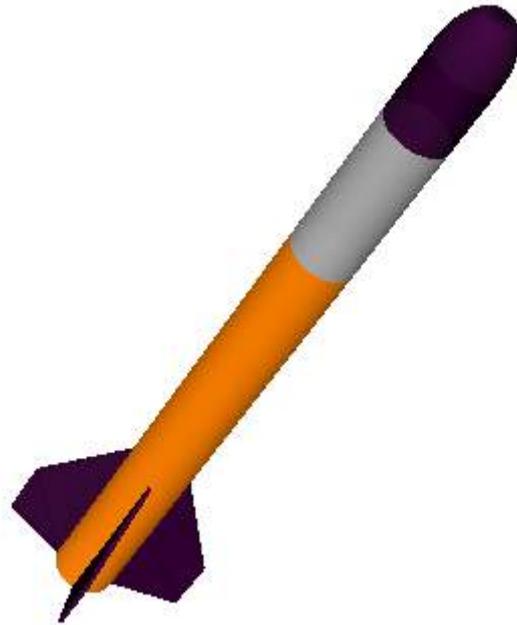
Partes:

El fuselaje

Realizado a partir de dos tubos de cartón, fue lijado y pintado varias veces para tratar de darle rigidez estructural, impermeabilización y un buen acabado superficial.

La ojiva

Se partió de un envase plástico ovoidal del mismo diámetro del fuselaje, y se le agregó un tubo para acoplarlo al mismo, evitando los cambios de diámetro que perjudican al rendimiento aerodinámico.

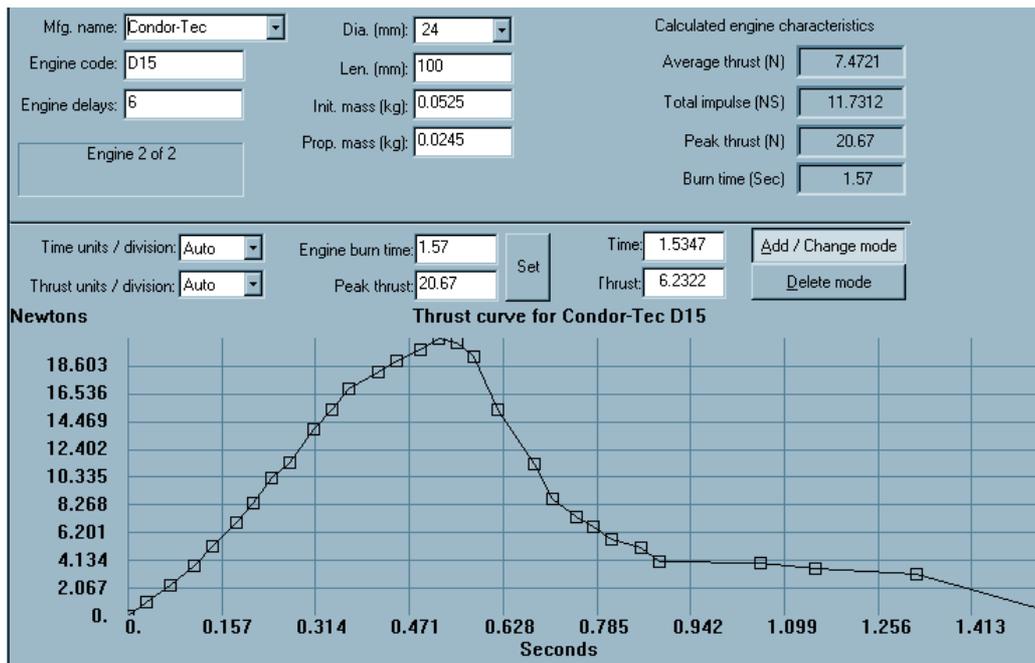


Las aletas estabilizadoras

Las cuatro aletas estabilizadoras fueron hechas en forma trapezoidal. Se respetó el diseño básico de la cohetería: el ancho mínimo de un diámetro de fuselaje y un largo mínimo de dos diámetros. Integramente hechas en madera balsa, se terminaron con pintura sintética mate.

El motor

El impulsor fue un motor marca CONDOR TEC tipo D15-4 y D15-6, descartable, el cual tenía un impulso promedio de 7,4 Newtons (0,750 Kgr fuerza) y una curva de impulso muy estable comparada con otros modelos de motores.



SEGUNDA ETAPA

Construcción

Dividimos el trabajo por partes y se hizo el montaje final en un término de tres meses. No usamos ninguna herramienta más que cutter, lija, pegamento y pinceles.

Diferencias entre el diseño y el prototipo

Como el diseño se adaptó básicamente a los materiales que disponíamos, no hubo grandes diferencias de tamaño o de peso.

Simulación

Para poder predecir el comportamiento del cohete en vuelo utilizamos nuevamente el programa RockSim para simular un vuelo en las condiciones meteorológicas que esperábamos para la prueba.

ANTARES - Simulation results – RockSim V 5.0

Engine selection	[D15-4]
Simulation control parameters	Simulation method: Explicit Euler.
	Simulation execution time: 3.405 Sec.
Launch conditions	Altitude: 0.000 m
	Relative humidity: 50.000 %
	Temperature: 15.000 Deg. C
	Pressure: 760.000 mm Hg.
	Wind speed: 15.000 km/hr
	Wind starts at altitude: 0.000 m
	Launch guide angle: 0.000 Degrees from vertical
Launch guide data:	Latitude: 35.000 Degrees
	Launch guide length: 91.440 cm
	Velocity at launch guide departure: 11.666 m/s
	The launch guide was cleared at : 0.284 Seconds
	User specified minimum velocity for stable flight: 13.411 m/s
	Minimum velocity for stable flight reached at: 113.460 cm
	Maximum acceleration: Vert: 182.484 m/s/s Horz: 12.878 m/s/s
Max data values:	Maximum velocity: Vert: 76.379 m/s Horz: 4.167 m/s
	Maximum range from launch site: 275.447 m
	Maximum altitude: 204.759 m
	Conditions at engine ejection charge:
Engine ejection charge data:	Using a delay time of : 4.000 Seconds
	Velocity: 7.444 m/s
	Altitude: 204.034 m
Recovery system data	P: Parachute Deployed at : 5.570 Seconds
	Velocity at deployment: 7.444 m/s
	Altitude at deployment: 204.034 m
	Range at deployment: -26.743 m
Time data	Time to burnout: 1.571 Sec.
	Time to apogee: 5.923 Sec.
	Optimal ejection delay: 4.352 Sec.
Landing data	Successful landing
	Time to landing: 42.235 Sec.
	Range at landing: 275.447
	Velocity at landing: Vert: -5.674 m/s

Pruebas estáticas

Determinamos experimentalmente el centro de gravedad y el centro de presión, así como también el correcto funcionamiento del sistema de eyección.

Calibración

Lo más importante fue calibrar el sistema de accionamiento de la carga útil. Para esto aprovechamos el sistema de eyección de la ojiva, que al separar el fuselaje de esta permitía disparar un dispositivo mecánico que movía la palanca del obturador de la cámara. Una cuerda de nylon mas corta que la que sujetaba a la ojiva dirigía hacia abajo la ventana para tomar una imagen del suelo.

TERCERA ETAPA

Equipo utilizado

Para los dos primeros lanzamientos usamos equipo de la Asociación de Cohetería Experimental y Modelista de Argentina (ACEMA) y de la firma Condor Tec. En los siguientes, el equipamiento fue construido íntegramente por alumnos integrantes del GAOC.



Lanzamientos

Los cuatro lanzamientos los realizamos en zonas abiertas, libres de tendidos eléctricos y despejadas de árboles. Los escenarios fueron dos: el Club de Aeromodelismo ALA, de Lomas de Zamora, y la quinta San José en La Plata.



Primer vuelo

Fecha	13 de septiembre de 2003	no disponible
Hora	15:00	
Lugar	Club ALA	
Motor y Modo de ignición	D15-6 – pirotécnico	
Tiempo de vuelo	5 s.	
Altura alcanzada	206 m.	
Accionamiento de la carga	positivo	
Recuperación	exitosa	
Fallas	quemado parcial del paracaídas	

Segundo vuelo

Fecha	5 de octubre de 2003	
Hora	11:50	
Lugar	Club ALA – “Cielo de Octubre”	
Motor y Modo de ignición	D15-6 – resistencia eléctrica	
Tiempo de vuelo	sin medición	
Altura alcanzada	sin medición	
Accionamiento de la carga	positivo	
Recuperación	exitosa	
Fallas	ninguna	

Tercer vuelo

Fecha	17 de octubre de 2003	
Hora	12:30	
Lugar	Quinta "San José"	
Motor y Modo de ignición	D15-4 – resistencia eléctrica	
Tiempo de vuelo	4 s.	
Altura alcanzada	120 m.	
Accionamiento de la carga	positivo	
Recuperación	exitosa	
Fallas	ninguna	

Cuarto vuelo

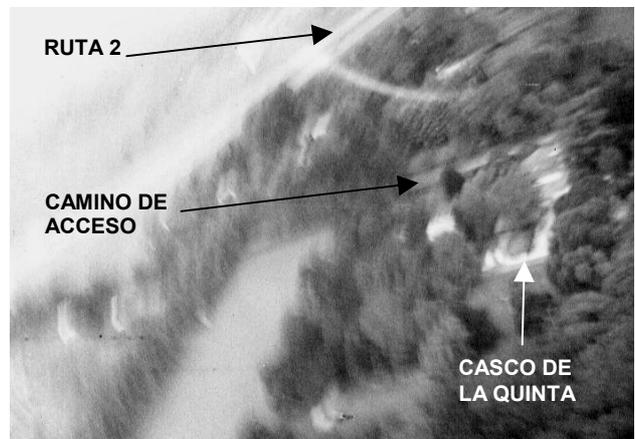
Fecha	17 de octubre de 2003	
Hora	12:30	
Lugar	Quinta "San José"	
Motor y Modo de ignición	D15-4 – pirotécnico	
Tiempo de vuelo	4,15 s.	
Altura alcanzada	145 m.	
Accionamiento de la carga	positivo	
Recuperación	exitosa	
Fallas	ninguna	

CUARTA ETAPA

Evaluación de los datos

El ANTARES se desempeñó muy bien en vuelo, con un ascenso recto y estable. La carga de eyección fue suficiente para separar la ojiva y disparar el mecanismo de la cámara. El descenso fue rápido, debido al tamaño del paracaídas, pero lo suficientemente suave para no dañar el cohete.

Una vez revelados los rollos, pudimos determinar que la primera de las tomas no fue exitosa. Las demás se efectuaron en vuelo, con el sistema ajustado para asegurar que la fotografía se tomara hacia el suelo.



Desgaste del equipo

Luego del último vuelo, realizamos un examen del cohete y del equipo usado. El ANTARES se desempeñó en forma óptima y resistió sin daños los descensos rápidos. Notamos un desgaste en el tubo interior que presuriza la carga de eyección, pero se estima que el modelo podría efectuar más vuelos sin ningún tipo de problemas.

Algunas conclusiones

- El sistema funcionó según lo esperado
- Las fotos salieron movidas debido al tipo de accionamiento
- No se pudo garantizar la posición de la lente en la toma en el primer vuelo
- El cabeceo inducido por el sistema mecánico produjo una rotación del campo de la imagen y acentuó el movimiento de la toma
- El cohete funcionó muy bien en todos los vuelos y se podría seguir usando todavía
- El motor tipo D de Condor Tec funcionó muy bien, especialmente los de retardo corto (D15-4)

El futuro

Si bien el Proyecto Antares ha finalizado, en la sección de cohetería del GAOC nos encontramos abocados a la planificación de otro mas ambicioso: lanzar otra cámara, en este caso digital, que disminuya los problemas asociados con la fotografía convencional: movimiento de la toma, revelado, calidad y costo. Pero para esto necesitamos contar con un vector que permita elevar más peso, en forma controlada y a más altura. Nuestra intención es enmarcar este trabajo dentro del proyecto CANSAT, que es impulsado por la Asociación de Cohetería Experimental y Modelista de Argentina (ACEMA).

Agradecimientos

Debemos expresar nuestro agradecimiento a todos los que colaboraron de una forma u otra con nuestro trabajo:

A las autoridades del Instituto San Felipe Neri, por creer en nuestro proyecto,

A Guillermo Descalzo, Juan Parczewski y Juan Carlos Zabalgoitia y Gastón Trinidad, coheteros pioneros e incansables,

A Carlos Daneri, Roberto Müller y Fabián Landoni, de la firma Condor Tec y la Escuela Argentina de Modelismo Espacial, por apostar al país con su emprendimiento,

A Jorge Mermoz, director del Centro de Enlace y Difusión Espacial, por fomentar las ciencias del espacio en los colegios,

A Diego Mussachio, Mario García y Javier García, de ACEMA, por su constante aliento.