

# IMÁGENES DE COSTA RICA DESDE LAS CERCANÍAS DEL ESPACIO



**Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio, ACAE.**



**PROYECTO AETHER.**



**Guanacaste, Costa Rica  
19 de marzo, 2011  
Autor: Ing. Sergio Cortés Godoy  
Correo electrónico:  
[sergio.cortes.g@gmail.com](mailto:sergio.cortes.g@gmail.com)**

# ÍNDICE

## Tabla de Contenidos

ÍNDICE.....	2
Agradecimientos.....	4
Introducción.....	7
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos Específicos.....	9
Desarrollo.....	10
Teoría de funcionamiento.....	10
Descripción del experimento.....	12
Resumen de datos técnicos del experimento.....	13
Globo Aerostático.....	14
Paracaídas.....	17
Sistema Global de Posicionamiento (GPS por sus siglas en inglés).....	18
Sensor de Temperatura.....	21
Cámara de alta definición.....	21
Estructura de soporte.....	22
Predicciones del lanzamiento.....	23
Manufactura, ensamble y lanzamiento del experimento.....	24
Seguimiento en tierra y recuperación del experimento.....	35
Listas de Chequeo.....	37
Revisión General.....	37
Revisión preliminar.....	38
Revisión del día antes.....	38
Lista de chequeo para el ensamble y lanzamiento del experimento.....	39

Lista de chequeo para después del lanzamiento.....	42
Impacto Social.....	42
Resultados.....	45
Conclusiones.....	52
Recomendaciones.....	53
Índice de Referencias.....	54
Anexos.....	55
Permiso de Lanzamiento.....	55
GPS.....	56
Sensor de Temperatura.....	58
Cámara Hero.....	60

## AGRADECIMIENTOS

Mucha gente colaboró para que este lanzamiento fuera exitoso, a continuación se enlistan los colaboradores y su función en este experimento.

Colaboradores principales:

1. Dr. Ben Longmier. Creador del Proyecto Aether, Director del primer lanzamiento y Asesor de los 2 siguientes. [www.ProjectAether.org](http://www.ProjectAether.org)
2. Ing. Sergio Cortés. Empleado de la Empresa Ad Astra Rocket Company en Costa Rica, colaborador del primer lanzamiento y Director del segundo y tercer lanzamiento. Colaboró con el diseño, construcción, ensamble, lanzamiento, recuperación del experimento y análisis de datos.
3. Ing. Carlos Alvarado. Presidente de ACAE, colaborador para la búsqueda de fondos y donaciones para el experimento.
4. Ingeniero Ronald Chang. Director de la Empresa Ad Astra Rocket Company, colaborador para la búsqueda de fondos y donaciones para el experimento. Otorgó acceso al taller de la compañía para fabricar las piezas requeridas.
5. Señor Carlos Martínez. Técnico de precisión de la empresa Ad Astra Rocket Company. Colaboró con la construcción de la estructura de soporte de la carga, ensamble, lanzamiento y recuperación de la carga de los 3 experimentos.
6. Ing. Juan Ignacio del Valle. Empleado de la Empresa Ad Astra Rocket Company en Costa Rica, colaborador del primer, segundo y tercer lanzamiento. Encargado de realizar las compras de equipos en el exterior.
7. Ing. Diego Fonseca. Empleado de la Empresa Ad Astra Rocket Company en Costa Rica, se encargó de proporcionar el sensor de temperatura, estudiar su funcionamiento y analizar los datos térmicos.

8. Señor David Ixcamparij. Asistente Técnico de la Empresa Ad Astra Rocket Company en Costa Rica. Colaboró en la manufactura, ensamble, lanzamiento y recuperación del tercer lanzamiento.
9. Ing. Christian Rojas Montero. Miembro de ACAE, colaboración para obtener permisos de la Dirección General de Aviación Civil y coordinar la donación del helio.
10. Ing. Jorge Arias Solano. colaboración para obtener permisos de la Dirección General de Aviación Civil y coordinar la donación del helio.
11. Msc. Roy Prendas. Profesor de la Universidad Invenio. Encargado de grabar el proceso del lanzamiento, redactar los comunicados de prensa y difundirlos en periódicos y televisión.

Un agradecimiento especial a la empresa Ad Astra Rocket que fomentó los lanzamientos y permitió el acceso a sus talleres de electrónica y metalmecánica para fabricar las piezas requeridas para los experimentos.



Donaciones:

Se recibieron varias donaciones para realizar las compras de equipos, muchas gracias a todos.



Praxair de Costa Rica, donador del helio para los experimentos.

- Ciro David Cortés.
- Roberto Aguilar.
- Isaac Porras.
- Ronald Chang.
- Sergio Cortés.
- Diego Fonseca.
- Elsa Chang.
- Juan Ignacio del Valle.
- Jorge Oguilve.

Equipo de recuperación de la carga:

Se le agradece a los muchos otros colaboradores que ayudaron a recuperar la carga.

Carlos Martínez, Sergio Cortés, Jorge Oguilve, Regina García, David Ixcamparij, Ciro David Cortés, Ana Victoria Godoy y Norberto Arce.

# INTRODUCCIÓN

El primer globo inflado con gas que logró volar, fue fabricado por el profesor Jacques Charles y lanzado desde la actual ubicación de la Torre Eiffel en 1783. Este primer experimento utilizaba hidrógeno para elevarse y no llevaba ninguna carga ni pilotos, su objetivo era probar que el hidrógeno podía ser utilizado para elevarse junto con un contenedor liviano. Globos subsecuentes fueron inflados igualmente con hidrógeno y se incluyeron pilotos y cargas variadas, hechos que ocurrieron mucho antes del primer vuelo de los hermanos Wright.

Desde sus inicios hasta ahora, los globos han apoyado fuertemente el desarrollo de la investigación y la ciencia. Hoy en día, nuevas tecnologías permiten utilizarlos para alcanzar la estratosfera y lograr altitudes de aproximadamente 40 kilómetros sobre la superficie de la Tierra, convirtiéndose en instrumentos esenciales para la meteorología y estudios de la atmósfera. Recientemente, se ha creado una aplicación, enfocada en la investigación aeroespacial con objetivos como: captar imágenes de la Tierra desde las cercanías del espacio, realizar mediciones del plasma proveniente del viento solar, mediciones del campo magnético terrestre, lanzamiento de telescopios, prueba de equipos para comunicación de satélites, entre muchos otros.

El pasado 18 de diciembre del 2010, en Costa Rica, se realizó el primer lanzamiento exitoso de un globo aerostático con fines de investigación aeroespacial. Este lanzamiento fue realizado en conjunto con la Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio (ACAEE) y el Proyecto AETHER.

ACAEE está enfocada en el desarrollo de la industria aeroespacial de la región y tiene como principal objetivo, a mediano plazo, el de lanzar el primer satélite costarricense al espacio. Para lograr esta ambiciosa meta, se realizarán varios experimentos con globos para probar dispositivos electrónicos que podrían utilizarse en el espacio para realizar funciones como comunicación con tierra, toma de fotografías y video entre otros.



El Proyecto Aether, fundado por el Dr. Ben Longmier en Houston, busca fomentar el estudio de la ciencia y la tecnología en los jóvenes, al incluirlos en el proceso de diseño, manufactura y lanzamiento de globos aerostáticos para la exploración aeroespacial.



En este trabajo, se describen los principales aspectos utilizados para el diseño del globo, el proceso de manufactura, los detalles del lanzamiento y los resultados obtenidos por el experimento. Además, se incluyen varias listas de chequeo que pueden servir de guía para otros grupos interesados en realizar lanzamientos similares.

# OBJETIVOS

## **Objetivo general**

Incentivar a los jóvenes para que estudien ciencia y tecnología aeroespacial al realizar lanzamientos de globos aerostáticos lanzados desde Costa Rica, que permitan: captar imágenes de la curvatura de la Tierra, obtener datos meteorológicos por medio de sensores y probar sistemas de comunicación para el diseño de un futuro satélite privado.

## **Objetivos Específicos**

1. Diseñar una carga liviana que permita determinar la localización del globo, grabar datos de temperatura y realizar tomas de Costa Rica desde una altitud cercana a 30 kilómetros.
2. Seleccionar el globo requerido para el tamaño y peso de la carga a enviar.
3. Escoger el paracaídas adecuado para evitar daños en los componentes electrónicos durante el aterrizaje.
4. Probar el funcionamiento de la aleta de estabilización instalada en la carga.
5. Favorecer las condiciones climatológicas del lanzamiento al utilizar pronósticos de dirección y velocidad del viento.
6. Seleccionar el punto de lanzamiento, al predecir con modelos de computadora los posibles lugares de aterrizaje del globo y así reducir el riesgo de que la carga se pierda en el mar o caiga en áreas muy habitadas.
7. Monitorear la posición del globo visualmente y por medio del GPS.
8. Recuperar la carga y verificar la correcta operación de de sus componentes.
9. Publicar los resultados obtenidos en diferentes medios de comunicación masiva.

## DESARROLLO

En este capítulo se recopila y explica la teoría de funcionamiento de un globo meteorológico, los elementos utilizados en el experimento, el proceso de manufactura, lanzamiento y recuperación de la carga.

### Teoría de funcionamiento

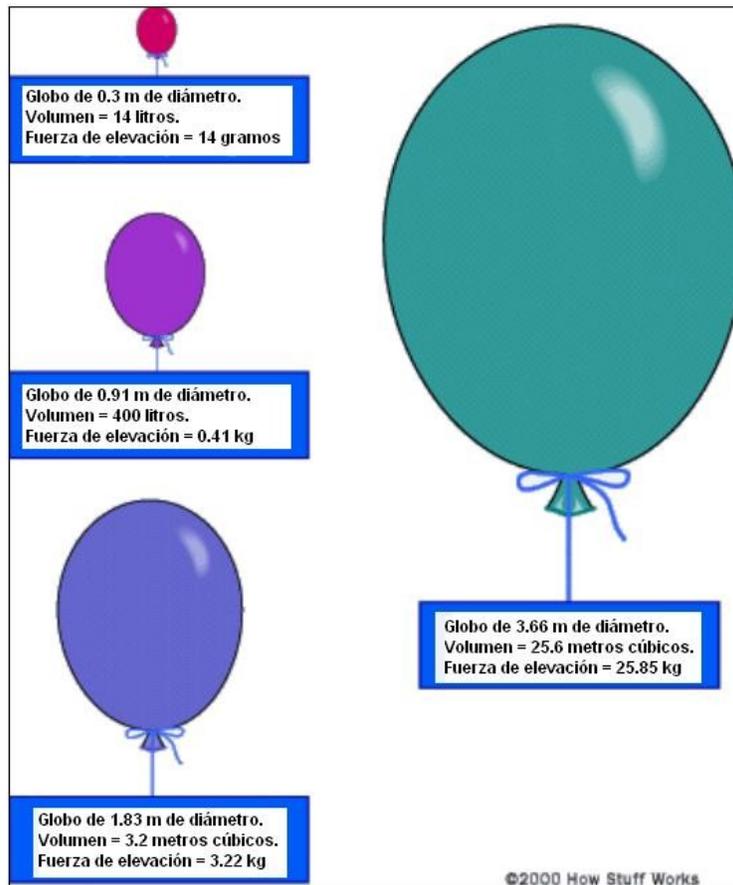
La razón por la cual los objetos flotan en el agua se aplica también a los objetos que flotan en el aire. Un caso similar es cuando se llena una botella con aire, se sella y se le amarra una cuerda, en el momento en que esta se introduzca a una piscina, flotará de manera similar a como se eleva un globo cuando se llena con helio y flota en el aire.

La razón para que este “globo” plástico flote dentro del agua, se debe a que la botella y el aire dentro de ella pesan pocos gramos, mientras que el volumen del agua que desplazan pesa mucho más. Como el peso del agua desplazada es mayor a el peso de la botella y el aire, la botella flota. Esto es conocido como principio de Arquímedes y aplica para todos los fluidos, incluyendo el agua y el aire.



Los globos con helio funcionan bajo el mismo principio. En este caso, el helio, el globo y la carga, están flotando en una “piscina” de aire y para poder ascender tienen que ser más livianos que el peso del aire que desplazan. Esto es posible porque el helio es mucho más ligero que el aire. Por ejemplo, un litro de helio pesa 0.1785 gramos, mientras que el nitrógeno (que conforma el 80% de la atmósfera), pesa 1.2506 gramos por litro.

A continuación, se muestra una imagen con la capacidad de levantar peso de diferentes globos llenos de helio.



Un globo de 30 metros de diámetro puede elevar 15000 kilogramos! Esta es una guía básica para determinar la capacidad de elevación aproximada de un globo de helio esférico:

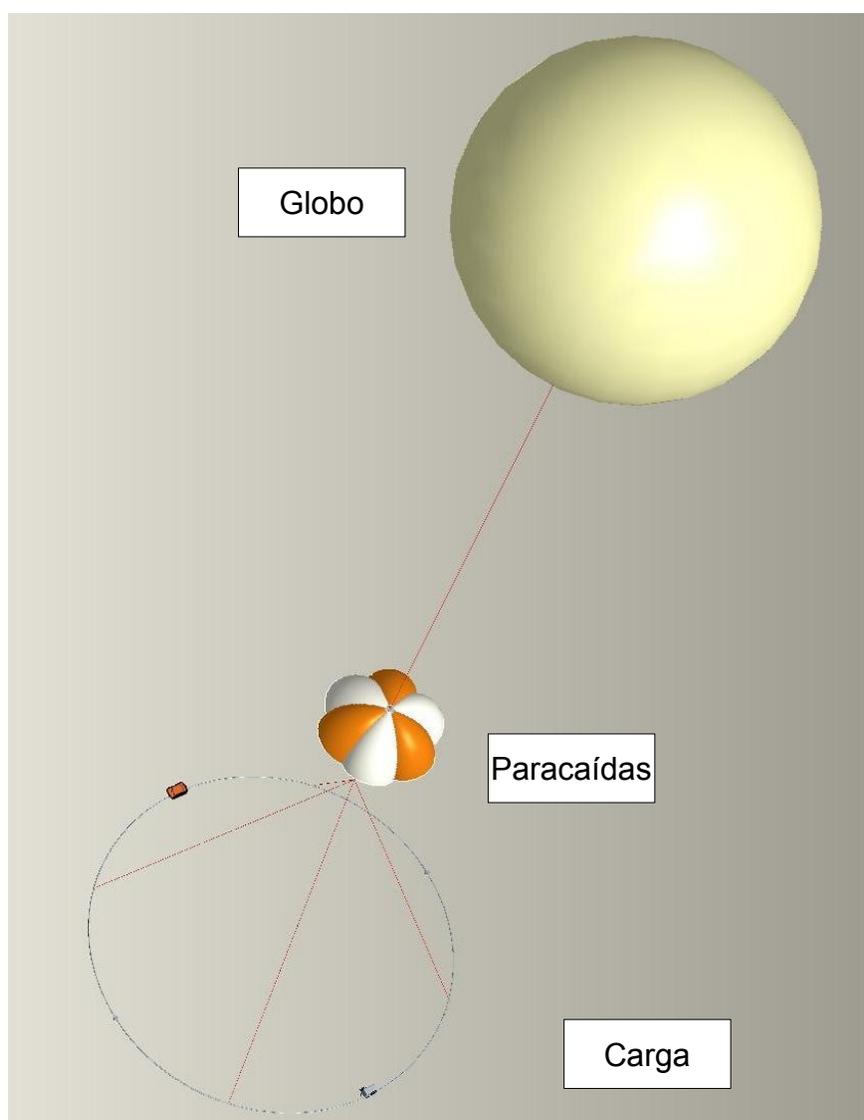
- 1) Determine el volumen del globo, en donde el volumen de la esfera es igual a  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ .
- 2) Un pie cúbico de helio puede levantar aproximadamente 28.2 gramos, así que multiplique el volumen anterior por 28.2,

Otro gas que fue muy utilizado para llenar globos era el gas hidrógeno, que tiene un peso menor que el del helio con 0.08988 gramos por litro. La desventaja es que es muy inflamable y puede generar una gran explosión.

El helio y el hidrógeno son mucho más ligeros que el aire porque sus átomos tienen menos electrones, protones y neutrones que los del nitrógeno. Por eso, los gases que están hechos de átomos más ligeros, pesan menos. El peso atómico del hidrógeno es de 1, el del helio es 4 y el del nitrógeno es 14.

### **Descripción del experimento**

El experimento está dividido en tres secciones principales: el globo aerostático, el paracaídas y la carga. A continuación, se describen los aspectos más relevantes de cada uno.



## Resumen de datos técnicos del experimento

Cantidad	Descripción
1	Globo Meteorológico marca Kaymont, modelo KCI 1200. Peso: 1200 gramos. Velocidad de ascenso estimada: 320 m/min. Fuerza de ascenso medida en la boquilla del globo: 4 kg.
1	Paracaídas Spherachute de 91,4 cm (36 pulgadas), 50 gramos de peso, colores naranja y blanco, carga máxima de 1,5 kilogramos.
1	GPS marca Spot, modelo Messenger, con servicio de reporte de ubicación por Internet, peso de 147,4 gramos, altitud máxima de medición de 18 kilómetros, velocidad máxima de medición de 515 m/s.
1	Sensor de temperatura marca LogTag, modelo TRIL-8, rango de medición desde -80°C hasta 40°C, capacidad de almacenamiento de 8000 lecturas, con control de frecuencia de medición.
1	Cámara de alta definición marca GoPro, model HD Hero 960, peso de 167 gramos, con tarjeta de memoria de 16 Gb, tiempo de grabación de 2,5 horas, con cobertor a prueba de agua y resistente a bajas temperaturas.
1	Estructura de soporte de tubo de aluminio rígido de 6,35 mm de diámetro, forma de cruz con dimensiones de 60 cm x 60 cm.
1	Tanque de helio tipo K donado por la empresa PRAXAIR.
20	Metros de cuerda roja trenzada de 4 mm de diámetro, que permita realizar nudos firmes fácilmente.

## Globo Aerostático

El globo aerostático tiene la función principal de elevar todo el sistema. En su parte inferior tiene una boquilla por la cual ingresa el helio y posteriormente se sella para evitar que este escape. A esta misma boquilla, se le amarra una cuerda que se extenderá por aproximadamente 15 metros hasta conectarse al paracaídas. La cuerda debe tener este largo debido a que viento hace que el globo y la carga oscilen con un movimiento pendular y si la cuerda es pequeña, la frecuencia del movimiento aumenta y las tomas de la cámara de alta definición se vuelven inestables.

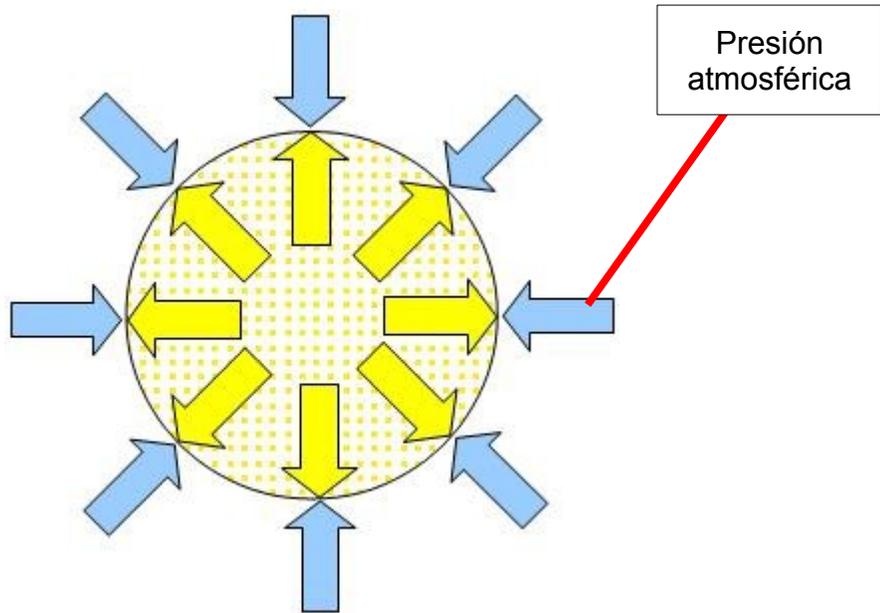
Los globos aerostáticos son muy delicados y deben manejarse con mucho cuidado y utilizando guantes para evitar que la grasa de las manos se impregne en la superficie de este. Cuando el globo tiene grasa, esta puede enfriarse mucho y generar un potencial punto de falla, reduciendo la altitud máxima que se puede alcanzar.



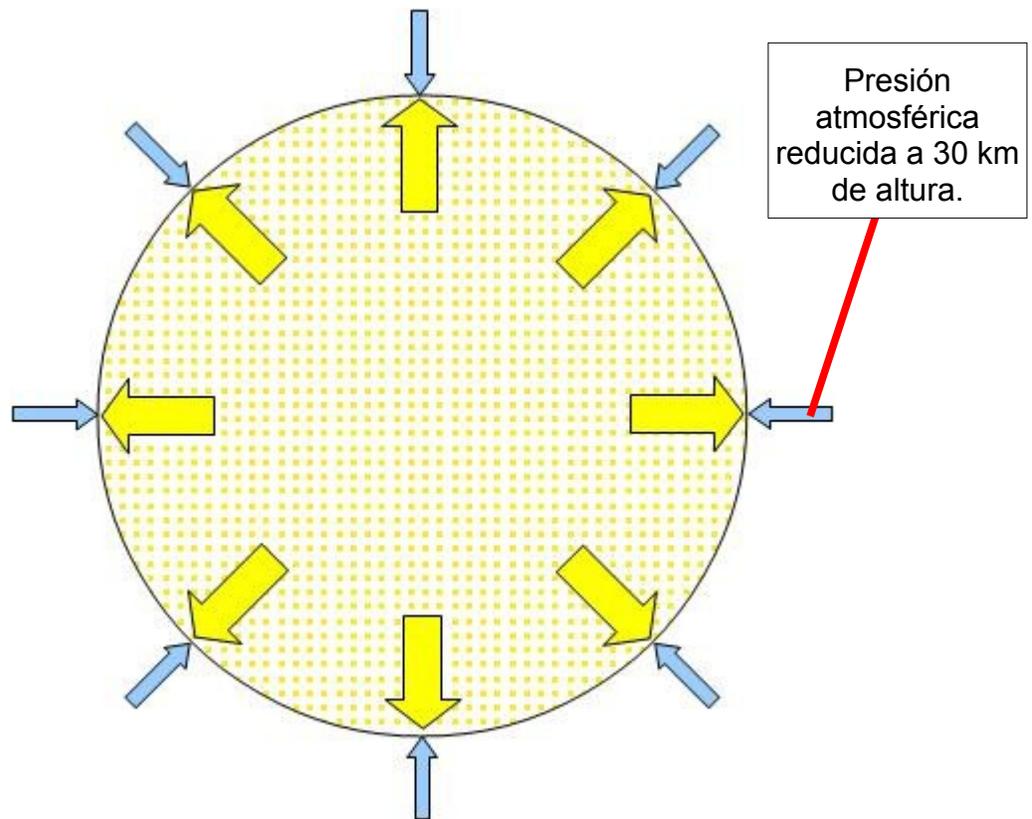
El globo seleccionado es el KCI-1200 de la marca Kaymont, el cual está hecho de látex de alta elasticidad, resistente a bajas temperaturas, oxidación y el ozono. Es muy importante determinar la cantidad adecuada de helio a utilizar en el globo para estimar la velocidad de ascenso, el tiempo de vuelo y el alcance horizontal del experimento. Los cálculos para determinar la velocidad de ascenso contienen muchas variables como la presión atmosférica (la cual varía constantemente), el diámetro del globo (también cambia a medida que este asciende), la cantidad supuesta de helio, el coeficiente de fricción, entre otros. Como estos cálculos pueden ser complejos, la manera más práctica y sencilla de estimar la cantidad de helio requerida es utilizar los datos especificados en la página del fabricante (Kaymont). En este caso se recomienda que la fuerza de ascenso en la boquilla del globo sea de 2240 gramos, pero se utilizaron 4000 gramos para lograr un ascenso más rápido y reducir el riesgo de perderlo en el mar. Los datos técnicos del globo se muestran a continuación.

Reference	KCI 1200	KCI 1500	KCI 2000	KCI 3000
Color	uncolored/natural			
Average Weight (gr)	1200	1500	2000	3000
Neck Diameter (cm)	3	3	5	5
Neck Length (cm)	12	12	18	18
Flaccid Body Length more(cm)	226	253	289	357
Barely Inflated Diameter more(cm)	144	161	184	227
Payload (gr)	1050	1050	1050	1050
Recommended Free Lift (gr)	1190	1280	1420	1670
Nozzle Lift (gr)	2240	2330	2470	2720
Gross Lift (gr)	3440	3830	4470	5720
Diameter at Release (cm)	179	185	195	212
Volume at Release (cu. m)	2.99	3.33	3.89	4.97
Rate of Ascent (m/min)	320	320	320	320
Diameter at Burst (cm)	863	944	1054	1300
Bursting Altitude (km)	33.2	34.2	35.4	37.9
Bursting Pressure (hPa)	7.3	6.3	5.3	3.7

Cuando el globo se infla en tierra, se le agrega helio a una presión equivalente a 1 atmósfera (101,325 kPa). En este momento, las partículas de helio están comprimidas por la presión atmosférica, pero cuando el globo empieza el ascenso, esta empieza a disminuir poco a poco hasta llegar a valores cercanos a 0,04 atm (3,5 kPa). Esto significa que la fuerza de compresión de la atmósfera es casi nula y las partículas de helio que antes estaban comprimidas dentro del globo, empiezan a expandirse como si fueran un resorte. Este proceso hace que el globo aumente su volumen y que el látex se estire poco a poco, hasta el punto que se revienta.



**Cuando el globo se infla en tierra, la presión atmosférica comprime el helio disminuyendo su volumen.**



**Cuando el globo asciende, la presión atmosférica disminuye, el helio se expande y estira el globo hasta que este se revienta.**

## Paracaídas

La principal función del paracaídas es la de reducir la velocidad de la carga cuando el globo se revienta y disminuir el riesgo de daños a la carga durante la caída. A bajas altitudes, donde la atmósfera es densa, el paracaídas puede frenar fácilmente la carga, pero a una altitud de 30 kilómetros, el aire ofrece poca resistencia al paracaídas y el experimento puede alcanzar hasta 200 kilómetros/hora. Esta velocidad se reduce poco a poco hasta que se estabiliza a aproximadamente 60 kilómetros/hora.



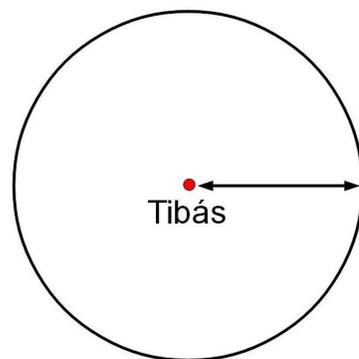
El paracaídas utilizado es de la marca Spherachute con una medida de 91,44 cm (36 pulgadas) y un peso de 50 gramos. El paracaídas puede acoplarse a una carga con un peso máximo de 1.5 kilogramos, tiene un agujero en la parte superior para ayudar con la estabilidad y los colores que se escogieron fueron el naranja y blanco para ayudar a detectar la carga durante la recuperación del experimento.

## Sistema Global de Posicionamiento (GPS por sus siglas en inglés)

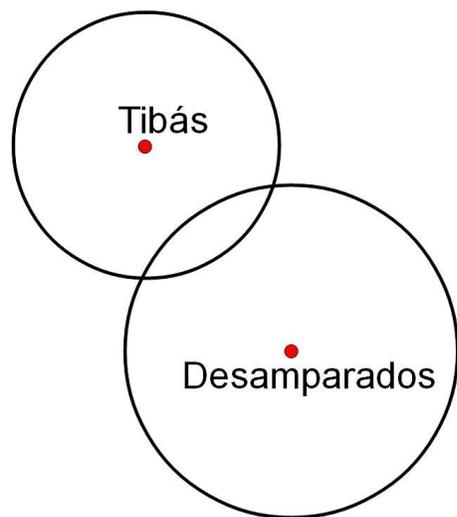
El sistema GPS está conformado por un grupo de satélites que orbitan alrededor de la Tierra. Estos, en conjunto con un receptor GPS, permiten determinar su posición en cada momento. Los satélites se encuentran a una altitud de 19300 kilómetros y sus órbitas están organizadas para que siempre existan al menos cuatro satélites visibles en el cielo para los diferentes receptores GPS.

El trabajo del receptor es el de localizar 4 o más satélites, encontrar la distancia a cada uno y utilizar esta información para determinar su posición. Esta operación está basada en un principio llamado trilateración.

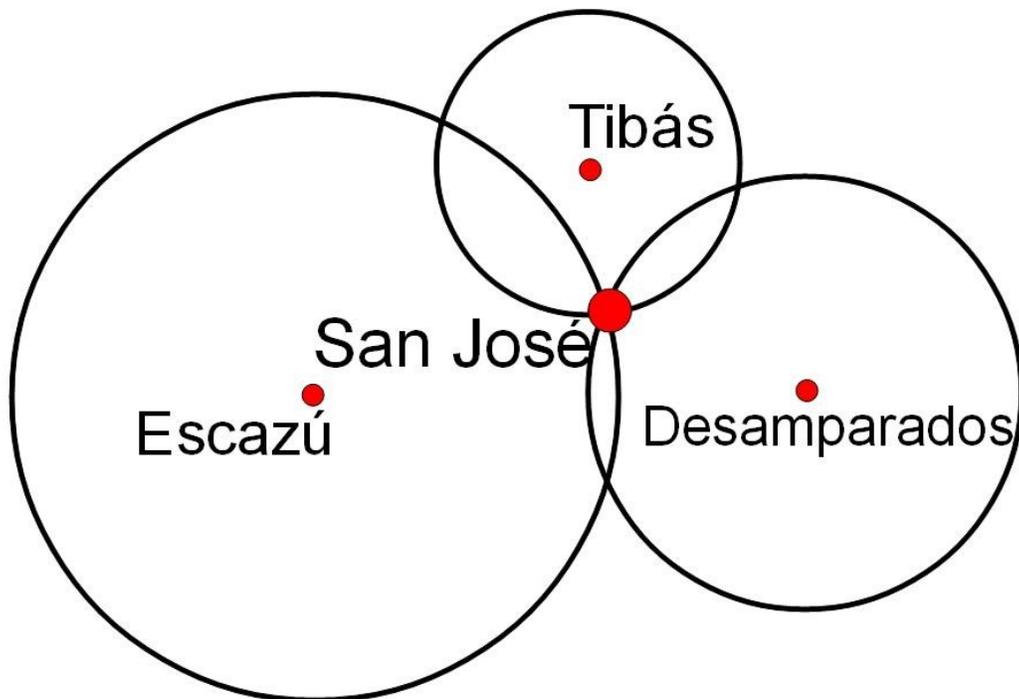
La trilateración en 2 dimensiones se explica fácilmente. Imagine que usted se encuentra en Costa Rica y está perdido. Si le pregunta a una persona “¿Dónde estoy?” Y le responden: “Está a 2,82 km de Tibás”, usted tendrá una pieza inicial de información, pero todavía no sabe donde se encuentra exactamente. Podrá determinar que se encuentra en cualquier lugar sobre una circunferencia con radio igual a 2,8 km y con centro en Tibás, como se muestra en la figura.



Si le pregunta a alguien más y le responden: “Está a 4,68 kilómetros de Desamparados” Usted puede combinar el primer dato y este segundo para determinar que se encuentra en alguna de las dos intersecciones de 2 círculos.



Finalmente, si le pregunta a una tercera persona y le responden que se encuentra a 6,44 kilómetros de Escazú, usted podrá eliminar una de las dos posibilidades y así sabrá exactamente su posición actual, que en este caso será San José.

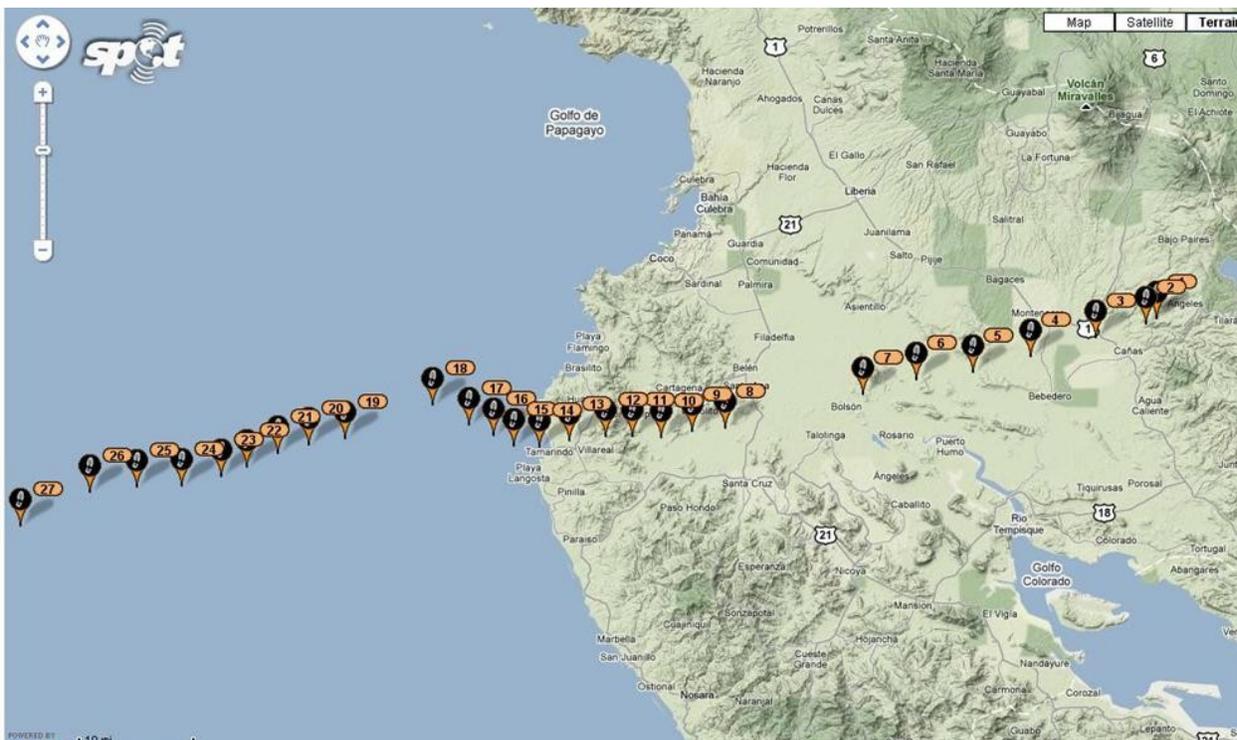


Este mismo concepto funciona en el espacio tridimensional, la diferencia es que se trabaja con esferas en vez de círculos. El receptor se comunica con los diferentes satélites por medio de señales de radio y así le “pregunta” su posición a mínimo 3 satélites diferentes en el mismo instante, de esta forma, este puede determinar su ubicación exacta. En el globo se utiliza el GPS para monitorear la ubicación durante el vuelo y finalmente para encontrar la carga una vez que cae al suelo. Se puede determinar que el globo cayó al suelo cuando una misma posición se repite varias veces.

El GPS utilizado es de la marca SPOT, modelo Messenger y tiene un peso de 147.4 gramos. Solo puede reportar su posición cuando se encuentra debajo de 18 kilómetros de altitud o su velocidad es inferior a 515 m/s. Estas restricciones evitan que se utilice el GPS con fines militares como misiles.



La posición de este GPS se puede monitorear a través de una página en Internet desde cualquier computadora. Esta es una imagen que muestra la trayectoria de un experimento anterior que, debido a la fuerza del viento, se perdió en el mar.



## Sensor de Temperatura

Se seleccionó un sensor de temperatura TRIL-8 de la marca LogTag con capacidad de medir desde  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta  $40^{\circ}\text{C}$ . Para medir en este rango, utiliza baterías de litio especiales diseñadas para soportar bajas temperaturas. Este sensor puede almacenar 8000 lecturas de temperatura y permite programar la frecuencia de muestreo, la cual se fijó en este experimento en una muestra por minuto.



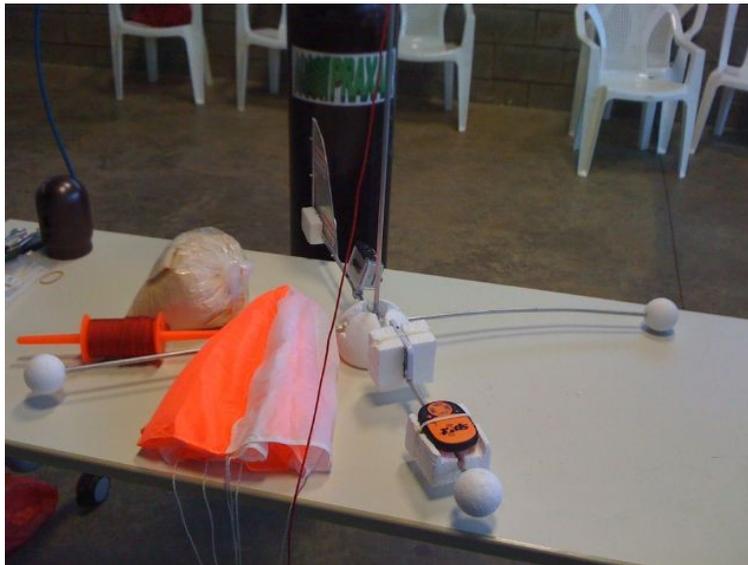
## Cámara de alta definición

Se escogió la cámara marca GoPro modelo HD Hero 960, con un peso de 167 gramos incluyendo sus accesorios. A estas cámaras se les puede agregar un cobertor especialmente diseñado para que puedan soportar condiciones extremas como: golpes, bajas temperaturas y profundidades de hasta 60 metros bajo el agua.

La cámara se puede programar para que tome fotos con diferentes intervalos seleccionados por el usuario o puede grabar de video continuamente durante 2.5 horas con una sola carga de la batería, siendo esta la opción seleccionada para el experimento. La batería de la cámara tiene un sistema de calentamiento que evita que se congele a bajas temperaturas.

## Estructura de soporte

Todos los componentes de la carga estaban agrupados sobre una estructura hecha de tubo de aluminio de 6.35 milímetros con forma de cruz. Esta incluía soportes manufacturados a la medida para cada equipo mencionado anteriormente, además, incorporaba piezas de poliestireno expandido (esterofón) para amortiguar el golpe de la caída. A continuación se muestra una foto de la estructura de soporte.



El material ideal para fabricar la estructura de la carga es el aluminio, ya que ofrece buena resistencia mecánica y es un muy ligero. Sin embargo, experimentos previos se construyeron con tubo flexible de cobre de 6.35 mm, el cual es hasta 3.3 veces más pesado. Esto debido a que no se encontró en el país tubo flexible de aluminio de las dimensiones requeridas.

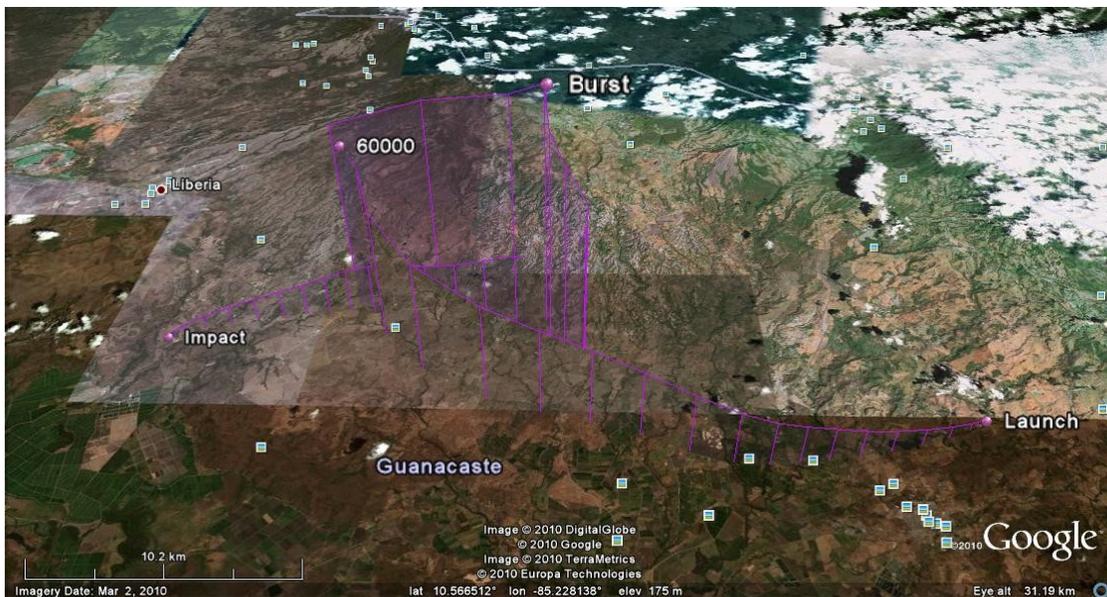
Si los componentes de la carga se agrupan en el centro de gravedad, el viento tiende a hacerlos girar rápidamente y las tomas de la cámara de alta definición se vuelven inestables. Por esta razón, el diseño inicial tenía forma de círculo, con el fin de incrementar la inercia de la carga y así disminuir su velocidad de rotación. En el diseño final, se modificó la forma del soporte y se incorporó una aleta con el fin de estabilizar la carga, la idea es que funcionara de manera similar a una veleta.

## **Predicciones del lanzamiento**

Para definir el punto de lanzamiento es necesario tomar en cuenta muchos factores para minimizar el riesgo de pérdida del equipo o daños cuando caiga el experimento, a continuación se muestra una lista con algunos de ellos:

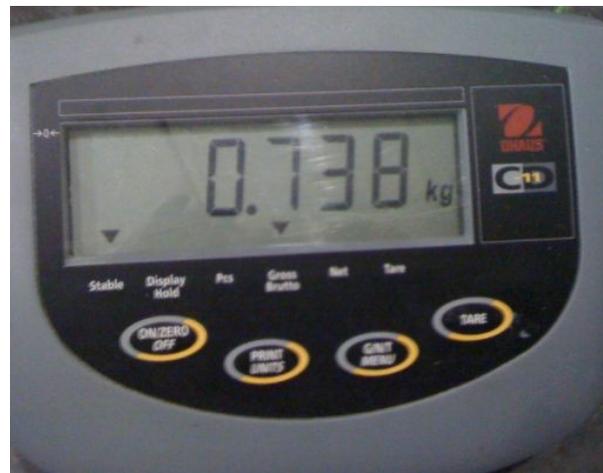
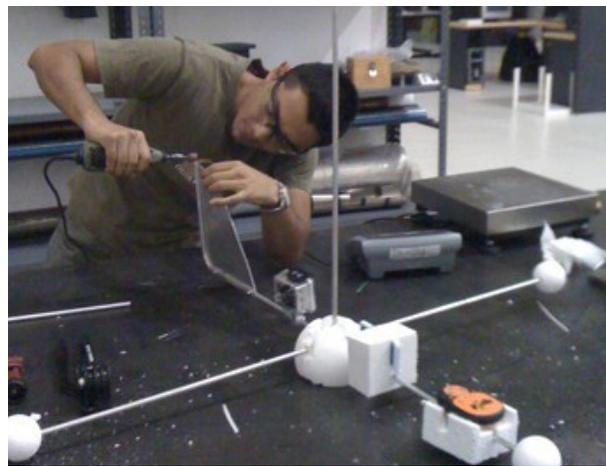
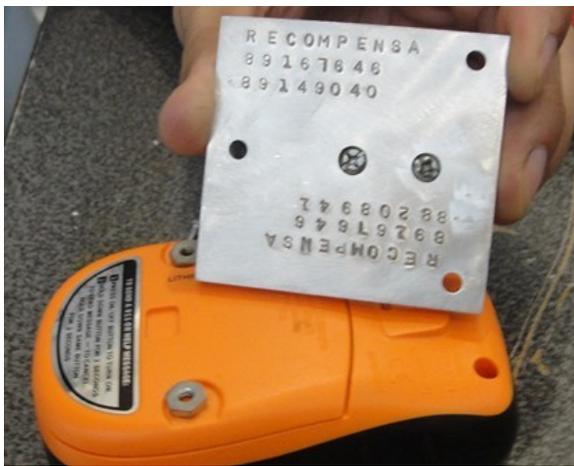
- Posibilidad que caiga en masas grandes de agua como: lagos, mares, ríos, etc.
- Cercanía a ciudades o poblaciones densas.
- Dirección y velocidad del viento.
- Tiempo estimado de ascenso y descenso del globo.
- Topografía del terreno. Lo ideal es hacerlo en llanuras con fácil acceso.
- Acceso por carreteras.
- Cercanía al lugar de vivienda del personal involucrado.
- Punto de lanzamiento con suficiente espacio y con pocas obstrucciones.

Una vez preseleccionados al menos dos puntos de lanzamiento, se debe utilizar alguna herramienta para predecir la trayectoria del globo. La que se utilizó fue la siguiente: [http://weather.uwyo.edu/polar/balloon\\_traj.html](http://weather.uwyo.edu/polar/balloon_traj.html) Los resultados obtenidos fueron importados a Google Earth y posteriormente, se obtuvo la siguiente gráfica.



## Manufactura, ensamble y lanzamiento del experimento

La estructura de aluminio y demás piezas utilizadas para soportar el GPS, el sensor de temperatura, la cámara HD y la aleta de estabilización se construyeron en las instalaciones del laboratorio Ad Astra Rocket el Liberia, Guanacaste. La carga completa pesó 0.738 gramos, esto no incluye el peso de la cuerda, el paracaídas, ni el del globo. A continuación se muestran las piezas fabricadas para el experimento.





El ensamble de la estructura de aluminio y soportes de los diferentes dispositivos se realizó un día antes para reducir el tiempo y facilitar el lanzamiento. El día del lanzamiento se iniciaron las labores a las 6:00 am del sábado 18 de diciembre del 2010 en las instalaciones de la Universidad Invenio.

El cobertor de la cámara sella herméticamente y puede atrapar la humedad del medio ambiente dentro de él. Esta situación unida al hecho de que la cámara alcanza temperaturas cercanas a  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , provocan que la humedad atrapada se condense sobre el lente de la cámara, arruinando las tomas. Para desplazar la humedad, es necesario rociar suavemente con helio la cámara y dentro de su cobertor justo antes de cerrarlo.



Cuando la carga está completamente ensamblada, se debe preparar el sitio de lanzamiento colocando una manta suave en el suelo para que no se dañe el globo y sujetándola en los extremos para que no la mueva el viento. Luego, el globo, la carga, el tanque de helio, el paracaídas y herramientas deben ser organizados para iniciar el proceso de inflado. Es importante recordar que el tanque de helio debe ser transportado siempre con la capucha de protección encima y se recomienda el uso de zapatos y lentes de seguridad.

Se debe instalar el regulador en el tanque de helio y anotar la presión inicial del mismo. Esto ayudará a determinar la cantidad de helio que se utiliza para inflar el globo y como referencia para próximos experimentos.

Como se mencionó anteriormente, se debe evitar que la grasa de las manos se adhiera a la superficie del globo, por lo cual es importante utilizar guantes para manipularlo.



Para el inflado del globo se requieren varias personas. Es recomendable escoger alguien que dirija las operaciones (generalmente es la persona que controla el flujo de helio), otra persona que verifique que los puntos de la lista de chequeo se cumplan, alguien que sostenga el cilindro de gas, de dos a tres encargados de soportar el globo en caso que el viento lo mueva, alguien que sostenga la pesa de resorte en el momento de medir la fuerza del globo y finalmente una o dos personas que se encarguen de tomar fotos, videos y registrar el lanzamiento.



Para inflar el globo se debe extender completamente sobre la manta y evitar dobleces que puedan generar obstrucciones al paso del helio, lo cual podría dañar el globo en esa sección. Posteriormente se debe conectar el adaptador desde el regulador que tiene una salida de 6,35 mm de diámetro, hasta la boquilla del globo que tiene 3cm de diámetro. A continuación, se muestra el adaptador con sus respectivas conexiones.





Una vez asegurado el adaptador utilizando cinta adhesiva de ducto, se debe iniciar el llenado del globo, esto se realiza lentamente primero para verificar que no se acumule helio de manera excesiva en algún pliegue del globo.



A medida que se va llenando el globo, se debe ir sosteniendo por los lados para evitar que el viento lo mueva. Además, alguien debe sostener tanto la boquilla del globo como el adaptador.



Entre más helio tenga el globo, más rápido será su ascenso, pero se estallará a menor altitud debido al exceso de presión que tendría dentro. Por el contrario, si el globo tiene poco helio entonces subirá muy lentamente y el viento puede arrastrarlo muy lejos del punto de lanzamiento. Desde la Universidad Invenio existe el peligro que el globo se pierda en el mar si el tiempo de vuelo es excesivo (aproximadamente de 3 horas en adelante). Este riesgo varía dependiendo de la intensidad y dirección del viento. Por estas razones, se escogió el globo, el peso de la carga y la cantidad de helio requerida para lograr un tiempo de vuelo de 2 horas incluyendo el tiempo de caída con el paracaídas. Para verificar que la fuerza de ascenso sea la correcta, se realizan varias mediciones con una pesa de resorte, la cual se amarra al adaptador, se sostiene desde la parte inferior y se finaliza el llenado hasta que la pesa marca 4 kilogramos de fuerza.



A continuación se muestra el globo completamente inflado y listo para que la boquilla sea sellada. Esto se hace girando 3 veces el globo (sin girar la boquilla), posteriormente, asegurando la boquilla con gazas plásticas, cinta adhesiva de ducto y amarrando la cuerda que va hacia el paracaídas.





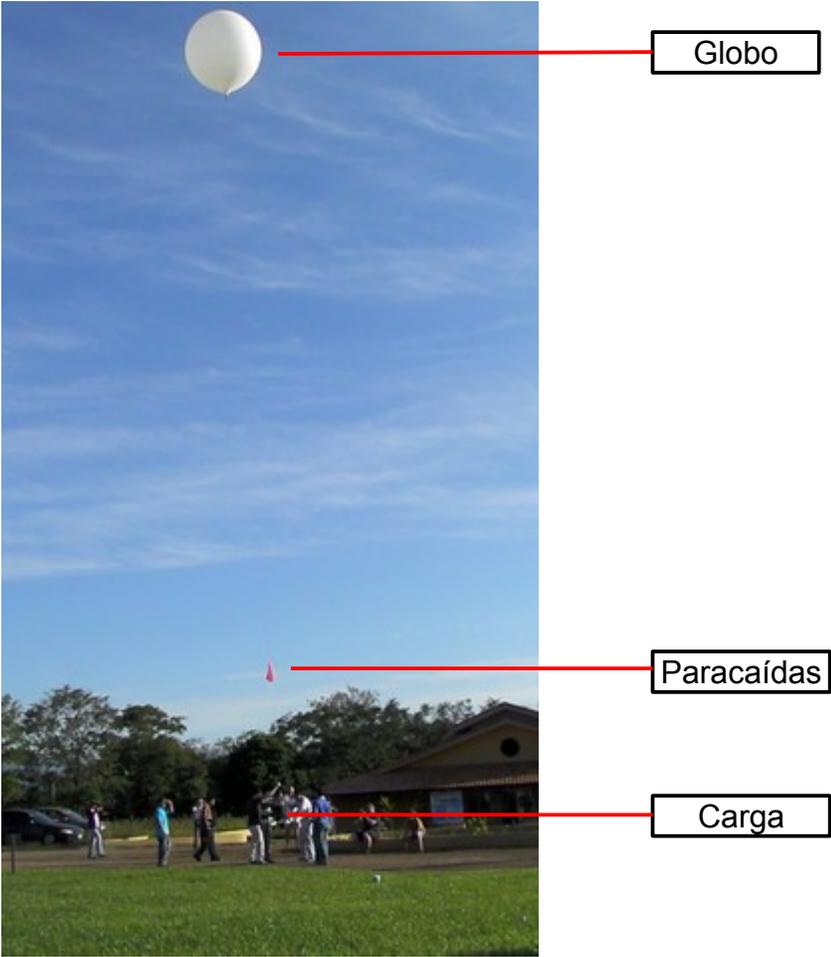
Una vez sellada la boquilla del globo y amarrada la cuerda hacia el paracaídas, dos personas deben sostener la cuerda y poco a poco se liberará el globo hasta que se llegue al extremo donde está amarrado el paracaídas.



Una vez extendida la cuerda del globo, se debe realizar una revisión final que incluye: los nudos realizados están tensos, que el GPS reporta su posición, el sensor de temperatura opera correctamente y la cámara de alta definición empieza a grabar video.



Cuando la revisión final esté lista y todo esté operando correctamente, cuatro personas sostienen la carga y se puede liberar completamente la cuerda. Se debe observar la dirección del viento y que no existan obstáculos cerca como árboles o postes eléctricos en el que la carga se pueda enredar. De ser necesario, se puede modificar el punto de lanzamiento y esperar un poco hasta que el viento sea menos fuerte. Justo antes de tomar la decisión de lanzar, se realiza un conteo regresivo y se libera la carga.



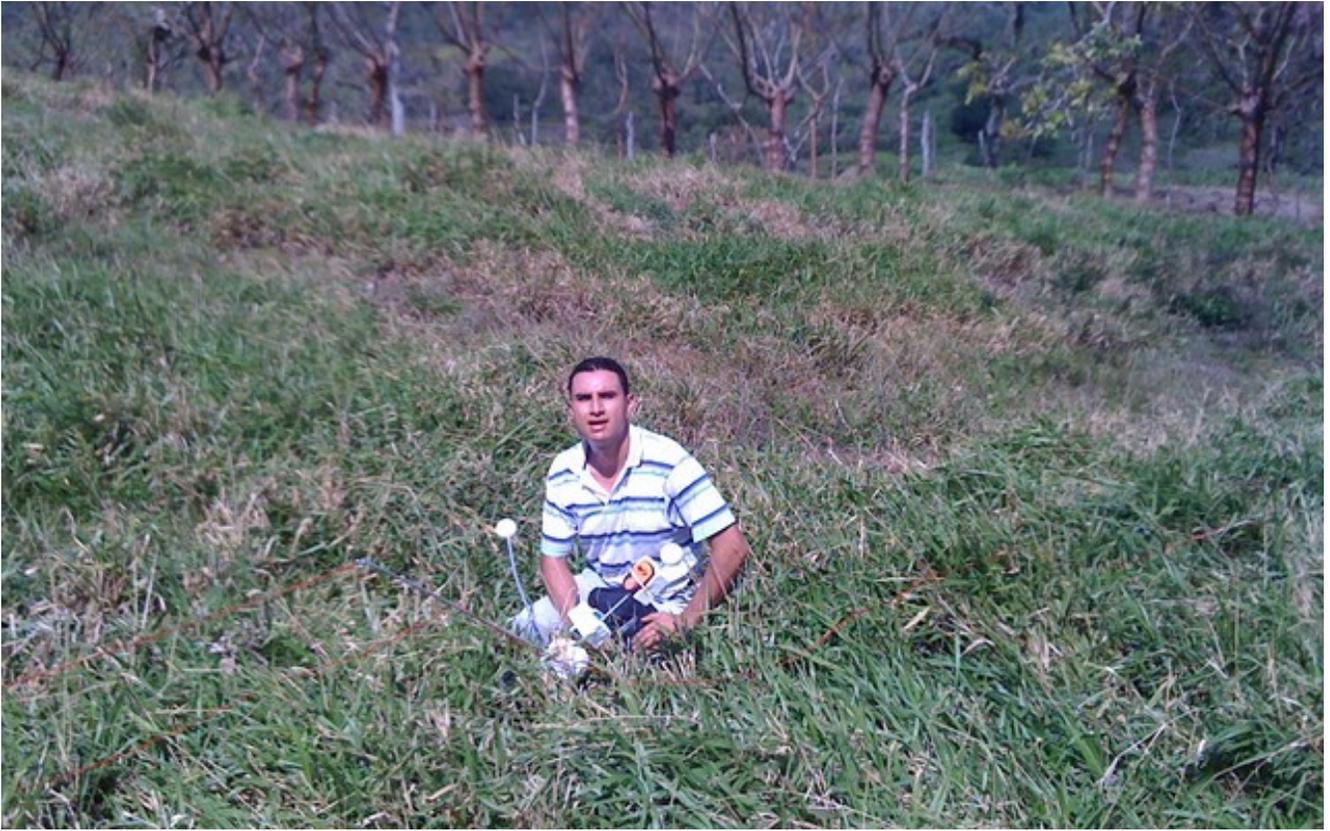
## **Seguimiento en tierra y recuperación del experimento**

Las condiciones meteorológicas favorecieron mucho el lanzamiento y el viaje del globo. El día completamente despejado y vientos calmados permitieron observar el globo durante todo el ascenso sin necesidad de telescopios o binoculares. Los datos del GPS aparecieron poco a poco con intervalos de 10 minutos hasta que el globo superó los 18 kilómetros, momento en el cual solo se tuvo información visual. El ascenso fue prácticamente vertical durante los primeros 40 minutos, posteriormente, el viento impulsó el globo hacia el noroeste y luego hacia el sureste, momento en el que empezó el descenso y cayó a tan solo 5 kilómetros de distancia del punto de lanzamiento.

Se determina que el experimento aterriza en el momento en que el GPS SPOT señala la misma posición varias veces. Inicialmente, existió confusión con el uso del GPS portátil debido a que las coordenadas reportadas en la página de Internet tenían unidades diferentes a las reportadas por el GPS portátil. Por esto, es muy importante realizar prácticas con ambos GPS antes del lanzamiento, para verificar que se puede encontrar la carga fácilmente.

Con la ayuda del GPS portátil, se movilizó el personal de búsqueda en carro hasta una finca cercana al punto de aterrizaje, desde la cual se prosiguió a pie por la montaña hasta que, una hora y media después, coincidieron las dos coordenadas del GPS y se encontró la carga. A continuación se muestran las fotos del grupo de recuperación del experimento.





## **Listas de Chequeo**

Para ejecutar el lanzamiento se necesita cumplir con varias tareas primero, las cuales se detallan a continuación, como una guía para futuros experimentos.

### **Revisión General**

Esta revisión se debe realizar al menos 1 mes antes del lanzamiento con el fin de contar con los componentes principales y verificar su correcto funcionamiento.

- Comprar el globo meteorológico.
- Comprar el GPS, suscribirse al servicio de monitoreo y verificar su funcionamiento.
- Comprar los materiales de la carga: tubo, barra y lámina de aluminio.
- Adquirir el paracaídas.
- Conseguir la cámara de alta definición y una tarjeta de memoria adecuada para grabar aproximadamente 3 horas.
- Sensor de temperatura.
- Proponer 2 puntos de lanzamiento (uno principal y uno alternativo), pronosticar las condiciones meteorológicas y predecir la trayectoria del globo basado en la intensidad y dirección del viento.
- Iniciar el trámite del permiso de lanzamiento del globo para ambas ubicaciones.
- Definir la cantidad de helio (fuerza de ascenso) requerida para el experimento.
- Conseguir otro GPS que muestre la posición actual en una pantalla para realizar la búsqueda del experimento una vez que ha aterrizado.
- Practicar con ambos GPS, así, al usar el portátil, se pueda encontrar fácilmente el que se instalará en el globo (verificar congruencia de las unidades).

## **Revisión preliminar**

Se debe realizar una revisión preliminar de tareas máximo 2 semanas antes del lanzamiento.

- Finalizar el trámite de los permisos de lanzamiento (en el caso que sea permitido por la autoridad competente obtener dos permisos para el mismo lanzamiento).
- Revisar los pronósticos del clima.
- Predecir la trayectoria del globo.
- Comprar un tanque tipo K de helio y conseguir un regulador de presión.
- Fabricar el adaptador que conecta desde el tanque de helio hasta la boquilla del globo
- Publicar tiempo y fecha del lanzamiento para convocar estudiantes y aficionados.
- Definir el personal de búsqueda de la carga.
- Definir el personal de control de misión.
- Comprar varios elementos requeridos para el experimento: estereofón, cuerda resistente para unir la carga al paracaídas y al globo, cinta adhesiva de ducto, gazas plásticas, guantes de látex, etiquetas adhesivas de recompensa y contacto, baterías de litio para el GPS, epóxico en pasta y adhesivo líquido instantáneo.
- Conseguir una pesa lineal de resorte para medir la fuerza de elevación del globo.

## **Revisión del día antes**

- Cargar la cámara de alta definición (verificar que esté cargada completamente).
- Revisar que la tarjeta de memoria de 16 GB SD no contenga información.
- Insertar la tarjeta de memoria en la cámara.
- Alistar el protector de la cámara y el soporte que se usará para unirlo a la carga.
- Imprimir dos copias del permiso de lanzamiento.
- Revisar nuevamente las predicciones del clima y de trayectoria del globo.
- Imprimir copias de la lista de chequeo para el ensamble y lanzamiento.
- Copiar los números del personal relacionado con el experimento.

- Para la búsqueda del experimento llevar ropa, zapatos, bloqueador, agua, etc.,.
- Llenar caja de herramientas con: alicates, cortadora, navaja, llaves corofijas de diferentes tamaños, llaves francesas, desatornilladores planos y en estrella, gazas plásticas de diferentes tamaños.
- Conseguir una manta suave sobre la cual se pondrá el globo durante el inflado.
- Computadora portátil con: conexión a Internet y batería completamente cargada.
- Inversor para carro para conectar la computadora durante la recuperación de la carga.
- Manuales de operación de la cámara de alta definición, sensor de temperatura y GPS.
- Cámaras normales para tomar fotos durante el ensamble y lanzamiento.
- Probar el correcto funcionamiento del GPS.

### **Lista de chequeo para el ensamble y lanzamiento del experimento**

- Una persona debe tener esta lista y verificar que se cumplan todos los puntos.
- Coloque baterías nuevas de litio en el GPS.
- Instale el GPS en el soporte de aluminio.
- Proteja el GPS con estereofón y asegure la protección con una gaza plástica.
- Encienda el GPS y pruebe que reporte al menos un punto de su ubicación.
- Apague el GPS.
- Instale el cobertor de la cámara de alta definición en la estructura de aluminio.
- Verifique que la cámara tenga la tarjeta de memoria dentro.
- Encienda la cámara y revise que tenga la batería completamente cargada.
- Apague la cámara.
- Coloque la cámara dentro del cobertor (no lo cierre todavía).
- Use el helio para crear una atmósfera libre de humedad dentro del cobertor. Esto evitará la condensación de agua sobre el lente de la cámara.
- Mientras que sopla el helio dentro del cobertor, ciérrelo herméticamente.
- Ajuste la mira del lente de la cámara aproximadamente 20° bajo la horizontal.
- Instale el sensor de temperatura, protéjalo con estereofón y asegúrelo con una gaza plástica.
- Corte 2,5 metros de cuerda.

- Use la cuerda para unir la carga con la parte inferior del paracaídas.
- Corte 15 metros de cuerda.
- Amarre la parte superior del paracaídas a la cuerda y enrolle el sobrante.
- Corte 1 metro de cuerda.
- Amarre un extremo al adaptador que se usará para inflar el globo y el otro a la punta de la pesa de resorte.
- Coloque una manta sobre el punto de lanzamiento y asegúrela contra el viento.
- Lleve el helio, la carga, herramientas, etc al punto de lanzamiento. Una persona siempre debe estar junto al tanque de helio para evitar que este se caiga. Lo más indicado es acostarlo en el suelo.
- Los que tengan contacto directo con el globo pónganse guantes de látex.
- Extienda el globo sobre la manta, trate de que no queden dobleces grandes.
- Encienda el GPS.
- Instale el regulador de presión en el tanque.
- Anote la presión del tanque de helio como referencia. Debe ser cercana a 20 Mpa.
- Regule la presión de salida a 200 kPa.
- Conecte el adaptador al regulador.
- Inserte la boquilla del adaptador dentro del globo.
- Asegure la boquilla del globo al adaptador de PVC utilizando cinta adhesiva de ducto. Cubra la boquilla mínimo 5 veces para evitar que se separen por accidente.
- Sujete el cuello del globo junto con el adaptador de PVC.
- Inicie el llenado con helio, verifique que no se hagan dobleces peligrosos durante el inflado. Siempre alguien debe estar sosteniendo la boquilla del globo y lista para cerrar la válvula del helio y regular el flujo.
- Otras dos o tres personas deben sostener el globo para evitar que el viento lo empuje y toque el suelo.
- Una persona debe revisar periódicamente la fuerza ascendente del globo. Esto se hace sosteniendo la pesa de resorte por la parte inferior y leyendo la medida.
- Verifique que la fuerza ascendente llegue a 4 kilogramos.
- Cierre el helio.

- Anote la presión final del tanque de helio (debe ser cercana a 3,5 MPa).
- Gire el globo 3 veces sobre su eje vertical sosteniendo el adaptador para sellar la boquilla del globo.
- Coloque dos gazas plásticas cerrando la boquilla del globo.
- Ponga varias capas de cinta adhesiva sobre las gazas plásticas.
- Amarre firmemente la boquilla del globo a la cuerda que se conecta al paracaídas y alguien debe encargarse de sostener esta cuerda.
- Quite suavemente la cinta de ducto que une la boquilla del globo y el adaptador.
- Remueva el adaptador de PVC.
- Doble el sobrante de la boquilla hacia arriba.
- Agregue otra gaza plástica sobre el doblez de la boquilla.
- Amarre nuevamente la cuerda sobre este doblez.
- Agregue cinta adhesiva de ducto sobre la boquilla.
- Ahora dos personas deben sostener la cuerda por seguridad.
- Libere lentamente el globo lo más que se pueda manteniendo la carga en el suelo.
- Revise todos los nudos de las cuerdas.
- Verifique que el GPS haya reportado correctamente su ubicación.
- Encienda el sensor de temperatura y verifique que esté grabando datos.
- Encienda la cámara de alta definición.
- Verifique que la cámara está configurada para grabar video y empiece a grabar.
- Sostenga firmemente la carga entre varias personas.
- Libere completamente la cuerda del globo (ahora toda la fuerza del globo debe ser soportada por la estructura de aluminio).
- Verifique que todos los instrumentos estén encendidos y funcionando correctamente.
- Anuncie que el lanzamiento se va a realizar pronto.
- Observe la dirección del viento y que el globo no se pueda atascar en esa dirección (árboles, postes eléctricos, etc). De ser necesario, muévase a un nuevo punto de lanzamiento.
- Inicie la cuenta regresiva. 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1...
- ¡Despegue!

## **Lista de chequeo para después del lanzamiento**

- Designar dos personas para que observen a simple vista y con binoculares el globo.
- Empacar todo el equipo utilizado: herramientas, tanque de helio, mantas, etc.
- Monitorear los puntos reportados por el GPS mientras que se desayuna.
- Detectar la zona oscura (no reporte de localización por estar encima de 18 km).
- Estar listos para salir.
- Apenas aparezca un nuevo punto reportado por el GPS dirigirse hacia él. Intentar observarlo durante la caída. El tiempo aproximado para el impacto es de 30 min.
- Detectar el punto de caída del globo. Repetición de varios puntos sobre la misma ubicación.

## ***Impacto Social***

Desde el inicio del programa en Costa Rica, se han realizado 3 lanzamientos, dos de los cuales se perdieron completamente, pero todos fueron exitosos en el objetivo principal del programa. Se logró que mucha gente colaborara y mostrara interés en los experimentos. Además, siempre se contó con la ayuda de la prensa para difundir las ideas del proyecto. A futuro, se espera trabajar con colegios, universidades y empresas privadas que estén interesadas en motivar más gente a seguir el camino de la ciencia y exploración. A continuación se muestran varias fotos del segundo lanzamiento, en el cual se obtuvo gran asistencia de estudiantes.





## RESULTADOS

El lanzamiento fue exitoso y se obtuvo un video de alta resolución de 42 minutos de duración, el registro de ubicación reportado por el GPS y los datos de temperatura de todo el trayecto. La cámara detuvo su funcionamiento debido a las bajas temperaturas de aproximadamente  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  y durante el trayecto grabó lugares fácilmente reconocibles como: La Isla de Chira, el Volcán Arenal, la desembocadura del Río Tempisque, el lago Arenal, los Volcanes Tenorio, Miravalles y Rincón de la Vieja. Además, se puede observar el cambio drástico del color del cielo azul a baja altitud y completamente negro cuando ha superado gran parte de la atmósfera. Igualmente, se puede observar la reducción de la capa de nubes. A continuación se muestran varias imágenes obtenidas del video de la cámara a bordo de la carga.





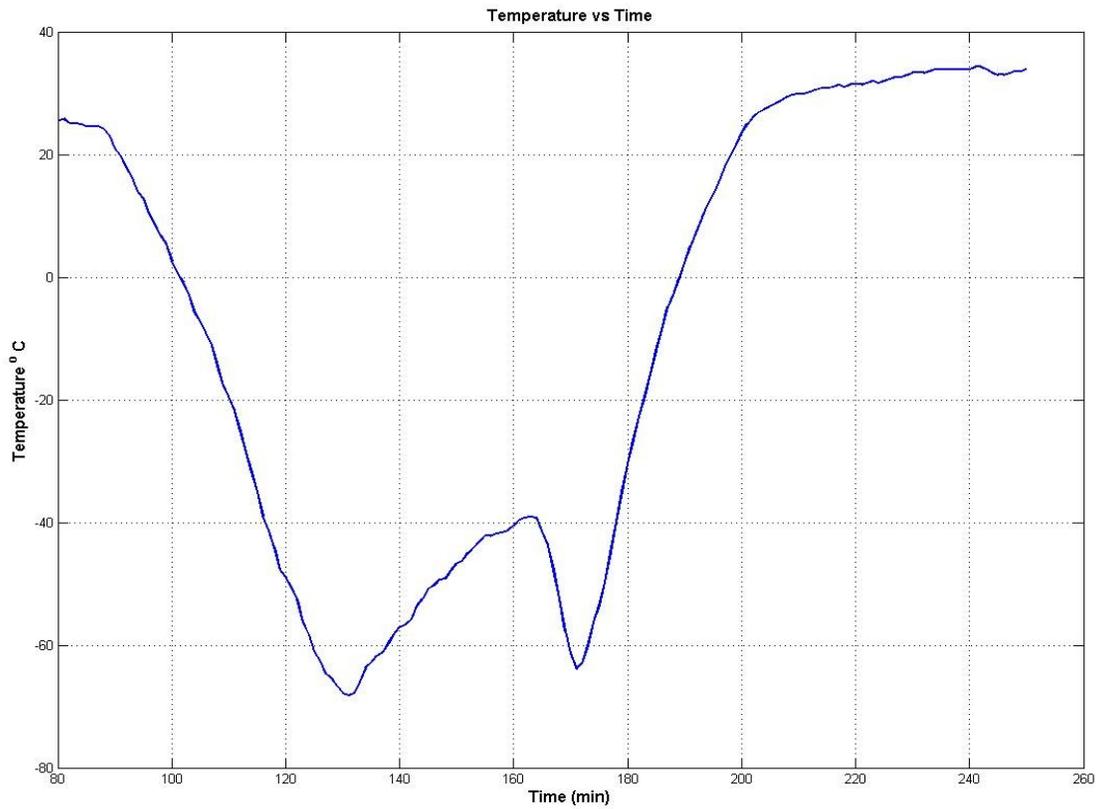




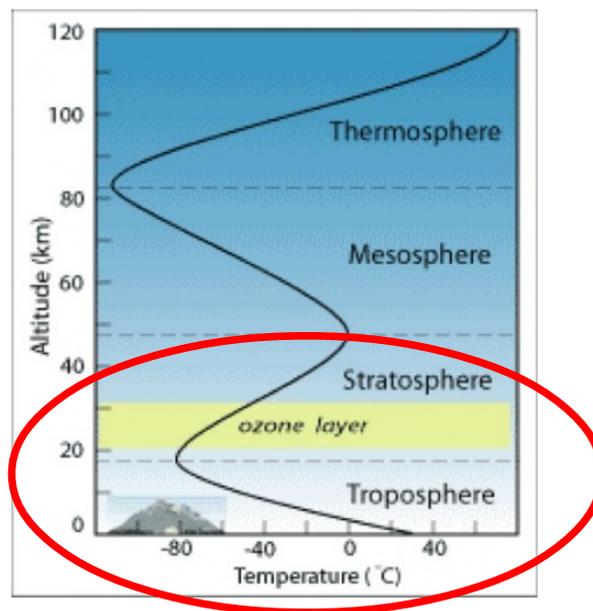
La curva generada por el sensor de temperatura permitió obtener los siguientes resultados:

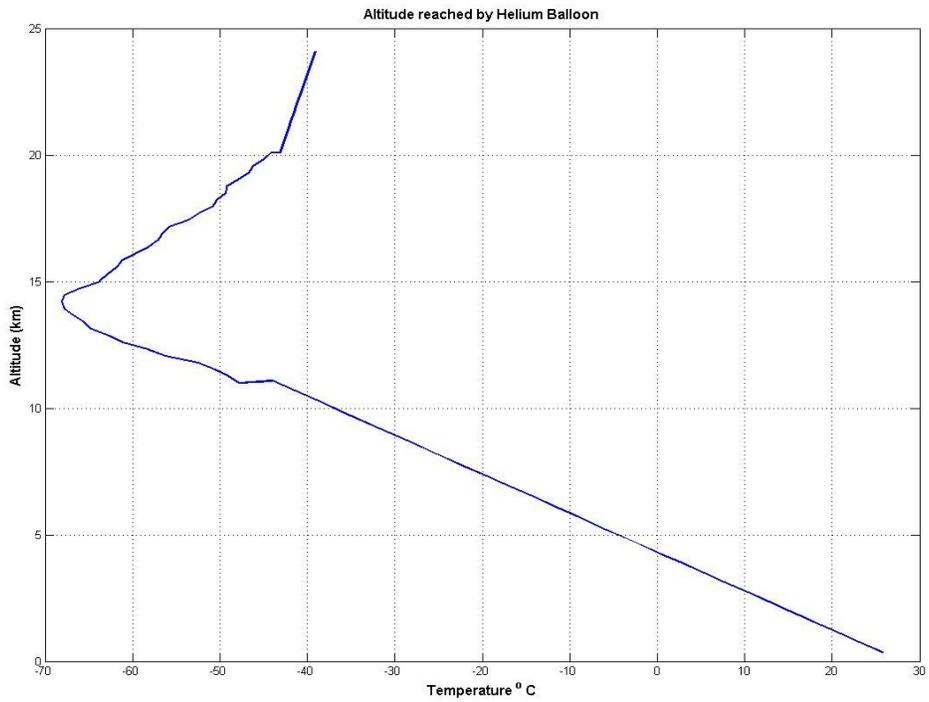
- El tiempo de despegue ocurrió en el minuto 85.
- El tiempo de ruptura del globo ocurrió en el minuto 169.
- El momento en que el experimento aterrizó sucedió en el minuto 200.
- El tiempo de ascenso fue de 1 hora y 24 minutos.
- El tiempo total de vuelo fue de 2 horas aproximadamente.
- La temperatura mínima registrada fue de  $-68,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en la troposfera a unos 15 km.
- La altura máxima fue de 27,7 kilómetros a una temperatura de  $-39,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- La velocidad promedio de ascenso fue de 19,8 km/hr.
- La velocidad de descenso promedio fue de 60 km/hr.

A continuación, se muestra la curva de Temperatura vs. Tiempo.



También, se pudo obtener una sección de la gráfica del cambio de temperatura vs. altitud. Las curvas teóricas y experimentales se muestran a continuación.





El GPS reportó 7 puntos de su ubicación y corroboró el tiempo de vuelo obtenido por medio del sensor de temperatura. A continuación, se muestra una gráfica de los puntos reportados por el GPS y una propuesta de la trayectoria seguida por el experimento.



Además de los resultados experimentales, se logró transmitir el mensaje del proyecto a nivel nacional por medio de los periódicos más importantes del país (portada principal del periódico La Nación), como en la televisión (Programa Buen Día y Noticias del Canal 7). Es la primera vez que se realiza un experimento de este tipo en Costa Rica y marca un hito en los inicios de la exploración aeroespacial del país.

Se puede encontrar una de las noticias en las siguiente dirección:

<http://www.nacion.com/2010-12-23/AldeaGlobal/FotoVideoDestacado/AldeaGlobal2630950.aspx>

**LA NACIÓN**  
San José, Costa Rica  
**VIERNES**  
23 de diciembre de 2010  
\$200  
www.nacion.com

**HOY EN EL ECONOMÍA**  
**Propuesta educativa**  
El proyecto de creación de un sistema regulado por el Ministerio de Educación (compromiso con el Ministerio de Educación Pública como de prioridad y se constituye el punto 11)

**PURO DEPORTE**  
Juan Carlos Rojas, líder sólido de la Vuelta  
La Volpe critica falta de oficio de futbolista lico

**EL MUNDO**  
**Leyes salen a golpe de tambor en Venezuela**  
Período ordinario ya terminó, pero los diputados siguen en sesión continua  
Estudiantes protestan contra un proyecto de ley sobre educación

**Plataformas se acercan a capacidad máxima**  
**ICE enfrenta pico de demanda celular en medio de averías**  
Daños recurrentes: Redes de telefonía han tenido cuatro colapsos graves de octubre a la fecha  
Días de mayor tráfico: Entidad dice poder transmitir 100 millones de mensajes de texto el 24 y 31 de diciembre

**Globo fotografió país desde 20 km. de altura**  
**Logro científico**  
El envío y recuperación de un globo aerostático, lanzado en Turís, permitió a planes científicos obtener imágenes de la conurbación de la Tierra desde nuestro país. Pueden verse el golfo y la península de Nicoya, la isla de Oros y la desembocadura del río Tenorio. En la parte inferior se aprecia la ciudad de Quesada.

## CONCLUSIONES

1. Se logró diseñar una carga liviana con un peso de 0,738 gramos incluyendo todos sus componentes. El experimento resultó ser exitoso ya que todos los equipos instalados cumplieron su objetivo.
2. El globo seleccionado fue el KCI 1200 de la empresa Kaymont. Este fue seleccionado con base en el peso de la carga de 0,738 gramos y la fuerza ascendente de 4 kilogramos.
3. Con base en el peso de la carga se determinó que el paracaídas adecuado para el experimento fue el Sperachute de 91,4 cm, el cual puede soportar una carga máxima de 1,5 kilogramos.
4. Durante los primeros momentos del ascenso del globo, se observó que la aleta de estabilización de la carga no operó correctamente ya que la fuerza del viento unida al movimiento pendular de la carga generó rotaciones violentas de 180°.
5. Por medio de varios pronósticos del tiempo, se pudo determinar que el lanzamiento del globo sí era viable para el lugar propuesto.
6. Se realizaron varias simulaciones de la trayectoria del globo por medio de programas de computadora. Estas mostraban que el experimento iba a estar a salvo de caer en el mar desde el punto de lanzamiento establecido.
7. Las excelentes condiciones meteorológicas permitieron observar el globo durante todo el trayecto del ascenso. Además, el GPS operó correctamente y permitió seguir el viaje realizado por el globo.
8. Los GPS permitieron encontrar la carga y esta se recuperó exitosamente. Todos los componentes se probaron posteriormente y ninguno presentó ningún daño.
9. Varios medios de comunicación masiva del país presentaron los resultados obtenidos tanto en periódicos como en la televisión. Esto permitió comunicar la idea principal del proyecto y continuar con la misión de promover el estudio de la ciencia y la tecnología en la población costarricense.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar mejoras al diseño de la carga y eliminar la aleta de estabilización. Es posible que las tomas de la cámara mejoren si se realiza una estructura de soporte en forma de aro, el cual genera poca resistencia al viento e incrementa la inercia rotacional.
2. Para lograr que la cámara grabe durante todo el trayecto aunque las temperaturas sean muy bajas, se debe acoplar algún sistema de calentamiento externo como resistencias eléctricas de baja potencia o algún calentador químico.
3. Se debe practicar el proceso de búsqueda del GPS Spot con el GPS portátil varias veces hasta verificar el funcionamiento correcto de ambos y que las unidades sean congruentes.
4. El proceso de búsqueda de la carga fue complicado debido a que el terreno era muy abrupto, por esto, es recomendable conseguir vehículos doble tracción o cuadraciclos para facilitar y agilizar la recuperación de la carga.
5. Para obtener mediciones más precisas de la altitud máxima alcanzada de otros experimentos, se debe comprar e instalar un manómetro que tenga la capacidad de almacenar datos.
6. El GPS Spot tiene serias limitaciones como: su altitud y velocidad máxima de medición, no reporta la altitud en la que se encuentra y solo presenta los datos de posición cada 10 minutos. Para futuros experimentos es recomendable incorporar un GPS que no tenga estas restricciones, lo cual se puede lograr construyendo una tarjeta electrónica diseñada específicamente para esta necesidad y reporte los datos a tierra en tiempo real.
7. Este experimento fue exitoso después de dos intentos fallidos. Cada error permitió aprender cómo corregirlo, así que no se rindan si fallan a la primera! Vale la pena el esfuerzo.

## ÍNDICE DE REFERENCIAS

<http://www.acae-ca.org/>  
<http://www.projectaether.org>  
<http://www.eballoon.org/balloon/how-it-works.html>  
<http://www.howstuffworks.com/helium.htm>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_ballooning](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_ballooning)  
<http://spherachutes.com/>  
<http://kaymont.com/>  
[http://www.gutovnik.com/como\\_func\\_sist\\_gps.htm](http://www.gutovnik.com/como_func_sist_gps.htm)  
<http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/travel/gps.htm>  
<http://www.findmespot.com/en/index.php?cid=102>  
<http://gopro.com/cameras/hd-hero-960-camera/>  
<http://www.logtagrecorders.com/products/tril.htm>  
[http://weather.uwyo.edu/polar/balloon\\_traj.html](http://weather.uwyo.edu/polar/balloon_traj.html)  
<http://www.kansasflyer.org/index.asp?nav=Avi&sec=Alti&tab=Theory&pg=2>  
<http://www.nacion.com/2010-12-23/AldeaGlobal/FotoVideoDestacado/AldeaGlobal2630950.aspx>

# ANEXOS

## Permiso de Lanzamiento

  
DIRECCIÓN GENERAL DE  
AVIACIÓN CIVIL  
COSTA RICA

---

San José, 21 de octubre de 2010  
OA-2011-10

Señor,  
Jorge Arias Solano  
Miembro Asistente  
Asociación Centroamericana de Aeronáutica y el Espacio

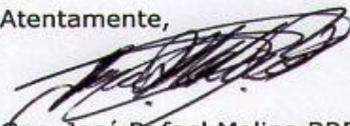
Estimado señor:

En respuesta a su solicitud el día 14 de octubre de 2010, donde solicita permiso para el lanzamiento de un globo meteorológico desde las instalaciones de INVENIO Cañas, Guanacaste, le indicamos que esta Dirección General de Aviación Civil autoriza la operación solicitada.

Dicha autorización será para el día 20 de noviembre entre las 7:00 a.m. a las 2:00 p.m.

En caso de cualquier cambio o modificación en la operación, favor hacerlo de nuestro conocimiento al tele/fax (506)2232-1265 o mi correo electrónico lcruz@dgac.go.cr.

Atentamente,

  
Cap. José Rafael Molina BRENES, Jefe  
Operaciones Aeronáuticas



cc: Álvaro Vargas S, Subdirector Técnico  
Steve Solano, Jefe Navegación Aérea  
Torre de Control Aeropuerto Int. Daniel Oduber Quiros, Liberia  
Archivos

---

Dirección General de Aviación Civil  
Unidad de Operaciones Aeronáuticas  
Website: www.dgac.go.cr

Tel. (506) 2231 30 79  
Fax. (506) 2232 12 65  
E-mail: avargas@dgac.go.cr

Apdo. Postal 5026-1000  
San José, Costa Rica  
C.P. 10107

## GPS

# SPOT SATELLITE GPS MESSENGER

The world's only satellite GPS messenger that works beyond cellular. Peace-of-mind everyday. Emergency assistance when you need it.



Actual Size

When you're stepping off the grid, take the SPOT Satellite GPS Messenger™. 100% satellite technology provides emergency communications, personal messaging and location-based tracking.

SPOT's global network of satellites let's you send messages from almost anywhere on the planet with your GPS location. Whether you're hiking, fishing off-shore, 4-wheeling, driving across country with your family or working remotely outdoors, SPOT helps you stay connected.



### FEATURES

- Advanced GPS
- GPS acquisition light
- Message sending indicator light
- Enhanced antenna performance
- Safety covers on SOS and Help buttons
- Custom message function
- Dedicated Track Progress button
- Illuminated buttons
- Includes armband case with carabiner
- Replaceable button covers
- Recyclable packaging
- Universally accepted icons

S.O.S.

GEOS

In a critical or life-threatening emergency, the SOS function notifies the GEOS International Emergency Rescue Coordination Center of your location every 5 minutes. GEOS alerts the appropriate agencies worldwide based on your location including public service agencies like SAR and private rescue contractors. SPOT has helped initiate rescues around the world both on land and out at sea.

MSRP

PRODUCT COLORS:



WORKS WHERE CELL PHONES DON'T.



## Works Where Cell Phones Don't. Sends Messages Like GPS Can't.



### SATELLITE TECHNOLOGY

**GPS Satellites:**  
21 ft (6.4 m) location accuracy

**LEO Satellites:**  
1610-1620 MHz L-band frequency

**Satellite Speed:**  
17,000 MPH  
114 min. to circle earth

**Distance:**  
876 miles (1414 km) above Earth  
Altitude (twenty times closer than fixed satellites)  
Requires less power.  
- Less power usage allows more frequent updates  
- Less power usage allows other value-added uses

**Visibility:**  
1 to 4 at any one time  
More satellites for SOS detection than anyone  
More satellites means signal can be detected sooner

**Angle of Detection:**  
Constantly changing, helps in dense coverage

**Beam Coverage:**  
Overlaps, increased detection probability

**Movement:**  
Constantly, 8 planes 52° inclination

### DEVICE SPECIFICATIONS

**Device Specifics:**  
-Size: 3.7" x 2.6" x 1.0" (9.4 x 6.6 x 2.5 cm)  
-Wt: 5.2 oz (147.4 g)  
-GPS Lat. Lon. datum format: WGS-84

**Operating Environment:**  
Temperature: -22°F to +140°F (-30°C to +60°C)  
Altitude: -328 ft to 21,325 ft (-100 m to +6500 m)  
Humidity: MIL-STD 810E Method 509.3, 5% NaCl, 95% distilled water  
Vibration: Per SAE J1455, Random, 20 Hz to 2000 Hz, 0.04g<sub>rms</sub>/Hz  
IPX7 Waterproof: Up to a depth of 1 meter for up to 30 minutes

### BATTERY SPECIFICATIONS

When utilizing 3 fully charged AAA Energizer® Ultimate Lithium 8x batteries (LR2), you can anticipate the following battery life in the specified operating environments:

MODE	100% CLEAR VIEW OF SKY	50% CLEAR VIEW OF THE SKY 50% OBSTRUCTED
Power On	~ 3 months	~ 3 months
SOS (or Help/SPOT Assist if reactivated)	~ 6 days	~ 3 days
Track Progress	~ 7 days	~ 3 1/2 days
Check-in / Custom Message	~ 700 messages	~ 350 messages
Stored	Several years with properly installed AAA Energizer® Ultimate Lithium 8x batteries (LR2)	

SPOT performance and battery life may be degraded in operating environments where the SPOT GPS chip must take a longer time to acquire your GPS location, such as trying to send a message indoors or under extreme canopies. Colder conditions can impact battery life. Under normal usage a full battery charge should meet or exceed these amounts.

**LEDs:**  
On/Off  
SOS  
GPS Acquired  
Message Sent

**Check-in/OK**  
Track Progress  
Help

**Certifications:**  
FCC, IC, WEEE, SAR, RoHS, CE

### ADDITIONAL SERVICE FEATURES

**Emergency Response Center:** GEOS is operational 7 days/wk. 365 days a year, operating out of Houston, Texas (2 addl. backup locations)

**Communication:**  
If no GPS fix, SPOT sends distress signal without GPS position to emergency response center

**Google Maps™:**  
All SPOT waypoints are displayed in Google Maps™ in your account and through Shared Pages for easy viewing

**Data History:**  
All Check-in/OK, Custom, Track Progress, SOS and Help messages are stored in the SPOT account at [www.findmespot.com](http://www.findmespot.com) for up to 30 days for review, mapping and sharing. Live data viewing available up to 7 days.

**Data Archiving:**  
Data can be exported for long term archival in the following formats: CSV (spreadsheet), KML (Google Earth™), GPX (GPS data) and at [www.spotadventures.com](http://www.spotadventures.com).

**Shared Page:** You can share messages and locations with others via a personal shared page (optional password protection) or SPOT Adventures account at [www.spotadventures.com](http://www.spotadventures.com).

**Security:** Data protection via the latest techniques. 3rd party penetration testing two times/yr by Plynit.com VeriSign certificate (Share Page & Login Site) Latest security patches updated quarterly Network has firewalls and port scanning

### SPOT SATELLITE GPS MESSENGER FUNCTIONS

**SOS:** Emergency assistance request sent with your GPS location to GEOS every 5 min until batteries die or until cancelled

**HELP/SPOT ASSIST** Request help from friends and family every 5 min for 1 hour. Up to 10 contacts – phone & email

**CHECK-IN/OK** Lets contacts know where you are and that you're okay. Attempts to send three messages to help ensure successful transmission. Up to 10 contacts—phone & email. Contacts will receive only 1 message

**CUSTOM MESSAGE** Create custom non-urgent message to send to friends and family

**TRACK PROGRESS** Acquires your GPS location every 10 minutes for 24 hours. Sends each location one time. Previous 2 track points sent with current track point helping ensure consistent recording of movements

**spot**  
findmeSPOT.com

## Sensor de Temperatura

# LogTag

## DRY ICE PROBE-LESS LOW TEMPERATURE RECORDER



The LogTag Dry Ice "Probe-less" Temperature Recorder operates, measures and stores up to 8000 temperature readings in temperature environments ranging from -80°C to +40°C (-112°F to +104°F).

Intended for use in transit monitoring of articles stored in packaging incorporating dry ice cooling agents.

Available in single trip (SRIL-8) and multiple trip (TRIL-8) versions.

Using the LogTag Interface and LogTag's freely available companion software LogTag Analyser, the LogTag Dry Ice Temperature Recorder is easily configured for recording conditions including delayed start, sampling interval, number of readings and configuration of conditions to activate the ALERT indicator.

The Red Alert indicator provides an immediate indication, without access to a PC, if any readings are outside the limits specified at the time the unit was configured. Green OK indicator provides immediate visual confirmation, without access to a PC, that the unit is operating.



Readings are downloaded using LogTag Analyser which provides facilities for charting, zooming, listing data statistics and allows exporting the data to other applications such as Excel.

The product incorporates an external temperature sensor uniquely arranged in a recess in the case. This arrangement protects the sensor from physical damage while retaining the faster response time normally associated with remote sensors.

### Product Highlights

- **Alert indicator** – indicates if readings are outside of preset limits
- **OK indicator** indicates if still recording and if readings within configured limits
- **Inspection mark** in log by push button
- **Push Button** Logging start with optional delayed start or specific **Time & Date start**
- **Rapid Download!** Takes only seconds to download recordings
- **'Pre-Start' logging** - Logtag can be configured to record even if it has not been started.
- **High performance** at low cost
- **Credit card sized case** – thin enough to be easily mailed "letter rate".
- **Real time clock** records time & temperature simultaneously
- **Easy to use** LogTag Analyser software that runs on any PC configures LogTag for recording then downloads resulting data for analysis.  
Data can also be exported to formats compatible with other applications such as Excel
- **Re-calibration** to achieve higher accuracy possible

# Technical Specifications

<b>Part Order Code</b>	TRIL-8 (Multi-use : 3 trips) SRIL-8 (Single use)
<b>Recorder operating temperature measurement range</b>	-80 ~ +40°C (-112°F ~ +104°F)
<b>Recorder operating mode</b>	Available in Single use or Multi-use (3 trips)
<p><b>Rated Temperature reading accuracy<sup>*</sup></b></p> <p>Better than ±1°C for -30°C ~ +20°C better than ±1.2°C for -45°C ~ -30°C &amp; +20°C ~ +40°C better than ±1.7°C for -80°C ~ -45°C</p> <p><b>LogTag TRIL Temperature Recorder (Probe-less Dry ICE Recorder) Rated Ex-factory Temperature vs Accuracy</b></p> <p>Note: This is a <i>rating</i>. Actual accuracy figures could be very much better. Accuracy can also be improved by recalibration.</p>	<p><b>Rated Temperature reading resolution<sup>#</sup></b></p> <p>Less than 0.1°C for -80°C ~ 0.0°C, less than 0.2°C for 0.0°C ~ +20°C less than 0.5°C for +20°C ~ +40°C (see below)</p> <p><b>LogTag TRIL Temperature Recorder (Probe-less Dry ICE Recorder) Rated Ex-factory Temperature vs Resolution</b></p> <p><sup>#</sup>LogTag Analyser currently displays to one decimal place of °C or °F. The native resolution is what is stored in the LogTag. Actual performance is normally superior to rated performance.</p>
<b>Capacity</b>	8000 temperature readings (16Kbytes memory)
<b>Sampling frequency</b>	adjustable, 1min to several hours
<b>Download Time</b>	Typically with full memory in less than 5 seconds depending on computer or readout device used.
<b>Environmental</b>	IP65
<b>Power source</b>	3V low temperature chemistry Lithium battery.
<b>Battery life</b>	Minimum storage life of 12 months before 'start'. Single use version rated for a typical trip of 2 weeks duration at dry ice temperatures. Limited use version rated for up to 3 trips of up to 2 weeks duration at dry ice temperatures over a 2 year period.
<b>Size</b>	86mm(H)x54.5mm(W)x8.6mm(T)
<b>Weight</b>	35grams
<b>Case Material</b>	Polycarbonate

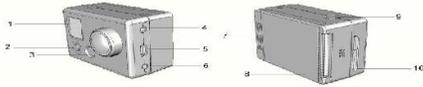
# Cámara Hero

Consultez gopro.com pour une traduction des instructions.  
 Visitez gopro.com para las instrucciones traducidas.

翻訳された取扱説明書は gopro.com から入手できます。  
 別の言語の取扱説明書は、他の言語でサイトを閲覧してください。

Übersetzte Anweisungen sind unter gopro.com zu finden.  
 Besuchen Sie gopro.com für die übersetzten Anweisungen.

## HD HERO INSTRUCTIONS



1 - Status LCD Screen	5 - USB Port	9 - Shutter/Select Button
2 - Power/Mode Button	6 - Combo TV/Audio Out	10 - SD Card Slot
3 - LED Light	7 - HERO Bus™ Port	
4 - HDTV Out Port	8 - Battery Door	

**Basics of Using your Camera**  
 You must insert an SD card into the camera to record and save photos and video. Free downloadable camera updates may be available at gopro.com.

### POWER/MODE BUTTON - Front of Camera

POWER/MODE button turns camera on and off and works as a mode switching button once camera is on.

### SHUTTER BUTTON - Top of Camera

Shutter button starts and stops video recording and photo capture. When in the SET menu, of options the shutter button acts as a toggle button for changing settings. See the SETTINGS MENU section of these instructions for more information.

<b>Turn Camera On</b>	Quickly press the POWER/MODE button and camera will turn on. Camera will beep 3 times, indicating the camera is powering on.
<b>Turn Camera Off</b>	Press and hold the POWER/MODE button for 2 seconds. Camera will beep 7 times, indicating the camera is shutting off.
<b>Changing Modes</b>	Once camera is on, quickly pressing the POWER/MODE button will change modes from video mode to self-timer, to photo mode, etc.

**Battery ships partially charged. NO damage will occur to battery if used prior to fully charging. See charging section for more information.**

## STATUS LCD ICONS

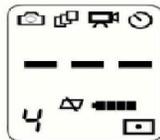


Photo Mode	Triple Shot Photo Mode	Video Mode	10 Second Timer Mode
Resolution Indicator	Delete Last/All Format SD Card	Battery Meter	Spot Meter Exposure ON
Number of Files on SD Card	SD Card Not Inserted		



### TO SHOOT VIDEO

Turn on camera by pressing POWER/MODE button. The camera will power on in VIDEO mode as the default mode. Default resolution is 960p (1280x960). See Settings Menu section to learn about resolutions. Press shutter button to begin recording video. Camera will beep once. Red LED light on front of the camera will blink while video is recording. Press shutter button to stop recording or camera will automatically stop recording when your SD card is full or your battery dies (approx. 2.25 hours of battery life on a full charge). Camera will beep 3 times when recording stops and file is saved.



### USING 10 SECOND TIMER

Press the POWER/MODE button until you see the 10 SECOND TIMER icon. Press the SHUTTER button and the camera will automatically shoot a photo in 10 seconds. A series of beeps and flashing red LED light will indicate when the photo has been taken.



### (blinking icon)

### TO SHOOT PHOTOS EVERY "X" SECONDS TIME LAPSE MODE

Press POWER/MODE button until you see the blinking camera icon. The default timing is to shoot a PHOTO EVERY 2" SECONDS, automatically. Press the shutter button to start taking photos. Press the shutter again to stop. To change the timing to shoot a photo every 2, 5, 10, 30, or 60 seconds, see the SETTINGS MENU section of these instructions.



### TO SHOOT SINGLE SHOT PHOTOS

Press the POWER/MODE button repeatedly until you see the solid, non blinking camera icon. Press the SHUTTER button to take a photo. A beep will sound and red LED will flash to indicate a photo has been taken.



### TO SHOOT TRIPLE SHOT SEQUENCE PHOTOS

Press POWER/MODE button until you see the triple shot icon on the front LCD status screen. Press the shutter button to shoot 3x photo-sequence in 2 seconds.

## SETTINGS MENU

### ADVANCED FEATURES



### ENTERING THE SETTINGS MENU

Press the POWER/MODE button repeatedly until you see the SET icon (above). Press the SHUTTER button to enter settings menu. Press the POWER/MODE button to cycle through options once in settings menu.

### CHOOSING ONE BUTTON MODE ON / OFF

"One Button Mode On" forces the camera to automatically begin recording video or photos once the camera is turned on, depending on which default power up mode the camera is set to (see next instructions). In "One Button Mode On" the camera is either "on and recording", or "powered off". This simplifies camera operation when loaning the camera to friends or when you know you only want to shoot in one mode.

The shutter button is disabled in "One Button Mode" and will not start or stop the recording while the camera is on.

Symbol on LCD Screen	Function
onF (default setting)	One Button Mode Off
onO	One Button Mode On

To turn "One Button Mode" "ON":

- 1) Enter the SET MENU and notice that One Button Mode OFF (onF) option is the first setting available. Press the shutter button to toggle the screen to say onO (One Button Mode On).
- 2) With onO (One Button Mode On) showing on the screen, press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.
- 3) Turn your camera off and then on again and the camera will begin recording in whatever the default power on setting and resolution is set to.
- 4) Press and hold the power button for 3 seconds to stop recording and turn the camera off

To turn "One Button Mode" "OFF":

- 1) Turn the camera on
- 2) While the camera is on (and recording), press and hold the shutter button for 3 seconds. Let go.
- 3) The camera's SET menu will appear
- 4) Press the shutter button to enter the SET menu
- 5) When onO (One Button Mode On) appears, press the shutter button to toggle the setting to onF (One Button Mode Off)
- 6) Turn the camera off
- 7) When you turn the camera on again the One Button Mode feature will be turned off

### CHOOSING DEFAULT MODE AT POWER UP

You can program your camera to turn on in either Video mode, Photo mode, Triple Shot Sequence mode, or Photo Every "X" Seconds mode:

Symbol on LCD Screen	Function
F (default setting)	Video Mode IF means "filming"
P	Single Shot Photo Mode
3	Triple Shot Photo Mode
PES	Photo Every "X" Seconds Mode

Press the SHUTTER button to toggle between choices. Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

### CHOOSING VIDEO RESOLUTION

Your HD HERO camera shoots the following video resolutions:

Symbol on LCD Screen	Description	Resolution	Frames per Second	Suggested Use
r1	Wide Angle Standard Definition 16:9	WVGA (848x490)	60 NTSC 50 PAL	when smaller file size is desired
r2	Widest HD Video 16:9 @ 30 fps	720p (1280 x 720)	30 NTSC 25 PAL	when mounting on vehicles or gear, when a very wide angle is desired but vertical viewing area is not as important
r3	Widest HD Video 16:9 @ 60 fps	720p (1280 x 720)	60 NTSC 50 PAL	same as r2 but with ultra slow motion playback
r4 (default resolution)	Tallest HD Video Max Overall View 4:3	960p (1280 x 960)	30 NTSC 25 PAL	when mounting on your body, helmet, surfboard or chest harness, this mode offers the most vertical viewing area of all resolutions
r5	Full HD Highest Resolution 16:9	1080p (1920x1080)	30 NTSC 25 PAL	when vehicle or gear mounted, best choice for highest quality in-car filming, 25% narrower field of view (157°) compared to 170° view of other resolutions

NOTE: Above r1, r2, r3, r4, and r5 settings in the SET menu appear as 1, 2, 3, 4, and 5 (no "r") on the bottom left corner of LCD screen when not in the SET menu. See previous "STATUS LCD ICONS" section for an example of this.

Press the SHUTTER button to toggle between choices. Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

### CHOOSING EXPOSURE SETTING

Choose between Spot Meter and Center Weighted Average Meter exposure settings depending on the lighting of your environment:

Symbol on LCD Screen	Function
Cnt (default setting)	Center weighted average meter is best for normal outdoor and indoor lighting conditions.
SP:	Spot meter is primarily for shooting from inside of a car or other dark space looking out into a brighter outside setting. Spot meter adjusts the exposure for the absolute center of the scene, for example the road ahead instead of the interior of the car.
This icon appears on LCD when spot meter is active	If you are wanting optimum exposure of the inside of the car, filming mainly the driver for example, choose Cnt center weighted average to expose for the inside of the car.

Press the SHUTTER button to toggle between choices. Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### UPSIDE DOWN IMAGE CAPTURE

If you need to mount your camera upside down to get the perfect photo or video angle, you can program the camera to save the photo or video upside down so that it appears right side up when you review it on your computer or TV. This eliminates the need to "flip" the photo or video later on your computer.

Symbol on LCD Screen	Function
UP (default setting)	saves photos and videos in a normal "right side up" orientation
UPd	saves photos and videos upside down so that they appear right side up when you review on your computer or TV. The video camera and photo icons will blink quickly on the LCD screen to remind you that you are saving photos and videos in upside down mode.

Press the SHUTTER button to toggle between the UP / UPd choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### SETTING VIDEO LIVE FEED ON / OFF

You can set your camera to send a live video signal out the side TV or HDTV ports by toggling the VIDEO LIVE FEED setting on and off. Video Live Feed ON (LFO) allows for plugging the camera into wireless transmitters and TVs for live viewing from the camera. Video Live Feed OFF (LFF) allows for playback of photo and video files from the camera onto a TV. Video Live Feed via the USB port is not supported.

If Video Live Feed is turned on (LFO), the camera will stay in normal camera mode when plugged into a TV and will send a live video signal to the TV. Plugging in the component cable will send an HD video signal out from the camera, and plugging in the composite cable will send a standard definition signal out from the camera. NOTE: If the component cable is used to send live HD video out from the camera, and you begin simultaneously recording HD video to the SD card, the live video feed will be reduced to standard definition as the camera cannot record and transmit HD video at the same time. If you wish to have an HD live video feed from the camera you cannot begin recording HD video to the SD card. If the composite cable is used to send standard definition video out from the camera, then the camera can simultaneously record HD video to the SD card.

Symbol on LCD Screen	Function
LFF (default setting)	Video Live Feed OFF
LFO	Video Live Feed ON

Press the SHUTTER button to toggle between the LFF / LFO choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### CHOOSING ON SCREEN DISPLAY ON / OFF

When the camera sends a live feed video signal out to a wireless transmitter or TV, it will send a battery meter icon and a recording on/off icon via an "On Screen Display" that will appear in the video feed. If you prefer to turn these status icons off, you can do so by toggling the "On Screen Display" setting off.

Symbol on LCD Screen	Function
oSO (default setting)	On Screen Display ON
oSf	On Screen Display OFF

Press the SHUTTER button to toggle between the oSO / oSf choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### CHOOSING PHOTO EVERY 2, 5, 10, 30, 60 SECONDS TIMING

You can shoot a photo every 2, 5, 10, 30, or 60 seconds, ongoing, with the "Photo every X seconds" mode. When you see P2 (photo every 2 seconds is the default setting), you can press the SHUTTER button to toggle the following options:

Symbol on LCD Screen	Function
P2 / P5 / P10 / P30 / P60	shoots photos in 2 / 5 / 10 / 30 / or 60 second intervals

Press the SHUTTER button to toggle between choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### CHOOSING LED BLINKING ON / OFF

You can set the red LED light to blink while filming or to be off at all times, for stealth:

Symbol on LCD Screen	Function
bLO (default setting)	LED blinking ON
bLF	LED blinking OFF

Press the SHUTTER button to toggle between choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### CHOOSING BEEPING SOUND ON / OFF

You can set the beeping sound to beep or be silent at all times, for stealth:

Symbol on LCD Screen	Function
bPO (default setting)	beeping sound ON
bPF	beeping sound OFF

Press the SHUTTER button to toggle between choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### CHOOSING NTSC / PAL SETTING

This controls both the video recording frame rate and playback of video from the camera when viewing on a TV. Select **NTSC** (NTSC) if viewing on a TV in North America. Choose **PAL** if viewing on a PAL TV (most televisions outside of North America) or if viewing on a PAL TV in any region.

Symbol on LCD Screen	Function
nSC (default setting)	NTSC TV setting for North America. Camera will record in 60 or 30 frames per second depending on which resolution is selected.
PAL	PAL TV setting for most regions outside of North America. Camera will record in 50 or 25 frames per second depending on which resolution is selected.

Press the SHUTTER button to toggle between choices. If a change has been made, the camera will automatically power off and on again to reset itself into the correct setting.

#### DELETE LAST FILE SAVED

When "LSt" is on the LCD screen, you can delete the last file saved to the SD card:

Symbol on LCD Screen	Function
LSt	To delete last file saved to camera, press SHUTTER button when LSt is on screen. LSt will start blinking as a warning.
LSt (blinking) TO CHOOSE NO DELETE	"LSt" will blink for 5 seconds. If you do nothing, "LSt" will stop blinking and the file will NOT be deleted. You can press the POWER/MODE button to advance to the next option in the SET menu.
LSt (blinking) TO CHOOSE YES DELETE	If you press the shutter button while LSt is blinking, you will delete the last file saved to the SD card. Red LED on front of camera will blink while the file is being deleted.

#### DELETE ALL FILES AND FORMAT SD CARD

When "ALL" is on the LCD screen, you can delete all files and format the SD card:

Symbol on LCD Screen	Function
ALL	To delete all files and FORMAT SD card, press SHUTTER button when ALL is on screen. ALL will start blinking as a warning.
ALL (blinking) TO CHOOSE NO FORMAT	"ALL" will blink for 5 seconds. If you do nothing, "ALL" will stop blinking and the SD card will NOT be formatted. You can press the POWER/MODE button to advance to the next option in the SET menu.
ALL (blinking) TO CHOOSE YES FORMAT	If you press the shutter button while ALL is blinking, you will format the SD card, losing all files and data. Red LED on front of camera will blink while card is being formatted. IMPORTANT: this will format your card and all data on the card will be deleted.

#### AUTO POWER OFF SETTING

You can program the camera to automatically turn off at 60, 120, 300 seconds, or you can set the camera to OFF to keep the camera on until you manually turn it off.

Symbol on LCD Screen	Function
OFF (default setting)	camera will only turn off if manually turned off
60	camera will turn off 60 seconds after last button press (unless recording video or shooting automatic photos)
120	camera will turn off 120 seconds (2 minutes) after last button press (unless recording video or shooting automatic photos)
300	camera will turn off 300 seconds (5 minutes) after last button press (unless recording video or shooting automatic photos)

Press the SHUTTER button to toggle between choices.

Press the POWER/MODE button to save whichever setting is showing on the screen and continue to the next feature option.

#### SETTING THE TIME AND DATE

You can set the time and date on the camera as long as the battery stays in the camera. Once the battery is removed the time and date settings will be lost:

Symbol on LCD Screen	Function
dAt	When you see "dAt" on the screen, press SHUTTER button to set the time and date.
Y09 - Y30	Press POWER/MODE button to toggle from Y09 (2009) to Y30 (2030). Press SHUTTER to advance to next date setting.
01 - 12	Press POWER/MODE button to toggle from 01 (January) to 12 (December). Press SHUTTER to advance to next date setting.
d01 - d31	Press POWER/MODE button to toggle from d01 (1st day of month) to d31 (31st day of month). Press SHUTTER to advance to next date setting.
H00 - H23	Press POWER/MODE button to toggle from H00 (12 a.m. military time) to H23 (11 p.m. military time). Press SHUTTER to advance to next date setting.
00 - 59	Press POWER/MODE button to toggle from 00 (zero minutes) to 59 (59 minutes). Press SHUTTER to advance to next date setting.

Once you select the "minutes" setting and press the SHUTTER button, you will return to the SET entrance for the settings menu.

#### EXITING THE SETTINGS MENU

When you see ESC on the screen, press the SHUTTER button to exit the SETTINGS MENU.

## CONNECTIVITY / BATTERY CHARGING



### SYSTEM REQUIREMENTS

The HD HERO camera is compatible with Microsoft® Me/2000/XP/VISTA or later, or Mac OS X 10.2 or later. The HD HERO camera can also be plugged into any standard definition or HDTV that has RCA or component (RGB) ports, allowing for high quality playback.

Windows System Requirements for Full HD 1080p and 720p 60 fps Playback:

- Microsoft Windows® XP (Service Pack 2 or later), Vista and Windows 7
- 3.2 GHz Pentium 4 or faster
- Direct X 9.0c or later
- At least 1 GB of system RAM
- Video card with at least 256MB of RAM

Macintosh System Requirements for Full HD 1080p and 720p 60 fps Playback:

- Mac OS® X v10.4.11 or later
- 2.0 GHz Intel Core Duo or faster
- At least 1 GB of system RAM
- Video card with at least 128MB of RAM

If you are having problems achieving smooth playback on your computer, the HD HERO camera can also plug directly into any standard definition or HDTV that has RCA or component (RGB) ports. The HD HERO camera itself provides very smooth playback directly on a TV and when using component (RGB) cables for HD playback, the quality matches that of playing back on a computer.

### USING SD CARDS

The HD HERO camera is compatible with 2GB, 4GB, 8GB, 16GB, and 32GB capacity SD and SDHC cards. While all speed cards work in the camera, GoPro® recommends minimum Class 4 speed cards for reliability when shooting HD video. GoPro's own testing has shown improved reliability in high vibration activities with name brand SD and SDHC cards.

To insert the SD card, slide the SD card into the SD card slot on the side of the camera with the SD card label facing the front of the camera. The SD card will click into place once it is inserted *past* flush with the camera. Use your fingernail to do this.

To remove the SD card, push it further into the camera and it will spring out from the camera far enough so that you can pull it out.

### TRANSFERRING VIDEO AND PHOTOS TO COMPUTER

On a PC with WINDOWS operating system:

- 1) Connect the camera to a computer with the included USB cable.
- 2) Turn on the camera by pressing POWER/MODE button. LCD screen will display "USB".
- 3) Double click on MY COMPUTER and you will see a "Removable Disk" icon. If you do not see this, close the MY COMPUTER folder and then reopen it and the "Removable Disk" icon should appear.
- 4) Double click the "Removable Disk" icon.
- 5) Then double click the "DCIM" folder icon.
- 6) Then double-click the "100MEDIA" icon.
- 7) The photo and video files will be in the "100MEDIA" folder.
- 8) Drag your photo and video files to your hard drive or double click a file to view it.

On a MAC:

Simply plug the camera into your MAC with the included USB cable, turn your camera on, and the MAC OS will recognize the camera as an external hard drive.

IMPORTANT TIP FOR MAC USERS: When deleting files from your SD card you must empty the trash before removing the SD card or unplugging the camera. If you do not empty your trash the photo and video files will not be completely erased from your SD card.

### CHARGING BATTERY

The LCD will blink a "Bat" message when the battery is low and the camera will save the file, if recording, and turn off. You must now charge your battery.

- 1) Connect the camera to a computer with the included USB cable.
- 2) Red LED on front of camera will turn on, indicating the battery is charging.
- 3) Red LED will turn off once battery is charged.
- 4) Battery will charge 80% in 2 hours when plugged into computer USB port. 100% charge after 4 hours total charging time.
- 5) Battery will charge 80% in one hour when using a 1000mAh USB compatible wall or car charger. 100% charge after 2 hours total charging time.

To charge battery and record video / photos simultaneously

You can charge the camera's battery while simultaneously recording video or photos. Simply plug the camera into any 500mAh or 1000mAh USB-based wall, car, or phone charger to charge the HD HERO camera while recording video or photos. It is best to use a 1 amp (1000mAh) charger for maximum charging performance when also recording video or photos with the camera while charging.

Spare batteries are available at [gopro.com](http://gopro.com) and authorized GoPro resellers.

### REMOVING BATTERY FROM THE CAMERA

The battery is designed to have a very tight fit to maximize reliability in high vibration activities. To remove the battery, squeeze the sides of the battery and pull it out of the camera. It is intentionally not easy to do, but the battery will come out.

In most cases it is not necessary to remove the battery. Please note, if you do remove the battery you will lose your time and date settings on the camera.

Additional batteries and charging accessories are available at [gopro.com](http://gopro.com).

### CONNECTING CAMERA TO TV OR HDTV

Make sure your camera is set to the correct NTSC or PAL video setting or your camera will not work properly with your TV. This is explained in the SETTINGS MENU section of these instructions.

### STEPS TO REVIEW PHOTOS AND VIDEO ON A TV OR HDTV

- 1) Make sure your camera is set to LIVE FEED OFF (LFF) in the SET menu. LIVE FEED OFF will allow your camera to playback saved video and photos files on a TV via TV playback.
- 2) Plug your camera into the RCA or COMPONENT (RGB) ports on your TV or HDTV with the included cables. Icons on the side of the camera indicate which cables to use in which ports.
- 3) If plugging into an HDTV, use the RCA cables for sound while the COMPONENT (RGB) cables are for the HD video signal.
- 4) Once plugged in, turn on your camera.
- 5) The most recent video saved to the SD card will begin playing on the screen.
- 6) Press POWER/MODE button to advance to the next video. Press the SHUTTER button to return to the previous video.
- 7) To view photos, press and hold POWER/MODE button for 2 seconds to switch to photo playback mode.
- 8) Press POWER/MODE button to advance to the next photo.
- 9) Press the SHUTTER button to return to the previous photo.
- 10) Press and hold POWER/MODE button for 2 seconds to return to video playback mode, if desired.
- 11) Unplug camera from the TV and turn camera off when finished reviewing.

### TROUBLESHOOTING

#### "SoS" MESSAGE ON LCD SCREEN

If you see the "SoS" message on your LCD screen, that means your video file was corrupted during recording for some reason. While SoS is showing on the screen, press ANY BUTTON on the camera and the camera will attempt to repair the file.

#### "HOT" MESSAGE ON LCD SCREEN

If you see the "HOT" message on your LCD screen, that means that your camera has become too hot and it needs to cool down. Don't worry, no damage has occurred to your camera. Simply let it sit and cool before attempting to use it again. Your camera will not allow itself to overheat, so do not worry as no damage has occurred.

#### FCC Statement

Modifications not approved by the party responsible for compliance could void user's authority to operate the equipment. This equipment has been tested and found to comply with the limits for Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules.

These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment on and off.

The user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- \*Reorient or relocate the receiving antenna.
- \*Increase the separation between the equipment and the receiver.
- \*Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- \*Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.