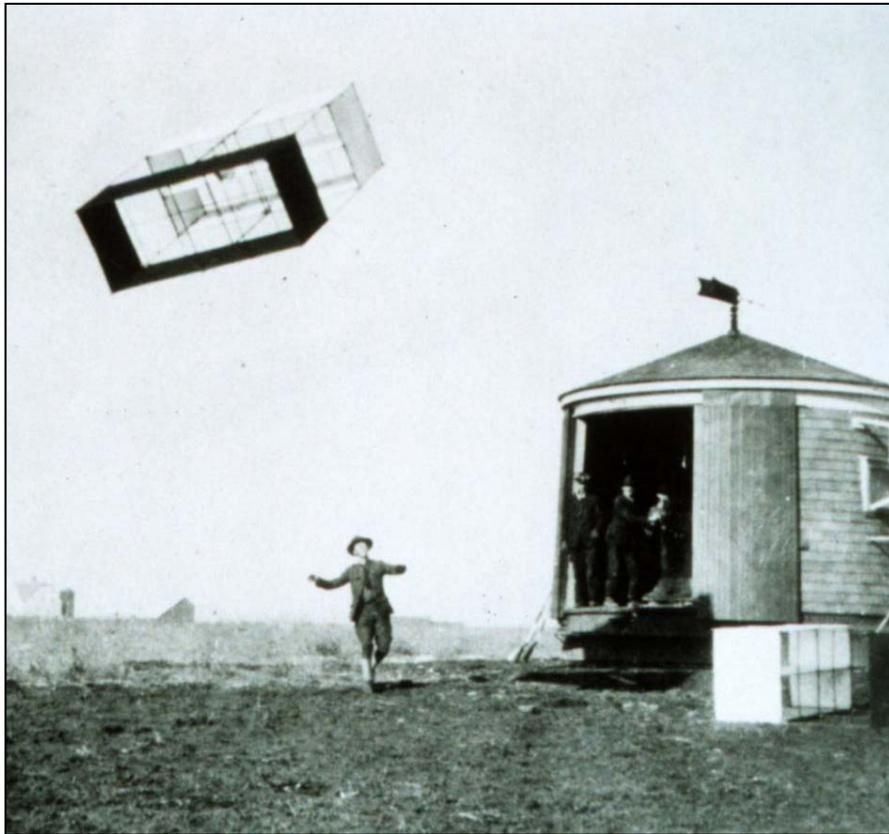


**Introducción Histórica:
Sondeos de la atmósfera con globos y cometas
a principios del siglo XX.**



por

Juan Miguel Suay Belenguer
Ingeniero Superior Industrial
D.E.A. Historia de la Ciencia
jm_suay@inves.es

Introducción

Los primeros estudios metódicos de la atmósfera datan del siglo XVIII, momento en el que se comienza a medir con instrumentos los parámetros de la misma. Entonces surge la necesidad de sistematizar y recopilar estos datos para su aplicación en diferentes ramas del saber, que en un principio no fueron otras que la medicina, la agricultura y la náutica. Si bien estas observaciones se limitan a la toma de los parámetros básicos de la atmósfera: presión, temperatura, humedad relativa, etc., será la base para la organización de los servicios meteorológicos en el mundo, como organismos encargados de la edición y estudio de estos datos tomados en estaciones repartidas por el territorio y encargadas de hacer el pronóstico del tiempo.

No será hasta finales de dicho siglo XIX y principios del XX, cuando surgen en todo el mundo las llamadas **Estaciones Aerológicas**, iniciándose y generalizándose las mediciones de los parámetros atmosféricos a diferentes alturas con ayuda de instrumentos que son elevados por medio de globos y cometas. Su fin era el estudio de las capas bajas y medias de la atmósfera para trazar a diversas alturas las *cartas sinópticas*¹, necesarias para predecir el tiempo en dichas zonas, a los ya por entonces pilotos de globos libres, dirigibles y de los primitivos aviones. Los sondeos se hacían, dependiendo del grado de estudio deseado, con ayuda de globos o cometas.

Los tipos de globos utilizados para los sondeos podían ser:

Globos pilotos: Es el método más simple de estudio aerológico y se usaba cuando se quería medir la velocidad y dirección del viento a diferentes alturas. Su nombre proviene de la costumbre de lanzar un globo pequeño a la atmósfera antes del lanzamiento de un globo tripulado para estimar la dirección del viento.

Globos sondas: Globo libre no tripulado que transportaba un aparato (meteorógrafo) que registra continuamente las variaciones de la presión, temperatura y humedad relativa conforme se elevaba; observaciones desde tierra, permitían calcular la velocidad y dirección del viento a diferentes altitudes. Al llegar a una determinada altura la disminución de presión hacía explotar el globo y el meteorógrafo caía, teniendo que ser localizado con posterioridad para obtener los registros. Se empleaban para los sondeos dos globos unidos, de manera que al estallar uno de ellos, el otro sirviera, al permanecer hinchado, de paracaídas del meteorógrafo. Este método de sondeo ha perdurado hasta hoy en día, con los lógicos adelantos tecnológicos (radiosondas).

Globo - Cometa y Globos libres: Estos globos eran empleados en los Servicios de Aerostación Militar con el propósito de realizar observaciones de los campos de batalla, en algunos de los vuelos de entrenamiento se llevaban meteorógrafos con el fin de realizar observaciones. Como alternativa o complemento a estas observaciones con globos se empleaban cometas.

"Las ventajas que según Mr. Rotch² tienen las cometas sobre los globos sondas para el estudio de las capas bajas y medias del aire son:

1. *Economía de gastos de instalación y experimentación.*
2. *Seguridad en la altura a que se verifican las observaciones.*

¹ Mapas que contienen los datos análogos o simultáneos a diversas alturas.

² Director del observatorio meteorológico de Blue Hill (USA) a principios del siglo XX.

3. Perfecta ventilación de los meteorógrafos empleados.

El único inconveniente que tiene el sistema, es el de exigir el concurso del viento, lo cual hace preciso su complemento de globos cometas cautivos, para días de calma”³

El primer país en reconocer el potencial de las cometas en la investigación de la atmósfera fue Estados Unidos, en concreto en el Observatorio de Blue Hill (Massachusetts). A finales del siglo XIX, coincidiendo con la aparición de las cometas de tipo celular, su por entonces director **A. Lawrence Rotch**⁴ fija las bases y sistemática de la observación con ayuda de cometas. El 4 de agosto de 1894 consiguió elevar a 430 m un termógrafo, siguió a esta primera experiencia un continuo estudio para perfeccionar tanto los instrumentos registradores y los tipos de cometas, consiguiendo, en 1900, elevar un meteorógrafo a la considerable altura de 7000 m.

Rápidamente el uso de las cometas en observaciones meteorológicas se extiende por otros países como Francia, en el Observatorio de Trappes, Alemania, el Observatorio Marítimo de Hamburgo y el Observatorio de Lindenberg y otros observatorios nacionales.

El 1 de agosto de 1919, en el Observatorio de Lindenberg, se elevó un tren de ocho cometas meteorológicas tipo “*Schirmkastendrachen*”⁵. Después de 18 horas de elevación y 15 Km de cuerda de piano, como hilo, alcanzó los 9740 m. de altitud, récord que ha permanecido imbatible hasta ahora.

En España, lamentablemente, los estudios aerológicos con sondeos no empezaron a realizarse hasta la primera década del siglo XX, y la falta de presupuesto obligó a prescindir del uso de las cometas y a dedicar su actividad tan solo al lanzamiento diario de globos pilotos en las estaciones aerológicas y globos sonda en los días internacionales.

Debido a que se necesitaba llegar a mayores alturas, al peligro de que se produjeran descargas eléctricas a través de los hilos, a la aparición de los primeros aviones y a la mejora de los Globos Sonda, las cometas entraron en desuso. Se dejaron de utilizar en la década de los treinta del siglo XX.

Por su interés histórico, desarrollaremos a lo largo del artículo cómo se realizaban los sondeos con cometas en las diferentes estaciones aerológicas del mundo, según se describe en los libros y publicaciones científicas de la época.

³ ROJAS, FRANCISCO DE P. (1919), *Aplicación de las Cometas a la Meteorología*, Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros., pp. 7- 8.

⁴ ROTCH, A. L. (1897), *Exploration of the air by means of kites*, Anales del Observatorio Astronómico del Colegio de Harvard vol. XLII parte I Cambridge University Press.

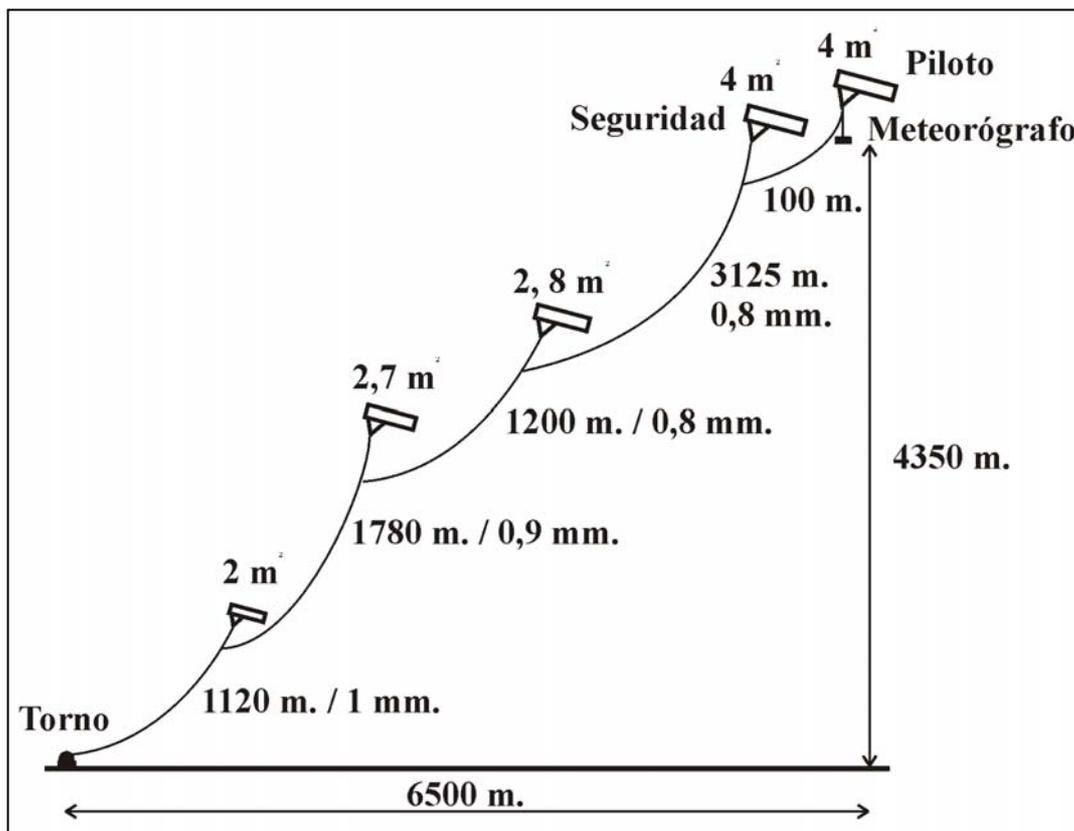
⁵ Cometa de Paraguas. Llamada así por el sistema de varillas de tensado, similar al de un paraguas.

Los sondeos atmosféricos con cometas

Procedimientos de lanzamiento. Organización de la línea aérea.

El sondeo de la atmósfera con ayuda de cometas, se empleaba, cuando se quería elevar un aparato registrador o meteorógrafo a grandes alturas. Para conseguir esto se empleaba un tren de cometas, donde una de ellas denominada *piloto* o *principal* llevaba el aparato de medida y el resto de ellas, denominadas *auxiliares* o *secundarias*, eran las encargadas de aliviar el peso del cable de sujeción, que se enrollaba y desenrollaba con ayuda de un torno. Junto a la cometa principal se colocaba otra denominada *cometa de seguridad* cuyo fin se explicará más adelante.

Francisco de P. Rojas⁶ lo describe: "Cuando por medio de cometas se trata de elevar un aparato registrador a grandes alturas (se han rebasado lo 7000 metros en algunas ocasiones, empleando más de 15 kilómetros de cable)⁷, el procedimiento general seguido en todos los observatorios es, con ligeras variantes el mismo, pudiendo presentar como modelo el de la exploración aérea realizada el 26 de julio de 1900 en el observatorio meteorológico de Tegel (Berlín), representado en el esquema en la figura... La altura alcanzada por el meteorógrafo fue de 4.300 metros, la distancia horizontal entre el torno y la vertical del aparato registrador de 6.000 metros y la longitud de cable desarrollado 7.325 metros.



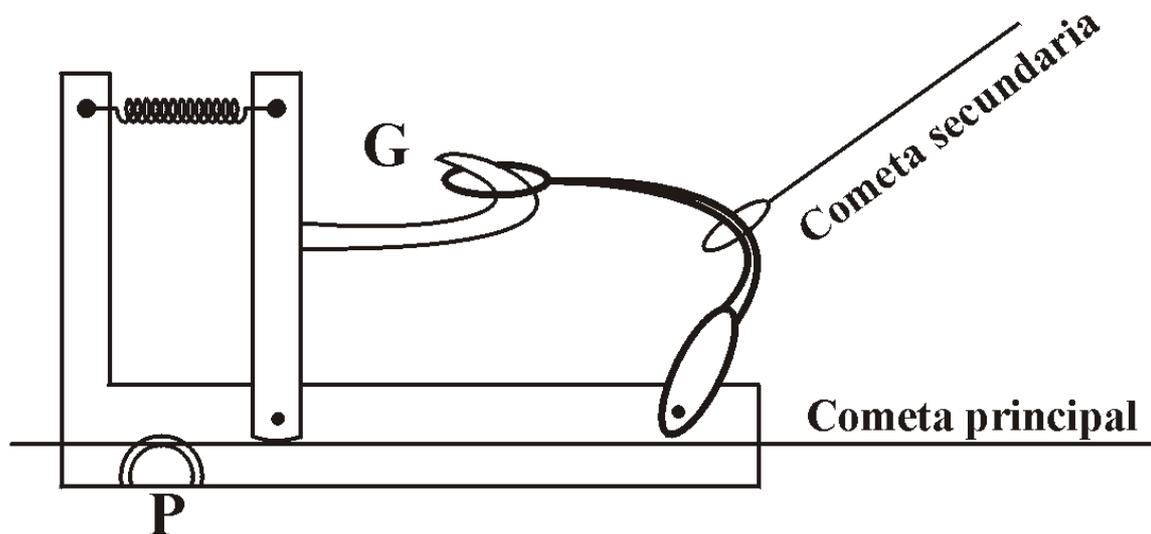
⁶ ROJAS, FRANCISCO DE P., op. cit., p. 86.

⁷ El autor no conocía que en el mismo año de publicación del libro, en concreto el 1 de agosto de 1919, en el Observatorio de Lindenberg, en Alemania, se elevó un tren de ocho cometas meteorológicas tipo "Schirmkastendrachen". Después de 18 horas de elevación y 15 Km de cuerda de piano, como hilo, alcanzó los 9740 m. de altitud, récord que ha permanecido imbatible hasta ahora.

Se emplearon en la ascensión la cometa piloto y la de seguridad, ambas de 4 metros cuadrados de superficie sustentadora, y tres cometas auxiliares (para aliviar a las primeras el peso de la línea), cuyas superficies sustentadoras fueron de 2, 2,7 y 2,8 metros cuadrados. La línea general se componía de los trozos de cable de alambre de acero de la longitud y diámetro que la figura indica, provistos en sus extremos de anillos de acero estampado y mosquetones para su enlace mutuo, anillos a los que a su vez se sujetan por mosquetones, llaveros o ganchos especiales los extremos inferiores de los cortos cables de retención de las cometas auxiliares, destinadas a ir soportando el peso de la línea para que el aparato registrador alcance la altura de exploración deseada."

El sistema de sujeción de la cometa auxiliar a la línea, usado en Lindenberg, lo detalla **José María Lorente**⁸:

"Ya hemos dicho, que hay dos clases de cometas: la principal de 10 metros cuadrados de superficie y las secundarias de ocho. La cometa secundaria no lleva sino 40 metros de alambre de 0,6 milímetros. Al final de él va el aparatito que muestra en esquema la figura..."



El alambre de la cometa principal se le hace pasar por la polea P y se le sujeta a presión entre las caras internas de la polea. Si una racha de viento diese un tirón de la cometa secundaria, ésta vencería la acción del muelle del aparatito y el gancho G se soltaría y se desprendería la cometa secundaria, sin romper el alambre de la cometa principal, que es lo peligroso."

La cometa de seguridad se unía como las otras cometas secundarias a la línea principal, pero en este caso la carga de factura del cable de la cometa de seguridad era muy inferior. Así la misión encomendada a esta cometa era doble: "... primero, proporcionar refuerzo a la acción de la cometa piloto para que el cable se eleve formando gran ángulo con la horizontal; y segundo, en caso de peligro por aumentar mucho la intensidad del viento repentinamente, que se rompa su cable de retención, cesando el refuerzo que esta cometa proporcionaba y evitando la rotura de la línea general en cualquier punto débil, por disminuir todas las tracciones en la parte que correspondía al esfuerzo de esta cometa, dando así tiempo a recoger el material."⁹

⁸ LORENTE, J.M. (1927), Crónica de un Viaje de Estudios (2ª parte), *Anales de la Sociedad de Meteorología*, vol. I nº 6, p. 173.

⁹ ROJAS, FRANCISCO DE P., op. cit., pp. 88-89.

El número de cometas que se usaban en tren, dependía de la altura a alcanzar, pero lo normal es que para alturas de dos o tres kilómetros, se empleasen solo dos cometas, la piloto y la de seguridad. Todo esto era función de la velocidad del viento y de las superficies sustentadoras de la cometa principal, la piloto y las secundarias. *"Sin poder dar reglas concretas, dado las variables del problema con las distintas velocidades del viento y las diversas alturas que se pretendan explorar, creo, sin embargo, que, como reglas generales, convendrá disponer en toda estación aerológica de tres grupos de cometas de tamaños y densidades diferentes, para trabajar con las más ligeras o del primer grupo, con vientos de 3 a 8 metros de velocidad por segundo; las del segundo se emplearían con vientos de 7 a 12 metros de velocidad, reservando las del tercero para utilizarlas con velocidades de viento de 10 a 20 ó 25 metros por segundo."*¹⁰

En cuanto al método de lanzamiento *"... es, en esencia, el mismo que emplean los niños, pero perfeccionado. Ahora bien como se usan dos clases de cometa, la principal y las secundarias, hay que hablar para el procedimiento para cada una de ellas.*

La principal se lanza del siguiente modo: Se une el extremo del alambre que está arrollado en el torno a las bridas de la cometa, y los dos hombres portadores de la misma se alejan unos 200 metros, cuando hace fuerte viento o moderado, y unos 400, cuando sopla débil, y, a una señal del maestro cometero que maneja el torno, la lanzan con violencia al aire, a la vez que el tambor movido por un motor eléctrico, comienza a recoger alambre rápidamente. En cuanto la cometa se mantiene en el aire, se para el motor y se deja que se vaya desenrollando el alambre por la tracción de la cometa. El alambre resiste hasta 200 kilogramos de tensión, pero hay que vigilar para que no pase de unos 40 o 50, y así alejar todo peligro de rotura.

(...)

Cuando la cometa principal ya no sube más se procede a enganchar la secundaria. Esta va provista de un alambre de unos 40 metros. Lánzase entre dos hombres como si fuera una cometa de juguete y cuando ya está en el aire entonces el cabo de este alambre se empalma en el de la cometa principal por medio del aparato de seguridad de que se habló en la sección primera al describir los accesorios. Síguense determinando con intervalos de pocos minutos la altura que va tomando la cometa principal y cuando vuelva a estabilizarse en una capa se engancha otra secundaria y así hasta tres o cuatro de éstas.

La máxima altura alcanzada depende, claro es, de la velocidad del viento en las alturas. Si después de colocadas las tres o cuatro cometas secundarias la cometa principal ya no sube, o antes, si los tirones que diese el alambre son peligrosos, se procede a enrollar éste en el tambor por medio del motor eléctrico¹¹.

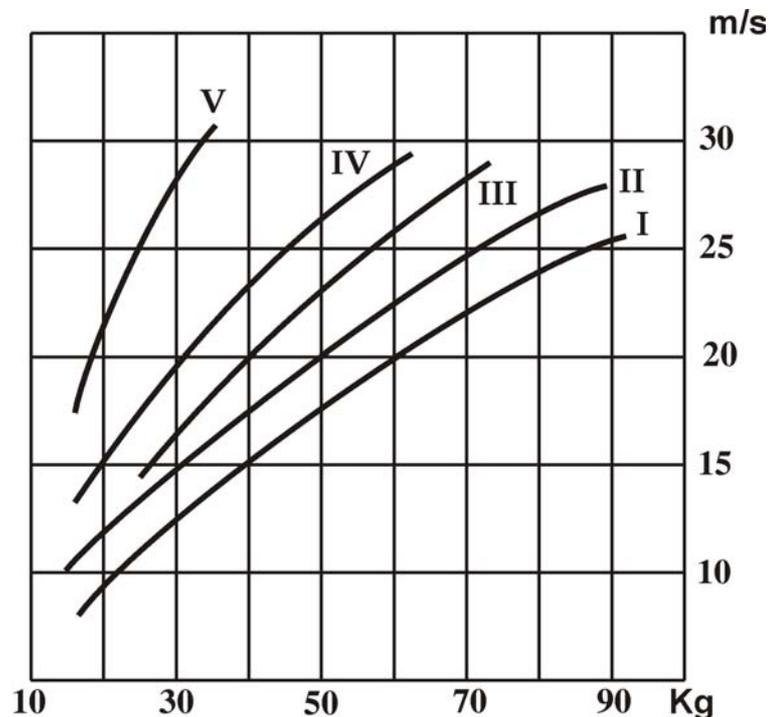
Por la lectura de los párrafos anteriores, se desprende que, en los años veinte, se había prescindido del uso de la cometa de seguridad en el observatorio de Lindenberg. También habla de la existencia del *maestro cometero*, es decir de personal dedicado a la tarea de elevar las cometas. La razón de esto es que *"... como el personal científico que antes dirigía los lanzamientos se renovaba a veces con frecuencia, se acudió al sistema de nombrar a dos maestros cometeros que, buenos mecánicos, realizan estos lanzamientos tres veces al día, y con éxito rotundo desde hace varios años, dejando*

¹⁰ ROJAS, FRANCISCO DE P., op. cit., p 89.

¹¹ LORENTE, J.M. (1928), Crónica de un Viaje de Estudios (3ª parte), *Anales de la Sociedad de Meteorología*, vol. II nº 1, pp. 16-17.

así libre el tiempo al personal científico para dedicarse a las investigaciones¹²"

Uno de los cuidados especiales que se tenían que hacer durante los lanzamientos era procurar que no se produjera la rotura del cable principal de la cometa. El control de esto se llevaba a cabo con ayuda de un dinamómetro que se colocaba en el torno y controlaba la tensión que estaba soportando



el mismo. La experiencia había demostrado que la rotura se producía, la mayoría de los casos, cuando la cometa atravesaba repentinamente una capa de aire a otra de diferente velocidad. Por lo tanto durante el ascenso era fundamental seguir la marcha de las variaciones de velocidad de las capas de aire. En los observatorios, se realizaban tablas, como la representada en la figura, que en función del tamaño y forma de la cometa (número de la gráfica), relacionaba la velocidad del viento (eje Y) con la tracción (eje X) que estaba experimentando el cable de sujeción.

Por lo tanto, leyendo la lectura del dinamómetro se tiene la velocidad de la capa de aire que esta atravesando, si se observaba una rápido aumento de la misma se aflojaba el freno del tambor del torno para soltar cable, si por el contrario la velocidad disminuía mucho se paraba la salida del cable, por supuesto la experiencia de los *maestros cometeros* era fundamental.

Determinación de la altura alcanzada por una cometa

Los datos de presión registrados en el meterógrafo en su ascenso debían ser relacionados con las alturas sobre el nivel del mar que correspondían, por lo tanto, era preciso conocer a qué altura geométrica se había producido la medida.

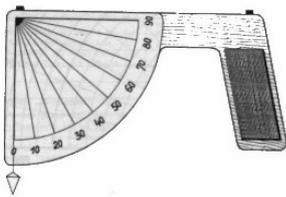
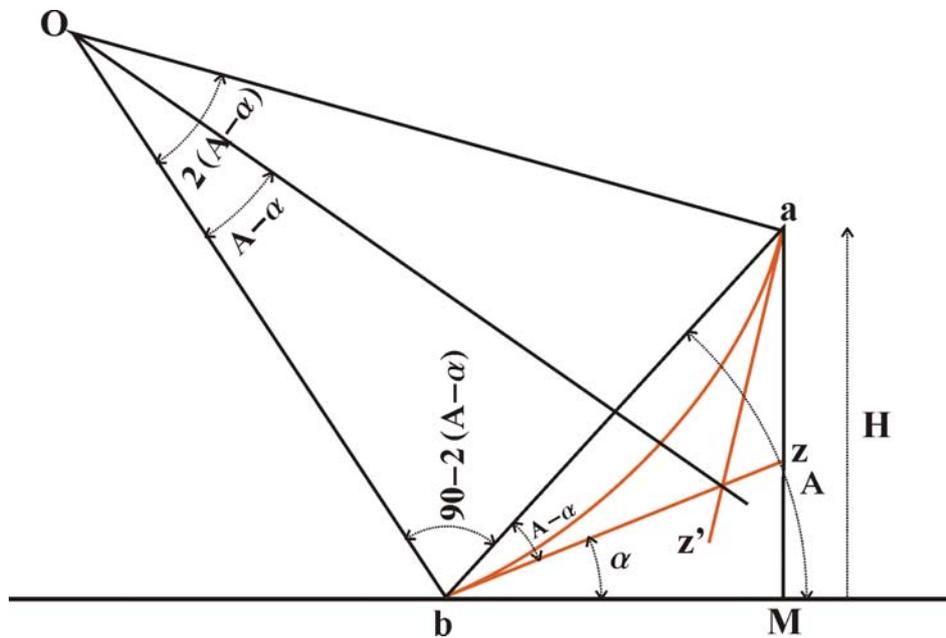
Existían varios métodos para la determinación de esta, pero los que generalmente se empleaban eran tres que pasamos a detallar:

¹² LORENTE, J.M, op. cit. 3ª parte, p. 16.

Fórmula de nivelación barométrica: es una fórmula¹³ que proporciona la diferencia de altura entre dos puntos conociendo entre ellos las presiones y temperaturas en el mismo instante.

Para la aplicación de este método, es necesario que durante la ascensión se disponga en tierra de un meteorógrafo análogo al elevado por la cometa, para conocer los valores de presión y temperatura en cada instante en el suelo. Así, una vez completado el sondeo, se comparan con los valores obtenidos en el aparato instalado en la cometa que corresponden a un mismo momento con el de tierra, y por aplicación de la fórmula, con una aproximación suficiente, se conoce la altura en que se encontraba la cometa.

Fórmula de Saconney: Las experiencias con cometas, llevadas a cabo por el capitán del ejército francés **J. Th. Saconney** (1874 -1935), demostró, que la forma que adquiriría el cable de una cometa en su elevación, bajo la acción del viento, se asemeja al arco de un círculo que cumple ciertas condiciones.



Consideremos que la cometa se encuentra en a y el torno en b. El ángulo α es el que forma el cable con la horizontal a su salida del torno.

El ángulo A, que es el que forma con la horizontal la línea ideal b - a, se mide apuntando desde el torno a la cometa, con ayuda de un cuadrante de péndulo elemental, como el mostrado en la figura.

Saconney demostró que la forma que adquiere el cable coincide con bastante exactitud, con un arco de circunferencia tangente en b a la tangente bz y tangente en a a la tangente az' y cuyo ángulo en el centro vale $2 (A - \alpha)$.

La longitud l de cable desenrollado, coincidirá siempre con el desarrollo del círculo trazado con las anteriores condiciones. De las propiedades mencionadas dedujo la siguiente fórmula para la

¹³ Más adelante se propondrán dos.

determinación de la altura H (en metros) de la cometa, en función de la longitud l de cable desenrollado y de los ángulos A y α , obtenidos desde tierra:

$$H = 57,3 \cdot l \cdot \text{sen } A \cdot \frac{\text{sen } (A - \alpha)}{A - \alpha}$$

Se puede deducir esta fórmula del siguiente modo:

Del sector Oab deducimos:

$$\frac{2 \cdot (A - \alpha)}{360} = \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

$$R = Ob$$

$$2 \cdot \pi \cdot R = \frac{180 \cdot l}{A - \alpha} \quad R = \frac{180 \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot (A - \alpha)} \quad [1]$$

Del triángulo rectángulo bOC se obtiene:

$$bC = \frac{ba}{2} = R \cdot \text{sen } (A - \alpha) \quad ba = 2 \cdot R \cdot \text{sen } (A - \alpha)$$

Por el valor de R en [1]

$$ba = \frac{180 \cdot l}{\pi \cdot (A - \alpha)} \text{sen } (A - \alpha) \quad [2]$$

Por último, del triángulo rectángulo aMb, se deduce:

$$aM = H = ba \text{ sen } A$$

En la que sustituyendo por ba su valor [2]:

$$H = \frac{180}{\pi} \cdot l \cdot \text{sen } A \cdot \frac{\text{sen } (A - \alpha)}{A - \alpha}$$

Y hallando el valor de $180/\pi$ resulta la *fórmula de Sacconey*.

"Aplicando Sacconey dicha fórmula en las experiencias que llevó a cabo en 31 de enero de 1910 y en 3 de febrero del mismo año, halló los resultados siguientes. Para un viento de 10 metros de velocidad por segundo, los valores de α y de l fueron:

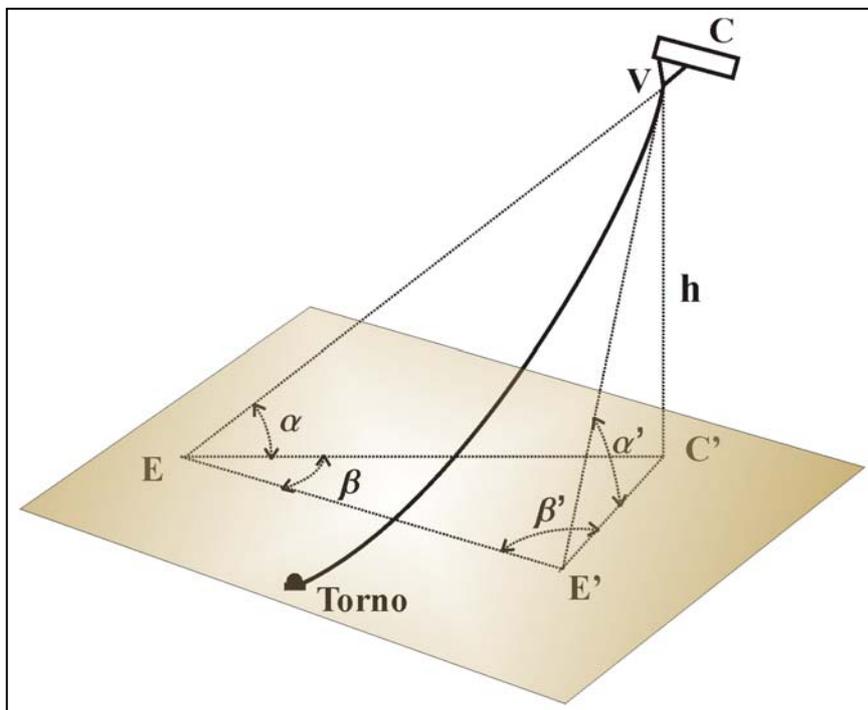
$$A = 32^\circ \quad \alpha = 24^\circ \quad l = 600 \text{ metros}$$

que empleados en la fórmula dan $H = 319$ metros, mientras que determinando el valor H por triangulación, resulto ser de 320 metros. Con viento de 17 m de velocidad por segundo. Los valores medidos fueron:

$$A = 41^\circ \quad \alpha = 30^\circ \quad l = 900 \text{ metros}$$

Para los cuales la fórmula dio el valor $H = 582$ metros, mientras por triangulación resultaron 580. Es pues, una fórmula práctica bastante aproximada y que proporciona buenos resultados.¹⁴"

Determinación de la altura por triangulación: Cuando la cometa sea visible desde tierra y se desee obtener su altura, con gran exactitud sobre el terreno, se puede emplear el método de triangulación.



"... efectuado en los instantes deseados observaciones simultaneas desde dos estaciones E, E' instaladas en tierra y separadas por una distancia de antemano y conocida.

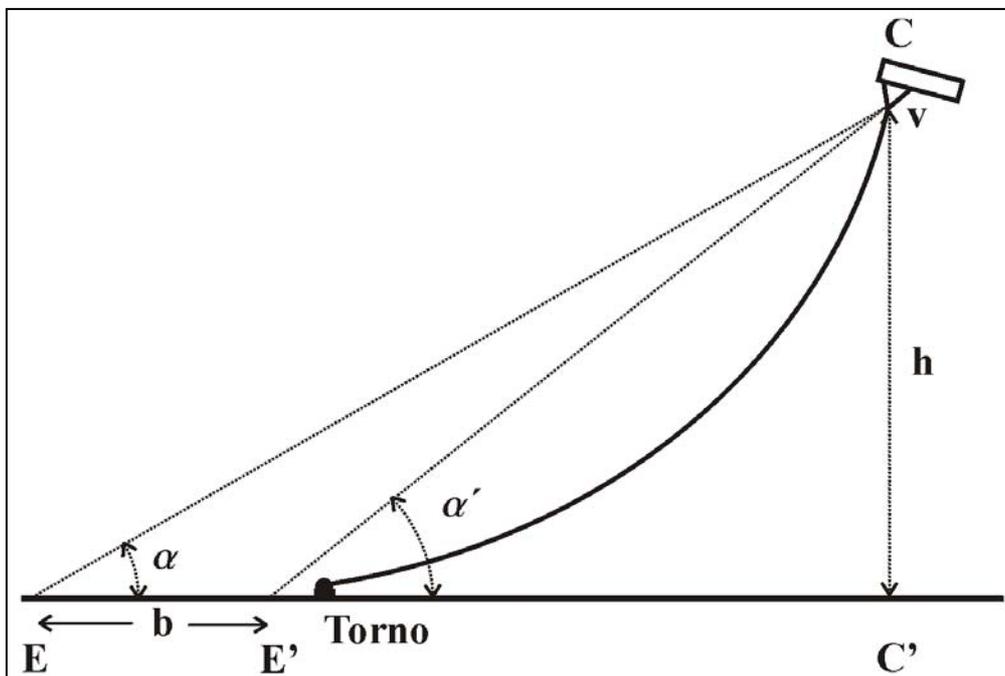
Las estaciones E, E' se elegirán de modo que no haya obstáculo ninguno intermedio para que cada uno pueda visar la otra; estarán provistas de un teodolito (análogo al de Quervain) que permita visar con comodidad la cometa, y de un cronómetro confrontado con el de la otra estación para operar a intervalos de tiempo determinados de antemano, de un modo simultaneo, sin el cual el método perdería toda exactitud y carecería de valor. En los momentos convenidos, cada estación visa la cometa - piloto, anotando el ángulo de elevación α para la E y α' para la E' y midiendo el ángulo horizontal β para E y β' para la E' , obtenido visando a su corresposal.

¹⁴ ROJAS, FRANCISCO DE P., op. cit., p 64.

Con los datos $\beta\beta'$ y $EE' = b$, se puede resolver trigonométrica o geoméricamente el triángulo $EE'C'$ (proyección sobre el plano horizontal de $EE'C$ tomado en el espacio por ambas visuales y la base), con lo que serán conocidos los catetos horizontales EC' , $E'C'$, de los triángulos rectángulos ECC' , $E'CC'$, pudiendo resolver éstos (puesto que se conocerá un cateto y un ángulo agudo) trigonométrica o geoméricamente, deduciendo el cateto vertical común $CC' = H$, que como comprobación debe resultar el mismo al resolver cada triángulo. Cada observación simultanea proporcionará, operando del modo indicado, la altura correspondiente ocupada por la cometa.¹⁵

Este procedimiento, aunque es muy exacto, presentaba algunos inconvenientes, como el de ser laborioso y precisar el visado de la cometa desde dos estaciones en tierra, esta hacía que solo se usara en determinadas ocasiones que se necesitaba una gran precisión.

Existía otro método, análogo al anterior, que era más rápido en cuanto a su aplicación.



En este caso, como se ve en la figura, las estaciones E y E', se encuentran emplazadas en el mismo plano vertical del cable de retención, separadas una distancia b conocida y equipadas como en el caso anterior. Desde ambas estaciones se visa la cometa en los momentos de antemano convenido anotando los ángulos de elevación α y α' .

$$CC' = h = EC' \operatorname{tag} \alpha = (EE' + E'C') \operatorname{tag} \alpha = b \operatorname{tag} \alpha + E'C' \operatorname{tag} \alpha$$

$$CC' = h = E'C' \operatorname{tag} \alpha'$$

$$E'C' = \frac{h}{\operatorname{tag} \alpha'}$$

Que puesto en la ecuación primera:

¹⁵ ROJAS, FRANCISCO DE P., op. cit., pp. 93-94

$$h = b \cdot \operatorname{tag} \alpha + \frac{h \cdot \operatorname{tag} \alpha}{\operatorname{tag} \alpha'}$$

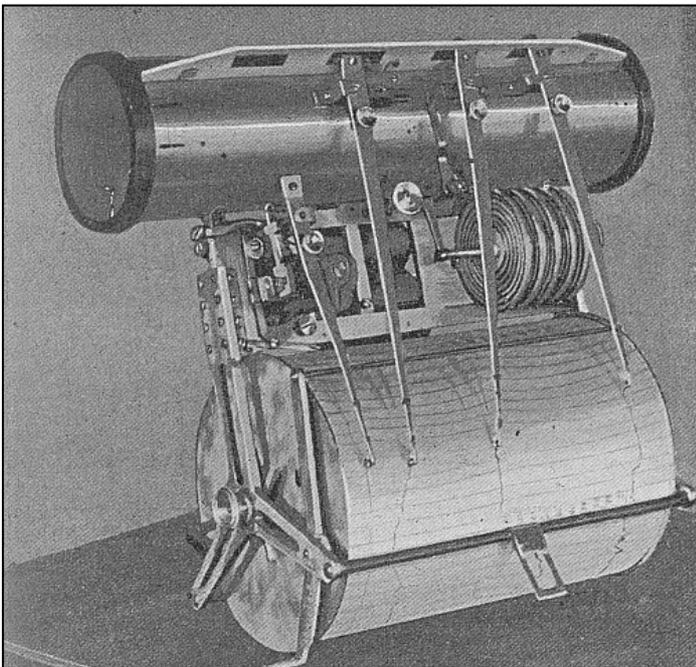
$$h \operatorname{tag} \alpha' = b \operatorname{tag} \alpha \operatorname{tag} \alpha' + h \operatorname{tag} \alpha$$

$$h (\operatorname{tag} \alpha - \operatorname{tag} \alpha') = b \operatorname{tag} \alpha \operatorname{tag} \alpha'$$

Finalmente queda la expresión:

$$h = \frac{b \cdot \operatorname{tag} \alpha \cdot \operatorname{tag} \alpha'}{\operatorname{tag} \alpha' - \operatorname{tag} \alpha}$$

Meteorógrafos



Meteorografo de Marvin

Los **meteorógrafos**, que elevaban las cometas era unos instrumentos de registro simultaneo de la presión, la temperatura y la humedad del aire, estos datos se grababan sobre un tambor giratorio que tenía colocado una banda de papel ahumado.

Veamos la descripción de este aparato que hace **Francisco de P. Rojas**:

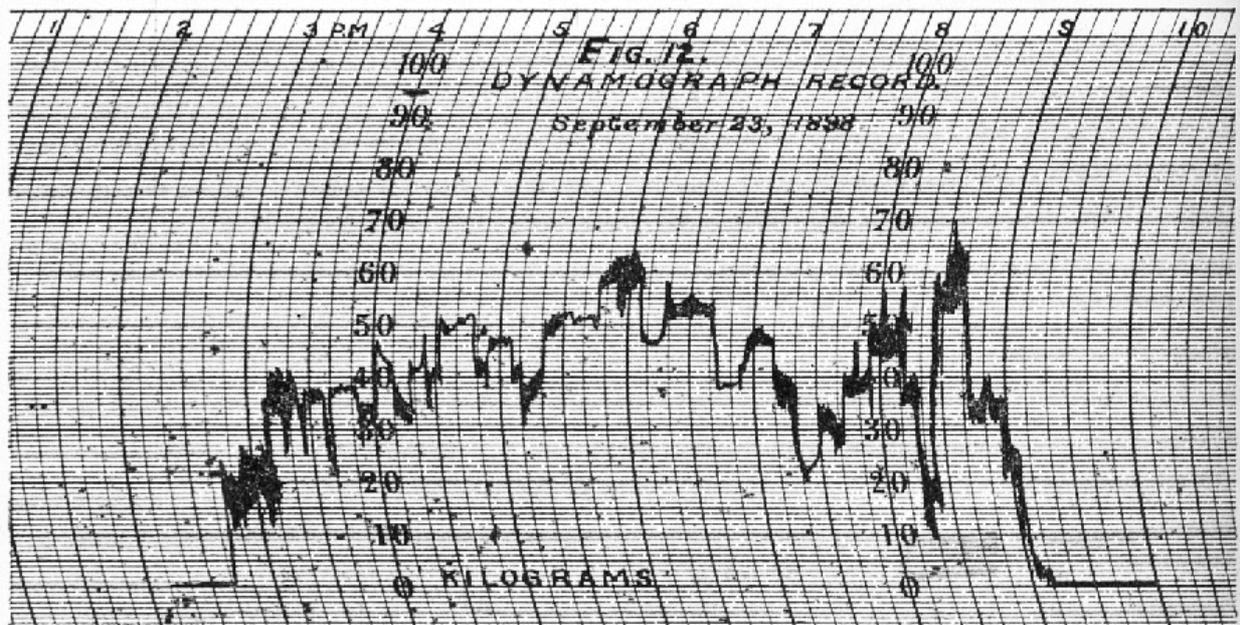
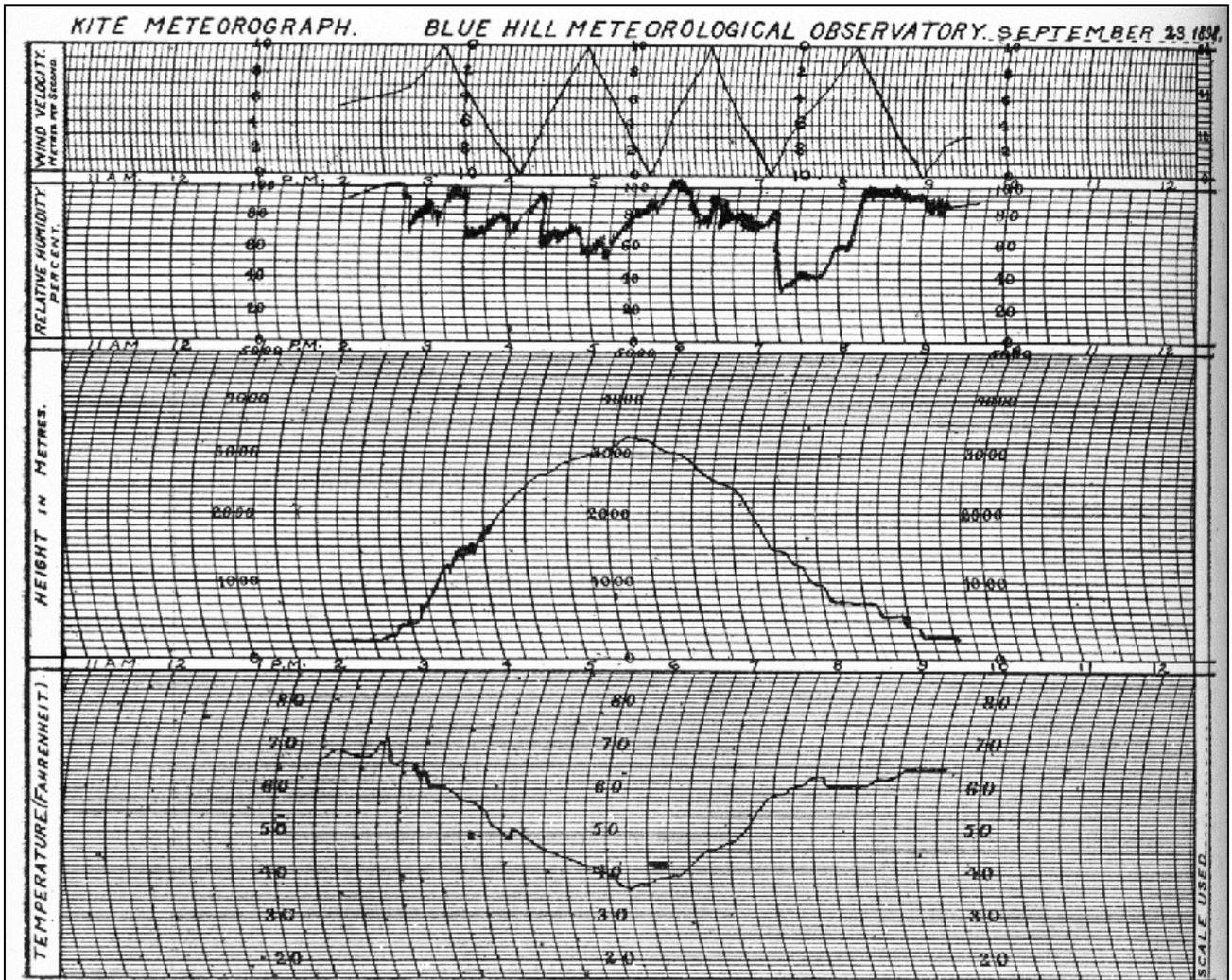
*"Los **meteorógrafos** usados en los diversos países son muy semejantes... Todos constan de un aparato de relojería que comunica movimiento de rotación al cilindro portador de la hoja gráfica, en la cual trazan sus diversas curvas unos estiletos conectados por medio de palancas amplificadoras a los órganos térmico, barométrico e higrométrico, registrando así, de modo automático y a la altura alcanzada por el aparato elevado por una o*

varias cometas, la temperatura, la presión y la humedad del aire ambiente que a la referida altura existen, así como las variaciones que dichos elementos experimentan durante el tiempo que permanezca el meteorógrafo en el aire.

Los aparatos dispuestos especialmente para la exploración por medio de cometas o de globos cautivos, llevan, además de los órganos indicados, un pequeñísimo anemómetro con un contador de revoluciones, para conocer mediante su lectura, la velocidad media del viento mientras permanezca en el aire¹⁶"

Los meteorógrafos eran de material sumamente ligero y se instalaban en una barquilla de mimbre, que amortiguaba el golpe en caso de caída.

¹⁶ ROJAS, FRANCISCO DE P., op. cit., p. 90.



Registros de un Meteorógrafo durante una ascensión en Blue Hill (1898)

Las cometas pasaron al olvido y la tecnología ayudó a la ciencia, en nuestros días, a la vez se emplean las radiosondas, los aviones y los satélites artificiales en la investigación de la atmósfera. En ciertos estudios de microclimas muy concretos se han vuelto a emplear cometas para elevar instrumentos meteorológicos. Los tipos de cometas utilizadas son las *parafails*¹⁷, por su gran poder sustentador y elevador de cargas útiles, unido a su facilidad de transporte, la hacen ideal para este cometido. Es bonito pensar que a pesar de los años de nuevo este juguete se pone al servicio de la ciencia.

Bibliografía

GARCÍA DE PEDRAZA, L.; GIMÉNEZ DE LA CUADRA, J. M.(1985), *Notas para la Historia de la Meteorología en España*, Madrid.

LORENTE, J.M. (1927), Crónica de un Viaje de Estudios (1ª parte), *Anales de la Sociedad de Meteorología*, vol. I nº 5, pp.144 - 9

LORENTE, J.M. (1927), Crónica de un Viaje de Estudios (2ª parte), *Anales de la Sociedad de Meteorología*, vol. I nº 6. pp.172 - 3

LORENTE, J.M. (1928), Crónica de un Viaje de Estudios (3ª parte), *Anales de la Sociedad de Meteorología*, vol. II nº 1, pp.16 - 22

ROJAS, FRANCISCO DE P. (1919), *Aplicación de las Cometas a la Meteorología*, Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros.

ROTCH, A. L. (1897), *Exploration of the air by means of kites*, Anales del Observatorio Astronómico del Colegio de Harvard vol. XLII parte I Cambridge University Press.

¹⁷ Tipo de cometa que no necesita de ninguna varilla, su forma y rigidez de vuelo se consigue por medio de unas bolsas internas que se hinchan con el viento, obteniéndose una forma alar de gran estabilidad y una gran fuerza de sustentación.