

POSTULADOS TECNICOS PARA APLICAR EN AEROMODELOS

Anexo N° 03 “Ejemplos Básicos relacionados con la construcción de Barriletes Planos”

Griego

" Στις ημέρες της κρίσης η φαντασία είναι αποτελεσματικότερη από **intelecto**." Άλμπερτ Αϊνστάιν

Castellano

"En tiempos de crisis la imaginación es más efectiva que el intelecto." Albert Einstein

Italiano

" In giorni della crisi l'immaginazione è più efficace di intelecto." Albert Einstein

Aleman

“An den Tagen der Krise ist die Fantasie wirkungsvoller als **intelecto**." Albert Einstein

Ingles

“In the days of crisis the imagination is more effective than intellect." Albert Einstein

Trabajemos con Dinámica de los Fluidos

Caudal de sustentación

Ejemplo N°: 01

Que caudal tendremos si el fluido que pasa por el túnel de viento del Club, tiene una sección de 1400 cm² a una velocidad de 16 m/s.-

Q = caudal

VF = Volumen de fluido que pasa por una Sección (S)

t = tiempo

$$Q = VF / t$$

$$Q = 1400/1600 = 0.875 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Ejemplo N°: 02

Que distancia recorre el fluido que pasa por el túnel de viento del Club, que tiene una sección de 1.400 cm² a una velocidad del flujo de aire de 16 m/s en 3 segundos.-

$$60 \text{ Km./h} = 16,66 \text{ m/s}$$

Distancia de recorrido el fluido

D = distancia

v = velocidad con que se mueve el fluido

$$D = v * t$$

$$D = 16 * 3 = 48 \text{ m/s} = 4800 \text{ cm/s}$$

Sección de circulación del fluido

S = se mide en cm^2



Ejemplo N°: 03

Por un tubo de Sección $S = 1.400 \text{ cm}^2$ circula una corriente de fluido a una velocidad de 16 m/s. ¿Que cantidad de fluido atraviesa la Sección en 3 segundos?

$$VF = S * v * t$$

$$VF = 1400 \text{ cm}^2 * 16 \text{ m/s} * 3 \text{ s} =$$

$$= 1400 \text{ cm}^2 * 1600 \text{ cm/s} * 3 \text{ s} =$$

$$= 2240000 \text{ cm}^3/\text{s} * 3 \text{ s} =$$

$$= 2240000 \text{ cm}^3 / \text{s} * 3 \text{ s} =$$

$$= 6.720.000 \text{ cm}^3$$

Teorema de Juan Bernoulli

“La diferencia de presión hidrodinámica entre dos puntos de un fluido en movimiento estacionario, separados por un desnivel (h), es igual al producto del peso específico (q) por el desnivel (h)”.- (ver grafico Parte N° 02)

$$P_1 - P = h * q$$

Las presiones P_1 y P son las soportadas en la Sección A, B y A' , B'

a) Si $h = 0$ (cero) $\Rightarrow P_1 = P$

Los puntos situados en el mismo nivel tienen la misma presión del fluido de sustentación.-

b) Si $v_1 = v = 0$ (cero)

El fluido esta en reposo => $P_1 - P_2 = \rho * g * h$

c) Cual es la velocidad de escape del fluido, este problema fue estudiado por primera vez por Torricelli y responde a la formula:

$$v = \sqrt{2 * g * h}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Ejemplo N°: 04:

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2 * 9,8 * 20} = \\ &= \sqrt{392} = \\ &= 19.7990 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Ejemplo N°: 05

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2 * 9,8 * 50} = \\ &= \sqrt{980} = \\ &= 31.3050 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Ejemplo N°: 06

$$h = 80 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2 * 9,8 * 80} = \\ &= \sqrt{1568} = \end{aligned}$$

$$= 39.597979 \text{ m/s}$$

Teoría de Nikolai Igorovich Zhukovsky

Teoría aplicada a una superficie plana:

Tomada una superficie plana, sin espesor, sin peso y rígida, de ancho (a) e infinitamente larga, sometida a una corriente de aire laminar de velocidad (v), y con un ángulo de ataque

α muy pequeño tenemos:

1) La velocidad del aire (v) sobre la superficie, tendrá una expresión:

$$V_S = V * [1 \pm (\alpha * x / 180 * \text{RAIZ}^2 a - x / x)]$$

α = Angulo del objeto sometido al viento.-

x = Distancia al borde de ataque (altura figura geométrica (h)).-

a = Ancho del barrilete.-

+ = Para conocer velocidad del aire sobre la superficie superior.-

- = Para conocer velocidad del aire sobre la superficie inferior.-

Las velocidades sobre la cara superior de la superficie resultarán mayores (>) y menores (<) bajo la cara inferior.-

Ver cuadro N° 2 Parte N° 02 "Teorías Aerodinámicas aplicables al Aeromodelo"

Ejemplo N°: 07

$$\begin{aligned} V &= 60 \text{ km/h} && = 60 * [1^- (30 * 20/180) * (\text{RAIZ}^2 20 - 20/20) = \\ \alpha &= 30^\circ && \\ x &= 20 \text{ cm} && = 60 * (1 + - 3.3333 * 4.3588) \\ a &= 20 \text{ cm} && \mathbf{V_S = 74,5278} \text{ velocidad del aire en la superficie superior} \\ &&& \mathbf{V_S = 45,4721} \text{ velocidad del aire en la superficie inferior} \end{aligned}$$

Ejemplo N°: 08

$$\begin{aligned} V &= 60 \text{ km/h} && = 60 * [1+ (20 * 20/180) * (\text{RAIZ}^2 20 - 20/20) = \\ \alpha &= 20^\circ && \\ x &= 20 \text{ cm} && = 60 * (1 + 2.2222 * 4.3588) \end{aligned}$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$v_s = \mathbf{69.6864}$$
 velocidad del aire en la superficie superior

$$v_s = \mathbf{50.3135}$$
 velocidad del aire en la superficie inferior

Ejemplo N°: 09

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$= 60 * [1 + (10 * 20/180) * (\text{RAIZ}^2 20 - 20/20)] =$$

$$\alpha = 10^\circ$$

$$x = 20 \text{ cm}$$

$$= 60 * (1 + 1.1111 * 4.3588)$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$v_s = \mathbf{64,8432}$$
 velocidad del aire en la superficie superior

$$v_s = \mathbf{55,1567}$$
 velocidad del aire en la superficie inferior

Ejemplo N°: 10

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$= 60 * [1 + (1 * 20/180) * (\text{RAIZ}^2 20 - 20/20)] =$$

$$\alpha = 1^\circ$$

$$x = 20 \text{ cm}$$

$$= 60 * (1 + 0.1111 * 4.3588)$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$v_s = \mathbf{60,4843}$$
 velocidad del aire en la superficie superior

$$v_s = \mathbf{59.5156}$$
 velocidad del aire en la superficie inferior

2) La resultante de las fuerzas aerodinámicas por unidad de longitud aplicadas en el centro de presión (cp) es perpendicular a la dirección del viento.-

$$F_a = \pi^2 \alpha / 180 * p * a * v^2$$

F_a = Fuerza aerodinámica, la corriente de aire (l) se llama sustentación y la paralela resistencia (r); de la composición de ambas la resultante es (F_a) fuerza aerodinámica.-

P = Densidad del aire.-

V = Velocidad del viento.-

α = Angulo del objeto sometido al viento.-

a = Ancho del barrilete.-

La (F_a) se descompone en:

F_y = perpendicular a la superficie (resultante de la presión dinámica).-

F_x = paralela a la superficie (fuerza en dirección al borde de ataque debida a los altas velocidades de la corriente del aire que genera).-

Según los postulados de Zhukovsky para ángulos comprendidos entre 0° y 20° la posición del (CP) no varia y se localiza a $1/4$ (0,25) de la altura (x) del objeto (barrilete).-

Ejemplo N°: 11

P = **Densidad a nivel del mar:** El aire pesa 1,2928 gramos por litro.

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$= (3,1416 * 3,1416) * (30/180) * 1,2928 * 20 * (60 * 60) =$$

$$= 153113,811$$

Ejemplo N°: 12

P = **Densidad a nivel del mar:** El aire pesa 1,2928 gramos por litro.

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = 30 \text{ cm}$$

$$= (3,1416 * 3,1416) * (30/180) * 1,2928 * 30 * (60 * 60) =$$

$$= 229670,716$$

Ejemplo N°: 13

P = **Densidad a nivel del mar:** El aire pesa 1,2928 gramos por litro.

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = 50 \text{ cm}$$

$$= (3,1416 * 3,1416) * (30/180) * 1,2928 * 50 * (60 * 60) =$$

$$= 382784,527$$

Ejemplo N°: 14

P = **Densidad a nivel del mar:** El aire pesa 1,2928 gramos por litro.

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = 60 \text{ cm}$$

$$= (3,1416 * 3,1416) * (30/180) * 1,2928 * 60 * (60 * 60) =$$

$$= 459341,433$$

Ejemplo N°: 15

P = **Densidad a nivel del mar:** El aire pesa 1,2928 gramos por litro.

$$V = 60 \text{ km/h}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = 80 \text{ cm}$$

$$= (3,1416 \cdot 3,1416) \cdot (30/180) \cdot 1,2928 \cdot 80 \cdot (60 \cdot 60) =$$

$$= 612455,244$$

Trabajemos con Ángulos

Ejemplo N°: 16

Voy a construir un barrilete cuadrado, para lograr la perfección del mismo, sus ángulos centrales ¿que valor deberían tener cada uno?

Como el cuadrado es un polígono regular sus ángulos centrales deben medir $360^\circ / 4 \text{ lados} = 90^\circ$

Ejemplo N°: 17

Voy a construir un barrilete estrella hexagonal, para lograr la perfección sus ángulos centrales ¿que valor deberían tener cada uno?

El hexágono es un polígono regular sus ángulos centrales deben medir $360^\circ / 6 \text{ lados} = 60^\circ$

Ejemplo N°: 18

Voy a construir un barrilete estrella octogonal, para lograr la perfección sus ángulos centrales ¿que valor deberían tener cada uno?

El hexágono es un polígono regular sus ángulos centrales deben medir $360^\circ / 8 \text{ lados} = 45^\circ$

Ejemplo N°: 19

Voy a construir un barrilete Rombo, para lograr la perfección sus ángulos centrales ¿que valor deberían tener cada uno?

Como el cuadrado es un polígono regular sus ángulos centrales deben medir $360^\circ / 4 \text{ lados} = 90^\circ$

Ejemplo N°: 20

Voy a construir un barrilete Romboide, para lograr la perfección sus ángulos centrales ¿que valor deberían tener cada uno?

Como el cuadrado es un polígono regular sus ángulos centrales deben medir $360^\circ / 4 \text{ lados} = 90^\circ$

Trabajemos con Superficies de Vela

Ejemplo N°: 21

Cual es la superficie que debo cubrir con papel de barriletes, en la construcción de un barrilete rectangular de 30 cm de base y 40 cm de altura.-

Ejemplo N°: 22

Cual es la superficie que debo cubrir con papel de barriletes, en la construcción de un barrilete Rombo cuya diagonal mayor es de 54 cm y su diagonal menor es de 35 cm.-

Ejemplo N°: 23

Cual es la superficie que debo cubrir con papel de barriletes, en la construcción de un barrilete Romboide cuya diagonal mayor es de 42 cm y su diagonal menor es de 18 cm.-

Ejemplo N°: 24

La superficie de un Rombo es de 15 cm^2 una de las diagonales mide 25 cm. ¿Cuanto mide la otra? Resuelve.

Ejemplo N°: 25

¿Cual es la superficie que debo cubrir con papel, en la construcción de un barrilete estrella de ocho lados de 30 cm cada uno? Resuelve.-

Trabajemos con la Resistencia del Hilo

Carga de seguridad : $CS = K * C$

D: Diámetro del hilo
C: 60 %
K: Carga de ruptura
CS: Carga de seguridad en Kg.

De las experiencias de campo se tomaron mediciones de Carga máxima de **Tensión del Hilo** (se toma como carga de seguridad 1/6 de la carga de ruptura)

Ejemplo N°: 26

Vuelo Barrilete Cajón (Hargrave) 45 cm x 45 cm de lado, superficie total 1,62 m²; vientos de fuerza 5 (29 a 38 km/h), se uso piolín de 2 mm. de diámetro, se tomaron 3 muestras:

1° resultado: Tensión del piolín 2 kg.-
2° resultado: Tensión del piolín 2, 5 kg.-
3° resultado: Tensión del piolín 2, 3 kg.-

Balanza digital Standard

Ejemplo N°: 27

D: 1 mm Piolín
C: 60 %
K: 12 kg Carga de ruptura
CS: Carga de seguridad en Kg.

$$CS = (12*60/100)$$
$$CS = 7.20 \text{ kg}$$

Ejemplo N°: 28

D: 2 mm Piolín
C: 60 %
K: 16 kg Carga de ruptura
CS: Carga de seguridad en Kg.

$$CS = (16*60/100)$$
$$CS = 9,60 \text{ kg}$$

Ejemplo N°: 29

D: 3 mm Piolín
C: 60 %
K: 25 kg Carga de ruptura

CS: Carga de seguridad en Kg.

$$CS = (25 \cdot 60 / 100)$$

$$CS = 15,00 \text{ kg}$$

Ejemplo N°: 30

D: 0.6 mm Hilo de Algodón

C: 60 %

K: 3 kg Carga de ruptura

CS: Carga de seguridad en Kg.

$$CS = (3 \cdot 60 / 100)$$

$$CS = 1,80 \text{ kg}$$

Ejemplo N°: 31

D: 1,2 mm Hilo de Algodón

C: 60 %

K: 5 kg Carga de ruptura

CS: Carga de seguridad en Kg.

$$CS = (5 \cdot 60 / 100)$$

$$CS = 3,00 \text{ kg}$$

Ejemplo N°: 32

D: 0,5 mm Hilo con fibra sintetica

C: 60 %

K: 6 kg Carga de ruptura

CS: Carga de seguridad en Kg.

$$CS = (6 \cdot 60 / 100)$$

$$CS = 3,60 \text{ kg}$$

Del Artículo “Construcción del Cometas para Viento Suave” de Thomas Michael Rudolph compilamos la siguiente información de calculo:

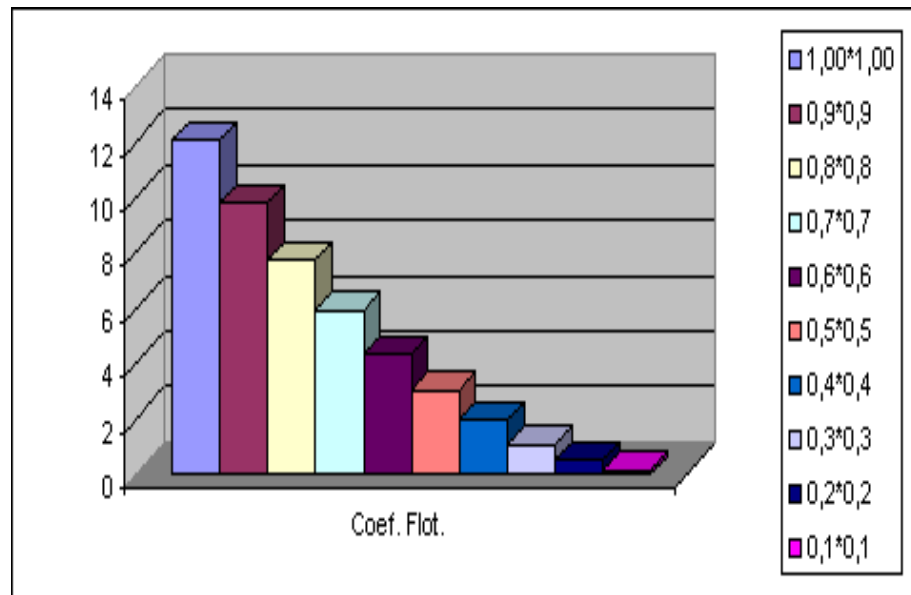
Aplicaremos cuatro formulas para tener en cuenta para la construcción de nuestro barrilete.-

- 1.- Flotabilidad
- 2.- Peso del Barrilete
- 3.- Velocidad de Viento que se requiere para hacer volar nuestro barrilete
- 4.- Análisis de la superficie de carga según la variación del viento.-

Coeficiente de Flotabilidad

$$L = 1/2 * Lc * r * A * v^2$$

Área m2	Coef. Flot.	Velocidad 5,56 m/s 20 Km./h
1,00*1,00	12,056304	
0,9*0,9	9,76560624	
0,8*0,8	7,71603456	
0,7*0,7	5,90758896	
0,6*0,6	4,34026944	
0,5*0,5	3,014076	
0,4*0,4	1,92900864	
0,3*0,3	1,08506736	
0,2*0,2	0,48225216	
0,1*0,1	0,12056304	



Mejor te enseño a calcularla...

1 kilómetro/hora (Km./h) = 0,278 metros/segundo (m/s)

12 km/hr = 12,000 mts./ 1 hr (3600) seg = 12000/3600 (m/seg).

Si realizas la división veras que es igual a 3.3333333 m/seg.

Km./h	m/s
12	3,336
100	27,8
90	25,02
80	22,24
70	19,46
60	16,68
50	13,9
40	11,12
30	8,34
20	5,56
10	2,78
5	1,39
0	0

Calculemos para:

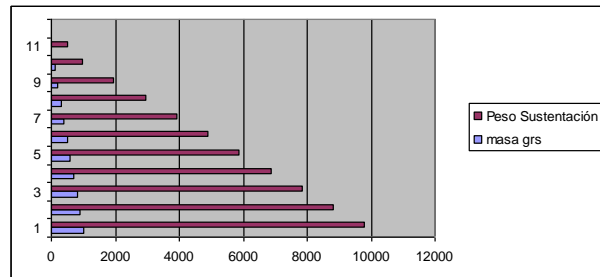
Velocidad 13,9 m/s = 50 km/h

Velocidad 16,68 m/s = 60 km/h

Peso de Sustentación

$$w = m * g$$

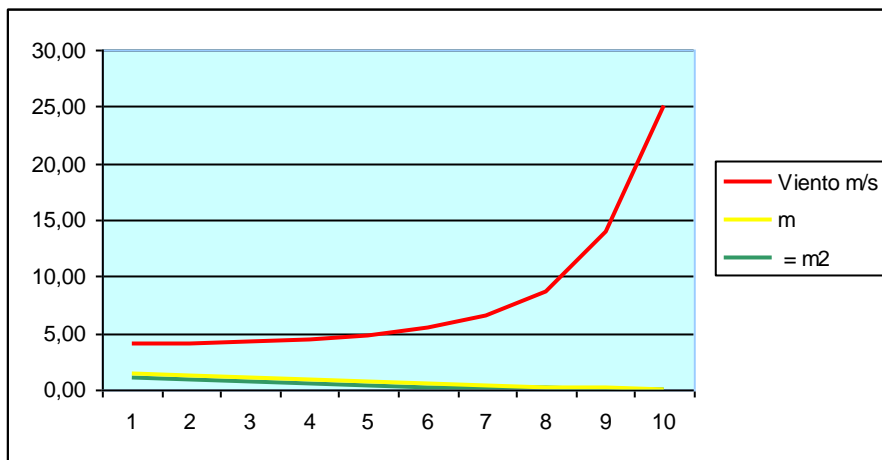
masa grs.	Peso grs. Sustentación
1000	9800
900	8820
800	7840
700	6860
600	5880
500	4900
400	3920
300	2940
200	1960
100	980
50	490
0	0



La velocidad mínima del viento es proporcional a la masa e inversamente proporcional al tamaño de la cometa

$$v = 5 * (m/A)$$

= m2	Área m2	m	Viento m/s
1,00	1,00*1,00	0,500	2,50
0,81	0,9*0,9	0,450	2,78
0,64	0,8*0,8	0,400	3,13
0,49	0,7*0,7	0,350	3,57
0,36	0,6*0,6	0,300	4,17
0,25	0,5*0,5	0,250	5,00
0,16	0,4*0,4	0,200	6,25
0,09	0,3*0,3	0,150	8,33
0,04	0,2*0,2	0,110	13,75
0,01	0,1*0,1	0,050	25,00



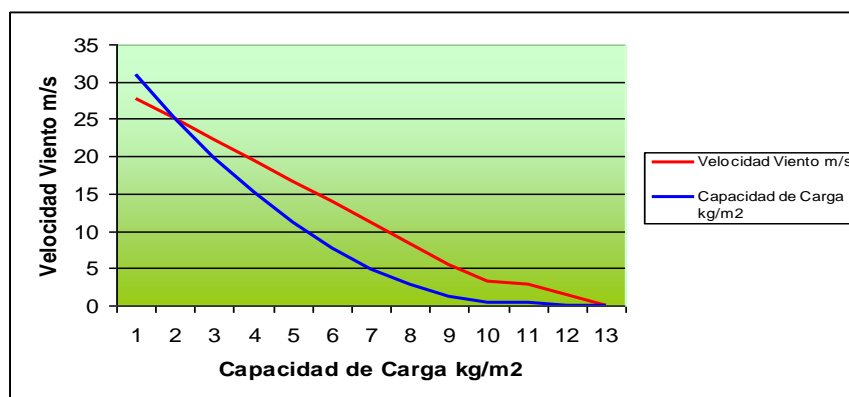
Análisis de la superficie de carga según la Variación del Viento

$$m = (A * v^2)/25$$

Capacidad de carga

Ejemplo = 0,09 Kg/m2 Superficie 1 m2

Km/h	Velocidad Viento m/s	Capacidad de Carga kg/m ²
100	27,8	30,91
90	25,02	25,04
80	22,24	19,78
70	19,46	15,15
60	16,68	11,13
50	13,9	7,73
40	11,12	4,95
30	8,34	2,78
20	5,56	1,24
12	3,336	0,45
10	2,78	0,31
5	1,39	0,08
0	0	0,00



Se anima a calcular para la cometa plana:
Lados 0,60 x 0,40 - Superficie 0,24 m²
Lados 0,70 x 0,50 - Superficie 0,35 m²

Fuerza en kg sobre la superficie de un aeromodelo utilizada para navegar

El Viento Moderno – Lic. Alejandro Stero Sellarés – Revista Guardacostas N°136 Editorial Guardacostas – (Vela Barrilete “MS Beluga” (10.000 Toneladas)- Beluga Projects).

$$F \text{ (kg)} = 0,13 * A \text{ (m}^2\text{)} * V^2 \text{ (m/s)} * \text{sen } a$$

F(kg) = Fuerza en kilogramos sobre la superficie

0,13 = Factor de rendimiento.

A (m²) = Área en m² de la superficie Barrilete

V² (m/s) = Velocidad del viento en metros/segundo

Sen a = seno del ángulo de incidencia

Ejemplos:

Modelo Giovanni Battista della Porta

Valores tomados con anemómetro

SMART SENSOR KAISE AR816

Ejemplo presión sobre 0,40 metros cuadrados

Angulo de incidencia 90º

Velocidad viento m/s	Presión m ²	
2	0,104	kilos
3	0,156	kilos
4	0,208	kilos
5	0,26	kilos
6	0,312	kilos
7	0,364	kilos
8	0,416	kilos
9	0,468	kilos

Valores tomados con anemómetro

SMART SENSOR KAISE AR816

Ejemplo presión sobre 3,5748 metros cuadrados

Angulo de incidencia 90º Pterodáctilo

Velocidad viento m/s	Presión m ²	
2	0,929448	kilos
3	1,394172	kilos
4	1,858896	kilos
5	2,32362	kilos
6	2,788344	kilos
7	3,253068	kilos
8	3,717792	kilos
9	4,182516	kilos

Autor y compilador Daniel Orellano

Bibliografía Consultada:

Diccionario Enciclopédico Hispano... (vol. 3, págs. 535-536 - editado: 14-11-2007) BERNOUILLI, matemáticos suizos (biografía) © TORRE DE BABEL EDICIONES - Nota sobre la edición y Aviso Legal.-

Física I - Alberto P. Maiztegui – Jorge A. Sábato Edit. Kapelusz – 1951

Síntesis de Física - Jorge Juan Bianchi – Editado por el Autor.-

Servicio Meteorológico Nacional Argentino – www.meteofa.com

“Aclarint Conceptes” (Aclarando Conceptos) Xavier Soret, artículos publicados en Boletín L´Estel – Barcelona Estels Club. Barcelona España –

“Aspectos Físicos elementales del Vuelo de las Cometas” - Juan Miguel Suay Belenguer – Al Final del Hilo – España

Kite Launch and Flight – “Barriletes Lanzamiento y Vuelo” - Glenn Research Center – NASA – USA (NASA Glenn Learning Technologies).-

Mapas de Altura: Generalidades - Manuel Palomares Calderón - Instituto Nacional de Meteorología – Madrid - España - macalderon@mi.madridtel.es

Diccionario de Arquitectura y Construcción – *Definiciones y traducciones* www.parro.com.ar

Manual de Vuelo “Principios Básicos” M. A. Muñoz www.manualvuelo.com M.A.Muñoz

Manual del Alumno – Educación de la Nación – Edit. Kapelusz -1956

Manual de Uso de equipos de la Marina Mercante - Pierre Garoche – Francia

Artículo “Construcción del Cometas de Viento Suave” de Thomas Michael Rudolph -1999

Club de Ciencias Presidente Derqui – www.ccpd.com.ar – ccpd77@yahoo.com.ar; ooo1955@hotmail.com.-

El Viento Moderno – Lic. Alejandro Stero Sellarés – Revista Guardacostas Nº136 Editorial Guardacostas – (Vela Barrilete “MS Beluga” (10.000 Toneladas)- Beluga Projects).



Grabado Aleluyas siglo XVII - XVIII –