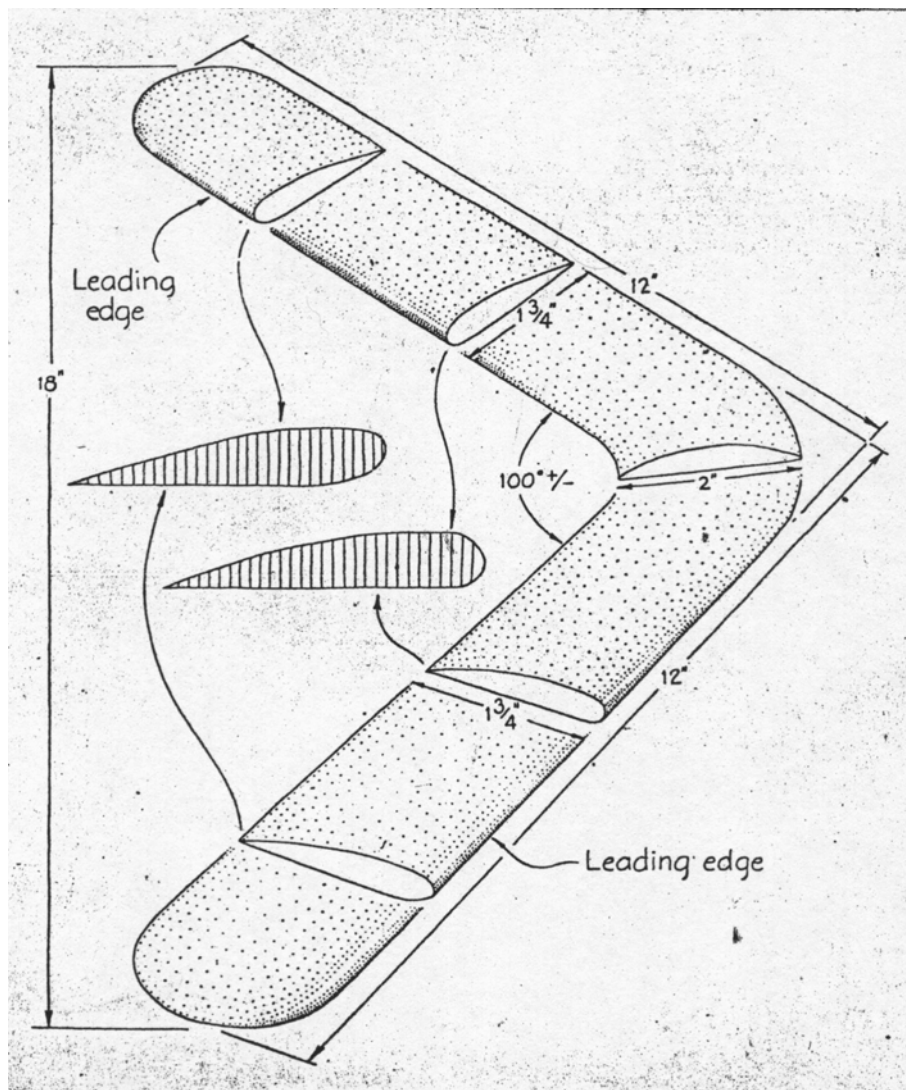


DISEÑO DE BOOMERANGS

Andrés L. Granados M.





UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR.

DIVISION DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS

Departamento de Mecánica

**Valle de Sartenejas.
Caracas, VENEZUELA.**

**DISEÑO DE
BOOMERANGS**

ANDRÉS L. GRANADOS M.

Septiembre, 2016.



**DISEÑO DE
BOOMERANGS**

Andrés L. Granados M.
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
Departamento de Mecánica
Sartenejas, Baruta, Edo. Miranda
Apdo.89000, Caracas 1080-A
Caracas, Venezuela.

E-mail: agrana@usb.ve

DERECHOS RESERVADOS ©2016 Andrés L. Granados M.

ISBN XXX-XX-XXXX-X
Diseño de Boomerangs
Granados M., Andrés L.

Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,
por cualquier medio, sin la autorización escrita del autor.

Esta obra se terminó de imprimir
el 15 de Septiembre de 2016 en:
UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
Departamento de Producción de Impresos
Sartenejas, Baruta, Edo. Miranda
Caracas, VENEZUELA.

Tiraje: XX ejemplares

Ilustración de la portada: **Fig.1.7.** Diseño aproximado para un boomerang, pág.6

INDICE

PREFACIO.	0
1. INTRODUCCION.	1
2. PROPIEDADES GEOMETRICAS DEL BOOMERANG.	11
2.1. Curva de Los Centroides de Los Perfiles.	11
2.2. Distribución de Las Cuerdas de Los Perfiles.	16
2.3. Condición del Radio de Curvatura en El Origen.	18
2.4. Planta del Boomerang.	19
3. PROPIEDADES GEOMETRICAS DEL PERFIL UNITARIO.	20
3.1. Perfil Unitario.	20
3.2. Perfil Aerodinámico.	22
3.3. Perfil Semi-Simétrico.	24
3.4. Area del Perfil Unitario.	24
3.5. Posición del Centroide del Perfil Unitario.	26
3.6. Momentos de Inercia del Perfil Unitario.	28
4. PROPIEDADES FISICAS DEL BOOMERANG.	31
4.1. Volumen y Masa del Boomerang.	31
4.2. Condición del Centro de Masa.	33
4.3. Momentos de Inercia del Boomerang.	33
5. MOMENTOS Y FUERZAS AERODINAMICAS.	37
6. ECUACIONES DEL MOVIMIENTO.	41
6.1. Transformación de Coordenadas Durante El Vuelo.	41
6.2. Movimiento Rotacional.	43
6.3. Movimiento Traslacional.	45
6.4. Ecuaciones Simplificadas.	46
6.5. Diseño Aproximado.	48
7. CONSIDERACIONES ADICIONALES.	51
7.1. Parámetros Optimos.	51
7.2. Boomerang Australiano.	53
7.3. Instrucciones de Lanzamiento.	53
8. BIBLIOGRAFIA.	56

PREFACIO

El *Diseño de Boomerangs* es una obra que duró mucho tiempo guardada, aletargada diría yo. Conservada como una joya que uno guarda, no por su valor intrínseco, sino por su valor sentimental. Reservada para mostrar a amigos de mucha confianza o familiares en ocasiones especiales. Básicamente, la sacaba de su escondite para ufanarme, aunque secretamente mi intención era la necesidad de divulgar algo que yo conocía y que los demás querían conocer: Por qué los boomerangs se devuelven. Bueno esta pregunta me la hice yo a mi mismo hace muchos años atrás. Era el año 1982, estaba cursando el final de mi carrera Ingeniería Mecánica, y consideré que la mejor prueba de mis habilidades como ingeniero, de manera privada, era averiguar por qué era así con los boomerang, por qué en realidad se devolvían. Pues la curiosidad mató el gato, porque me costo un tiempo indagar. Revise la biblioteca de la universidad, hasta el cansancio, cosa que en aquel tiempo ya era adicto a hacer para cualquier tema. Fué poco lo que conseguí. Esto me obsesionó y empecé a indagar en revistas como *Mecánica Popular*, *Scientific American*, etc. Hasta que afortunadamente me topé con la palabra “bumerang” en la *Enciclopedia Universal Ilustrada*, que referenciaba un artículo de Walter, G. T. Poco tiempo después conseguí una copia de dicho trabajo, que consideré serio en aquel momento y todavía. Las revistas eran divulgativas, pero no explicaban la esencia del asunto. Fué entonces que empezó a interesarme la aerodinámica. Estudié el tema hasta el cansancio y me decidí a escribir lo que iba encontrando y calculando. Realmente estaba estudiando el tema en serio y junto con las herramientas de las Matemáticas, de Métodos Numéricos, de la Mecánica Racional y de Aerodinámica necesarias para lograrlo. Esto lo fuí guardando en un casi perfecto manuscrito que iba recopilando poco a poco de forma ordenada. Un día me decidí a transcribir dicho manuscrito con un procesador de palabra decente (T_EX). Esto ocurrió a mediados de 2016, treinta y cuatro años después. Como revisé que el trabajo todavía tenía cierta vigencia, me aventuré a hacer la ardua labor, que dió origen a esta obra, que ahora ofrezco al público en general, en su forma transcrita casi fiel al manuscrito original. Conservé el anglicismo “Boomerang”. Espero les guste leerlo, como a mi me gustó hacerlo a mano en una época, cuando no existía Internet, ni procesadores de palabras y ecuaciones como los actuales.

Dedicado a Stefan Zarea, mi profesor de máquinas hidráulicas. Gracias por tu inspiración y revisión del texto manuscrito inicial.

Andrés L. Granados M.

Caracas, 16 de octubre de 2016.

1. INTRODUCCION

El *Boomerang* es un arma arrojadiza, utilizada principalmente en Australia, ya para el ataque o la defensa en caso de guerra, ya como arma de caza para herir a las aves o simplemente para coger frutos de los árboles. Actualmente, se le utiliza más como diversión, que como otra cosa.

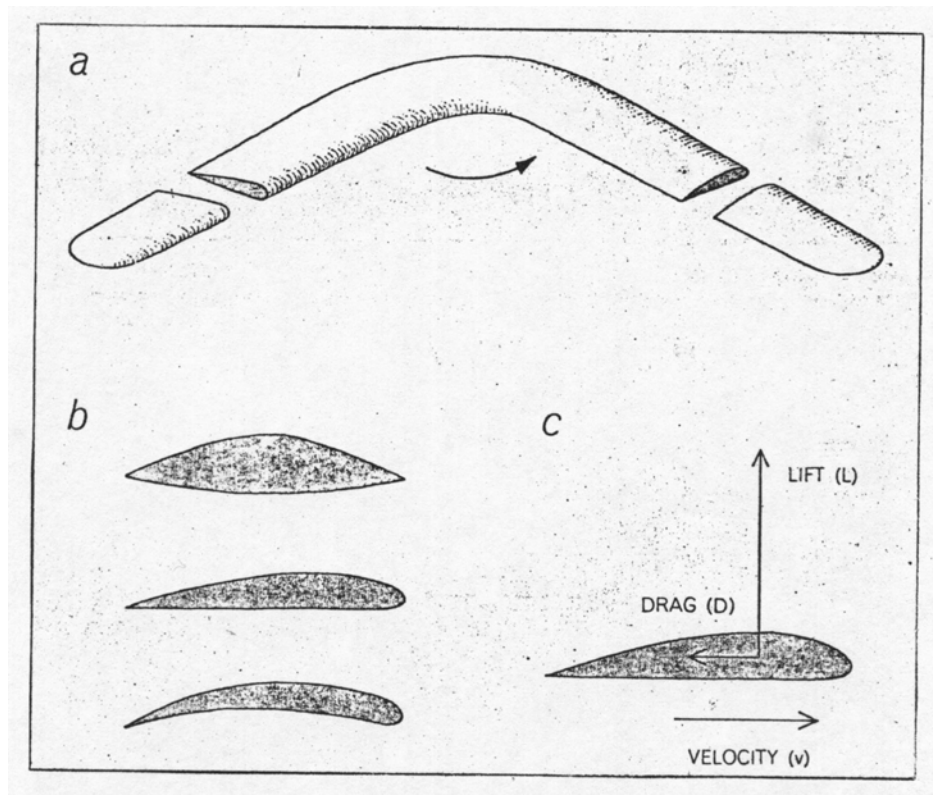


Fig.1.1. Diferentes tipos de secciones y fuerzas.

Los boomerangs de los indígenas australianos son de madera dura de diversas especies de eucaliptos o acacias, y tienen forma arqueada, longitud total comprendida entre 50 y 90 centímetros, son estrechos, disminuyendo ligeramente en anchura y espesor hacia los extremos, limitados por dos superficies que se cortan en arista viva o poco menos, una de las cuales es casi plana, y la otra de convexidad más pronunciada; el ángulo que forman las dos ramas tienen distintos valores según los usos, es muy abierto en los boomerangs de guerra que no retroceden al punto de partida; más cerrado, alcanzando casi 90° en los de caza, y tiene por último la propiedad de que los extremos se hallan alabeados a la manera de las aletas de una hélice, semejando así el boomerang a un trozo de superficie helicoidal. Si imaginamos en la figura Fig.1.1. que el boomerang gira en rápido movimiento de rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj, el alabamiento de los extremos obligaría a todo el boomerang, por causa de la resistencia del aire, a elevarse. Y la cara menos convexa, que es la inferior, le serviría de apoyo, en caso de estar sobre una mesa o en el suelo. La figura Fig.1.1. muestra diferentes tipos de secciones que puede tener el boomerang y como las fuerzas aerodinámicas actúan sobre ellas.

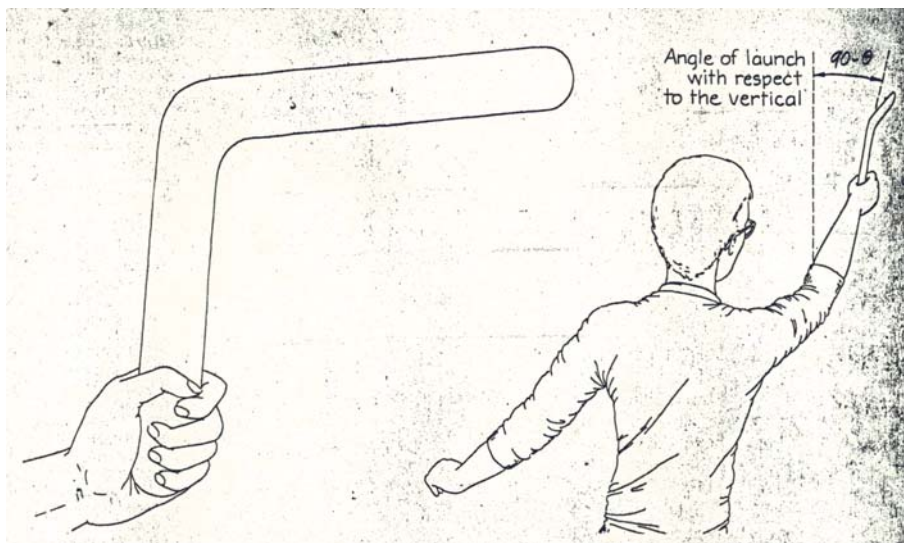


Fig.1.2. Angulo de lanzamiento inicial con respecto a la vertical.

El boomerang de caza (Wonguim) se lanza imprimiéndole una fuerte velocidad de traslación simultáneamente con una rotación, esta última tal que, inicialmente, venga a girar el boomerang en un plano casi vertical, formando un ángulo θ con la horizontal (ver figura Fig.1.2.). Animado de estas dos velocidades, el boomerang se eleva poco a poco al tiempo que inclina presentando el suelo la cara menos convexa, gira luego y retrocede describiendo trayectorias aparentemente caprichosas en el aire, y vuelve al punto de partida. La figura Fig.1.3. muestra una perspectiva de la trayectoria que sigue el boomerang de caza.

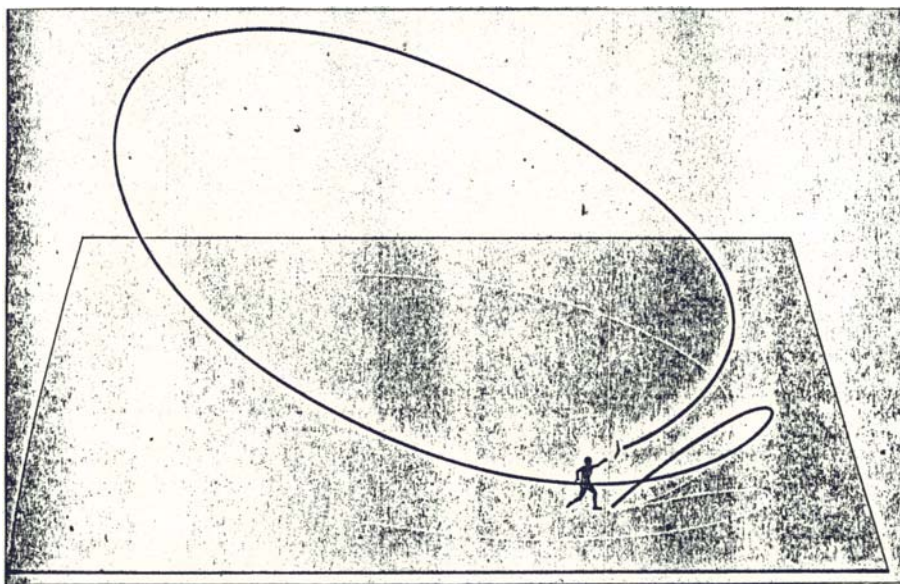


Fig.1.3. Trayectoria de vuelo típica.

Los boomerangs de guerra (Barugeet) son más abiertos que los de caza y su alabamiento es mucho menor. Describen trayectorias casi rectilíneas, se lanzan de modo que el plano del boomerang sea horizontal inicialmente, y gire en rápido movimiento alrededor del eje de giro vertical. En estas circunstancias el

