

II Concurso de cohetes de agua 2023-2024

WATER ROCKETS

I. E. S. FRANCESC TÀRREGA

TECNOLOGÍAS CORTÉS S. A.

Categoría:

Categoría 2



TUTORIZADO POR:

- Irene Sanchis Camprecios

COMPONENTES:

- Manuel Cabedo Ibáñez
- Darío Solá Troncho
- Marc Ríos Martínez
- Sergio Pliego Carracedo

Índice

1. Introducción
2. Observación y planteamiento del problema
3. Antecedentes
4. Formulación de la hipótesis
5. Experimentación
 - 5.1. Construcción del cohete
 - 5.1.1. Materiales
 - 5.1.2. Procedimiento
 - 5.2. Construcción de la lanzadera
 - 5.2.1. Materiales
 - 5.2.2. Procedimiento
 - 5.3. Proceso de lanzamiento
 - 5.4. Medidas realizadas
6. Gráficas
7. Imágenes

1. Introducción

Somos un pequeño grupo de estudiantes con ganas de participar en el campeonato de *water rockets* de la UJI, en Castellón, nuestros integrantes (nosotros) nos damos a conocer como Tecnologías Cortés S. A., imitando a una especie de empresa futurista que, durante años, ha cosechado información y descubrimientos para su exclusivo uso en la creación de nuestro cohete de agua.

Desde Tecnologías Cortés S. A. hemos trabajado en uno de nuestros proyectos más ambiciosos hasta la fecha: la construcción de cohetes con propulsión a base de agua, que nos han costado múltiples horas de esfuerzo, trabajo y, sobre todo, la dedicación empleada (contando cada uno de esos minutos después de que el timbre suene...), e incluso el cariño aportado por todos hacia el proyecto.

Nuestras instalaciones se ubican en el Taller Nº1 del Instituto de Educación Secundaria y Bachiller Francisco Tárrega, en Vila-real, Castellón, en el cual hemos planificado, construido y montado nuestro costoso proyecto, utilizando principalmente materiales con una segunda vida, es decir, reciclados, como lo podrían ser las botellas o incluso los tornillos, codos y agarres, que hemos tomado “prestado” de anteriores lanzaderas de aquellos participantes que compitieron en tiempos pasados.



Figura 1: Nuestro centro, ubicado en la Calle Ausiàs March, 13, 12540 Vila-real, Castelló.

Creemos que, con gran dedicación, esfuerzo y constancia, podemos arribar y alcanzar esta pequeña meta que de momento nos hemos propuesto, **llegar a la UJI**, de momento, solo con eso, nos basta y nos sobra, pero claro, si lo conseguimos, nos podremos la siguiente meta, la otra etapa, llegar a la lista de los ganadores, y en el inverosímil caso de que eso ocurriera, más metas nos pondríamos. Metas y objetivos hasta que frenemos y no podamos subir más en la clasificación, claro que, con esto, no pretendemos machacar a nadie, ni mucho menos, es más un ejercicio de autosuperación que con humildad vamos a intentar llevar y estrujar hasta que no dé más de sí, eso es lo que queremos.

También debemos de decir, que no podríamos haber conseguido nada de esto sin la ayuda principal, tanto de Pasqual como de Irene, que respectivamente, nos ayudaron a montar la lanzadera y el cohete y a redactar de forma suave y ordenada esta memoria y documento que aquí está leyendo, también hemos de mencionar a Juan Carlos, que, con mucha paciencia y una sonrisa en la cara, nos mostró las técnicas más ambiciosas.

2. Observación y planteamiento del problema

Nos percatamos de que podíamos crear experimentos de propulsión a partir del recurso natural más abundante en la tierra, el agua, y ya no estamos hablando de si dulce o salada, simplemente con un buen cálculo de las fuerzas, la masa y la aerodinámica podemos permitir que una simple botella pueda alzar el vuelo y, dependiendo de nuestros conocimientos y buena mano de obra, podemos montar un aparato capaz de llegar a más de 50 metros, lo cual es bastante cuando hablamos de menos de 2 litros de agua y una simple botella. De hecho, si nos ponemos serios, podríamos, con unos mejores cálculos en las alas, el cuerpo y la cabeza del cohete y nuestra dedicación y pasión en su máximo esplendor, alcanzar casis sin dificultades la barrera de los 100 metros. A continuación, varios de los parámetros que tuvimos en cuneta a la hora de planificar y montar el cohete en sí:

- El cohete tiene que volar lo más alto posible.
- Los cohetes no tienen que desviarse en exceso de la perpendicular del suelo.
- Debe de volar con la presión y cantidad de combustible más adecuadas y sin superar el máximo (o reprimirse del mínimo, en caso de que lo haya).
- Puesto que se tendrá completamente en cuenta de forma negativa la distancia que ha recorrido en horizontal, debemos asegurarnos de que las alas estén en una posición fija y simétrica, evitando asimetrías, lo cual evitará un desplazamiento horizontal que penaliza y hace una pérdida de fuerza innecesaria.
- También podemos tomar ideas de los mejores cohetes de años pasados, para intentar, de alguna forma, captar sus cualidades y ensamblarlas en el nuestro.

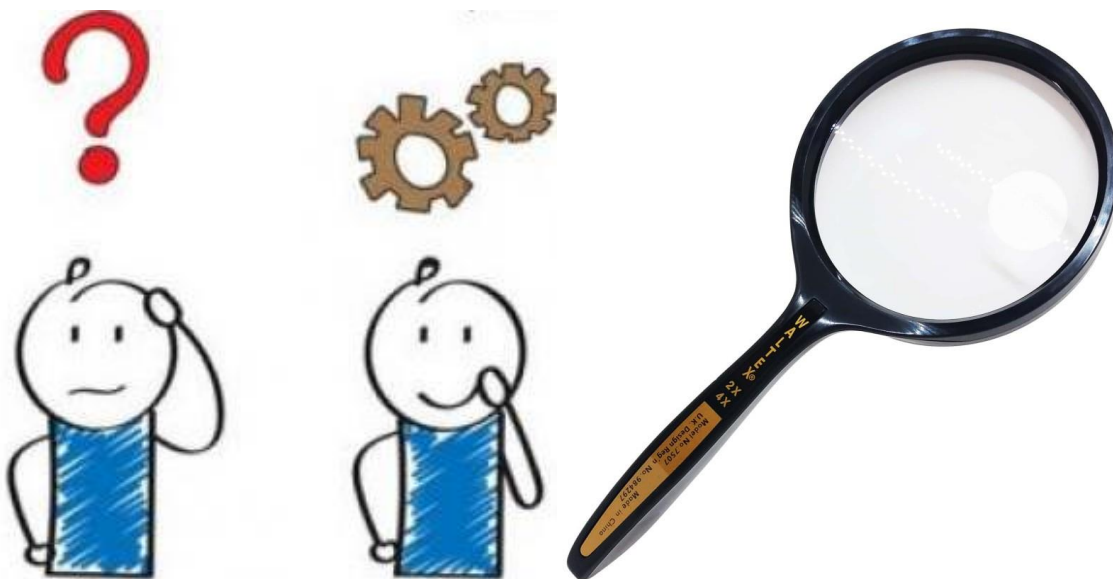


Figura 2

3. Antecedentes

Aquí observamos el repertorio con las principales fuentes de conocimiento, por así decirlo, que hemos usado, por lo general, con relativa mayor frecuencia:

- El enlace de la *página web* en la que descargamos la plantilla original con la que creamos el siguiente documento y donde encontramos múltiple información sobre todos los ámbitos relacionados con nuestro cohete, la web de nuestra profesora coordinadora, Irene Sanchis.

https://mestreacasa.gva.es/web/sanchis_ire2/water_rockets



Figura 3

-Web oficial de la organizadora del evento, la Universidad Jaume I (UJI).

<https://www.catedradelagua.uji.es/evento/water-rockets-2023/>



Figura 4

-En este vídeo del concurso del año anterior hemos podido observar los diseños de cohetes más funcionales, para hacernos una idea general.

<https://www.youtube.com/watch?v=05qsmmtdElo>



- En esta página se explica muy bien cómo hacer un paracaídas útil para nuestro cohete.

http://www.aircommandrockets.com/construction_7.htm

- En ambos enlaces pudimos basarnos tanto para la elaboración de la misma estructura base para el cohete como para de su lanzadera, respectivamente.

https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=4603131594721&name=DLFE-2599354.pdf

https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=4603131969147&name=DLFE-2659985.pdf

- Esta página web nos ha sido de gran ayuda para el diseño y medidas de nuestro cohete, solo introduciendo unos simples datos puede ahorrarte mucho trabajo ya que, podemos hacer simulaciones realistas y detalladas sobre las variables a tener en cuenta en el lanzamiento (altura, presión, cantidad de combustible...) y ahorras tener que probar tus hipótesis menos realistas o la totalidad de estas.

<https://waterrocketsimulator.github.io/>

4. Formulación de la hipótesis

Nos planteamos diversas preguntas, no sólo sobre el lanzamiento del cohete, pues también pensamos en las variables afectadas por la construcción del propio cohete, así como sus materiales, sus alas, su anchura y forma... Algunas de las preguntas que nos cuestionamos fueron:

- ¿Qué forma deberán de tener nuestras alas?

¿Deberían de ser más triangulares, rectangulares y alargadas, acabadas en punta, redondeadas...?

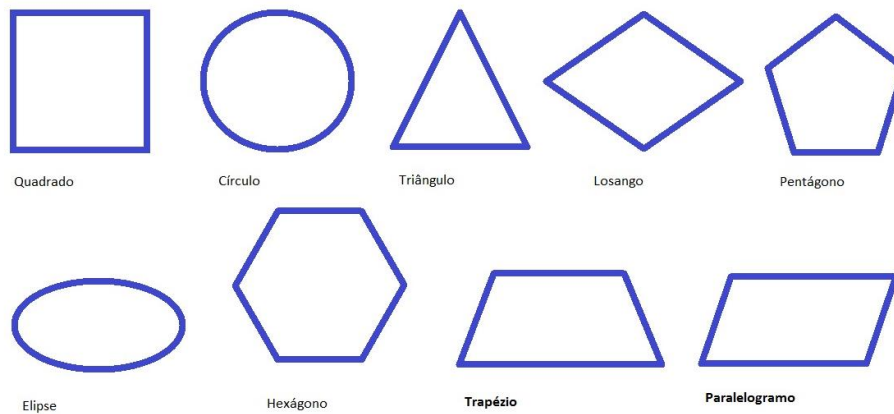


Figura 5

- ¿Qué proporción debería de tener la presión y la cantidad de agua para el lanzamiento más óptimo?

¿Altura es proporcional a presión? ¿Altura es proporcional a cantidad de agua? ¿Cuál es la fórmula ideal y más precisa para un vuelo más prolongado?

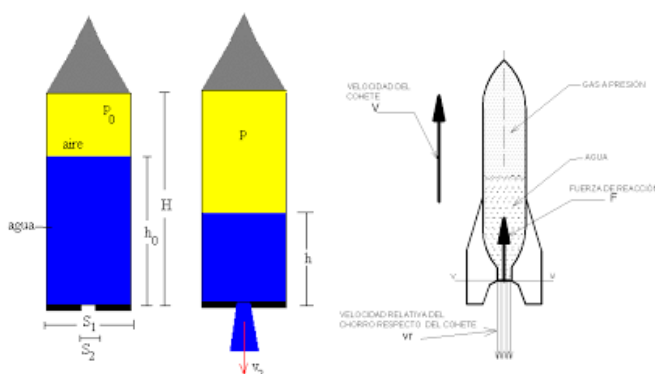


Figura 6

- ¿Qué materiales serán los más útiles para nuestro proyecto?
¿Las alas serán de corcho, plástico, cartón, madera...?



Figura 7

Debemos considerar la aerodinámica y estabilidad y que el cohete sea lo más ligero posible, además de crear las condiciones para un lanzamiento preciso y sin errores.

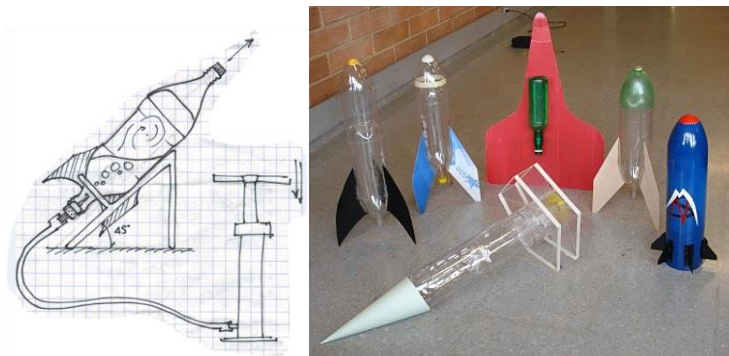


Figura 8

(en la primera imagen, vemos una lanzadora que no dispara verticalmente, por lo que no es la mejor para nuestra categoría en el concurso)

5. Experimentación

Durante la experimentación (larga, eterna, pero entretenida) dimos respuesta a todas las preguntas planteadas previamente: la forma de las alas debía de ser, por lo que leímos y escuchamos, lo más aerodinámicamente posible, y nos topamos con la forma de la gota de agua, la cual usamos en los nuevos diseños de las alas; el material por el que acabamos decantándonos fue el cartón pluma, bastante resistente, resistente al agua y ligero; respecto a la presión y cantidad de agua, teniendo en cuenta las bases del concurso, preferimos usar la máxima cantidad de presión posible (4 bares) a un volumen de agua no superior a los 650 mililitros. Además, deberíamos de decir que, en la aerodinámica del cohete, los prototipos (aún en desarrollo) más altos y estrechos nos han favorecido más.

Básicamente, lo dicho hasta ahora han sido los detalles más importantes de la experimentación, pero también cabe recalcar, que todo esto lo hemos aprendido a base de fallos, pruebas y errores; pues, como bien dice el dicho, **“sin el error no hay ciencia”**.

5.1 Construcción del cohete

*5.1.1 Materiales





Imagen	Nombre	Cantidad(ud.)	Precio unitario	Importe
	Botella de refresco (2L)	1 ud.	0€	0€
	Plancha de cartón	1 ud.	0€	0€
	Bolsa de plástico	3 ud.	0.05€	0.15€
	Cinta americana	1 metro	0,16€	7,99€
	Trozos de rueda de bicicleta		0€	0€
IVA				
Subtotal				
Total				

Tabla 1: materiales del cohete

*5.1.2 Procedimiento (prototipos simples)

1. Primero quitaremos tanto los anillos de la boquilla como las etiquetas de la botella. Además, una de las botellas nos servirá como cuerpo del cohete y la otra, para su parte superior.
2. Cortaremos las alas según el patrón establecido. Es necesario que sean de un material ligero y resistente como un envase de leche o similares.
3. **Cortar la segunda botella como en la imagen.**



Figura 9

4. Dividir el perímetro de cuerpo cilíndrico en cuatro partes iguales para fijar bien las alas con cinta adhesiva. Es importante que queden exactos.

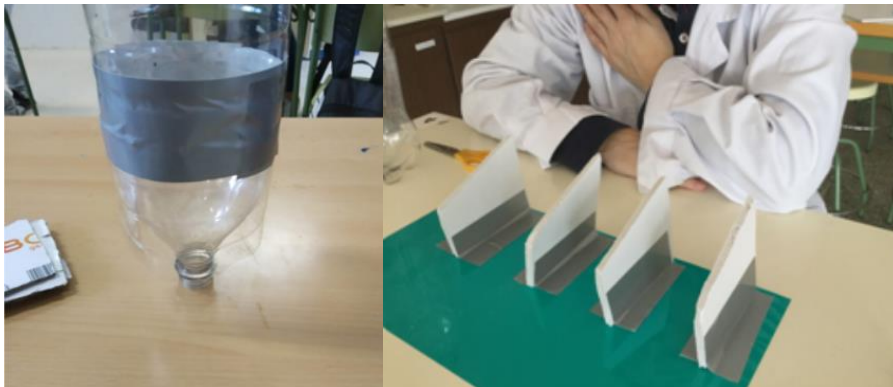


Figura 10

5. Fijaremos la parte inferior con las alas a la botella que la usaremos como cuerpo del cohete. Luego, lo fijaremos a la parte superior con cinta adhesiva.
6. La boquilla debe de colocarse de forma que sobresalga al separarse de las aletas.
7. Cortaremos la otra botella por la parte inferior y **la parte superior como se muestra en la imagen**. Lo haremos llámalo la cabeza del cohete. La cabeza del cohete se vería así.



Figura 11

8. Colocaremos la botella ya ensamblada (la parte inferior y las alas) con la parte que acabamos de cortar (la cabeza del cohete) esta unión debe de estar fortificada con cinta americana muy resistente.
9. Pondremos el cohete sobre un dedo para determinar correctamente su centro de gravedad. El cual se supone que si lo hemos hecho bien debería estar más cerca de la parte donde ponemos el neumático que el centro de la botella.
10. Envolveremos la cabeza del cohete con más cinta americana, esto para que la bolsa no se caiga.
11. Finalmente, envolveremos la cabeza del cohete con cinta adhesiva para que la bolsa no se caiga



Figura 12: El cohete ya ensamblado y finalizado, faltaría anclarlo a la lanzadera y haber llenado el depósito.

5.2 Construcción de la lanzadera

*5.2.1 Materiales

Imagen	Nombre	Cantidad(ud.)	Precio unitario	Importe
	Válvula de cámara de bicicleta (con la goma si es posible)	1	0,99€	0,99€
	Tubo de PVC de 20 mm	1 m	0,60€/m	0,60€
	Tubo de PVC de 40 mm	10 cm	1,6€/m	0.16€
	Codo de PVC para tubo de 20 mm	2	0,30	0,60€
	Unión en T de PVC para tubo de 20 mm	1	0,45€	0,45€
	Tapones de PVC para tubo de 20 mm	2	0,25€	0,50€
	Abrazadera universal	1	1,05€	1.05€
	Abrazadora en U	2	0,36€	1.12€






	Bridas 100mm x 2,5mm	12	0,01€	0,10€
	Cinta americana 25m x 50mm	10cm	9,49€	0€
	Adhesivo per a PVC rígidu	1	3,96€	1.00€
	Cordel	1	0€	0€
	Tablero de soporte	1	2€	2€
IVA				2.99€
Subtotal				14.25€
Total				17.24€

Tabla 2: Materiales de la lanzadera.

*5.2.1 Construcción

COHETES DE PROTOTIPO SIMPLE: (PEPE)

- La explicación con más detalle y precisión del montaje de cada parte (incluyendo el sistema de seguridad) la podremos encontrar en los vídeos de la página <http://www.sciencetoymaker.org/> y enlazados en el blog http://mestreacasa.gva.es/web/sanchis_ire2 ambos se encuentran archivados en el apartado “Antecedentes” de este documento.
- Al cortar los tubos de PVC, hay que tener en cuenta que lo que entra en la botella debe ser lo más largo posible, para guiar bien la botella a la salida, pero sin tocar el fondo de esta. La medida, por tanto, dependerá de la botella para la que construimos la lanzadera.
- El tubo de PVC vertical debe quedar ajustado, de tal forma, que el cuello de la botella quede ajustado al siguiente. Para eso se deformará el tubo de PVC con calor y un “palo” un poco más ancho que este para así conseguir su cometido, que el aire no se escape a causa de la presión.
- El soporte debe ser lo suficientemente grande y pesado para dar la necesaria estabilidad a todo el conjunto cuando se lance el cohete. Si no es así el cohete perderá estabilidad y no conseguirá un vuelo recto.
- El resto de los tubos deben cortarse dos a 20 cm y otros dos a 10 cm, las medidas pueden variar un poco, todo depende de los cortes ya que están hechos por estudiantes con nula experiencia, por suerte esto no afecta al funcionamiento de la lanzadera. Y construiremos siguiendo la siguiente imagen, fijándolo posteriormente a la base de madera:



Figura 13 (nuestro primer modelo de lanzadera)

COHETES DE PROTOTIPO AVANZADO (EN PRODUCCIÓN Y EXPERIMENTACIÓN)

Si bien aún están en desarrollo, y es una de nuestras grandes incógnitas, trabajamos en un nuevo cohete (o, mejor dicho, serie de cohetes) con una complejidad que dista enormemente de proyectos anteriores. Es un cohete, tan especial, que incluso requiere de su lanzadera específica y exacta, es un cohete, tan secreto, que nadie de la competencia debería de saber de su existencia. Tan secreto es el proyecto, que ni ustedes, público, jurado o curiosos, pueden saber demasiado sobre sus características, aunque debemos de matizar, no pueden saber demasiado sobre este pues ni siquiera nosotros sabemos bien cómo acabará, el proyecto está en sus primeras fases y sufre modificaciones constantes, no obstante, les podemos asegurar ciertas particularidades sobre su diseño:

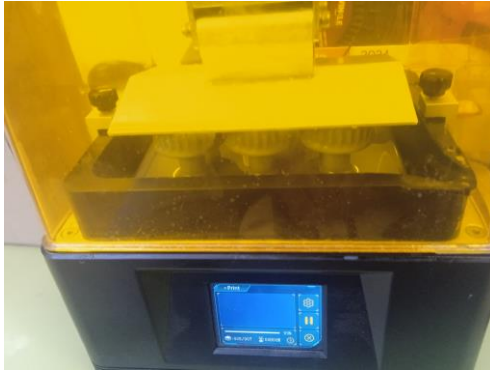
- El cohete contiene módulos, que si bien, no son desmontables en vuelo, lo son en montaje.
- El cohete mide (bastante) más de medio metro, con una boquilla especializada, al igual que la lanzadera, también en fase de diseño y experimentación.
- El peso es igual o menor (al menos de momento) al de otros cohetes hechos también por nosotros con anterioridad.

Cabe recalcar que, no sabemos, por muy chocante que parezca, que no sabemos si llegará a funcionar el diseño, por lo que esperemos que sí.

Les dejaremos por aquí una serie de imágenes:



Módulos de la estructura del cohete.



Impresión (en serie) de ciertas piezas para el cohete.



Las piezas de antes, ya impresas.



Válvula de anclaje de la nueva lanzadera, especializada en cohetes como el mostrado en la imagen superior.

Figuras 14 a 17, respectivamente.

5.3 Proceso de lanzamiento

En primer lugar, hay que asegurarse de estar en un lugar despejado para que nadie pueda salir herido. En segundo lugar hay que tener nuestra jarra medidora y las llenaremos según el experimento que queramos realizar cogemos la lanzadera y el cohete con el que queremos realizar el experimento lo tendremos que llenar con el agua de la botella con las medidas y lo colocaremos correctamente en la lanzadera y nos aseguraremos de que las bridas estén sujetando bien el cohete nos alejaremos mínimo a un metro y medio de la lanzadera y meteremos la presión adecuada según el experimento por último estiraremos de la cuerda y cronometramos el cohete y apuntaremos la trayectoria y las observaciones que hemos podido observar.



Figura 18 (el primer cohete, accidentado y en reparación)

No tenemos otras fotos de cohetes en esta sección, pero se puede ver alguna más en el apartado 7 “fotografías”. Como dato curioso, la botella base del cohete la empleamos desde el primer cohete hasta el penúltimo, que en un concurso interno se acabó estrellando en lo más profundo del tejado.

5.4 Medidas tomadas

N.º de experimento	Nombre del cohete	Masa del cohete vacío (g)	Presión (atm)	Núm. lanzadera	Masa de agua (g)	Tiempo (s)	Observaciones
1	Pepe I	207	2	1	600	5'28	Vuelo recto Pérdida de agua y presión por fuga en la lanzadera (faltaba una pieza)
2	Pepe I	207	2	1	1000	2'62	Vuelo completamente desviado debido a la curvatura que obtuvo la guía de la lanzadera. Accidentado, reconstruido como Pepe II
3	Pepe II	*	2	1	1000	-	Lanzamiento fallido
4	Pepe II	*	2	1	800	-	Lanzamiento no realizado
5	Pepe II	*	2	1	750	-	Lanzamiento no realizado
6	Pepe II	*	2	1	600	-	Lanzamiento no realizado
7	CERES IX	<150	2	1	600	7'06	Último lanzamiento antes de accidente. Baja temporal

Tabla 3: lanzamientos realizados (con su respectivo tiempo de vuelo) y lanzamientos previstos (sin tiempo de vuelo) de los primeros prototipos.

**No se ha podido pesar.*

6. Gráficas

Por motivos de organización de las horas lectivas de tecnología, no pudimos hacer las gráficas con datos de nuestros propios cohetes, y debimos de emplear datos de la competencia, que llevaba unas marcas de tiempo muy buenas.

Como se observa en esta situación, la masa ideal del agua son 400g, contrariamente a lo que pensábamos, pues rápidamente asimilamos que con esa ínfima cantidad de agua comparada con respecto a la cantidad total que puede ser llenado el cohete no obtendría la altura máxima deseada.

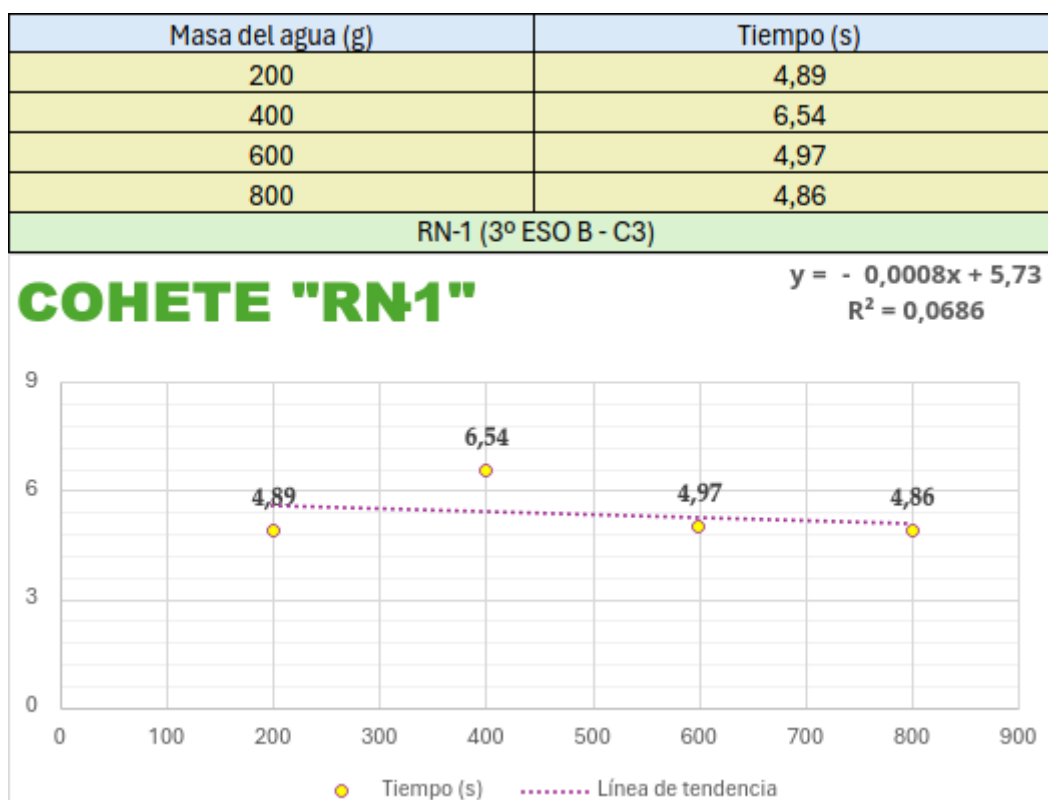


Figura 19

- En cambio, en esta otra situación hemos podido observar cómo al cambiar ligeramente el diseño del cohete pese a que la altura máxima es inferior a la anterior situación observamos que el llenado óptimo del cohete corresponde a 600g de agua en contraposición con el anterior que eran 400g un cambio realmente considerable teniendo en cuenta que no se puede variar mucho dentro de este aspecto.

Masa del agua (g)	Tiempo (s)
200	6
400	5,3
600	6,1
800	5,42
Bomba B2 (3º ESO E - E1)	

COHETE "Bomba B2"

$$y = - 0,0005x + 5,94$$

$$R^2 = 0,0905$$

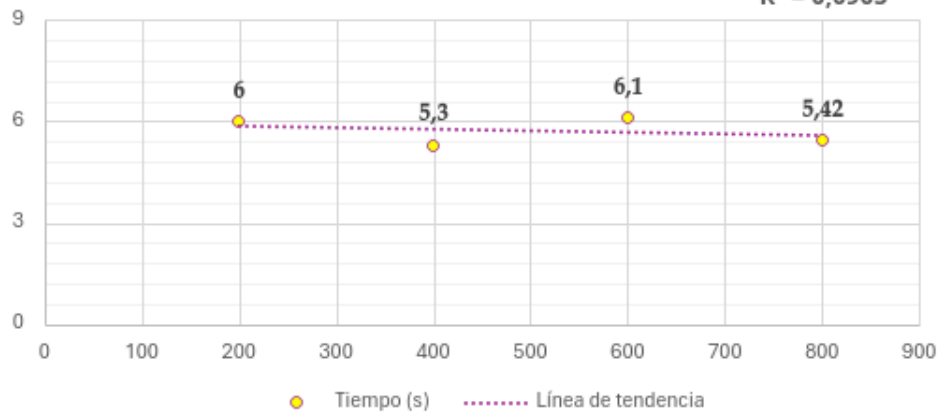


Figura 20

7.-Imágenes

Imágenes de la primera lanzadera (y única utilizada hasta ahora) y del primer cohete con la primera serie de alas.



Figura 21



Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25