

# I BELIEVE I CAN FLY

planter\_231



## **Abstract**

In this research we have decided to experience with paper airplanes and learn something about them. We wanted to know how far an airplane can fly depending on the material it is made of, its shape, size and the angle from which it is thrown and see which of these factors affects the most on the flight.

We've found that what changes more a paper airplane flight actually depends on all the factors we have studied and that the one that affects the most is the size of the plane.

Laia Brugué, Marta Gómez, Ramon Illan, Sergi Luna, Marta Rodríguez

Lucía Bayo

4t d'ESO

INS Sant Quirze del Vallès

# Índex

pàgina

<b>1.Introducció</b> .....	3
<b>2.Hipòtesis i objectius</b> .....	3
2.1 Objectiu .....	3
2.2 Hipòtesis .....	3
<b>3.Pla de treball inicial</b> .....	3
<b>4.Recerca</b> .....	6
4.1 Aspectes treballats .....	6
4.2 Informació documental .....	6
4.2.1. Història .....	6
4.2.2 Per què volen els avions? .....	6
4.3. Com hem fet la recollida de dades? .....	7
4.3.1 Població i mostra .....	7
4.3.2 Prova pilot .....	7
4.3.3 Muntatge i procés de recollida de dades .....	7
4.4. Descripció i anàlisi de les dades i dels resultats obtinguts.....	12
4.4.1 Hipòtesi 1 .....	12
4.4.2 Hipòtesi 2 .....	14
4.4.3 Hipòtesis .....	16
4.4.4 Com hem treballat en aquest apartat? .....	23
4.5 Organització i repartiment concret de les tasques dintre del grup .....	24
4.6 Dificultats .....	24
<b>5.Conclusions</b> .....	25
5.1 Després de la recerca: s'han complert les nostres hipòtesis? .....	25
5.2 Opinió personal .....	26
<b>6. Annexes</b> .....	27
6.1 Vols dels avions: què hem pogut observar? .....	27
<b>7.Bibliografia</b> .....	40

## **1. Introducció**

El nostre treball consisteix en veure com una cosa tan simple i comú en les nostres vides (sobretot quan som petits) com un avió de paper, pot variar el seu desplaçament segons com es fa l'avió. És una cosa que potser mai et plantejes però un cop hi penses seriosament, aprecies com pots treure moltes coses de coses tan senzilles com trossos de paper als quals dones la forma que vols.

Vam escollir aquest treball principalment perquè volíem un treball experimental, on les dades les recollíem nosaltres sense dependre de ningú com pot passar fent enquestes, o sense haver d'utilitzar dades ja recollides. Apart d'això, volíem fer un treball que ens pogués interessar a tots i que el féssim amb ganes, ja que creiem que així és com es treballa millor.

## **2. Hipòtesis i objectius**

### **2.1 Objectiu**

El principal objectiu del nostre treball, igual que el de qualsevol treball de recerca, és contrastar les nostres hipòtesis.

Apart d'això, fent aquest treball volem comprovar quin dels factors que hem triat (model, mida, tipus de paper i angle) afecta més al desplaçament que fa un avió.

### **2.2 Hipòtesis**

Creiem que:

- els avions d'un paper més lleuger arribaran més lluny.
- els avions de superfície més petita arribaran més lluny.
- els avions tirats amb un angle més gran arribaran més lluny que tirats des d'angles més petits.

## **3. Pla de treball inicial**

Aquest és el nostre pla de treball, que vam elaborar a l'inici del projecte.

Primer de tot havíem de provar si el nostre treball es pot fer. Al veure que sí, vam seguir endavant amb el nostre projecte.

Vam haver de decidir els materials que utilitzarem, les mides i els angles amb els que els tirarem

- Buscar informació de les diferents formes que se li poden donar a un avió de paper i les propietats que aquestes formes tenen. Buscar les propietats dels diferents materials que vulguem utilitzar.

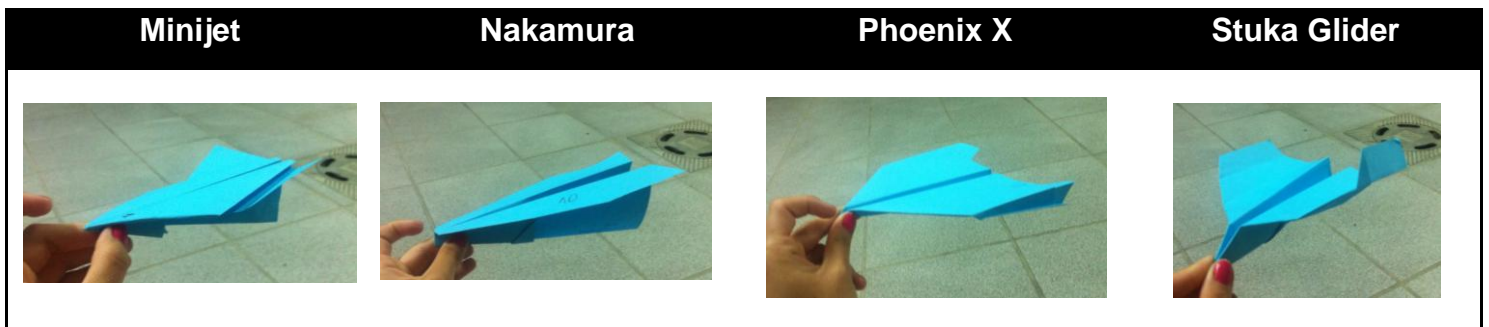
- Mides (superfície) i materials

Paper d' impressora	Din A4	Din A5	Din A6
Cartolina	Din A4	Din A5	Din A6
Paper de foto	Din A4	Din A5	Din A6

- Models
  - Minijet
  - Nakamura
  - Phoenix X
  - Stuka Glider



De cada avió que fem farem mínim 4 llançaments amb cada un dels models que utilitzem.



TAULA DE TOTS ELS MODELS I MIDES D'AVIONS:

<b>MINIJET</b>	mida	avió
paper normal	A4	1
paper normal	A5	2
paper normal	A6	3

<b>PHOENIX X</b>	mida	avió
paper normal	A4	19
paper normal	A5	20
paper normal	A6	21

Cartolina	A4	4
Cartolina	A5	5
Cartolina	A6	6

cartolina	A4	22
cartolina	A5	23
cartolina	A6	24

paper foto	A4	7
paper foto	A5	8
paper foto	A6	9

paper foto	A4	25
paper foto	A5	26
paper foto	A6	27

<b>NAKAMURA</b>	mida	avió
paper normal	A4	10
paper normal	A5	11
paper normal	A6	12

<b>STUKA GLIDER</b>	mida	avió
paper normal	A4	28
paper normal	A5	29
paper normal	A6	30

Cartolina	A4	13
cartolina	A5	14
cartolina	A6	15

cartolina	A4	31
cartolina	A5	32
cartolina	A6	33

paper foto	A4	16
paper foto	A5	17
paper foto	A6	18

paper foto	A4	34
paper foto	A5	35
paper foto	A6	36



Havíem de construir la nostra tiradora ( ho farem a partir d'un angle de plàstic i una "goma de pollo" ) simulant un tirador i posarem una marca per sempre llençar-lo a la mateixa potència. Aquesta idea se'ns va anar acudint a mida que el fèiem i miràvem com construir-lo, en un principi ho volíem fer amb cartró.

Tirarem els avions utilitzant un ordinador/faristol com a suport per poder anar canviant d'angle. Els angles que volem utilitzar seran: 0°, 15°, 30° i 45°.

Hem de fer l'experiment de tirar diferents avions fets de cada material triat i veure els resultats, que és la base del nostre projecte.

Comprovar que els resultats són els bons, fer les taules i els gràfics necessaris per poder treure les nostres conclusions. Fer les conclusions del nostre treball.



## 4. Recerca

### 4.1 Aspectes treballats

Els aspectes treballats són el procés de fabricació d'avions, que l'hem dut a terme ajudant-nos amb una pàgina web que ens mostrava els diferents models i com realitzar-los; la unitat de mesura de la distància del vol, que hem volgut utilitzar una cinta mètrica de 10 metres; el mecanisme per mesurar-lo i la invenció del mecanisme per poder llençar-los d'una manera correcta i igualitària sense que depengui la nostra força de llançament, que l'hem fet simulant tirador i posant-hi una marca per poder llençar-lo sempre amb la mateixa potència. Després de fer el tirador, l'hem col·locat sobre un faristol de fusta per regular els diferents angles clavant-lo amb claus per evitar que es mogui.

### 4.2 Informació documental

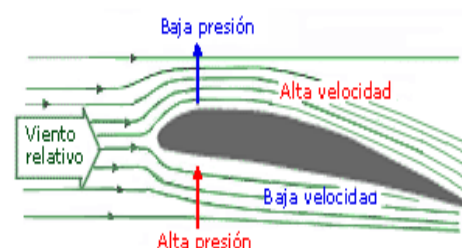
#### 4.2.1. Història

Es creu que l'ús del paper per a fabricar joguines es remunta fins fa aproximadament uns 2000 anys a Xina, on els estels eren una forma popular d'entreteniment. Encara que això pot ser considerat com l'origen dels avions de paper moderns, ningú pot assegurar exactament on van sorgir per primera vegada; els dissenys de velocitat, sustentació i moda han millorat amb el pas dels anys.

1909 és la data coneguda més antiga de la creació d'un avió de paper en l'època moderna. No obstant això, la versió més reconeguda apareix dues dècades més tard, en 1930, gràcies a Jack Northrop (co-fundador de Lockheed Corporation). Northrop usava els avions de paper en proves aerodinàmiques per a trobar, d'aquesta manera, noves idees per als avions de debò.

#### 4.2.2 Per què volen els avions?

Un objecte pla, col·locat una mica inclinat cap amunt contra el vent, produeix sustentació, per exemple un estel. Un perfil aerodinàmic, és un cos que té un disseny determinat per aprofitar al màxim les forces que s'originen per la variació de velocitat i pressió quan aquest perfil se situa en un corrent d'aire. Una ala és un exemple de disseny avançat de perfil aerodinàmic.



Vegem que passa quan un aparell dotat de perfils aerodinàmics (ales) es mou en l'aire (dotat de pressió atmosfèrica i velocitat), a una certa velocitat i amb determinada col·locació cap amunt (angle d'atac).

L'ala produeix un flux d'aire en proporció al seu angle d'atac (a major angle d'atac més gran és l'estrenyiment a la part superior de l'ala) i a la velocitat amb que l'ala es mou respecte a la massa d'aire que l'envolta; d'aquest flux d'aire, el que discorre per la part superior del perfil tindrà una velocitat major (efecte Venturi) que el que discorre per la part inferior. Aquesta major velocitat implica menor pressió (teorema de Bernoulli).

Tenim doncs que la superfície superior de l'ala suporta menys pressió que la superfície inferior. Aquesta diferència de pressions produeix una força aerodinàmica que empeny l'ala de la zona de més pressió (a baix) a la zona de menor pressió (a dalt), d'acord amb la Tercera Llei del Moviment de Newton.

Però a més, el corrent d'aire que flueix a major velocitat per sobre de l'ala, en confluir amb la que flueix per sota de l'ala a aquesta última cap avall, produint-se una força de reacció addicional cap amunt. La suma d'aquestes dues forces és el que es coneix per força de sustentació, que és la que manté l'avió en l'aire.

### 4.3. Com hem fet la recollida de dades?

#### 4.3.1 Població i mostra

La nostra població són tots els avions que hem fet i la mostra aquests mateixos, ja que no podem generalitzar i utilitzar les conclusions que podem treure amb tots els avions de paper, perquè nosaltres n'hem fet uns models amb tipus de paper i en un lloc específics.

#### 4.3.2 Prova pilot

La nostra prova pilot ha consistit en que cada cop que fèiem un avió provàvem si volava tirant-lo amb el tirador (sense el suport) i un cop vam tenir el muntatge, al principi cada cop que tiràvem els avions miràvem si els valors dels diferents llançaments eren semblants i per tant si l'avió volava regularment o simplement volava cada cop molt diferent.

#### 4.3.3 Muntatge i procés de recollida de dades

**Muntatge:** Per a recollir les dades que necessitàvem hem fabricat nosaltres mateixos un total de 36 avions, que seran la nostra mostra. Per llançar-les, ja que necessitem un tirador completament automàtic, hem aconseguit un angle, d'aquests que s'utilitzen per penjar prestatges, que ja venia amb dos forats, on hem introduït una goma de plàstic amb la qual tirarem els avions. Aquest petit invent el vam trobar per Internet, però utilitzaven un tros de cartró. Vam provar aquest mecanisme però es podia arribar a trencar després d'utilitzar-lo tant com el necessitàvem i vam optar per un mecanisme més dur.

Necessitàvem un suport per al nostre tirador ja que ha de ser, com ja he dit, el més automàtic possible per assegurar el correcte i igual llançament de tots els avions i per tant, una recollida de dades més precisa.

Primera idea: Aquest suport, havia de ser en un principi una cadira on lligaríem el tirador amb cinta adhesiva de manera que no es mogués, però quan vam decidir que faríem canvis de l'angle de llançament vam pensar en un ordinador portàtil. A la pantalla d'aquest hi enganxàrem el tirador de la mateixa manera, amb cinta adhesiva i mouríem la pantalla segons l'angle desitjat.

Idea final: Un cop vam començar a preparar tot el mecanisme, vam trobar un faristol de fusta que també canviava l'angle i vam aconseguir clavar-hi el tirador amb claus, de

manera que no es mou ni canvia de lloc. Aquest suport pot posar-se en els angles 10, 30, 40 i 48. Tots els llançaments que farem de cada avió, els hem de fer 4 cops per cada angle.

**Recollida de dades:** Aquest invent que hem fet, el col·loquem en un lloc concret (que cada cop que tirarem avions serà exactament el mateix, ja que hi ha una marca). Just a sota, assegurant que està a la mateixa alçada, hi hem posat una cinta mètrica de 10 m, però només estirada fins als 7m. Això ho hem posat en un dels nostres garatges (sempre el mateix), ja que no hi ha corrents d'aire i sempre hi ha la mateixa temperatura.

En un principi volíem fer com un passadís amb matalassos o alguna altra cosa que pugui aguantar-se dreta, per evitar que els avions es desviïn molt, però al final hem deixat que els avions facin el vol corresponent, sense res que els faci parar el seu vol.

En el nostre tirador hi ha una marca, on estarà la punta dels avions abans de llançar-los. És a dir, aquesta marca és el punt de sortida dels avions. Com que el punt de sortida és on està col·locada la punta de l'avió, el punt d'arribada serà el mateix. És a dir que on arribi la punta de l'avió és fins on mesurem.

El que mirem és el desplaçament (la definició de desplaçament és: la distància entre el punt de sortida i el d'arribada) i en això no hi intervé el tipus de vol de l'avió o les desviacions. El que fem és anar des d'on arriba la punta de l'avió fins a la cinta mètrica col·locada al mig del garatge seguint una altra cinta mètrica, per assegurar-nos de seguir una línia recta i mesurar bé la distància entre el punt de sortida i d'arribada de la punta del nostre avió.

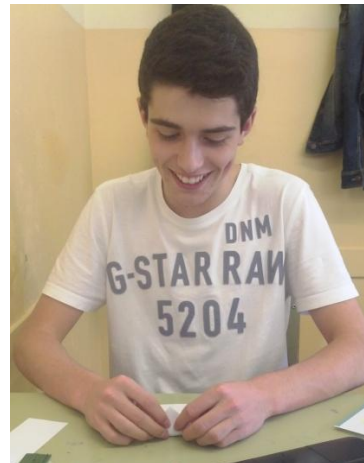
Per apuntar-nos totes les dades, tenim un document Excel creat, amb una taula on hi tenim el número de l'avió i 4 espais per posar els 4 llançaments que fem de cada avió. Apart, tenim un document Word amb una taula amb el número de cada avió i 3 espais per cada llançament fet, on expliquem com és cada vol de cada avió (si és rectilini, desviacions i cap a quin costat..).

Amb totes les dades recollides i posades a l' Excel ja podem començar a fer el nostre treball estadístic.

#### [4.3.4 Fotos del procés de recollida de dades](#)



Creació dels avions



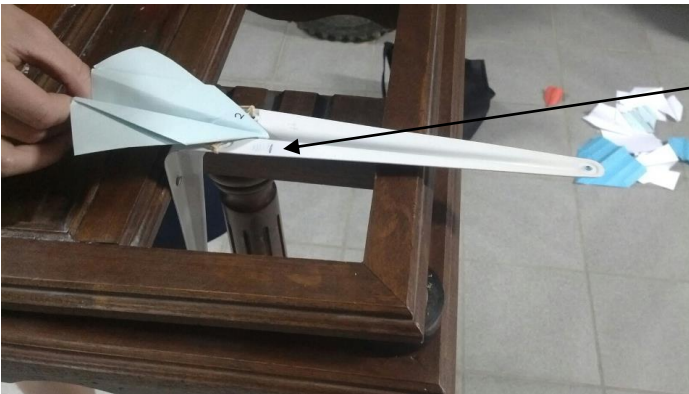




Cada avió s'ha provat si funcionava o no just després de fer-lo.



El nostre tirador

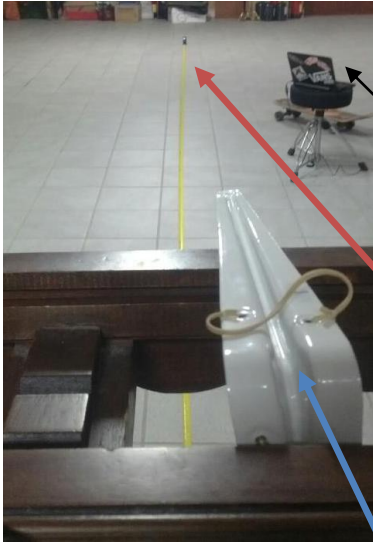


Marca on col·loquem la punta de l'avió



Podem veure l'angle aixecat

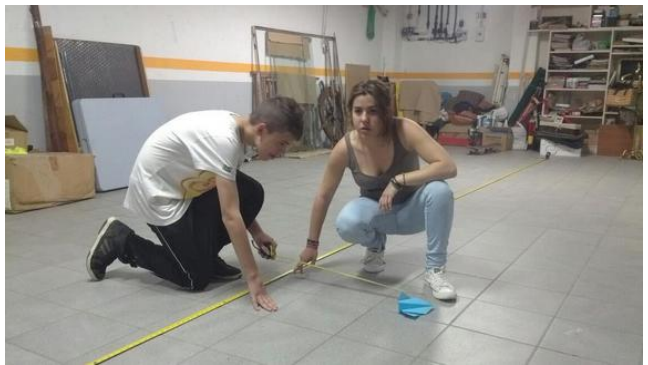
tirador +suport



Tot el nostre muntatge → tirador / Cinta mètrica / Ordinador on apuntem les dades



Llançem avions



Fem les mesures necessàries



Apuntem les dades: una el tipus de vol, l'altra les distàncies



Tots els nostres avions



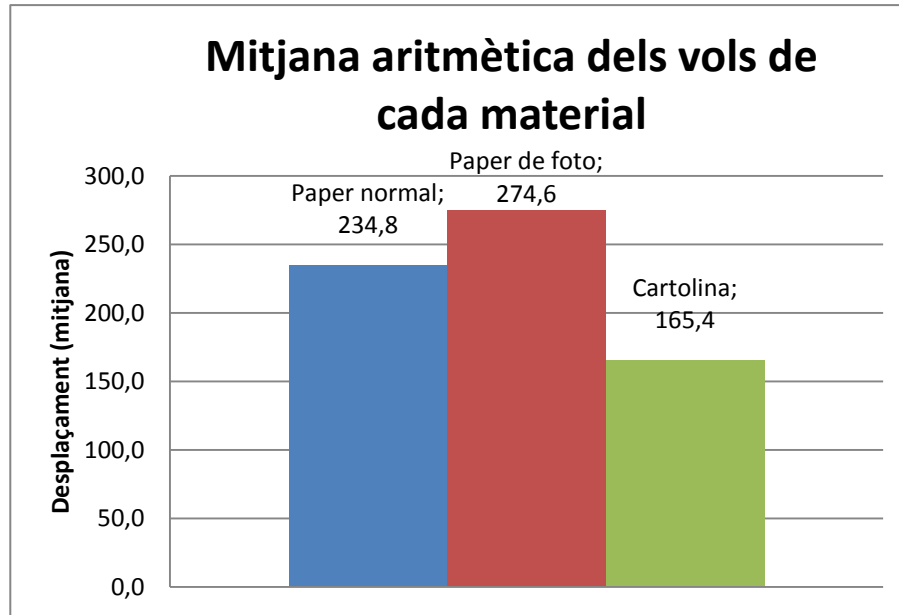
Els avions ordenats: cada grup d'avions són del mateix model i tipus de paper.

#### 4.4. Descripció i anàlisi de les dades i dels resultats obtinguts

Amb les dades obtingudes hem pogut aconseguir diferents gràfics per respondre les hipòtesis plantejades en un principi i plantejar-nos algunes hipòtesis noves.

##### 4.4.1 Hipòtesi 1

Els avions d'un paper més lleuger arribaran més lluny.

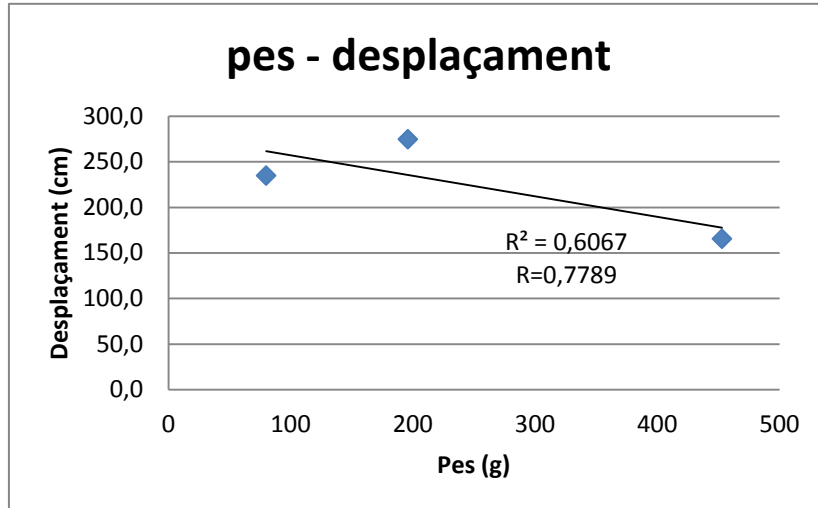


En la primera hipòtesi estàvem equivocats. Pensàvem que el paper normal volaria més que el paper de foto o la cartolina. En canvi el paper que més vola és el paper de foto per una diferència de 39.8.

El paper que vola menys és la cartolina per que és el que pesa més. Creiem que això es deu a que la cartolina pesa massa, ja que tots els avions aterraven més en picat, caient de cop durant el vol i per això el seu vol durava molt menys.

En canvi, el paper normal i el de foto feien vols més llargs i planejaven. En aquest gràfic no veiem una diferència gaire gran entre els dos papers que millor han anat: el paper normal i el de foto, però sí que hi ha una diferència notable entre tots dos i la cartolina.

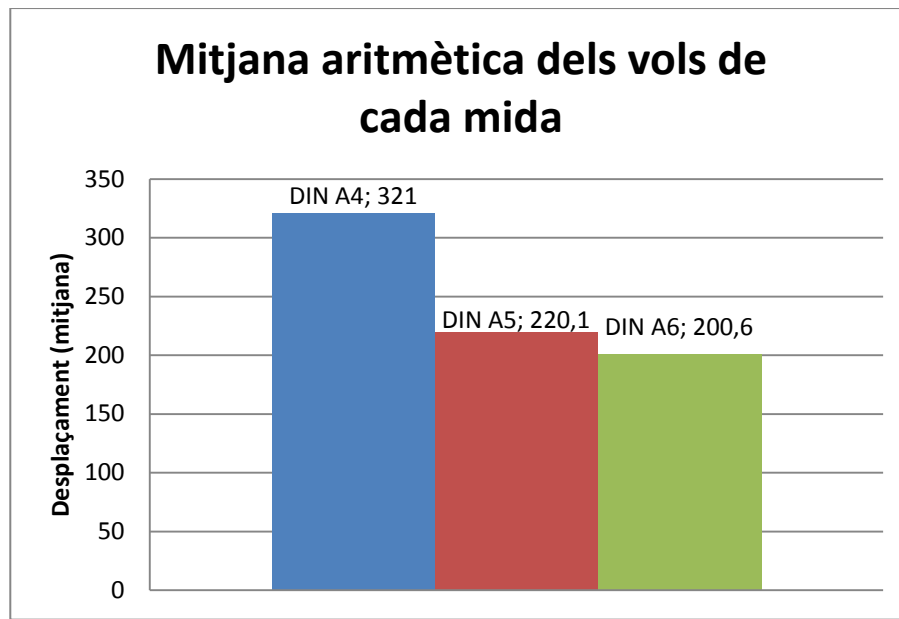
1- Té relació el pes de l'avió amb el seu desplaçament?



Amb aquest gràfic ens hem fet una pregunta similar a l'anterior però amb el pes de l'avió enlloc de la mida. En aquest cas no hi ha una relació tan gran com en l'altre però sí que hi ha un 77,89% de la Y explicada amb la X, el qual no és poc ja que passa de la meitat. Tot i això no és suficient com per poder dir que està molt relacionat.

#### 4.4.2 Hipòtesi 2

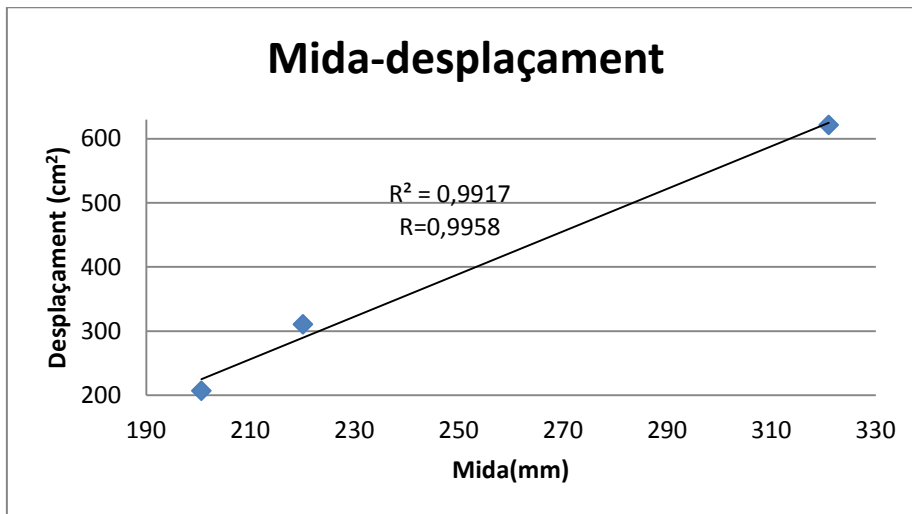
Els avions de superfície més petita arribaran més lluny.



Amb la segona hipòtesi ens hem tornat a equivocar. Ens pensàvem que els avions d'una superfície més petita volarien més lluny, en canvi ha sigut tot el contrari. Els avions amb una superfície més gran han arribat més lluny que els de superfície més petita. Això passa perquè els avions molt petits (DIN A6) tenien una superfície molt petita i molt poca estabilitat i queien en picat. També hi afecta el fet que les marques utilitzades estaven adaptades per més o menys tots els avions i per tant els avions grans tenien més espai per agafar embranzida que els petits (perquè posàvem la punta a la marca i els avions petits tenen la punta més a prop del cul que els grans).

En el gràfic observem molta més diferència entre el DIN A4, que és el que millor ha funcionat, i el DIN A5 i l'A6. Entre aquests dos últims hi ha molt poca diferència i això demostra que els avions d'una superfície més gran volen molt millor que els més petits.

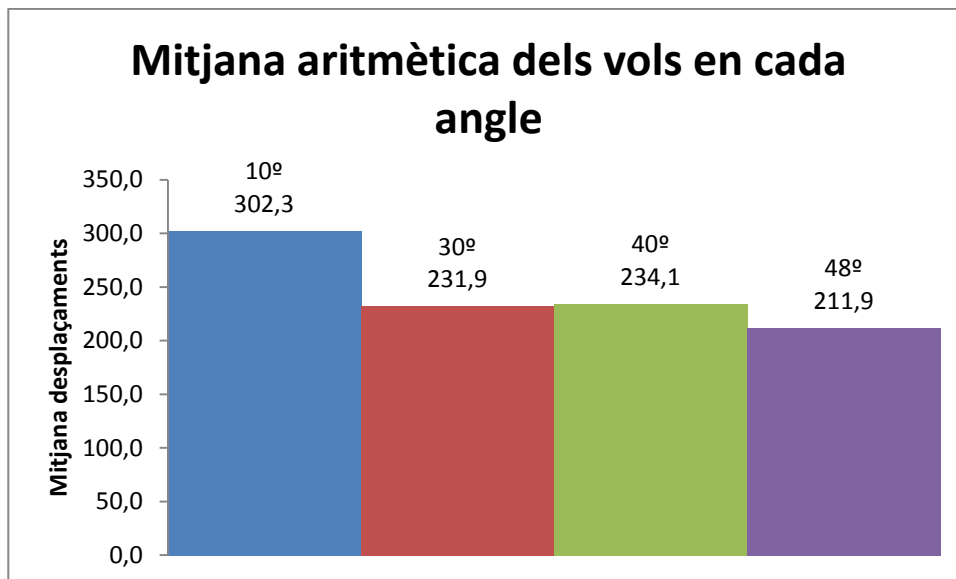
2- Te relació la mida(superfície del paper) de l'avió amb el desplaçament de cada un?



En aquest gràfic de dispersió hem volgut comprovar quina és la relació de la mida de l'avió (la mida del paper és la que hem utilitzat) i hem posat com a variable independent la mida en mil·límetres dels papers utilitzats (DIN A4→321, DIN A5→220,1 i DIN A6 → 200,6) i com a variable dependent el desplaçament dels avions (mitjana de tots els desplaçaments). Hem pogut comprovar que realment sí que hi ha una relació entre aquestes dues variables. En el gràfic de dispersió fet hem posat una línia de tendència que més o menys agafa els tres punts. La R ens ha donat 0,9958: el qual significa que la mida del paper (variable X) explica en un 99,58% quin serà el desplaçament de l'avió (variable Y).

#### 4.4.3 Hipòtesis

Els avions tirats amb un angle més gran arribaran més lluny que tirats des d'angles més petits.



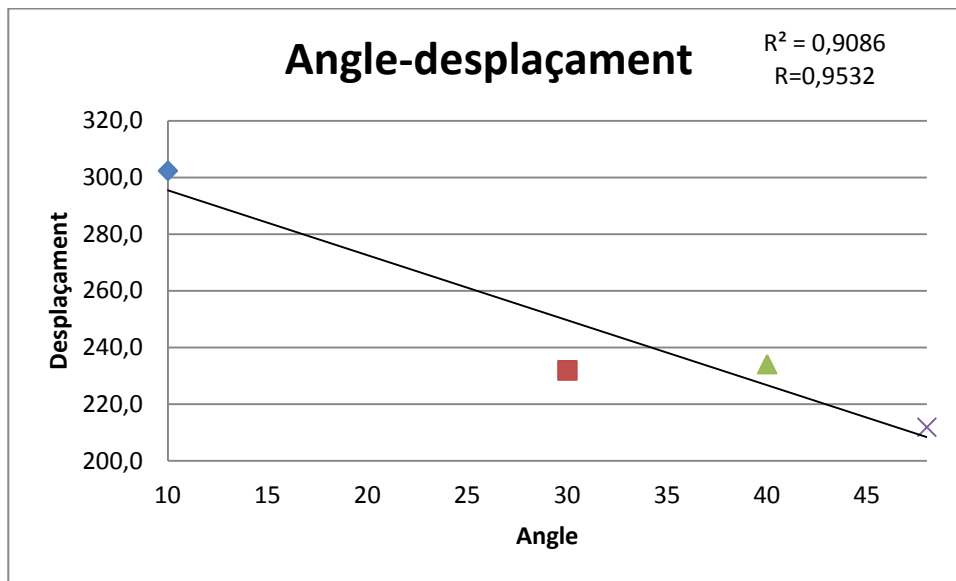
La nostra tercera hipòtesi tampoc s'ha complert, ja que creiem que els avions tirats amb un angle més gran arribarien més lluny i ha sigut just al contrari: els que hem tirat des de l'angle més petit han arribat més lluny.

En aquest gràfic podem observar amb quin angle els avions han volat més i podem veure que és, per una prou notòria diferència, amb l'angle 10° és a dir: el més petit. Els altres tres angles tenen unes mitjanes de vols bastant pròximes entre ells, això demostra que realment és el primer angle el que aconseguix millors vols.

Amb l'angle més gran, creiem que el problema principal és que els avions no tenien suficient espai per volar cap a dalt i queien de seguida en picat, això aturava els seus vols. En els altres dos angles el que ha passat és que també han caigut en picat els avions, tot i que no en sabem el motiu. Amb el primer angle (10°) els avions planejaven molt més que en tots els altres i això feia que aconseguissin vols molt més llargs.

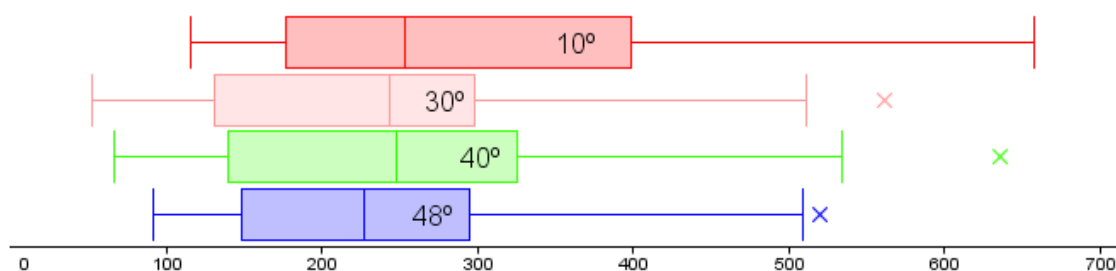


## Hi ha relació entre l'angle de llançament i el desplaçament?



En aquest segon gràfic que hem fet, el que veiem no és realment la comprovació a la nostra hipòtesi (quin és l'angle amb el que els avions volaran més) sinó que ens ajuda a comprendre si realment l'angle i el desplaçament estan relacionats. Per a veure-ho hem utilitzat un gràfic de dispersió, on relacionem dues variables, en aquest cas: l'angle de llançament i el desplaçament dels avions (mitjana aritmètica que hem obtingut per a cada angle). Podem veure com la recta de regressió obtinguda uneix els punts dels angles primer i últim i podríem pensar que no dona gaire relació. Però els altres dos punts no queden gaire allunyats d'aquesta recta i on realment veiem la relació que hi ha entre les variables escollides és amb la R (coeficient de correlació o de Pearson), que ens diu en quin tan per 1 (número entre 0 i 1) la Y queda explicada quan tenim determinada la X. És a dir: si sabent cada x podem obtenir una Y que s'acosta a la real. En aquest gràfic la R obtinguda és de 0,9532 el qual significa que la X explica en un 95,32% (ho veiem més clar si ho pensem en %) la Y, per tant ens equivoquem tan sols d'un 5% aproximadament.

## BOXPLOT DEL VOL EN CADA ANGLE



En aquest segon gràfic podem veure 4 diagrames de caixa amb les dades dels desplaçaments de tots els angles (aproximat a la desena per fer-ho una mica més fàcil) i podem comparar diferents coses entre els diagrames obtinguts.

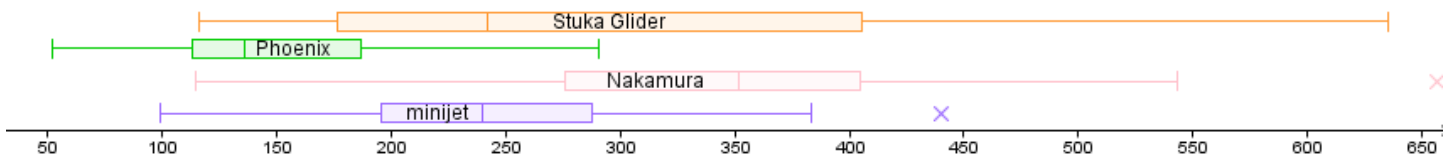
Podem observar diferents coses utilitzant els "boxplot". La primera cosa que podem observar molt fàcilment és la mediana de les dades de cadascun dels angles. Les medianes no són gaire diferents entre elles. La mediana de l'angle 10° és la més alta (igual que la mitjana) i la segueix la de l'angle 48° (al contrari que la mitjana que és l'últim), aquest angle té molt poca diferència amb el de 30° (la mitjana és la tercera més gran) i l'última és la de l'angle 40°. Podem comprovar com l'ordre dels angles segons la mitjana i la mediana no es compleix, l'únic que està en la mateixa "posició" en els dos casos és el de l'angle 10°. Això també ens mostra que l'angle 10° té la mitjana més alta perquè molts desplaçaments són números alts, ja que la mediana és alta. Sinó, podria tenir una mitjana alta perquè té números molt alts però també de molt petits (seria molt dispers).

Podem mirar també la dispersió de les dades, és a dir si els desplaçaments són molt diferents entre ells en cada angle. L'angle 10° està molt més dispers en la segona meitat, en canvi tots els altres angles estan més dispersos per la primera meitat, és a dir on hi ha els desplaçaments més curts.

Mirant les mínimes veiem que la de l'angle 10° és la més alta, superant els 100 cm, això també ens mostra que realment l'angle 10° és el que té desplaçaments més llargs (ja el mínim és més alt que els mínims dels altres, que estan per sota dels 100cm) i observant la màxima passa exactament el mateix. Les màximes dels altres angles són molt més baixes.

L'angle 10° té molts més llançaments que superen els 400cm que els altres angles, fins i tot supera els 600 cm. Amb això podem repetir el que ja hem vist amb el gràfic anterior: l'angle 10° és el que va millor per llançar els nostres avions.

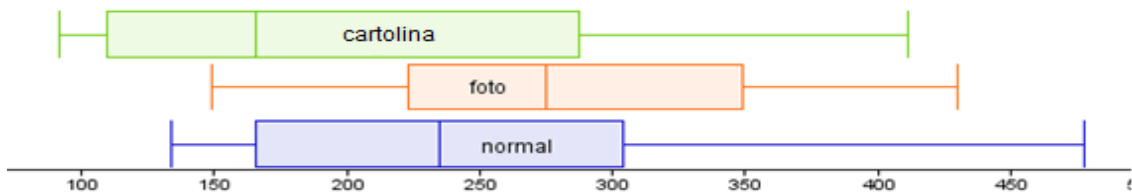
Com a curiositat, podem veure que els angles 30° i 40° tenen una dada atípica, és a dir que se separa molt del que és la mitjana i de la resta de llançaments. Es tracta de llançaments amb desplaçaments molt més llargs que la resta dels llançaments del seu mateix angle. Això no passa en l'angle 10° i podem entendre que aquest angle, tot i que les dades són bastant disperses, no té cap outlier (dada atípica) i per tant tots els avions van tenir desplaçaments dins del que es consideraria "normal".



En aquest gràfic podem veure 3 diagrames de caixa amb les dades dels desplaçaments de cada model i podem comparar diferents coses entre els diagrames obtinguts.

Podem observar diferents coses utilitzant els “boxplot”. La primera cosa que podem observar molt fàcilment és la mediana dels desplaçaments de cadascun dels models. Les medianes són bastant diferents entre elles. La mediana del Nakamura és la més alta, la del Stuka Glider és semblant a la del minijet però el Stuka Glider hi ha més diferència segons tots els angles i el Phoenix és el que la té més baixa la mediana. Podem comprovar com el Stuka Glider és el que ha tingut el vols més llargs però amb més diferència segons els models i els angles i el Phoenix el que té els vols més curts però amb poca diferència segons cada avió del seu model al igual que el minijet i el Nakamura.

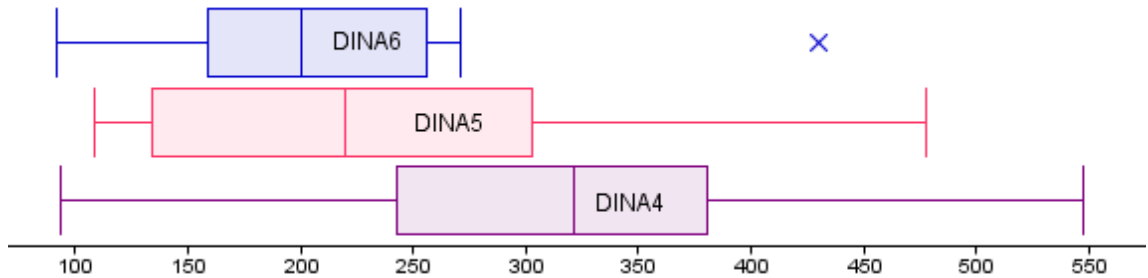
El Stuka Glider té molts llançaments que superen els 550cm que cosa que els altres models no han arribat el Nakamura ha sigut l'únic que s'ha apropiat tot i que té un outlier que supera els 650cm. I el minijet també té un outlier que casi arriba al 450cm



En aquest gràfic podem veure 3 diagrames de caixa amb les dades dels desplaçaments de cada tipus de material i podem comparar diferents coses entre els diagrames obtinguts.

Podem observar diferents coses utilitzant els “boxplot”. La primera cosa que podem observar molt fàcilment és la mediana dels desplaçaments de cadascun dels materials. Les medianes són bastant diferents entre elles. La mediana del paper de foto és la més alta, la de cartolina la més baixa ja que el material impedia que volessin molt, i el paper de foto es manté entre els altres materials. Podem comprovar com paper de foto és el que ha tingut el vols més llargs i el paper de cartolina el que té els vols més curts però amb bastant diferència segons tots els seus avions.

Els paper normal han arribat a superar els 450cm i els altres dos materials passen els 400, el de cartolina per pocs centímetres i el paper de foto està més a prop dels 450 però sense arribar-hi.

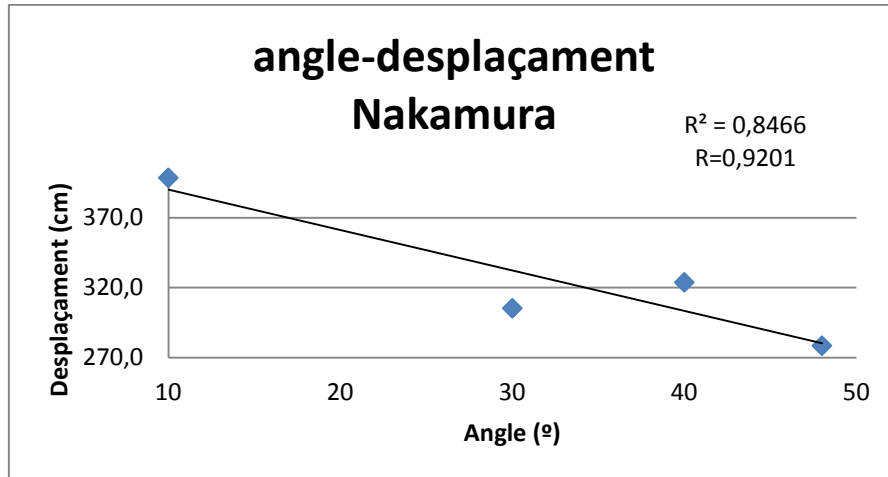


En aquest gràfic podem veure 3 diagrames de caixa amb les dades dels desplaçaments de cada tamany de paper i podem comparar diferents coses entre els diagrames obtinguts.

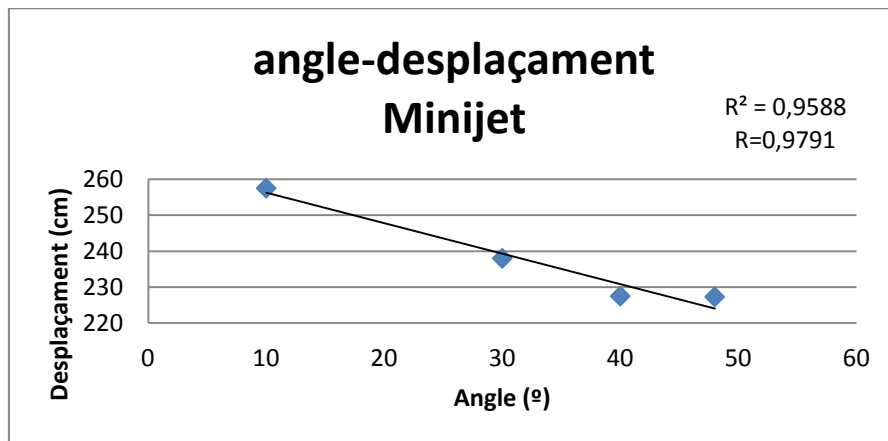
Podem observar diferents coses utilitzant els "boxplot". La primera cosa que podem observar molt fàcilment és la mediana dels desplaçaments de cadascuna de les mides de paper utilitzats. Les medianes del DIN A6 i A5 es mantenen més o menys a prop però la del DIN A4 és més alta. Podem comprovar com el paper DIN A4 és el que ha tingut el vols més llargs i el DIN A6 el que ha tingut els vols més curts i amb poca diferència amb el que ha volat més del mateix tamany

Els de DIN A4 ha arribat als 550cm, però també és el que ha volat menys en algun cas, hi ha molta variació de vols amb aquest paper. El DIN A5 també varien bastant els seus vols el màxim passa dels 450cm i el que menys està als 100cm. El DIN A6 és en el que menys varien els seus vols el màxim està passant per poc els 250cm i el que menys no arriba als 100cm.

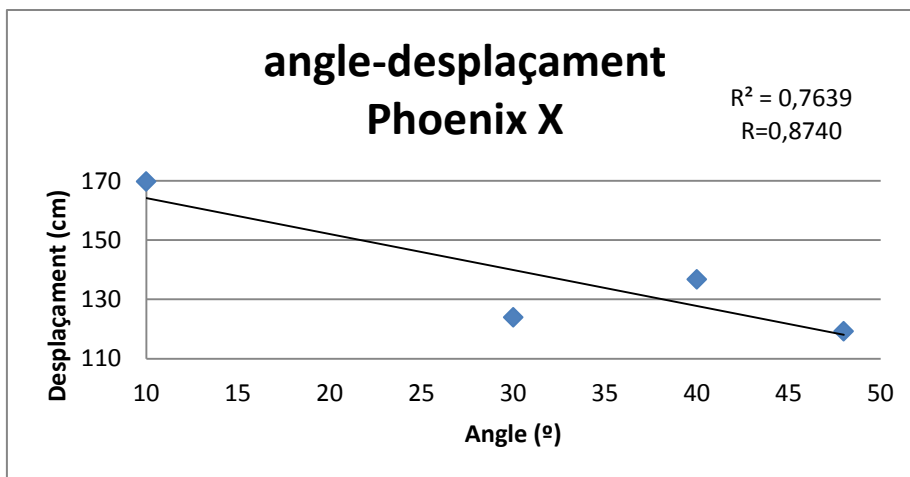
Tots aquests gràfics els hem fet posant com a X l'angle i com a Y el desplaçament de l'avió (un altre cop les mitjanes aritmètiques de cada un). Cal recordar en tot moment que els desplaçaments utilitzats són les mitjanes i que per tant les mesures que sortirien amb cada un dels desplaçaments serien aproximades.



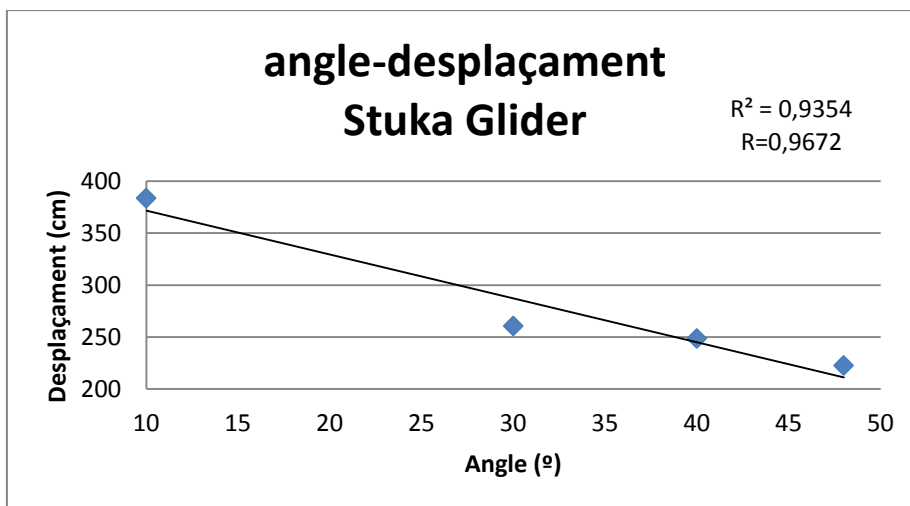
En l'avió Nakamura l'angle de llançament explica en un 92% (aproximadament) quin serà el desplaçament de l'avió, el qual és un bon número.



En aquest avió, el Minijet, la r és una mica més gran i ens dona un 0,9791 el qual significa que segons l'angle podem saber amb un 97,9% de seguretat quin serà el desplaçament de l'avió.



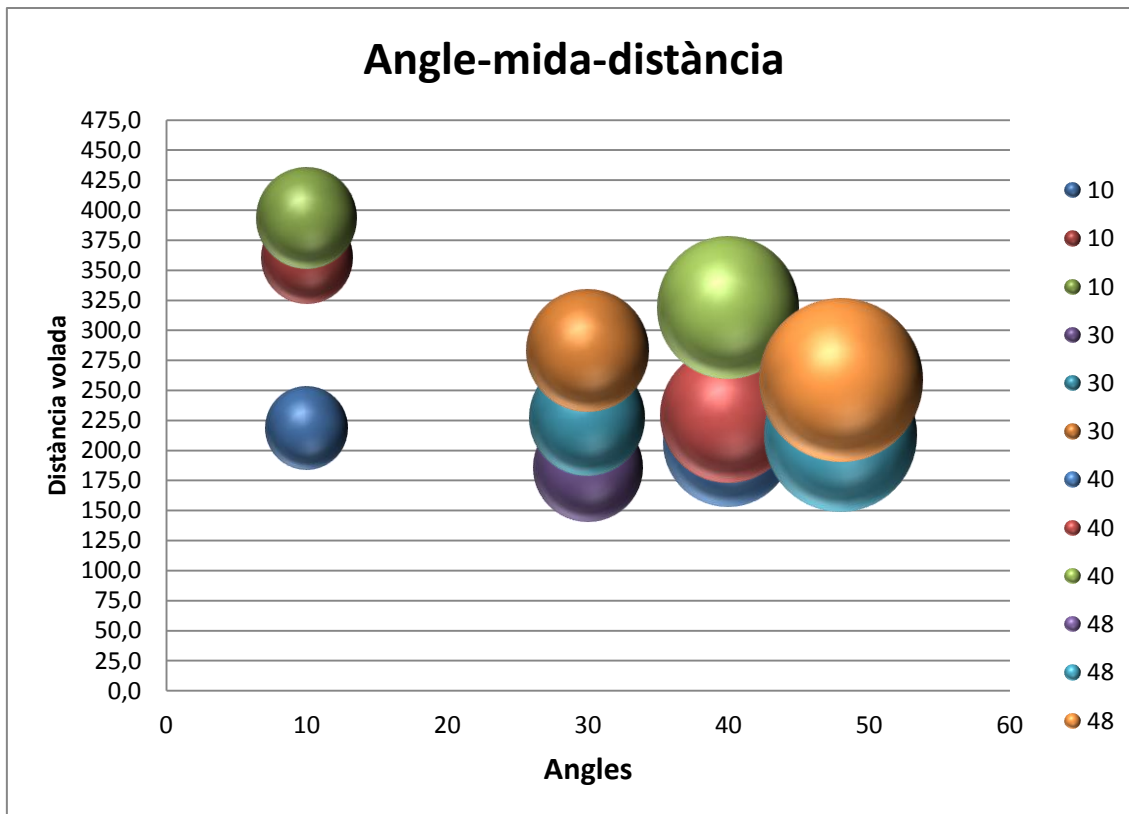
Amb l'avió Phoenix X el número que ens dona la r és el 0,8740 que no és un mal número però sí que està per sota dels altres dos i no arriba al 90% de seguretat. Tot i això ens dona una relació entre l'angle i el desplaçament que fa l'avió.



En aquest últim avió, l'Stuka Glider, el percentatge de relació és un 96,72% un molt bon número però per sota del Minijet.

El model d'avió que mostra més relació entre l'angle de llançament i el desplaçament de l'avió és el Minijet amb un 0,97 a la r (aproximadament). Això demostra que és l'avió que té més dependència de l'angle i que per tant, ja que el millor angle ha sigut el de 10º, podem notar més la diferència entre els llançaments del Minijet en aquest angle i en els altres i segurament serà una diferència regular.

El model que té menys dependència de l'angle és el Phoenix X i al contrari que el Minijet, potser no veiem una diferència notòria i regular entre els llançaments dels diferents angles.



Aquest gràfic ens mostra tres variants diferents: la distància a la que arriben els avions de diferents mides en diferents angles. La variant x representa els angles, podem veure l'angle 10, l'angle 30, l'angle 40 i l'angle 48. La variant y representa la distància. A l'angle 10 veiem que l'avió petit no té relació amb el mitjà i el gran, ja que la bombolla està separada de les altres dues. En l'angle 30 es pot apreciar que la distància entre bombolla i bombolla és pràcticament la mateixa i tenen més relació que en l'angle 10. En l'angle 40 es veu més relació entre l'avió petit i el mitjà que amb l'avió gran però es comença a notar més relació en els llançaments. Per últim, en l'angle 48 podem veure una relació molt gran, ja que ni es pot veure l'avió mitjà de la poca diferència que hi ha entre aquest i l'avió petit. En conclusió podem dir que l'angle amb el que tenim més relació en quant a la distància és amb l'angle més gran tot i haver volat menys distància. Els avions que han arribat més lluny han sigut els de l'angle 10

#### 4.4.4 Com hem treballat en aquest apartat?

Per fer l'anàlisi de dades hem mirat entre tots quins eren els possibles gràfics que podíem treure amb les dades obtingudes. Primer de tot vam mirar els que podíem fer per saber si les nostres hipòtesis eren certes o falses ens vam repartir aquests gràfics, els quals estan cadascun a sota de la seva hipòtesi corresponent en l'apartat anterior. Apart d'això, amb les dades obtingudes vam veure que podíem treure més gràfics i més conclusions, els quals també ens vam repartir i que estan a l'apartat 6.1 dins dels annexes.

#### 4.5 Organització i repartiment concret de les tasques dintre del grup

El grup que vam decidir ser des d'un principi érem: Laia Brugué, Marta Gómez, Ramon Illan i Marta Rodríguez, ja que som un grup que treballem bé i ens sabem organitzar entre tots, sense masses discussions. Ens complementem bastant, el que uns no saben fer ho saben fer d'altres i així ens podem ajudar.

El Sergi no tenia grup i ens ajudava a fer els avions, com que vam veure que amb ell també treballem bé, vam demanar que es posés al nostre grup de manera permanent.

Per fer aquest treball ens hem repartit de la següent manera:

La Marta Gómez, el Ramon i el Sergi fan els avions de paper ja que ells son més hàbils en les manualitats i també els llançaran.

La Laia i la Marta Rodríguez fan tot lo relacionat amb buscar informació i en el recull de dades. Durant la recollida de dades, una amb un Excel apunta la distància que recorre l'avió i l'altra apunta de quina manera ha volat (en línia recta, desviació i altres variacions). Organitzat d'aquesta manera ens assegurem de tenir totes les dades que necessitem sense perdre'n cap.

Quan tinguem les dades recollides treballarem tots junts per fer el tractament de les dades i després si fa falta, ens tornarem a repartir la feina que pugui quedar per fer.

#### 4.6 Dificultats

La primera dificultat que hem tingut amb el nostre treball ha sigut el tirador. No sabíem amb què llançar els avions perquè fos d'una manera automàtica i que nosaltres hi intervinguéssim el mínim possible. La primera idea va ser amb un assecador de cabell o un ventilador, però els avions no volaven. Buscant per Internet vam trobar la idea de fer un tirador amb un tros de cartró i una goma. Ho vam provar però vam veure que aquest invent era fàcil que es trenqués, sobretot perquè l'utilitzaríem molt. Teníem una idea del que necessitàvem però no sabíem amb què podíem fer el que seria la base del tirador, fins que de casualitat vam trobar aquest angle, que venia amb forats inclosos i amb això es va resoldre el que més ens preocupava.

Una altra dificultat va ser trobar alguna cosa on poder posar el tirador per fer els diferents angles. Al principi vam pensar amb un ordinador portàtil ja que la pantalla la podríem moure com nosaltres volguéssim, però vam pensar que havíem de tirar molts avions i se'ns faria mal be. Al final vam trobar un faristol de fusta on s'ho podien posar 4 angles, no eren exactament els angles que nosaltres volíem però ho vam adaptar.

Altres coses que ens preocupaven era que els avions volessin sempre diferent i per tant que no hi hagués treball, però al començar a llançar-los vam veure que més o menys sí que donaven el mateix resultat tots els llançaments de cada avió.



## 5. Conclusions

### 5.1 Després de la recerca: s'han complert les nostres hipòtesis?

Com hem pogut veure en l'apartat 4, les nostres hipòtesis no s'han complert. Eren tres hipòtesis senzilles i creiem que el que nosaltres pensàvem pot reflectir fàcilment el que qualsevol persona pugui creure. Tot i que les hipòtesis les vam fer entre tots i tots hi coincidíem, ens hem equivocat en totes tres.

En la primera estàvem equivocats però no de molt lluny, ja que és cert que el paper amb el que volaven més els avions era el de foto, però el paper normal (el més lleuger) s'hi apropava i els avions de tots dos materials volaven d'una manera similar: planejant i fent vols llargs (sobretot els avions amb més superfície). Els avions de cartolina apart de volar menys van ser també més difícils de fer, ja que és un material més dur i difícil de doblegar. Aquests avions tenien molt pes a la punta i això és el que produïa la seva caiguda en picat.

La segona hipòtesi que vam fer deia que els avions de superfície més petita arribarien més lluny. Pensàvem això perquè creiem que els que menys pesessin més volarien i cap de les dues coses era certa. Els avions més petits volaven molt poquet per dos motius molt clars: tenien poc espai per agafar embranzida i poca estabilitat, el qual feia que caiguessin en picat just després de sortir del tirador, o que fessin voltes sobre ells mateixos i per tant, que retrocedissin. Això ha fet els seus desplaçaments més curts que els dels avions amb més superfície.

La nostra tercera hipòtesi, també falsa, deia que els avions llançats des d'un angle més gran arribarien més lluny que els que fossin tirats des d'angles més petits. Aquesta hipòtesi ha resultat falsa després de veure que els avions tirats des de l'angle més petit planejaven molt més i feien vols més llargs i regulars que els que tiràvem des d'angles majors, des dels quals l'avió començava el vol cap amunt i després queia en picat al terra. Els avions que vam tirar des de l'angle més gran van tenir el problema que molts haurien necessitat més espai per volar cap amunt i això feia que aterressin en picat i no continuessin amb el seu vol. També vam poder observar que els avions tirats d'angles més grans sortien més "bombejats" i enlloc d'anar baixant planejant, baixaven de cop des de l'altura on estaven i aterraven, sense desplaçar-se cap endavant.

Apart de contrastar i comprovar les nostres hipòtesis volíem també veure quin era el factor que més afecta al vol dels avions de paper que hem fet. Hem pogut veure que tots tenen alguna relació amb els gràfics de dispersió que hem fet (apartat 6.2) i n'hem tret les "r" de les rectes de regressió d'aquests gràfics. En el gràfic on relacionem la mida de l'avió (superfície del paper) amb el desplaçament la r era un 0,9958, en el que hi relacionem el pes ens surt un 0,7789 i en el que relacionem l'angle un 0,9532. Això mostra que la superfície del paper amb el que es fa l'avió és el que més afecta al vol d'un avió de paper. Per tant, utilitzant avions similars als nostres i mides similars, els avions que més haurien de volar haurien de ser els grans. Tot i això, les nostres conclusions i respostes no es poden aplicar a qualsevol avió de paper, ja que hem fet uns avions concrets amb mides, materials i models diferents i que són únics cada un d'ells. Per tant el nostre treball estadístic està fet sobre una població, ja que són avions inigualables i que no es tornaran a construir igual. Encara que no es pugui

generalitzar, podem fer-nos una idea de les respostes que obtindríem si poguéssim utilitzar el nostre treball com a resposta fiable per a construir qualsevol avió de paper.

## 5.2 Opinió personal

La opinió personal que tenim d'aquest treball és que hem pogut aprendre com es fa una recerca i com s'estudien després les dades. En el nostre cas hem estat contents de no dependre de molts factors com sol passar quan és necessari fer enquestes o fer proves a altres persones, nosaltres ja buscàvem un treball així i sobretot que fos experimental, aconseguint les dades de coses que nosaltres mateixos féssim. S'ha de dir que hem acabat molt cansats tots de llançar avions, ja que era un treball molt mecànic (llançar, mesurar, apuntar) i repetitiu. Tot i això no hem tingut dificultats en la recollida de dades i això ens ha ajudat molt. Ha sigut un treball que hem fet tots amb ganes: ganes de fer-lo bé i ganes de descobrir quines eren les respostes a les nostres hipòtesis. Apart d'aprendre a fer un treball de recerca i, òbviament algunes coses d'avions, hem après molt d'estadística i com s'utilitza en el que són les recerques i les investigacions que es poden fer en el món de la ciència i/o la tecnologia. Hem pogut respondre a les nostres hipòtesis i veure que estàvem equivocats i per què ens equivocàvem. Aquest projecte ens ha servit per treballar de veritat amb l'estadística que hem après aquest any, buscant nosaltres què necessitàvem per trobar respostes a les nostres preguntes.

Hem treballat molt bé com a grup i ens hem repartit de tal manera que tots hem treballat igual i tots hem donat el millor de nosaltres mateixos. Ens hem repartit la feina per tal que cadascú fes el que se li feia més fàcil i on podia treure més profit i així hem fet el millor treball que hem pogut entre els 5.

## 6. Annexes

### 6.1 Vols dels avions: què hem pogut observar?

Hem observat que els avions que menys volen són els petits perquè no tenen tanta embranzida i més si eren de cartolina que queien en picats i no solien arribar al metre i mig perquè era com tot un plec de material i no es definia bé l'avió. Els mitjans i grans de paper normal i paper de foto són els que més volen planejant perquè agafen més embranzida i els que menys volen els de cartolina de qualsevol tamany perquè són molt gruixuts i en els plecs hi ha molta quantitat de material i no es queda l'avió ben format. El "Nakamura" és el que més ha volat de tots els models i el "phoenix X" el que menys. Amb els angles que més volen han sigut amb el de  $10^\circ$  i  $30^\circ$  perquè surten rectes i no han d'elevant-se com amb els angles de  $40^\circ$  i  $48^\circ$ . Els que es desviaven solien desviar-se sempre cap al mateix costat igual que els que planejaven solien planejar en tots els llançaments. El "minijet" és l'avió que més vegades a anat recte recta sense desviar-se gens caient al damunt de la cinta mètrica.

Avió (30°)	Vol (desviació)
1	1- S'ha desviat bruscament cap a la dreta
	2- Ha volat recte amb una petit desviació cap a la dreta
	3- Ha volat recte amb una petit desviació cap a la dreta
	4- S'ha desviat més cap a la dreta
2	1- Ha volat recte
	2- Ha volat recte
	3- Ha volat recte
	4- Ha volat recte amb una petita desviació cap a la dreta
3	1- Ha volat recte amb una gran desviació cap a la dreta
	2- S'ha desviat molt cap a la dreta
	3- Ha volat recte
	4- Ha volat recte amb una gran desviació cap a la dreta
4	1- Ha volat recte i cap a baix
	2- Ha volat recte cap a baix i quan a tocat el terra a donat la volta
	3- Ha volat recte
	4- Ha volat recte i a fet un gir sobre si mateix
5	1- Ha caigut en picat
	2- Ha volat recte cap a baix
	3- Ha volat en picat cap a baix
	4- Ha volat en picat cap a baix
6	1- Ha volat en picat cap a baix
	2- Ha volat en picat cap a baix
	3- Ha volat en picat cap a baix
	4- Ha volat recte
7	1- Ha volat recte amb una lleugera desviació cap a la dreta
	2- Ha volat recte amb una lleugera desviació cap a la dreta
	3- Ha volat recte amb una lleugera desviació cap a la dreta
	4- Ha volat recte amb una lleugera desviació cap a la dreta, la punta s'
8	1- Ha volat recte
	2- S'ha desviat cap a la dreta
	3- S'ha desviat cap a la dreta
	4- Ha volat recte
9	1- Ha volat recte i cap a baix
	2- Ha volat recte
	3- Ha volat recte
	4- Ha volat recte
10	1- Ha volat recte i al final s'ha desviat cap a la dreta
	2- Ha volat recte i cap a baix
	3- S'ha desviat cap a la dreta
	4- S'ha desviat cap a la dreta
11	1- Recte cap a baix
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- S'ha desviat cap a la dreta
	4- Ha volat fins al final de la cinta recta i planejant
12	1- Vol molt desviat a l'esquerra
	2- Vol molt desviat a l'esquerra
	3- Looping cap a l'esquerra i després cap a la dreta
	4- Looping cap a l'esquerra
13	1- S'ha desviat cap a la dreta i ha tingut un vol baix
	2- Vol cap a baix
	3- Vol cap a baix
	4- Vol recte
14	1- Vol pla i desviat cap a l'esquerra
	2- Vol baix
	3- Vol recte i baix
	4- Vol recte i baix
15	1- Vol cap a baix amb un desplaçament irregular
	2- Vol cap a baix
	3- Vol recte i baix
	4- Vol recte i baix

16	1- Ha volat recte però després ha tingut una desviació cap a la dreta
	2- Ha volat recte però després ha tingut una desviació cap a la dreta
	3- Recta desviat cap a la dreta
	4- Ha volat baix i desviat
17	1- Ha volat baix i recte
	2- Ha volat baix i recte
	3- Ha volat baix i recte
	4- Ha tingut un vol irregular
18	1- S'ha desviat cap a la dreta
	2- Ha volat recte i baix
	3- Ha volat cap a baix i en picat
	4- Ha volat recta hi ha tingut una petita desviació cap a la dreta
19	1- Ha volat poc i en picat
	2- Vola recte i cau en picat
	3- Recte en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta
20	1- Ha volat recte i cap a baix
	2- Vol cap a baix
	3- Vol cap a baix
	4- Vol cap a baix
21	1- Vol recte i cap a baix
	2- Vol recte
	3- Vol recte
	4- Ha volat en picat cap a baix
22	1- Vol recte i cap a baix
	2- Vol en picat cap a baix
	3- Vol baix amb gir
	4- Vol cap a baix
23	1- En picat i cap a baix
	2- Ha volat baix
	3- Ha volat baix
	4- Ha volat baix amb una desviació cap a l'esquerra
24	1- Ha fet un gir cap endarrere
	2- Vol cap a dalt i després baixa en picat
	3- Recte i dona una volta cap a la dreta
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra
25	1- Ha fet un gir sobre si mateix
	2- Ha fet un gir sobre si mateix
	3- Ha volat baix
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra
26	1- Ha girat sobre si mateix i després s'ha desviat cap a la dreta
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	4- Ha volat recte
27	1- Ha fet una volta sobre si mateix hi ha caigut recte en picat
	2- Ha planejat cap a l'esquerra
	3- Ha caigut en picat
	4- Ha volat recte
28	1- Ha volat recte i planejant i s'ha desviat una mica cap a l'esquerra
	2- S'ha desviat cap a la dreta
	3- S'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha planejat i a volat recte
29	1- Ha volat recte i planejant
	2- Ha volat recte i planejant
	3- Ha volat recte i planejant i després s'ha desviat cap a la dreta
	4- No ha volat recte però si planejant
30	1- Ha volat baix
	2- Ha volat recte i després ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i després ha caigut en picat
	4- Ha caigut en picat cap a baix

31	1- Ha volat recte
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- Ha volat recte
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra
32	1- Ha volat recte i cap a baix
	2- Ha volat recte i cap a baix
	3- Ha volat recte i cap a baix
	4- Ha volat recte i cap a baix
33	1- Ha volat recte i cap a baix
	2- Ha volat recte i cap a baix
	3- Ha volat recte i a caigut en picat
	4- Ha volat recte i a caigut en picat
34	1- Ha volat recte i planejant i al final s'ha desviat cap a l'esquerra
	2- Ha planejat
	3- Ha fet un vol recte
	4- Ha volat recte amb una desviació al final cap a l'esquerra
35	1- Ha volat cap a dalt
	2- Ha planejat
	3- Ha volat recte
	4- Ha volat recte i planejant amb el final una desviació cap a l'esquerra
36	1- S'ha desviat cap a la dreta
	2- S'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha anat cap a la dreta fent un vol baix
	4- Primer ha anat cap a l'esquerra i després cap a la dreta

Avió (40°)	Vol (desviació)
1	1- S'ha desviat cap a la dreta i a caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i a caigut en picat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i a caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i a caigut en picat
2	1- S'ha desviat cap a la dreta i a caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i a caigut en picat
	3- Ha volat recte i a caigut en picat
	4- S'ha desviat una mica cap a la dreta
3	1- Ha donat un gir cap endarrere
	2- Ha volat recte i cap a dalt fins que ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i cap a dalt fins que ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta hi ha caigut en picat
4	1- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	2- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	3- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	4- Ha volat recte hi ha caigut en picat
5	1- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	2- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	3- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	4- Ha volat recte hi ha caigut en picat
6	1- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	2- Ha volat recte hi ha caigut en picat (ha fet una volta sobre si mateix)
	3- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	4- Ha volat recte hi ha caigut en picat
7	1- S'ha desviat cap a la dreta hi ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta hi ha caigut en picat
	3- S'ha desviat cap a la dreta hi ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta hi ha caigut en picat
8	1- S'ha desviat cap a la dreta hi ha caigut en picat
	2- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	3- S'ha desviat cap a l'esquerra hi ha xocat
	4- Ha volat recte hi ha caigut en picat
9	1- Ha fet un vol recte
	2- Ha fet un vol recte
	3- Ha fet un vol recte
	4- Ha fet un vol recte
10	1- S'ha desviat cap a la dreta
	2- S'ha desviat cap a la dreta hi ha xocat
	3- S'ha desviat cap a la dreta hi ha xocat
	4- S'ha desviat cap a la dreta
11	1- Ha fet un vol recte
	2- S'ha desviat cap a la dreta
	3- S'ha desviat cap a la dreta
	4- S'ha desviat cap a la dreta
12	1- Ha planejat recte
	2- Ha planejat i després s'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha planejat recte
	4- Ha planejat i després s'ha desviat cap a la dreta
13	1- Ha volat recte
	2- Ha fet una volta i s'ha desviat cap a l'esquerra
	3- Ha fet dues voltes i s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha fet dues voltes i s'ha desviat cap a l'esquerra
14	1- Ha planejat fins que s'ha desviat cap a l'esquerra
	2- Ha planejat fins que s'ha desviat cap a l'esquerra
	3- Ha planejat fins que s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha planejat fins que s'ha desviat cap a l'esquerra
15	1- Ha volat recte hi ha caigut en picat
	2- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	4- Ha volat recte hi ha caigut en picat

16	1- S'ha desviat cap a la dreta fins arribar a <u>xocar-se</u>
	2- S'ha desviat cap a la dreta fins arribar a <u>xocar-se</u>
	3- S'ha desviat cap a la dreta fins arribar a <u>xocar-se</u>
	4- S'ha desviat cap a la dreta fins arribar a <u>xocar-se</u>
17	1- Ha volat recte
	2- Ha volat recte hi ha fet un gir sobre si mateix
	3- Ha volat recte hi ha fet un gir sobre si mateix
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra
18	1- Ha volat recte
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- Ha volat recte
	4- Ha volat recte
19	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat en picat i cap a la dreta
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
20	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
21	1- Ha fet un gir sobre si mateix hi ha volat recte
	2- Ha fet un gir sobre si mateix hi ha volat recte
	3- Ha fet un gir sobre si mateix hi ha volat recte
	4- Ha fet un gir sobre si mateix hi ha volat recte
22	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
23	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
24	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
25	1- S'ha desviat cap a l'esquerra
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- Ha volat recte i en picat
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra
26	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
27	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
28	1- Ha planejat i s'ha desviat cap a l'esquerra
	2- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha volat recte i ha fet un gir sobre si mateix
	4- Ha fet un vol recte
29	1- Ha fet un vol recte
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- S'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha volat recte i en picat
30	1- Ha fet un vol recte
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra
	3- S'ha desviat cap a l'esquerra
	4- S'ha desviat cap a la dreta



31	1- S'ha desviat cap a l'esquerra i ha anat planejant
	2- Ha anat en picat desviant-se cap a l'esquerra
	3- S'ha desviat cap a l'esquerra
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra
32	1- Ha volat recte i en picat
	2- Ha volat recte i en picat
	3- Ha volat recte i en picat
	4- Ha volat recte i en picat
33	1- S'ha desviat cap a la dreta
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha anat en picat
	3- Ha fet un vol recte i en picat
	4- Ha fet un vol recte i en picat
34	1- Ha anat planejant i s'ha desviat cap a la dreta
	2- Ha anat planejant i s'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha anat planejant i s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha anat planejant i s'ha desviat cap a la dreta
35	1- Ha fet un vol recte i ha fet un rebot contra el terra
	2- Ha fet un vol recte
	3- Ha fet un vol recte
	4- Ha fet un vol recte
36	1- Ha fet un vol recte i en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta hi ha anat en picat
	3- Ha anat planejant recte
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra i ha xocat

<b>Aviò (48°)</b>	<b>Vol (desviació)</b>
1	1- Planeja i té una desviació cap a la dreta
	2- Planeja i té una desviació cap a la dreta
	3- Es desvia cap a la dreta i cau en picat
	4- Planeja es desvia cap a la dreta i cau en picat
2	1- Fa un vol recte i cau en picat
	2- Fa un vol recte i cau en picat
	3- Fa un vol recte i cau en picat
	4- Fa un vol recte i cau en picat
3	1- Ha fet una desviació cap a la dreta i cau en picat
	2- Ha fet una desviació cap a l'esquerra i cau en picat
	3- Ha planejat recte
	4- Ha fet una desviació cap a l'esquerra i cau en picat
4	1- Ha fet un vol recte i cau en picat
	2- Ha fet un vol recte planejant
	3- Ha fet un vol recte i cau en picat
	4- Ha fet un vol recte i cau en picat
5	1- Ha fet un vol recte i cau en picat
	2- Ha fet un vol recte i cau en picat
	3- Ha fet un vol recte i cau en picat
	4- Ha fet un vol recte i cau en picat
6	1- Ha fet un vol recte i cau en picat
	2- Ha fet un vol recte i cau en picat
	3- Ha fet un vol recte i cau en picat
	4- Ha fet un vol recte i cau en picat
7	1- Ha planejat amb una petita desviació cap a la dreta i cau en picat
	2- Ha fet un vol recte i cau en picat
	3- Ha planejat amb una petita desviació cap a la dreta i cau en picat
	4- Ha fet un vol recte i cau en picat
8	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha fet un vol recte i cau en picat
	3- Ha planejat i s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha planejat i a volat recte
9	1- Ha planejat i a volat recte
	2- Ha planejat i a volat recte
	3- Ha planejat i a volat recte
	4- Ha planejat i a volat recte
10	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	4- Ha planejat desviant-se cap a la dreta fins xocar contra la paret
11	1- Ha planejat i a volat recte
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	4- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
12	1- Ha fet un looping i s'ha desviat cap a l'esquerra
	2- Ha volat recte i ha planejat
	3- Ha fet un looping i a volat recte
	4- Ha planejat i a volat recte
13	1- Ha planejat i s'ha desviat cap a l'esquerra
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat i s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha planejat i s'ha desviat cap a l'esquerra
14	1- Ha planejat i a volat recte
	2- Ha planejat i a volat recte
	3- Ha planejat i s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha planejat i a volat recte
15	1- Ha planejat i a volat recte
	2- Ha fet un looping hi ha caigut en picat
	3- Ha planejat i a volat recte
	4- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta

16	1- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	2- Ha planejat recte i cau en picat
	3- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	4- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta i cau en picat
17	1- Ha planejat i a volat recte
	2- Ha planejat i a volat recte
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
18	1- Ha planejat recte i cau en picat
	2- Ha planejat i a volat recte
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat recte i cau en picat
19	1- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	2- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat recte i cau en picat
20	1- Ha planejat i s'ha desviat cap a la dreta
	2- Ha planejat recte i cau en picat
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat recte i cau en picat
21	1- Ha planejat recte i cau en picat
	2- Ha planejat recte i cau en picat
	3- Ha planejat recte
	4- Ha planejat recte
22	1- Ha planejat recte i cau en picat
	2- Ha planejat recte i cau en picat
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat recte i cau en picat
23	1- Ha planejat recte i cau en picat
	2- Ha planejat recte i cau en picat
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat recte i cau en picat
24	1- Ha planejat recte i cau en picat
	2- Ha planejat recte i cau en picat
	3- Ha planejat recte i cau en picat
	4- Ha planejat recte i cau en picat
25	1- Ha planejat recte
	2- Ha planejat recte fins que s'ha desviat cap a l'esquerra i cau en picat
	3- Ha planejat recte fins que s'ha desviat cap a l'esquerra i cau en picat
	4- Ha planejat recte fins que s'ha desviat cap a l'esquerra i cau en picat
26	1- Ha fet un vol recte i cau en picat
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	4- Ha fet un vol recte i cau en picat
28	1- Ha fet un vol recte i a planejat
	2- Ha fet un vol recte i a planejat
	3- Ha volat recte fins que s'ha desviat cap a la dreta
	4- Ha volat recte fins que s'ha desviat cap a la dreta
29	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	3- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	4- Ha fet un vol recte planejant
30	1- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	2- Ha fet un vol recte planejant
	3- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	4- Ha fet un vol recte planejant

31	1- Ha fet un vol recte planejant
	2- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	3- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	4- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
32	1- Ha fet un vol recte i cau en picat
	2- Ha fet un vol recte i cau en picat
	3- Ha fet un vol recte i cau en picat
	4- Ha fet un vol recte i cau en picat
33	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat desviant-se cap a l'esquerra
	4- Ha fet un vol recte planejant
34	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	4- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
35	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha fet un vol recte planejant
	3- Ha fet un vol recte planejant
	4- Ha fet un vol recte planejant
36	1- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	2- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	3- Ha planejat desviant-se cap a la dreta
	4- Ha planejat desviant-se cap a la dreta

<b>Avió (48°)</b>	<b>Vol (desviació)</b>
1	1- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	4- Ha volat recte i ha planejat
2	1- Ha volat recte i ha planejat
	2- Ha volat recte i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha planejat
	4- Ha volat recte i ha planejat
3	1- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
4	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
5	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
6	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
7	1- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
8	1- Ha volat recte i ha planejat
	2- Ha volat recte i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha planejat
	4- Ha volat recte i ha planejat
9	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha planejat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
10	1- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
11	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
12	1- Ha girat sobre ell mateix i s'ha desviat cap a l'esquerra
	2- Ha girat sobre ell mateix i s'ha desviat cap a la dreta
	3- Ha girat sobre ell mateix i s'ha desviat cap a l'esquerra
	4- Ha girat sobre ell mateix i s'ha desviat cap a l'esquerra
13	1- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	4- Ha volat recte i ha planejat
14	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha planejat
	4- Ha volat recte i ha planejat
15	1- Ha girat sobre ell mateix i ha anat recte
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat

16	1- Ha volat cap al sostre i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
17	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha caigut en picat
18	1- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
19	1- Ha volat cap al sostre desviat a la dreta i ha caigut en picat
	2- Ha volat cap al sostre recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat cap al sostre recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat cap al sostre desviat a la dreta i ha caigut en picat
20	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
21	1- Ha girat sobre ell mateix i s'ha desviat cap a l'esquerra i ha caigut en picat
	2- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
22	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
23	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
24	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
25	1- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha planejat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra i ha caigut en picat
26	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
27	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
28	1- Ha girat sobre ell mateix, s'ha desviat cap a l'esquerra i ha planejat
	2- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
29	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la esquerra i ha planejat
30	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- Ha volat recte i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha girat sobre ell mateix, ha volat recte i ha caigut en picat

31	1- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
32	5- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	6- S'ha desviat cap a la dreta i ha caigut en picat
	7- Ha volat recte i ha caigut en picat
	8- Ha volat recte i ha caigut en picat
33	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la esquerra i ha caigut en picat
	3- Ha volat recte i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
34	1- Ha xocat contra el sostre i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a l'esquerra i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a l'esquerra i ha planejat
35	1- Ha volat recte i ha caigut en picat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha caigut en picat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i ha caigut en picat
	4- Ha volat recte i ha caigut en picat
36	1- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	2- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	3- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat
	4- S'ha desviat cap a la dreta i ha planejat

## **7. Bibliografía**

<http://www.avioncitosdepapel.com/modelos.php>

[http://www.makewiki.com/index.php/6\\_modelos\\_de\\_aviones\\_de\\_papel](http://www.makewiki.com/index.php/6_modelos_de_aviones_de_papel)

<http://www.manualvuelo.com/PBV/PBV12.html>