

# ESTUDI DE LES VARIABLES

# ATMOSFÈRIQUES A \*\* \*\*\*\*\*



ALUMNE: [REDACTED]

TUTORA: [REDACTED]

CURS: 2019-2020

[REDACTED]

## AGRAÏMENTS

Aquest treball no hauria estat possible sense la col·laboració de totes les persones implicades. En primer lloc, vull donar les gràcies a la meva tutora del treball, la [REDACTED], per la seva gran feina en correccions, revisions i orientació del projecte així com per suggerir-me idees i ajudar-me a resoldre tots els dubtes.

Seguidament, agrair a [REDACTED] l'adquisició de l'estació meteorològica que ha fet possible realitzar tot aquest treball de recerca. Sense ells i elles no hauria estat possible realitzar aquest projecte.

També vull remarcar la tasca de la [REDACTED], professora del centre, que em va ajudar a connectar l'estació amb les webs meteorològiques. Sense el seu ajut, l'estació perdia la connexió a la xarxa constantment.

Abans d'acabar aquests agraïments he de dir que l'adquisició d'aquesta estació no hauria estat possible sense l'ajut de la [REDACTED].

Finalment, voldria destacar el suport que m'ha donat la meva família en l'elaboració d'aquest treball. Sense l'ajut de la meva mare i el meu pare no haguera estat possible el correcte funcionament del sistema de mesuratge durant l'època estival.

# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	1
<b>2. OBJECTIUS</b> .....	1
<b>3. HIPÒTESI</b> .....	2
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	2
<b>5. BECA LET THE SCIENCE DISCOVER US</b> .....	4
<b>6. ADQUISICIÓ DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA</b> .....	5
<b>7. VARIABLES METEOROLÒGIQUES</b> .....	9
7.1. TEMPERATURA .....	9
7.1.1. ESCALES DE TEMPERATURA .....	9
7.1.2. EQUACIONS DE CONVERSIÓ ENTRE LES DIFERENTS ESCALES.....	10
7.1.3. UNITATS DE MESURA DE LA TEMPERATURA .....	11
7.2. PRESSIÓ ATMOSFÈRICA.....	11
7.2.1. UNITATS DE MESURA DE LA PRESSIÓ.....	11
7.2.2. EQUIVALÈNCIA ENTRE LES UNITATS DE PRESSIÓ.....	12
7.3. VENT .....	12
7.3.1 VELOCITAT DEL VENT .....	12
7.3.2. DIRECCIÓ DEL VENT.....	14
7.4. HUMITAT .....	15
7.4.1. FORMES DE MESURA DE LA HUMITAT.....	15
7.4.2. UNITATS DE MESURA DE LA HUMITAT .....	16
7.5. PRECIPITACIÓ .....	16
7.5.1. UNITATS DE MESURA DE LA PRECIPITACIÓ.....	17
7.6. RADIACIÓ.....	17
7.6.1. L'ALBEDO.....	18
7.6.2. UNITAT DE MESURA DE LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT .....	19
<b>8. FENÒMENS METEOROLÒGICS</b> .....	19
8.1. HIDROMETEORS .....	20
8.1.1. LA ROSADA .....	20
8.1.2. LA GELADA.....	21
8.1.3. BOIRA, BOIRINA I CALITJA .....	22
8.1.4.CORTINES DE PRECIPITACIÓ.....	26
8.1.5. PRECIPITACIÓ .....	28

8.1.6 NEU.....	30
8.1.7. PRECIPITACIONS EN FORMA DE GEL.....	31
8.2. LITOMETEORS.....	33
8.2.1 CALITJA.....	33
8.3 EOLOMETEORS.....	34
8.3.1. ESCLAFIT.....	34
8.3.2 TORNADOS.....	35
8.3.3. MÀNEGUES MARINES.....	36
8.4. ELECTROMETEORS.....	37
8.4.1. IONITZACIÓ.....	37
8.4.2. CIRCUIT ELÈCTRIC GLOBAL TERRESTRE.....	37
8.4.3. LLAMPECS.....	38
8.4.4. LLAMPS.....	38
8.4.5. LLAMPONS.....	38
8.4.6. TRONS.....	38
<b>9. COMPONENTS DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA.....</b>	<b>39</b>
9.1. INSTRUMENTS MESURADORS.....	39
9.1.1. TERMÒMETRE.....	39
9.1.2. HIGRÒMETRE.....	39
9.1.3. BARÒMETRE.....	40
9.1.4. ANEMÒMETRE.....	40
9.1.5. PENELL.....	40
9.1.6. PLUVIÒMETRE.....	40
9.2. PANTALLA.....	41
<b>10. UBICACIÓ DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA.....</b>	<b>42</b>
10.1. UBICACIÓ DEL TERMÒMETRE.....	42
10.2. UBICACIÓ DE L'HIGRÒMETRE.....	42
10.3. UBICACIÓ DEL PLUVIÒMETRE.....	43
10.4. UBICACIÓ DE L'ANEMÒMETRE.....	43
<b>11. FUNCIONAMENT DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA.....</b>	<b>44</b>
<b>12. SOFTWARE.....</b>	<b>45</b>
12.1. PRESSIÓ.....	46
12.2. TEMPERATURA I HUMITAT.....	46
12.3. VENT.....	47



12.4. DIRECCIÓ DEL VENT.....	47
12.5. PRECIPITACIÓ .....	48
12.6. AJUSTOS DEL SOFTWARE .....	48
<b>13. DESCRIPCIÓ DE LA PANTALLA .....</b>	<b>49</b>
13.1. TEMPERATURA I HUMITAT EXTERNA I INTERNA .....	49
13.2. TENDÈNCIA ATMOSFÈRICA .....	50
13.3. HORA, DATA I MEMÒRIA.....	51
13.4. PRESSIÓ I HISTORIAL DE PRESSIÓ.....	51
13.5. PRECIPITACIÓ EN FORMA LÍQUIDA, DIRECCIÓ I VELOCITAT DEL VENT .....	52
<b>14. USOS DE L'ESTACIÓ.....</b>	<b>54</b>
14.1. GRÀFIQUES.....	54
14.2. CONNEXIÓ AMB WEBS METEOROLÒGIQUES.....	54
14.3. BÀNER.....	54
<b>15. METEOROLOGIA PER MATEMÀTIQUES .....</b>	<b>55</b>
15.1 TÈCNICA NUMÈRICA.....	56
15.2 ASSIMILACIÓ DE LES DADES .....	56
<b>16. PRINCIPALS MODELS METEOROLÒGICS .....</b>	<b>57</b>
16.1 MODELS D'ÀREA LIMITADA.....	57
16.1.1 WRF .....	57
16.1.2. BOLAM.....	57
16.1.3. MOLOCH.....	57
16.2. MODELS GLOBALS .....	58
16.2.1. ECMWF .....	58
16.2.1. GFS.....	58
<b>17. OPERATIVA AL SMC .....</b>	<b>59</b>
17.1. PREDICCIONS AMB MODELS D'ÀREA LIMITADA .....	60
17.2. PREDICCIONS AMB MODELS GLOBALS .....	61
<b>18. COMPARACIÓ DE LES DADES DE LES PRINCIPALS WEBS METEOROLÒGIQUES .....</b>	<b>62</b>
<b>19. COMPARACIÓ DELS PRONÒSTICS AMB LES DADES DE L'ESTACIÓ.....</b>	<b>66</b>
19.1. ESTUDI DE LA TEMPERATURA MÍNIMA.....	66
19.2. ESTUDI DE LA TEMPERATURA MÀXIMA.....	69
19.3. ESTUDI DE LA HUMITAT MÍNIMA.....	71
19.4. ESTUDI DE LA HUMITAT MÀXIMA.....	73
19.5. ESTUDI DE LA VELOCITAT DEL VENT .....	75

19.5. CONCLUSIONS DEL TREBALL DE CAMP .....	77
<b>20. CONCLUSIONS FINALS .....</b>	<b>77</b>
<b>21. GLOSSARI .....</b>	<b>79</b>
<b>22. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>85</b>
<b>23. ANNEXOS .....</b>	<b>87</b>

## 1. INTRODUCCIÓ

Aquest projecte neix de la il·lusió i les ganes d'apropar-me al món de la meteorologia, ja que és el camp de la física i la investigació que més m'atrauen pel meu futur. Així doncs, quan des de l'institut \*\*\*\*\* em van notificar que hi teníem un romanent de diners de la beca \*\*\*\*\*, vaig tenir clar que el Treball de Recerca el faria relacionat amb aquesta branca de la ciència. Des que vaig començar 1r d'ESO, tenia ganes d'arribar a Batxillerat per poder aprofundir en allò que veritablement estimo, la física de l'aire.

Quan l'estació va arribar al centre, em vaig emocionar molt, ja podia posar a \*\* \*\*\*\*\* i a l'institut \*\*\*\*\* al capdavant de la recerca meteorològica. Vaig començar la meua feina buscant webs del temps on reportar totes les dades mesurades per l'estació. L'estació del nostre centre, va ser la primera en tot el terme municipal en fer l'estudi de les variables atmosfèriques i enviar aquesta informació a webs de prestigi mundial.

El tema de la meteorologia és molt ampli. Per això, a l'hora de redactar el meu Treball de Recerca em vaig centrar en tres aspectes fonamentals d'aquesta ciència. Adquirir i fer el muntatge de l'estació, fer l'estudi dels fenòmens meteorològics que es poden observar en la nostra localitat i realitzar un recull de les variables meteorològiques amb el seu posterior anàlisi. En aquest TdR, he volgut respondre a una qüestió que gran part de la societat s'ha preguntat alguna vegada, quina predicció meteorològica és la més fiable?

Amb tot el que he explicat anteriorment, vull realitzar un treball de recerca objectiu, que doni respostes científiques per resoldre qüestions de la forma més clara i acurada possible.

## 2. OBJECTIUS

Els objectius generals del treball són els següents:

1. Aprendre a realitzar correctament un treball de recerca amb la utilització del mètode científic per elaborar-lo.

2. Apropar l'estudi de la física de l'aire a l'alumnat de l'institut.
3. Cedir la informació meteorològica a webs del temps d'influència mundial.
4. Recollir i estudiar les variables atmosfèriques mesurades per l'estació del centre.
5. Conèixer com es realitzen les previsions per matemàtiques al Servei Meteorològic de Catalunya.
6. Determinar si les previsions per matemàtiques a l'àrea de \*\* \*\*\*\*\* són precises.
7. Estudiar quina de les tres webs meteorològiques més consultades a Catalunya té la previsió més precisa.

En la part experimental del treball de recerca, es poden trobar els objectius específics que s'han tractat en la part pràctica.

### 3. HIPÒTESI

“Pot ser, les matemàtiques i la física ens poden ajudar a saber quina web meteorològica té les previsions del temps més precises pel municipi de \*\* \*\*\*\*\*”.

“Pot ser, l'AEMET és la web meteorològica que té les previsions més precises a \*\* \*\*\*\*\*”

Intentarem defensar aquestes hipòtesis mitjançant la recollida i anàlisi de les dades de les variables atmosfèriques recollides per l'estació.

### 4. METODOLOGIA

Aquest treball es desenvolupa sobre les hipòtesis inicials explicades anteriorment. Després d'haver analitzat el problema, hem dividit el treball en diversos blocs temàtics per tal d'arribar a una conclusió científica.

Aquest projecte intercala la recerca bibliogràfica i documental amb la recopilació de dades amb el seu posterior estudi. El treball explica els fonaments teòrics necessaris per poder fer l'estudi de les dades meteorològiques mesurades per la nostra estació.

En aquest treball es farà un gran recull de dades, més de 6000, posteriorment les analitzarem per poder arribar a un resultat científic.

En la primera part del treball, es tracten dos temes. El primer és la recerca d'una estació que s'adeqüi a les necessitats de l'institut. Aquesta ha d'adequar-se a un pressupost reduït tot incorporant uns determinats sensors. El segon tema que tracta aquesta primera part del TdR, és la seva adquisició. En aquesta part del document s'explica l'adjudicació de la beca que va rebre el nostre centre educatiu.

En la segona part del treball es tracten dos temes purament teòrics. En aquestes pàgines s'expliquen les variables atmosfèriques que es poden mesurar amb l'estació meteorològica. En aquesta segona part també s'estudia els fenòmens meteorològics que poden tenir lloc en \*\* \*\*\*\*\*. Considero que és molt important conèixer i saber identificar els processos atmosfèrics que es poden produir al nostre territori.

El tercer bloc del TdR és un dels més extensos del projecte. Aquest incorpora una gran quantitat de recursos gràfics per tal d'explicar de la forma més clara possible la informació relacionada amb l'estació meteorològica. Dins d'aquest tercer bloc, hem fet sis subdivisions per tal d'exposar la informació d'una forma clara i senzilla. Hem explicat els components i el funcionament de l'estació. Hem presentat els usos que li hem donat a l'estació durant aquest projecte. S'ha explicat el funcionament del software que va ser facilitat quan es va comprar l'estació. Per últim, hem estudiat on es pot ubicar l'estació per tal que compleixi les regles de l'Organització Mundial de Meteorologia. Aquesta ubicació s'ha explicat de forma escrita, posteriorment hem representat les possibles ubicacions de forma geomètrica.

La quarta part del projecte se centra en l'estudi de la meteorologia per matemàtiques i els models meteorològics utilitzats al Servei Meteorològic de Catalunya. Aquesta part teòrica és molt important per entendre els resultats del treball de recerca. Tota la informació ha sigut extreta de la pàgina web del Servei Meteorològic de Catalunya i s'han fet algunes consultes a físics especialitzats en la meteorologia.

L'última part del treball de recerca conclou amb l'estudi de les variables meteorològiques mesurades per l'estació de l'institut durant els tres mesos d'estiu. En aquesta part pràctica del projecte, fem una comparació entre les previsions del temps de les tres principals webs meteorològiques amb les dades reals mesurades a l'institut \*\*\*\*\*.

Pel que fa a la informació necessària per poder entendre i explicar els conceptes d'aquest treball, hem de dir que aquesta s'ha extret de webs d'internet, de llibres de text i d'articles científics, tots ells referenciats a la bibliografia. A més, la meva tutora de TdR, \*\*\*\*\* Català, m'ha facilitat documentació especialitzada que he utilitzat per explicar alguns conceptes físics.

En referència a les fotografies, algunes les he extret de diferents pàgines web de la xarxa però les he modificades per tal d'adaptar-les als continguts descrits al text. Així mateix, les fotografies de l'estació meteorològica i la pantalla han sigut fetes per mi. Pel que fa a les graelles que estan als annexos, aquestes han sigut escanejades i inserides al treball.

Finalment, davant de la necessitat d'explicar certs tecnicismes utilitzats al llarg de l'escrit, he confeccionat un glossari que inclou tots aquests termes i que es troba al final del treball. Les paraules que figuren al glossari estan subratllades i enumerades al text d'acord amb l'ordre d'aparició al glossari.

## **5. BECA LET THE SCIENCE DISCOVER US**

L'institut \*\*\*\*\* de \*\* \*\*\*\*\* , ha participat en diversos intercanvis lingüístics amb instituts d'arreu del món al llarg de la seva història. Un d'aquests intercanvis culturals va ser el que es va dur a terme des de l'any 2016 fins a l'any 2018. Aquest intercanvi formava part del projecte internacional Erasmus+. Aquest, tenia la finalitat d'intercanviar la cultura de cada país alhora que es desenvolupen unes activitats prèviament pactades amb tots els països participants durant l'estança a l'estranger.

Els estats que van participar en aquest projecte internacional van ser cinc: Turquia, Espanya, Itàlia, República Txeca i Hongria.

Els objectius del projecte \*\*\*\* (\*\*\* \*\* \*\*\*\*\* \*\*) van ser els següents:

- Augmentar el nivell d'èxit en les matèries de ciències.
- Augmentar el coneixement científic dels alumnes.
- Utilitzar el mètode d'aprenentatge basat en l'experimentació científica.
- Utilitzar la tecnologia moderna i les eines (TIC) a les classes.

L'institut \*\*\*\*\* era l'organitzador del projecte \*\*\*\*, això comporta planejar totes les estances a l'estranger i tenir un control econòmic de les despeses que es poden tenir al llarg del projecte. S'haurà de presentar un pressupost inicial a la UE i aquest haurà de ser aprovat per la Unió Europea.

El pressupost preveia totes les despeses que es podrien tenir al llarg dels dos anys. Aquest, incorporava des del preu dels bitllets d'avió fins a les assegurances dels estudiants durant la setmana que no estan a casa seva.

Gràcies a la bona gestió econòmica, hi va haver un romanent de diners, amb aquest romanent es va adquirir l'estació meteorològica. Amb aquesta estació i les dades que genera, es fan xerrades didàctiques a l'alumnat de l'institut d'educació secundària del municipi de \*\* \*\*\*\*\*. Els estudiants adquireixen un coneixement de la física de l'aire a partir de la recollida de dades i la seva explicació a les xerrades.

## **6. ADQUISICIÓ DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA**

Des de l'any 2014, l'IES \*\*\*\*\* ha volgut tenir una estació meteorològica per compartir i pujar dades meteorològiques a diferents aplicacions i webs del temps. Gràcies a aquestes Apps que explicarem més endavant, tots els alumnes, ciutadans i curiosos podran veure les condicions atmosfèriques en temps real de l'estació de l'institut.

Hem de remarcar que gràcies a l'adquisició de l'estació, som els primers a aportar dades meteorològiques en tot el terme municipal de \*\* \*\*\*\*\* (Fig. 1).

A l'hora d'adquirir l'estació meteorològica vam haver de mirar molt detalladament les especificacions dels diversos productes. Un aspecte fonamental és valorar la relació entre la qualitat del producte i el preu d'aquest. Va ser l'institut

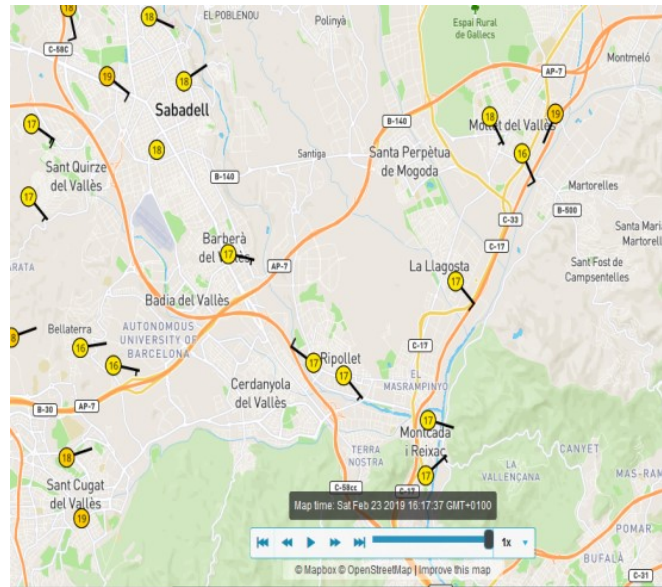


Figura 1. Mapa polític on es poden veure totes les estacions meteorològiques que reporten dades en un radi de 5 km respecte de \*\* \*\*\*\*\*.

qui em va encarregar la tasca de seleccionar una estació meteorològica entre l'àmplia gama que tenim en disposició. Va ser quan vaig decidir les característiques que havia de tenir l'estació abans de comprar-la.

L'estació meteorològica ha de complir els següents paràmetres:

- Connexió a internet: l'estació ha de tenir la possibilitat de connectar-se a la xarxa per poder pujar les dades meteorològiques a diferents portals i aplicacions de l'àmbit científic.
- Instruments mesuradors: a l'hora de comprar l'estació, aquesta ha de tenir un seguit de sensors per tal de donar una informació completa i sense errades. Aquests sensors seran explicats amb detall al llarg d'aquest treball de recerca, ara els recollim en una petita llista explicant quins ha d'incorporar l'estació obligatòriament.

**Els sensors que ha d'incorporar l'estació obligatòriament:**

- **TERMÒMETRE:** és un aparell fonamental a l'hora de comprar una estació meteorològica, es pot considerar que és el sensor més important d'aquesta.



En aquest cas no ens hem de preocupar pel termòmetre, ja que actualment totes les estacions incorporen un.

- **HIGRÒMETRE:** aquest també és un aparell mesurador bastant important en la meteorologia. Aquest, té la finalitat de mesurar la quantitat de vapor d'aigua ( $H_2O_{(g)}$ ) que hi ha en l'atmosfera.
- **BARÒMETRE:** aquesta part de l'estació és l'encarregada de mesurar la pressió atmosfèrica. Gràcies a aquest aparell es poden fer previsions del canvi de temps en la localització de l'estació.
- **ANEMÒMETRE:** és l'aparell que té la finalitat de mesurar la velocitat de vent. És molt útil per fer comparacions dels diversos pronòstics del temps.
- **PENELL:** quan tenim un anemòmetre, sempre hi ha incorporat un penell. Com que l'estació haurà d'incorporar un anemòmetre, no cal preocupar-se del penell, ja que formarà part de la mateixa estació. Amb aquest instrument podem estudiar la direcció del vent.
- **PLUVIÒMETRE:** és un instrument essencial en qualsevol estudi de la física de l'aire, de manera que l'estació que estem buscant ha d'incorporar un pluviòmetre per mesurar la precipitació caiguda en forma líquida.

**Sensors que pot incorporar de forma opcional:**

**PIRANÒMETRE:** hi ha algunes estacions meteorològiques professionals que incorporen aquest aparell. La funció del piranòmetre és determinar la radiació solar per metre quadrat que incideix en la superfície terrestre. Aquest aparell no és necessari en l'estació meteorològica, ja que el piranòmetre només serveix per estudiar la meteorologia d'una forma molt precisa. Si l'estació incorporés aquest instrument, el preu d'aquesta seria molt elevat, arribant fins als 900 €.

Sabent ja quins sensors ha d'incorporar l'estació meteorològica, podem començar a buscar una estació que s'adeqüi al pressupost. El cost d'aquesta no ha de sobrepassar els 150 €. Fent una recerca exhaustiva de les diferents ofertes a internet, vam arribar a dues estacions (Fig. 2).



**FROGGIT WH 1080**



**FROGGIT WS 1080**

Figura 2. Aquestes són les dues estacions que s'adeqüen al pressupost i compleixen totes les característiques anteriorment citades.

	<b>FROGGIT WH 1080</b>	<b>FROGGIT WS 1080</b>
<b>PREU</b>	140 €	110 €
<b>MÀSTIL</b>	Màstil compacte, tots els instruments mesuradors estan integrats en el mateix màstil. La llargada d'aquest és de 0,75 m.	Els instruments mesuradors no estan permanentment fixes, es pot modificar l'altura segons convingui. La llargada d'aquest màstil és d'1 m.
<b>INSTRUMENTS MESURADORS</b>	Termòmetre Baròmetre Higròmetre Anemòmetre Penell	Termòmetre Baròmetre Higròmetre Anemòmetre Penell

	FROGGIT WH 1080	FROGGIT WS 1080
	Pluviòmetre	Pluviòmetre
<b>PANTALLA LCD</b>	La pantalla no es pot il·luminar per si mateixa.	La pantalla té la capacitat d'il·luminar-se.

## 7. VARIABLES METEOROLÒGIQUES

### 7.1. TEMPERATURA

La temperatura és la magnitud física<sup>1</sup> més important de l'estudi de la física de l'aire. Aquesta variable sempre es proporciona per les prediccions meteorològiques.

La temperatura està relacionada amb la rapidesa amb què les partícules presents a l'aire xoquen entre si i amb els objectes del seu voltant. Com major agitació hi ha entre aquestes partícules, major serà la temperatura.

#### 7.1.1. ESCALES DE TEMPERATURA

Com moltes magnituds físiques, la temperatura té més d'una escala per ser mesurada.

Aquestes són les següents:

- **ESCALA CELSIUS:** és l'escala més utilitzada mundialment, és la que s'utilitza arreu del nostre territori. Consisteix a dividir en 100 intervals iguals, la diferència tèrmica que hi ha entre el punt de congelació i el d'ebullició de l'aigua pura<sup>2</sup> a pressió estàndard<sup>3</sup>. Al punt de congelació li assignen el 0 i al punt d'ebullició el 100.
- **ESCALA KELVIN:** és l'escala utilitzada arreu del món pels científics. La finalitat d'aquesta escala és no tenir valors negatius. També consisteix a fer la divisió en 100 intervals iguals, però en aquest cas, prenem un altre sistema de referència. En aquesta escala es pren el 0 com a l'origen.

Aquest valor correspon a la temperatura amb què les partícules que formen un material no es mouen ni vibren. La temperatura de congelació de l'aigua pura en aquesta escala és de 273 K i la temperatura d'ebullició és de 373 K. Com veiem, hi ha una divisió de 100 intervals iguals, com passa amb l'escala Celsius.

- **ESCALA FAHRENHEIT:** És l'escala que s'utilitza als Estats Units, i és bastant diferent de l'escala Celsius i Kelvin. Si prenem la temperatura de congelació de l'aigua ( 32 °F) i la temperatura d'ebullició ( 212 °F) , veiem que entre aquests dos punts, no hi ha una divisió de 100 unitats sinó de 180. A causa d'aquesta divisió diferent entre la temperatura de congelació i ebullició, hi ha gran diferència entre les dues escales anteriorment explicades.

### 7.1.2. EQUACIONS DE CONVERSIÓ ENTRE LES DIFERENTS ESCALES

CELSIUS A FARENHEIT

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \cdot ^{\circ}\text{C} + 32$$

FARENHEIT A CELSIUS

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5 \cdot ^{\circ}\text{F} - 160}{9}$$

CELSIUS A KELVIN

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273$$

KELVIN A CELSIUS

$$^{\circ}\text{C} = K - 273$$

### 7.1.3. UNITATS DE MESURA DE LA TEMPERATURA

ESCALA	CELSIUS	KELVIN	FARENHEIT
UNITAT	Grau Celsius	Grau Kelvin	Grau Farenheit
SÍMBOL	°C	K	°F

### 7.2. PRESSIÓ ATMOSFÈRICA

La pressió és la magnitud física que relaciona la força que efectua l'aire respecte d'una superfície. Tot el que ens envolta té massa, per petita que sigui. Com que aquesta massa està propera al terra, està sotmesa a l'acceleració de la gravetat. A partir de la segona llei de Newton, podem establir que aquesta massa està sotmesa com a mínim a una força. Aquesta força és el pes, i es defineix com la força amb que la terra atrau un cos.

$$Pressió = \frac{Força}{Superfície} = \frac{N}{m^2} \text{ (Pa)}$$

La pressió atmosfèrica depèn de moltes variables, sobretot de l'altitud. Com més amunt en l'atmosfera estem, la quantitat d'aire per damunt dels nostres caps serà menor, el que farà que també sigui menor la pressió que exerceix l'aire sobre el nostre cos.

#### 7.2.1. UNITATS DE MESURA DE LA PRESSIÓ

UNITAT	Atmosfera	Pascal	Bar	Mil·límetres de mercuri
SÍMBOL	atm	Pa	bar	mmHg

## 7.2.2. EQUIVALÈNCIA ENTRE LES UNITATS DE PRESSIÓ

1 atm= 760 mmHg ; 1 atm= 101300 N/m<sup>2</sup> (o Pa) ; 1 atm= 1013 mb (o hPa)

L' hPa és un múltiple del Pa. 1 hPa = 100 Pa

Per tant, podem fer la següent relació:

1 atm = 760 mmHg = 101300 Pa = 1013 mb (o hPa)

## 7.3. VENT

### 7.3.1 VELOCITAT DEL VENT

El vent és l'aire en moviment. Una massa d'aire es pot moure d'una zona de l'espai a un altre per diverses causes. Les més comunes són quan hi ha una diferència tèrmica o una diferència de pressió entre dos punts.

Quan hi ha vent a causa de la diferència de pressió entre dos punts, és perquè hi ha una zona amb altes pressions i una altra zona amb la pressió més baixa. El vent es mou de la zona amb la pressió més alta cap a la regió de l'espai amb una pressió més baixa. A meteorologia, a aquesta diferència de pressió s'anomena gradient.

Quan hi ha vent a causa de la diferència tèrmica, és degut a la densitat. Quan tenim una massa amb aire calent, aquesta és menys densa que la que es troba al seu voltant. En conseqüència, la massa d'aire calent es veu obligada a pujar, formant brises i vents suaus.

#### 7.3.1.1. L'ESCALA BEAUFORT

L'escala Beaufort és mundialment utilitzada. Aquesta escala relaciona el comportament del vent sobre els objectes quotidians.

L'escala tradicional relaciona el vent amb el comportament del mar i amb el comportament dels objectes que es troben en la natura. Aquesta escala està realitzada de forma empírica<sup>4</sup>.

<b>Velocitat del vent (km/h)</b>	<b>Nom en l'escala Beaufort</b>	<b>Grau</b>	<b>Efecte a terra</b>
0-2	Calma	0	El fum ascendeix verticalment.
2-6	Ventolina	1	Es pot veure la direcció del vent gràcies al fum.
7-11	Vent fluixet	2	Es mouen les fulles dels arbres.
12-19	Vent fluix	3	Es mouen suaument i constantment les branques.
20-29	Vent moderat	4	S'aixeca pols del terra.
30-39	Vent fresquet	5	Es mouen els petits arbres.
40-50	Vent fresc	6	Es mouen considerablement els grans arbres.
51-61	Vent fort	7	Dificultat per caminar en contra del vent.
62-74	Temporal	8	Es comencen a trencar les branques.
75-87	Temporal fort	9	Els arbres petits poden caure a causa del vent.
88-101	Temporal molt fort	10	Arbres grans han caigut i moltes branques estan trencades.
102-117	Temporal violent	11	Quasi tota la vegetació es veu afectada, els arbres cauen.
> 118	Huracà	12	Finestres trencades, teulades aixecades.

### 7.3.1.2. UNITATS DE MESURA DE LA VELOCITAT DEL VENT

<b>UNITAT</b>	Kilòmetres per hora	Metres per segon	Milles per hora	Beaufort	Nusos
<b>SÍMBOL</b>	Km/h	m/s	Mph	Bft	Kts

### 7.3.2. DIRECCIÓ DEL VENT

La direcció del vent ens indica la procedència geogràfica d'aquest. Per identificar la seva procedència utilitzem la rosa dels vents (Fig.3). També es pot mesurar en el pla mitjançant els graus (°).

La rosa dels vents és un cercle que té marcats els 16 rumbos de procedència del vent. També es pot determinar com es diu el nom del vent segons la seva procedència en un determinat lloc.

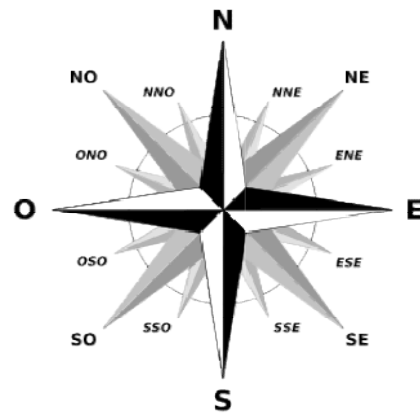


Figura 3. Representació gràfica de la procedència del vent, segons els punts cardinals.

#### 7.3.2.1. NOMS DELS VENTS SEGONS LA SEVA PROCEDÈNCIA

<b>NOM DEL VENT</b>	<b>DIRECCIÓ</b>	<b>SECTOR</b>
Tramuntana	N	337.5° a 22.5°
Gregal	NE	22.5° a 67.5°
Llevant	E	67.5° a 112.5°
Xaloc	SE	112.5° a 157.5°



NOM DEL VENT	DIRECCIÓ	SECTOR
Migjorn	S	157.5° a 202.5°
Garbí	SO	202.5° a 247.5°
Ponent	O	247.5° a 292.5°
Mestral	NO	292.5° a 337.5°

## 7.4. HUMITAT

La humitat es defineix com la quantitat de  $H_2O_{(g)}$  present en l'aire. Hi ha diverses formes d'estudiar la humitat present en l'aire, a continuació les explicarem.

### 7.4.1. FORMES DE MESURA DE LA HUMITAT

- **Humitat absoluta:** grams de  $H_2O_{(g)}$  presents en  $1\text{ m}^3$  d'aire.
- **Humitat específica:** grams de  $H_2O_{(g)}$  presents en 1 kg d'aire.
- **Humitat relativa:** és la forma més utilitzada arreu del planeta per mesurar la humitat atmosfèrica. La humitat relativa s'expressa en (%) i relaciona  $H_2O_{(g)}$  present en l'aire amb la màxima capacitat que té aquest aire de contenir  $H_2O_{(g)}$ .

La humitat relativa es calcula amb la següent fórmula:

$$h = \frac{e}{E} \cdot 100$$

e: és la quantitat de  $H_2O_{(g)}$  present a l'aire.

E: màxima quantitat de  $H_2O_{(g)}$  que pot emmagatzemar l'aire en les condicions amb les quals s'ha mesurat la dada.

El valor de la E varia segons la pressió i la temperatura. Com més alta és la temperatura, més gran serà E.

Quan el valor de e arriba al seu màxim, adquireix el valor de E. En aquest moment es diu que el H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub> present en l'aire satura i es transforma en líquid. La saturació és la transformació de H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub> en aigua líquida.

Una massa d'aire satura quan la humitat relativa és del 100 %.

$$Si e = E \quad \text{tenim} \quad h = \frac{e}{E} \cdot 100 \rightarrow h = 1 \cdot 100 \rightarrow h = 100\%$$

#### 7.4.2. UNITATS DE MESURA DE LA HUMITAT

FORMA DE MESURA	Humitat absoluta	Humitat específica	Humitat relativa
UNITAT	g/m <sup>3</sup>	g/kg	%

#### 7.5. PRECIPITACIÓ

Els núvols estan formats per petitíssimes gotes amb molt poca massa. Aquestes gotes, en xocar entre elles, van augmentant el volum i en conseqüència la massa. Les gotes precipitaran quan la força pes, sigui més gran que la força que fa el vent cap amunt (Fig. 4).

Condicó per que caiguin:

FORÇA PES > FORÇA FRICCIÓ

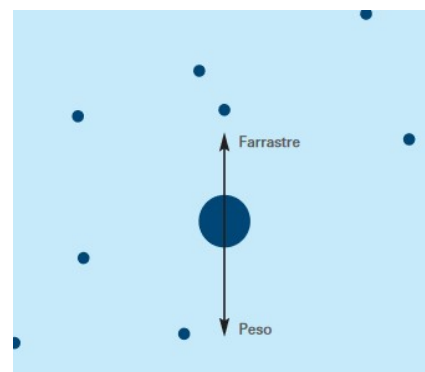


Figura 4. Representació de les forces que actuen quan una gota d'aigua precipita.

### 7.5.1. UNITATS DE MESURA DE LA PRECIPITACIÓ

<b>UNITAT</b>	Litres per metre quadrat	Mil·límetres
<b>SÍMBOL</b>	L/m <sup>2</sup>	mm

### 7.6. RADIACIÓ

El nostre planeta pertany al sistema solar, en estar propers a una estrella, ens arriba una certa quantitat d'energia. Aquesta energia es coneix com a radiació i viatja a través de l'espai mitjançant ones. Totes les ones<sup>5</sup> no tenen la mateixa energia, aquestes es classifiquen segons l'energia que transporten.

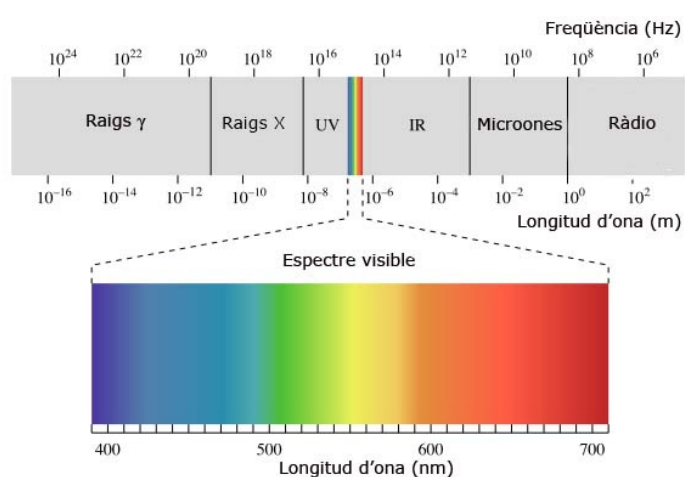


Figura 5. Espectre electromagnètic, les ones es classifiquen segons la seva freqüència<sup>6</sup> i la seva longitud d'ona<sup>7</sup>.

Les ones estan classificades segons la seva energia. Estan ordenades en el que es coneix com a espectre electromagnètic (Fig. 5).

Les més energètiques són les de l'esquerra per contra, les de la dreta tenen menys energia.

El nostre planeta rep i intercanvia energia constantment entre els elements del seu voltant. L'energia que rebem procedeix en la majoria del sol, aquesta energia l'anomenem energia solar. Com sabem, no tots els objectes absorbeixen la mateixa quantitat d'energia.

Un exemple és el gel, en ell incideix la radiació solar i aquest només emmagatzema el 10 % rebutjant en 90% restant. Aquest fenomen es coneix com albedo.

### 7.6.1. L'ALBEDO

L'albedo és la quantitat de radiació solar que no es absorbita per un cos (Fig. 6). Aquesta quantitat de radiació es retornada a l'atmosfera directament. Aquesta variable meteorològica es mesura en tant per cent (%).

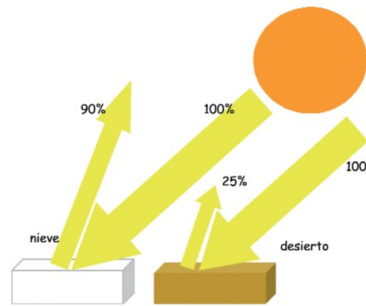


Figura 6. Exemple gràfic de la quantitat de radiació solar absorbita i rebutjada per un cos.



Figura 7. Fotografia feta durant l'onada de calor de juliol del 2019 al municipi de \*\* \*\*\*\*\*.

En la imatge es pot observar que els objectes més clars tenen major albedo, és per això que la temperatura d'aquests no augmenten tant.

Podem fer una relació entre l'albedo i la temperatura que adquireix un cos quan està exposat a la radiació solar (Fig. 7). Com major sigui l'albedo, més energia es tornarà a l'atmosfera, per tant, la temperatura d'aquest cos no augmentarà tant. Per exemple, els objectes de color blanc tenen un albedo més gran que els objectes de color fosc.

Els meteoròlegs són els encarregats de mesurar la radiació solar que arriba a una superfície concreta de la Terra. Aquesta radiació solar es mesura amb un instrument anomenat piranòmetre. Aquest instrument consisteix en un sensor tancat que transmet tota radiació que tingui una longitud d'ona inferior als  $3 \times 10^{-6}$  metres. És a dir, mesura tot l'espectre visible<sup>8</sup> fins als raigs gamma<sup>9</sup>.

## 7.6.2. UNITAT DE MESURA DE LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT

UNITAT	SÍMBOL
Watts per metre quadrat	W/m <sup>2</sup>

## 8. FENÒMENS METEOROLÒGICS

Els fenòmens meteorològics, també són anomenats meteors. Si fem una recerca en un diccionari, trobem el següent:

- Meteor: que està en l'aire, l'atmosfera o el cel.

Els meteors són el conjunt de fenòmens naturals que tenen lloc dins de l'atmosfera. Els podem classificar en 5 grans grups.

- Hidrometeors: també anomenats meteors aquosos. Pertanyen als hidrometeors els fenòmens atmosfèrics formats per partícules d'aigua tant en estat sòlid com en estat líquid. Aquesta aigua es pot trobar en suspensió, en procés de caiguda cap a terra o bé pot estar sent aixecada del sòl per culpa del vent.
- Litometeors: són produïts per partícules en suspensió que es troben en l'atmosfera però no són aquoses.
- Eolometeors: són els fenòmens en què el vent participa d'una manera activa i decisiva. Els eolometeors, també són coneguts com a meteors eòlics.
- Electrometeors: és el resultat tant sonor com òptic de l'activitat elèctrica en l'atmosfera.
- Fotometeors: són els fenòmens òptics generats per la refracció, reflexió i difracció de la llum solar. En menor mesura, aquests fenòmens també poden ser generats per l'emissió lumínica de la lluna.

## 8.1. HIDROMETEORS

### 8.1.1. LA ROSADA

És el conjunt de les petites gotes que es queden dipositades en la superfície dels objectes durant la nit i les primeres hores del dia.



Figura 8. Imatge de la rosada durant les primeres hores del dia.

L'aire té una capacitat limitada per contenir el vapor d'aigua  $H_2O_{(g)}$ . Aquesta capacitat de contenir el vapor d'aigua, principalment bé donada per la temperatura atmosfèrica. Com més gran sigui aquesta temperatura, més quantitat de vapor d'aigua pot contenir l'aire. Quan la temperatura disminueix, l'aire no podrà continuar emmagatzemant tant  $H_2O_{(g)}$  així que d'alguna manera s'ha d'alliberar d'aquest vapor. El  $H_2O_{(g)}$  es disposarà en la superfície de fulles, cotxes i prats, en forma d'aigua líquida (Fig. 8)

#### 8.1.1.1. CONDICIONS PER LA FORMACIÓ DE LA ROSADA

- La rosada s'acostuma a formar durant les nits clares i fredes d'hivern, en aquests casos, l'aire ha de tenir un percentatge d'humitat alt per poder completar el procés.
- La presència de núvols no afavoreix, ja que a la nit, l'atmosfera no es refreda tant com si no hi hagués nuvolositat.
- Si la nit és ventosa, no es podrà produir la rosada, ja que la massa d'aire no estarà estancada i no es podrà refredar amb facilitat.
- Les rosades més importants es produeixen quan una massa d'aire molt humit passa per sobre d'un sòl fred.

### 8.1.1.2. CONCEPTE DE TEMPERATURA DE ROSADA

La temperatura de rosada també es pot anomenat punt de rosada. És la temperatura teòrica a la qual el vapor d'aigua es comença a condensar<sup>10</sup> a unes condicions de pressió atmosfèrica constant. També es pot definir d'una forma més senzilla, és la temperatura a la qual la humitat relativa de l'aire arriba al 100%, sempre que la pressió atmosfèrica es mantingui constant.

Aquesta temperatura es pot calcular mitjançant equacions de la termodinàmica<sup>11</sup>. L'estació meteorològica automàtica de l'institut ens proporciona aquesta informació.

L'equació per calcular la temperatura de rosada és la següent:

$$Pr = \sqrt[8]{\frac{H}{100}} \cdot (112 + 0,9 \cdot T) + (0,1 \cdot T) - 112$$

Pr: És el punt de rosada o temperatura de rosada (°C)

H: És la humitat relativa (%)

T: És la temperatura en (°C)

Per exemple, si tenim una temperatura de 20°C i una humitat relativa de 65%, al substituir aquests valors en l'equació, trobem la temperatura de rosada.

El punt de rosada en aquestes condicions seria 13,2°C. Es a dir si mantenim la pressió constant i la temperatura baixa fins als 13,2°C, la humitat relativa arribaria al 100% i el vapor d'aigua present a l'aire condensaria formant petites gotetes en estat líquid.

### 8.1.2. LA GELADA



Figura 9.  
Imatge d'una fulla on hi ha hagut el procés de gelada.

Aquest fenomen és molt similar al de la rosada però amb temperatures inferiors als 0 °C.

És el conjunt de les petites gotes en forma de gel que es queden dipositades en la superfície dels objectes durant la nit i les primeres hores del dia.

#### 8.1.2.1. CONDICIONS PER LA FORMACIÓ DE LA GELADA

- L'aire ha de contenir un grau d'humitat prou elevat per poder formar les gotetes en la superfície dels materials.
- Una temperatura per sota dels  $0^{\circ}\text{C}$  en la superfície dels objectes.
- Poca nuvolositat.
- Poc moviment de les masses d'aire.

#### 8.1.2.2. DIFERÈNCIA ENTRE GELADA I GEBRADA

La gelada es pot formar sense la presència de boira, en canvi la gebrada requereix obligatòriament la boira. La gelada és una capa fina de gel en la superfície de vegetals, cotxes, etc. En canvi, la gebrada pot adquirir un grossor important. Un exemple el podem trobar en la plana de Vic, durant l'onada de fred del 2012, en aquell any es van arribar a grossors de 15 cm.

#### 8.1.3. BOIRA, BOIRINA I CALITJA

La boira és una capa de vapor d'aigua formada per un conjunt de petitíssimes gotes de  $\text{H}_2\text{O}$  suspeses en l'aire. Aquestes gotes d'aigua poden tenir un diàmetre d'entre 1-50 micres<sup>12</sup>.

La boira i la boirina es produeixen quan el refredament d'una massa d'aire és tan important que el vapor d'aigua associat es

condensa, formant núvols. Aquests núvols, al trobar-se tan propers a terra, redueixen considerablement la visibilitat.



Figura 10. Fotografia de la gebrada durant l'onada de fred del 2012.



### 8.1.3.1. DIFERÈNCIA ENTRE BOIRA I BOIRINA

A l'hora de diferenciar entre boira, boirina i calitja ens hem de fixar en tres aspectes fonamentals.

1. La composició del núvol.
2. La visibilitat.
3. El percentatge d'humitat.

En la següent graella bé recopilada aquesta informació per tal de diferenciar cada fenomen.

	<b>DEFINICIÓ</b>	<b>HUMITAT RELATIVA</b>	<b>VISIBILITAT</b>
<b>BOIRA</b>	La boira és una capa de vapor d'aigua formada per un conjunt de petitíssimes gotes d'aigua suspeses en l'aire amb un diàmetre d'entre 1-50 micres. La visibilitat es redueix a menys d'1 km.	70-100%	1 km
<b>BOIRINA</b>	La boirina és una capa de vapor d'aigua formada per un conjunt de petitíssimes gotes d'aigua suspeses en l'aire amb un diàmetre d'entre 0,5-40 micres. La visibilitat està compresa entre 1 i 10 km. La humitat relativa sempre ha de ser més alta del 70%.	70-100%	1-10 km
<b>CALITJA</b>	La calitja és una capa de partícules sòlides en suspensió que dificulten la visibilitat. Aquesta està compresa entre 1-10 km. La humitat no pot superar el 70%.	70%	1-10 km

De la taula anterior, només dos dels tres fenòmens formen part dels hidrometeors. La calitja no pertany als hidrometeors perquè no està formada per partícules d'aigua.

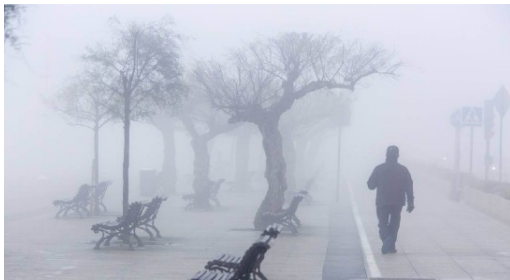


Figura 11. Imatge d'una boira on la visibilitat es redueix dràsticament.

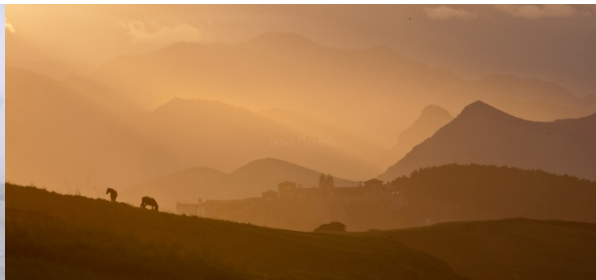


Figura 12. Imatge de la boirina a una zona muntanyosa.



Figura 13. Imatge d'una ciutat envoltada per la calitja. En aquest cas les partícules sòlides en suspensió són produïdes pels contaminants.

Respecte a la formació de boires i boirines, hi ha diverses classificacions segons el seu origen. Existeixen diferents mecanismes atmosfèrics que generen la condensació del vapor d'aigua en grans masses d'aire.

### 8.1.3.2. PROCESSOS DE FORMACIÓ DE LES BOIRES I BOIRINES

#### ○ BOIRES D'IRRADIACIÓ

És el tipus de formació de boires més comú en les nostres latituds. Es pot veure sobretot en les zones fondalades i allunyades de la influència del mar (Fig. 14).

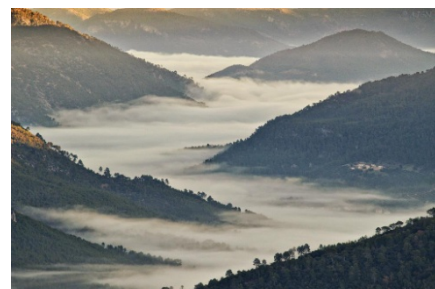


Figura 14. Imatge d'una boira d'irradiació en una zona fondalada.

Durant el dia, el terra absorbeix la calor irradiada pel sol, durant la nit, aquesta calor és alliberada de nou a l'atmosfera. Com que les nits de les zones interiors són fredes, l'aire que està en contacte amb el terra també es refreda. El vapor d'aigua que està associat a aquesta capa d'aire, al disminuir la temperatura, es condensa formant boires i boirines. En aquest tipus de boira, no hi ha vent associat.

#### ○ BOIRES D'ADVECCIÓ

Les boires d'advecció són molt similars a les d'irradiació, encara tenint unes característiques diferents. Com en les boires d'irradiació, el procés pel qual es forma la boira, és per la condensació del vapor d'aigua en una massa d'aire. Aquesta condensació no es duu a terme necessàriament a la nit, sinó que passa quan una massa d'aire humit es desplaça cap a una regió amb un aire més fred. També pot ocórrer que una massa d'aire fred es desplaci a una zona amb una humitat alta. Tota aquesta formació de boires es produeix amb una certa quantitat de vent, no com a les boires d'irradiació, ja que és una formació totalment estàtica.

#### - BOIRA MARÍTIMA

La boira que s'origina a la zona costanera és un tipus de boira d'advecció (Fig. 15). Aquesta, es forma quan una massa d'aire càlid se situa damunt del mar amb l'aigua relativament freda.



Figura 15. Imatge d'una boira d'advecció del tipus marítim.

El vapor d'aigua present en la massa d'aire calenta, se satura gràcies al refredament de la base de la massa d'aire calent en contacte amb l'aigua del mar.

Aquesta formació pertany al tipus advection perquè generalment la boira penetra terra endins. Aquest procés es pot realitzar gràcies a la diferència de pressions.

### ○ BOIRES OROGRÀFIQUES

Aquest tipus de boira està associat a les muntanyes. Es produeix quan una massa d'aire es topa amb una muntanya, si la massa és d'aire calent amb cert grau d'humitat, aquesta es veurà obligada a ascendir. A mesura que ascendeix,



Figura 16. Mostra d'una boira del tipus orogràfica.

la temperatura disminueix. Aquesta ascensió és suau i amb una velocitat molt reduïda. Amb aquesta disminució de la temperatura, la humitat present en la massa d'aire, pot arribar a condensar-se, formant boires o boirines (Fig. 16).

En l'ascens des del peu fins al cim de la muntanya, l'aire s'ha refredat, arribant a assolir l'anomenat nivell de condensació per elevació<sup>13</sup>. Quan la humitat relativa és igual al 100%, es comença a formar el núvol.

### ○ BOIRES DESPRÉS D'UNA PRECIPITACIÓ

Després d'una precipitació, l'aigua de la pluja pot començar a evaporar-se, formant boires o boirines (Fig. 17).



Figura 17.  
Fotografia d'una boira produïda per una precipitació.

Com més alta sigui la temperatura després del xàfec, més ràpid serà el procés d'evaporació. Si en aquesta evaporació arribem a una humitat relativa del 100%, es podran formar boires o boirines degudes a la pluja caiguda amb anterioritat.

## 8.1.4.CORTINES DE PRECIPITACIÓ

Quan les partícules d'aigua o neu precipiten lliurement des del núvol cap a la superfície terrestre, a vegades podem observar que tenen un aspecte de cortina.

Aquest fenomen és conegut com a cortina de precipitació.

Les cortines de precipitació estan associades a la inestabilitat i al creixement de núvols del tipus convectiu. Aquest tipus de núvol és típic al nostre territori els dies d'estiu amb molta calor, són els que generen les conegudes tempestes de tarda.

**VIRGA:** Aquest procés és molt similar a les cortines de precipitació. La virga es produeix quan l'aigua precipita des del núvol cap a terra, però en el transcurs de la caiguda, les partícules d'aigua s'evaporen i retornen a l'atmosfera. Les gotes no arriben a tocar terra.

#### 8.1.4.1. DIFERÈNCIA ENTRE CORTINA DE PRECIPITACIÓ I VIRGA

	FORMAT PER	CARACTERÍSTICA
<b>CORTINA DE PRECIPITACIÓ</b>	Aigua o neu	La precipitació toca la superfície terrestre.
<b>VIRGA</b>	Aigua	La precipitació no arriba al terra perquè s'ha evaporat en la caiguda.



Figura 18. Exemple d'una cortina de precipitació en forma líquida.



Figura 19. Imatge d'una virga.

### 8.1.5. PRECIPITACIÓ

La pluja és un tipus de precipitació que consisteix en la caiguda de gotes d'aigua en estat líquid d'una forma contínua i uniforme.

Normalment es designa pluja, en un sentit genèric, a qualsevol mena de precipitació en forma líquida, però veurem realment que això no és així. El diàmetre de les gotes de pluja oscil·la entre els 0,5-2 mm arribant en casos extrems als 4 mm.

#### 8.1.5.1. TIPUS DE PRECIPITACIÓ EN FORMA LÍQUIDA

**PLUGIM:** Precipitació de gotetes d'aigua en forma líquida amb un diàmetre inferior als 0,5 mm. En la caiguda, el vent dispersa les gotes per tot arreu a causa de la massa reduïda d'aquestes.

**PLUJA:** Precipitació de gotes d'aigua en forma líquida, amb una caiguda contínua i uniforme. El diàmetre oscil·la entre els 0,5-2 mm arribant en algunes ocasions als 4 mm.

**XÀFEC:** Tipus de precipitació on les gotes poden estar en estat líquid, o bé en estat sòlid i líquid conjuntament. El diàmetre ha de superar els 3 mm. La precipitació cau de manera sobtada i en un interval de temps relativament curt.

#### 8.1.5.2. DIFERENCIACIÓ DEL TIPUS DE PRECIPITACIÓ EN FORMA LÍQUIDA

TIPUS DE PRECIPITACIÓ	CARACTERÍSTIQUES	DIÀMETRE
PLUGIM	Gotes molt petites que cauen en totes direccions. Estat líquid.	0,5 mm
PLUJA	Gotes mitjanes que cauen contínua i	0,5-4 mm

TIPUS DE PRECIPITACIÓ	CARACTERÍSTIQUES	DIÀMETRE
	uniformement. Estat líquid.	
<b>XÀFEC</b>	Precipitació amb gotes grans que cauen de forma sobtada i en poc temps. Estat líquid o sòlid-líquid.	4 mm

### 8.1.5.3. TEORIA DE BERGERON-FINDEISEN

#### PROCÉS DE FORMACIÓ DE LA PRECIPITACIÓ

Per la formació de les gotetes que formen els núvols, que posteriorment originen la precipitació, és imprescindible la presència dels nuclis de condensació<sup>14</sup>. Al voltant dels nuclis, el H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub> es condensa i forma el que coneixem com les gotetes dels núvols.

Hem de recordar que els núvols no estan formats únicament per gotetes en estat líquid, sinó que també poden estar formats per partícules d'aigua en estat sòlid. El mecanisme de formació de núvols amb gotes en estat sòlid, és molt similar al de les gotes en estat líquid.

Aquestes han de tenir el suport dels anomenats nuclis de congelació<sup>15</sup>. Per completar aquest procés la temperatura a l'interior del núvol ha de ser inferior als -10 °C.

Si no existís els nuclis de condensació i congelació, no es podrien formar els núvols, ja que requeririen la presència d'humitats absolutament altes impossibles d'aconseguir en la natura.

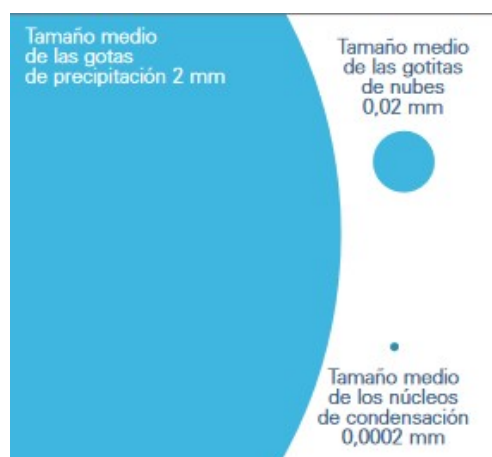


Figura 20. Comparació de la mida de les gotes de precipitació, les gotetes dels núvols i els nuclis de condensació.

Després de la formació d'aquestes petites gotes d'aigua, el xoc continu amb altres gotetes fa augmentar la mida fins que la massa és prou gran per precipitar (Fig. 20).

### 8.1.6 NEU

La neu és la precipitació en forma sòlida composta per un conjunt de cristalls de gel microscòpics que en ajuntar-se entre si, formen els anomenats flocs o volves de neu.

La formació de la neu comença a les capes més altes dels núvols on la temperatura és molt inferior als 0°C . En aquesta altitud es formen els cristalls de gel primaris<sup>16</sup> , a mesura que precipiten es van unint amb altres cristalls de gel. Durant la caiguda es van formant les volves de neu.

La velocitat de caiguda d'aquests flocs de neu oscil·la entre els 30 cm/s, quan són volves petites sense molta massa, fins als 80 cm/s quan tenen una mida molt més gran.

#### 8.1.6.1. CONDICIONS PER LA FORMACIÓ DE NEU

- Una humitat elevada a les capes altes del núvol. Si la humitat no és el prou elevada, els cristalls de gel sublimarien<sup>17</sup> abans d'ajuntar-se amb altres cristalls de gel.
- Una temperatura inferior als 0°C però no molt baixa perquè sinó, no es crearien flocs de neu. Si la temperatura és molt més baixa que el punt de congelació<sup>18</sup> , els cristalls estarien formats per cristalls de gel sense humitat , i no es podrien ajuntar entre si. Els lligams entre les petites partícules de gel són possibles gràcies a la presència d'humitat. Aquesta humitat, amb una temperatura baixa, crea el que es coneix com a ponts d'unió. La humitat present en l'aire, es congela formant aquests ponts entre els cristalls de gel.



## 8.1.7. PRECIPITACIONS EN FORMA DE GEL

### 8.1.7.1 CALAMARSA

Partícules esfèriques de gel dur que precipiten dels núvols convectius<sup>19</sup>. L'estructura interna de la calamarsa mostra una alternança de capes de gel que solen ser concèntriques. El diàmetre de la partícula no pot superar els 10 mm (Fig. 21).



Figura 21. Imatge d'una calamarsada.

### 8.1.7.2 PEDRA

La pedra és molt similar a la calamarsa, l'únic aspecte que les diferencia és el seu diàmetre. Quan aquest supera els 10 mm ja es considera pedra.

Partícules esfèriques de gel dur que precipiten dels núvols convectius. L'estructura interna de la pedra mostra una alternança de capes de gel que solen ser concèntriques. El diàmetre de la partícula ha de superar els 10 mm (Fig. 22).



Figura 22. Imatge on es pot observar la grandària de la pedra en comparació amb una moneda d'un euro.

### 8.1.7.3. CALABRUIX

Tipus de precipitació formada per partícules de gel de color blanc opac i de forma esfèrica (Fig. 23). En el seu interior hi ha un elevat contingut d'aire. A causa d'aquesta gran concentració d'aire, el calabruix té una baixa duresa. El seu diàmetre és petit en comparació amb la calamarsa i la pedra, aquest oscil·la entre els 1-5 mm.



Figura 23. Imatge d'una calabruixada.

El calabruix és considerat com un tipus de calamarsa tova.

Aquest tipus de precipitació en forma sòlida només es pot produir en les estacions de l'any amb temperatures baixes. En les nostres latituds, es pot observar durant l'hivern o principis de primavera.

### PROCÉS DE FORMACIÓ DE LA CALAMARSA I LA PEDRA

El procés de formació de les precipitacions en forma de gel només es poden crear quan hi ha núvols de tempesta.

Aquest procés comença amb les gotes d'aigua líquida que s'han format per la condensació. Els corrents ascendents del cumulonimbus arrosseguen les partícules d'aigua fins a la isoterma 0<sup>20</sup>.



Figura 24. Procés de formació de les partícules de gel en un núvol convectiu.

A partir d'aquí les gotetes d'aigua es congelen

formant una partícula de gel que serà el nou nucli de la calamarsa o la pedra, segons la mida. En la part més alta del cumulonimbus, moltes gotes en subfusió<sup>21</sup> impactaran contra la partícula de gel, just en aquest instant es congelaran formant una capa de gel al voltant del nucli. Quan la massa és suficientment gran, les partícules de gel començaran a caure, ja que la força pes de les partícules és superior a la força dels corrents ascendents (Fig. 24).

En el transcurs de la seva caiguda, part del seu embolcall<sup>22</sup> es fon alhora que s'incorporen noves gotes a la partícula. Normalment, aquesta partícula és captada de nou pels corrents ascendents. Com que els corrents ascendents l'han captat, es repetirà el procés i la pedra/calamarsa encara es farà més gran.

Aquest procés es pot repetir diverses vegades fins que els corrents no puguin fer ascendir a l'esfera de gel.

## 8.2. LITOMETEORS

### 8.2.1 CALITJA

La calitja també és coneguda amb el nom de boira seca. Aquest fenomen atmosfèric està relacionat amb la presència de pols i partícules sòlides en suspensió.

Aquest fenomen se sol produir al sud d'Europa. Es genera gràcies al pols provinent del desert del Sàhara.

Aquest pols s'incorpora a l'atmosfera a causa del vent i a la baixa humitat del

terreny. La calitja és típica dels mesos d'estiu en les nostres latituds. La humitat no pot superar el 70%.

La calitja no només està produïda pel pols de les zones continentals sinó que també per partícules molt petites de sal provinents de mar o fins i tot contaminants.

Quan totes aquestes partícules es troben en suspensió en l'horitzó, generen un vel que dificulta la visió i crea una mena d'opacitat a l'hora de veure el paisatge. La visibilitat oscil·la entre 1-10 km. Aquest vel se situa a una altura entre 500 a 2000m sobre el nivell del mar, per aquest motiu no es pot observar en les zones d'alta muntanya.

Quan tenim presència de calitja a la península Ibèrica, la radiació solar que incideix a la superfície terrestre es veu minvada, en conseqüència les temperatures màximes no són tan elevades.



Figura 25. Imatge on es pot veure un paisatge amb calitja. La visibilitat no es veu molt afectada.

## 8.3 EOLOMETEORS

### 8.3.1. ESCLAFIT

Un esclafit és un breu i sobtat corrent d'aire descendent. Els esclafits tenen lloc quan hi ha tempestes del tipus convectiu<sup>23</sup>. Es produeix quan hi ha un descens bruscat d'una massa d'aire cap a la superfície terrestre. Aquesta baixada sobtada de l'aire ve deguda a la dinàmica interna de les tempestes convectives.



Figura 26. Representació de la caiguda d'un avió si hi hagués un esclafit.

Aquest descens vertical de l'aire es produeix a la part central del cumulonimbus<sup>24</sup>, en el descens, la massa d'aire pot anar acompanyada de precipitació o no. Normalment, si hi ha presència de precipitació, aquesta serà en forma sòlida i líquida.

L'esclafit és un fenomen local, amb unes dimensions que oscil·len entre 1 a 10 km<sup>2</sup>. Els esclafits són molt efímers, la seva durada no supera els 10 minuts.

L'esclafit més virulent que s'ha enregistrat, la velocitat del vent va arribar als 270 km/h. En l'aviació, els esclafits són molt perillosos perquè poden fer que l'avió caigui sense que el pilot pugui fer res (Fig. 26). Per això, els pilots han de



Figura 27. Imatge d'un ordinador de cabina on es mostra la situació atmosfèrica. La zona vermella mostra una tempesta del tipus cumulonimbus, és possible que en el seu interior hi hagi algun esclafit.

tenir nocions bàsiques de meteorologia i saber interpretar els mapes que tenen en l'ordinador de cabina. En aquest ordinador, són informats de la situació de l'atmosfera (Fig. 27).

Els esclafits es poden formar de tres formes diferents, a continuació les explicarem.

### 8.3.1.1. PROCÉS DE FORMACIÓ DELS ESCLAFITS

#### ○ ESCLAFITS SECS

Es produeix quan hi ha el descens d'una massa d'aire de les capes superiors de l'atmosfera, en un ambient extraordinàriament sec. En aquest procés hi ha una gran manca d'humitat en totes les capes de l'atmosfera, incloent la troposfera<sup>25</sup>. Els esclafits secs es produeixen quan hi ha presència de núvols cumuliformes<sup>26</sup> aïllats. La base del núvol ha de ser alta i l'activitat elèctrica nul·la.

#### ○ ESCLAFITS HUMITS

Aquests tipus d'esclafits són els més desconeguts, la dinàmica interna és molt complexa. Aquests es produeixen quan hi ha tempestes molt virulentes amb precipitacions molt intenses. La tempesta està formada per núvols del tipus cumulonimbus en què la base està molt propera al terra. Es produeixen amb atmosferes molt humides, properes a zones d'influència marítima o llacs molt grans. Després de l'esclafit, la temperatura a la superfície terrestre es veu altament minvada.

#### ○ ESCLAFITS CÀLIDS

Aquests esclafits es produeixen en situacions de molt baixa humitat i situació d'inversió tèrmica<sup>27</sup> en les capes baixes de la troposfera. Després de l'esclafit, hi ha un extraordinari ascens tèrmic a l'altura del sòl i una disminució molt marcada de la humitat relativa a nivell del terra.

### 8.3.2 TORNADOS

Els tornados són un dels fenòmens meteorològics més violents que hi ha a la natura. Un tornado és una columna d'aire que gira de forma ràpida i violenta sobre si mateixa. El sentit de rotació en l'hemisferi nord és antihorari, per contra, en l'hemisferi sud el sentit de rotació és horari.

Aquests fenòmens de la natura tenen forma d'embut amb un diàmetre més o menys gran. Els tornados es formen a la base dels cumulonimbus, a causa de la gran velocitat de rotació de les masses d'aire. Els tornados estan associats amb tempestes molt potents, anomenades supercèl·lules<sup>28</sup>.

#### 8.3.2.1. PROCÉS DE FORMACIÓ D'UN TORNADO

Els tornados es formen quan una massa d'aire calent i humit es topa amb una altra amb aire fred i sec. En aquest xoc, es generen fortes tempestes que generen diferències de pressions a l'interior del núvol de tempesta. A causa d'aquesta diferència de pressió, el tornado xucla tot el que es troba al seu camí. Els cumulonimbus poden arribar a una altura de 13 km. Gràcies a aquesta altura, entre la part més alta i la més baixa, es generen grans vents, que juntament amb el diferencial de pressió generen l'embut.

#### 8.3.2.2. DIFERENCIACIÓ DELS TORNADOS I ELS ESCLAFITS

Els tornados i els esclafits són difícils d'observar, però generen grans vents i deixen visibles conseqüències.

En un tornado, el vent es mou en una trajectòria circular. Com que la rotació de l'aire en l'embut del tornado és circular, el rastre de les destrosses és irregular. Després que hagi passat el tornado, els objectes estan trencats en totes direccions, per exemple, els arbres cauen a dreta i esquerra.

En el cas dels esclafits, la direcció del vent només és una. Les destrosses sempre tindran la mateixa direcció, en el cas dels arbres sempre estaran trencats en un mateix sentit.

#### 8.3.3. MÀNEGUES MARINES

Les mànegues marines són molt semblants als tornados, aquestes es generen sobre el mar. Aquestes poden afectar les zones costaneres encara que no és molt usual.

Les mànegues marines presenten moltes similituds amb els tornados, encara així, hi ha algunes diferències.

Les mànegues marines són columnes d'aire que giren ràpidament en un eix vertical, aquestes han d'estar sobre el mar. Els fiblons<sup>29</sup>, es generen en presència de cúmulus congestus<sup>30</sup> o cumulonimbus. Per la formació d'una mànega marina, no es requereixen tempestes tan fortes o virulentes com per la formació d'un tornado. Els fiblons, al provenir de tempestes menys fortes, no són tan destructors com els mateixos tornados. Les mànegues marines poden tenir una vida de fins a 15 minuts.

El període de màxima activitat dels fiblons és la primera meitat de setembre, quan l'aigua del Mediterrani està més calenta. A conseqüència del canvi climàtic, les mànegues marines es podran formar amb més regularitat i amb una potència molt major.

## 8.4. ELECTROMETEORS

Abans de parlar dels electrometeors, haurem de definir diversos conceptes físics relacionats amb l'electricitat.

### 8.4.1. IONITZACIÓ

Normalment, la matèria és elèctricament neutra, és a dir, no té càrrega elèctrica. Tot el que ens envolta, està format per àtoms<sup>31</sup>, quan els àtoms són neutres, vol dir que tenen el mateix nombre de protons<sup>32</sup> i electrons<sup>33</sup>. Els electrons es troben a la zona més superficial de l'àtom, en algunes ocasions, en aplicar energia, els àtoms neutres perden un electró convertint-se en cations<sup>34</sup>.

Quan un àtom (A) perd un electró, aquest electró passa a l'atmosfera, en aquest moment, un altre àtom (B) adquireix aquest electró, convertint-se en un anió<sup>35</sup>.

### 8.4.2. CIRCUIT ELÈCTRIC GLOBAL TERRESTRE

El circuit global terrestre és el moviment d'ions que existeix entre la superfície terrestre i l'alta atmosfera. Un resultat gràfic és la formació de llamps i llampecs.

Aquests es produeixen per tenir diferent potencial elèctric<sup>36</sup> entre la superfície terrestre i la capa més alta de l'atmosfera. En aquest moment, es generen descàrregues elèctriques per equilibrar la càrrega elèctrica dels àtoms.

### 8.4.3. LLAMPECS

Els llampecs són descàrregues elèctriques entre dos núvols o ve entre zones del mateix núvol que tenen potencial elèctric diferent.

Els llampecs es produeixen dins o entre núvols de tempesta, la descàrrega elèctrica mai pot tocar terra.

Els llampecs es produeixen quan hi ha núvols de tempesta del tipus cumulonimbus. La part inferior està carregada negativament alhora que la superior té càrrega elèctrica positiva. Els llampecs es produeixen quan la diferència de potencial entre la base i la part superior és prou gran. També es produeix quan hi ha una diferència de potencial suficientment gran entre dues parts del mateix núvol.

### 8.4.4. LLAMPS

Un llamp és un fort corrent elèctric que es produeix entre zones amb càrrega elèctrica diferent. L'origen d'aquest corrent elèctric és a l'interior del cumulonimbus i el final sempre és el terra. El corrent elèctric s'estableix entre el núvol i el terra.

### 8.4.5. LLAMPONS

Un llampó és una descàrrega elèctrica de núvol a núvol o entre núvol i terra. En aquest procés, la llum pròpia de la descàrrega es veu alterada i no es pot observar amb claredat. Aquest fenomen es produeix quan hi ha núvols baixos que dificulten la propagació de la llum.

### 8.4.6. TRONS

Quan hi ha una descàrrega elèctrica, l'aire que envolta a aquesta, pot arribar a temperatures molt altes de fins a 50.000 °C.



En aquestes situacions l'aire s'escalfa en mil·lèsimes de segon, produint una dilatació i posteriorment una contracció molt gran en molt poc temps. Aquesta dilatació és un procés caòtic que fa que les partícules d'aire xoquin entre elles formant ones sonores molt potents. Aquestes ones sonores són el que coneixem com trons.

## 9. COMPONENTS DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA

### 9.1. INSTRUMENTS MESURADORS

#### 9.1.1. TERMÒMETRE

El termòmetre és l'instrument mesurador encarregat de quantificar temperatura ambient de l'aire. La temperatura està relacionada amb l'agitació de les partícules de l'aire. Com major agitació hi hagi entre aquestes partícules, major serà la temperatura.

El termòmetre de l'estació meteorològica està prenent constantment dades. Aquestes dades són transmeses a l'ordinador on s'emmagatzemen.

L'avantatge de tenir l'estació meteorològica connectada a l'ordinador és que podrem saber la temperatura a qualsevol moment del dia. També podem accedir a les màximes i mínimes sense gaires problemes. En el passat era impossible saber la temperatura en un moment concret del dia si no estaves davant del termòmetre, com sabem, en l'actualitat ja no passa això. Fa uns anys, mirar la temperatura màxima i mínima era molt pesat perquè havies d'anar cada dia a veure dos termòmetres. Aquests dos termòmetres eren el de temperatura màxima i mínima que marcaven la temperatura rècord del dia.

#### 9.1.2. HIGRÒMETRE

Aquesta part de l'estació s'encarrega de mesurar la humitat relativa de l'aire. Aquesta informació va a la torre de control i és processada.

A partir de la dada de la humitat relativa, mitjançant lleis de la termodinàmica, es pot calcular la temperatura de rosada. Aquesta dada és proporcionada per l'estació meteorològica.

### 9.1.3. BARÒMETRE

El baròmetre és la part més cara de l'estació meteorològica. La finalitat d'aquest és enregistrar la pressió atmosfèrica en la superfície on es troba. Aquesta pressió disminueix amb l'altitud, és per això que vam haver d'indicar a quina altura respecte del mar es troba l'estació meteorològica.

### 9.1.4. ANEMÒMETRE

L'anemòmetre és l'aparell dissenyat per mesurar la rapidesa amb què una massa d'aire es desplaça. És a dir, mesura la velocitat del vent mitjançant la velocitat de rotació de les cassoletes.

### 9.1.5. PENELL

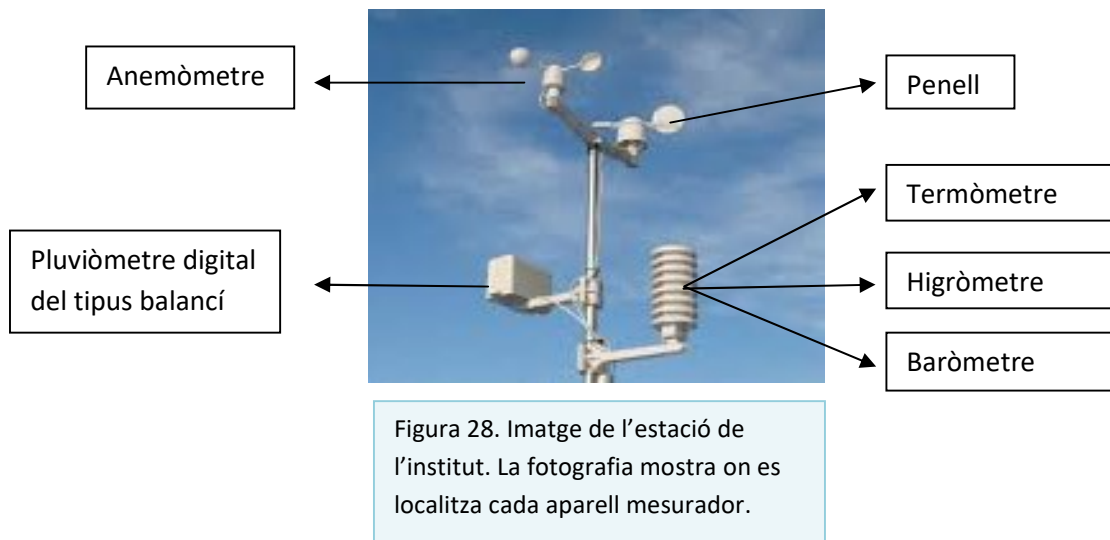
El penell estudia l'origen del moviment de les masses d'aire. Indica la direcció i el sentit del vent i aquesta és expressada en la rosa dels vents.

### 9.1.6. PLUVIÒMETRE

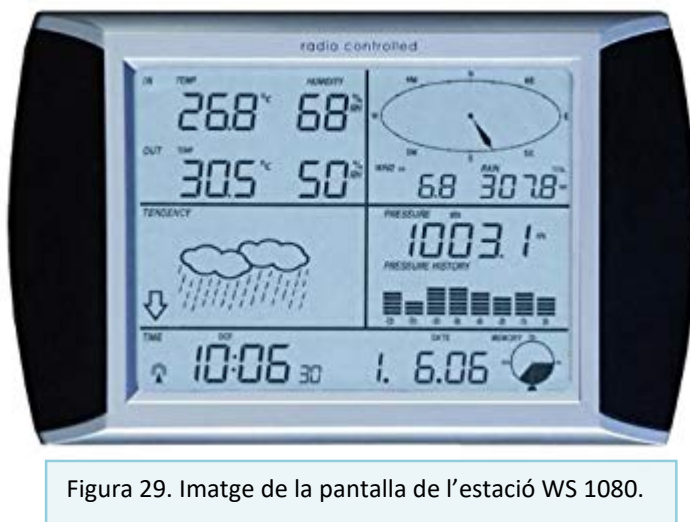
El pluviòmetre és l'aparell meteorològic encarregat de mesurar la precipitació caiguda en forma líquida en un punt i temps determinat.

El pluviòmetre digital és aquell que no necessita la contínua supervisió humana per estudiar la precipitació. Aquest tipus d'udòmetre<sup>37</sup>, està connectat a un ordinador. A l'estar connectat a l'ordinador li transfereix periòdicament la informació. Normalment, els pluviòmetres digitals són del tipus balancí. L'aigua cau a un embut i es conduïda a una petita cassoleta. Aquesta s'omple fins a una certa quantitat prèviament definida pel fabricant. Quan la cassoleta s'omple, aquesta baixa i toca un sensor.

Segons la quantitat de vegades que s'ha omplert aquest magatzem, l'estació meteorològica serà capaç de calcular la quantitat de pluja caiguda.



## 9.2. PANTALLA



La pantalla és l'encarregada de mostrar les dades meteorològiques en temps real. En el nostre cas, al tenir el model FROGGIT WS 1080, la pantalla es pot il·luminar per si mateixa.

## 10. UBICACIÓ DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA

Per instal·lar correctament l'estació meteorològica haurem de seguir les recomanacions de l'Organització Mundial de Meteorologia (OMM). Intentarem seguir aquestes recomanacions per tal que les nostres dades siguin el 100% fiables.

### 10.1. UBICACIÓ DEL TERMÒMETRE

El termòmetre és un dels aparells més delicats de l'estació meteorològica. Si no s'ubica correctament, les dades que proporcionarà seran errònies.

- Ha d'estar allunyat d'objectes que produeixin calor o fred de forma artificial.
- Ha d'estar situat sobre un terreny pla.
- El sensor ha d'estar muntat en una gàbia meteorològica ventilada.
- L'altura respecte la superfície plana més propera, ha de ser entre els 1,25 metres i els 2 metres.
- Si la gàbia meteorològica té un panell solar fotovoltaic, a aquest no el pot donar l'ombra.

#### **ASPECTE MÉS IMPORTANT**

El termòmetre ha d'estar a una distància horitzontal que sigui el doble de la distància vertical de l'objecte més proper i més alt. Per exemple, si tenim un arbre de 5 metres d'altura, l'estació l'haurem de col·locar al doble de metres, es a dir a 10 metres.

### 10.2. UBICACIÓ DE L'HIGRÒMETRE

- Ha d'estar situat sobre un terreny pla.
- El sensor ha d'estar muntat en una gàbia meteorològica ventilada.
- L'altura respecte de la superfície plana més propera, ha de ser entre els 1,25 metres i els 2 metres.

### **ASPECTES MÉS IMPORTANTS**

De cara a la humitat, es recomana que aquest estigui allunyat 15 metres d'emissors d'humitat tals com fonts, rius, etc.

En aquest cas, l'higròmetre també ha d'estar a una distància horitzontal que sigui el doble de la distància vertical de l'objecte més alt. Per exemple si tenim un edifici de 15 metres, l'higròmetre s'ha de situar a 30 metres de distància respecte de l'edificació.

### **10.3. UBICACIÓ DEL PLUVIÒMETRE**

El pluviòmetre és el sensor que ens permet mesurar la pluja caiguda. Per això és important que no hi hagi obstacles propers perquè pot afectar la recollida de les gotes de pluja. Això és degut al fet que de vegades podem tenir pluges amb tendència lateral i poden venir les gotes amb un cert angle d'inclinació a causa del vent.

- L'altura respecte la superfície plana més propera ha de ser entre els 1,2 metres i els 1,8 metres.
- El pluviòmetre ha d'estar perfectament anivellat amb el terra.
- Ha d'estar allunyat de zones on pot rebre esquitxades, per exemple, no pot estar proper al reg automàtic per aspersió.

### **ASPECTE MÉS IMPORTANT**

El pluviòmetre ha d'estar a una distància horitzontal que sigui quatre vegades la distància vertical de l'obstacle més proper i més alt.

### **10.4. UBICACIÓ DE L'ANEMÒMETRE**

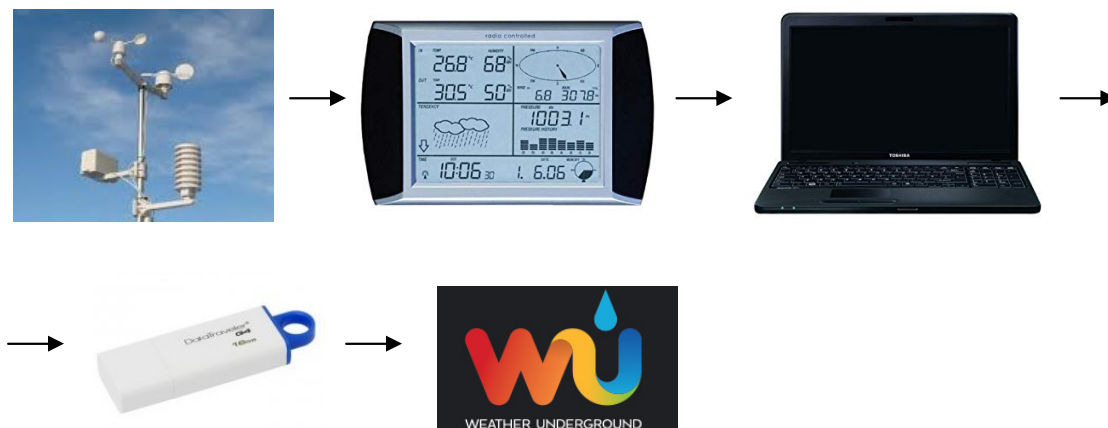
L'anemòmetre ha d'estar a una distància horitzontal que sigui deu vegades la distància vertical de l'obstacle més alt.

## 11. FUNCIONAMENT DE L'ESTACIÓ METEOROLÒGICA

L'estació meteorològica FROGGIT WS 1080 està constantment prenent dades de les condicions meteorològiques a l'institut \*\*\*\*\*. Cada 30 segons aquestes dades són mesurades per l'estació. En aquest interval de temps, les dades són enviades a la pantalla per facilitar la lectura de les condicions de l'atmosfera. Les dades van a la pantalla LCD mitjançant la transmissió per radiofreqüència. Els sensors de l'estació han d'estar com a màxim a 100 metres de la pantalla perquè sinó el senyal no arriba al receptor.

Gràcies a que la pantalla de l'estació és tàctil, podem posar alarmes, introduir informació, etc. Aquest panell té un magatzem d'informació que podrà guardar fins a 5.000 registres d'informació. Quan el magatzem estigui ple, podem posar totes les dades a un ordinador o a un llapis portàtil (USB). La informació passa del panell de control a l'ordinador mitjançant un cable USB. Aquestes dades les podem pujar a Internet gràcies al Software. En el nostre cas, pugem les nostres dades a dues aplicacions, Weather Underground i Weathercloud.

1. L'estació pren les dades.
2. Aquestes s'envien a la pantalla.
3. S'emmagatzemen a la pantalla.
4. Les dades passen a l'ordinador mitjançant el cable USB.
5. S'emmagatzemen a l'ordinador o a un USB.
6. Es pugen a Internet.



## 12. SOFTWARE

Quan vam adquirir l'estació meteorològica, també vam adquirir un Software. Aquest venia incorporat en el contingut del paquet i ja estava inclòs en el preu total del producte.

El que ens permet el Software és analitzar de forma online tots els paràmetres enregistrats per l'estació meteorològica. Ens permet veure l'historial de dades i la tendència meteorològica<sup>38</sup>. Aquestes dades les podem estudiar quan vulguem, ens indicaran l'hora i el dia en què es van mesurar.

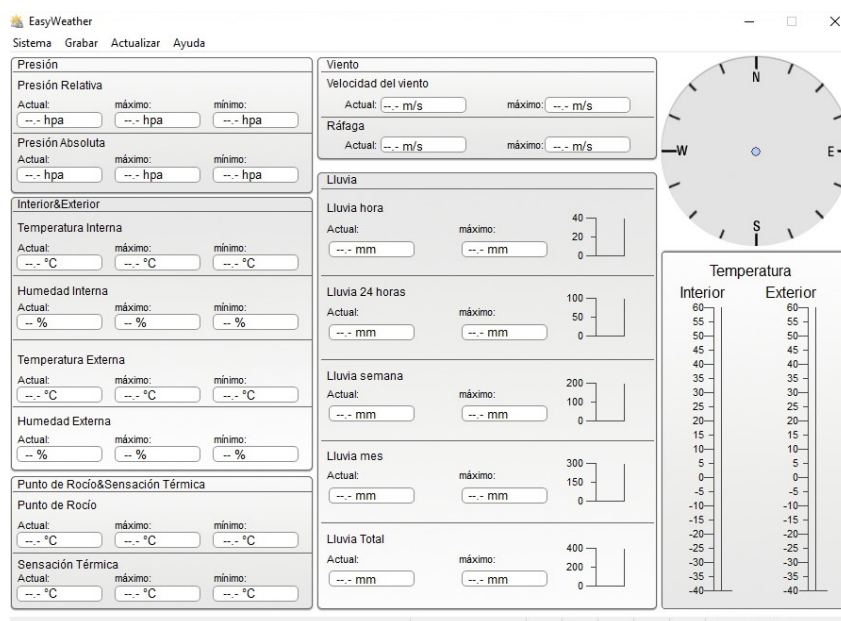


Figura 30. Imatge del software on es poden veure totes les variables atmosfèriques mesurades per l'estació de l'institut \*\*\*\*\*.

## 12.1. PRESSIÓ

Presión		
Presión Relativa		
Actual:	máximo:	mínimo:
-- hpa	-- hpa	-- hpa
Presión Absoluta		
Actual:	máximo:	mínimo:
-- hpa	-- hpa	-- hpa

Figura 31. La figura mostra la pressió relativa i la pressió absoluta.

podem canviar manualment als paràmetres del programari.

## 12.2. TEMPERATURA I HUMITAT

Interior&Exterior		
Temperatura Interna		
Actual:	máximo:	mínimo:
-- °C	-- °C	-- °C
Humedad Interna		
Actual:	máximo:	mínimo:
-- %	-- %	-- %
Temperatura Externa		
Actual:	máximo:	mínimo:
-- °C	-- °C	-- °C
Humedad Externa		
Actual:	máximo:	mínimo:
-- %	-- %	-- %

Figura 32. Es pot veure la humitat i temperatura tant interior com exterior.

d'una forma senzilla. En el cas de la humitat, no es poden canviar les unitats, és un percentatge.

Aquí apareix el punt de rosada i la sensació tèrmica<sup>41</sup>. Hem de recordar que el punt de rosada, és la temperatura en què la humitat relativa de l'aire arriba al 100%.

El software ens permet veure la pressió relativa<sup>39</sup> i la pressió absoluta<sup>40</sup> en temps real (Fig. 31).

També podem observar la pressió màxima i la mínima que ha mesurat en tot el temps que ha estat mesurant dades. Les unitats les

podem canviar manualment als paràmetres del programari. En aquest apartat del programa, podem veure les dades tant de l'exterior com de l'interior de casa nostra (Fig. 32). Es mostra la mesura de la temperatura i la humitat tant exterior com interior. En aquest cas, les dades de l'interior de la llar estan en la part superior, per contra, les dades de l'exterior es troben a la part inferior. Com passa amb la pressió, podem canviar les unitats



Punto de Rocío&Sensación Térmica		
Punto de Rocío		
Actual: <input type="text" value="--. °C"/>	máximo: <input type="text" value="--. °C"/>	mínimo: <input type="text" value="--. °C"/>
Sensación Térmica		
Actual: <input type="text" value="--. °C"/>	máximo: <input type="text" value="--. °C"/>	mínimo: <input type="text" value="--. °C"/>

Figura 33. Es mostra els valors de les variables del punt de rosada i la sensació tèrmica.

Com en els casos anteriors, podem saber el màxim i el mínim històric. Podem canviar les unitats de l'escala Celsius a l'escala Fahrenheit (Fig. 33)

### 12.3. VENT

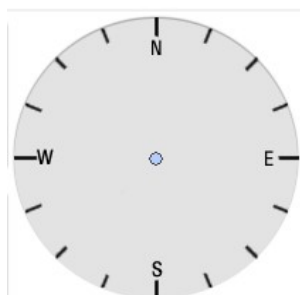
Viento	
Velocidad del viento	
Actual: <input type="text" value="--. m/s"/>	máximo: <input type="text" value="--. m/s"/>
Ráfaga	
Actual: <input type="text" value="--. m/s"/>	máximo: <input type="text" value="--. m/s"/>

Figura 34. S'observa les variables de la velocitat i la ràfega de vent.

En aquesta imatge ens apareixen dues variables, la velocitat del vent i la velocitat de la ràfega de vent (Fig. 34). Quan parlem de velocitat del vent, parlem de la velocitat que adquireix el vent de forma constant.

En canvi, quan parlem d'una ràfega, aquesta adquireix una velocitat més gran que els vents sostinguts. Les ràfegues són efímeres i es produeixen durant períodes de temps molt reduïts. També podem canviar les unitats del vent.

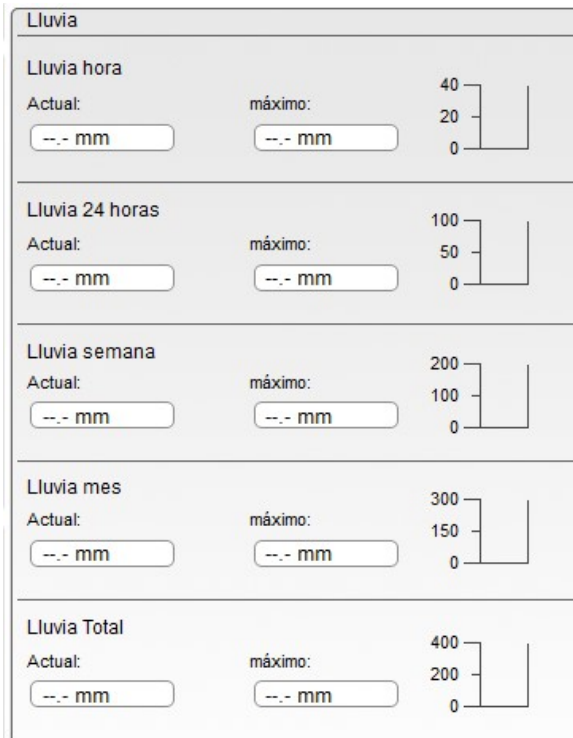
### 12.4. DIRECCIÓ DEL VENT



Per saber l'origen geogràfic del vent, és molt útil utilitzar la rosa dels vents (Fig. 35). La rosa dels vents ens permet tenir una fàcil i ràpida interpretació de les dades. És molt més fàcil representar al software la rosa dels vents que l'origen del vent mitjançant angles.

Figura 35. Rosa dels vents.

## 12.5. PRECIPITACIÓ



En aquesta imatge podem veure com s'enregistra la precipitació caiguda en forma líquida (Fig. 36). Les podem estudiar en diversos espais temporals. De forma horària, diària, mensual, etc. En aquesta variable també som capaços de canviar les unitats.

Figura 36. Acumulació de precipitació en forma líquida en diversos intervals de temps.

## 12.6. AJUSTOS DEL SOFTWARE

Figura 37. Imatge dels ajustos del software.

Podem dir que aquesta imatge és el cervell del Software (Fig. 37). A partir d'aquesta pestanya podem decidir el que volem que aparegui a la pantalla. Podem establir la zona horària, les unitats de mesura, etc.

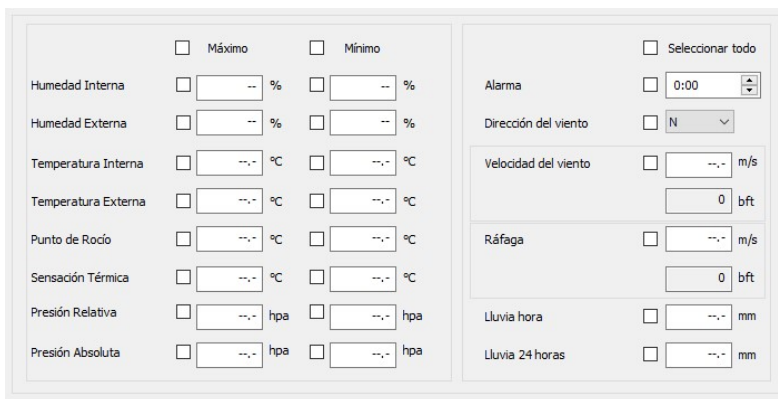
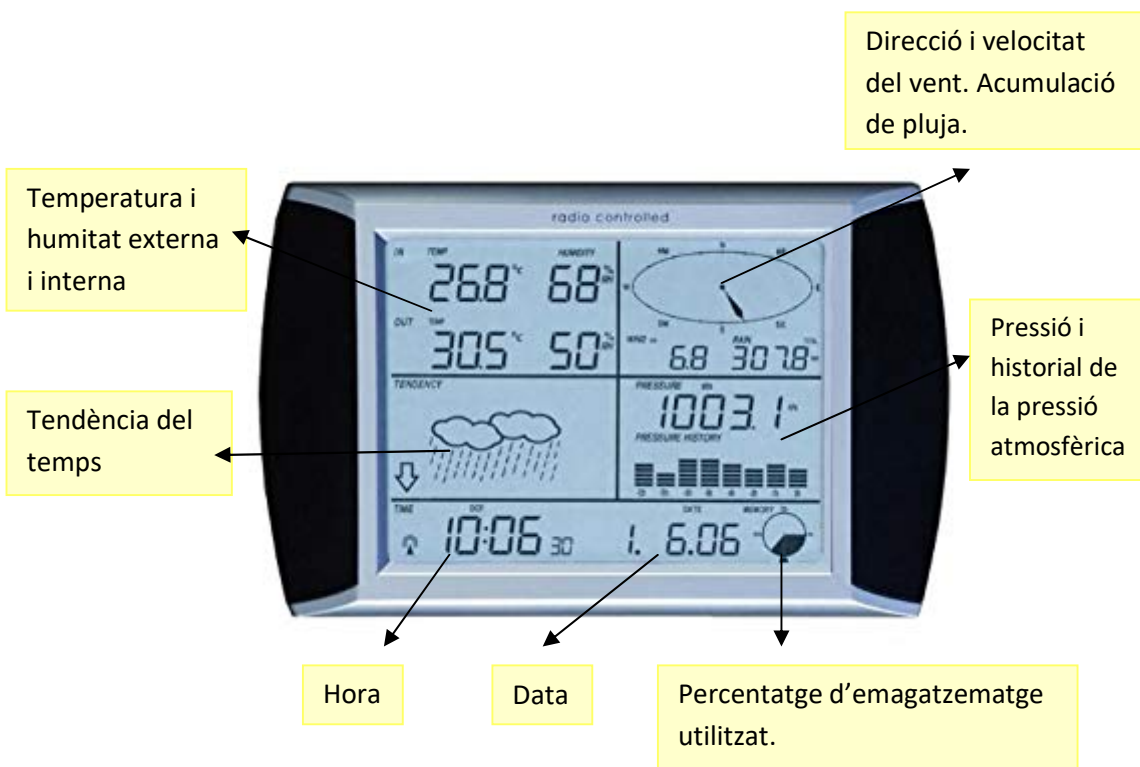


Figura 38. Recull de totes les variables meteorològiques.

Podem veure el recull de totes les variables meteorològiques mesurades per l'estació (Fig. 38). Si ho decidim, podem veure els màxims i mínims històrics de cada variable.

### 13. DESCRIPCIÓ DE LA PANTALLA



#### 13.1. TEMPERATURA I HUMITAT EXTERNA I INTERNA

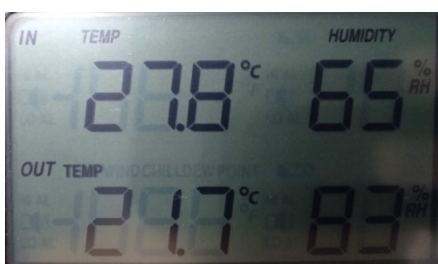


Figura 39. Temperatura i humitat exterior i interior expressada a la pantalla de l'estació.

En aquesta imatge de la pantalla podem observar la informació de la temperatura i humitat tant externa com interna. En la part superior esquerra de la fotografia, s'observa la temperatura interna. En la part superior dreta, veiem la humitat relativa de l'interior de la llar.

A la part inferior esquerra, es pot observar la temperatura enregistrada fora de casa mentre que a la banda dreta es mostra la humitat relativa exterior.

En aquesta part de la pantalla LCD, podem decidir que ens mostri el punt de rosada o la sensació tèrmica en comptes de la temperatura.

També tenim la capacitat de canviar les unitats.

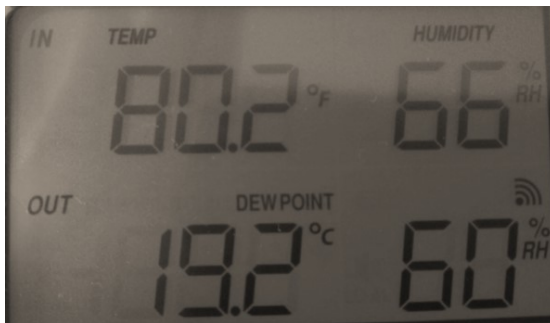


Figura 40. Temperatura interna expressada en graus Fahrenheit, es mostra el punt de rosada exterior en graus Celsius. Es mostra la humitat relativa exterior i interior.

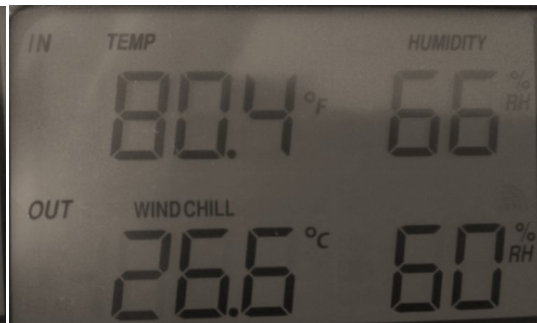


Figura 41. Temperatura interna expressada en graus Fahrenheit, es mostra la sensació tèrmica exterior expressada en graus Celsius. S'observa la humitat relativa exterior i interior.

## 13.2. TENDÈNCIA ATMOSFÈRICA

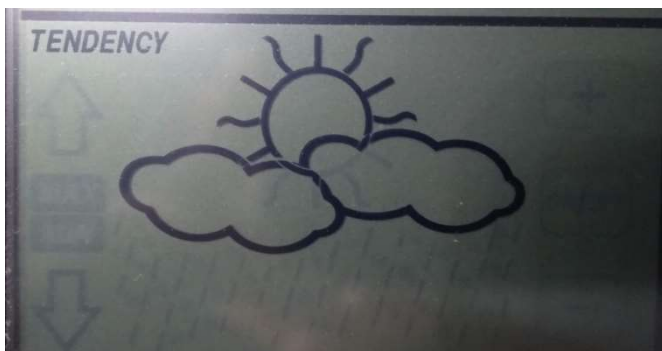


Figura 42. Tendència atmosfèrica amb un horitzó de pronòstic de 24 hores.

En aquesta part de la pantalla, ens mostra la tendència atmosfèrica. Aquesta tendència atmosfèrica té un horitzó de pronòstic ajustable. Pots escollir l'horitzó de pronòstic segons et convingui. Podem decidir entre 12, 24, 48 o 72 hores d'horitzó de pronòstic. Com major sigui l'horitzó de pronòstic, menys ajustada serà la predicció.

### 13.3. HORA, DATA I MEMÒRIA

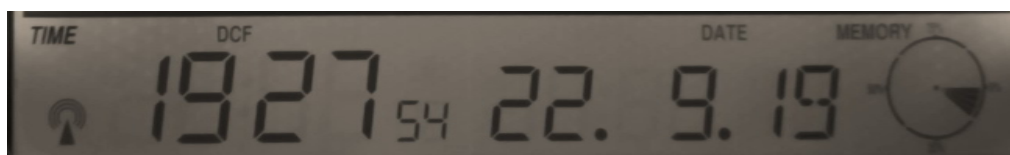


Figura 43. Hora, data i quantitat de memòria.

En la imatge podem veure la data i l'hora. A la part esquerra es pot observar la memòria que queda disponible en la pantalla. En aquest cas, s'ha emmagatzemat un 15% d'informació.

### 13.4. PRESSIÓ I HISTORIAL DE PRESSIÓ



Figura 44. Pressió actual i historial de pressió.

En aquesta part de la pantalla es mostra la pressió i l'historial de pressió. Podem decidir la pressió que volem que ens mostri (pressió absoluta o relativa). També podem canviar les unitats de la pressió.

Respecte a l'historial de pressió, podem decidir que ens mostri de l'actualitat a 24 hores enrere o les 12 hores prèvies a aquest moment.

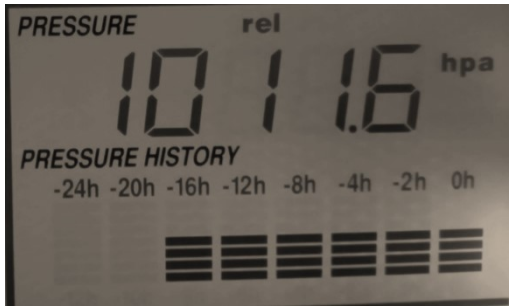


Figura 45. Pressió relativa en hPa.



Figura 46. Pressió absoluta en hPa.



Figura 47. Pressió absoluta en mmHg.



Figura 48. Pressió absoluta en inHg.

### 13.5. PRECIPITACIÓ EN FORMA LÍQUIDA, DIRECCIÓ I VELOCITAT DEL VENT

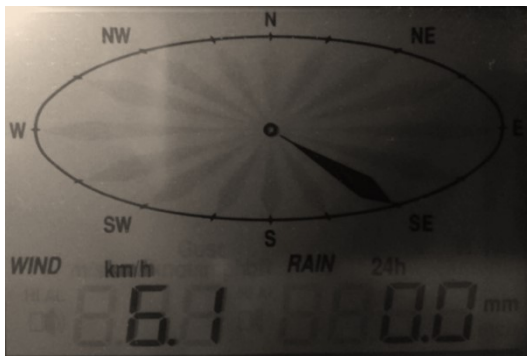


Figura 49. Velocitat del vent en km/h i la seva procedència. Acumulació de precipitació en forma líquida en un interval de temps de 24 hores.

A la part superior de la figura podem veure la procedència del vent representada en la rosa dels vents.

A la part inferior esquerre es mostra la velocitat mitjana del vent. Aquí podem decidir si volem que es mostri la velocitat mitjana o la ràfega de vent. Podem ajustar la unitat segons convingui.



A la part inferior dreta apareix la precipitació en forma líquida caiguda en un determinat període de temps. Aquest període és ajustable a 1 hora, 24 hores, 1 setmana, un mes o el total de la precipitació caiguda.



Figura 50. Velocitat del vent sostingut en km/h. Origen geogràfic del vent i acumulació de precipitació en forma líquida.

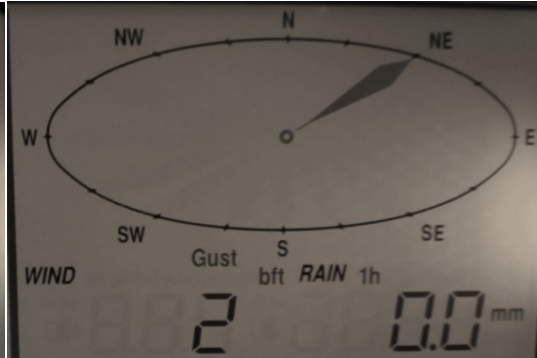


Figura 51. Velocitat de la ràfega de vent en l'escala Beaufort. Origen geogràfic del vent i acumulació de precipitació en forma líquida.

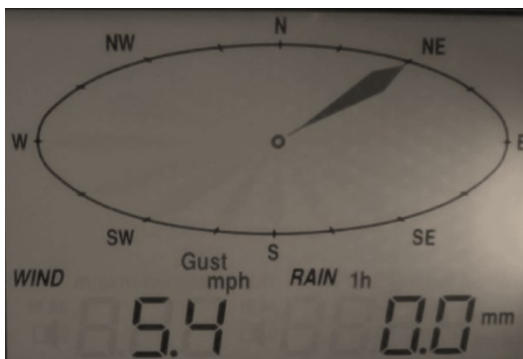


Figura 52. Velocitat de la ràfega de vent en mph. Origen geogràfic del vent i acumulació de precipitació en forma líquida.

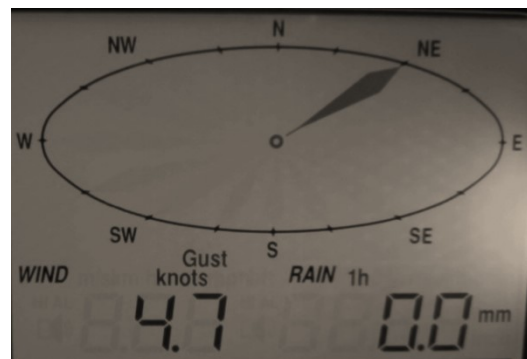


Figura 53. Velocitat de la ràfega de vent en nusos. Origen geogràfic del vent i acumulació de precipitació en forma líquida.

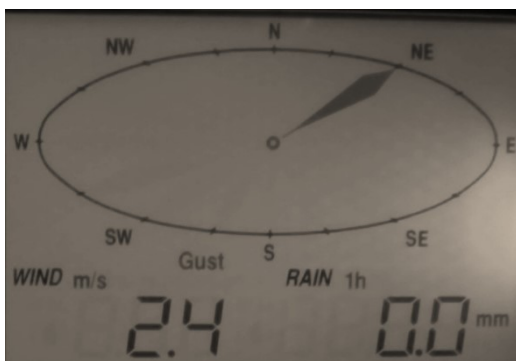


Figura 54. Velocitat de la ràfega de vent en m/s. Origen geogràfic del vent i acumulació de precipitació en forma líquida.

## 14. USOS DE L'ESTACIÓ

### 14.1. GRÀFIQUES

Gràcies al Software que incorpora l'estació, es poden fer gràfiques de fàcil interpretació. Aquestes es poden fer amb els diferents paràmetres mesurats per l'estació. En el treball de camp del projecte de recerca, utilitzarem gràfiques per veure el grau de fiabilitat de les diferents webs meteorològiques respecte de la nostra estació meteorològica.

### 14.2. CONNEXIÓ AMB WEBS METEOROLÒGIQUES



Figura 55. Mapa on es mostra que l'estació de l'Institut està reportant informació a la web Weathercloud.

L'estació meteorològica està connectada amb diversos portals meteorològics. Una d'aquestes webs és Weather Underground, amb la que totes les dades meteorològiques es pugen a Internet. Mitjançant aquesta web, qualsevol persona d'arreu del món pot veure les condicions climatològiques de l'Institut \*\*\*\*\*. Amb aquesta web, es poden crear baners com el que està a la

pàgina web de l'Institut. La informació meteorològica en temps real també està present en Weathercloud.

### 14.3. BÀNER

Un bàner és un tipus de rètol que apareix en les pàgines webs en què pots veure informació. Originàriament, els baners es van crear com a espai publicitari però avui dia es pot utilitzar per a moltes altres coses. En relació amb el nostre treball, el bàner proporciona la informació meteorològica en temps real.



Figura 56. Bàner on es mostra la informació meteorològica de la temperatura, velocitat i direcció del vent en temps real.



Aquest bàner es va inserir en la pàgina web de l'institut el 04/02/2019 (Fig.57).



Figura 57. Bàner on es mostra totes les variables mesurades a l'institut \*\*\*\*\*.

## 15. METEOROLOGIA PER MATEMÀTIQUES

Els meteoròlegs són els encarregats d'exposar els resultats dels mapes i les prediccions meteorològiques d'una forma objectiva i sense ambigüitats. Aquesta informació arriba a l'usuari d'una forma clara i entenedora gràcies als mitjans de comunicació i aplicacions meteorològiques.

Quan fem referència a la meteorologia per matemàtiques, en realitat estem parlant dels models meteorològics<sup>42</sup> que utilitzen les matemàtiques per fer les previsions.

Els models numèrics<sup>43</sup> s'anomenen així perquè fa càlculs molt complicats a partir de postulats físics.

La predicció numèrica en l'actualitat és molt important per fer qualsevol pronòstic meteorològic, amb l'excepció de les previsions a molt curt termini.

La predicció numèrica del temps consisteix a fer una simulació de l'estat de l'atmosfera en el futur. Aquesta simulació veu l'evolució de les variables meteorològiques gràcies a l'ús dels models matemàtics.

Aquests models es formulen d'acord amb les lleis físiques que regeixen el comportament de l'atmosfera i constitueixen un sistema d'equacions. Aquestes equacions tenen una gran complexitat, per aquest motiu només es poden resoldre de forma aproximada mitjançant l'ús d'ordinadors molt potents. L'abast temporal màxim pel qual es resolen aquestes equacions es coneix com a horitzó de pronòstic.

## 15.1 TÈCNICA NUMÈRICA

Fer la predicció meteorològica de tota l'atmosfera és impossible, per això es fa la predicció en uns determinats punts de l'espai. En fer la predicció a uns quants punts, es redueix considerablement el temps de càlcul. Aquests punts estan distribuïts de tal forma que configuren una malla tridimensional. Quan la distància entre els punts disminueix, el model meteorològic és capaç de simular d'una forma més explícita i amb major resolució els fenòmens i variables atmosfèriques. La distància entre els punts també és anomenada pas de malla. Si disminuïm la distància entre els punts, augmenta el temps de càlcul de la simulació.

Els processos físics que no es poden resoldre amb el model, són estimats mitjançant parametritzacions. Les parametritzacions són un conjunt de fórmules matemàtiques que intenten representar de manera aproximada fenòmens d'escala petita tals com: núvols, fluxos radiatius, turbulències, conveccions, etc.

Tots els models meteorològics es basen en les mateixes lleis físiques, però entre models existeixen diferències. Aquestes diferències són degudes a la seva formulació matemàtica i a les tècniques numèriques utilitzades per resoldre els sistemes d'equacions.

També hi pot haver diferència entre els models segons l'àrea geogràfica que cobreixen. Segons el domini<sup>43</sup>, els models poden ser models globals<sup>44</sup> o models d'àrea limitada<sup>45</sup>.

## 15.2 ASSIMILACIÓ DE LES DADES

Abans que els ordinadors comencin a fer els càlculs, se l'informa de l'estat inicial de l'atmosfera per tal que els resultats finals siguin els més exactes possibles. L'ordinador rep informació de moltes fonts tals com radiosondatges<sup>46</sup>, estacions meteorològiques de superfície, satèl·lits, radars, etc. Gràcies a aquestes fonts, podem saber amb exactitud l'estat inicial de l'atmosfera.

## 16. PRINCIPALS MODELS METEOROLÒGICS

### 16.1 MODELS D'ÀREA LIMITADA

#### 16.1.1 WRF

WRF són les sigles de Weather Research and Forecasting Model. Aquest model de predicció forma part d'una nova era, és un model que fa les prediccions tant a petita com a gran escala.

El WRF, és un model global però normalment es sol utilitzar com a model d'àrea limitada. Al treballar tant amb escales grans com amb petites, la seva resolució és òptima, ja que rep molta més informació.

#### 16.1.2. BOLAM

BOLAM està format per les sigles **BO**longa **L**imited **A**rea **M**odel. Aquest model també forma part dels d'àrea limitada, és originari d'Itàlia. Es va crear l'any 1992, des d'aquell moment no ha parat de fer actualitzacions per millorar el seu servei. Aquest model meteorològic s'utilitza al SMC<sup>47</sup> com a complement d'altres models.

#### 16.1.3. MOLOCH

MOLOCH **MO**dello **LO**calle in **H**ybrid coordinates és un model meteorològic que es va crear l'any 2000. Aquest model va ser creat per estudiar de forma explícita els processos convectius. Aquest model treballa amb un domini més petit que el Bolam.

	<b>WRF</b>	<b>BOLAM</b>	<b>MOLOCH</b>
<b>PRECIPITACIÓ</b>	X	X	X
<b>NUVOLS</b>	X	X	X
<b>PRESSIÓ</b>	X	X	

	<b>WRF</b>	<b>BOLAM</b>	<b>MOLOCH</b>
<b>HUMITAT RELATIVA</b>	X	X	X
<b>TEMPERATURA</b>	X	X	X
<b>VENT</b>	X	X	
<b>REFRACCIÓ</b>		X	X
<b>ISOTERMA 0</b>		X	X
<b>BASE DEL NUVOL</b>		X	X

## 16.2. MODELS GLOBALS

### 16.2.1. ECMWF

El ECMWF també és conegut com a Centre Europeu de Prediccions Meteorològiques a Mitjà termini. En aquest centre europeu, es duu a terme el model numèric de previsió meteorològica anomenat IFS. L'IFS es coneix com a Integrated Forecast System, aquest model és molt precís perquè rep una gran quantitat d'informació. Aquesta arriba amb un flux constant perquè tots els estats membres i els estats associats a la UE cedeixen la informació de cada indret.

### 16.2.1. GFS

El GFS també és conegut com Global Forecast System, aquest sistema de predicció pertany als Estats Units i té una gran qualitat de predicció.

	ECMWF	GFS
<b>PRESSIÓ</b>	X	X
<b>VENT</b>	X	X
<b>NUVOSITAT</b>	X	X
<b>PRECIPITACIÓ</b>	X	X
<b>TEMPERATURA</b>	X	X
<b>HUMITAT RELATIVA</b>	X	X
<b>ÍNDEX ULTRAVIOLAT</b>	X	
<b>ISOTERMA 0</b>	X	X
<b>ACUMULACIÓ DE NEU</b>		X

## 17. OPERATIVA AL SMC

Al Servei Meteorològic de Catalunya, utilitzen els 5 models de predicció anteriorment esmentats. Gràcies al fet que incorporen més d'un model meteorològic, les prediccions són molt més acurades. En aquest sentit, de cara a la feina diària de l'Equip de Predicció i Vigilància de l'SMC, disposar de diversos models és altament beneficiós, ja que en funció de si els diferents pronòstics s'assemblen o no, es pot donar més o menys confiança a l'ocurrència futura d'un fenomen meteorològic determinat a l'hora d'elaborar els butlletins.

## 17.1. PREDICCIONS AMB MODELS D'ÀREA LIMITADA

Al SMC, es fan dos simulacions matemàtiques al dia amb els models d'àrea limitada. Aquests models són WRF, BOLAM i el MOLOCH. Els càlculs es duen a terme a les 00:00 i les 12:00.

En aquestes previsions s'utilitzen més d'un domini i horitzó de pronòstic per obtenir una simulació molt més precisa.

Com més gran és el domini, més gran és el pas de malla.



Figura 58. Cobertura geogràfica i orografia resolta pel model WRF en els 3 dominis utilitzats en la configuració operativa que es mostra a meteo.cat.

Cobertura geogràfica i orografia resolta pel model WRF. Podem veure que s'han fet les prediccions en tres dominis i pas de malla diferents. En la primera simulació començant per l'esquerra, el domini és el Sud-oest d'Europa i el pas de malla són 27 km. En la segona simulació, el domini és la península Ibèrica, el pas de malla són 9 km. En l'última simulació, el domini és el territori català, part de l'aragonès i les Illes Balears, en aquest cas el pas de malla són 3 km.

**WRF** (Primer mapa de la figura)

**Pas de malla:** 27 km

**Freqüència d'actualització:** 12 h

**Hora d'actualització:** 00:00 i 12:00

**Horitzó de pronòstic:** 72 h

**Domini:** Sud-oest d'Europa

**WRF** (Segon mapa de la figura)

**Pas de malla:** 9 km

**Freqüència d'actualització:** 12 h

**Hora d'actualització:** 00:00 i 12:00

**Horitzó de pronòstic:** 72 h

**Domini:** península Ibèrica

## **WRF** (Tercer mapa de la figura)

**Pas de malla:** 3 km

**Freqüència d'actualització:** 12 h

**Hora d'actualització:** 00:00 i 12:00

**Horitzó de pronòstic:** 48 h

**Domini:** Catalunya i Illes Balears

## **BOLAM**

**Pas de malla:** 8 km

**Freqüència d'actualització:** 12 h

**Hora d'actualització:** 00:00 i 12:00

**Horitzó de pronòstic:** 72 h

**Domini:** península Ibèrica

## **MOLOCH**

**Pas de malla:** 2 km

**Freqüència d'actualització:** 12 h

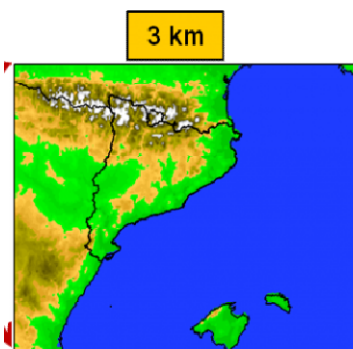
**Hora d'actualització:** 00:00 i 12:00

**Horitzó de pronòstic:** 48 h

**Domini:** Itàlia, Illes Balears i Catalunya

## 17.2. PREDICCIONS AMB MODELS GLOBALS

Al SMC, també es fan prediccions meteorològiques amb el WRF. Les prediccions es fan cada 3 hores amb un horitzó de pronòstic de 12 hores. En aquestes simulacions, el pas de malla és molt petit, 3 km. Gràcies al fet que el pas de malla i l'horitzó de pronòstic són petits, la simulació té una gran resolució i és molt fidel amb el que passarà a l'atmosfera.



Cobertura geogràfica i orografia resolta pel model WRF, les simulacions es fan cada 3 hores i el pas de malla són 3 km. Pel que fa al domini, comprèn només Catalunya (Fig. 59).

Figura 59. Cobertura geogràfica resolta pel model WRF.

**WRF** (Model global)

**Pas de malla:** 3km

**Freqüència d'actualització:** 3h

**Data d'actualització:** 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 i 21:00

**Horitzó de pronòstic:** 12 h

**Domini:** Catalunya

## **18. COMPARACIÓ DE LES DADES DE LES PRINCIPALS WEBS METEOROLÒGIQUES**

En aquesta part del treball de recerca treballarem amb l'anàlisi de les dades de l'estació meteorològica. En el treball de camp d'aquest treball de recerca, compararem les dades de les previsions del temps a \*\* \*\*\*\*\* amb les dades enregistrades per l'estació meteorològica del INS \*\*\*\*\*. La finalitat d'aquest estudi és veure si les previsions meteorològiques per matemàtiques són del tot acurades a la zona de \*\* \*\*\*\*\*. Farem l'estudi amb les tres webs meteorològiques més consultades a Catalunya.

Aquesta fase de la investigació té com a objectiu primordial la recollida de dades vàlides amb un control periòdic. L'anàlisi es farà amb un comportament totalment objectiu.

En el treball de camp utilitzarem una recollida de dades quantitativa contínua, és a dir, les variables poden adquirir qualsevol valor numèric.



En el treball de camp hem seguit les tres etapes següents:

1. Planificació
2. Execució
3. Estudi

### PLANIFICACIÓ

Abans de fer la planificació, hem de tenir en compte els objectius del treball de camp. Com hem dit al principi d'aquest apartat, l'objectiu és saber si les previsions meteorològiques són acurades en la població de \*\* \*\*\*\*\*.

#### Objectius generals del treball de camp

- a) Determinar si les previsions per matemàtiques a l'àrea de \*\* \*\*\*\*\* són precises.
- b) Quina de les tres webs meteorològiques té la previsió més precisa.

#### Objectius específics del treball de camp

- a) Estudiar quina web del temps té el pronòstic de la temperatura mínima i la temperatura màxima més acurat.
- b) Estudiar quina web del temps té el pronòstic de la humitat mínima i la humitat màxima més exacte .
- c) Analitzar si el pronòstic de la velocitat mitjana del vent es correspon amb les dades reals.

Amb tots aquests objectius que ens hem proposat, hem dissenyat la següent graella que relaciona totes les variables a estudiar amb les dades reals de l'estació meteorològica.

	WEB METEOROLÒGICA	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÀXIMA (°C)	HUMITAT MÍNIMA (%)	HUMITAT MÀXIMA (%)	VELOCITAT DEL VENT (Km/h)	DIRECCIÓ DEL VENT	PROBABILITAT PRECIPITACIÓ (%)
	AEMET							
	METEOCAT			Informació no proporcionada	Informació no proporcionada			
	Eltiempo.es							
	ESTACIÓ METEOROLÒGICA							

Als annexos s'adjunten algunes graelles de camp omplertes amb les que hem realitzat l'estudi.

### EXECUCIÓ

Per tal que els resultats de l'estudi siguin el més acurats possibles, haurem de fer la recopilació de dades durant un període prolongat de temps. Farem l'estudi durant l'estiu i recopilarem dades durant més de tres mesos.

Per fer l'estudi, cada dia omplirem la graella amb les dades dels pronòstics de les tres webs meteorològiques i amb les dades de l'estació meteorològica de l'institut \*\*\*\*\*.

Les dades les prendrem cada dia a les 12:00 del migdia per tal que les previsions de les webs meteorològiques tinguin un horitzó de pronòstic de 24h. Es a dir, si jo vull estudiar les previsions del dia 24/07/2019, les dades del pronòstic les posaré a la graella el dia 23/07/2019 a les 12:00. Pel que fa a les dades mesurades per l'estació, les escriuré en finalitzar el dia 24/07/2019.

### ESTUDI

Farem l'estudi d'aquestes dades mitjançant l'estadística. La finalitat d'aquest treball de camp és observar si hi ha errors entre les dades proporcionades per les webs del temps en comparació amb les dades reals. Per respondre aquesta pregunta, haurem de fer diversos càlculs. Per tal que el resultat sigui el més acurat possible, intentarem respondre a la pregunta de tres formes diferents.

Farem aquest estudi mitjançant fórmules matemàtiques i també d'una forma visual, aplicant diagrames on es podrà veure d'una forma aproximada quina web meteorològica és la més acurada.

## ESTUDI VISUAL

### Procés 1: DIAGRAMES

Els diagrames ens relacionaran les dades de l'estació meteorològica amb les dades reals de l'estació de l'institut \*\*\*\*\*. Aquests diagrames es fan mitjançant gràfiques, en el següent apartat es veurà amb més exactitud aquest estudi.

## ESTUDI MATEMÀTIC

### Procés 2: MITJANA DEL ERROR RELATIU

Una altra forma de relacionar els resultats de les webs meteorològiques amb les dades obtingudes, és mitjançant les matemàtiques. En aquest apartat utilitzarem l'error relatiu. Aquest relaciona l'error absolut amb el valor real. Amb la fórmula es veurà millor.

$$Er = \frac{|Ea|}{Vr}$$

|Ea|: És el valor absolut<sup>48</sup> de la diferència de la dada de l'estació i la del pronòstic meteorològic.

Vr: És el valor real, es a dir el valor de l'estació meteorològica.

Aquesta fórmula l'haurem d'aplicar a tots els dies que hem recollit dades. D'aquesta manera, obtindrem un error relatiu per cada mesura, és a dir un error relatiu cada dia. A partir d'aquí, podem calcular l'error relatiu mitjà. L'error relatiu mitjà que més s'apropi a 0, serà el pronòstic meteorològic més fiable.

$$\overline{Er} = \frac{\sum Er}{n}$$

$\overline{Er}$  : Error relatiu mitjà.

$\sum Er$ : Es la suma de tots els errors relatius.

n: És el nombre total de dades enregistrades.

### Procés 3: DESVIACIÓ TÍPICA MITJANA

Aquesta és la forma més complexa d'estudiar si les dades de les prediccions són correctes. Quan més s'apropi a zero aquest resultat, més fiable serà la previsió meteorològica.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n}}$$

$xi$ : És la dada de la previsió meteorològica.

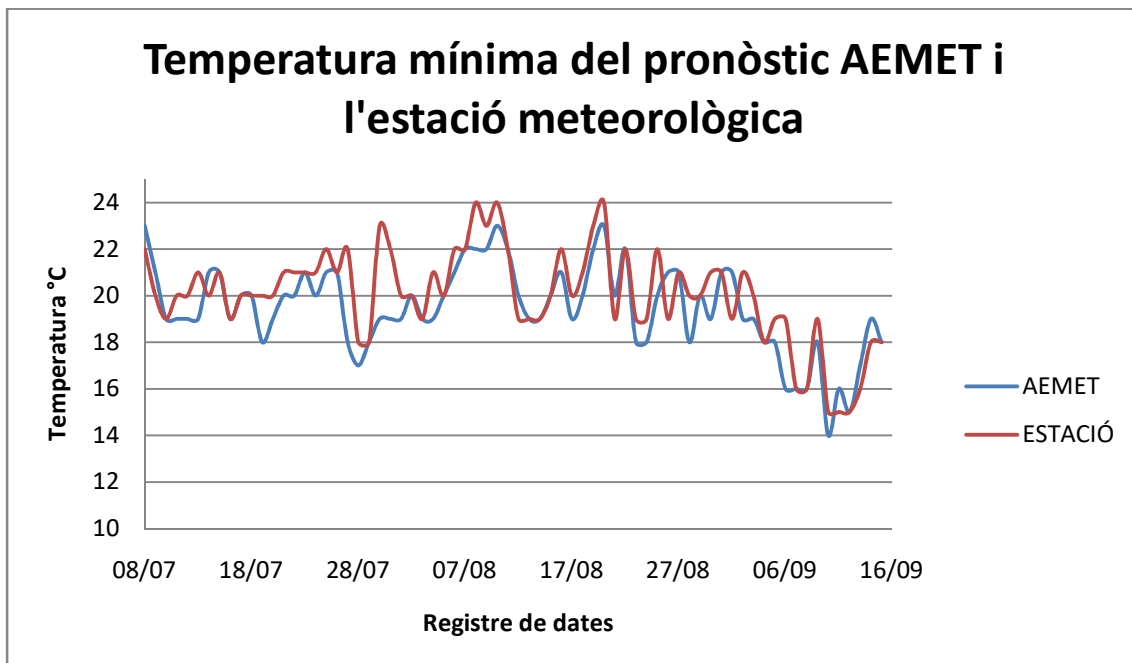
$\bar{x}$ : És la dada real, la de l'estació meteorològica.

$n$ : És el nombre total de dades mesurades.

## 19. COMPARACIÓ DELS PRONÒSTICS AMB LES DADES DE L'ESTACIÓ

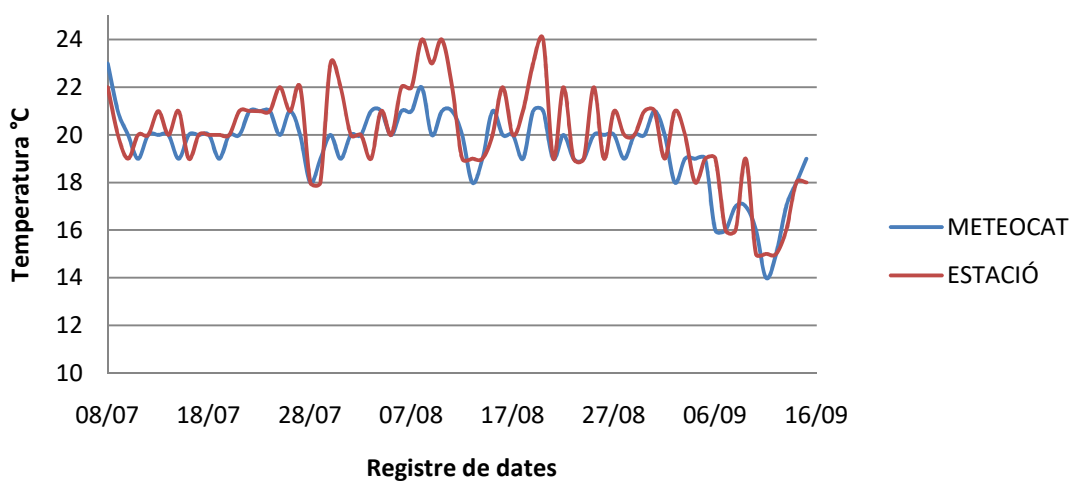
### 19.1. ESTUDI DE LA TEMPERATURA MÍNIMA

#### ESTUDI VISUAL



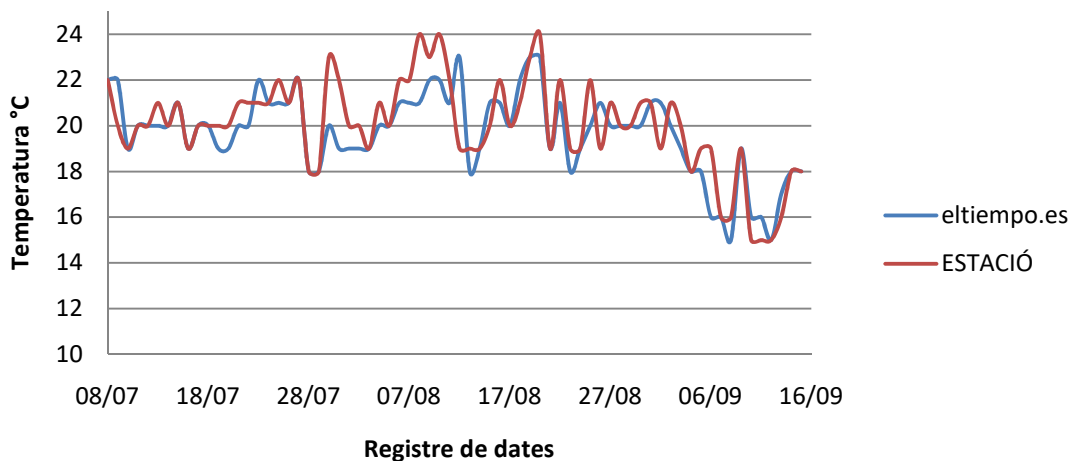
Gràfica 1. Representació de la predicció de la temperatura mínima del pronòstic AEMET en comparació amb les dades de l'estació de l'institut.

## Temperatura mínima del pronòstic METEOCAT i l'estació meteorològica



Gràfica 2. Representació de la predicció de la temperatura mínima del pronòstic METEOCAT en comparació amb les dades de l'estació de l'institut.

## Temperatura mínima del pronòstic El tiempo.es i l'estació meteorològica



Gràfica 3. Representació de la predicció de la temperatura mínima del pronòstic El tiempo.es en comparació amb les dades de l'estació de l'institut.

## ESTUDI MATEMÀTIC

WEB METEOROLÒGICA	Error relatiu mitjà (Er)	Desviació típica ( $\sigma$ )
AEMET	4,545	0,931
METEOCAT	4,838	0,956
Eltiempo.es	3,925	0,904

### ERROR RELATIU MITJÀ

Eltiempo.es < AEMET < METEOCAT

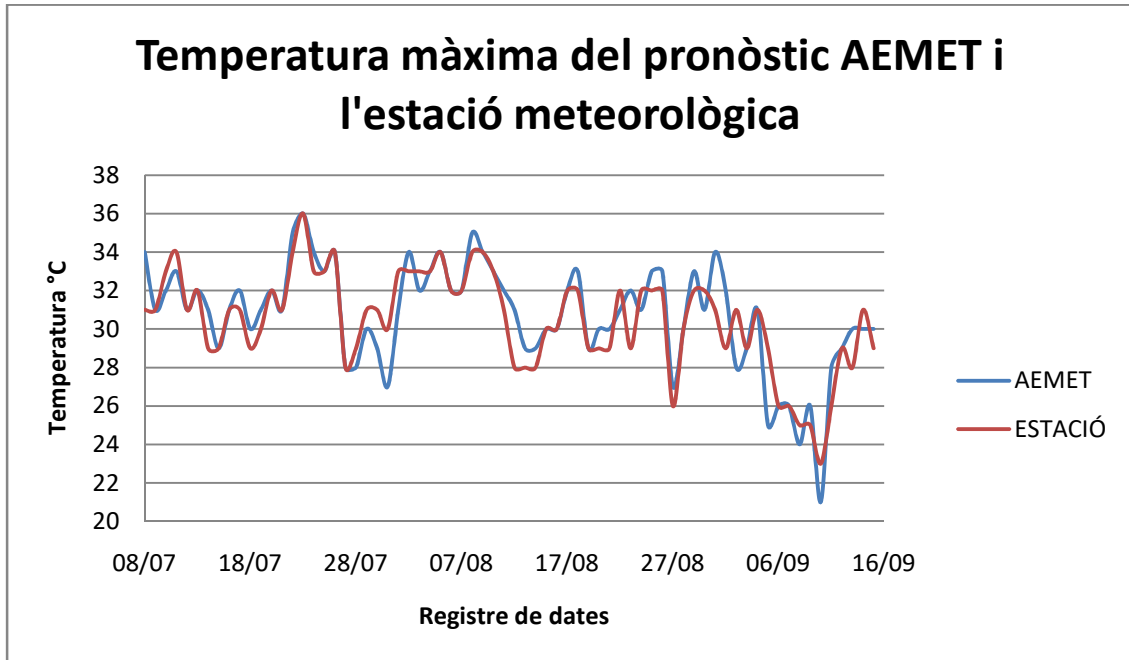
### DESVIACIÓ TÍPICA MITJANA

Eltiempo.es < AEMET < METEOCAT

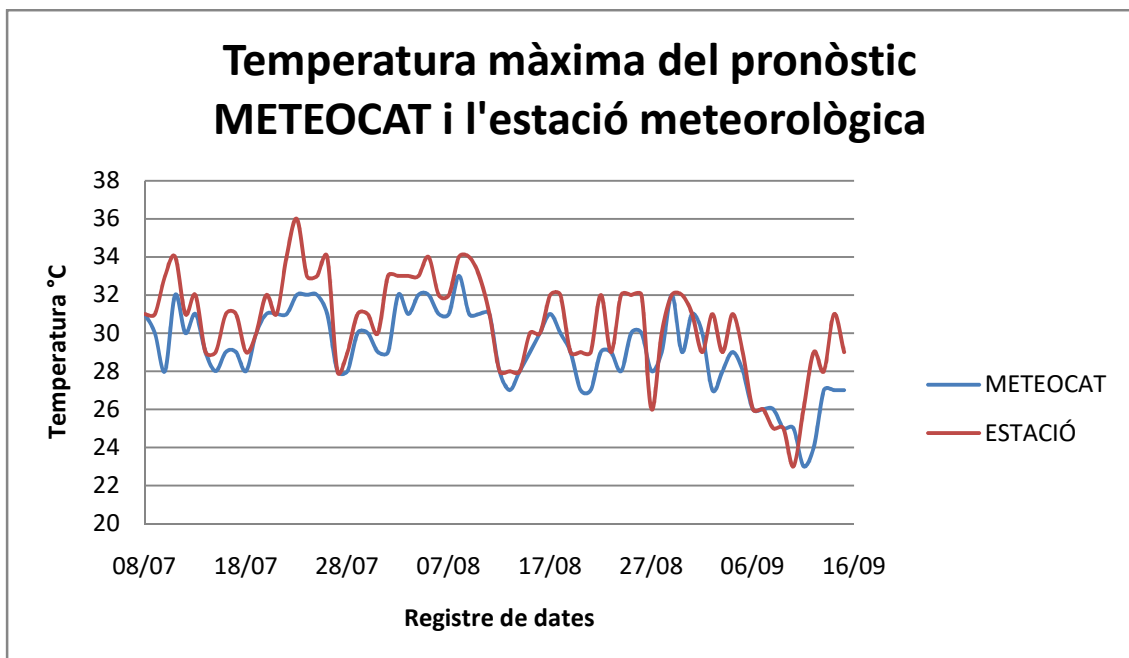
A partir d'aquests resultats podem assegurar que la web meteorològica amb les previsions de la temperatura mínima més precisa és Eltiempo.es

## 19.2. ESTUDI DE LA TEMPERATURA MÀXIMA

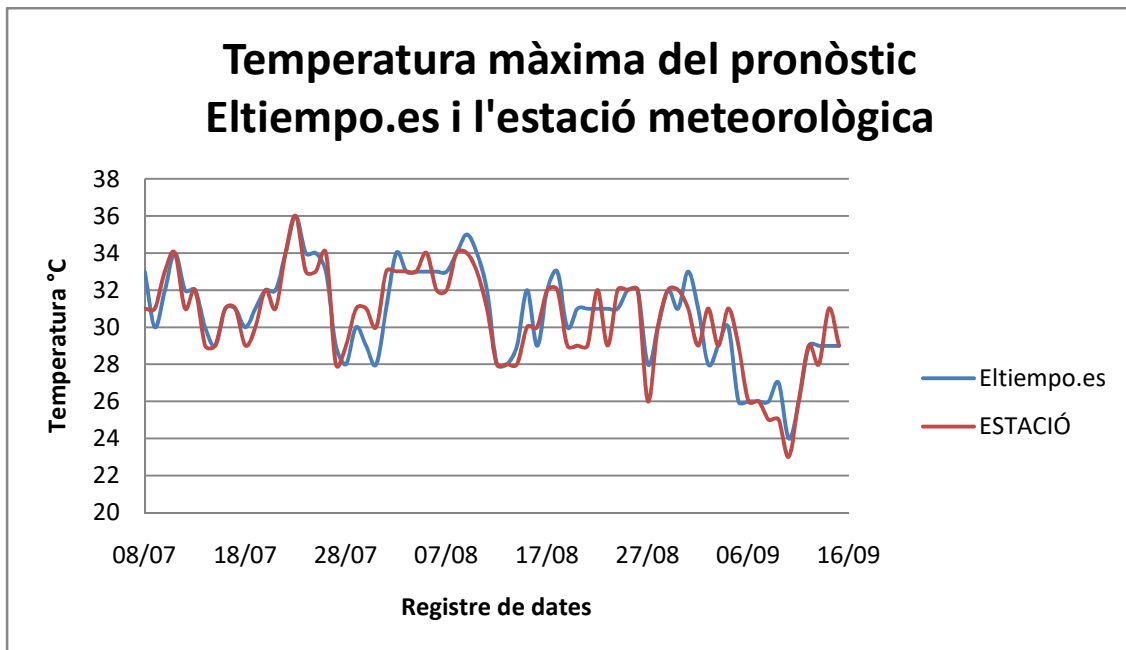
### ESTUDI VISUAL



Gràfica 4. Representació de la predicció de la temperatura màxima del pronòstic AEMET en comparació amb les dades de l'estació de l'institut.



Gràfica 5. Representació de la predicció de la temperatura màxima del pronòstic METEOCAT en comparació amb les dades de l'estació de l'institut.



Gràfica 6. Representació de la predicció de la temperatura màxima del pronòstic El tiempo.es en comparació amb les dades de l'estació del INS \*\*\*\*\*.

#### ESTUDI MATEMÀTIC

WEB METEOROLÒGICA	Error relatiu mitjà (Er)	Desviació típica ( $\sigma$ )
AEMET	3,178	0,998
METEOCAT	4,788	1,284
Eltiempo.es	3,001	0,796

#### ERROR RELATIU MITJÀ

Eltiempo.es < AEMET < METEOCAT

#### DESVIACIÓ TÍPICA MITJANA

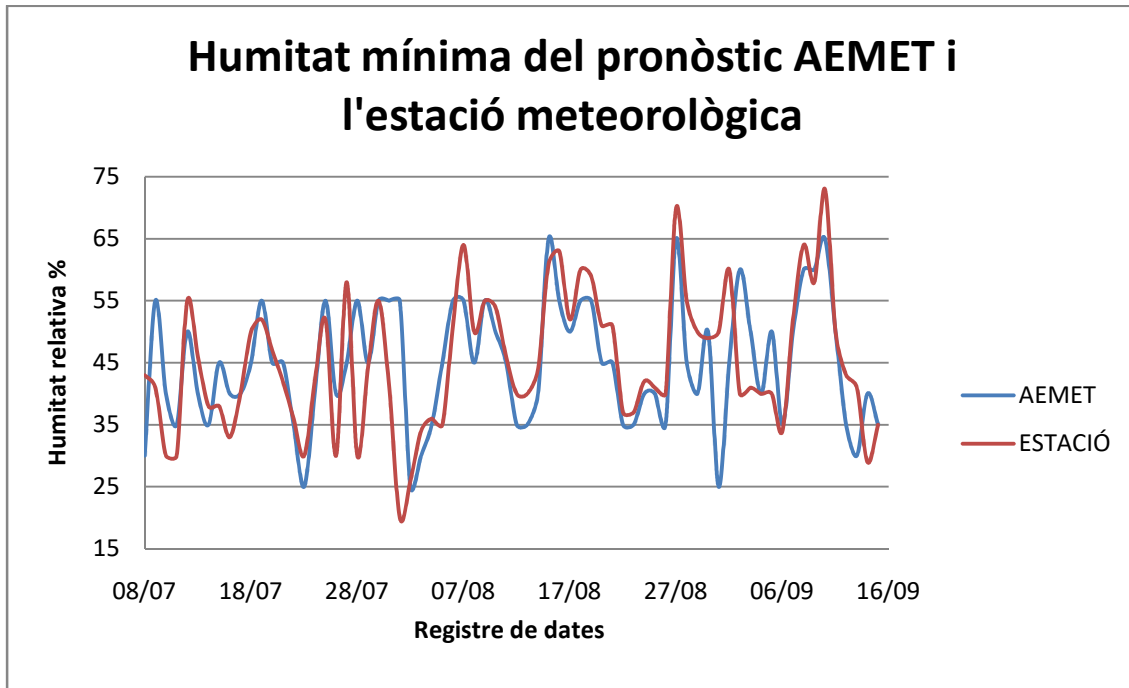
Eltiempo.es < AEMET < METEOCAT

Gràcies a aquests resultats podem establir que la predicció de la temperatura màxima més precisa és la de El tiempo.es.

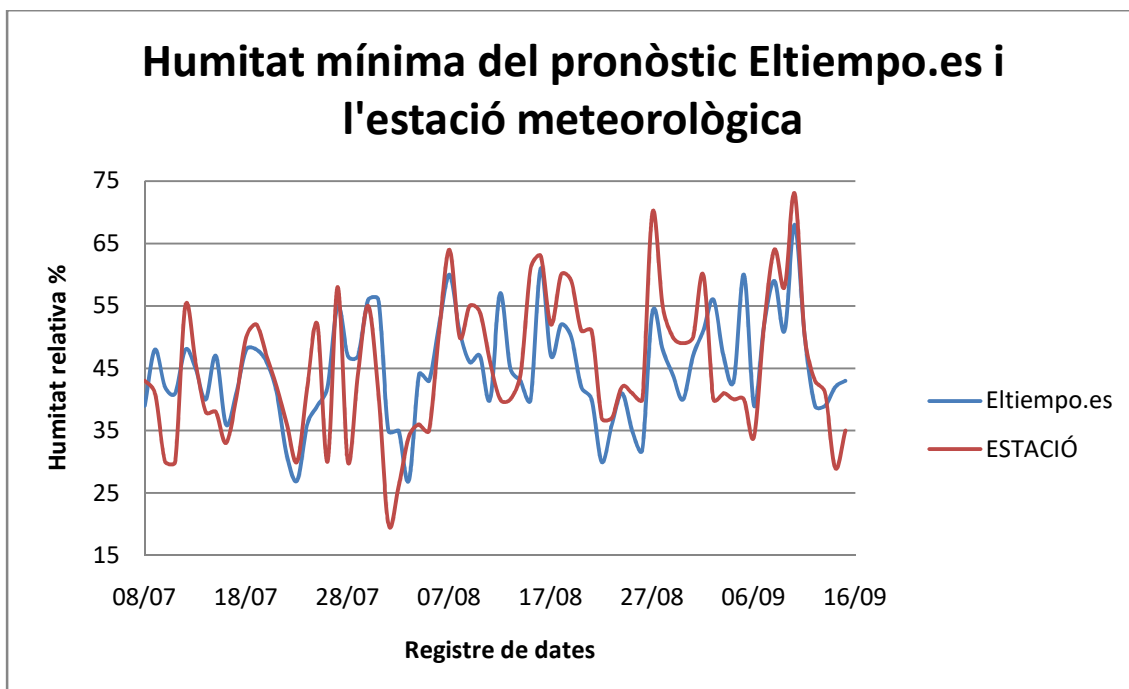


### 19.3. ESTUDI DE LA HUMITAT MÍNIMA

#### ESTUDI VISUAL



Gràfica 7. Representació de la predicció de la humitat mínima del pronòstic AEMET en comparació amb les dades de l'estació del nostre centre.



Gràfica 8. Representació de la predicció de la humitat mínima del pronòstic El tiempo.es en comparació amb les dades de l'estació del nostre centre.

## ESTUDI MATEMÀTIC

WEB METEOROLÒGICA	Error relatiu mitjà (Er)	Desviació típica ( $\sigma$ )
AEMET	12,237	4,385
Eltiempo.es	16,658	6,010

### ERROR RELATIU MITJÀ

AEMET < Eltiempo.es

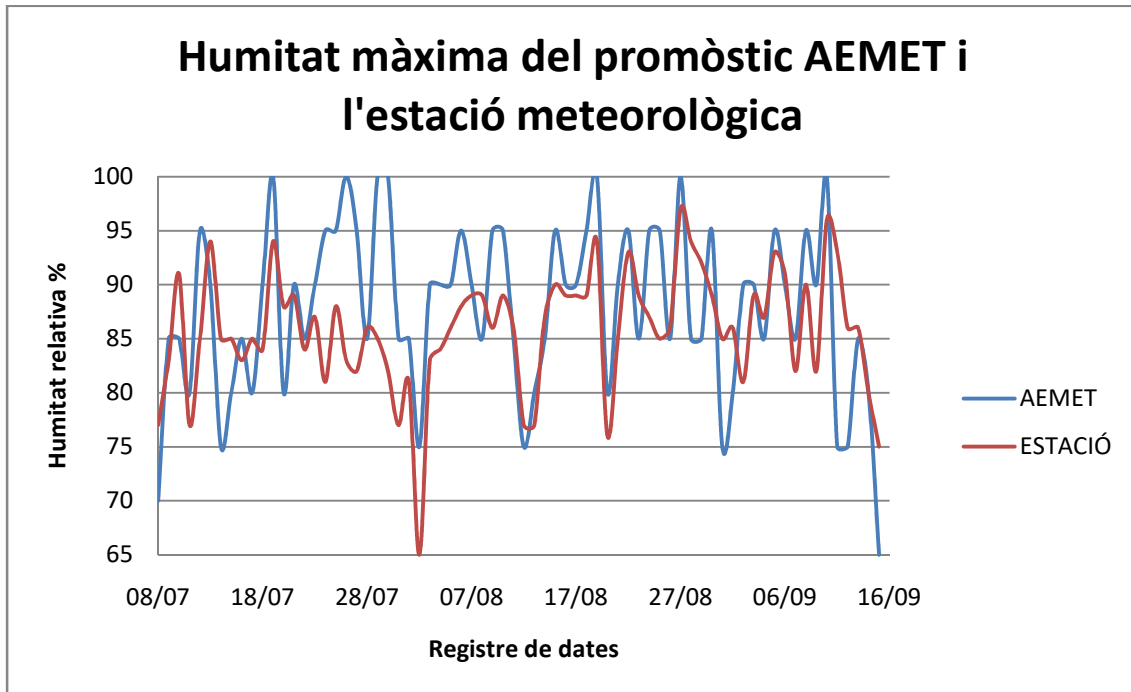
### DESVIACIÓ TÍPICA MITJANA

AEMET < Eltiempo.es

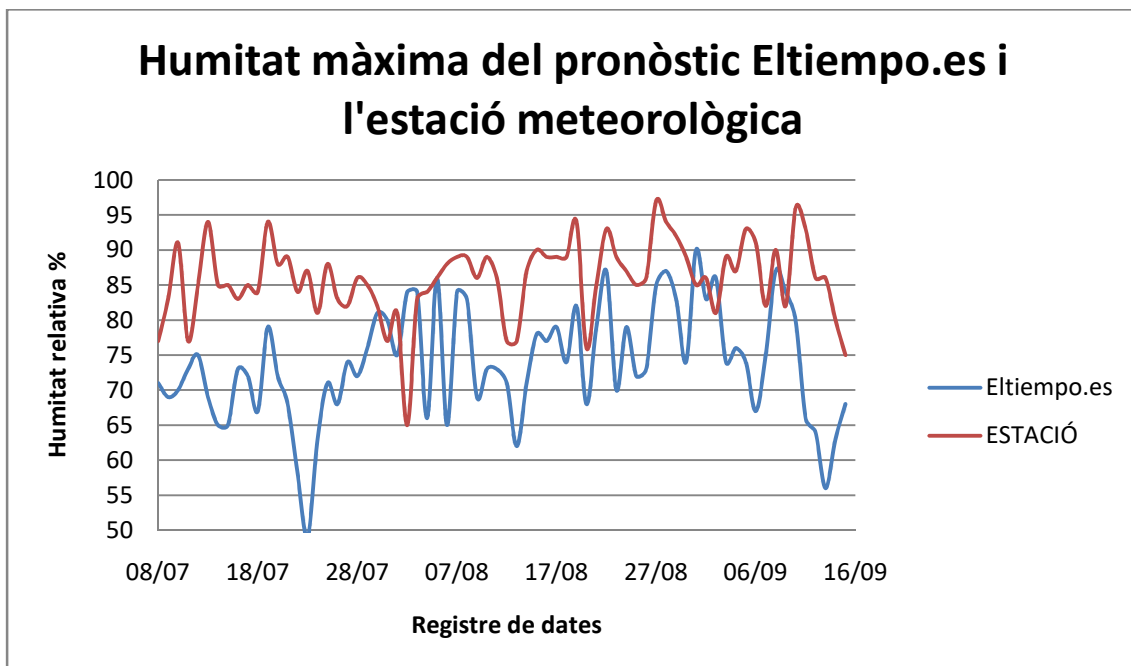
Amb aquests resultats podem dir que la predicció de la humitat mínima més exacte és la de el portal meteorològic AEMET.

## 19.4. ESTUDI DE LA HUMITAT MÀXIMA

### ESTUDI VISUAL



Gràfica 9. Representació de la predicció de la humitat màxima del pronòstic AEMET en comparació amb les dades de l'estació de l'institut de \*\* \*\*\*\*\*.



Gràfica 10. Representació de la predicció de la humitat màxima del pronòstic El tiempo.es en comparació amb les dades de l'estació de l'institut de \*\* \*\*\*\*\*.

## ESTUDI MATEMÀTIC

WEB METEOROLÒGICA	Error relatiu mitjà (Er)	Desviació típica ( $\sigma$ )
AEMET	6,864	4,260
Eltiempo.es	15,114	7,4937

### ERROR RELATIU MITJÀ

AEMET < Eltiempo.es

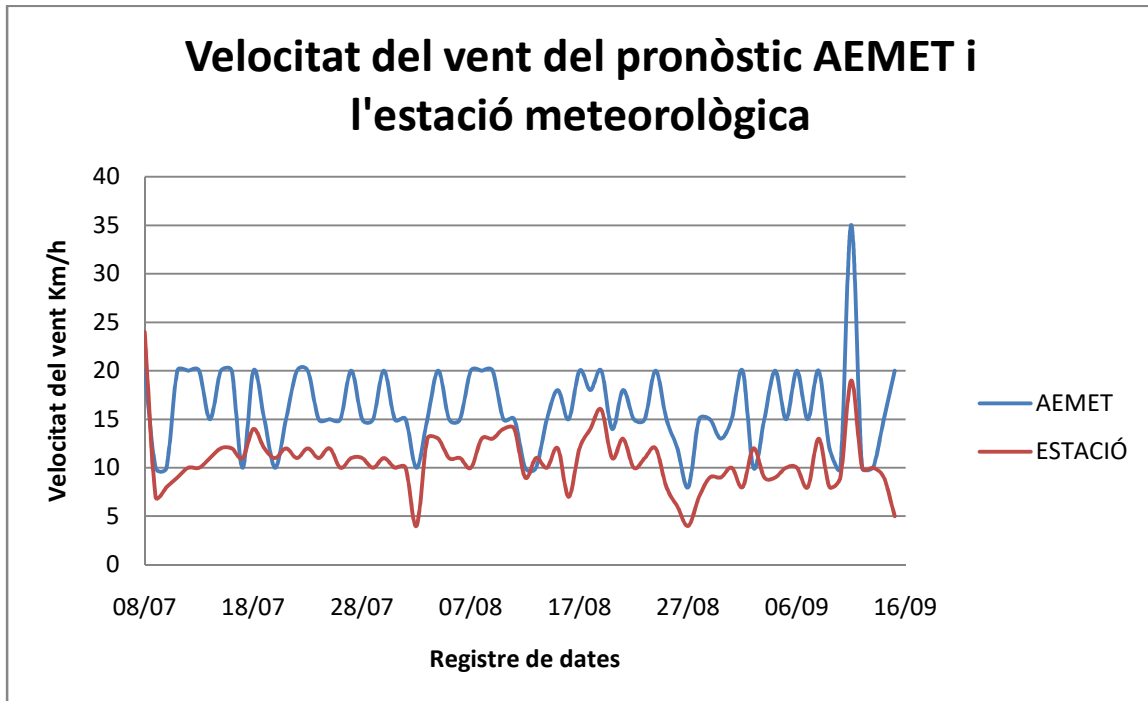
### DESVIACIÓ TÍPICA MITJANA

AEMET < Eltiempo.es

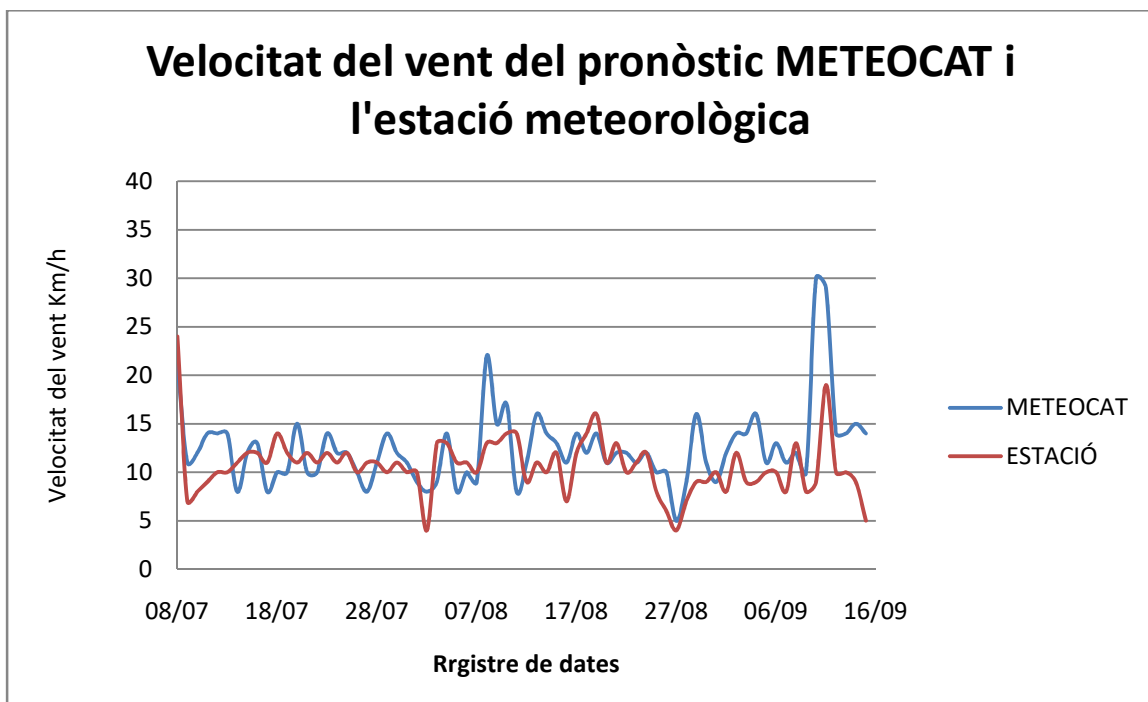
Amb aquests resultats podem assegurar que la previsió del portal meteorològic AEMET és molt més precisa que Eltiempo.es.

## 19.5. ESTUDI DE LA VELOCITAT DEL VENT

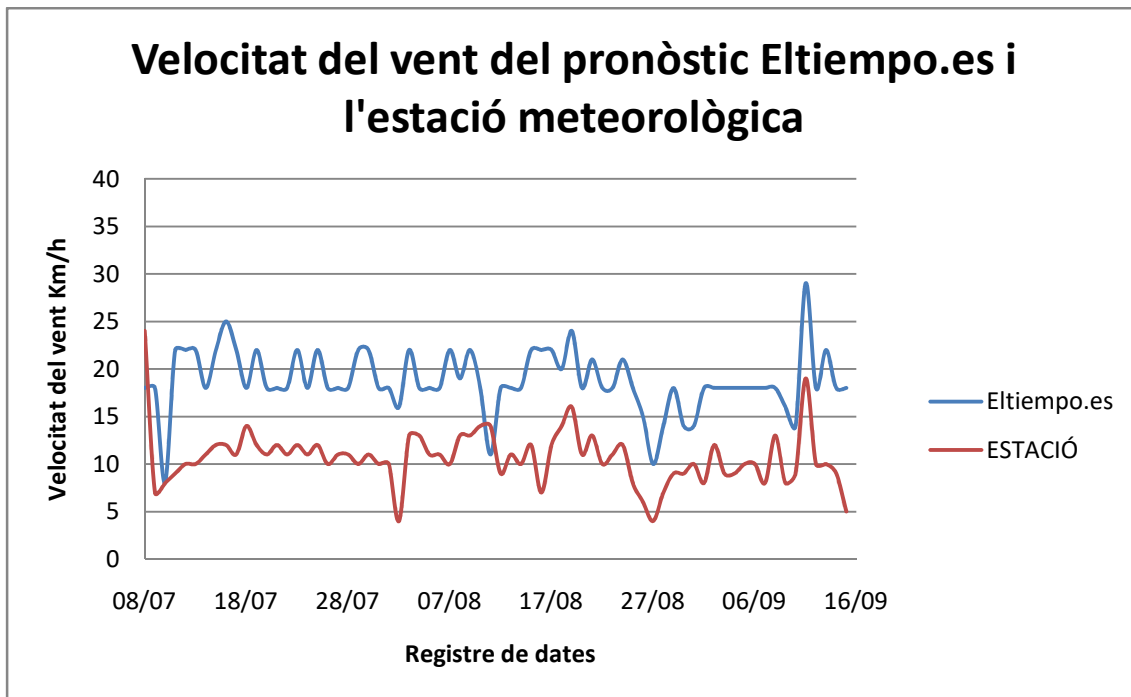
### ESTUDI VISUAL



Gràfica 11. Representació de la predicció de la velocitat del vent del pronòstic AEMET en comparació amb les dades de l'estació de l'institut de \*\* \*\*\*\*\*.



Gràfica 12. Representació de la predicció de la velocitat del vent del pronòstic METEOCAT en comparació amb les dades de l'estació de INS \*\*\*\*\*.



Gràfica 13. Representació de la predicció de la velocitat del vent del pronòstic El tiempo.es en comparació amb les dades de la nostra estació.

#### ESTUDI MATEMÀTIC

WEB METEOROLÒGICA	Error relatiu mitjà (Er)	Desviació típica ( $\sigma$ )
AEMET	58,665	10,335
METEOCAT	32,909	7,067
El tiempo.es	87,106	15,667

#### ERROR RELATIU MITJÀ

METEOCAT < AEMET < El tiempo.es

#### DESVIACIÓ TÍPICA MITJANA

METEOCAT < AEMET < El tiempo.es

Amb els resultats prèviament obtinguts podem dir amb absoluta seguretat que la millor predicció meteorològica de la velocitat del vent és la del METEOCAT.

## 19.5. CONCLUSIONS DEL TREBALL DE CAMP

	AEMET	Eltiempo.es	METEOCAT
Temperatura màxima	2	1	3
Temperatura mínima	2	1	3
Humitat màxima	1	2	
Humitat mínima	1	2	
Velocitat del vent	2	3	1

Aquesta taula mostra els pronòstics més precisos.

**1:** pronòstic més precís

**2:** segon pronòstic més precís.

**3:** pronòstic menys acurat.

A partir d'aquests resultats podem dir que la web del temps més precisa és AEMET.

## 20. CONCLUSIONS FINALS

Aquest treball ha sigut una experiència molt enriquidora per a mi en la qual crec que he assolit tots els objectius que em vaig proposar. Durant els últims mesos he dut a terme una recerca molt interessant i m'he pogut sentir dintre del món de la investigació gràcies a l'anàlisi de totes les dades de l'estació de l'Ins \*\*\*\*\*.

La col·laboració de totes les persones implicades en aquest projecte, que des del primer moment van mostrar total disponibilitat, ha estat essencial per la realització amb èxit d'aquest TdR.

Al llarg d'aquest TdR hem explicat els fenòmens meteorològics que es poden observar al nostre municipi. Hem posat a \*\* \*\*\*\*\* al mapa meteorològic, sent la primera estació a cedir la informació meteorològica a webs del temps. S'ha explicat amb detall les variables atmosfèriques que es mesuren amb el nostre sistema de mesuratge. S'ha adquirit un gran coneixement de la meteorologia per matemàtiques, un camp de la física que des del meu punt de vista és força complicat. Finalment, podem dir que amb aquest projecte hem arribat a saber amb certesa quina web del temps és la més precisa per fer les consultes meteorològiques.

Els resultats són del tot punt valuosos, hem donat resposta a una pregunta que ens modifica el nostre dia a dia. A partir d'ara sabem a quina web del temps donar més credibilitat, en conseqüència serem capaços d'estar preparats als fenòmens meteorològics futurs. A partir d'aquest moment, els ciutadans i ciutadanes de \*\* \*\*\*\*\* tenen la capacitat de consultar la previsió meteorològica més exacta.

Aquest treball parteix amb l'adquisició de l'estació del temps de l'Ins \*\*\*\*\*. Vam haver de treballar de valent per tal de fer el muntatge i posada en marxa de l'estació. No només hem realitzat aquest treball de recerca, darrere d'aquestes pàgines hi ha un munt de feina que no està plasmada al document. Hem fet entrevistes amb reputats meteoròlegs que treballen com a doctors en universitats, vam haver de canviar la posició de l'estació varies vegades perquè no complia les regles de l'OMM, etc.

Aquest projecte ha tingut una gran quantitat d'incidències i d'imprevistos. Una de les decepcions més greus va ser acceptar que l'estació no es podia col·locar en cap indret de l'institut. La connexió de l'estació amb webs del temps va ser molt complexa, [REDACTED], [REDACTED], professora de telecomunicacions, em va haver d'ajudar a connectar-la. La gran dificultat de connexió va ser una de les qüestions més difícils d'afrontar. Un altre imprevist ha sigut que cada com que hi ha hagut tempesta, l'estació deixava d'enviar dades a l'ordinador.



Per últim però no menys important és que la maquetació d'aquest document ha sigut molt complicada. El baix coneixement de word, m'ha fet patir durant els dies previs de l'entrega formal del treball.

Estic segur que puc millorar la presentació d'aquest treball adquirint un coneixement d'utilització del word.

En la confecció d'aquest treball he après una gran quantitat de conceptes nous. He après a interpretar les lleis que regeixen l'atmosfera. Ara sé identificar tots els fenòmens atmosfèrics que poden tenir lloc a **\*\* \*\*\*\*\***. He de remarcar que he adquirit una gran destresa en la utilització del Microsoft Office. He après noves fórmules matemàtiques que sense aquest treball no les hauria estudiat a Batxillerat. Amb tot això puc dir que el meu coneixement de meteorologia ha augmentat exponencialment durant aquests 9 mesos de TdR.

## 21. GLOSSARI

A continuació es presenta un glossari amb la terminologia que he considerat necessària explicar. Aquesta s'ordena segons l'ordre d'aparició de la mateixa en el treball. Així mateix, les definicions que es donen són únicament les que corresponen amb el context. S'ha intentat que les explicacions siguin breus i senzilles, un apunt per entendre la idea central sense entrar en massa detalls que dificultarien la comprensió i que no són necessaris.

- 1. Magnitud física:** qualsevol cosa que pot ser quantificada, és a dir, mesurada.
- 2. Aigua pura:** l'aigua pura és un líquid que només està format per H<sub>2</sub>O. No hi ha presència d'altres substàncies tals com sals o partícules sòlides.
- 3. Pressió estàndard:** la pressió estàndard se simbolitza  $p^0$ , s'utilitza com a sistema de referència i adquireix el valor de  $10^5$  Pa.

**4. Mètode empíric:** mètode d'investigació que es basa en l'observació per a arribar a unes conclusions.

**5. Ona electromagnètica:** és la forma que adopta l'energia a l'hora de desplaçar-se. Aquestes ones es desplacen en els tres eixos, és a dir, són tridimensionals.

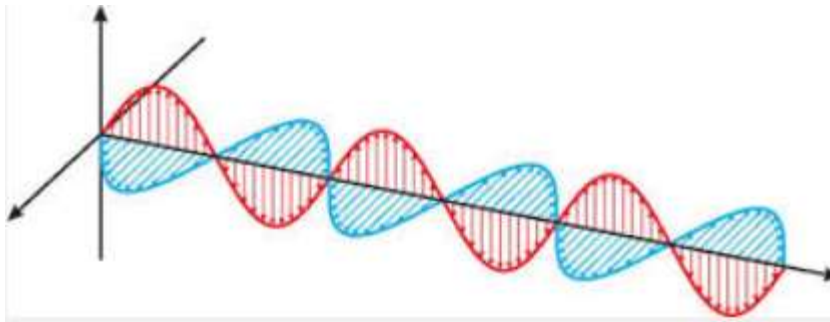


Figura 60.  
Representació gràfica d'una ona electromagnètica.

**6. Freqüència:** és el nombre d'oscil·lacions que fa l'ona en 1 segon.

**7. Longitud d'ona:** ens indica la distància que hi ha entre el principi i el final d'una ona completa. És la separació que hi ha entre dos punts idèntics, per exemple entre dos màxims consecutius.

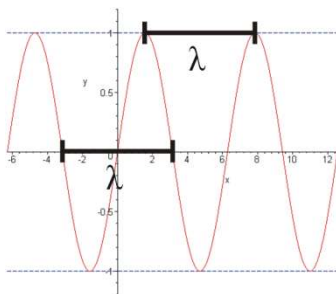


Figura 61. Representació gràfica de la longitud d'ona, representada amb  $\lambda$ .

**8. Espectre visible:** ones de l'espectre electromagnètic que l'ull humà pot percebre. Al conjunt d'aquestes ones que podem observar s'anomenen llum visible. La longitud d'ona de la llum visible està compresa entre els 400 nm fins als 700 nm.

**9: Raigs gamma:** ones de l'espectre electromagnètic. Aquestes són les més energètiques de totes, són les que tenen una longitud d'ona més curta. Aquesta longitud és de  $10 \cdot 10^{-19}$  nm.

**10. Condensació:** canvi físic d'una substància quan passa de l'estat gas a l'estat líquid.

**11. Termodinàmica:** part de la física que estudia els processos relacionats amb l'energia calorífica. Aquesta ciència estudia els canvis de pressió, temperatura i volum.

**12. Micra:** unitat de longitud, aquesta és un submúltiple del metre. Se simbolitza amb  $\mu$ . Una micròmetre equival a una milionèsima part del metre,  $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$ .

**13. Nivell de condensació per elevació:** és l'altura de l'atmosfera en la qual una massa es condensa. A partir d'aquest nivell es forma el núvol. En aquesta altura de l'atmosfera es troba la base del núvol.

**14. Nuclis de condensació:** Petitíssimes partícules de pols, aerosols, cendres volcàniques amb diàmetres més petits de  $0.1 \mu\text{m}$ . El vapor d'aigua crea lligams amb les partícules sòlides, facilitant la formació de gotetes que amb la unió de més vapor d'aigua, acabarà precipitant.

**15. Nuclis de congelació:** Els nuclis de congelació són idèntics als nuclis de condensació. L'única diferència és que al voltant del nucli, es creen enllaços amb partícules d'aigua en estat sòlid.

**16. Cristalls de gel primaris:** És el primer cristall de gel que es forma en la cota superior del núvol. Aquest cristall servirà com a base per tots els altres cristalls, al transcurs de la caiguda, es vagin ajuntant formant flocs de neu.

**17. Sublimació:** canvi d'estat d'una substància quan passa de l'estat sòlid a l'estat gas.

**18. Punt de congelació:** temperatura en la qual una substància canvia de líquid a sòlid.

**19. Núvol convectiu:** també es pot anomenat núvol d'evolució vertical. Aquests núvols solen desencadenar fortes tempestes. Com hem dit, aquests núvols tendeixen a créixer de forma vertical, poden arribar a mesurar 13 km.

**20. Isoterma 0:** Altura de l'atmosfera en la qual se situa la cota de neu. En cotes inferiors a la isoterma 0, la precipitació està en forma líquida, per contra, en altures més grans, la precipitació es troba en estat sòlid.

**21. Gotes en subfusió:** Gotes que es troben en estat líquid amb temperatures inferiors als 0 °C. En aquest punt es diu que són gotes metaestables, és a dir, tenen molt poca estabilitat.

**22. Embolcall de la pedra o calamarsa:** Part més exterior de la pedra o calamarsa. És la part que es troba més allunyada del nucli de congelació.

**23. Tempestes del tipus convectiu:** Tempesta formada per núvols del tipus cumulonimbus. Es produeix a causa de l'ascens d'aire humit i càlid, aquestes tempestes deixen gran quantitat de precipitació en poc temps. Són molt comunes al nostre territori en els mesos d'estiu.

**24. Cumulonimbus:** Tipus de núvol de creació vertical. Aquests poden arribar a una altura de 15 km. Tenen una forma d'enclusa i estan associats a fortes precipitacions.



Figura 62. Exemple d'un cumulonimbus.

**25. Troposfera:** capa més baixa de l'atmosfera, en la qual es desenvolupa la vida i la majoria dels fenòmens meteorològics. S'estén fins a una alçada aproximada de 18 km. A la troposfera la temperatura disminueix gradualment amb l'alçada fins a arribar als - 75 °C.

**26. Núvols cumuliformes:** núvols en què l'extensió horitzontal del núvol és més gran que la longitud vertical. Aquests són més llargs que alts.

**27. Inversió tèrmica:** fenomen que té lloc quan en augmentar l'altura la temperatura també ho fa. Normalment és al contrari, en augmentar l'altura, la temperatura disminueix.

**28. Supercèl·lules:** també es poden anomenar tempestes supercel·lulars. Són un tipus particular de tempesta que està associada amb fenòmens violents com els tornados i la pedra.

**29. Fiblons:** en aquest cas fibló treballa com sinònim de mànega marina.

**30. Cúmulus congestus:** núvols que es desenvolupen verticalment. Són molt més alts que amples, perquè són generats per corrents ascendents, arribant a mesurar fins a uns 5 km d'alt. Són un tipus de núvol convectiu.

**31. Àtom:** unitat constituent més petita de la matèria. Està format per tres partícules elementals: els protons i els neutrons, que formen el nucli, i els electrons, que giren al voltant del nucli.

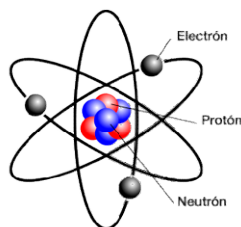


Figura 63. Estructura d'un àtom, es poden veure els protons i els electrons.

**32. Protó:** partícula elemental amb càrrega elèctrica positiva que formen part de l'àtom.

**33. Electró:** partícula elemental amb càrrega elèctrica negativa que gira al voltant del nucli del àtom

**34. Catió:** Àtom amb càrrega elèctrica positiva. Té menys electrons que protons.

**35. Anió:** Àtom amb càrrega elèctrica negativa. Té més electrons que protons.

**36. Potencial elèctric:** és el treball que realitza una força elèctrica per portar una càrrega puntual d'un coulomb (+1 C) des de l'infinit fins a un altre punt.

**37. Udòmetre:** sinònim de pluviòmetre.

**38. Tendència meteorològica:** també es pot anomenar tendència atmosfèrica. En aquest cas ens indica si la pressió relativa augmentarà o disminuirà en les properes hores. Segons si la pressió és més alta o més baixa, tindrem un temps o un altre.

**39. Pressió relativa:** pressió que adquireix com a sistema de referència la pressió atmosfèrica, per tant la pressió relativa és un sinònim de pressió atmosfèrica.

**40. Pressió absoluta:** pressió que pren com a sistema de referència el 0 absolut, és per això que no té unitats negatives. Aquesta pressió s'utilitza per fer càlculs teòrics.

**41. Sensació tèrmica:** és la sensació subjectiva de calor que té cada persona. Aquesta sensació varia segons la temperatura, el grau d'humitat, la velocitat del vent, etc.

**42. Models meteorològics:** software informàtic que utilitza les matemàtiques i la física per fer les previsions meteorològiques.

**43. Domini:** àrea geogràfica en la qual es fa la previsió meteorològica.

**44. Models meteorològics globals:** models de predicció meteorològica amb un domini mundial.

**45. Models meteorològics d'àrea limitada:** models de predicció meteorològica amb un domini restringit.

**46. Radiosondatges:** forma de mesurar les variables meteorològiques en tot el gruix de l'atmosfera. Aquesta mesura es fa amb un globus sonda.

47. **SMC:** Servei Meteorològic de Catalunya.

48. **Valor absolut:** és un número del qual prescindim del signe.

## 22. BIBLIOGRAFIA

### LLIBRES

- Castellet, Josep Maria. *L'apassionant món de la meteorologia*: 4a ed. volum 1. Barcelona: Edicions 62, 2007. ISBN 978-84-297-5945-7
- Castellet, Josep Maria. *L'apassionant món de la meteorologia*: 4a ed. volum 2. Barcelona: Edicions 62, 2007. ISBN 978-84-297-5946-4
- Castellet, Josep Maria. *L'apassionant món de la meteorologia*: 4a ed. volum 3. Barcelona: Edicions 62, 2007. ISBN 978-84-297-5947-1
- Castellet, Josep Maria. *L'apassionant món de la meteorologia*: 4a ed. volum 4. Barcelona: Edicions 62, 2007. ISBN 978-84-297-5948-8
- Serra, Salvador. *Física 2n Batxillerat*: sèrie fluvià. Madrid: Mc Graw Hill Education, 2018. ISBN 978-84-486-1407-2
- Rodríguez, Rosa María. *Meteorología y Climatología*. Madrid: FEYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), 2004. ISBN 84-688-8535-5
- Jansá, José María Guardiola. *Manual del Observador de Meteorología*. Madrid: INM (Instituto Nacional de Meteorología), 1968. ISBN 978-84-505-1996-9
- Barinol, Albert. *El libro del tiempo*: 2a ed. Barcelona: Espasa libros, 2011. ISBN 978-84-670-3810-1
- Gallardo, José Miguel. *El tiempo de la A a la Z*: 1a ed. Barcelona: Espasa libros, 2012. ISBN 978-84-670-0893-7

## LLIBRES D'INTERNET

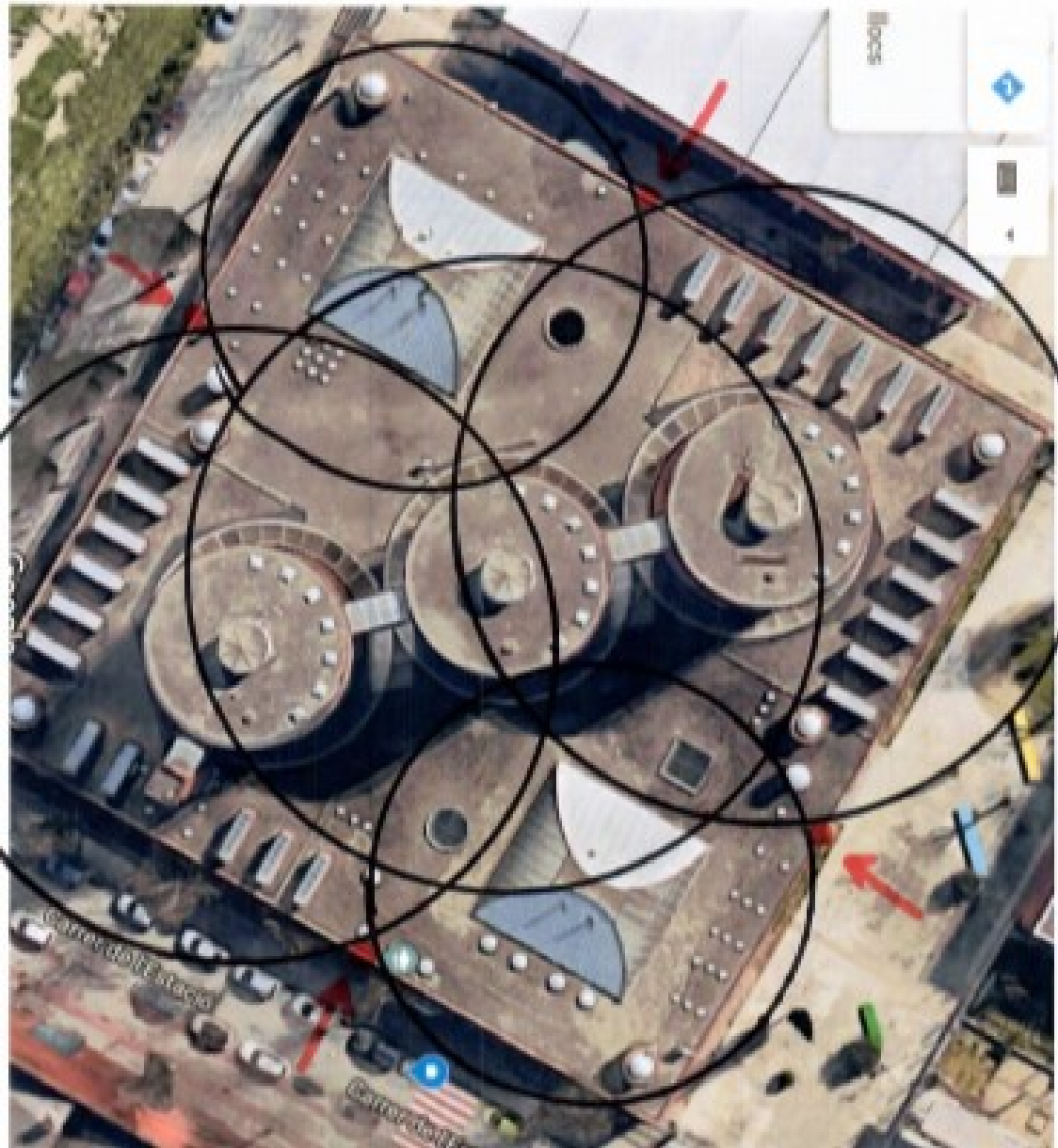
- Cervantes, Esmeralda. *Inversión Térmica. Colección de Hojas Técnicas Ambientales* (Recurs electrònic):2007 [consulta: juny de 2019]  
[http://www3.colech.edu.mx/ObservatorioAmbiental/Documents/HojasTécnicas/HT\\_No.2.pdf](http://www3.colech.edu.mx/ObservatorioAmbiental/Documents/HojasTécnicas/HT_No.2.pdf)

## PÀGINES WEB

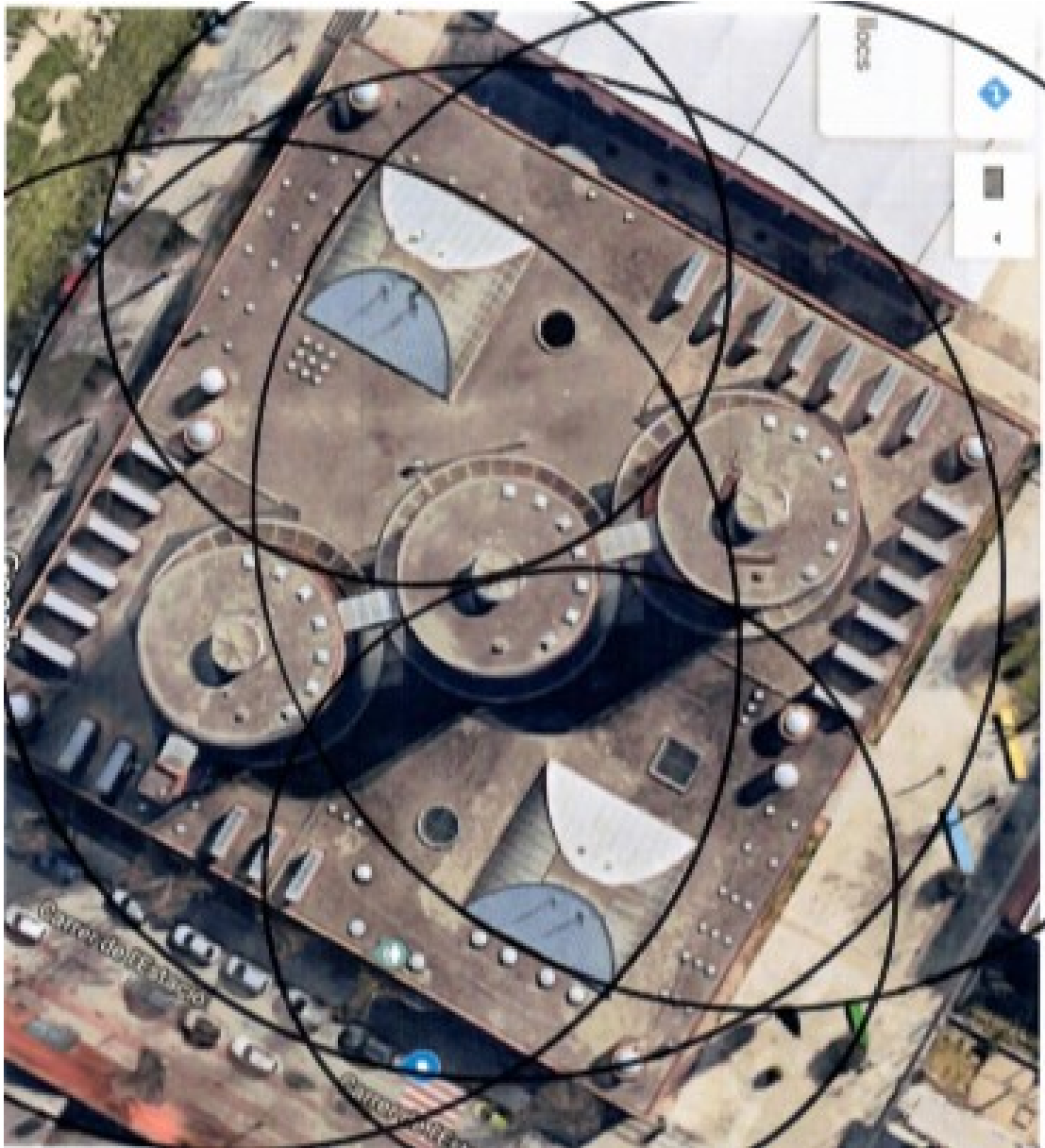
- Núvols, nuvols.info, classificació dels núvols 2017. <http://www.nuvols.info/classificacio-dels-nuvols/> [consulta: juliol de 2019]
- Servei Meteorològic de Catalunya, butlletí de l'any pluviomètric, 2019.  
<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ara/butlleti-de-lany-pluviometric/>  
[consulta: juliol de 2019]
- Servei Meteorològic de Catalunya, tendència climàtica, 2017.  
<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ara/tendencia-climatica/>[consulta: setembre de 2019]
- Servei Meteorològic de Catalunya, models numèrics, 2018.  
<https://www.meteo.cat/wpweb/divulgacio/la-prediccion-meteorologica/modelos-numericos/> [consulta: setembre de 2019]



## 23. ANNEXOS



Aquestes són les possibles ubicacions per posar el termòmetre i l'higròmetre. El pluviòmetre i l'anemòmetre no es poden col·locar en aquesta part de l'institut.



Aquesta és la imatge que demostra que el pluviòmetre i l'anemòmetre no es pot col·locar a l'institut. No hi ha una posició que compleixi les regles de l'OMM.

## WEATHER UNDERGROUND

Weather Underground és una empresa dels Estats Units especialitzada en les prediccions meteorològiques locals. Aquest portal meteorològic proporciona prediccions locals molt acurades gràcies a la gran quantitat d'informació que recull i a la bona gestió d'aquesta. Aquesta web utilitza el Big Data gràcies a la informació que li envien més de 270.000 estacions repartides per tot el món.

## Que podem fer amb Weather Underground?

- Visualitzar les condicions meteorològiques actuals a l'institut.
- Temperatura.
- Humitat.
- Velocitat del vent.
- Direcció del vent.
- Punt de rosada.
- Visibilitat.
- Pressió atmosfèrica.
- Precipitació en forma líquida.
- També podem veure el nivell de pollen a \*\* \*\*\*\*\* , aquesta dada ens la proporciona la web, no l'estació de l'institut \*\*\*\*\*.
- Es pot trobar quina és la qualitat de l'aire. Aquesta informació ve proporcionada per l'estació mesuradora de qualitat de l'aire de Montcada i Reixac.
- També ve proporcionat l'índex UV.
- La pàgina web ens informa quan surt i s'amaga el sol. Fa el mateix amb el nostre satèl·lit, la lluna.
- Hi ha un apartat a l'aplicació on pots dir quines condicions són les ideals per fer esport. T'indicarà a quina hora del dia és l'adequada per fer esport o activitats a l'aire lliure.

	WEB METEOROLÒGICA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	HUMITAT	HUMITAT	VELOCITAT	DIRECCIÓ	PROBABILITAT
		MÍNIMA (°C)	MÀXIMA (°C)	MÍNIMA (%)	MÀXIMA (%)	DEL VENT (Km/h)	DEL VENT	PRECIPITACIÓ (%)
05/07/2014	AEMET	23	34	30	40	20	N	5
	METEOCAT	23	34	informació no proporcionada	informació no proporcionada	24	NE	28
	El tiempo.es	22	33	39	71	18	E	30
	ESTACIÓ METEOROLÒGICA	22	34	43	77	24	SE	1'27 mm
	WEB METEOROLÒGICA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	HUMITAT	HUMITAT	VELOCITAT	DIRECCIÓ	PROBABILITAT
05/07/2014	AEMET	24	34	55	85	40	E	90
	METEOCAT	24	30	informació no proporcionada	informació no proporcionada	41	SE	50
	El tiempo.es	22	30	48	69	18	SE	60
	ESTACIÓ METEOROLÒGICA	20	34	44	83	7	NO	0'25 mm

	WEB METEOROLÒGICA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	HUMITAT	HUMITAT	VELOCITAT	DIRECCIÓ	PROBABILITAT
		MÍNIMA (°C)	MÀXIMA (°C)	MÍNIMA (%)	MÀXIMA (%)	DEL VENT (Km/h)	DEL VENT	PRECIPITACIÓ (%)
10/07/2014	AEMET	19	32	40	85	10	S	0
	METEOCAT	20	28	informació no proporcionada	informació no proporcionada	12	SE	24
	El tiempo.es	19	32	42	70	22	S	20
	ESTACIÓ METEOROLÒGICA	19	33	30	94	8	SO	0 mm
	WEB METEOROLÒGICA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	HUMITAT	HUMITAT	VELOCITAT	DIRECCIÓ	PROBABILITAT
11/07/2014	AEMET	19	33	35	80	20	S	0
	METEOCAT	19	32	informació no proporcionada	informació no proporcionada	14	E	9
	El tiempo.es	20	34	44	73	22	S	40
	ESTACIÓ METEOROLÒGICA	20	34	30	77	9	SE	0 mm