

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat.

Els efectes econòmics a les aerolínies



Albert Bladas i Lluch

Prof.: M^a Carmen Moreno

Treball Final de Grau

Barcelona, 2013

Universitat de Barcelona



Sumari

I. Introducció.....	4
a. Motivació pel treball.....	5
b. Tesi i procés d'elaboració.....	7
c. Objectius i hipòtesis.....	8
d. Metodologia.....	9
e. El context pràctic.....	11
f. Tècniques i instruments.....	14
g. Pla de treball.....	16
II. Anàlisi.....	17
A) Anàlisi teòric.....	18
1. L'Aeroport de Barcelona - El Prat.....	18
a. Termes generals.....	18
b. Dades bàsiques.....	19
c. Situació geogràfica.....	19
d. Factors geomorfològics i climàtics.....	20
2. Variables meteorològiques.....	22

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



3.	Visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona.....	27
a.	Causes del fenomen.....	27
b.	Tipus de boira present a l'àrea d'estudi.....	28
c.	Conseqüències a l'aeròdrom	29
d.	Plans d'actuació (LVP)	29
e.	Mesures preventives.....	35
B)	Anàlisi pràctic.....	36
1.	La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona.....	36
a.	Dades de visibilitat.....	37
b.	Dades de visibilitat METAR.....	40
c.	Conclusions visibilitat reduïda	49
2.	Els efectes econòmics en les aerolínies a l'Aeroport de Barcelo- na.	51
a.	Despeses econòmiques de les aerolínies.....	51
b.	Cas d'estudi.....	55
III.	Conclusions.....	59
IV.	Bibliografia.....	61
V.	Agraïments.....	63

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



I. Introducció

Des dels principis de l'aviació ha sigut essencial entendre el paper que juga la meteorologia. Avui en dia, quan en la fabricació dels avions s'utilitza la tecnologia existent més avançada, no es pot ignorar l'enorme poder i els perills potencials que estan lligats al temps meteorològic.

És l'aviació la que més ha ajudat al desenvolupament de la meteorologia, doncs, segurament, és l'aeronàutica l'activitat que més necessita de la ciència del temps, perquè es desenvolupa en el sinus de l'aire. El problema de l'aviació moderna és el de volar amb tots tipus de temps, tenint la meteorologia un paper que és eminentment operacional. Per aquesta raó, les grans companyies aèries tenen els seus propis meteoròlegs a part d'utilitzar els serveis públics. Així, a més, les oficines meteorològiques dels aeroports, estudien la millor ruta per qualsevol vol, les condicions per el vol, els aterratges en cas d'emergències, la de formació o dissipació de boira o mala visibilitat per algun altre fenomen, etc.

Els factors o variables meteorològiques són essencials pels aeroports ja que el trànsit dels aeris, com ja s'ha dit, depenen molt d'aquestes. Alguns factors són més importants que d'altres, tot i que normalment estan molt relacionats.

Un dels factors meteorològics més essencials i problemàtics, el qual és el que s'estudiarà, és la visibilitat reduïda degut a la condensació de l'aire, a fortes precipitacions o degut a l'*Smog*, ja que si aquesta és present i molt densa, el trànsit aeri es veurà afectat en forma de retards i cancel·lacions, degut a l'activació d'un pla de visibilitat reduïda, fent que els avions hagin de circular amb un marge de temps més ampli repercutint així en els horaris.

Aquest estudi es basarà en fer un anàlisi de la visibilitat a l'Aeroport de Barcelona i s'estudiarà com pot afectar econòmicament a les aerolínies degut a la mala visibilitat que es presenta en determinats moments i èpoques de l'any, i les seves conseqüències.

a. Motivació pel treball

Els factors meteorològics són essencials per a un aeroport, ja sigui de grans o petites dimensions, ja que cada factor o variable meteorològica, a nivell terrestre o a nivell d'alçada a les mateixes coordenades de l'aeroport, s'ha de tenir en compte per el pilotatge de l'avió per prendre decisions, ja siguin de nivell alt, com pot ser l'anul·lació d'un vol, o a priori a nivell baix, com pot ser la desviació cap a un altre aeroport per fer l'aterratge o un cop despagat anar cap a una ruta aèria o una altre, però com ja s'ha dit és a priori, ja que si no s'adopten aquestes decisions el vol pot fracassar i tenir conseqüències greus.



Espectacular inestabilitat Kelvin-Helmholtz als EUA.

Per tant s'ha escollit el tema de la mala visibilitat, ja que és una variable meteorològica molt important en aquests tipus d'infraestructures, doncs en el cas d'una visibilitat baixa o nul·la els avions s'han d'anul·lar, aplaçar o aporten retards considerables, i això comporta unes despeses econòmiques importants, com ja passa a molts aeroports.

És un tema motivador ja que s'ha de fer un anàlisi estadístic de les dades meteorològiques en una seqüència determinada per tal d'analitzar la freqüència d'aquest fenomen, i així relacionar-lo a un sector econòmic important a escala mundial i local com és un aeroport.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



S'ha escollit l'Aeroport de Barcelona perquè és un aeroport de caire mundial, i l'efecte d'una boira persistent, per exemple, pot portar conseqüències econòmiques molt importants, ja que pot repercutir a molts aeroports europeus i mundials que tinguin destinació a Barcelona. També és per la proximitat i per obtenir dades amb més abundància i d'alta qualitat, ja que l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) és qui gestiona les dades, tenint petites estacions meteorològiques d'alta qualitat a diferents punts de l'aeroport, i una estació mare que resumeix les dades per facilitar les prediccions.

Per tant dir que és un tema del qual em motiva molt ja que es tracta un tema fonamental pels aeroports com és la meteorologia i afectant o no directament amb l'economia aeroportuària.



Font: *shutterstock.com*



b. Tesi i procés d'elaboració

Tot seguit es farà ressò de com i en què es basarà aquest estudi, amb la seva tesi, el seu procés d'elaboració i l'objecte d'estudi, descrivint en primer lloc una visió principal i posteriorment s'aprofundirà d'una forma més detallada.

El projecte d'estudi es basarà amb una sèrie de parts, i seguint una estructura predeterminada.

Primerament hi ha una part teòrica, explicant així tots els procediments que es segueixen i els diferents conceptes existents que es tenen en compte per tal de seguir amb el projecte. Un cop descrit el marc teòric, s'analitzaran les dades meteorològiques fent un estudi quantitatiu per demostrar la mala visibilitat existent a l'aeroport durant un període de temps determinat, fent una estadística d'una seqüència de varis anys.

Un cop analitzades aquestes dades, s'analitzen també les possibles pèrdues econòmiques que existeixen a les companyies aèries, degut als diferents retards existents i de les possibles anul·lacions de vols.

Finalment s'extreuen unes conclusions veient si hi ha conseqüències econòmiques importants al llarg d'aquests períodes de mala visibilitat, i explicant també a qui afecta, si a les aerolínies, al mateix aeroport de Barcelona o ambdós.

Es durà a terme una metodologia quantitativa i qualitativa, valorant totes les dades, i, al mateix temps les despeses que pot aportar aquest fenomen a les companyies aèries i a l'aeroport, per tal que a un futur proper es puguin evitar aquestes pèrdues, adoptant alguna mesura científicotecnològica o logística determinada.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



c. Objectius i hipòtesis

Abans de començar la investigació quantitativa s'han tingut varis aspectes geogràfics i meteorològics presents, per tal de poder qüestionar-se algunes hipòtesis i objectius, i estudiar així el terreny de l'àrea d'estudi.

L' objectiu principal de la investigació és saber com afecta econòmicament la mala visibilitat, sigui baixa, nul·la o sostre de núvols, a les aerolínies que tenen destinació o sortida de l'aeroport de Barcelona degut a la inactivitat o retards dels vols. Per arribar en aquesta qüestió s'haurà de derivar a varis objectius secundaris, com és fer un anàlisi quantitatiu i qualitatiu de les dades meteorològiques treballades i facilitades per l'Agència Estatal de Meteorologia i la OMA (Oficina Meteorològica Aeronàutica), i a partir d'aquest anàlisi trobar l'època de l'any i la quantitat de dies que l'aeroport és afectat per la mala visibilitat i quina serà la seva repercussió econòmica, sabent el què suposa un determinat període de temps d'inactivitat.



Font: Aeroport de Barcelona

La hipòtesi que es formula abans de l'anàlisi de dades i de l'elaboració d'aquest projecte és, que en els dies de visibilitat reduïda, les aerolínies de l'Aeroport de Barcelona es veuran afectades econòmicament degut a la inactivitat i els diversos retards dels vols. Per al contrari, elaborant també una hipòtesi nul·la,

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



es formula tot al revés, és a dir, que en els dies de visibilitat reduïda les aerolínies de l'Aeroport d'estudi no es veuran afectades econòmicament degut a la inactivitat i retards dels vols.

d. Metodologia

Un cop explicat molt breument quins passos es seguiran durant l'estudi de la mala visibilitat i les aerolínies de l'Aeroport de Barcelona i quins objectius i hipòtesis s'han tingut en compte per tal de seguir endavant amb el projecte, ara s'aprofundiran més aquests passos, veient els diferents avantatges i inconvenients que es trobaran alhora de fer l'anàlisi.

Primerament com ja s'ha dit, s'explicaran breument les principals variables meteorològiques que existeixen, explicant més detalladament el concepte de les boires i els seus tipus, per tal de veure com poden afectar a l'aeroport. També s'explicaran aspectes importants de l'aeroport que s'han de tenir en compte per tenir una referència, com la seva posició geogràfica, ja que aquesta referència és un dels elements claus per l'existència de la mala visibilitat degut a la condensació, ja sigui abundant o no.

Posteriorment es farà un anàlisi estadístic molt detallat de la mala visibilitat, per així poder apreciar la temporada, període de temps i quins dies hi ha hagut una visibilitat reduïda de forma més densa i de quina magnitud.

Seguidament es farà un anàlisi de les conseqüències econòmiques de les aerolínies per tal de veure quines pèrdues hi ha durant l'aturada simultània de les companyies, o amb més freqüència, als retards que hi ha, del qual ambdós factors van relacionats.

Un cop s'hagin analitzat aquests paràmetres quantitius, es té en compte que depenent de la temporada en què l'aturada sigui existent, segurament les pèrdues econòmiques seran majors o menors. Tot i que és difícilment quantificable degut a les grans despeses que es donen, se centrarà amb un

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



paràmetre determinat del qual s'aproximarà a una de les grans variables econòmiques.

Ja fets tots els recomptes, s'analitzaran els dos tipus de dades per tal de veure i verificar o no la hipòtesi, ja que el resultat serà que la mala visibilitat a l'aeroport del Prat afecta econòmicament al llarg de l'any o bé que no afecta gens durant l'any, com ja es va formular a les hipòtesis. Un cop això verificat, s'estudiarà de la manera que afecta a les companyies.



Font: Google Earth i Elaboració pròpia

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

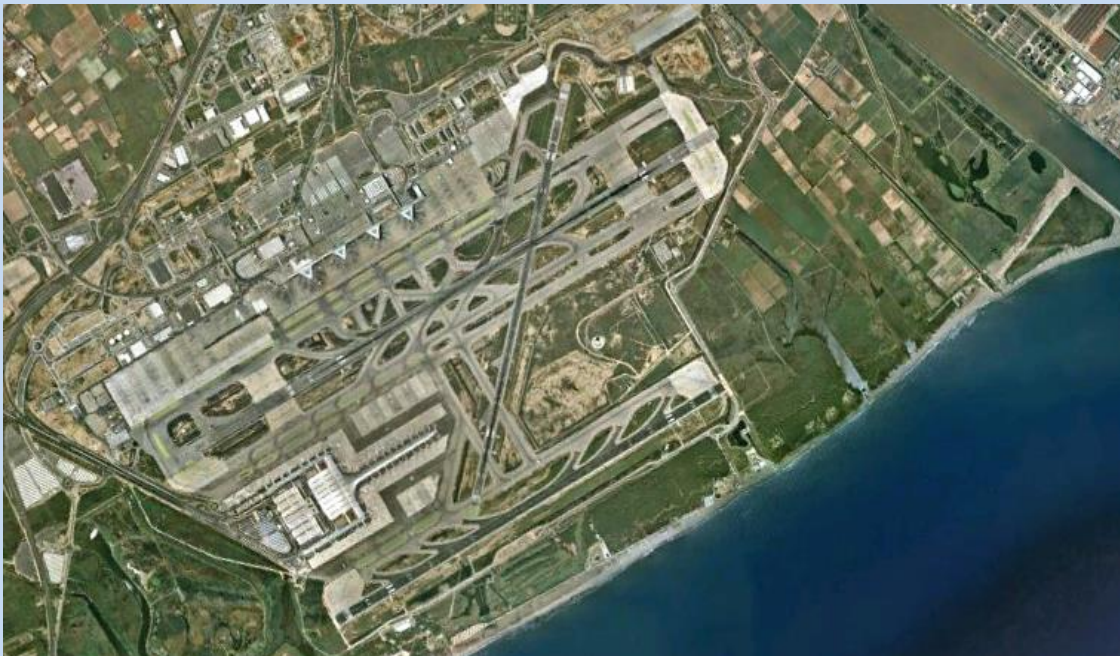


e. El context pràctic

Primerament com s'ha dit s'ha de saber la situació geoespacial del Aeroport de Barcelona - el Prat, del qual és de;

- Latitud: 41° 19' 51" N
- Longitud: 2° 5' 33" E
- Altitud: 4-5 metres sobre el nivel del mar

Dir també que aquest aeroport està afectat per la vall del Llobregat, on del qual a priori al fons d'una vall la persistència de les boires acostuma a ser significant a l'època d'hivern, tot i que l'aeroport esta a pocs metres de la mateixa línia de mar. Aquest aeroport també està envoltat dels espais naturals dels aiguamolls del delta del Llobregat.



Font: Google earth

Un cop sabut el context geogràfic de la zona d'estudi, es fa un anàlisi exhaustiu de les dades meteorològiques, tenint en compte totes les diferents variables

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



com són les temperatures, les precipitacions, la humitat relativa i absoluta, les pressions, el vent, l'índex ultravioleta i sobretot la visibilitat.

Una vegada s'aconsegueixin tenir totes aquestes dades d'un període de 15 anys, i veient també amb estudis qualitius ja fets, algunes altres dades concloses, extretes també de les dades que s'analitzaran, doncs a partir de totes aquestes es podran treure uns resultats, que ens faran reflexionar per unes primeres conclusions.

Després s'hauran d'adquirir les diferents dades econòmiques que ens facilitaran les diferents entitats aeroportuàries o membres de l'aeroport, per tal de poder arribar a unes conclusions econòmiques òptimes, com són:

- Aena
- Iberia/Vueling
- Ryanair
- Easyjet



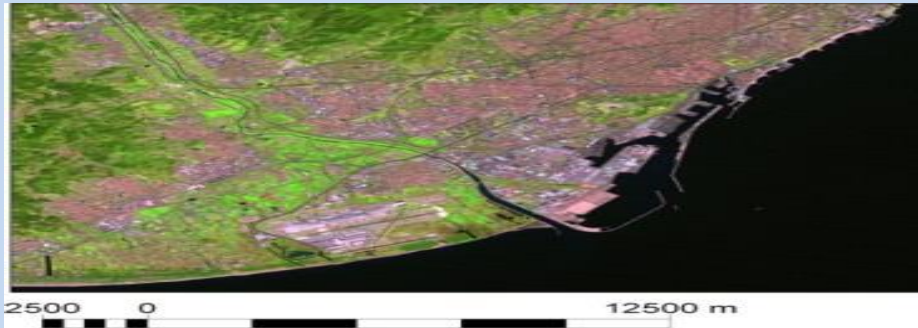
Amb les dades facilitades es veuran quins beneficis i pèrdues tenen cada dia per tal de poder analitzar si la hipòtesi corresponent es compleix o no, tot i així, els objectius principals i secundaris assignats podrien no complir-se degut a un canvi de planejament i d'obstacle, que es pot trobar pel camí de la investigació.

Es faran estudis d'observacions del terreny en el mateix aeroport per tal de poder veure com és exactament, com també fer entrevistes als principals responsables de diverses companyies i als meteoròlegs per tal de sentir la seva opinió, que sempre pot fer canviar alguna variable.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Sistemes d'informació Geogràfica

Un cop fets tots aquests anàlisis es durà a terme una valoració dels resultats, i posteriorment, quan ja s'obtinguin es podrà saber si es pot solucionar d'alguna manera, per tal de no tenir tantes pèrdues econòmiques, és a dir, que es buscaran alguns recursos de prevenció.

f. Tècniques i instruments

Ja s'ha dit i anomenat que s'han d'utilitzar varies tècniques i instruments per tal de fer l'anàlisi i l'estudi pràctic amb major precisió i fiabilitat.

Les principals tècniques, de caire quantitatiu i qualitatiu, que s'utilitzen per fer la investigació d'aquest fenomen i veure si afecta directament a l'economia de les companyies aèries, són les següents;

- Observació
- Entrevistes
- Anàlisi de Camp
- Anàlisi quantitatiu i qualitatiu de dades estadístiques
 - Dades meteorològiques
 - Dades econòmiques
- Anàlisi resultats

Els instruments principals que s'han de tenir presents prèviament per aquest estudi són els següents:

- Programes informàtics (Full de càlcul i tractament estadístic, Excel i SPSS)
- Observació/Descripció meteoròlegs
- M.O.R (Meteorological Optical Range)
- R.V.R (Aparells de visibilitat reduïda)



La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



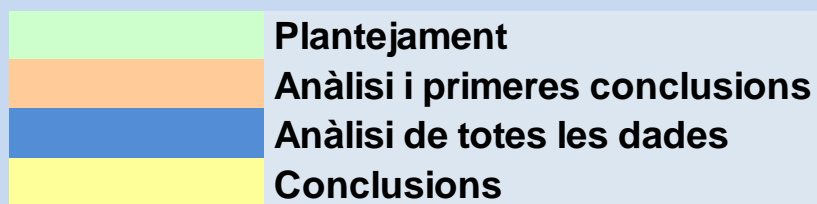
En aquest cas, tots els instruments, com són, el termòmetre sec i humit, el pluviògraf i pluviòmetre, el radiòmetre, l'anemòmetre i l'higròmetre ja no són necessaris per fer l'estudi, ja que ja són existents a l'aeroport, de forma nombrosa, i com ja s'ha dit totes les dades enregistrades per aquests aparells ja ho fan de forma automàtica a través de l'Aemet.

El què si és necessari són totes les dades que aquests i d'altres instruments han recopilat durant una llarga sèrie d'anys, per fer així, un anàlisi adequat i al detall, i també és important la observació i anàlisi descriptiu que han fet els meteoròlegs de manera espontània en el moment d'un fenomen determinat.



g. Pla de treball

Treball Final de Grau	Novembre	Desembre	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Definició de la temàtica del TFG	■							
Elaboració de la proposta de treball	■							
Buscar dades meteorològiques (AEMET)			■					
Explotació i anàlisi de la informació (dades)			■					
Estudi a través de mapes i d'observació de l'aeroport					■			
Extreure'n primeres conclusions					■			
Entrevistes i extracció dades econòmiques						■		
Anàlisi de dades econòmiques i entrevistes						■		
Anàlisi dades conjuntes (econòmiques i meteo.)							■	
Conclusions definitives, propostes i prevencions							■	
Preparació presentació final								■



La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

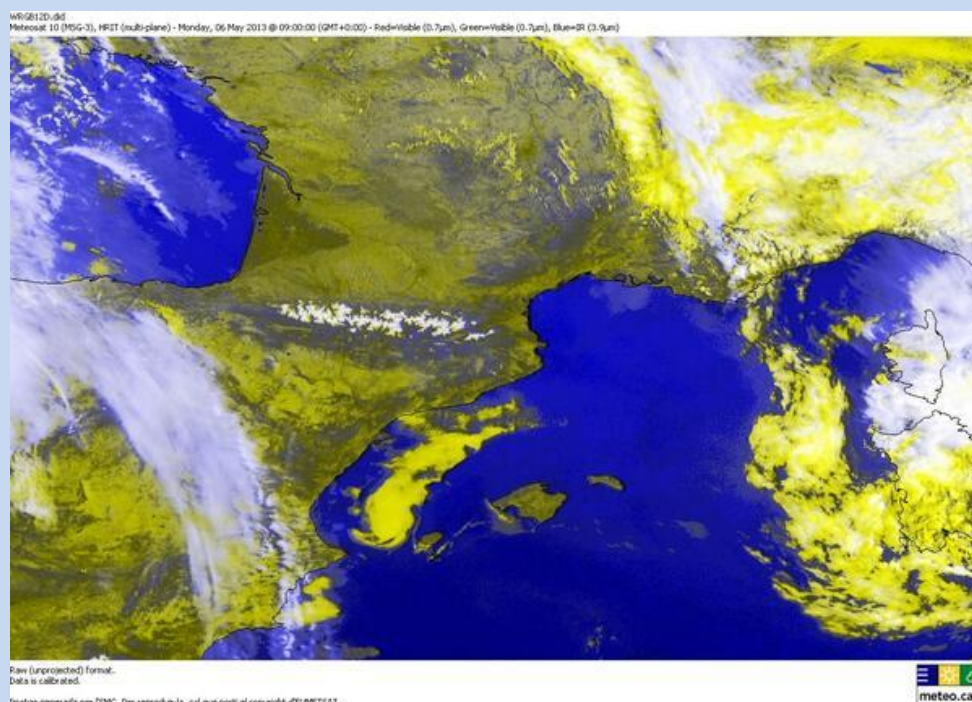


II. Anàlisi

Tot i que tots els blocs d'un estudi d'investigació són importants, especialment un dels més destacats d'un estudi d'aquestes característiques és el de l'anàlisi de l'objecte d'estudi, ja que és essencial per extreure conclusions del què es vol descobrir i/o investigar, i per verificar les hipòtesis.

Primerament s'explica un anàlisi teòric, veient les característiques principals de l'aeroport d'estudi, amb els seus diversos termes que s'han de tenir en compte, i també explicant el fenomen meteorològic de la visibilitat reduïda amb les seves diferents components, i com l'afecta a les companyies aèries que parteixen de l'aeroport de Barcelona, caracteritzat per la proximitat del mar.

Posteriorment, un cop explicat tot l'anàlisi teòric, es fa un anàlisi pràctic de totes les variables meteorològiques necessàries, explicant, al detall, com afecta la visibilitat a l'àrea geogràfica d'estudi, i veient així, quin període de temps és més favorable per aquest fenomen. Després, en el mateix anàlisi pràctic, s'explica i es calcula com afecta econòmicament a una companyia XXX.



Font: www.meteo.cat



A) Anàlisi teòric

1. L'Aeroport de Barcelona - El Prat

a. Termes generals

L'Aeroport de Barcelona - El Prat, és l'aeroport que dona servei a Barcelona i la major part del trànsit és nacional i europeu. És l'aeroport més important d'Espanya en nombre de passatgers sense connexió, (amb connexió l'aeroport més important d'Espanya és el de Barajas. No obstant això, el nombre de connexions intercontinentals està molt per sota d'altres aeroports europeus amb el mateix nivell de trànsit en passatgers.

L'aeroport serveix principalment a diferents destinacions d'Europa i del nord d'Àfrica, però també ofereix diversos vols intercontinentals a Amèrica del Nord, Amèrica del Sud i Àsia. Aquest està obert només a vols instrumentals i estan prohibits els vols VFR* (Vols en Regles Visuals), excepte els vols VFR sanitaris, d'emergències i d'estat.

L'aeroport té tres terminals, la terminal T1, inaugurada el juny del 2009, la terminal T2 i la terminal corporativa que està destinada únicament a l'aviació corporativa i al viatger de negocis, operativa les 24 hores del dia i els 365 dies de l'any.

Tot i que encara no hi arriba el metro, els accessos a l'aeroport són bastant bons. La línia E9 del metro està previst que a finals d'aquesta dècada s'inauguri, no obstant, actualment s'hi pot accedir a través de cotxe, autobús, taxi i tren (Rodalies de Catalunya).

VFR* (Vols en Regles Visuals): conjunt de normes contingudes en el reglament de circulació aèria i que estableixen les condicions suficients de navegació aèria per a què el pilot pugui dirigir el seu aeronau, navegar i mantenir la separació de seguretat amb qualsevol obstacle amb l'única ajuda de la vista. Amb VFR, el pilot dirigeix la seua aeronau mantenint en tot moment contacte visual amb el terreny, encara que li està permès utilitzar els instruments de vol a bord com ajuda suplementària.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



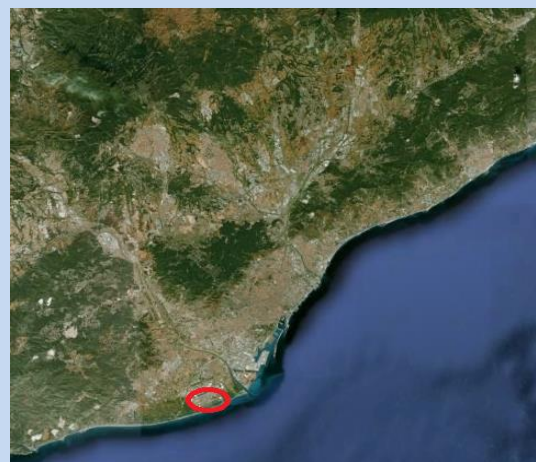
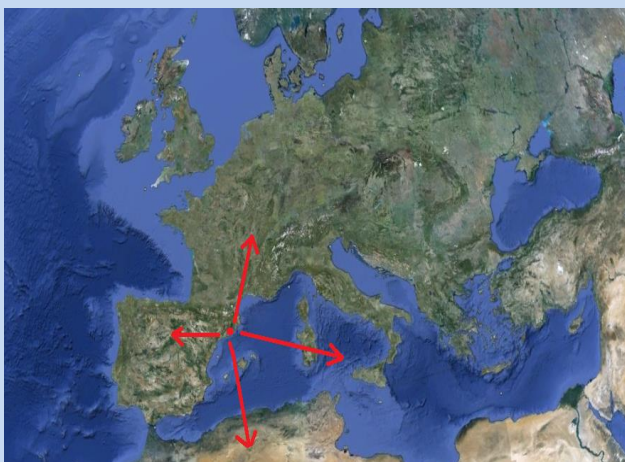
b. Dades bàsiques

- Entitat pública empresarial: AENA
- Data d'inauguració: 1920
- Superfície: 97 km²
- Desnivell màxim: 0.1%
- Temperatura mitjana anual: 15,5°C
- Precipitació mitjana anual: 628 mm
- Passatgers 2012: 35.145.176 (+2,2% respecte 2011)

c. Situació geogràfica

L'aeroport de Barcelona - El Prat es troba a 12 km al sud-est de la capital catalana, entre els termes municipals del Prat de Llobregat, Viladecans i Sant Boi de Llobregat, a una altura d'uns 4 metres de mitjana sobre nivell del mar. Està a una zona privilegiada ja que és l'entrada del Mediterrani i d'aquesta manera està compenetrat amb el Port de Barcelona, constituint també un punt destacat d'entrada d'Europa i d'Àfrica.

L'aeroport de Barcelona - El Prat està al damunt del Delta del Llobregat, quasi bé enganxat al mar i sota la influència del riu Llobregat.



Font: Google Earth i elaboració pròpia

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



A les imatges es pot observar la situació de l'Aeroport a dues escales ben diferents, la més petita és en context europeu, i a Catalunya, a una escala més gran, veient així, la seva bona posició geoestratègica.

d. Factors geomorfològics i climàtics

Els factors geomorfològics són essencials a l'hora d'analitzar el clima d'un lloc amb una posició geogràfica determinada. En el nostre cas, l'aeroport, està influenciat per diferents elements que són essencials pel seu clima particular mediterrani.

L'aeroport està situat al Delta del Llobregat, al costat i sota la influència del mar Mediterrani i del riu Llobregat, tenint, per tant dir, un clima en general mediterrani.

El clima mediterrani es caracteritza per unes temperatures moderades i unes pluges no gaire abundants que es concentren, sobretot, a la tardor i a la primavera, i que puntualment poden ser molt intenses, fins i tot més freqüents que a les zones de clima més humit. Els estius solen ser especialment càlids i secs, amb períodes llargs de sequera, i els hiverns no solen ser especialment freds ni humits, tot i que en algunes zones determinades es poden formar boires molt abundants i persistents, formant així un microclima més humit.

Un tret típic i característic del clima mediterrani és la seva irregularitat, sobretot per la pluja, ja que és poc previsible. A la Mediterrània es pot passar d'una sequera a una inundació amb un període de temps curt.

Un cop descrita la influència del mar Mediterrani i descrivint el seu clima, dir que el riu Llobregat també és un tret característic per avaluar el seu microclima. El riu Llobregat neix a Castellar de n'Hug (Berguedà) passant per la plana del Bages i travessant la serralada prelitoral i posteriorment la litoral. Finalment passa per pocs metres de l'Aeroport del Prat fins arribar a la seva desembocadura al Mediterrani.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

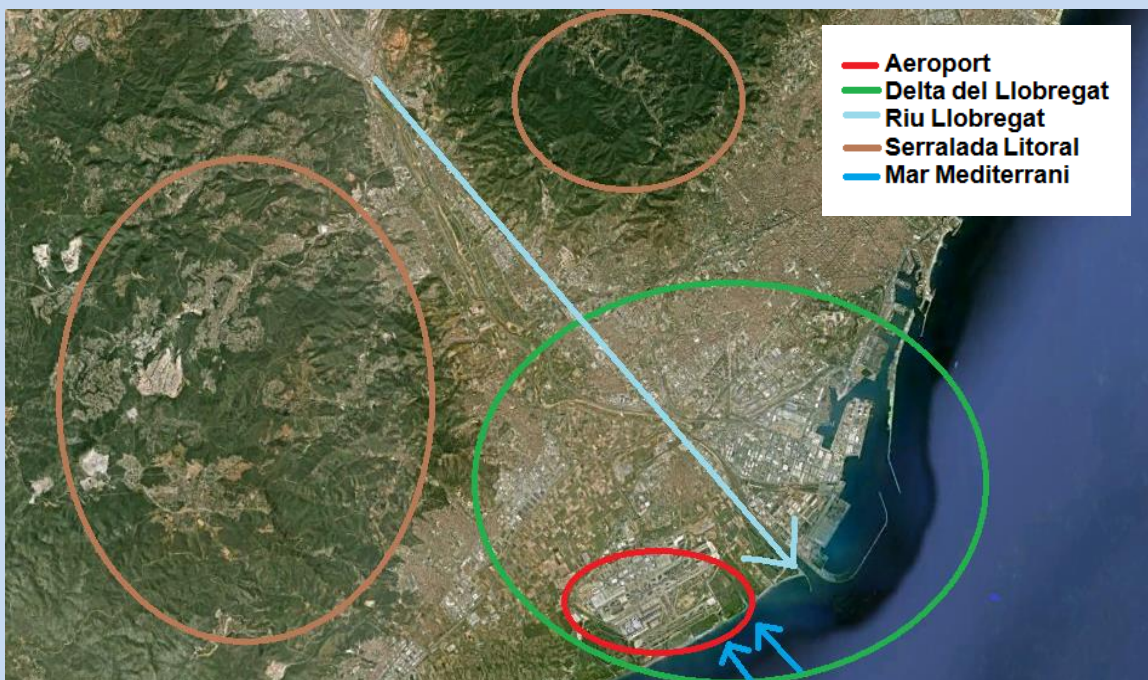
Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



És a dir, que el Llobregat neix al Pre-Pirineu i travessa per zones fredes, amb el que aquest aire descendeix canalitzant-se per la vall del Llobregat fins a la seva desembocadura.

Això comporta un microclima mediterrani poc extremat a l'àrea d'estudi, ja que està influenciat per aire molt humit que prové del Mediterrani i per aire fred, a l'hivern, que prové de l'interior de Catalunya i del Pirineu. Vegem la següent imatge:



Font: Google Earth i elaboració pròpia



2. Variables meteorològiques

És important descriure les variables meteorològiques que més influeixen en la mala visibilitat o que poden tenir una certa relació amb ella.

Tot seguit s'explicaran aquestes principals variables que s'han de tenir en compte, per així fer un estudi exhaustiu d'aquestes i veure la persistència i la temporalitat de la mala visibilitat i com pot afectar sobre una àrea d'estudi com és la de l'Aeroport de Barcelona;

- b. Temperatura:** La temperatura de l'aire a 1,5 metres del terra i d'una certa alçada és important per saber la diferència termomètrica per tal d'apreciar i pronosticar una possible condensació de l'aire.
- c. Temperatura o punt de rosada:** És la temperatura a la que començarà a formar-se rosada (boira) si l'aire es refredés sense una variació en el seu contingut d'humitat. La diferència entre la temperatura i la temperatura del punt de rosada ens indica lo lluny que s'està de la saturació d'humitat. La temperatura del punt de rosada és igual o inferior a la temperatura de l'aire.
- d. Humitat relativa:** A una temperatura determinada, la pressió parcial del vapor d'aigua a l'aire no pot superar un cert valor, anomenat tensió de vapor saturat. La humitat relativa és el tan per cent (%) de la tensió de vapor existent en relació amb aquest màxim. Si hi ha saturació, la humitat relativa serà del 100% (i la temperatura del punt de rosada s'igualarà a la temperatura de l'aire). Quan hi ha boira, l'aire està saturat d'humitat.

e. Pressió atmosfèrica: és la pressió que exerceix l'aire contra la terra. La seva mesura és en hectoPascals o mil·libars, a través d'un baròmetre.

f. Intensitat de precipitació: és la intensitat que es registra en un període de temps curt. Si aquesta és molt alta la visibilitat disminueix, degut a la quantitat d'aigua que hi ha en un espai determinat.



g. Nuvolositat mitjana: Aquesta es mesura en octes. El cel totalment cobert té una nuvolositat de 8 octes i el cel totalment serè és de 0 octes.

h. Insolació: És el temps que el sol brilla el suficient com perquè es registri la radiació diària, normalment sempre que el disc solar sigui visible.

i. Metar

- **Color Metar**

És una escala de colors pensat per donar una idea de les condicions meteorològiques aeronàutiques que té que veure amb la visibilitat horitzontal i sostre de núvols. La visibilitat horitzontal és la distància horitzontal fins que es vegin altres determinats objectes. El sostre de núvols és un terme aeronàutic que significa la altura sobre el terra en la que hi ha la mitat o més de cel cobert per núvols. Una aeronau que torna per sobre el sostre o mar de núvols veurà menys de la meitat del terra. Un cop això, tenint la visibilitat i el sostre de núvols, la situació d'un aeròdrom té el color donat per els següents:








La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



- **Blau:** Visibilitat igual o major a 8000 m i sostre de núvols igual o superior a 2500 peus d'altitud.
- **Blanc:** Visibilitat igual o major a 5000 m i sostre de núvols entre 1500 i 2500 peus d'altitud.
- **Verd:** Visibilitat igual o major a 3700 m i sostre de núvols de 700 a 1500 peus d'altitud.
- **Groc:** Visibilitat igual o major a 1600 m i sostre de núvols de 300 a 700 peus d'altitud.
- **Taronja:** Visibilitat igual o major a 800 m i sostre de núvols entre 200 i 300 peus d'altitud.
- **Vermell:** Visibilitat inferior a 800 m i sostre de núvols inferior a 200 peus d'altitud.
- **Negre:** Tancat per causes meteorològiques diverses a les anteriors, com per exemple, per neu.

Color Metar	Visibilitat	Sostre de núvols
	≥ 8000 m	≥ 2500 peus
	≥ 5000 m	1500-2500 peus
	≥ 3700 m	700-1500 peus
	≥ 1600 m	300-700 peus
	≥ 800 m	200-300 peus
	< 800 m	< 200 peus
	Diverses causes meteorològiques	

Font: Elaboració pròpia

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



▪ Codi Metar

Aquest codi l'enregistra i el pública l'Oficina Meteorològica Aeronàutica (OMA) i paral·lelament la AEMET ja que estan totalment coordinats, fent un informe cada 30 minuts de les condicions atmosfèriques a l'aeroport, en aquest cas el de Barcelona, sobretot centrades amb les condicions de visibilitat. Es tracta d'un informe importantíssim per cada maniobra de l'aeronau.

Tot seguit es pot veure un exemple d'aquest Codi Metar al 06/04/2013 a les 12:54 a l'Aeroport de Barcelona, explicant què significa cada component i variable:

Exemple:

LEBL 061100Z 18009KT 160V220 9999 FEW018 SCT040 11/02 Q1010 NOSIG

- **LEBL:** És el codi de l'Aeroport. Aquest cas de l'Aeroport de Barcelona.
- **061100Z:** És el dia i l'hora d'emissió, l'hora està amb UTC. En aquest cas és el dia 06 i l'hora (se li han de sumar dos hores) les 13,00h.
- **18009KT 160V220:** Notificació del vent. És a dir, direcció del moment; 180°, amb velocitat mitjana de 9 nusos. I la direcció del vent és variable entre 160 i 220°.
- **9999 FEW018 SCT040:** Grup de visibilitat i nuvolositat. En aquest cas: Visibilitat a més de 9999 metres de visibilitat global. Alguns núvols a una altitud de 1800 peus i alguns núvols dispersos a una altitud de 4000 peus.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



- **11/02 Q1010 NOSIG:** Temperatura/ Punt de rosada i pressió. És a dir: en el moment estaven a 11°C amb un punt de rosada de 2°C. La pressió atmosfèrica era de 1010 hPa.

En aquest exemple hi ha un tipus de nomenclatura que en l'explicació anterior no s'explica, serveix per fer la mesura de la quantitat de núvols existents en el moment, l'estat del cel. Fa uns anys s'expressava en octes, i actualment s'expressa de la següent manera:

- FEW: Núvols escassos, corresponent de una a dos octes de les antigues.
- SCT: Núvols disperses, de tres a quatre octes.
- BKN: Nuvolositat, de cinc a set octes.
- OVT: Cobert, vuit octes.
- CAVOK: sense nuvolositat per sota dels 10.000 peus amb una visibilitat major als 10km.
 - o NOSIG: Significa que no hi ha res significatiu.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



1. Visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona

La boira és el fenomen per excel·lència de la mala visibilitat a l'aeroport de Barcelona, tot i que aquest tampoc es pot dir que sigui molt freqüent. Aquest fenomen és el caràcter principal d'estudi de la investigació, i es començarà explicant-lo i posteriorment es farà ressò de les conseqüències que pot aportar a l'àrea d'estudi.

a. Causes del fenomen

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 petitíssimes gotetes d'aigua suspeses en l'aire en les proximitats del sòl, d'un diàmetre que oscil·la entre 1 i 50 micres, i fins i tot per sota de la micra en el cas de la boirina. Aquest conjunt de microgotetes fa que hi hagi una reducció important de la visibilitat.

Existeixen diferents mecanismes atmosfèrics que generen fenòmens de condensació de masses d'aire, que formen les boires i les boirines. Segons aquests mecanismes, les boires poden classificar-se, a partir de la seva gènesi, en boires d'irradiació, d'advecció, d'evaporació i orogràfiques.



Font: Portal 3/24



b. Tipus de boira present a l'àrea d'estudi

Un cop anomenats els tipus de boira que poden haver-hi, dir que el tipus més freqüent a l'Aeroport de Barcelona és la *boira d'advecció* degut a la seva localització geogràfica al costat del mar.

Les *boires d'advecció* es poden formar tan de dia com de nit, ja que no és el refredament nocturn la causa generadora, no com les d'irradiació que només es formen de nit per aquesta causa, tot i que poden perdurar durant moltes hores del dia. La causa principal de les boires d'advecció és degut al desplaçament d'una massa d'aire humida cap a una regió amb aire més fred, o a l'inrevés, el desplaçament d'una massa d'aire freda cap a una zona d'aire humit. Aquest moviment de l'aire també és una altra diferència respecte a la d'irradiació, ja que aquestes es mantenen estàtiques. Les boires d'advecció sempre presenten un moviment horitzontal, amb una velocitat del vent que pot assolir fins als 5 m/s. Degut aquesta velocitat aquestes boires no són molt llargues, a diferència de les d'irradiació que poden perdurar varis dies.

Relacionant aquestes boires d'advecció amb l'Aeroport de Barcelona, tenint en compte la seva posició geogràfica, es produeixen quan una massa d'aire càlid es situa damunt del mar, quan aquest presenta unes aigües relativament fredes; llavors el vapor d'aigua que conté aquesta massa d'aire es satura sobre el mar degut al refredament de la seva base, en contacte amb la superfície marina més freda. Per diferències de pressió, aquesta boira generada sobre el mar pot atansar-se a la costa, i penetrar a l'aeroport.

Aquestes boires són més freqüents a la primavera ja que és quan el mar Mediterrani està més fred, tot i que també es poden formar a l'hivern, a partir del mes de desembre, quan hi ha una forta entrada de vents càlids provinents d'Àfrica.

Es poden formar altres tipus de boira local, com poden ser les *boires de irradiació* tot i que és molt poc freqüent a l'àrea d'estudi, o d'altres formades per un front associat, que no solen comportar complicacions, ja que la visibilitat és suficient.



Un altre fenomen que pot afectar la mala visibilitat són les precipitacions curtes i molt intenses. Aquestes poden ser determinades principalment per un front provinent del sud-oest o les més freqüents per les llevantades, vents provinents de l'est. També aquestes precipitacions poden ser causades per un front provinent del nord-oest, tot i que aquestes no acostumen a ser prou intenses per provocar una visibilitat tan reduïda com per afectar al trànsit a l'aeròdrom, ja que normalment arriben bastant desgastades.

c. Conseqüències a l'aeròdrom

Aquests fenòmens explicats anteriorment provoquen unes conseqüències bastant significatives en qualsevol aeròdrom i al camp d'aviació.

Les possibles conseqüències que pot aportar aquesta mala visibilitat a un aeroport són els múltiples retards de les companyies aèries, ja que quan hi ha mala visibilitat obliga als avions a sortir o aterrar amb intervals de temps molts més grans. Això també comporta la cancel·lació de vols donat que degut a l'acumulació de consecutius retards durant un període de temps com pot ser un dia, alguns vols s'han d'anular al final del dia.

Quan hi ha una tempesta i la intensitat de la precipitació és tan rellevant que fa disminuir considerablement la visibilitat, això també comporta un retard, amb les mateixes conseqüències que les boires o nuvolositat baixa.

d. Plans d'actuació (LVP)

En grans aeroports espanyols i internacionals, com és el de Barcelona, es realitzant operacions en condicions de visibilitat reduïda, ja que és necessari desenvolupar procediments espacials per garantir que aquestes operacions s'efectuïn amb una seguretat completa. Les mesures addicionals recolzant aquestes operacions constitueixen els denominats Procediments de Visibilitat Reduïda (LVP).

S'han d'establir aquests Procediments de Visibilitat Reduïda (LVP) en tots aquells aeroports en els que es preveuen realitzar les següents operacions:

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



- a) Operacions d'aproximació i aterratge de precisió de categories II i III.
- b) Enlairaments de visibilitat reduïda (enlairament en la que l'Arribada Visual en la pista (RVR) és inferior a 400 m).

Per tant dir, que l'Aeroport de Barcelona - El Prat té previst i realitza les anteriors operacions indicades: CAT II / III.

L'activació d'aquest pla citat anteriorment suposa un desplegament de tot el personal responsable implicat, i una coordinació i seguiment extrem de tots els serveis aeroportuaris afectats per LVP, com també als serveis de pista i plataforma (SPP) del qual aquests, els serveis de senyalers tindran assignades les següents funcions:

1. Difondre dins del servei la declaració de condicions de visibilitat reduïda.
2. Revisió dels vehicles, equips de comunicació i de senyalització, i vestir amb roba senyalitzada.
3. Informar a CECOPS (Centre de Control d'Operacions) de l'estat dels equips de comunicació, de tancament de vies de serveis i dels vehicles.
4. Tancament de vies de servei, vigilància i control de plataforma i participació activa en cas d'anomalies d'altres conductors.
5. Diferents coordinacions amb caps per fer retirades de personals a les àrees de maniobres si és que no es digui el contrari.

També s'haurà de controlar i comprovar el bon funcionament de les funcions bàsiques de centrals elèctriques, baixa tensió i abalisament. I en definitiva seguir una sèrie de processos que requereixen una coordinació extremada pel seguiment de diversos procediments a tenir en compte, per tal que hi hagin els mínims problemes, i que cada personal i agent actuï de la forma més ràpida per així evitar diverses conseqüències que tot seguit s'explicaran.

L'activació d'aquest pla el fan els agents de la torre de control, ja que reben cada interval de mitja hora les dades Metar per la Oficina Meteorològica Aero-nàutica (OMA), on van assignades les distàncies de visibilitat.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Un cop s'activa aquest procediment (visibilitat inferior a 400 metres), els avions han de sortir amb una freqüència de temps més àmplia causant així, nombrosos i assegurats retards, si no és que es desactivi el pla perquè la visibilitat hagi augmentat.

Amb el pla activat durant nombroses hores farà que vols que estiguin programats per a finals del vespre s'hagin de cancel·lar, provocant així un cost més elevat per les aerolínies.

Aquests retards són els mateixos un cop s'ha activat aquest pla, encara que hi hagi una visibilitat de 400 metres com si hi ha una visibilitat nul·la.

El fet que hi hagin moviments a l'aeròdrom amb una visibilitat tan reduïda, és degut a un radar instal·lat que només tenen els aeroports més importants (a l'Aeroport de Barcelona aquest radar fa pocs anys que està instal·lat).

Aquest està situat a una part de la pista facilitant les marques d'ella, de manera que es poden apreciar les seves limitacions i així poder fer aterratges i enlairaments amb visibilitat baixa o nul·la.



Font: Diari La Vanguardia

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Com s'ha dit, en aquest pla es desplega un seguit de comunicacions a tots els departaments del aeroport. En les següents taules es mostra en cada fase del pla a qui s'ha de comunicar l'activació del LVP.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



AENA-AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

OPE_CMA_003
28-JUNIO-2012

COMUNICACIONES LVP

FECHA:

Fase I PREALERTA	TWR comunica situación de Prealerta a CECOPS-T1			HORA UTC:
	CECOPS-T1 comunica la situación de Prealerta a:			
	HORA COMUNICACIÓN	DEPENDENCIAS	TELÉFONOS	
	UTC	Ejecutivo de Servicio	93 29 83739	
	UTC	Jefe de sala CGA	93 25 96490	
	UTC	CECOPS-T2	93 29 83797	
FASE I: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:				

Fase II COMPROBACIONES	TWR comunica a CECOPS-T1 "Fase II LVP: Inicie comprobaciones previas al LVP"			HORA UTC:
	CECOPS-T1 comunica "Fase II: Inicie comprobaciones previas LVP por probabilidad de activación LVP en A.Maniobras y/o Plataforma" y recopila las respuestas que comunicará a Jefe Sala CGA y éste a Ejecutivo de Servicio (*)			

(*) NOTA: Las comprobaciones de FASE II aplican tanto al Area de Maniobras como a Plataforma

FASE II: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:			FASE IV: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:	
FASE II: Hora comunicación	DEPENDENCIA/ TFNO	HORA RESP. COMPROB.	OK o INCIDENCIAS COMUNICADAS	FASE IV desde FASE II (*)
UTC	OMA-METEO 93 29 83812	UTC		UTC
UTC	JEFE DE SALA CGA 93 25 96490	UTC		UTC
UTC	CEMANT 93 29 83366	UTC (**)		UTC
UTC	CELT 93 29 83763	UTC		UTC
UTC	CECOPS-T2 93 29 83810 / 09	UTC		UTC
UTC	COAM-T1 00 610014305	UTC		UTC
UTC	COAM- T2 00 600515978	UTC		UTC
UTC	SSEI NORTE 93 29 83333	UTC		UTC
UTC	SSEI SUR 93 25 96666	UTC		UTC
UTC	SANIDAD-T1 93 25 96422	UTC		UTC
UTC	SANIDAD-T2 93 29 84000	UTC		UTC
UTC	SEG. CGA 93 29 83848	UTC		UTC
UTC	GUARDIA CIVIL CGA 93 25 96489	UTC		UTC
UTC	POLICÍA NAC. 93 25 96491	UTC		UTC
UTC	HALCONEROS 00.636452252/00.618275601	UTC		UTC
UTC	AAHH y CIAS (MAIL)		"LES INFORMO DE LA PROBABILIDAD DE OPERACIÓN CON PROCED. LVP" "LES INFORMO PASO A SITUACION NORMAL"	HORA UTC INICIO: HORA UTC FINAL:
	JEFE SALA CGA 93 25 96490	UTC	HORA de comunicación del resultado de las comprobaciones de CECOPS-T1 a JF CGA para que éste las transmita a ES y ES a TWR y así determinar la Cat. de operación	
		UTC	HORA de comunicación del resultado de las comprobaciones realizadas entre CEMANT y JF CGA. El JF CGA será quien lo comunicará a CECOPS.	

(*) En caso de no llegar a FASE III

(**) Es el JS CGA quien comunica el resultado

OPERADOR QUE INICIA		OPERADOR QUE FINALIZA	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	
SUPERVISOR			
Nombre:			
Firma:			

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



AENA-AEROPUERTO DE BARCELONA - EL PRAT

OPE_CMA_003
28-JUNIO-2012

LVP AREA MANIOBRAS	
Fase III ACTIVACIÓN	TWR comunica a CECOPS-T1 la activación del LVP en Área Maniobras / CECOPS-T1 comunica la activación del LVP en A. Maniobras. HORA UTC: _____

Fase IV CANCELACIÓN	TWR comunica a CECOPS-T1 la cancelación del LVP en Área Maniobras/CECOPS-T1 comunica la cancelación LVP en A. Maniobras HORA UTC: _____
--------------------------------	--

FASE III: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:		FASE IV: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:	
FASE III: H.COMUN. ACTIVACIÓN	DEPENDENCIA/TFNO	H. COM. INCIDENCIA	FASE IV: H.COMUN. CNL LVP MANIOBRAS
UTC	JEFE DE SALA CGA 93 25 96490	UTC	UTC
UTC	OMA-METEO 93 29 83812	UTC	UTC
UTC	CEMANT 93 29 83366	UTC	UTC
UTC	CELT 93 29 83763	UTC	UTC
UTC	CECOPS-T2 93 29 83810 / 09	UTC	UTC
UTC	COAM-T1 00 610014305	UTC	UTC
UTC	COAM- T2 00 600515978	UTC	UTC
UTC	SSEI NORTE 93 29 83333	UTC	UTC
UTC	SSEI SUR 93 25 96666	UTC	UTC
UTC	SANIDAD-T1 93 25 96422	UTC	UTC
UTC	SANIDAD-T2 93 29 84000	UTC	UTC
UTC	SEG. CGA 93 29 83848	UTC	UTC
UTC	GUARDIA CIVIL CGA 93 25 96489	UTC	UTC
UTC	POLICÍA NAC. 93 25 96491	UTC	UTC
UTC	AAHH y CIAS (MAIL)	"INFORMO DE OPERACIÓN CON PROCED. LVP A MANIOBRAS CAT."	UTC
UTC	AT DE PMR 93 29 84999	"LES INFORMO DE CNL PROCED LVP EN A. MANIOBRAS"	UTC
UTC	CSA CGA 93 29 71500	UTC	UTC
UTC	HALCONEROS 00.636452252/00.618275601	UTC	UTC
UTC	CLH 93 29 83403	UTC	UTC
UTC	GAMA 00660795371	UTC	UTC
UTC	SLCA 00 661436175	UTC	UTC

(* Se anotarán las posibles incidencias detectadas en los sistemas mientras la FASE III del LVP esté activada. CECOPS-T1 lo notificará al Jefe de Sala de CGA por si se viese afectada la categoría del Aeropuerto

LVP PLATAFORMA

Fase III: INICIO	Ejecutivo de Servicio comunica a Jefe de Sala CGA y éste a CECOPS-T1 la activación del LVP en plataforma T1 y/o T2 : HORA UTC Plataforma en que se activa: _____
-----------------------------	---

Fase IV CANCELACIÓN	Ejecutivo de Servicio comunica a Jefe Sala CGA y éste a CECOPS-T1 la cancelación del LVP en plataforma T1 y/o T2 : HORA UTC Plataforma en que se activa: _____
--------------------------------	---

FASE III: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:		FASE IV: Comunicación interna(sms+mail) Hora UTC:	
FASE III: H.COMUN. ACTIVACIÓN	DEPENDENCIA/TFNO	FASE IV: H.COMUN. CNL LVP PLATAFORMA	
UTC	CELT ACTIVACION SEMAFOROS 93 29 83763	DESACTIVACION SEMAFOROS	UTC
UTC	CEMANT 93 29 83366		UTC
UTC	CECOPS-T2 93 29 83810 / 09		UTC
UTC	COAM-T1 00 610014305		UTC
UTC	COAM-T2 00 600515978		UTC
UTC	SSEI NORTE 93 29 83333		UTC
UTC	SSEI SUR 93 25 96666		UTC
UTC	SANIDAD-T1 93 25 96422		UTC
UTC	SANIDAD-T2 93 29 84000		UTC
UTC	SEG. CGA 93 29 83848		UTC
UTC	GUARDIA CIVIL CGA 93 25 96489		UTC
UTC	POLICÍA 93 25 96491		UTC
UTC	AT DE PMR 93 29 84999		UTC
UTC	CSA CGA 93 29 71500		UTC
UTC	AAHH y CIAS (MAIL)	"INICIO OPERA. CON PROCED LVP EN PLAT _____ HORA UTC	
UTC		"CNL OPERA. CON PROCED LVP EN PLAT _____ HORA UTC	
UTC	CLH 93 29 83403		UTC
UTC	GAMA 00.660.795.371		UTC
UTC	SLCA 00.661 436.175		UTC

OPERADOR QUE INICIA		OPERADOR QUE FINALIZA	
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	
SUPERVISOR			
Nombre:			
Firma:			



e. Mesures preventives a causa del fenomen

L'objecte del Procediment de Visibilitat Reduïda (Responsabilitat del Gestor Aeroportuari (LVP-RGA) és proporcionar la seguretat i regularitat al moviment de tot el trànsit (aeronaus, vehicles i personal) a l'àrea de maniobres i plataforma durant les condicions de visibilitat reduïda.

La finalitat del procediment i mesures preventives és garantir els següents aspectes:

- La guia adequada a pilots i conductors per la seva correcta orientació en la superfície de l'aeròdrom.
- El control eficaç del trànsit en la superfície del aeròdrom, per així evitar possibles col·lisions, manteniment, a la mesura del possible flux regular.
- Funcionament correcte (o detecció dels possibles errors de serveis) en els següents sistemes:
 - o Ajudes instrumentals per l'aproximació, l'aterratge i l'enlairament.
 - o Ajudes visuals per l'aproximació, l'aterratge, l'enlairament i el rodatge.
 - o Sistemes contra intrusió en àrees crítiques, sensibles i pistes actives.
 - o Altres ajudes o sistemes disponibles
- Control dels moviments de les aeronaus i de vehicles a l'àrea de maniobres.
- Adequada separació del trànsit aeri, per tal de garantir la integritat de les senyals de guia radiades pels subsistemes del Sistema d'Aterratge per Instruments (ILS) durant les aproximacions de les aeronaus.
- Control i vigilància de les obres a l'àrea de moviment que poden afectar a les operacions.



B) Anàlisi pràctic

1. La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona

Les dades meteorològiques són d'ús essencial per la realització d'aquest estudi, ja que a través d'un anàlisi exhaustiu de les dades es podrà saber i obtenir informació sobre la visibilitat als últims anys, i d'aquesta manera veure la quantitat de dies i el context temporal que es dona la visibilitat més dolenta per tal d'efectuar els enlairaments i aterratges.

Les dades d'estudi són solament les de visibilitat i les del METAR, extretes de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMet), ja que és l'agència que es fa càrrec de les dades de l'Aeroport de Barcelona – El Prat.

Aquestes dades són diferents, ja que les de visibilitat són molt subjectives, perquè són extretes a partir de l'observació d'un meteoròleg, tenint de referència algun obstacle o objecte que pugui arribar amb la seva visió.

En canvi, les de visibilitat METAR són les mesurades per uns instruments anomenats M.O.R (Meteorological Optical Range) i R.V.R (Aparells de visibilitat reduïda), que són els que tenen en compte alhora d'activar el pla de visibilitat reduïda o prendre qualsevol alternativa en condicions de visibilitat. És per això, com ja s'ha dit, que són les dades que es consideren per tal d'efectuar un bon estudi de baixa visibilitat.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



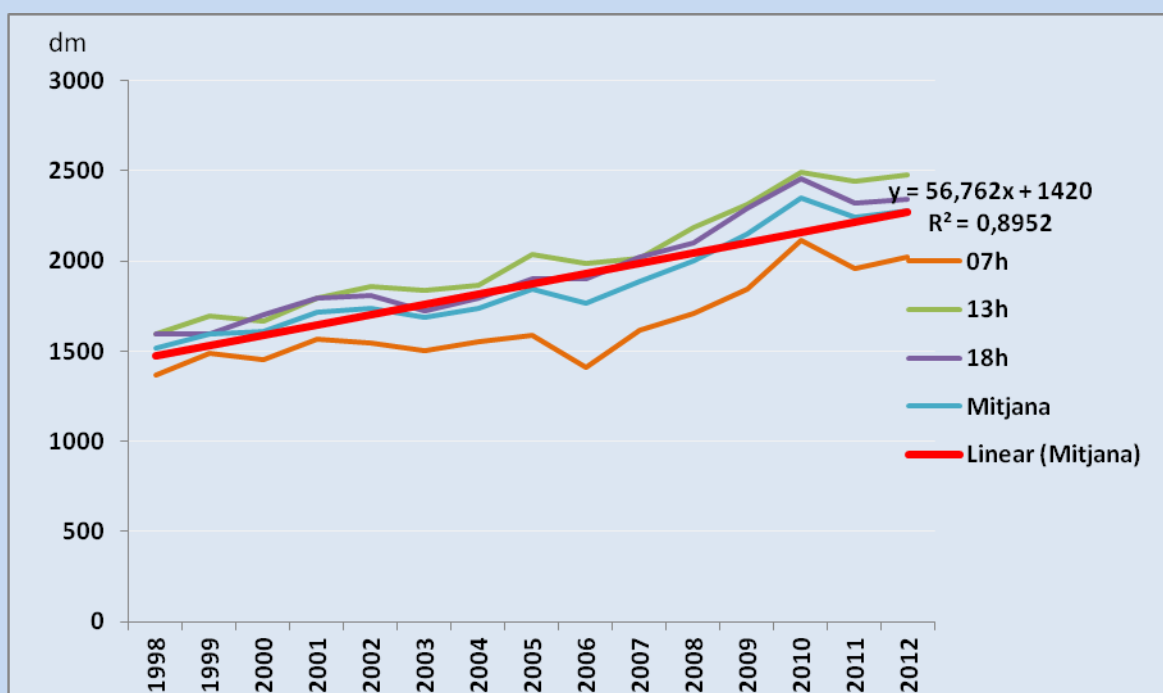
Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

a. Dades de visibilitat

Analitzant les dades de visibilitat, preses per un meteoròleg tres vegades el dia (a les 07h, 13h i 18h), s'ha pogut estudiar i calcular la mitjana anual, veient així la seva tendència en el següent gràfic, una petita tendència a l'alça de la visibilitat mitjana anual, estudiant també, la seva fórmula de la recte amb la seva constant que reflecteix així l'augment de visibilitat en els pròxims anys, tot i que, s'ha de tenir en compte que no és una sèrie de dades gaire llarga per dir i concretar que això és verídric, però en aquests últims quinze anys ha sigut així. Vegem el gràfic com ho demostra:

Visibilitat mitjana anual (1998-2012)



Font: Elaboració pròpia

Aquesta mitjana la podem comparar amb la mitjana dels valors mínims que hi ha hagut ens aquests anys, veient així si aquesta tendència a l'alça és la mateixa o no.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

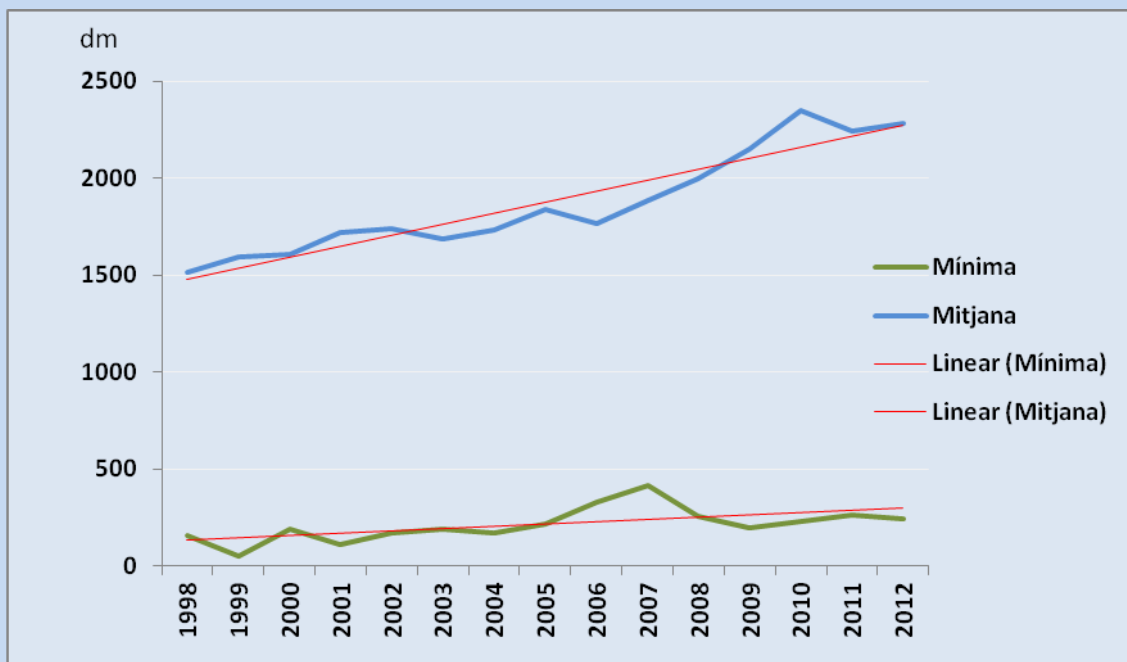
Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Vegem el gràfic on es pot veure aquesta comparació:

Visibilitat Mitjana Anual Vs Visibilitat Mínima Anual



Font: Elaboració pròpia

Analitzant i veient el gràfic es pot apreciar que la tendència no és la mateixa. Si que és veritat que les dos línies vermelles tenen una tendència a l'alça, però la de la mitjana és molt més acusada que l'altre. Es podria dir que la tendència de la mínima és inapreciable o quasi bé nul·la ja que amb aquest poc pendent i amb la sèrie d'anys que es tenen és impossible dir que existeix.

Per altre banda, també es pot analitzar pels mesos de l'any, per tal de veure la sèrie amb més detall. En el següent gràfic es pot veure la mitjana mensual, i és on es pot apreciar la primera idea de quin període o època de l'any la visibilitat és més bona o més dolenta.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

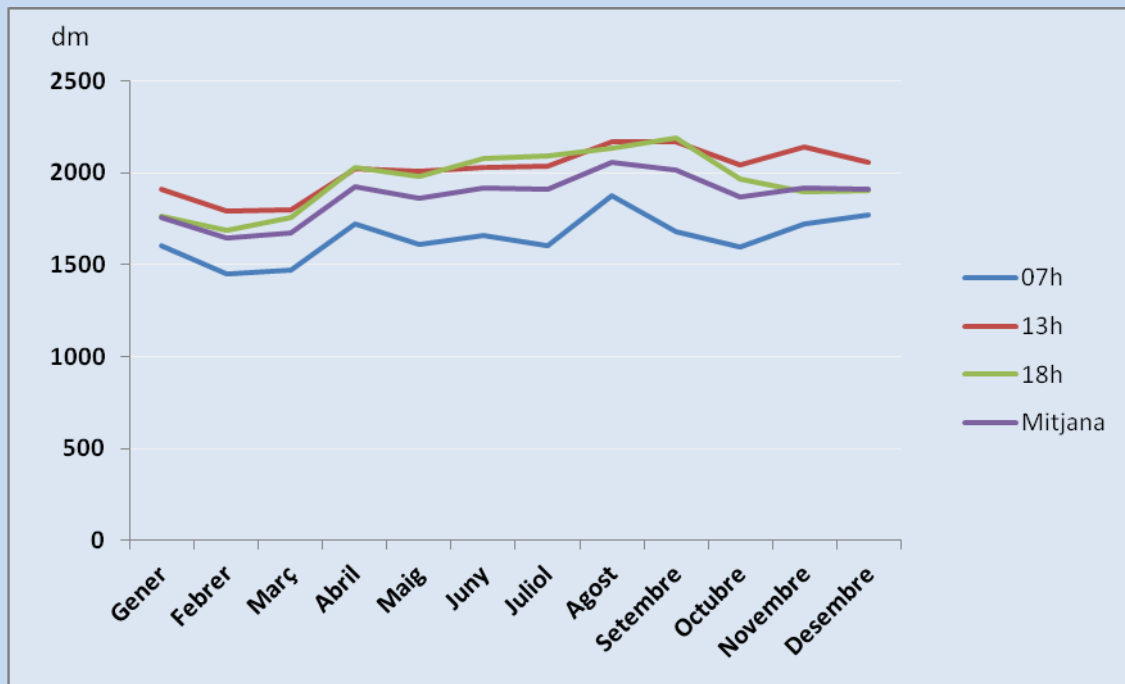
Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Vegem-ho:

Visibilitat Mitjana Mensual (1998-2012)



Font: Elaboració pròpia

El mesos aparentment amb una visibilitat més baixa són els mesos de finals d'hivern (febre i març), en canvi, els d'una visibilitat més bona són els d'estiu, sobretot, apreciant-ho en el gràfic, és el mes d'agost. També s'observa que el mes d'abril sembla que hi hagi un màxim de visibilitat, però com es podrà observar més endavant això no serà així, ja que en aquest gràfic només és per donar-se una idea de la visibilitat que hi ha en els 12 mesos de l'any, perquè per saber la visibilitat reduïda de l'àrea d'estudi es faran servir uns altres paràmetres, i es veurà com hi ha algun canvi considerable en relació amb aquest gràfic.



b) Dades de visibilitat METAR

Tornant al què interessa un cop analitzades aquest tipus de dades de visibilitat, ara s'analitzaran les dades de visibilitat METAR, les quals són essencials per tal d'efectuar un estudi climàtic exhaustiu d'aquest fenomen de la visibilitat reduïda, utilitzant un període de temps de 15 anys, des del 1998 fins al 2012, i analitzant cada dada igual o inferior a 400 metres en el seu context temporal, ja que l'activació del pla de visibilitat reduïda LVP, és a partir dels 400m del METAR.

Per tal de fer un estudi climàtic fiable s'ha d'agafar una sèrie temporal de com a mínim 30 anys. No ha pogut ser així, ja que AEMet demanava un pressupost molt elevat per aquesta sèrie temporal i per això, finalment s'ha agafat una sèrie de 15 anys, del qual ja ens pot servir per a tenir una molt bona referència.

Les dades METAR que s'estudien, estan registrades cada mitja hora, i analitzant-les s'ha pogut detectar la falta d'algun període de mitja hora.

D'aquesta manera, s'ha de fer un càlcul i un estudi per saber el percentatge de dades que es tenen i les que falten, per així veure si es poden agafar tots els anys i/o mesos.

Depenent del percentatge, si és molt baix (poques dades en aquell mateix any), s'ha d'anular i prescindir d'aquell any o mes.

Fent l'estudi s'ha pogut comprovar que es tenen les dades suficients per tal d'efectuar un anàlisi climàtic del tot fiable, tenint en compte que només s'utilitzen els darrers anys dits anteriorment.

**La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat.
Els efectes econòmics a les aerolínies.**

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Fotografia aèria del Aeroport de Barcelona – El Prat

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



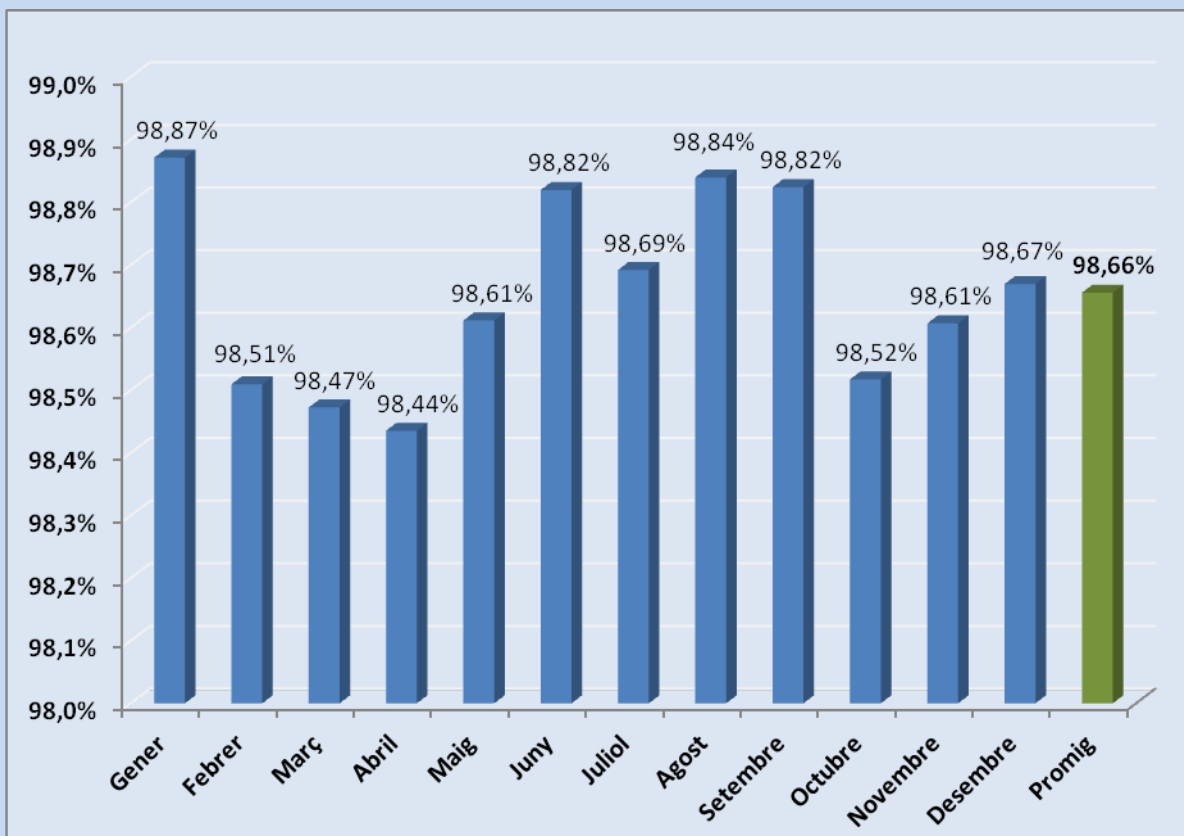
Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

En el següent gràfic es pot veure el percentatge de dades que s'utilitzaran, de tota la sèrie de tots els mesos de l'any durant els 15 anys.

El percentatge de dades que es disposa és molt elevat (98,66%), i això fa que la poca manca d'aquestes (1,33%) no influirà de cap manera en el resultat final. Vegem-lo:

Dades METAR utilitzades



Font: Elaboració pròpia

Una vegada se sap que la falta d'algunes dades no afectarà a la manera d'estudiar-les es pot seguir fent l'anàlisi.

Recapitulant el dit a la part teòrica, el què es vol saber és a quin període de l'any afecta la visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona. El període d'anàlisi que s'utilitza és per quinzenes, ja que per precisar més s'hauria de fer per set-

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



Treball Final de Grau

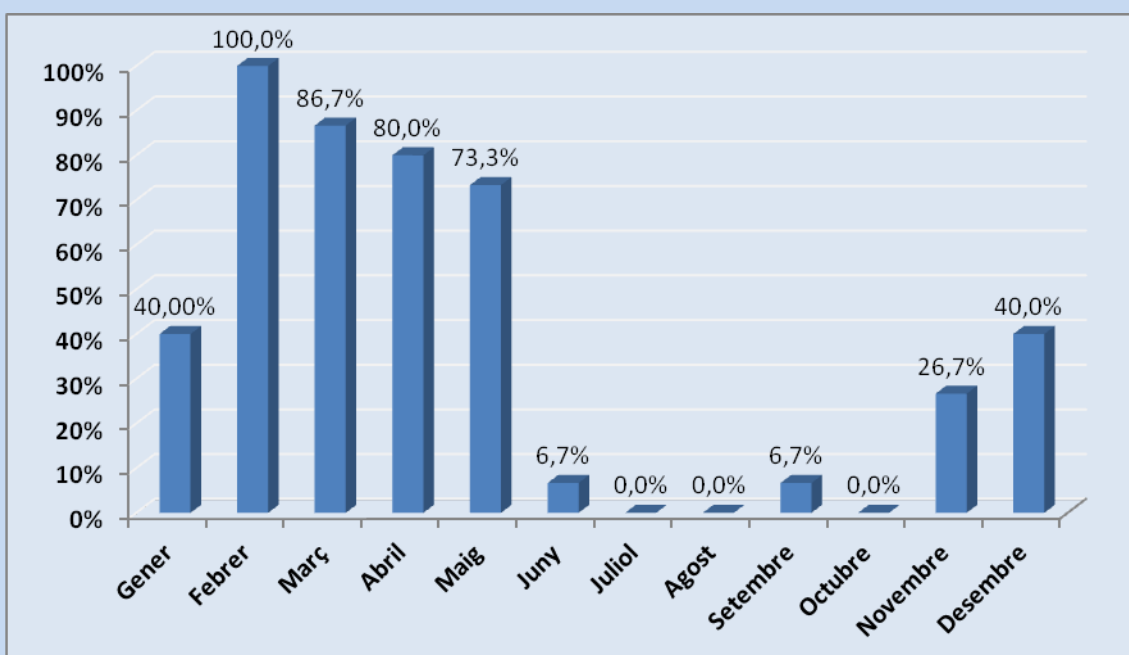
Albert Bladas Lluch, 2013

manes però degut a que la sèrie de dades és de 15 anys no donaria un valor gaire fiable.

Primerament, s'analitza en quines seqüències de mitja hora s'ha detectat una visibilitat inferior als 400 metres durant els 15 anys d'estudi (1998-2012), i un cop s'han analitzat aquestes, es podrà saber la quantitat de dies que la visibilitat és inferior a la dita.

Amb aquesta quantitat de dies ja es pot fer una probabilitat de cada mes, veient així el mes més afectat i saber la probabilitat que hi ha amb episodis de visibilitat reduïda. Vegem el següent gràfic del qual ens indica la probabilitat mensual:

Probabilitat de visibilitat reduïda (<400m) mensual



Font: Elaboració pròpia

Com es pot apreciar els mesos en que hi ha una probabilitat més elevada que hi hagin dies amb visibilitat reduïda són els mesos de febrer, març, abril i maig, és a dir, els mesos de finals d'hivern i de primavera.

Especialment quan s'han detectat més casos de visibilitat igual o inferior als 400 metres, és el mes de febrer, del qual indica que la probabilitat de que hi

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



Treball Final de Grau

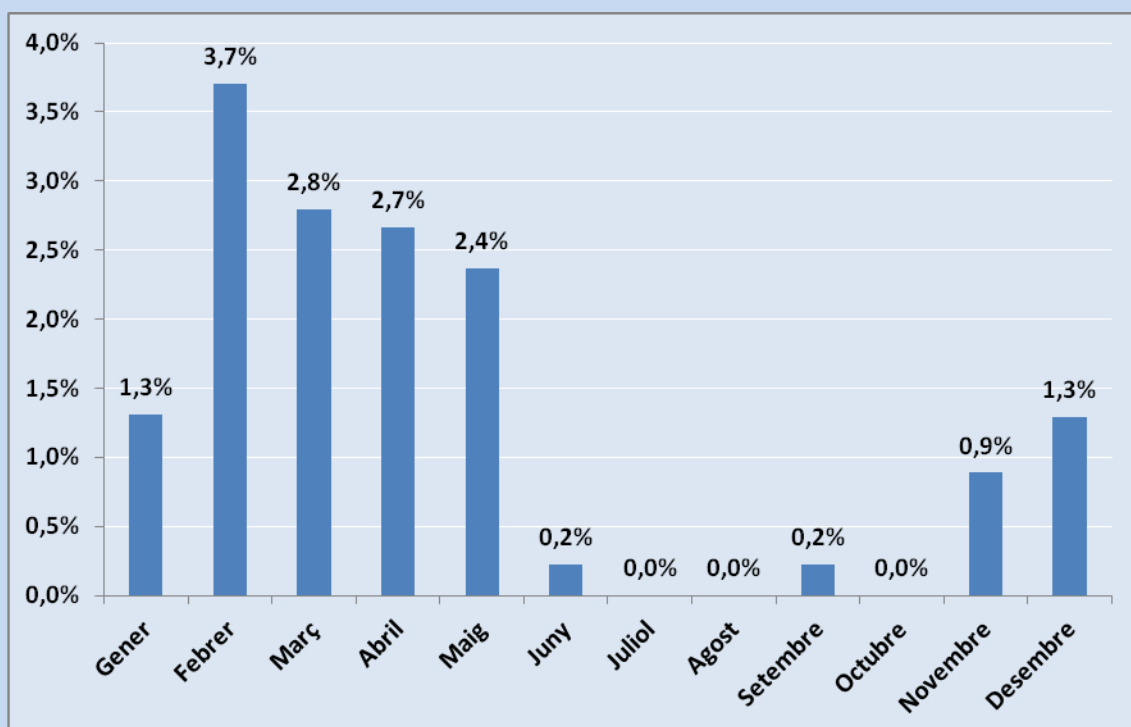
Albert Bladas Lluch, 2013

hagi un dia amb visibilitat dolenta és del 100%, el seu període de retorn és cada any, és a dir, que cada any hi haurà un dia amb visibilitat reduïda. Seguidament els mesos amb una probabilitat elevada, també, són els de març, abril i maig amb una probabilitat del 86,7%, 80,0% i 73,3%, respectivament. Per altre banda, als mesos estivals la probabilitat és de 0,0%, ja que en aquest període de temps no hi ha hagut ningun episodi de visibilitat inferior a 400 metres.

El gràfic anterior ens dóna una visió molt genèrica ja que diu la probabilitat perquè només hi hagi tan sols un sol dia al mes, com ja s'ha explicat anteriorment. En canvi el següent gràfic ens mostra la probabilitat d'ocurrència d'un dia amb visibilitat inferior als 400 metres, per mesos.

Vegem-ho:

Probabilitat diària de visibilitat reduïda (<400m) a cada mes



Font: Elaboració pròpia

Com es pot apreciar, la forma gràfica és igual que l'anterior, tot i que aquesta marca la probabilitat de que aparegui un dia problemàtic a cada mes. Com és

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

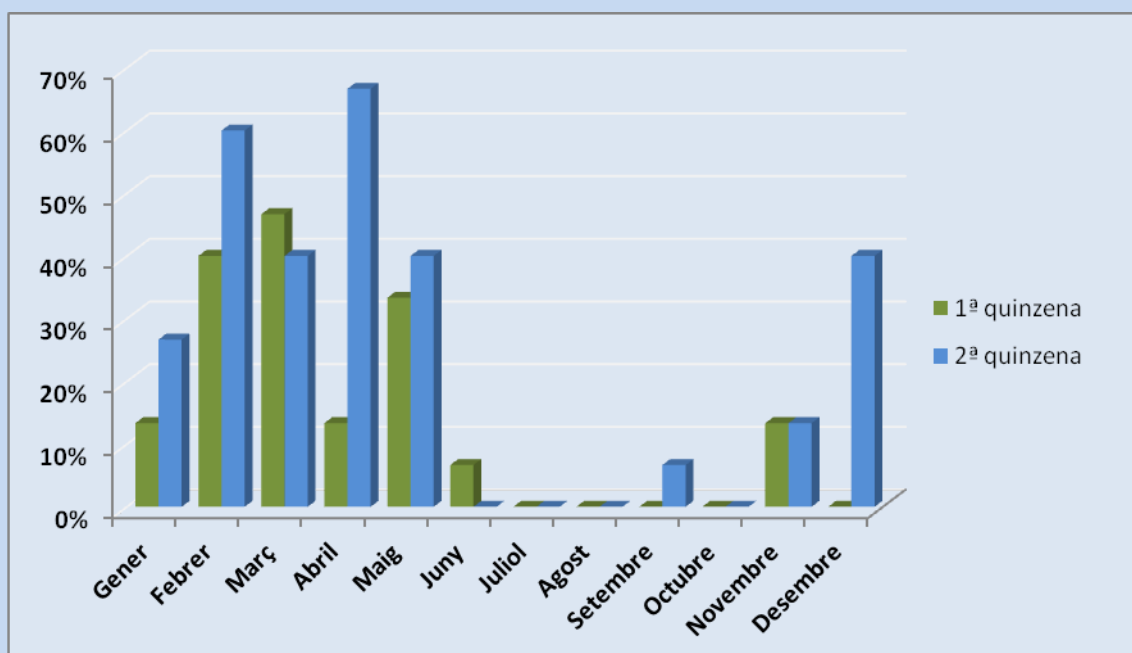
el cas del febrer, el mes amb una major probabilitat el qual indica que el 3,7% dels dies de febrer presenten visibilitat reduïda, seguint-lo el mes març i abril amb un 2,8% i 2,7% respectivament.

Precisant cada vegada més, es vol saber quina és la quinzena (del dia 1 al 15 i del 16 a finals de mes) que hi ha més dies de visibilitat reduïda, per tal que les aerolínies puguin preveure i adoptar mesures més precises i fiables, per així no tenir importants despeses econòmiques degut a diversos retards i cancel·lacions per la mala visibilitat.

En el següent gràfic es pot veure la probabilitat que hi ha en casos o episodis de visibilitat reduïda en les diverses quinzenes de cada mes.

Vegem-lo:

Probabilitat de visibilitat reduïda (<400m) per quinzenes



Font: Elaboració pròpia

La segona quinzena d'abril és el període amb una probabilitat més elevada amb episodis de condicions de mala visibilitat, amb un 66,7%; això s'ha d'associar amb boires d'advecció degut al contrast tèrmic entre el mar i el terra i

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

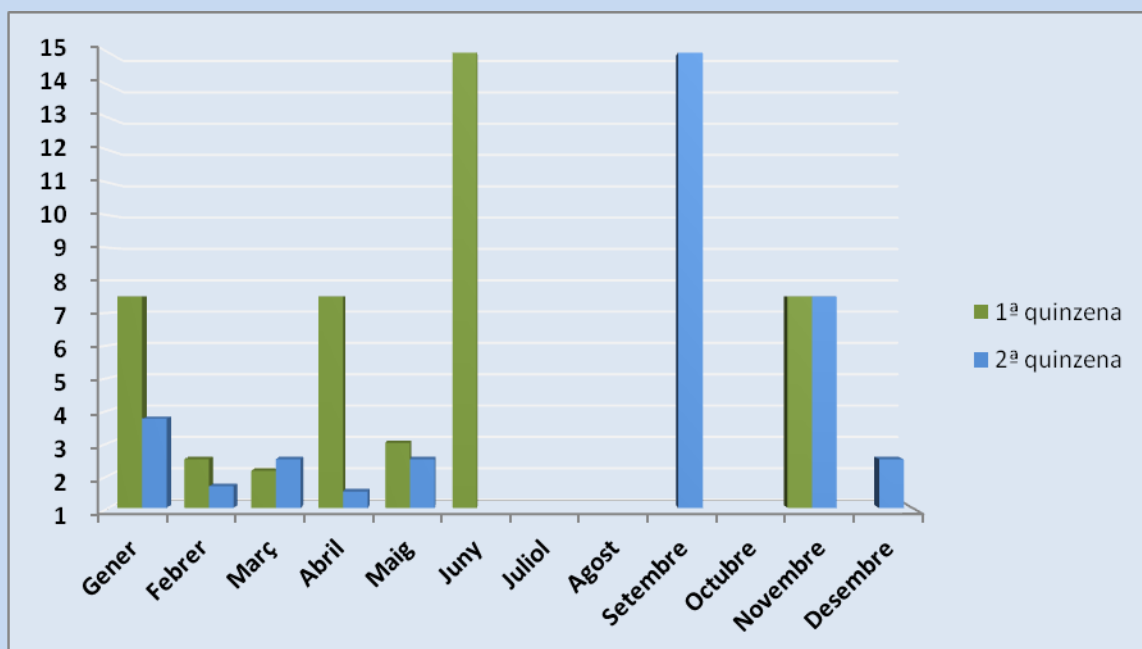
la proximitat de l'Aeroport a la costa. També és degut a precipitacions en forma de tempesta, que fan que la visibilitat del moment es redueixi considerablement fins abaixar-se dels 400 metres.

Seguidament el període amb més probabilitat és el del 16 de febrer al 15 de març (dues quinzenes seguides), amb una probabilitat del 106,7%, és a dir pot haver visibilitat reduïda en mes d'un cas a l'any en aquest període. Independentment, la probabilitat de la segona quinzena de febrer és del 60,0%, i la primera de març té una probabilitat del 46,7%.

Per saber quan s'esdevindrà un episodi en visibilitat reduïda en aquests casos explicats, s'ha de calcular un període de retorn, però s'ha de tenir en compte que només es centra amb els últims 15 anys i aleshores la certesa d'aquests és inferior que si sigues de 30 anys o més.

Vegem el següent gràfic:

Període de retorn per quinzenes de visibilitat reduïda



Font: Elaboració pròpia

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



Treball Final de Grau

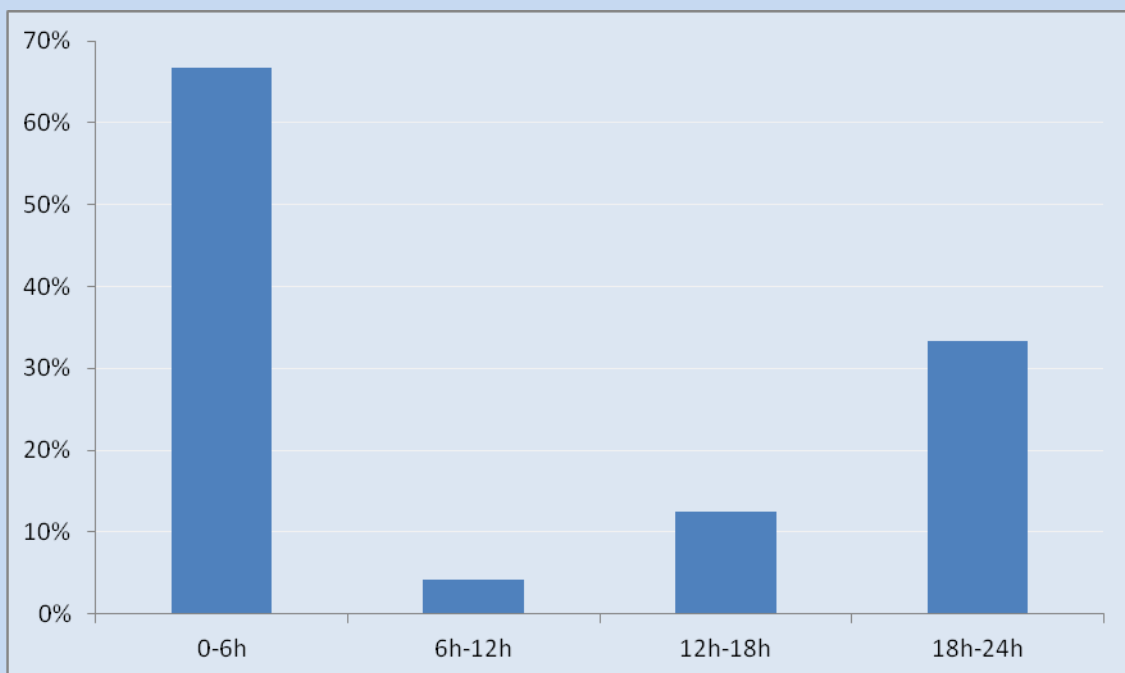
Albert Bladas Lluch, 2013

Relacionant-ho amb la probabilitat de que hi hagi un episodi, es pot apreciar que la segona quinzena d'abril és el que té un període de retorn més baix, d'un valor quasi 1, exactament és d'un any i mig, això vol dir que quasi cada any hi haurà un episodi de visibilitat reduïda.

A juny i setembre es pot veure com el període de retorn és de 15 anys i això vol dir que cada 15 anys hi haurà un episodi de visibilitat reduïda en els mesos dits. Juliol, agost i la primera quinzena de setembre es destaquen sense període de retorn, ja que com s'ha dit durant aquests 15 anys no hi hagut cap episodi. Això no vol dir que mai hi haurà un episodi, perquè s'ha de recordar que s'han agafat els 15 anys anteriors, i si s'agafessin més, possiblement es trobaria algun episodi degut a fortes precipitacions puntuals estiuenques.

Sabent que la segona quinzena d'abril és el període de temps amb més probabilitat de visibilitat reduïda, per precisar encara més, s'ha de veure en quina franja horària del dia és la més afectada. Vegem el següent gràfic del qual es pot apreciar quina de les quatre franges del dia que s'han considerat més oportunes estan més afectades.

Probabilitat horària de visibilitat reduïda (del 16 al 30 d'abril)



Font: Elaboració pròpia

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.



Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013

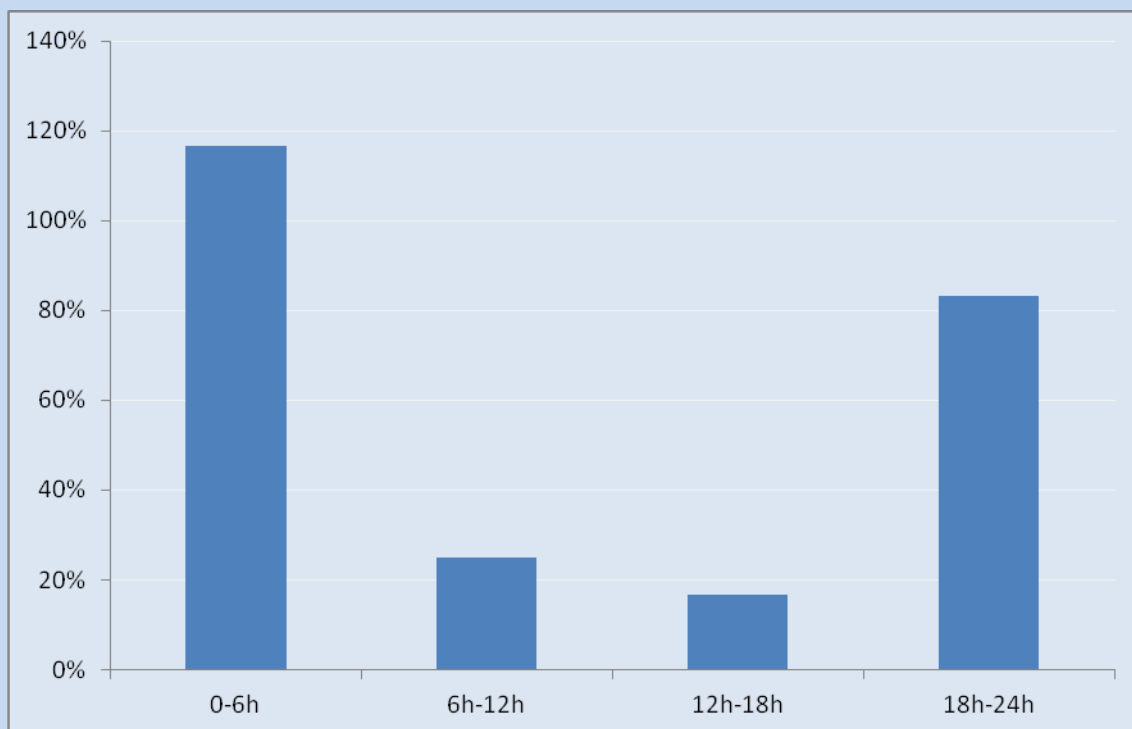
La primera franja que s'ha considerat (de 0h a 06 h del matí), és la que té més probabilitat de que hi hagi visibilitat reduïda en un episodi, amb una probabilitat del 66,7%. Seguidament és a finals del dia amb una probabilitat del 33,3%. I amb molta menys probabilitat són les hores centrals del dia, al període de 12 a 18h i de 06 a 12h, amb un 12,5% i un 4,2% respectivament.

Analitzant l'altre període de temps (del 16 de febrer al 15 de març) com s'ha dit anteriorment, amb una probabilitat molt elevada, del 106,7%, es pot veure en el gràfic com succeeix quasi bé el mateix, amb una probabilitat més acusada a primeres hores del dia (de 00h a 06h) i a les de finals del dia (de 18h a 24h), amb una probabilitat del 116,7% i del 83,3% respectivament.

En canvi, a les hores centrals del dia la probabilitat que en el dia de visibilitat reduïda sigui de les 6h a les 12h i de les 12h a les 18h, és del 25,0% i del 16,7% respectivament.

Vegem-ho:

Probabilitat horària de visibilitat reduïda (del 16 de febrer al 15 de març)



Font: Elaboració pròpia



c) Conclusions visibilitat reduïda

Per concloure un dels bloc més importants de l'estudi, el de veure com afecta la visibilitat inferior als 400 metres, dir que la quinzena que està més afectada per aquesta és en primer lloc la segona quinzena d'abril, amb una probabilitat del 66,7% que hi hagi un dia amb visibilitat reduïda i amb un període de retorn de 1,5 anys. S'ha fet en períodes de quinzenes perquè agafant un període de temps de 15 anys no es pot precisar de la manera correcta i necessària per buscar una probabilitat diària.

Donat aquest resultat amb les dades METAR es pot veure que comparant-ho amb les dades de visibilitat normal, doncs, no coincideixen, i és perquè les de visibilitat són molt subjectives i poc precises, i només serveixen per tenir una perspectiva i visió global, ja que les calculades de manera instrumental, i per tant, les fiables, són les dades de visibilitat METAR, i són les que s'han de centrar per un estudi d'aquestes característiques.

Per altre banda, la franja del dia que és més probable que succeeixi és a de les 00h a les 06h hores, amb un 66,7%, i de les 18h a les 24h, amb un 33,3%.

En segon lloc el període de temps amb més probabilitat, agafant dues quinzenes, són la segona quinzena de febrer i la primera de març, és a dir, del 16 de febrer al 15 de març, amb una probabilitat del 106,7%, amb un període de retorn de 0,9 anys, és a dir, que pot haver més d'un dia de visibilitat reduïda en aquest període. Les franges horàries amb més probabilitat són les mateixes que les del mes d'abril, les de 00h a les 06h i les de 18h a les 24h, amb un 116,7% i un 83,3% respectivament.

**La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat.
Els efectes econòmics a les aerolínies.**

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Boira d'advecció a la costa



2. Els efectes econòmics en les aerolínies a l'Aeroport de Barcelona.

a. Despeses econòmiques de les aerolínies

La visibilitat reduïda, com ja s'ha explicat anteriorment, afecta econòmicament als aeroports i a les aerolínies, degut a l'activació del LVP, que obliga a que els avions aterrin i s'enlairin en un període de temps més elevat. Això provoca nombrosos retards que en forma de cadena, a mida que van passant les hores amb el pla activat, afecten cada vegada més.

Ho fa a l'aeroport de Barcelona, en el cas d'aquest estudi, a les diverses companyies aèries i també els altres aeroports de destinació i a altres companyies aèries trobades en aquests.

Són nombrosos i diversos els costos que suposa a les companyies, ja que els retards repercuteixen, com ja s'ha dit, en molts factors. Vegem-los:

- Aeronaus estacionades a l'aeroport d'origen (Aeroport de Barcelona – El Prat) en espera de sortida: Acumulació de varis minuts i hores estacionades, suposant un pagament extra de tants minuts de més d'estacionament, inutilització de l'aeronau i retards acumulats en el seu pròxim vol, i despeses econòmiques per l'energia (calefacció i aire condicionat) necessària mentre l'aeronau està estacionada, també hauran de pagar dietes a cada passatger, tot depenen del retard que hi hagi.
- Aeronaus amb suficients instruments habilitats a la visibilitat reduïda que provenen d'un altre aeroport en destinació Barcelona i es troben que al aterrar a l'Aeroport de Barcelona – El Prat, la torre de control els hi comunica que no ho poden fer ja que hi ha retards degut a la mala visibilitat: Aquests hauran d'estar fent voltes per sobre Barcelona esperant fins que el hi comuniquin que poden aterrar, suposant una despesa econòmica important pel carburant que es consumeix quan s'està a l'espera. Aquestes aeronaus també els hi suposarà futurs retards en els pròxims vols, per tant més despeses econòmiques acumulades.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



- Les aeronaus amb insuficients instruments habilitats a les condicions de visibilitat reduïda que provenen d'un altre aeroport en destinació Barcelona i es troben que al aterrar a l'Aeroport de Barcelona – El Prat, la torre de control els hi comunica que el pla LVP està activat, doncs aquestes aeronaus amb instruments insuficients hauran d'aterrar a una alternativa, és a dir, en aquest cas seria a l'Aeroport de Girona, el de Reus o el d'Alguaire. Això suposa una despesa econòmica molt rellevant, ja que la companyia afectada ha de pagar el transport de cada passatger que farà de l'Aeroport d'aterratge a l'Aeroport de Barcelona i depenent de l'hora també hauran de pagar allotjament i dietes.
- Les aeronaus estacionades a altres aeroport del qual el següent vol de destí és Barcelona, doncs, per evitar molt trànsit aeri no els deixaran sortir i això els hi suposarà més temps d'estacionament i inutilització de l'aeronau, suposant una despesa econòmica significativa i possibles retards en els pròxims vols.
- Aeronaus que tenien destinació o origen a l'Aeroport de Barcelona – El Prat, a un horari tardà, i degut a l'acumulació de retards no han pogut sortir degut l'horari, doncs aquests hauran de pagar les dietes i allotjaments a tots els passatgers, sumant-li la cancel·lació o reducció dels vols de la següent jornada.

A continuació es presenta un cas d'estudi fent una ampliació d'escala de manera que es veurà l'afectació econòmica que té una aerolínia determinada, mentre l'aeronau està estacionada als llocs habilitats corresponents, és a dir, a pista (*Remots*) o a les passarel·les telescòpiques (*Fingers*), ja que un cop activat el pla, les aeronaus estaran més estona estacionades i el cost suposarà més elevat, com ja s'ha dit anteriorment, sense tenir en compte les despeses d'energia i d'altres (dietes...). Aquest estudi es basarà amb una aeronau exemplar de la companyia X, ja que segons i depenen de l'aeronau, com s'explica seguidament, tindrà unes determinades conseqüències econòmiques.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Depenent on s'estacioni l'aeronau, Remots o *Fingers*, tindrà una despesa o una altre. La despesa també serà diferent depenent del pes de l'aeronau (pes màxim al enlairament de l'aeronau, en tones), el coeficient unitari per temps d'estància, la quantia pel pes de l'aeronau i el temps d'estacionament expressat en períodes de 15 minuts o fracció.

La despesa d'aquest estacionament es calcula mitjançant les següents fórmules, depenen del lloc d'estacionament:

- Estacionament d'aeronaus a *Remots*:

$$E = e * T_m * F_t \quad , \text{ on:}$$

E = Prestació total a pagar per el servei

e = Coeficient unitari

T_m = Pes màxim al enlairament de l'aeronau, en Tones

F_t = Temps d'estacionament expressat en períodes de 15 minuts o fracció

L'import del coeficient unitari serà diferent per cada aeroport. A l'aeroport de Barcelona és el següent:

- Per períodes de 15 minuts o fracció: 0,121881€
- Import màxim:
 - Primeres 24 h: 1.614€
 - A partir 2n dia, màxim per 24 h: 880€

- Estacionament d'aeronaus a passarel·les telescòpiques (*Fingers*):

$$P = (p_1 + p_2 * T_m) * F_t \quad , \text{ on:}$$

P = Prestació total a pagar pel servei

p₁ = Quantitat unitària pel temps d'estància a la passarel·la

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



p2 = Quantitat per pes de l'aeronau i temps d'estància en passarel·la

Tm = Pes màxim a l'enlairament de l'aeronau, expressat en tones

Ft = Temps d'estància de l'aeronau a la passarel·la, en períodes de 15 minuts o fracció

Les quantitats unitàries (p1 i p2) depenen de l'aeroport del qual a cada un serà diferent. A l'Aeroport de Barcelona – El Prat és el següent:

Quantitat unitària pel temps d'estància a la passarel·la (p1):

30,128606 €

Quantitat per pes de l'aeronau i temps d'estància en passarel·la (p2):

0,00 €

Les aeronaus que necessitin ser connectades a dos passarel·les simultànies que estacionin en posicions de passarel·les especialment dissenyades per aquesta finalitat, les quantitats anteriors s'incrementaran en un 25%.



b.Cas d'estudi

El càlcul de les despeses econòmiques que s'han explicat a l'apartat anterior es basarà amb aeronaus de la companyia aèria XXX, basant-se amb una companyia existent.

Es té de referència dues aeronaus reals per tal de posar en èmfasis tots els valors i dades que s'han de tenir en compte d'aquesta, i així posar de referència un exemple, ja que aquest cas d'estudi es podria aplicar en qualsevol altre tipus d'aeronau existent.

Tipus d' Aeronaus:

-BOEING-737

-AIRBUS-320

-BOEING 737-600

-Passatgers: 132 (1 classe, densa) i 123 (2 classe, estàndar) = 255

-Longitud: 31,2 m

-Envergadura: 35,7 m

-Altura: 12,5 m

-Pes buit: 36.380 kg

-Pes màxim al enlairar-se: 66.000 kg

-AIRBUS 320

-Passatgers: 164-180 (1 classe), 150 (2 classe) = 314 / 330

-Longitud: 37,57 m

-Envergadura: 34,1 m

-Altura: 11,76 m

-Pes buit: 42 600 kg

-Pes màxim al enlairar-se: 78 000 kg

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Tot seguit es calcula el temps de mitjana que estan aquestes dos aeronaus estacionades *el finger* o *remots* entre vol i vol a l'Aeroport de Barcelona – El Prat en condicions meteorològiques normals, i en el mateix temps es pot veure el temps de mitjana de més que està en condicions de visibilitat reduïda. Aquest temps es calcularà mitjançant la sèrie que va del 1 de maig del 2012 al 1 de maig del 2013.



Finger



Remot

Les aeronaus de B-737 i A-320 de la companyia aèria XXX tenen una mitjana de temps d'estada a les passarel·les telescòpiques o remot de 47 minuts, tenint en compte dies de visibilitat reduïda com dies normals.

Ara bé, tenint en compte que els dies en condicions normals l'estància en el lloc no passa de 59 minuts, ja que s'ha pogut comprovar a l'aerolínia d'estudi, la mitjana d'estada de tots els vols és de 46 minuts.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Per tant, en condicions normals la companyia té les següents despeses:

-Remots

-BOEING 737-600

$$E = e * T_m * F_t$$

$$E = 0,121881 * 66 \text{ t} * 60 = 482,65 \text{ €}$$

-AIRBUS 320

$$E = e * T_m * F_t$$

$$E = 0,121881 * 78 \text{ t} * 60 = 570,40 \text{ €}$$

-Passarel·les telescòpiques

-BOEING 737-600

$$P = (p_1 + p_2 * T_m) * F_t$$

$$P = [(30,128606 + 0,00 * 66 \text{ t}) * 60] = 1807,72 \text{ €}$$

-AIRBUS 320

$$P = (p_1 + p_2 * T_m) * F_t$$

$$P = [(30,128606 + 0,00 * 78 \text{ t}) * 60] = 1807,72 \text{ €}$$

Per tant, en condicions normals, l'estada d'un B 737-600 en remot li suposarà una despesa mitjana de 482,65 €, i en la passarel·la telescòpica de 1807,72 €. I en canvi, a un A 320 li suposarà 570,40 € a remot, i 1807,72 € a passarel·la telescòpica, ja que degut el pes, l'A320 li suposarà una major despesa a remot, però a passarel·la telescòpica la mateixa.

Tenint en compte al nostre objectiu, és a dir, saber el cost que suposa en condicions de visibilitat reduïda l'estància al finger o a remot, sabent que en aquestes condicions l'estància és més de 60 minuts. La mitjana en condicions de visibilitat reduïda d'aquestes dos aeronaus de la aerolínia XXX és de 67 minuts, és a dir, de 21 minuts més que en condicions de visibilitat normal.

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Per tant, les despeses serien les següents:

-Remots

-BOEING 737-600

$$E = e * Tm * Ft$$

$$E = 0,121881 * 66 t * 75 = 603,31 €$$

-AIRBUS 320

$$E = e * Tm * Ft$$

$$E = 0,121881 * 78 t * 75 = 713,00 €$$

-Passarel·les telescòpiques

-BOEING 737-600

$$P = (p1 + p2 * Tm) * Ft$$

$$P = [(30,128606 + 0,00 * 66 t) * 75] = 2259,65 €$$

-AIRBUS 320

$$P = (p1 + p2 * Tm) * Ft$$

$$P = [(30,128606 + 0,00 * 78 t) * 75] = 2259,65 €$$

Veient els càlculs es pot veure, com en condicions de visibilitat reduïda, la despesa econòmica és molt més gran, ja que l'aeronau B 737-600 de la companyia XXX, en aquestes condicions té unes despeses de 603,31 € a remot i de 2259,65 € a la passarel·la telescòpica. És a dir, que en condicions de visibilitat reduïda li suposarà un 20% de més a remot i també un 20% més a finger que en condicions normals.

L'A-320 també té unes despeses considerables, ja que li suposa 713,00 € a remot i 2259,65 € a passarel·les telescòpiques, per tant, també els hi suposarà un 20% més car, als dos tipus d'estacionaments, en condicions de visibilitat reduïda que en condicions normals.



III. Conclusions

La visibilitat reduïda com s'ha pogut estudiar és un fenomen que afecta molt al comportament de les aeronaus a qualsevol aeroport del món, donat que origina diversos retards importants i fins i tot algunes cancel·lacions, provocant així despeses econòmiques importants per les companyies aèries.

Com s'ha estudiat, l'Aeroport de Barcelona – El Prat no és un aeroport molt propens als fenòmens meteorològics que provoquen una visibilitat reduïda, degut a la seva situació geogràfica i al seu clima. Tot i així s'ha pogut apreciar que durant els últims quinze anys hi ha hagut bastants casos d'activació del pla LVP, és a dir, de visibilitat inferior a quatre-cents metres. D'aquesta manera s'ha pogut verificar a quina època de l'any és més evident aquesta visibilitat reduïda, per tal de veure, posteriorment, com afecta a l'activitat aeroportuària.

Fent l'estudi corresponent, amb un període de 15 anys (1998-2012), s'ha pogut veure com a la segona quinzena del mes d'abril és quan hi ha una probabilitat major perquè hi hagi visibilitat reduïda, amb un 66,7% de probabilitat i amb un període de retorn d'un any i mig. D'aquest període de temps estudiat, la probabilitat és major a primeres hores del dia (de 00h a 06h) amb una probabilitat, també, del 66,7%.

La segona quinzena de febrer i la primera de març també tenen una probabilitat elevada, del 60% i del 46,7% respectivament, del qual les dos quinzenes juntes donen una probabilitat del 106,7%, és a dir, un període de retorn de menys d'un any, per tant, es pot afirmar que cada any hi haurà com a mínim un dia de visibilitat reduïda.

La despesa econòmica de les companyies aèries i de l'aeroport és molt significativament en aquestes condicions, ja que, afecta a Aeronaus estacionades a l'aeroport d'origen (Aeroport de Barcelona – El Prat) en espera de sortida, a les aeronaus amb suficients instruments habilitats a la visibilitat reduïda que provenen d'un altre aeroport en destinació Barcelona, també, a les aeronaus amb insuficients instruments habilitats a les condicions de visibilitat reduïda que provenen d'un altre aeroport en destinació Barcelona, doncs aquestes aeronaus

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



amb instruments insuficients hauran d'aterrar a una alternativa, és a dir, en aquest cas seria a l'Aeroport de Girona, el de Reus o el d'Alguaire. Les aeronaus estacionades a altres aeroport del qual el següent vol de destí és Barcelona, per evitar molt trànsit aeri no els deixaran sortir i això els hi suposarà més temps d'estacionament i inutilització de l'aeronau, i a les aeronaus que tenien destinació o origen a l'Aeroport de Barcelona – El Prat, a un horari tardà, i degut a l'acumulació de retards no han pogut sortir degut l'horari, aquests també tindran diverses despeses.

Fent l'estudi, el més apropiat ha sigut posar d'exemple dues aeronaus (BOEING 737-600 i AIRBUS 320) de la companyia aèria XXX, ja que cada aeronau significa una despesa diferent degut el seu pes i altres variables, i s'ha centrat amb el temps de més que aquestes estan estacionades a finger o a remot.

S'ha pogut calcular com les despeses augmenten considerablement en aquestes condicions de visibilitat reduïda respecte a les condicions normals, ja que l'aeronau B 737-600 i la A-320 els hi suposa una despesa en els dos estacionaments (finger i remot) del 20% més que en condicions normals.

Per tant, dir que en el període de temps estudiat, les despeses econòmiques de les companyies aèries, tenint en compte només l'estacionament de les aeronaus ja els hi suposa un cost molt elevat només en un dia o un vol de condicions de visibilitat reduïda.

És interessant i essencial que les companyies aèries i l'aeroport, puguin tindre coneixement d'estudi climàtics com aquests, per així adoptar mesures en els dies o períodes que històricament hi ha hagut visibilitat reduïda, ja que és molt probable que n'hi torni haver any rere any, degut a les característiques climatològiques de l'aeroport d'estudi, i així, evitar aquestes despeses econòmiques tan importants.



IV. Bibliografia

Centres i Institucions:

- Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA)
- Centre de Control d'Operacions (CECOPS)
- Oficina Meteorològica Aeronàutica (OMA)
- Agència Estatal de Meteorologia (AEMET)
- Servei Meteorològic de Catalunya (SMC)
- Organització Mundial de Meteorologia (OMM)
- Ministerio de Medio Ambiente

Manuais i Publicacions:

- Guia Met, Informació Meteorològica Aeronàutica, AEMet, Ministeri de Medi Ambient, i Medi Rural, i Medi Marí, NIPO: 310-08-030-6.
- ARBUSÀ, G. (2007): *La gran enciclopèdia de la Meteorologia*. Edicions 62, Barcelona.
- Operaciones en condiciones de visibilidad reducida, División de operaciones, Aeropuerto de Barcelona – El Prat, Edició 5. Codi OPE_CMA_003. 2013
- Informació de División Económica Administrativa. Aeropuerto de Barcelona.
- Boletín oficial, Guía Tarifas de AENA Aeropuertos, 2013

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



Pàgines electròniques:

- www.telecom.es
- www.ogimet.com
- www.cambrabcn.org
- www.barcelona-airport.com
- www.castelldefels.com/aeroport
- www.aemet.es
- www.meteo.cat
- www.bbc.co.uk
- www.aena-aeropuertos.es/barcelona

La visibilitat reduïda a l'Aeroport de Barcelona – El Prat. Els efectes econòmics a les aerolínies.

Treball Final de Grau

Albert Bladas Lluch, 2013



V.Agraïments

- M^a Carmen Moreno Garcia**, Dra. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional de la Universitat de Barcelona.
- Joan Argilagós Martínez**, Tècnic de Programació i Operacions (CE-COPS, AENA)
- José Manuel Hernández P.**, Jefe Meteorologia Oficina Meteorològica Aeronàutica, AEMET.
- Joan Albert Lopez-Bustins**, Grup de Climatologia de la Universitat de Barcelona.
- Ricard Miralles Ortega**, Grup de Climatologia de la Universitat de Barcelona.
- Javier Martin-Vide**, Climatòleg de la Universitat de Barcelona.
- Josep Coma i Guitart**, Dr. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional de la Universitat de Barcelona.