



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI "MEDITERRANEA" DI REGGIO CALABRIA**  
**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**LAUREA MAGISTRALE**  
**INGEGNERIA CIVILE**

**CORSO DI**  
**INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI ED ELIPORTUALI**

**LECTURE 08**

**METEOROLOGIA NELLA PROGETTAZIONE DEGLI  
AEROPORTI E ORIENTAMENTO DELLE PISTE DI VOLO**

**Docente: Ing. Marinella GIUNTA**

# LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

## METEOROLOGIA DELL' ATMOSFERA

Si definisce **ATMOSFERA** lo strato gassoso che circonda la terra fino ad un' altezza di 1000 Km.

Lo strato più vicino al suolo per un' altezza di circa 8 Km ai poli e 18 Km all'equatore si chiama **TROPOSFERA** ed è lo strato in cui avvengono tutti i fenomeni atmosferici.

La causa principale delle variazioni meteorologiche è il sole che riscalda la terra e gli strati di aria sovrastanti in modo non uniforme a causa della non uniforme distribuzione dei continenti e delle masse di acqua circostanti.

La diversa temperatura delle masse d' aria sovrastanti la terra è alla base dello scorrimento di una massa calda (più leggera) sopra una fredda o del sollevamento di una calda da parte di una fredda (più pesante); tali movimenti sono nell'ordine: vento, formazione di strati nuvolosi di varia densità ed infine pioggia o neve a seconda che la temperatura esterna sia maggiore o minore di 0°C.

# LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

## GRANDEZZE METEOROLOGICHE

**TEMPERATURA** è la misura diretta della quantità di calore contenuta in una massa d' aria; essa diminuisce di circa  $0,6^{\circ}\text{C}$  ogni cento metri di quota e subisce una forte variazione al suolo in funzione delle caratteristiche di quest' ultimo. Un terreno arido è fortemente assorbente ed ha un forte potere emissivo, a differenza della superficie marina che assorbe ed emette lentamente il calore incamerato. Da ciò consegue l' escursione termica tra giorno e notte che è alta nel primo caso ( $10^{\circ}$ -  $20^{\circ}\text{C}$ ) a differenza del secondo ( $3^{\circ}$  -  $7^{\circ}\text{C}$ ).

**UMIDITA'** è la quantità di vapore acqueo contenuto nell' atmosfera e si forma per evaporazione delle superfici liquide; essa varia in funzione della temperatura esterna aumentando proporzionalmente con questa. Ciò spiega l'adozione più frequente della misura dell' **umidità relativa** come rapporto fra umidità presente e quella massima di saturazione alla stessa temperatura; un valore prossimo all' unità indica la possibilità di formazioni nuvolose o nebbiose.

# LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

## GRANDEZZE METEOROLOGICHE

**PRESSIONE ATMOSFERICA** misura il peso degli strati di aria gravanti sul suolo. Lo studio della variazione della pressione atmosferica al suolo è basilare per lo studio delle previsioni meteorologiche in quanto porta a definire la direzione ed il tipo delle perturbazioni possibili. Le carte su cui sono riportate le congiungenti zone ad eguale pressione (isobare) si chiamano isobariche.

# LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

## FENOMENI METEOROLOGICI

L'abbassamento della temperatura al di sotto della temperatura di saturazione è la causa principale della formazione di nubi e nebbie (nubi al suolo).

La **nube** è costituita da condensazione del vapore acqueo in minuscole goccioline di acqua e ghiaccio; questa viene agevolata dalla presenza di elementi di aggregazione (pulviscolo atmosferico, sali marini, frammenti di sabbia, smog, ecc..).

Le nubi possono essere di varia forma e dimensione

**CIRRI:** bianchi filamentosi, sono costituiti da piccoli aghi di ghiaccio;

**ALTOCUMULI O ALTOSTRATI:** opachi e di aspetto granulare

**CUMULI:** nubi isolate a contorni netti e bianchi

**STRATOCUMULI:** nubi associate e grigie

**CUMULONEMBI:** nubi con notevole sviluppo verticale

# LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

## FENOMENI METEOROLOGICI

La **nebbia** si può generare o per raffreddamento di masse d' aria più calda trasportate su una superficie più fredda, o per raffreddamento provocato dall'ascesa dell'aria sul versante di una montagna o per rimescolamento orizzontale e verticale di masse d' aria con differenti temperature interne o ancora per presenza di fumi e polveri incorporate nelle goccioline d' acqua (smog).

La **pioggia** si verifica quando queste sospensioni colloidali di acqua nell'aria raggiungono uno stato di instabilità perché ingrossando raggiungono un peso eccessivo e quindi precipitano a terra, sotto forma di neve, se la temperatura è minore di 0°C. La pioggia, anche se intensa, è un fenomeno non pericoloso per l' aviazione, a parte l' eventuale riduzione del coefficiente di aderenza della pista a terra. La neve e le gelate sono i fenomeni più temuti, perché rendono impossibile o pericoloso l' utilizzo delle piste ed in casi estremi ghiacciano flap, timoni di coda e alettoni.

# LA METEOROLOGIA PROGETTAZIONE DEGLI AEROPORTI

## FENOMENI METEOROLOGICI

Durante la rotta, fermo restando che le rotte sono sempre al di sopra della maggior parte delle precipitazioni, si cerca di evitare soprattutto i cumulonembi, entro cui soffiano correnti di 40-50 Km/h e dentro cui esistono campi magnetici interferenti con la strumentazione di bordo, creati dalla straordinaria quantità di energia elettrica creatasi per l'attrito delle particelle costituenti la nube.

## ORIENTAMENTO E DISPOSIZIONE DELLE PISTE DI VOLO

Le operazioni di un aeromobile su un aeroporto sono legate alle condizioni meteorologiche che si hanno nell'area di pertinenza e principalmente al **VENTO**.

Si definisce **VENTO** qualunque movimento, prevalentemente orizzontale, di una massa d'aria rispetto alla terra

Il vento è caratterizzato dalla direzione nella quale soffia e dalla sua velocità o intensità, misurata in Km/h o *nodi all'ora* kts (1 kts = 1,853 Km/h).

In funzione dell'intensità si distingue tra:

- Vento forte 50 – 60 Km/h (27 – 32 kts)
- Tempesta 90 – 100 Km/h (45 – 54 kts)
- Uragano > 150 Km/h (80 kts)

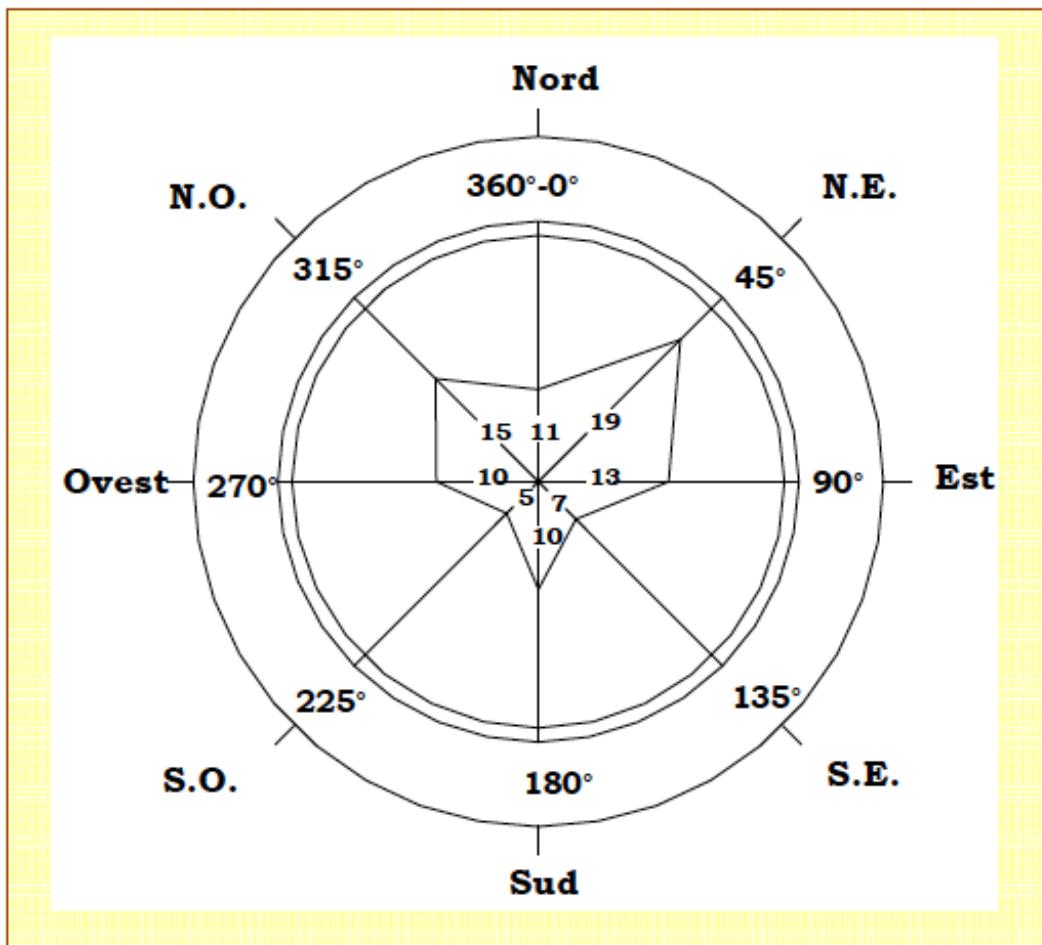
# PRINCIPI GENERALI SULL'ORIENTAMENTO DELLE PISTE

- Le piste di volo (*runway*) sono orientate nella direzione dei venti prevalenti
- Occorre effettuare un'analisi accurata dei venti (*wind analysis*) per definire direzione e numero delle piste
- I dati sui venti (intensità e frequenza) è opportuno che si riferiscano ad un intervallo temporale di 10 anni
- E' necessario che la direzione della pista o delle piste copra il 95% dei venti (*wind coverage*)
- Il vento trasversale (*crosswind*) è la componente del vento che agisce a 90° rispetto alla direzione della runway. Il suo valore si determina come  $V^* \sin \alpha$ , dove  $\alpha$  è l'angolo che la direzione del vento forma con la direzione della pista
- L'orientamento ottimale della pista è quello che prevede la massima copertura dei venti e la minima componente di venti trasversali

## ANALISI DEI VENTI (WIND ANALYSIS)

### DIAGRAMMA POLARE DELLE FREQUENZE

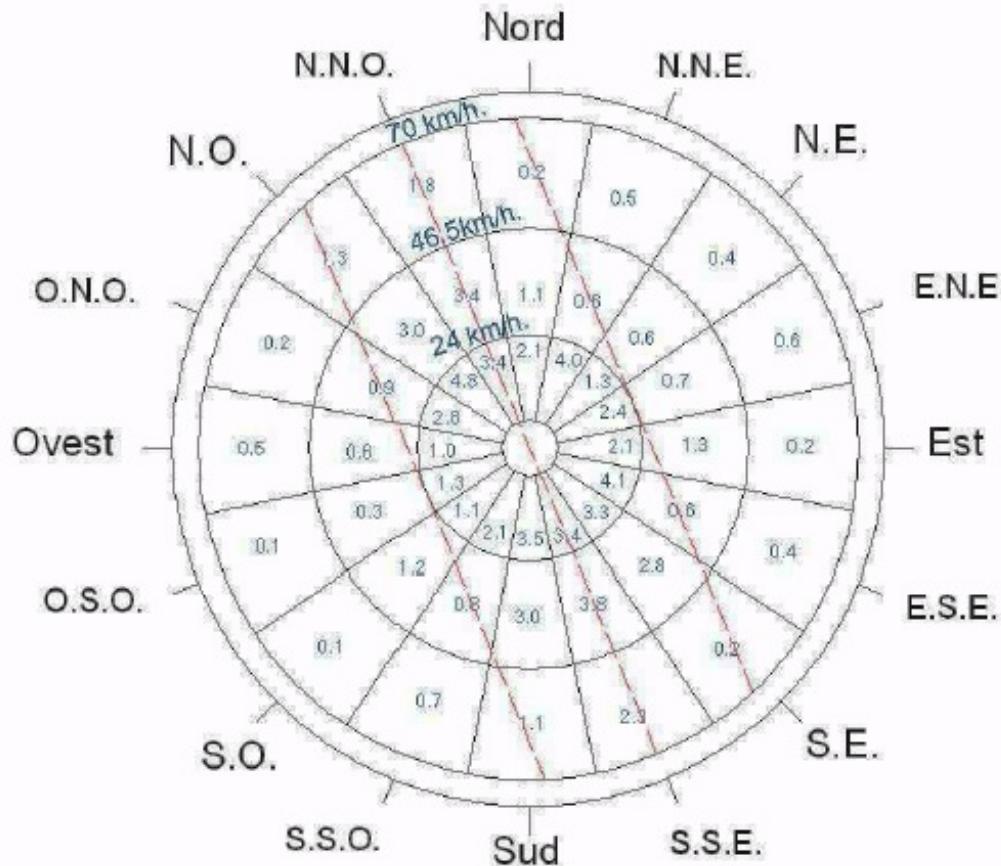
Il diagramma polare delle frequenze, orientato secondo i punti cardinali, indica direzione e percentuale di tempo, rispetto al periodo di riferimento, durante il quale il vento spirava in quella direzione con velocità superiore a 6 Km/h.



Direzione	% tempo
Nord	11%
Nord Est	19%
Est	13%
Sud Est	7%
Sud	10%
Sud Ovest	5%
Ovest	10%
Nord Ovest	15%

## ANALISI DEI VENTI (WIND ANALYSIS)

### DIAGRAMMA INTENSITA' – FREQUENZA (WINDROSE)



La direzione ottimale di una pista di volo è quella che consente di ottenere la maggiore somma delle percentuali di frequenza (WIND COVERAGE).

Tale somma costituisce il coefficiente di utilizzazione (usability factor) che deve essere superiore a 95%

<i>Direzione del vento</i>	<i>Frequenza in %</i>			
	<i>da 6 a 24Km/h</i>	<i>da 24 a 46,5Km/h</i>	<i>da 46,5 a 70Km/h</i>	<i>Totali %</i>
N	2,1	1,1	0,2	3,4
NNE	4,0	0,6	0,5	5,1
NE	1,3	0,6	0,4	2,3
ENE	2,4	0,7	0,6	3,7
E	2,1	1,3	0,2	3,6
ESE	4,1	0,6	0,4	5,1
SE	3,3	2,8	0,2	6,3
SSE	3,4	3,8	2,3	9,5
S	3,5	3,0	1,1	7,6
SSO	2,1	0,8	0,7	3,6
SO	1,1	1,2	0,1	2,4
OSO	1,3	0,3	0,1	1,7
O	1,0	0,6	0,5	2,1
ONO	2,8	0,9	0,2	3,9
NO	4,8	3,0	1,3	9,1
NNO	3,4	3,4	1,8	8,6
Calma	da 0 a 6 km/h	-	-	22.0

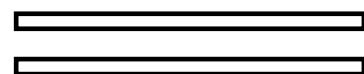
## DISPOSIZIONE DELLE PISTE DI VOLO

Gli schemi di disposizione delle piste di volo sono i seguenti

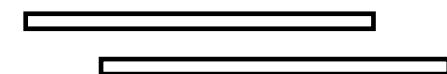
Una sola pista



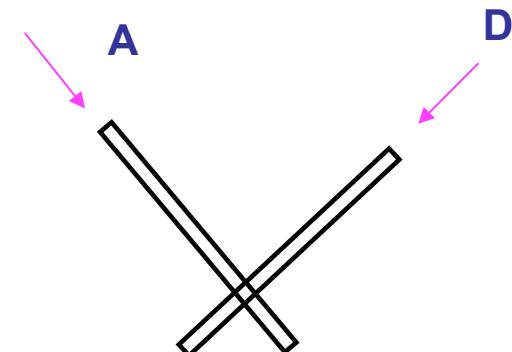
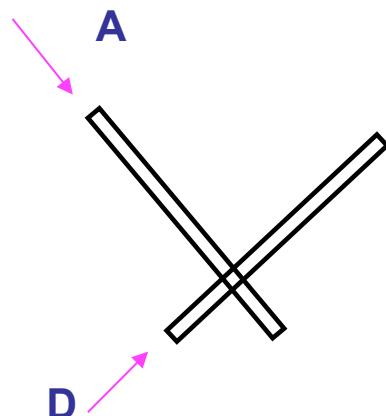
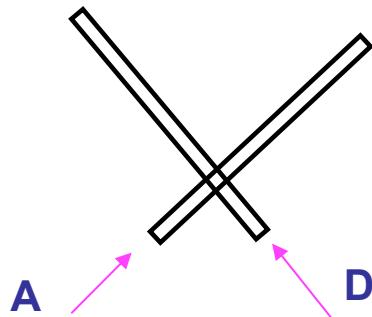
Due piste parallele adiacenti



Due piste parallele sfalsate



Piste intersecantesi con diversa disposizione  
per il decollo e l' atterraggio



## AEROPORTO DI FRANCOFORTE



## AEROPORTO DI FIUMICINO

