



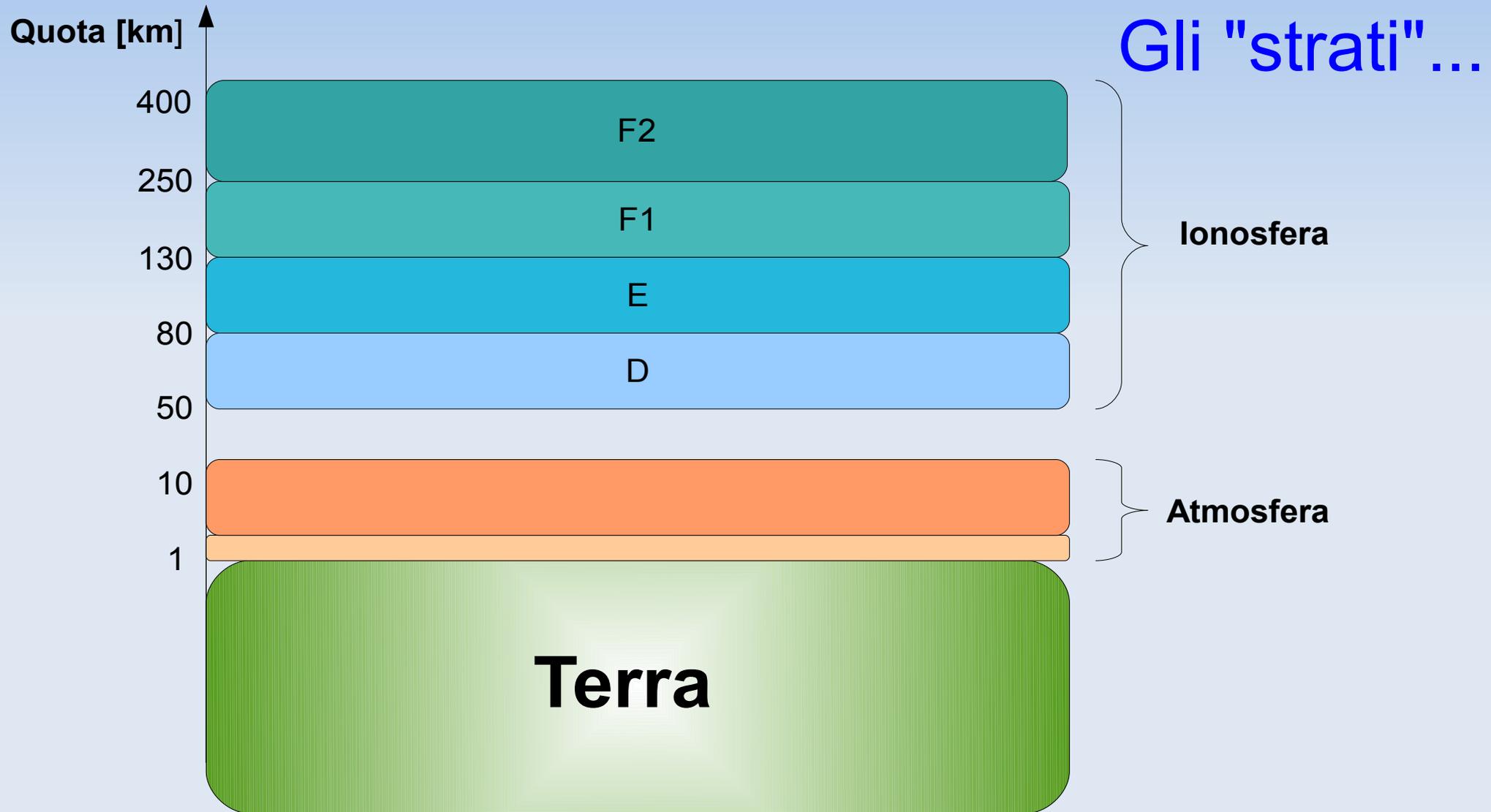
# Propagazione nelle bande radio adibite al servizio di satellite d'amatore

# Cos'è la propagazione

Nell'accezione classica radioamatoriale per "propagazione" si intende ogni fenomeno che estende la comunicazione radio oltre la portata ottica.

# Cos'è la propagazione

Più in generale e specialmente nella tratta terra-spazio, sono tutti quegli eventi che perturbano il tragitto del segnale.

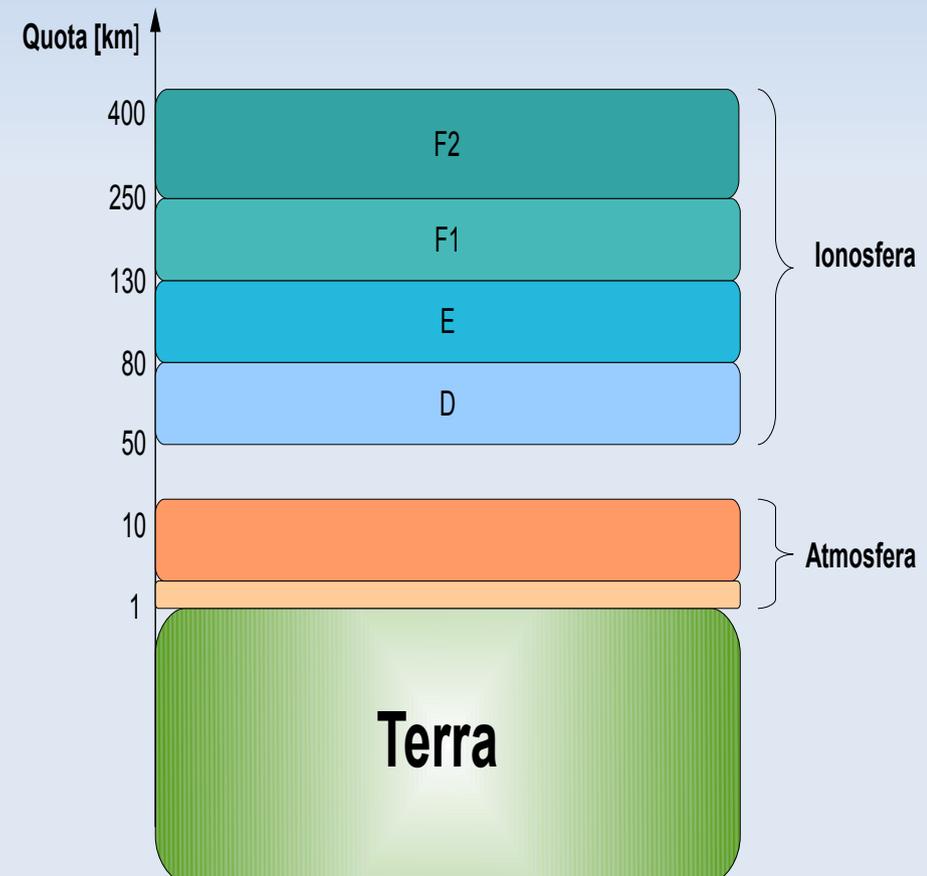


## Gli "strati"...

La tratta terra-spazio si può dividere in due fasce alle frequenze impiegate dai satelliti d'amatore

„atmosfera“: da quota zero fino a circa 15000m, dove prevalgono i fenomeni di interazione tra materia (umidità, idrometeore, pulviscolo, etc.) e radiazione elettromagnetica

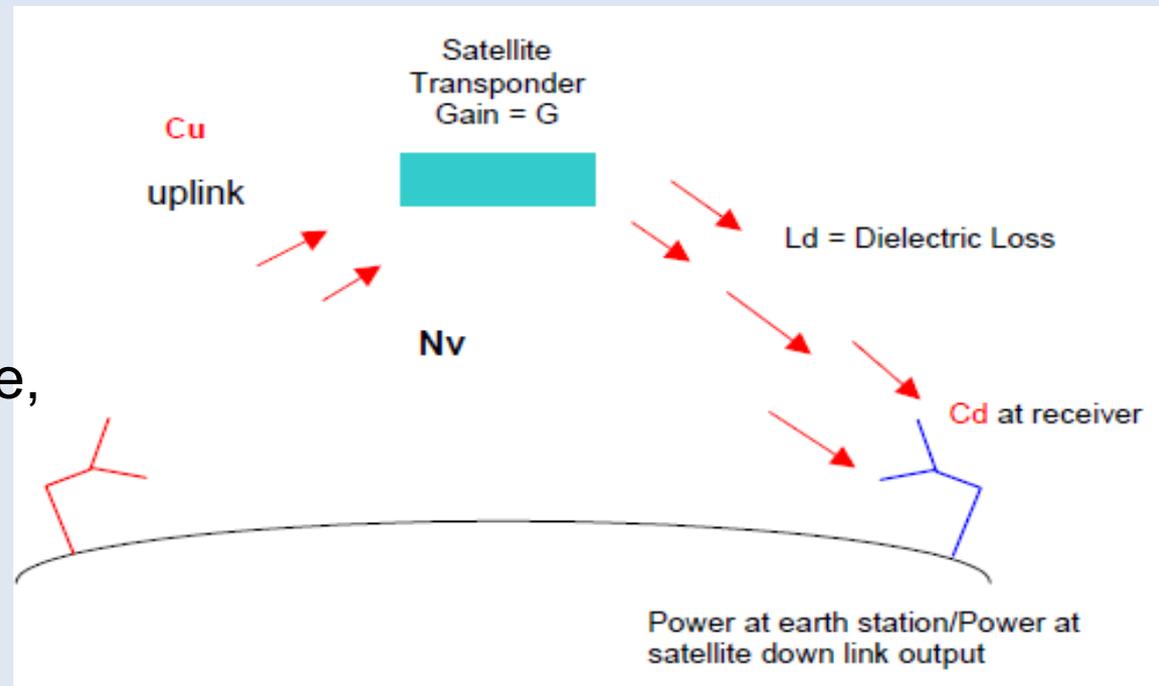
„ionosfera“ da 50 a 400km dove prevalgono i fenomeni di interazione radiazione/plasma elettronico



## L'atmosfera

In questo strato si verificano vari fenomeni di riflessione, rifrazione ed assorbimento delle onde radio, con effetti generalmente visibili a frequenze maggiori di 100 MHz. Tra i più noti ricordiamo:

- Inversione termica (indice di rifrazione)
- Tasso di umidità (per freq. > 1GHz)
- Idrometeore (pioggia, grandine, neve)
- Nubi di ghiaccio



## LO STRATO „D“

Lo strato D si estende, approssimativamente, dai 50 ai 90 km di quota, con una concentrazione elettronica che cresce rapidamente con l'altezza.

La concentrazione elettronica nello stato D presenta una variazione diurna importante: raggiunge il massimo attorno al mezzogiorno solare locale, mentre ha valori molto bassi nelle ore notturne.

Questo strato non ha, a causa della relativamente bassa densità elettronica, grande rilevanza per la riflettività nei riguardi delle onde usate nei radiocollegamenti via ionosfera, mentre ha un ruolo rilevante nell'assorbimento, tanto che lo strato D può essere considerato quello assorbente per eccellenza.

## LO STRATO „E“

Tra i 90 ed i 130 km di quota si colloca lo strato E, comprendente lo strato E normale e lo strato E sporadico.

Lo strato E normale è uno strato molto regolare e si trova ad un'altezza nella quale la temperatura ha una escursione da -80 a +80 gradi °C.

La concentrazione elettronica dipende strettamente dalla distanza zenitale dal sole.

Una parte dello strato E, a circa 120 km di altezza, viene chiamata Es o ESPORADICO, proprio per il fatto che la sua presenza è aleatoria e sporadica.

Pare che la sua ionizzazione sia dovuta a meteoriti e fenomeni cosmici non legati all'attività solare. La sua presenza è più frequente d'estate che d'inverno.

## LO STRATO „F“

Lo strato F inizia ad un'altezza di circa 130 km e termina a circa 250-400 km di quota

Durante la notte lo strato F si comporta in modo diverso rispetto al giorno, quando generalmente si divide in due strati: F1 ed F2.

Lo strato F1 è la zona compresa tra 130 e 210 km di altezza e la concentrazione elettronica è dell'ordine di 200 miliardi di elettroni per metro cubo.

Lo strato F2, il più alto degli strati ionosferici, è quello in cui la concentrazione degli elettroni è generalmente la più densa: i suoi valori sono compresi tra 1000 miliardi di elettroni per metro cubo di giorno e 50 miliardi di elettroni per metro cubo di notte.

## Tabella frequenze/modi propagativi

Bande	24 GHz								?	
	10 GHz									
	5,7 GHz									
	2,4 GHz									
	1,2 GHz									
	435 MHz									
	145 MHz									
	29 MHz									
	21 MHz									
Quota fenomeno	90 - 120 km	250 - 400 km	90 - 1000 km	80 - 120 km	< 500 m; < 15 km	80 - 120 km	< 10 km	< 1000 m	95 - 130 km	
	E sporadico (ES)	Riflessione ionosferica	Anomalia transequatoriale (TEP)	Aurora	Scattering troposferico	Meteor scatter (MS)	Rain scatter (RS)	Super rifrazione	Field aligned irregularity FAI	
Modi propagativi										

# Quote / frequenze satelliti

Altezza massima orbita, apogeo [km]	100000	AO40	AO40 P3E	AO40 P3E Eagle	AO40 P3E Eagle	AO40 P3E Eagle	AO40 P3E Eagle	AO40 P3E Eagle	AO40	AO40 P3E
	50000			AO10 AO13	AO10 AO13		AO13			
	20000									
	10000									
	5000									
	2000		RS15 A07 A08	RS15 A07	A07		A07			
	1000	RS12 RS13	RS12 RS13	FO29 A027 SO50 A051 VO52 DO64 AO16 RS13	FO29 A027 SO50 A051 VO52 DO64 AO16 RS13	AO51	AO51 AO16			
	500			ARISS	ARISS					
	200									
		21 MHz	29 MHz	145 MHz	435 MHz	1200 MHz	2400 MHz	5700 MHz	10 GHz	24 GHz
Bande impiegate										

**Verde: operativi** **Giallo: ex-operativi** **Blu: futuri previsti**

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA "TOR VERGATA"  
**Master in Sistemi Avanzati di Comunicazione e Navigazione Satellitare**  
DIRETTORE M. RUGGERI VI EDIZIONE  
COORDINATORE DIDATTICO M. ANTONINI



Masterspazio.it  
DAI... SPAZIO AL TUO FUTURO

Amsat Italia



# Impatto nel traffico via satellite

## E-sporadico

Bande coinvolte	21, 29, 145 MHz
Frequenza accadimento	Bassa, elevata stagionalità (poche ore per anno)
Effetti sulla comunicazione	Aumento disturbi da altri servizi terrestri, possibile lock-out, estensione del range oltre l'orizzonte per qualche migliaio di km.

# Riflessione ionosferica

Bande coinvolte	21, 29 MHz
Frequenza accadimento	Molto variabile, da quasi nulla a costante (dipende dal ciclo solare)
Effetti sulla comunicazione	Aumento disturbi da altri servizi terrestri, possibile lock-out, estensione del range oltre l'orizzonte per molte migliaia di km, rotazione del piano di polarizzazione anche a frequenze elevate (Faraday)

# Anomalia transequatoriale - TEP

Bande coinvolte	145 MHz
Frequenza accadimento	Molto bassa
Effetti sulla comunicazione	Aumento disturbi da altri servizi terrestri, estensione del range oltre l'orizzonte per molte migliaia di km. (solo N-S)

# Aurora - AU



Bande coinvolte	21, 29, 145, 435 MHz
Frequenza accadimento	Bassa, solo a latitudini subpolari >50°
Effetti sulla comunicazione	Sensibile aumento del rumore, possibile lock-out, distruzione spettrale del segnale

# Scattering troposferico

Bande coinvolte	145, 435, 1200, 2400, 5700, 10000 MHz
Frequenza accadimento	Elevata
Effetti sulla comunicazione	Leggero aumento della portata oltre orizzonte, possibile aumento dell'attenuazione di tratta in caso di elevata umidità nell'aria (freq. alte)

## Meteor scatter - MS

Bande coinvolte	145, 435 MHz
Frequenza accadimento	Bassa, molto prevedibile
Effetti sulla comunicazione	Occasionali brevi disturbi da altri servizi

# Rain scatter - RS

Bande coinvolte	1200, 2400, 5700, 10000 MHz
Frequenza accadimento	Bassa, associata a violente precipitazioni, molto prevedibile
Effetti sulla comunicazione	Aumento dell'attenuazione di tratta, moderata distruzione spettrale del segnale

# Super rifrazione

Bande coinvolte	5700, 10000 MHz
Frequenza accadimento	Bassa, localizzata geograficamente
Effetti sulla comunicazione	minimi

## F.A.I.

Bande coinvolte	145, 435 MHz
Frequenza accadimento	Bassa, spesso correlata con ES
Effetti sulla comunicazione	Poco noti



Masterspazio.it



DAI... SPAZIO AL TUO FUTURO



# Domande ?

