

Liceo Scientifico Tecnologico  
"G. Galilei"  
Viareggio

Classi 2BS-3AS-3CS-5AS

# "Viareggio, 29 Giugno 2009"

## Indice

### Il fatto

- cosa è accaduto
- i giornali
- le testimonianze

### L'approfondimento

- I trasporti e gli incidenti
- Le fonti energetiche



Deraglia un treno  
Esplode  
una cisterna di GPL





Il racconto

Mancano pochi minuti a mezzanotte. Tre esplosioni scuotono la città. E' deragliato un treno ed è esplosa una cisterna contenente GPL. Il gas fuoriesce e si diffonde sui binari e sulle strade vicine, poi una scintilla. Ed è un rogo gigantesco. I macchinisti sono riusciti a fuggire pochi secondi prima dello scoppio e scampano miracolosamente al disastro, ma persone che passavano nelle strade o dormivano nelle case non sono altrettanto fortunate. I soccorsi arrivano immediati da ogni parte. Il fuoco ha seminato panico, incenerito edifici e automobili e ucciso tante persone, non tutte subito, per alcuni l'agonia è durata molte settimane. Alla fine il bilancio è di 32 morti.

I giornali italiani

# la Repubblica.it

Treno esplode in stazione: terrore a Viareggio  
Un merci deraglia ed esplodono due vagoni carichi di gas: fiamme alte  
L'esplosione investe cinque abitazioni, e decine di automobili  
Viareggio, treno esplode in stazione. E' strage in fiamme auto e palazzi: 14 morti, 3 dispersi  
Testimonianze: "Tanti scappavano coi vestiti in fiamme"

# CORRIERE DELLA SERA.it

Treno merci esplode a Viareggio  
Esplosione in stazione, morti e feriti

Treno merci deraglia, tragedia a Viareggio. Aperta un'inchiesta

Treno merci esplode a Viareggio  
Un treno merci deraglia e causa un'esplosione nei pressi della stazione di Viareggio: i vagoni erano carichi di gas e hanno avuto l'effetto di una bomba. Il bilancio è tragico

# LA STAMPA.it

**CROLLANO DUE PALAZZINE, I SOCCORSI AL LAVORO TUTTA LA NOTTE: UNA CINQUANTINA I FERITI** Viareggio, inferno alla stazione A mezzanotte un merci deraglia e piomba sui container del gas: almeno cinque i morti  
Cosa è accaduto in quei 120 secondi? La dichiarazione dei macchinisti e di alcuni testimoni.

# LA NAZIONE

Cosa è accaduto in quei 120 secondi? La dichiarazione dei macchinisti e di alcuni testimoni. «Stavamo entrando nella stazione di Viareggio», raccontano i macchinisti. «Andavamo a novanta all'ora, in quel tratto il limite è di cento. All'improvviso abbiamo sentito uno strappo. È bastata un'occhiata nello specchietto per capire: il primo vagone era uscito dai binari», raccontano. È soltanto l'inizio: il vagone comincia ad arare il terreno. Dopo duecento metri si capovolge e trascina con sé altri tre vagoni. Tutto succede per un pezzo di metallo da pochi euro: boccola della sala, la chiamano i tecnici: «In pratica il pezzo che collegava l'asse e la ruota anteriore del primo vagone ha ceduto». Perché? «Abbiamo dubbi sulla manutenzione», è la strada seguita dagli investigatori.

GRUPPO local

# IL TIRRENO

## Viareggio, treno esplode in stazione. E' strage

### «Viareggio, rialzati»

TESTIMONIANZA «Mio padre si è gettato in mezzo alle fiamme» Abbiamo assistito tutti a un qualcosa di devastante, ma quella sera ho visto dove può arrivare la generosità dell'uomo. Abito a poche decine di metri da via Ponchielli e quando mi sono trovata di fronte alle altissime lingue di fuoco ho avuto l'istinto, legittimo, umano, di fuggire via, assicurandomi che tutti i miei cari stessero bene. Nello stesso istante, mio padre, che fino a poco prima stava dormendo, ha avuto l'istinto di correre incontro a quelle fiamme e buttarsi dentro l'inferno, per cercare di salvare quante più persone possibile.

# I giornali stranieri

Dopo l'esplosione della cisterna di GPL,  
vicino alla stazione di Viareggio,  
anche testate di quotidiani esteri ne hanno reso notizia.

Ecco come titolavano alcuni giornali stranieri

# The New York Times

The 14-car train carrying liquefied petroleum gas derailed in Viareggio around midnight on Monday, engulfing a neighborhood in flames. More than 34 people injured, 12 of them in serious condition.

The train was traveling south through coastal Tuscany when the axle on the first car broke, officials said. The train ran off the tracks and exploded.



« Il y avait des corps dans la rue »  
*La majorité (des morts) n'ont pas encore été identifiés car certains sont défigurés*  
», a déclaré Antonio Latella, un responsable du service de santé. « *Il y avait des morts, des corps dans la rue qui avaient été éjectés des maisons par l'explosion et tant de gens qui fuyaient, qui perdaient leur peau car ils étaient brûlés* », a raconté Roberto Galli, un habitant. D'autres ont évoqué les flammes dévorant les immeubles et leurs habitants.



*Infierno en Viareggio: la causa podría ser la rotura del eje de un vagón*  
El accidente de tren ocurrido durante la noche del lunes, en la estación de Viareggio (Italia), en el cual perdieron la vida 16 personas, es una de las peores catástrofes del sector ferroviario italiano. El desastre podría ser debido a la rotura de un eje delantero de un vagón, que se quebró al pasar el tren, de 14 vagones, por la estación.

## LE FIGARO • fr

*Un transport de marchandises comportant des citernes de gaz a déraillé dans le nord du pays, provoquant une énorme explosion, un incendie et l'effondrement de plusieurs immeubles. Le bilan, encore provisoire, est de 36 blessés, dont 14 graves.*

# Le testimonianze

# Le testimonianze

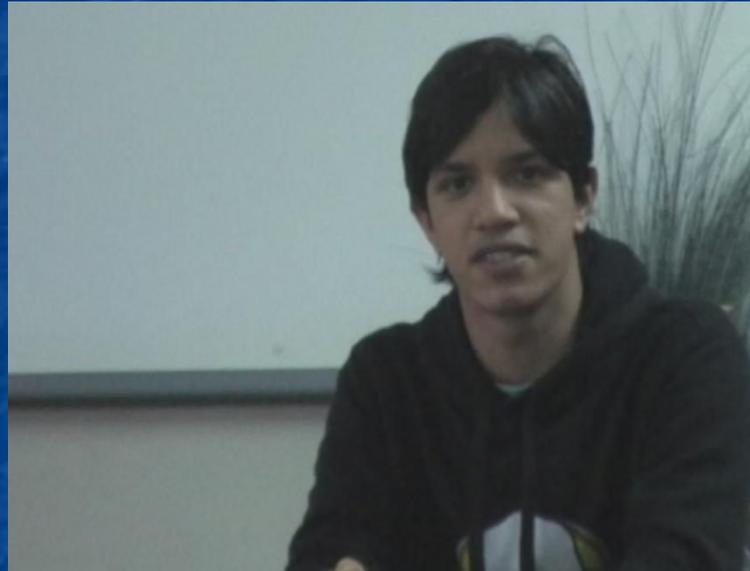


**Si sente un'esplosione, poi dopo pochi secondi, altre due.**

**Il cielo diventa una palla di fuoco.**

**Arriva un uomo quasi carbonizzato . Abbiamo cercato di spengerlo**

# Le testimonianze



**Siamo andati dietro il supermercato e abbiamo visto delle fiamme altissime e della gente che correva incontro a noi, scappando.**

# Le testimonianze



**Abbiamo sentito un rumore strano, tipo un qualcosa che picchiasse nel muro.**

**Lì per lì non ci si rendeva bene conto di quel che era.**

# Le testimonianze



**Mentre stavamo operando sulle persone sulla strada, i macchinisti sono usciti e ci hanno detto di portarci al riparo perché stava per esplodere il treno**

# Le testimonianze



**Siamo potuti andare a portare soccorso con quel che rimaneva delle ambulanze, perché anche la sede della Croce Verde era stata colpita.**

# Le testimonianze



**I macchinisti hanno cercato di portare il treno fuori dalla stazione. Solo la prima cisterna, dietro la motrice, è esplosa. C'erano altre cisterne. Se fossero esplose tutte Viareggio sarebbe distrutta.**

L'approfondimento

**L'evento ha ferito tutta la città: ogni cittadino ha avuto un parente o un conoscente in qualche modo coinvolto. La nostra scuola è stata colpita in modo particolare: tra i morti un'impiegata e sua figlia, gli zii di uno studente, la zia e i cugini di un altro, la nipote di un'insegnante.**

**Dopo la prima straziante cerimonia pubblica per le vittime, durante l'estate ci siamo trovati spesso ai funerali di coloro che non erano riusciti a superare le devastazioni che il fuoco aveva lasciato sul corpo.**

**A settembre, al rientro a scuola, era inevitabile parlarne in classe.**

**Tutti, ragazzi e adulti, incerti e titubanti per la paura di ferirci con i ricordi, ma con la voglia di capire e approfondire l'argomento.**

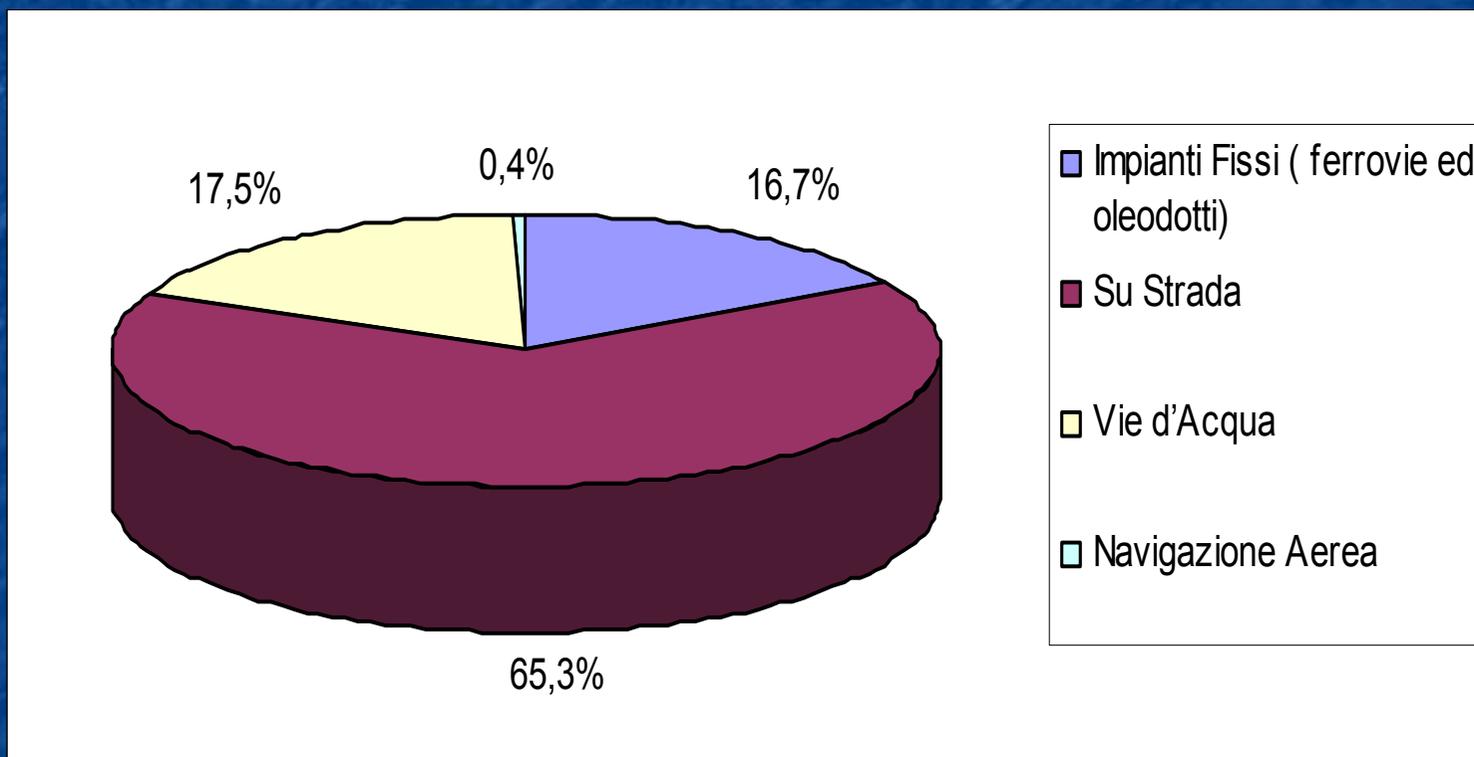
**Abbiamo cercato notizie su giornali e internet e parlato con i testimoni.**

**Poi è venuta la voglia di approfondire:**

- Quali sono i mezzi di trasporto più usati?**
- l'incidente è avvenuto durante il trasporto di GPL. Quali sono le fonti energetiche più comuni? Quali quelle da fonti rinnovabili? È possibile produrre energia in loco senza che sia necessario trasportare il gas per l'Italia intera?**

# I trasporti e gli incidenti

# Come viene trasportata la merce?



*Dati anno 2004*

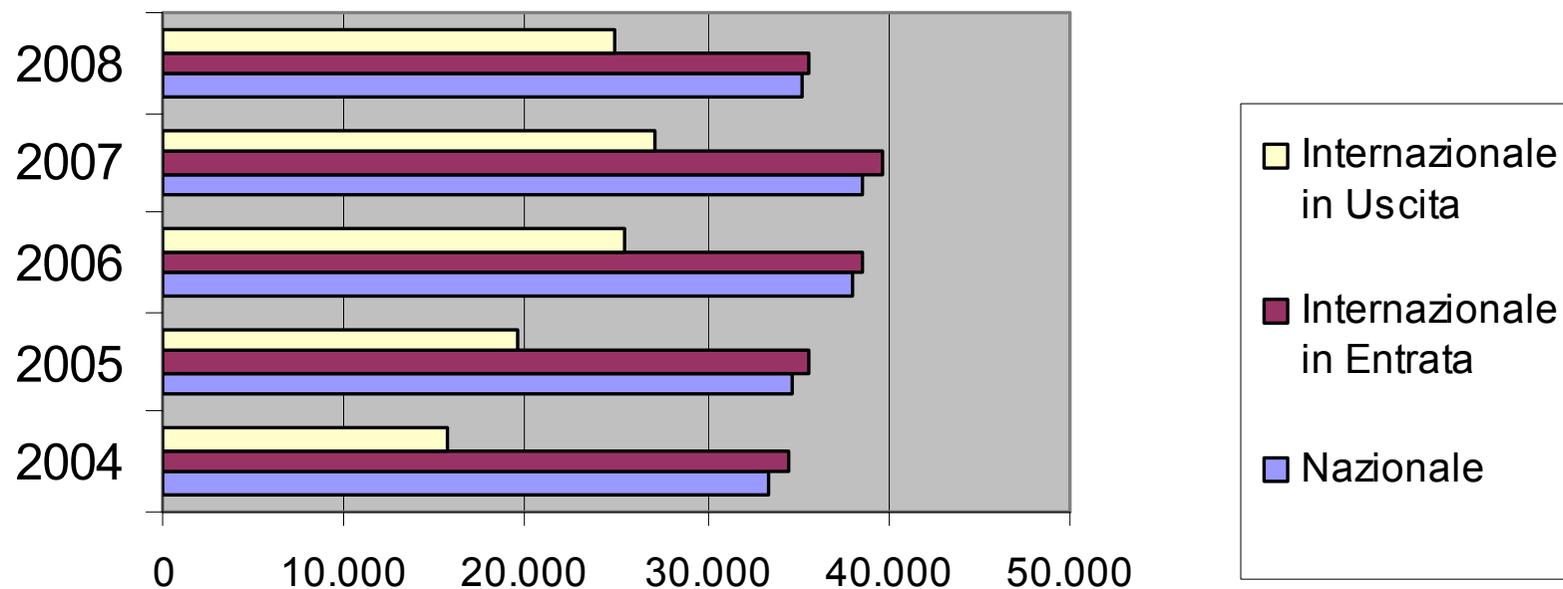
# I trasporti in ferrovia negli anni

Dati istat

Quantità di merce trasportata ( in tonnellate)

Tipo di trasporto	2004	2005	2006	2007	2008
Nazionale	33.337.473	34.616.570	38.087.528	38.571.250	35.240.960
Internazionale in Entrata	34.553.005	35.546.908	38.652.455	39.586.401	35.619.456
Internazionale in Uscita	15.636.220	19.568.742	25.401.969	27.129.817	24.928.062
Transito	6.466	22.908	27.189	26.536	21.284
Totale	83.533.164	89.755.128	102.169.141	105.314.004	95.809.762
Percorrenza media	265,6	253,6	236,4	240,0	248,7

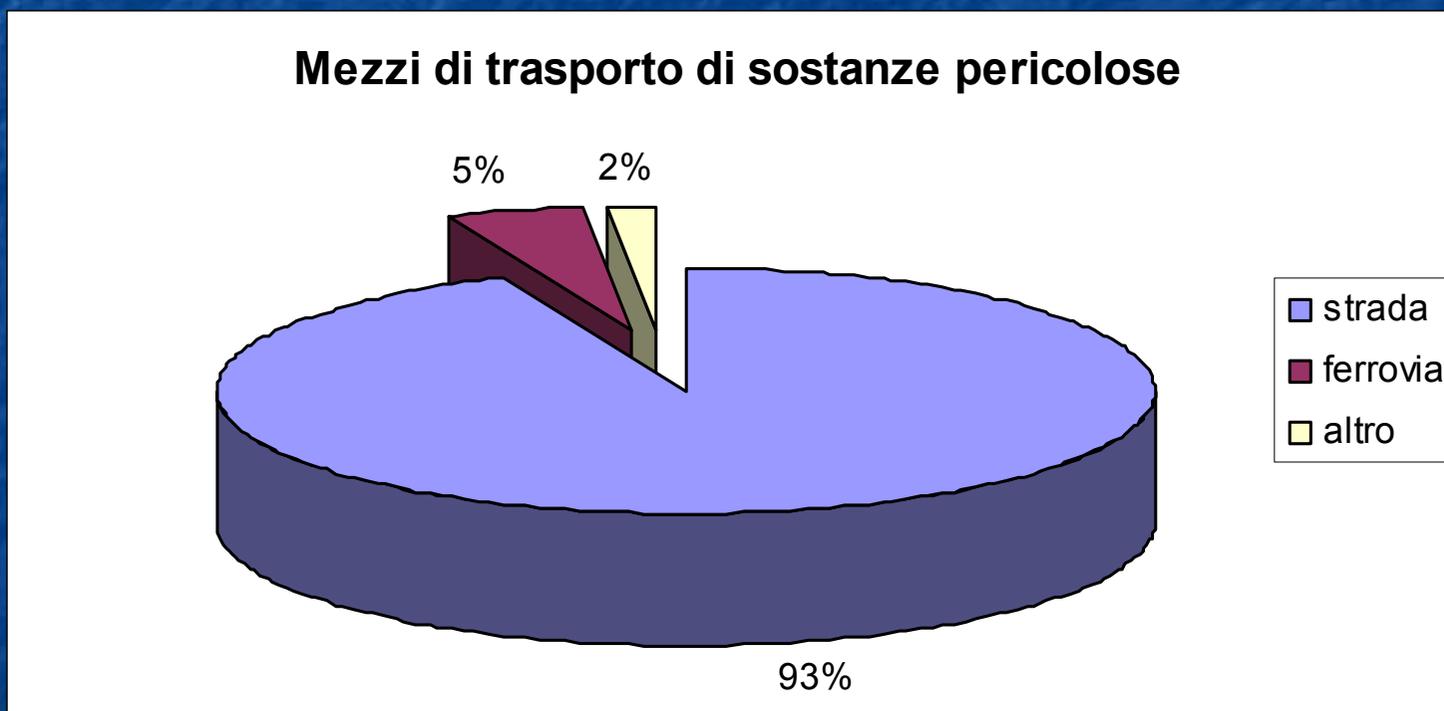
## Merci trasportate ( in migliaia tonnellate) per tipo di trasporto. Anni 2004-2008



La merce trasportata su rotaia è circa 83.000 migliaia di tonnellate nel 2004, ed aumenta fino a toccare, nel 2007, i 105.000 migliaia di tonnellate.

Nel 2008 diminuisce.  
È un segno della crisi economica?

# Come viene trasportata la merce pericolosa?

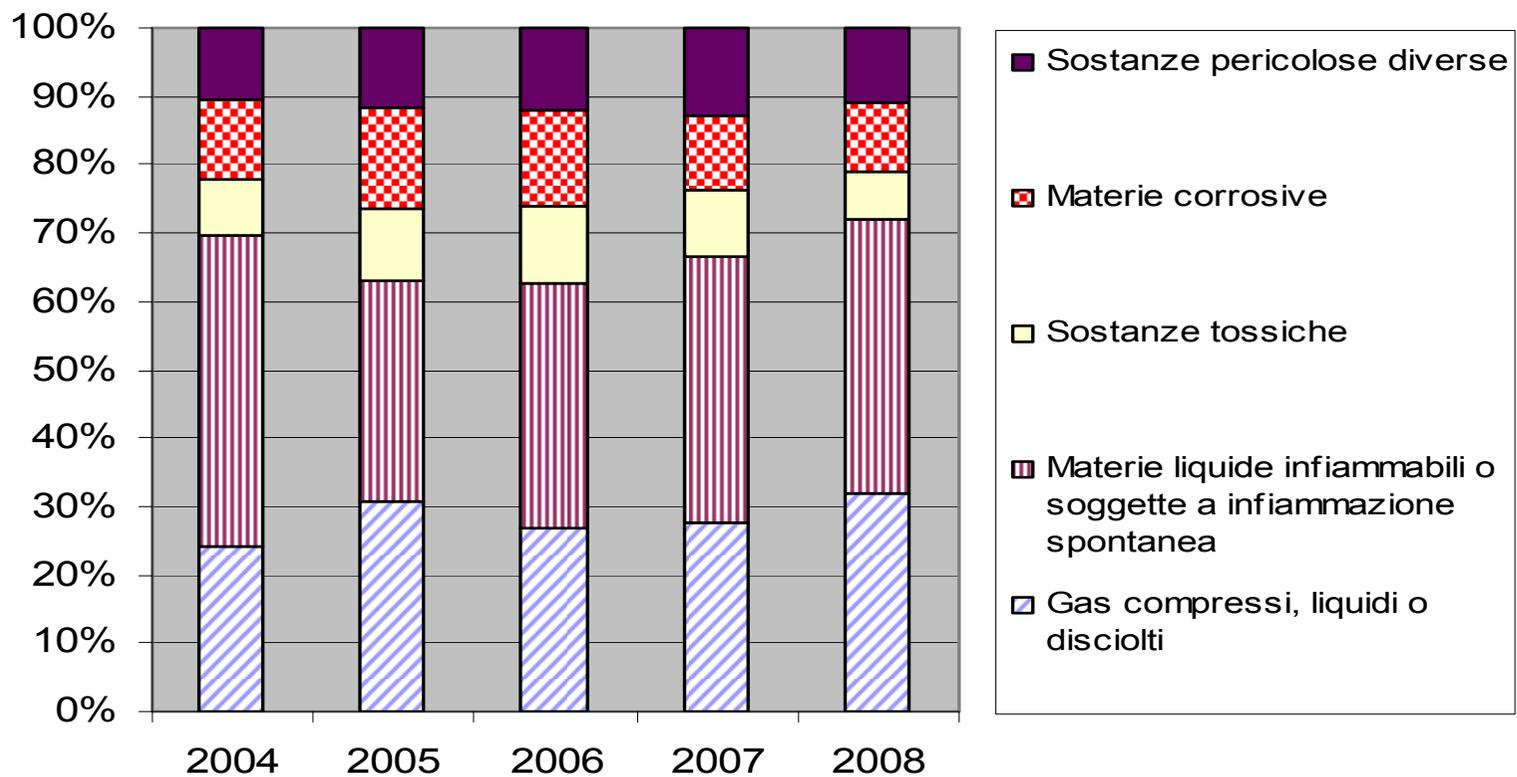


*Ripartizione trasporto merci pericolose in Italia (Fonte: Conto Nazionale dei Trasporti)*

*merce pericolosa  
trasportata su rotaia  
(in tonnellate)*

<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>5.803.471</b>	<b>4.560.818</b>	<b>4.583.227</b>	<b>4.704.829</b>	<b>5.221.317</b>

# Quali sostanze pericolose vengono trasportate su rotaia?



# I trasporti e gli incidenti

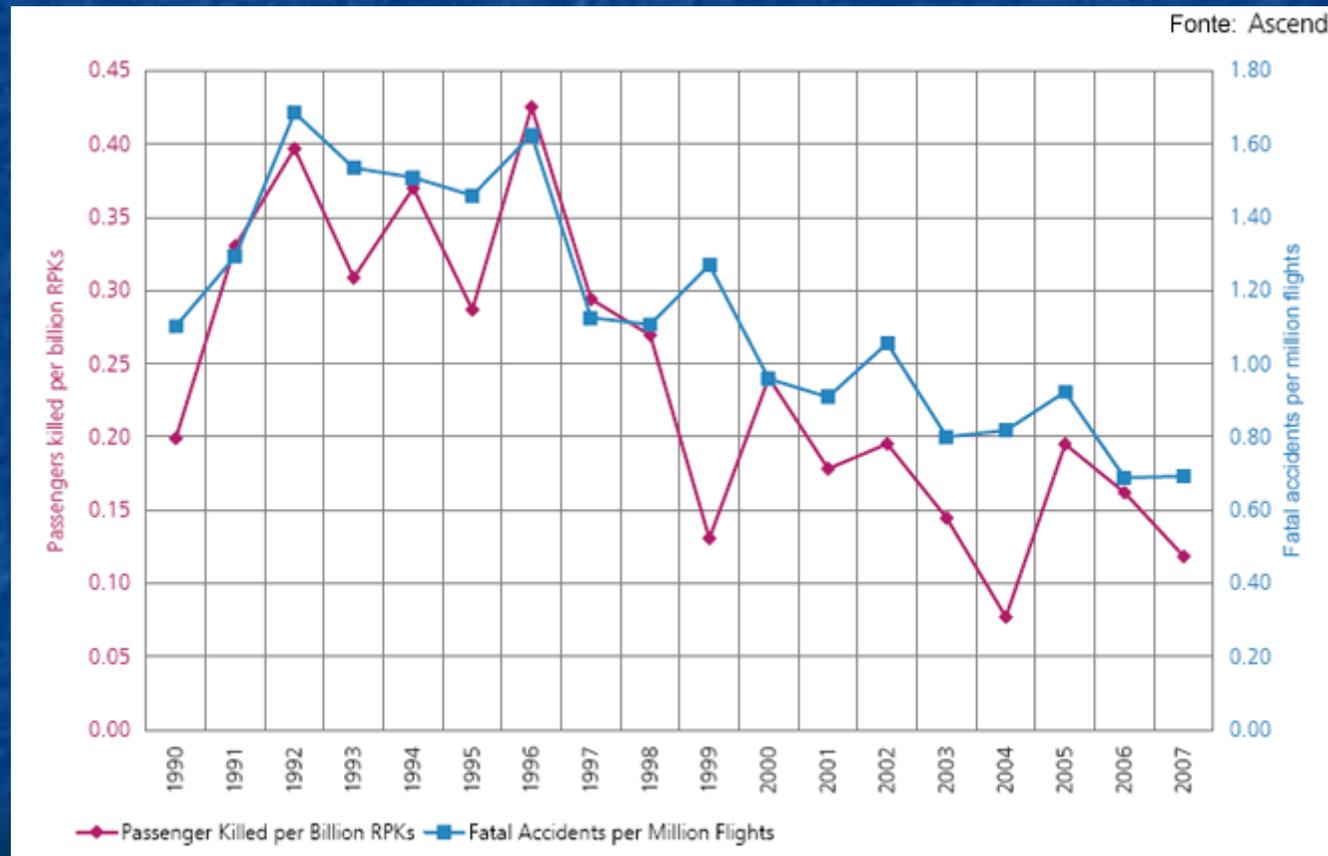
<b>INCIDENTI FERROVIARI</b>					
	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>n° incidenti</b>	<b>217</b>	<b>22</b>	<b>182</b>	<b>180</b>	<b>170</b>
<b>morti</b>	<b>93</b>	<b>75</b>	<b>73</b>	<b>77</b>	<b>50</b>
<b>feriti</b>	<b>64</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>72</b>	<b>95</b>
<b>N° di incidenti tipici per milione di treni-km</b>	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>0,27</b>	<b>0,2</b>	<b>0,21</b>

# Gli incidenti Strdali

<b>anno</b>	<b>incidenti</b>	<b>morti</b>	<b>feriti</b>
<b>2000</b>	<b>256.546</b>	<b>7.061</b>	<b>360.013</b>
<b>2001</b>	<b>263.100</b>	<b>7.096</b>	<b>373.286</b>
<b>2002</b>	<b>265.402</b>	<b>6.980</b>	<b>378.495</b>
<b>2003</b>	<b>252.271</b>	<b>6.563</b>	<b>356.475</b>
<b>2004</b>	<b>243.490</b>	<b>6.122</b>	<b>343.179</b>
<b>2005</b>	<b>240.011</b>	<b>5.818</b>	<b>334.858</b>
<b>2006</b>	<b>238.124</b>	<b>5.669</b>	<b>332.955</b>
<b>2007</b>	<b>230.871</b>	<b>5.131</b>	<b>325.850</b>
<b>2008</b>	<b>218.963</b>	<b>4.731</b>	<b>310739</b>

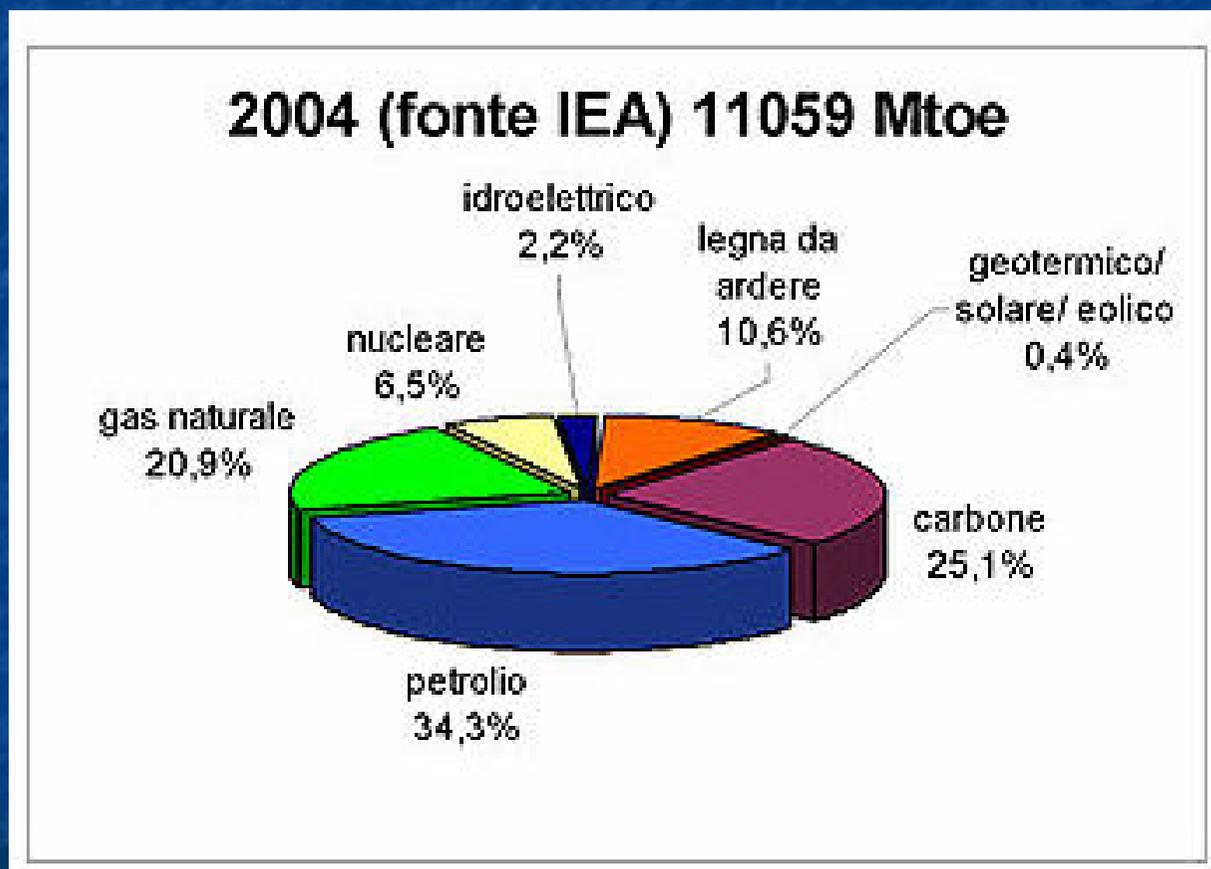
# Gli incidenti aerei

Morti per bilione( 1000 miliardi) di chilometri percorsi  
e numero di incidenti (con morti)



L'energia

# Quali fonti energetiche?



Consumi energetici mondiali, per fonte, nel 2004. Fonte: International Energy Agency

II GPL

**Il GPL è un gas che si presta molto bene ad utilizzi di piccola e media combustione, in casa e in piccole aziende come, per esempio, le serre.**

**Altro uso è nella trazione individuale come l'automobile.**

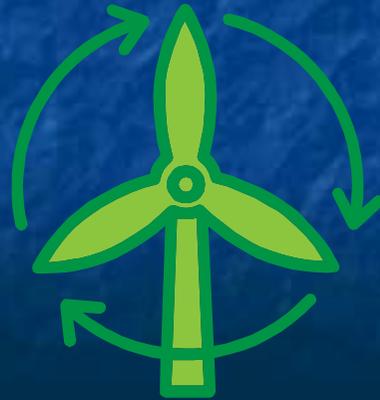
**Il GPL ha assunto una rilevante valenza economica con moltissimi addetti impiegati nelle varie fasi di produzione e distribuzione.**

Esistono altre fonti energetiche che  
lo possono sostituire?

Analizziamo una fonte energetica rinnovabile  
ancora poco usata: l'energia eolica

# Energia eolica

L'**energia eolica** è il prodotto della conversione dell'energia cinetica del vento in altre forme di energia. Attualmente viene per lo più convertita in energia elettrica tramite una centrale eolica



# Il vento



Il vento è l'esito di moti convettivi ed advettivi di masse d'aria. Il vento è un fenomeno naturale che consiste nel movimento ordinato, quasi orizzontale, di masse d'aria dovuto alla differenza di pressione tra due punti dell'atmosfera

Per stabilire la fattibilità tecnica ed economica  
di un'installazione eolica  
è necessario  
conoscere le caratteristiche  
dell'intensità del vento  
nel luogo in esame.

# Come si misura la velocità del vento?

L'anemometro è uno strumento utilizzato per misurare la velocità o la pressione del vento. I più semplici sono quelli nei quali la velocità del vento viene determinata misurando l'inclinazione che conferisce a un filo a piombo, e quelli a palette, nei quali la velocità del vento è calcolata in base al numero di giri compiuti in un tempo



I dati raccolti

<b>Data</b>	<b>Ora</b>	<b>011 DVPRE</b>	<b>011 VVMAX</b>	<b>011 VVMED</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>0.00</b>	<b>5.15</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>0.15</b>	<b>0.00</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>0.45</b>	<b>14.14</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>1.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>1.15</b>	<b>10.15</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>1.30</b>	<b>15.06</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>1.45</b>	<b>9.09</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>2.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>2.15</b>	<b>6.15</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>2.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>2.45</b>	<b>6.02</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>
<b>01/01/2008</b>	<b>3.00</b>	<b>15.03</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>

Le misurazioni forniscono una  
grande quantità di dati che  
vanno rielaborati per poter essere  
utilizzati

## Principali parametri statistici:

- Velocità massima  $V_{MAX}$
- Velocità minima  $V_{MIN}$
- Velocità media  $V$
- Varianza  $\sigma^2$
- Deviazione standard  $\sigma$

**Velocità massima** = velocità massima nell'unità di tempo considerata

**Velocità minima** = velocità minima nell'unità di tempo considerata

**Velocità media** = valore medio della velocità

**Scarto** = differenza tra il valore e il valore medio della velocità

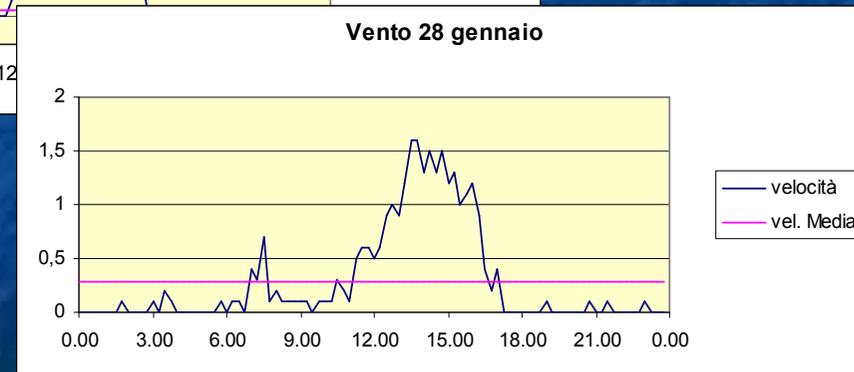
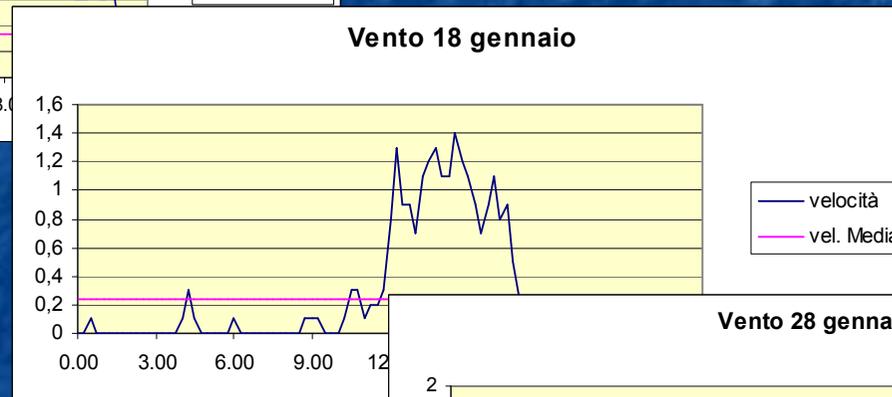
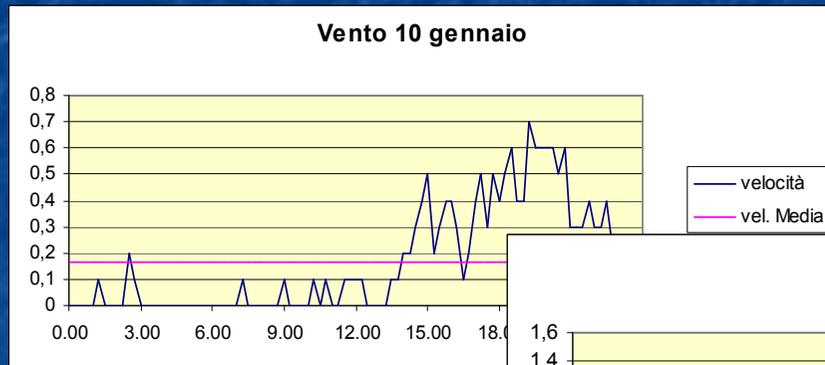
**Varianza  $\sigma^2$**  = Media dei quadrati degli scarti

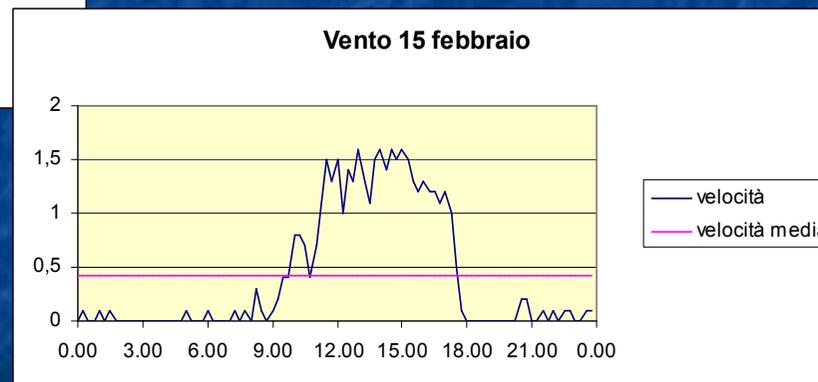
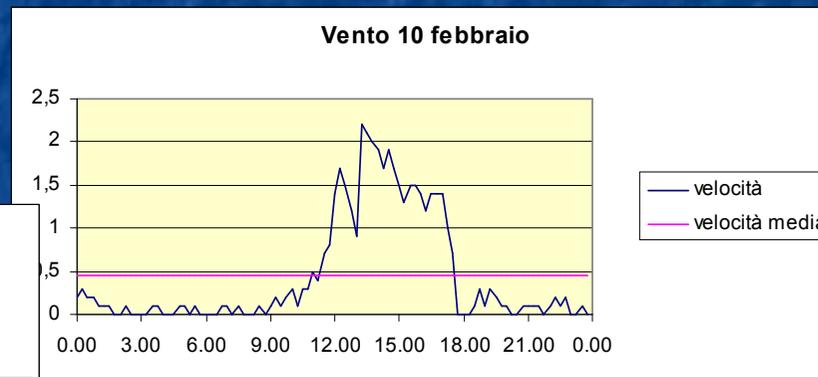
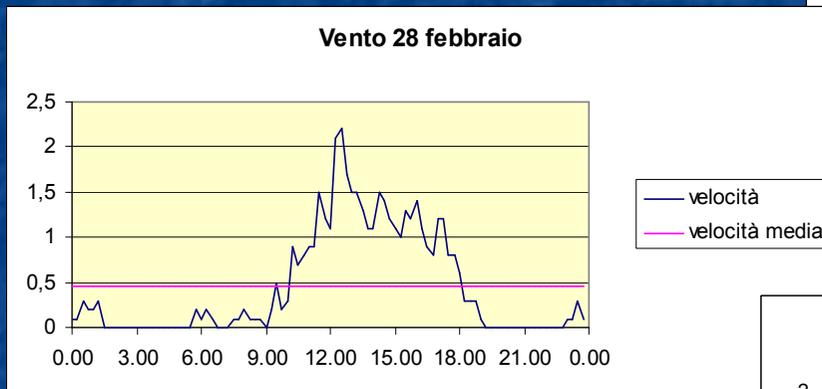
**Deviazione standard  $\sigma$**  = radice quadrata della varianza

La deviazione standard, o scarto quadratico medio, è una misura di variabilità, ha la stessa unità di misura dei valori osservati (mentre la varianza ha come unità di misura il quadrato dell'unità di misura dei valori di riferimento). La deviazione standard misura la dispersione dei dati intorno al valor medio.

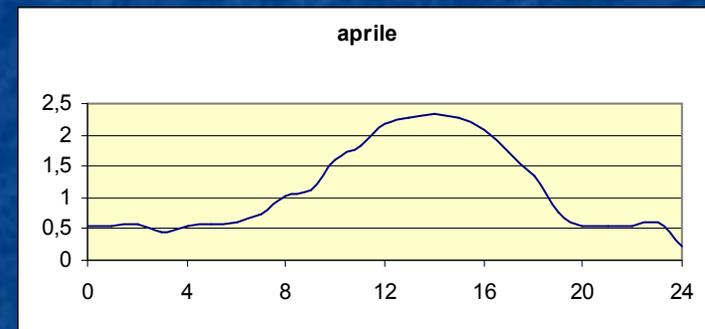
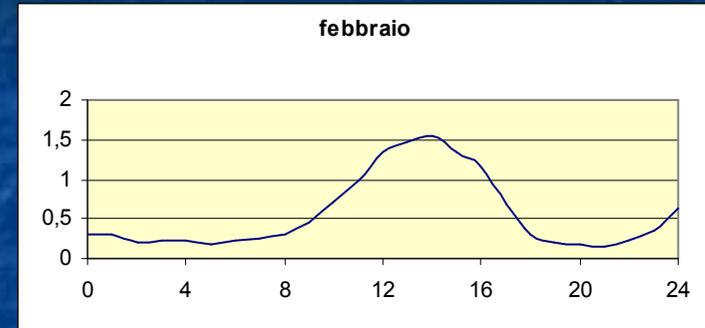
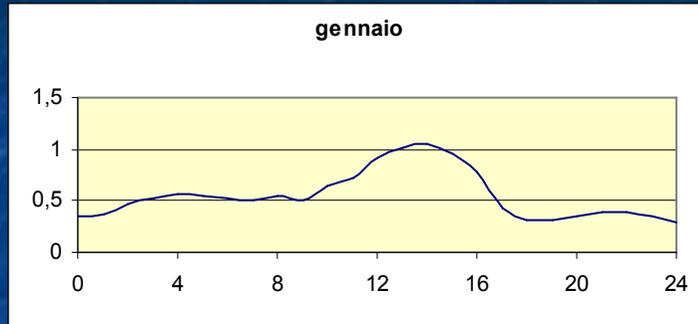
# Analisi dei dati

# Velocità del del vento (m/s) nell'arco della giornata (qualche esempio)

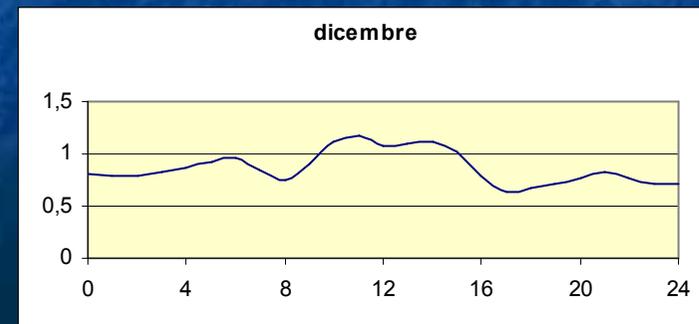
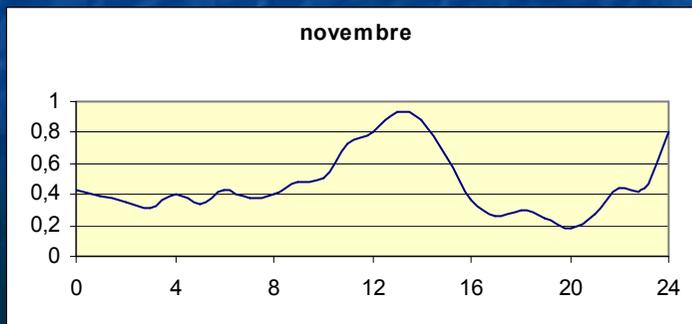
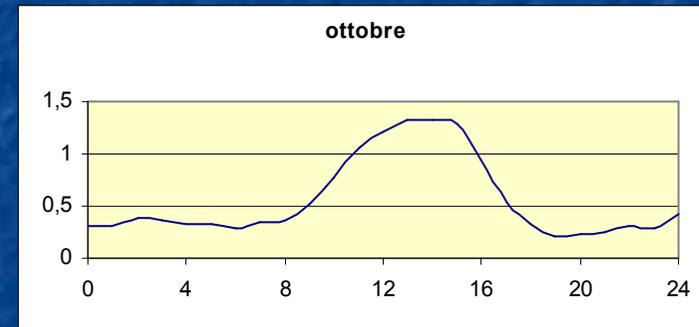
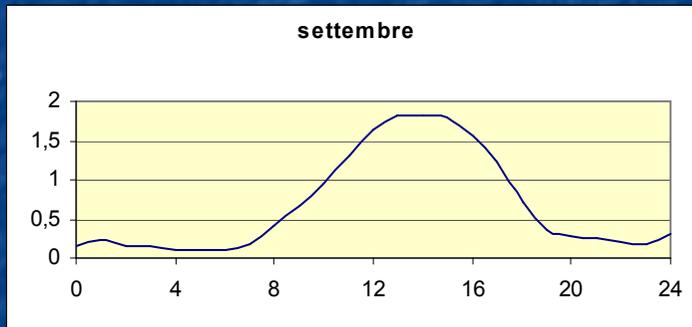
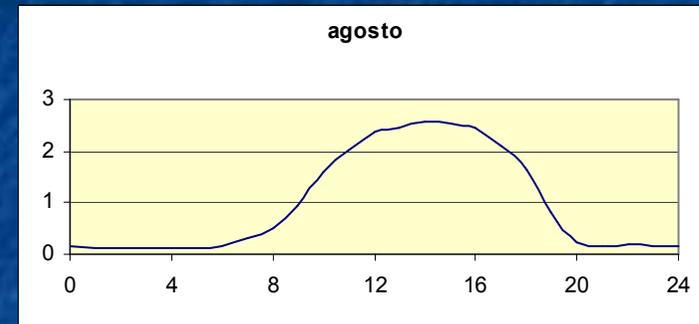
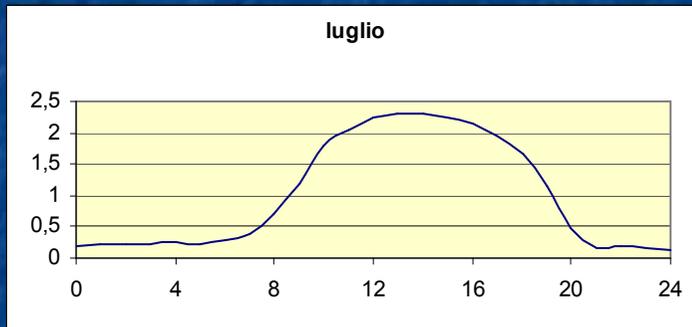




# Andamento medio della velocità (m/s) nelle 24 ore in ogni mese dell'anno



# Andamento medio della velocità (m/s) nelle 24 ore in ogni mese dell'anno



# Quale produzione di energia si potrebbe ottenere mettendo una microturbina eolica sul tetto della nostra scuola?

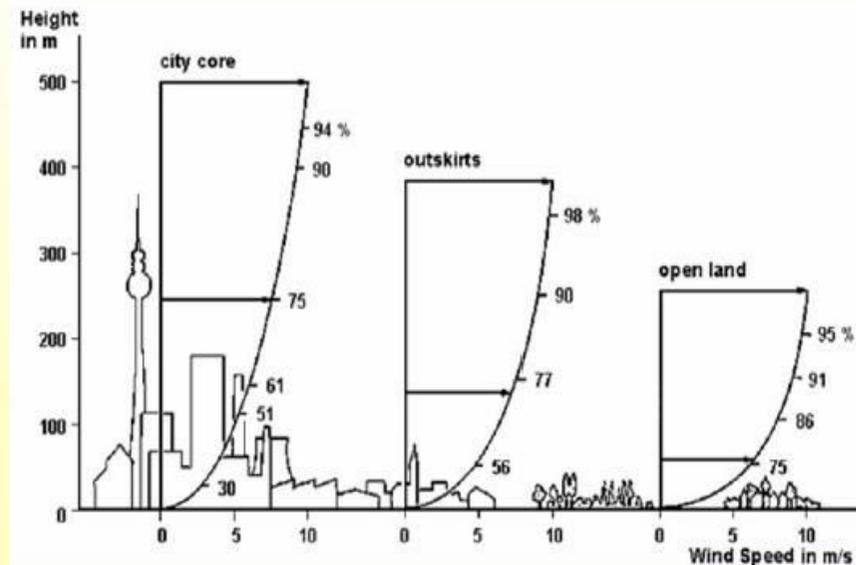
I dati sulla velocità del vento sono stati raccolti ad una altezza di tre metri in una zona agricola di Lido di Camaiore

Il vento varia con l'altezza, ma in modo regolare, come si vede in figura.

E' così possibile dedurre, con formule empiriche, la velocità del vento all'altezza desiderata e con questa calcolare l'energia prodotta dal vento.

## PROFILO DI VELOCITÀ DEL VENTO

v: velocità del vento all'altezza z  
z: altezza dal suolo  
vr: velocità del vento all'altezza di riferimento zr  
zr: altezza di riferimento  
z0: rugosità aereodinamica (roughness length)



Per ottenere dati di velocità ad altezze differenti da quella di rilevazione occorre approssimare il profilo della velocità del vento. Una possibile approssimazione, di tipo esponenziale, è

$$v(k1) = v(k2) \cdot \left( \frac{k2}{k1} \right)^p$$

dove l'esponente  $p$  varia in funzione della turbolenza e dello stato dell'atmosfera e assume i valori compresi fra 0,1 e 0,6.

Dalle rilevazioni fatte è sembrato corretto assumere  $p=0.4$

Si trova la velocità (presunta) a tredici metri di altezza

<b>DATA</b>	<b>Ora</b>	<b>V 3m</b>	<b>v 13 m</b>
15/04/2008	11.00	1	1,934505
15/04/2008	11.15	2,3	4,449362
15/04/2008	11.30	2,9	5,610066
15/04/2008	11.45	4,2	8,124923
15/04/2008	12.00	4,5	8,705274
15/04/2008	12.15	5	9,672527
15/04/2008	12.30	4,8	9,285626
15/04/2008	12.45	5,2	10,05943
15/04/2008	13.00	5	9,672527
15/04/2008	13.15	5,1	9,865977
15/04/2008	13.30	4,6	8,898725
15/04/2008	13.45	5	9,672527
15/04/2008	14.00	5,5	10,63978
15/04/2008	14.15	5,4	10,44633
15/04/2008	14.30	4,9	9,479076
15/04/2008	14.45	5,2	10,05943
15/04/2008	15.00	4,7	9,092175
15/04/2008	15.15	5,2	10,05943
15/04/2008	15.30	5,5	10,63978
15/04/2008	15.45	4,9	9,479076
15/04/2008	16.00	4,7	9,092175

# Dalla misura della velocità al calcolo dell'energia

L'energia media giornaliera può essere stimata con la formula

$$E = \frac{1}{2} A \cdot \rho \cdot v^3 \cdot N$$

Dove  $A(\text{m}^2)$  è l'area della superficie perpendicolare al vento

$\rho$  è la densità dell'aria (1,225 kg/m<sup>3</sup>)

$N$  è il numero di ore

$v$  è la "velocità utile" data dalla formula

$$v^3 = \left( v_m^3 + 3v_m \sigma^2 \right)$$

## Dalla misura della velocità al calcolo dell'energia del vento.

velocità media nelle 24 ore [m/s]	4,12896
varianza	12,51088
velocità utile nelle 24 ore	225,3626
energia del vento nelle 24 ore [wh]	1656,415

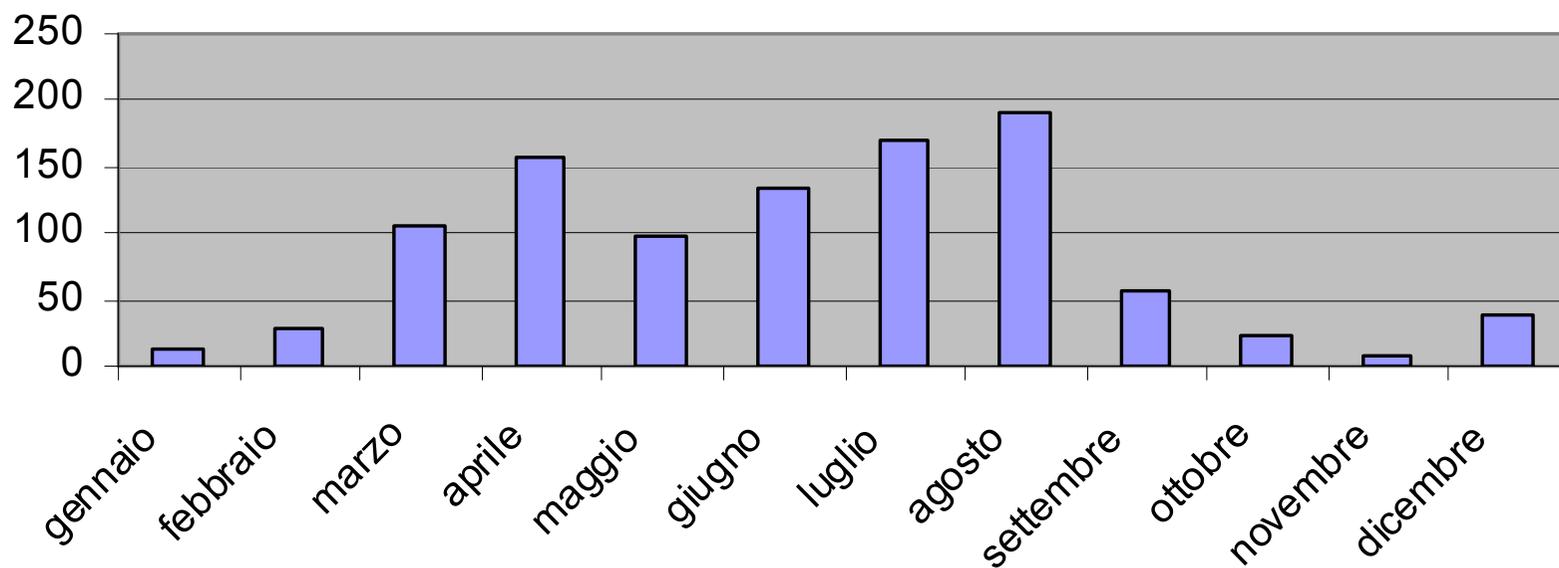
Esempio energia del vento  
del giorno 15 aprile,  
calcolata sulle 24 ore

Esempio energia del vento  
del giorno 15 aprile,  
calcolata solo sulle ore  
diurne

velocità media nelle 12 ore [m/s]	5,666489
varianza	15,30443
velocità utile nelle 12 ore	442,1129
energia del vento nelle 12 ore [wh]	3249,53

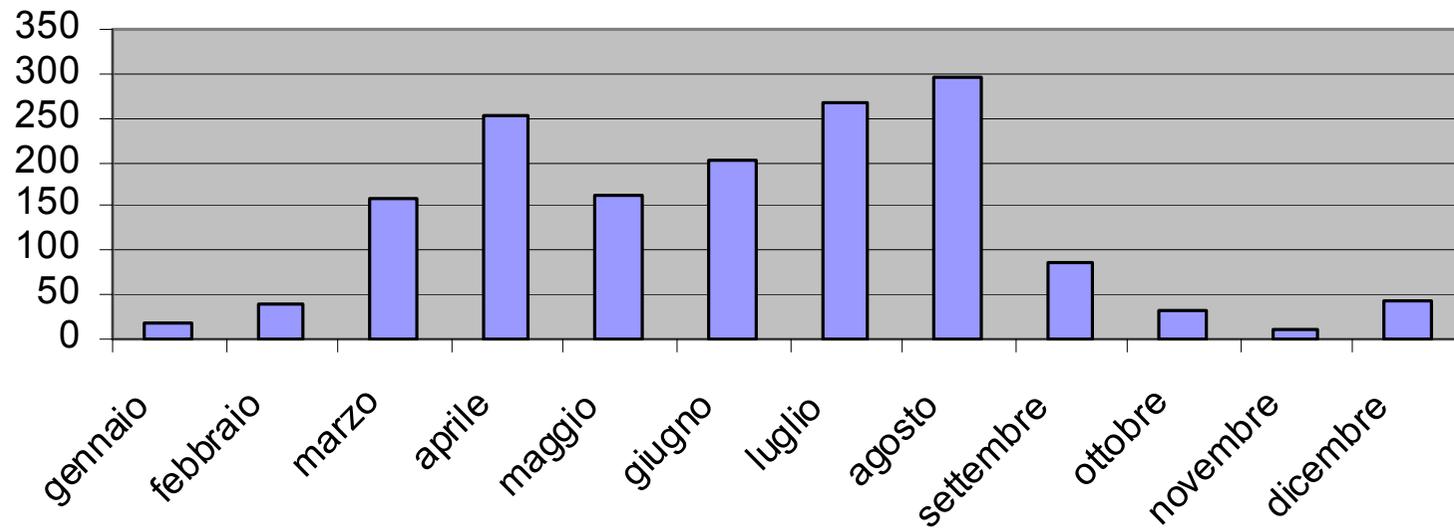
Quanta energia eolica?

## Energia media giornaliera nelle 24 ore



[wh]

## Energia media giornaliera nelle ore diurne



[wh]

L'energia eolica intorno a noi

# Energia Eolica in Toscana

Sull'energia eolica la Toscana ha mire molto ambiziose. Secondo il piano regionale entro il 2020 dovranno essere installati 300MW eolici.

A oggi però siamo solo a un sesto dell'obiettivo 45.5MW, distribuiti in 5 parchi. Ma sarebbero i arrivo almeno altri 16 parchi eolici.

Il più ambizioso progetto eolico è quello previsto a largo di Rosignano Marittimo.

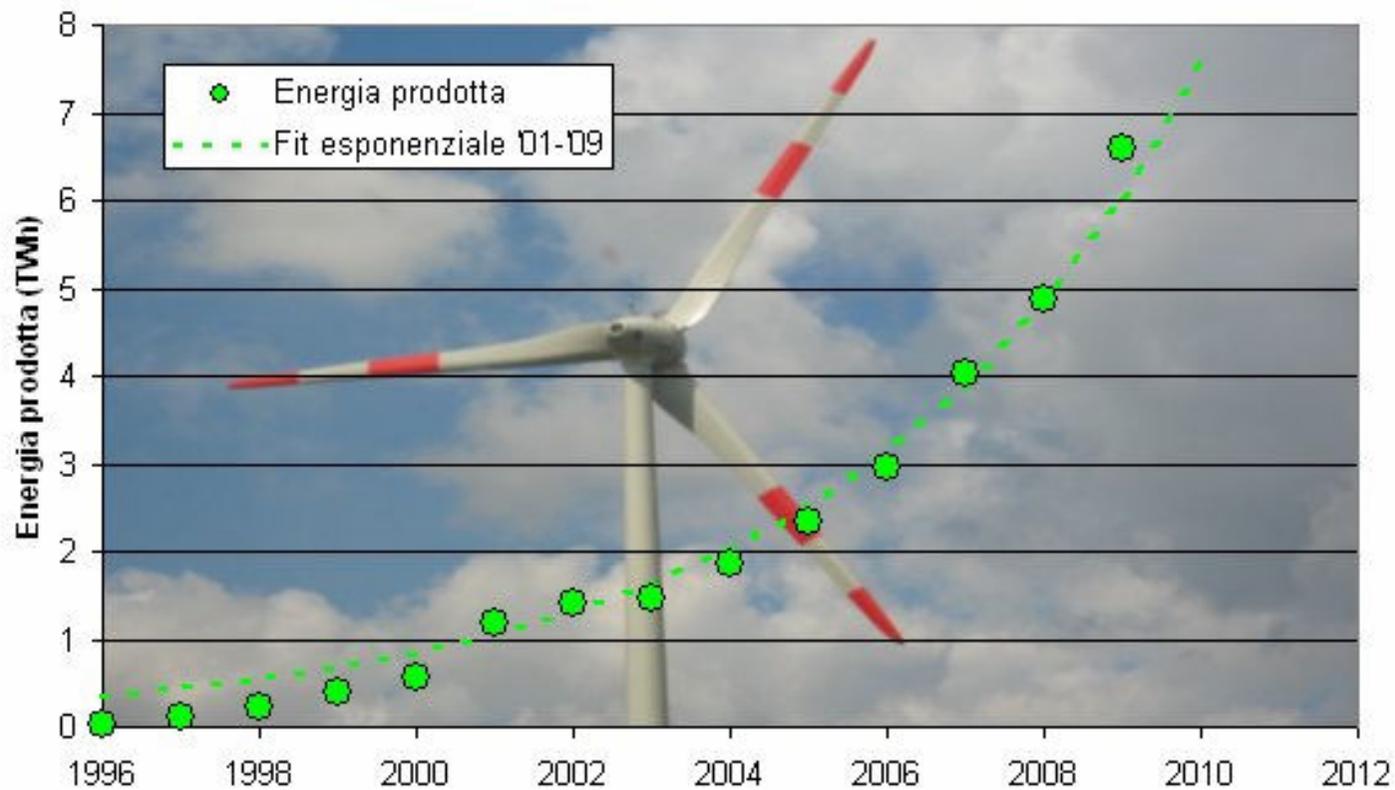
Un parco eolico off-shore, con dodici torri alte 80 metri per una potenza di 5 MW l'una, poste a tre miglia dalla costa.

Il più suggestivo è, invece, "Vento della Pace" un'opera d'arte prevista sulle Alpi Apuane costituita da 7 torri di piccola taglia da 8/10 metri (per 25 kW di potenza l'una) con basamenti in marmo realizzati dallo scultore Jacopo Cascella e colorate con i colori della pace.

Tra gli altri progetti già depositati in Regione per la valutazione di impatto ambientale, ci sono quelli di Lajatico (20 MW), di Ribarbella (34 MW) e di Santa Luce (26 MW), in provincia di Pisa. Poi ci sono quelli di Firenzuola (14,45 MW) e Barberino (32 MW) in provincia di Firenze.

# Energia eolica in Italia

La crescita dell'energia eolica in Italia



Elaborazione Ecoalfabeta su dati Terna/IS24

# Conclusioni

Come si è visto l'energia eolica media non è molto alta, ma la rilevazione è stata fatta con una stazione meteo per l'agricoltura, situata in posizione sfavorevole per la rilevazione della velocità del vento e non sottoposta a regolare manutenzione.

I dati ottenuti sono molto probabilmente sottostimati. Posizioneremo un anemometro sul tetto della nostra scuola e confronteremo i dati dei due differenti siti, verificando se questa ipotesi è corretta.

In caso affermativo procederemo all'installazione del generatore eolico, altrimenti cercheremo un sito più adatto.