

TELECONTROLLO  
RETI DI PUBBLICA  
UTILITÀ 2013

**ANIE**  
AUTOMAZIONE



# DITEN

Department of Electrical, Electronic, Telecommunications Engineering and Naval Architecture  
Polytechnic School, University of Genoa

# < (BDUBI) ^ ↘ € >



*MAI Lab*

*Measurement & Automation for Industry*

Micaela Caserza Magro  
Paolo Pinceti

# < (BDUBI) ^ ↘€ >

**BD** Big Data

**U** uniti a

**BI** Business Intelligence

**^** implicano

**↘€** riduzione dei costi

# Big Data

Strutture HW e tecniche SW per acquisizione, immagazzinamento elaborazione, ricerca di grandi quantità di dati.

$10^{11} \div 10^{15}$  byte

se 1 byte è 1 granello di sabbia:

$10^6$  byte = 1 megabyte = 1 pugno di sabbia

$10^9$  byte = 1 gigabyte = 1 scatola piena di sabbia

$10^{12}$  byte = 1 terabyte = 1 spiaggia grande come un campo da calcio

$10^{15}$  byte = 1 petabyte = molti chilometri di spiaggia

# le «V» di BD



Volume

Velocità

Varietà

Visualizzazione

Validazione



chi usa  
BD ?



# Business Intelligence

Tecniche statistico-matematiche  
utili a trasformare dati grezzi in  
informazioni utili per un'azienda:

- Benchmarking
- Data Mining
- Business Performance Management
- Key Performance Indexing

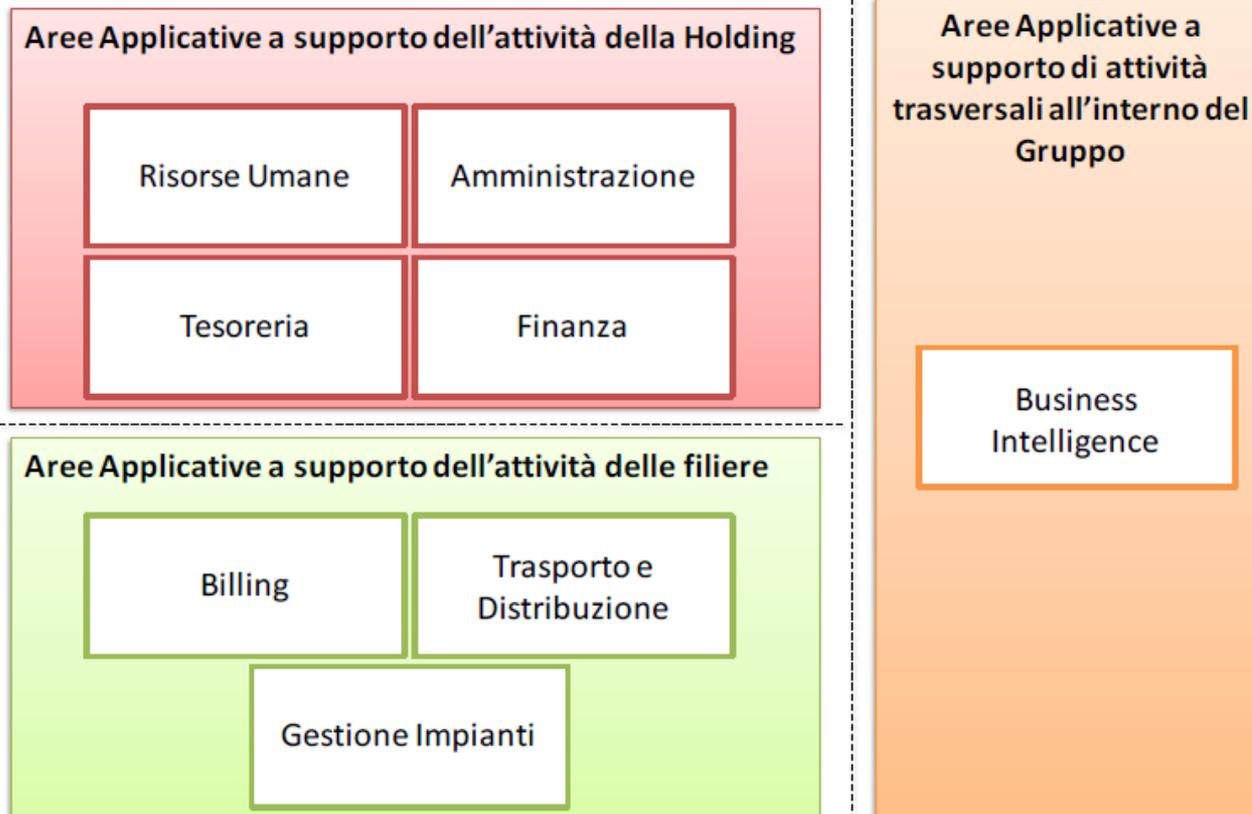
# Architettura di una applicazione di BI



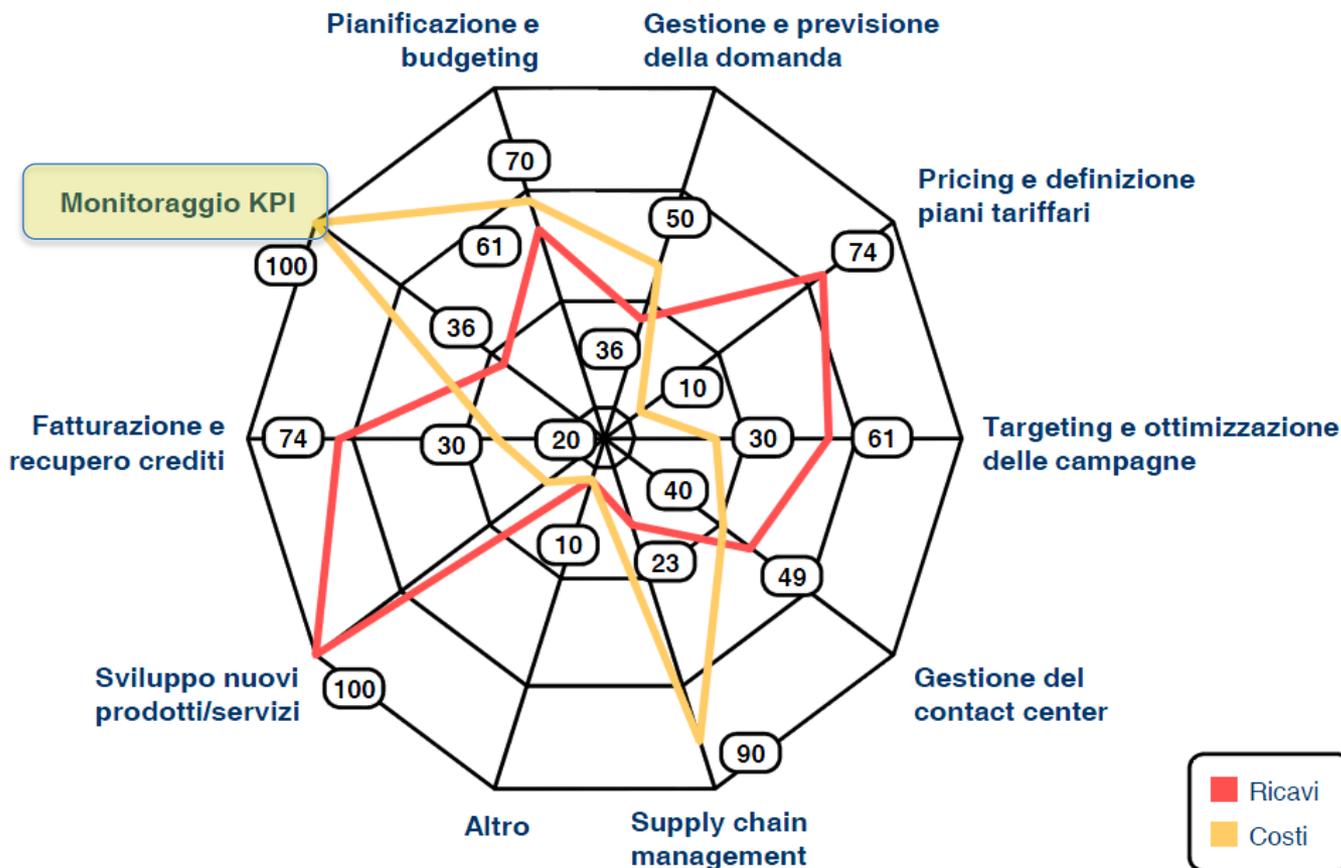


dicembre 2010

BI Governance:  
il BI Maturity Model nel settore delle utility  
e dei servizi di pubblica utilità



# Rapporto 2009 Osservatorio Business Intelligence



**Benefici potenziali:  
settori Telco e  
Utilities**

La domanda che sorge è:

Ma BD e BI cosa hanno a che fare con  
l'Automazione Industriale?

In senso stretto la risposta corretta è:

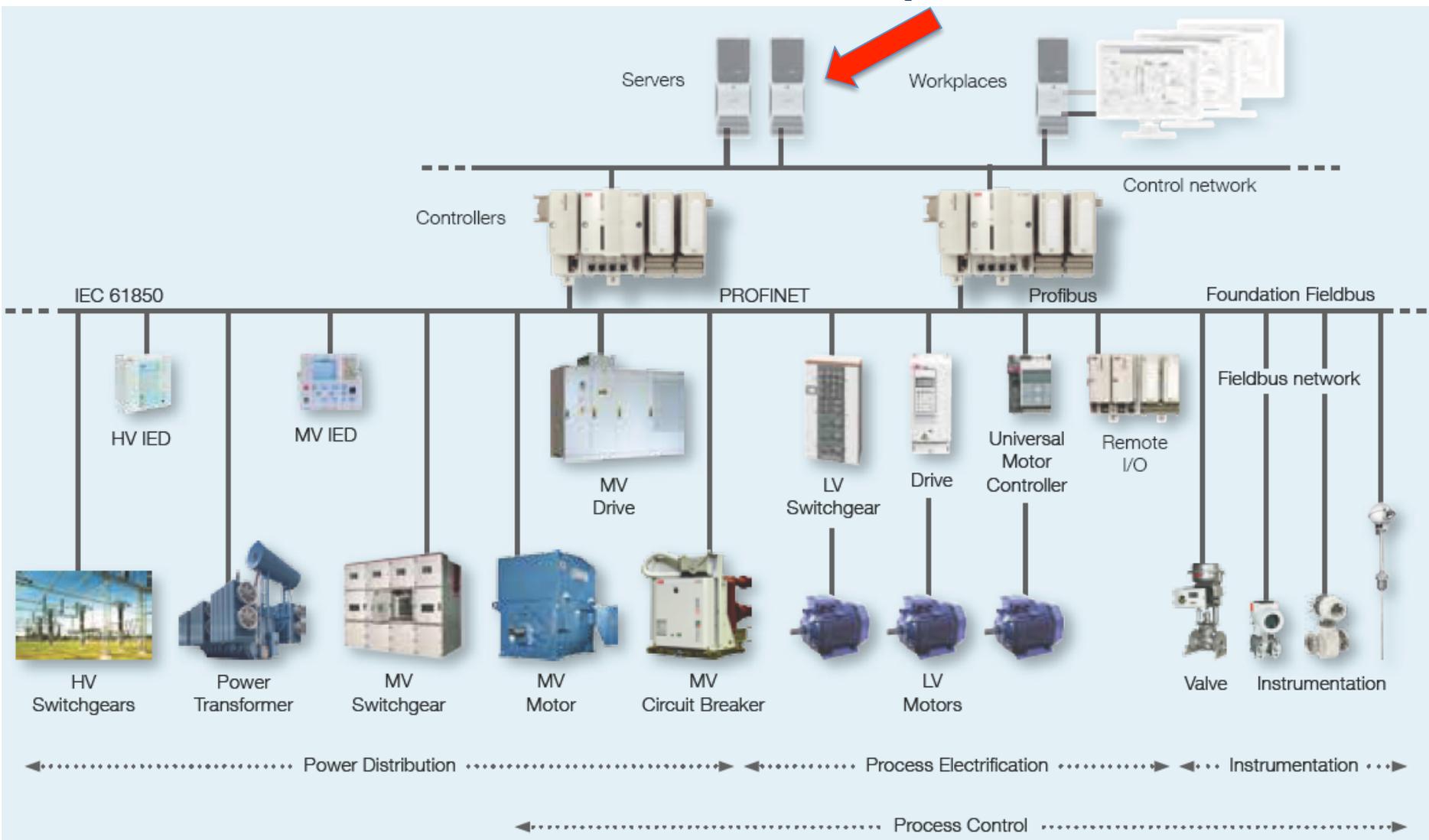
**NULLA !**

**perchè....**

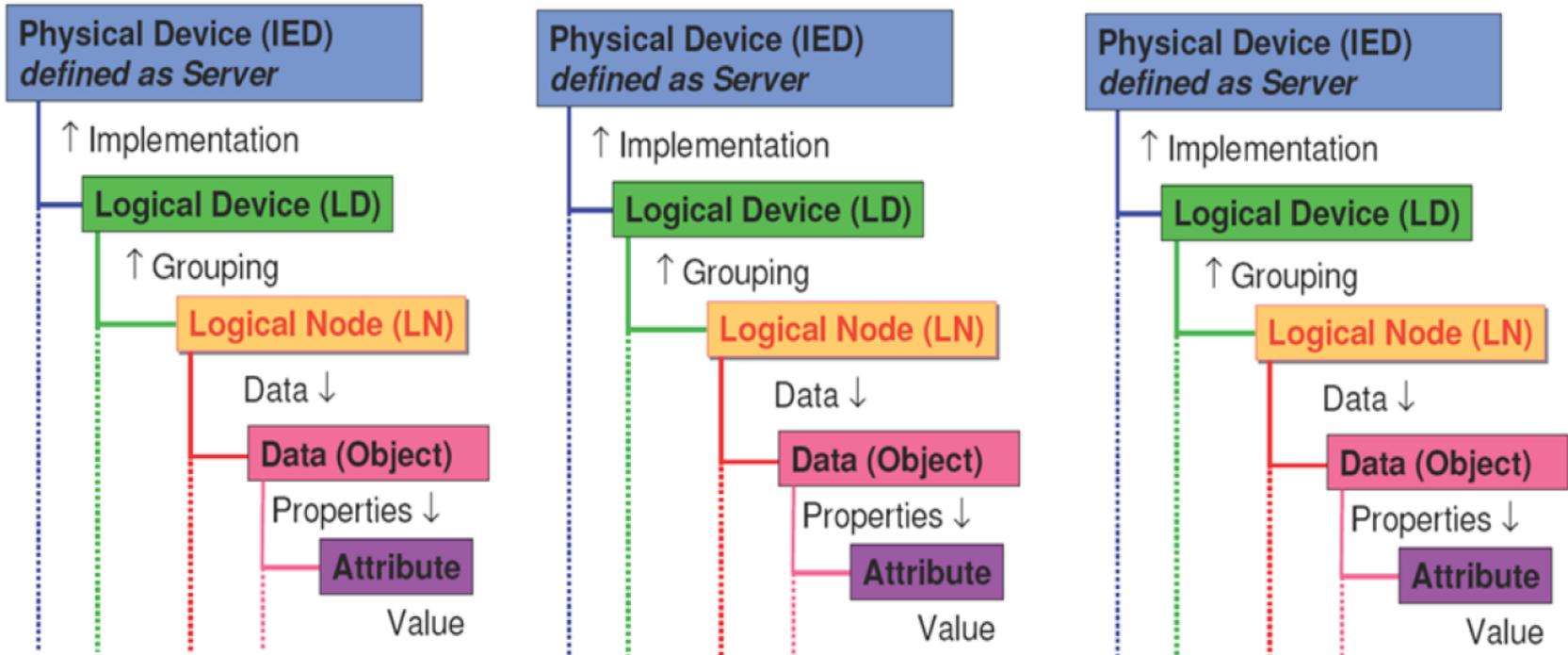
Volume → kbyte - Mbyte  
Velocità → non essenziale  
Varietà → dati omogenei  
Visualizzazione → esterna  
Validazione → a monte

però....

# Struttura database «processo»



# Struttura database «elettrico»



In entrambi i casi, il database di impianto contiene:

- dati di processo real-time
- dati storici
- allarmi e eventi
- dati diagnostici

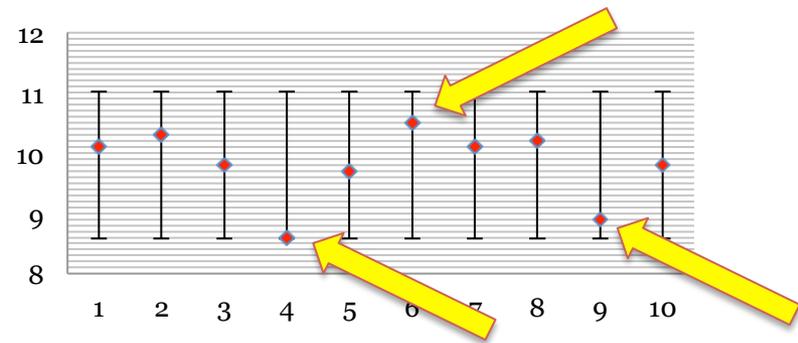
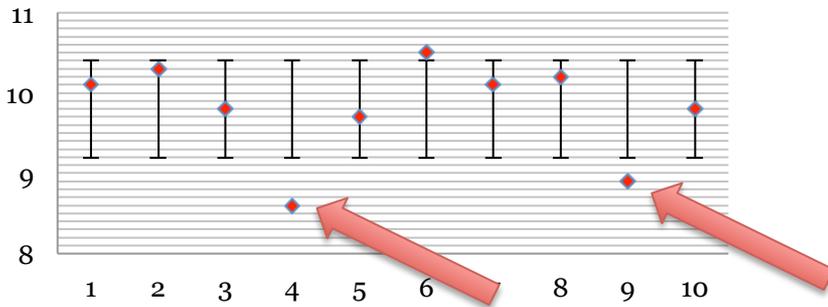
sui quali è possibile applicare tecniche di analisi statistiche.

# Analisi dei dati

Macchina/Impianto	#1	#2	#3	...	#m
Parametro #1	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	...	$p_{1m}$
Parametro #2	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	...	$p_{2m}$
Parametro #3	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$	...	$p_{3m}$
.....	...	...	...	...	...
Parametro #n	$p_{n1}$	$p_{n2}$	$p_{n3}$	...	$p_{nm}$

Orizzontale: analisi di proprietà uguali  
di apparati diversi

# Analisi dello scarto quadratico medio ( $\sigma$ ) di parametri singoli su impianti/macchina diverse



$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^2}{N}}$$

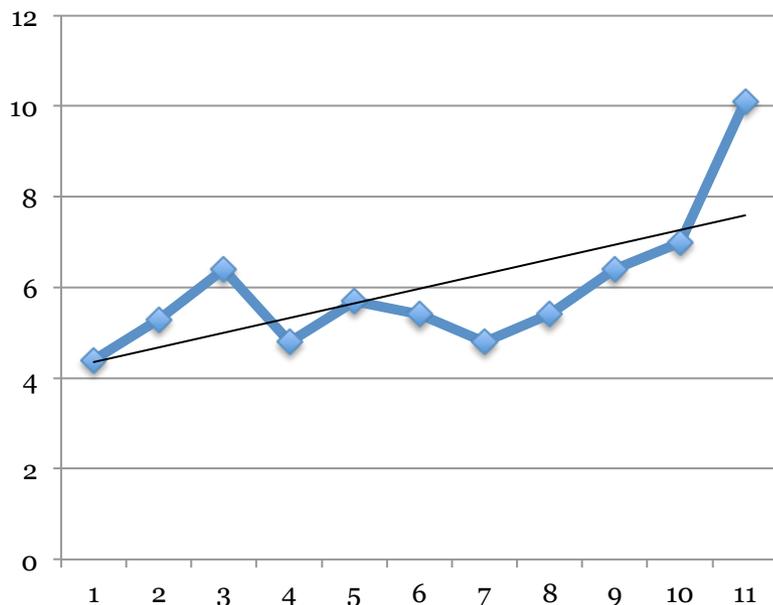
↖ media aritmetica  
↖ numero di campioni

# Analisi dei dati

Macchina/Impianto	#1	#2	#3	...	#m
Parametro #1	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	...	$p_{1m}$
Parametro #2	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	...	$p_{2m}$
Parametro #3	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$	...	$p_{3m}$
.....	...	...	...	...	...
Parametro #n	$p_{n1}$	$p_{n2}$	$p_{n3}$	...	$p_{nm}$

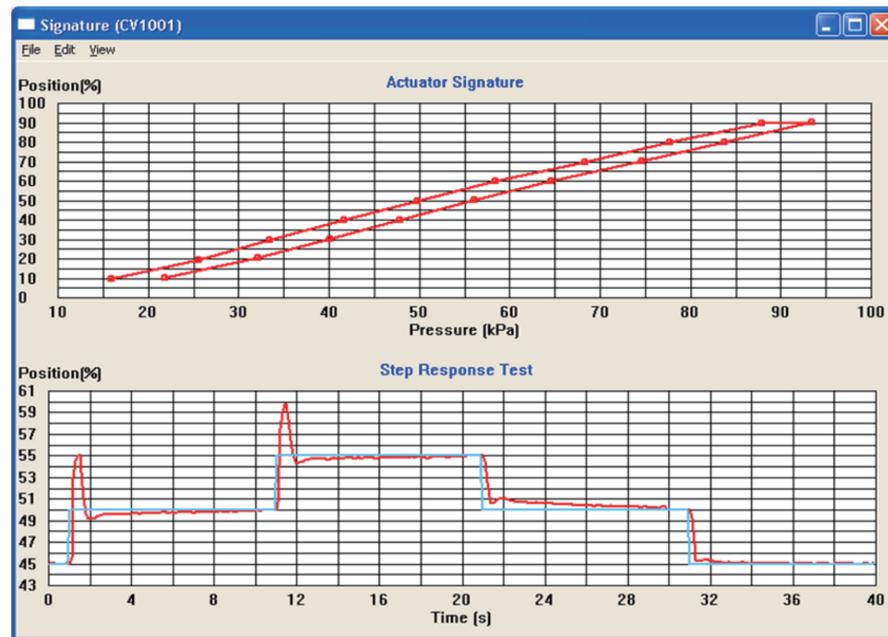
Verticale: analisi dell'andamento di una o più proprietà di un singolo apparato

# Analisi di trend



su parametri funzionali e/o su anomalie o guasti analizzati su un periodo sufficientemente lungo

es. ciclo di lavoro di un attuatore di valvola



# Analisi di firma

# Analisi dei dati

Macchina/Impianto	#1	#2	#3	...	#m
Parametro #1	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	...	$p_{1m}$
Parametro #2	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	...	$p_{2m}$
Parametro #3	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$	...	$p_{3m}$
.....	...	...	...	...	...
Parametro #n	$p_{n1}$	$p_{n2}$	$p_{n3}$	...	$p_{nm}$

Mista (1): analisi incrociata di proprietà diverse dello stesso apparato

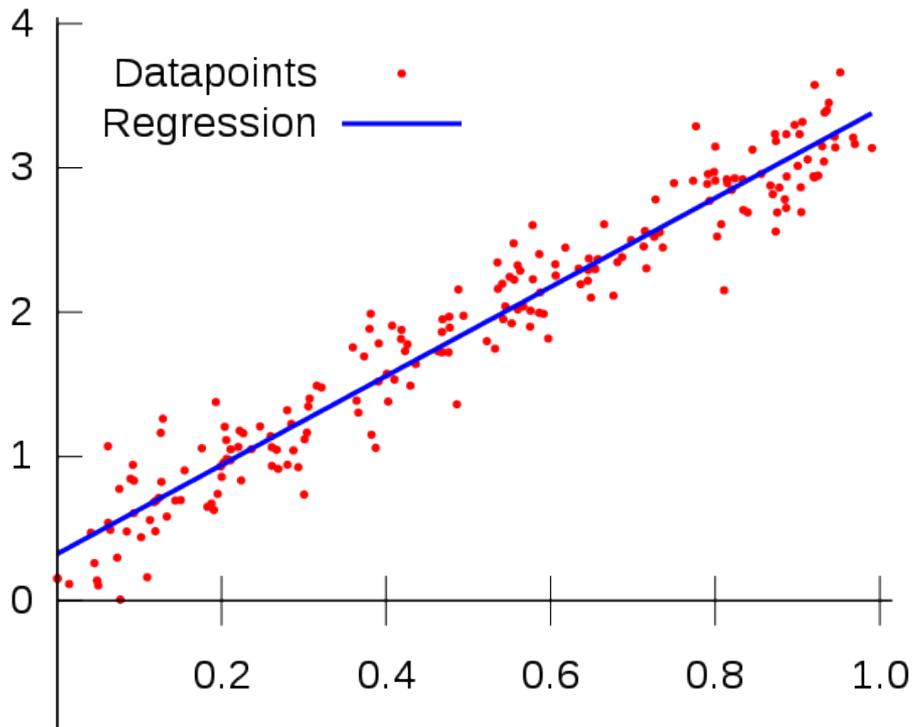
# Analisi dei dati

Macchina/Impianto	#1	#2	#3	...	#m
Parametro #1	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	...	$p_{1m}$
Parametro #2	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	...	$p_{2m}$
Parametro #3	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$	...	$p_{3m}$
.....	...	...	...	...	...
Parametro #n	$p_{n1}$	$p_{n2}$	$p_{n3}$	...	$p_{nm}$

Mista (2): analisi incrociata di proprietà diverse di apparati diversi

# Funzione di regressione

(esprime il legame di dipendenza di una variabile da un'altra)

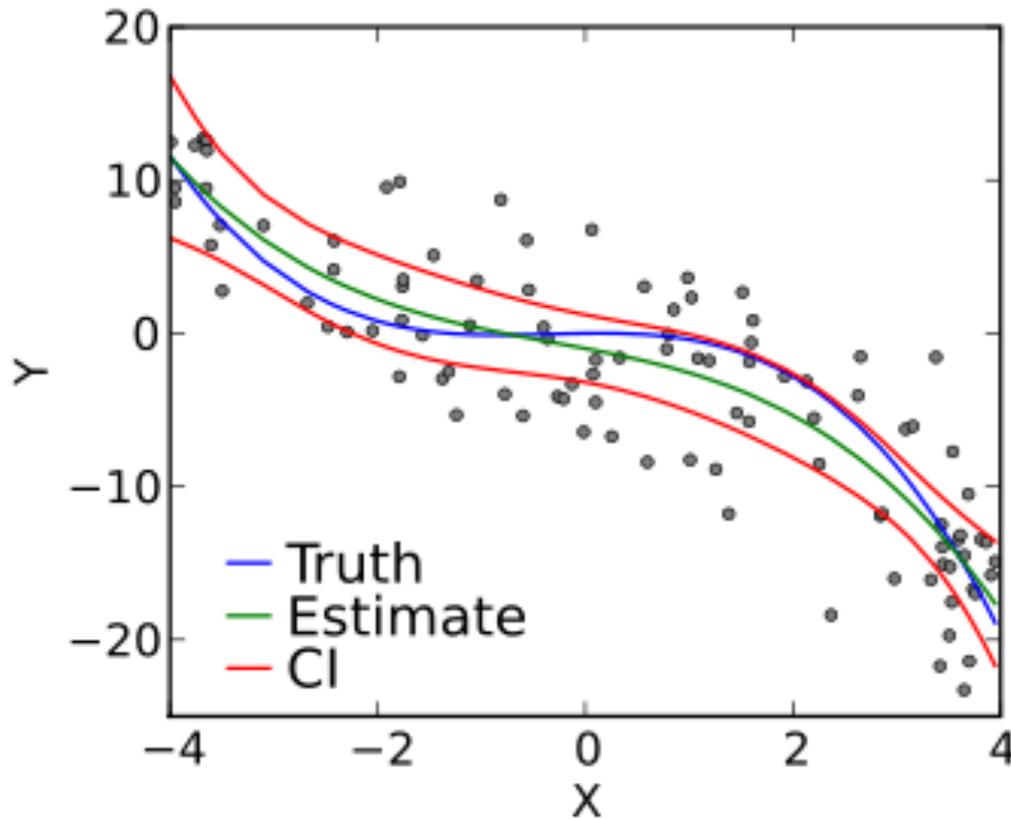


Regressione Lineare

E' necessaria un'analisi preliminare di ragionevolezza !!!

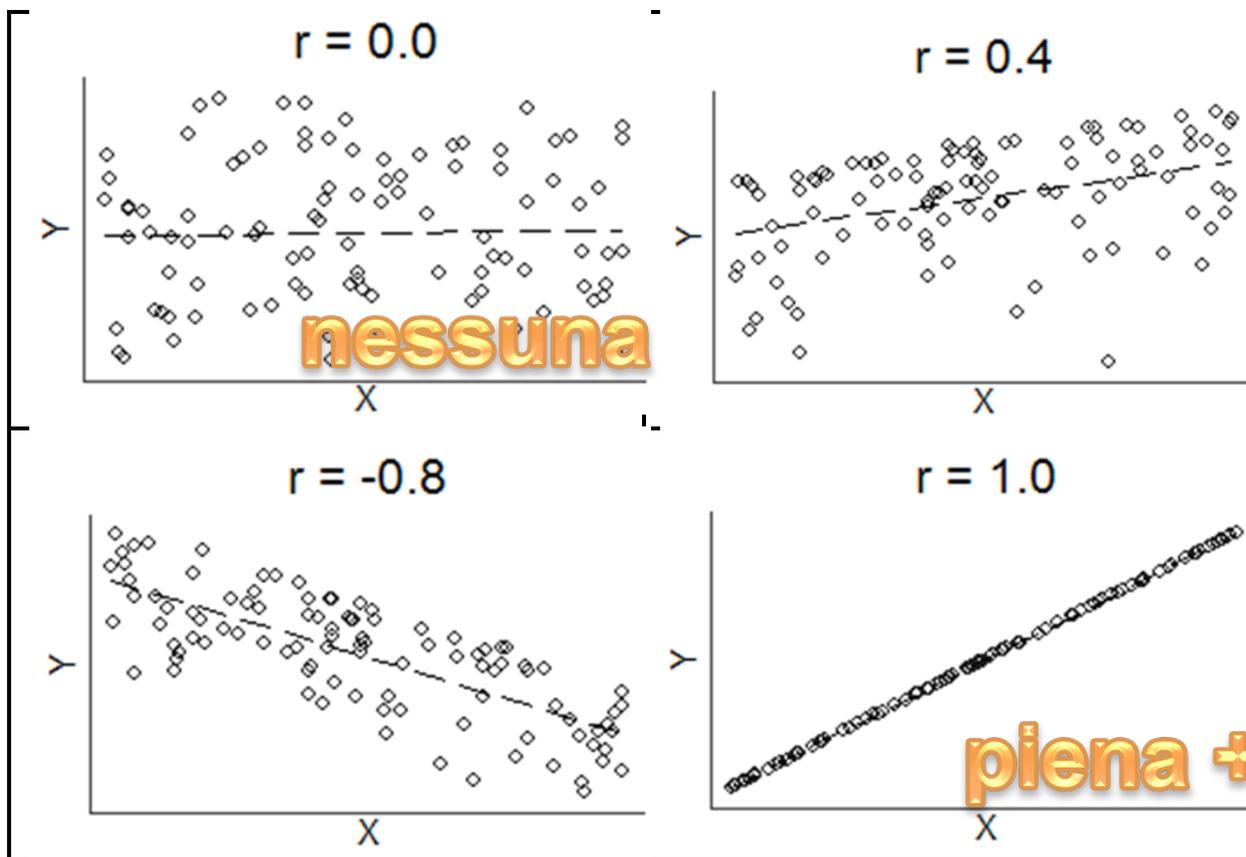
# Funzione di regressione

(esprime il legame di dipendenza di una variabile da un'altra)



Regressione Polinomiale

# Coefficiente di correlazione $\rho$



Attenzioni alle variabili nascoste!

X = vittime incendio  
Y = pompieri impegnati



meno pompieri → meno vittime  
(Z = dimensione incendio)

# Un'applicazione reale....



circa 700 mezzi





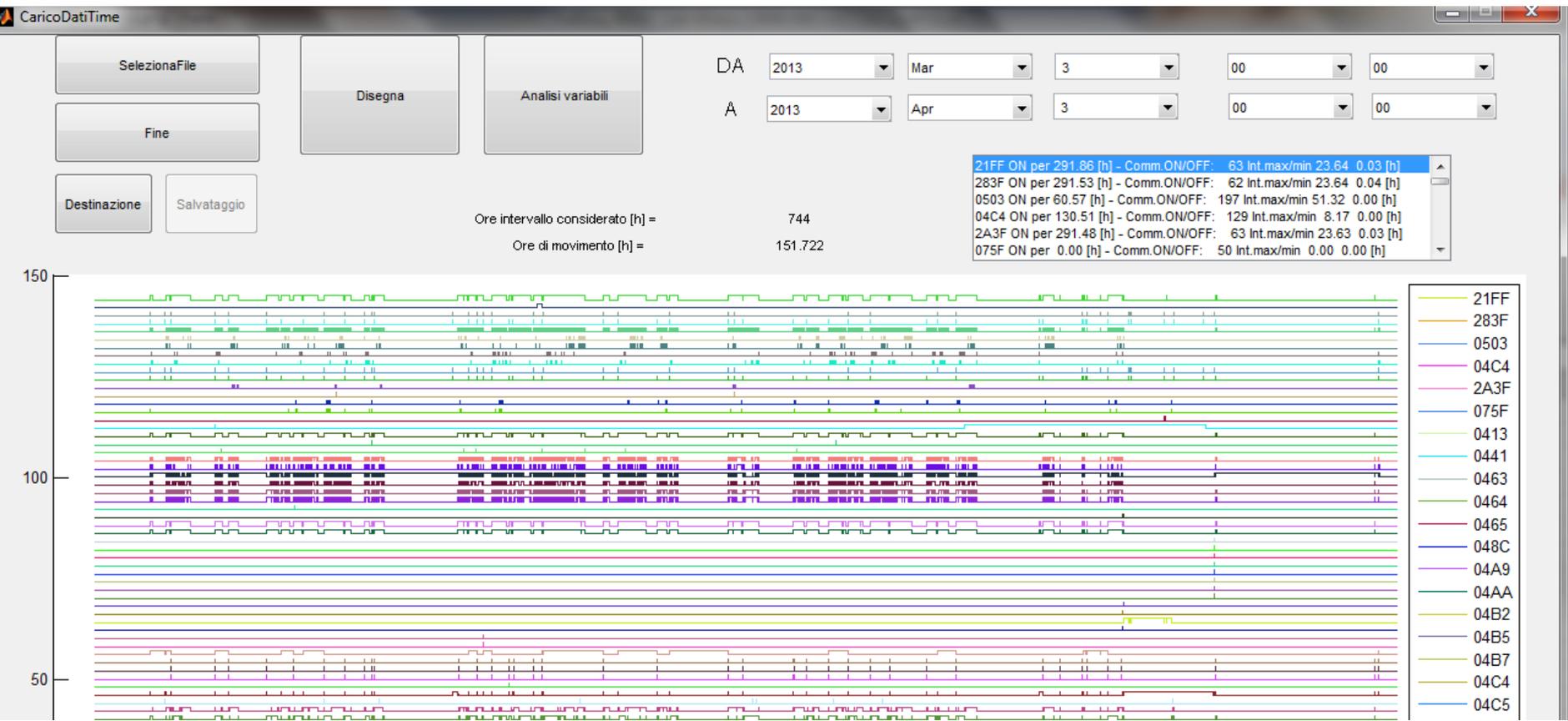
Date On	Hour On	Date Off	Hour Off	Subsys	Proc	Text
04/03/2013	07:26:02	04/03/2013	09:04:35	PROT	DCPU	21FF - Tensione batteria attiva
04/03/2013	07:26:12	04/03/2013	09:04:25	PROT	DCP1	283F - Avvio sistema
04/03/2013	07:26:16	04/03/2013	07:27:59	BWG	ZSG	0503 - Test BWG richiesto -> blocco trazione
04/03/2013	07:26:16	04/03/2013	09:04:25	PROT	ZSG	04C4 - Cabina di guida 1 attiva
04/03/2013	07:26:20	04/03/2013	09:04:25	PROT	DGP2	2A3F - Avvio sistema
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	075F - Protezione press. Cab1 manual. chiusa
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	0760 - Protezione press. Cab2 manual. chiusa
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	07B9 - Misura pressostato F2 diff. da impostaz.
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	07B8 - Misura pressostato F1 diff. da impostaz.
04/03/2013	07:26:34	04/03/2013	09:04:15	PROT	ZSG	1087 - Pantografo sollevato
04/03/2013	07:26:49	04/03/2013	09:04:15	PROT	ZSG	064F - Interr.generale (IR) attivo
04/03/2013	07:26:49	04/03/2013	07:36:49	PROT	ZSG	0787 - Dati statistici di servizio
04/03/2013	07:26:50	04/03/2013	09:04:16	PROT	ZSG	05D5 - HBU1 attivo
04/03/2013	07:26:50	04/03/2013	09:04:16	PROT	ZSG	05D6 - HBU2 attivo
04/03/2013	07:26:58	04/03/2013	15:40:34	PROT	DCU1	3459 - Blocco dati info. 1 versioni SW
04/03/2013	07:26:58	04/03/2013	15:40:34	PROT	DCU2	4459 - Blocco dati info. 1 versioni SW
04/03/2013	07:27:04	04/03/2013	08:56:02	PROT	ZSG	04C6 - Direz.di marcia 1
04/03/2013	07:27:05	04/03/2013	07:27:22	PROT	ZSG	060C - Fr.emerg.FABR
04/03/2013	07:26:02	04/03/2013	09:04:35	PROT	DCPU	21FF - Tensione batteria attiva
04/03/2013	07:26:12	04/03/2013	09:04:25	PROT	DCP1	283F - Avvio sistema
04/03/2013	07:26:16	04/03/2013	07:27:59	BWG	ZSG	0503 - Test BWG richiesto -> blocco trazione
04/03/2013	07:26:16	04/03/2013	09:04:25	PROT	ZSG	04C4 - Cabina di guida 1 attiva
04/03/2013	07:26:20	04/03/2013	09:04:25	PROT	DGP2	2A3F - Avvio sistema
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	075F - Protezione press. Cab1 manual. chiusa
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	0760 - Protezione press. Cab2 manual. chiusa
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	07B9 - Misura pressostato F2 diff. da impostaz.
04/03/2013	07:26:22	04/03/2013	07:26:23	KLEI	ZSG	07B8 - Misura pressostato F1 diff. da impostaz.
04/03/2013	07:26:34	04/03/2013	09:04:15	PROT	ZSG	1087 - Pantografo sollevato
04/03/2013	07:26:49	04/03/2013	09:04:15	PROT	ZSG	064F - Interr.generale (IR) attivo
04/03/2013	07:26:49	04/03/2013	07:36:49	PROT	ZSG	0787 - Dati statistici di servizio
04/03/2013	07:26:50	04/03/2013	09:04:16	PROT	ZSG	05D5 - HBU1 attivo
04/03/2013	07:26:50	04/03/2013	09:04:16	PROT	ZSG	05D6 - HBU2 attivo
04/03/2013	07:26:58	04/03/2013	15:40:34	PROT	DCU1	3459 - Blocco dati info. 1 versioni SW
04/03/2013	07:26:58	04/03/2013	15:40:34	PROT	DCU2	4459 - Blocco dati info. 1 versioni SW
04/03/2013	07:27:04	04/03/2013	08:56:02	PROT	ZSG	04C6 - Direz.di marcia 1
04/03/2013	07:27:05	04/03/2013	07:27:22	PROT	ZSG	060C - Fr.emerg.FABR
04/03/2013	07:27:09	04/03/2013	07:28:52	PROT	ZSG	0614 - Consenso trazz. da relé traction safe
04/03/2013	07:27:22	04/03/2013	07:28:51	PROT	ZSG	0605 - ASG1 sbloccato
04/03/2013	07:27:22	04/03/2013	07:28:51	PROT	ZSG	0606 - ASG2 sbloccato
04/03/2013	07:27:25	04/03/2013	07:27:51	PROT	ZSG	060C - Fr.emerg.FABR
04/03/2013	07:27:25	04/03/2013	07:27:53	PROT	ZSG	083C - Blocco trazione PNEU
04/03/2013	07:27:42	04/03/2013	07:27:51	PNEU	ZSG	080F - Frenatura forzata per causa sconosciuta

**circa 5.000 dati**  
**ogni locomotore**

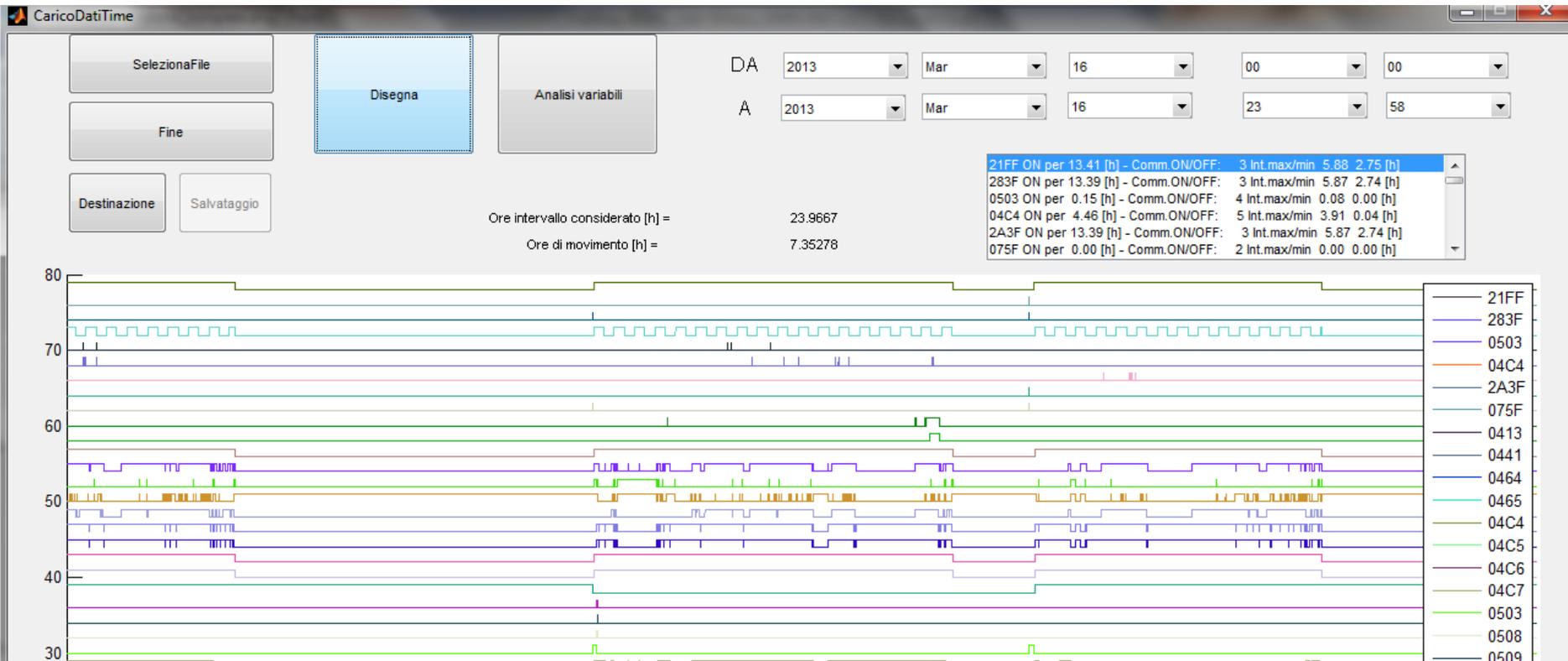


**campionati  
1 volta / s**

**circa 300.000.000.000 dati/d**



**Strumento di ricerca dati, analisi statistica,  
ricerca correlazioni e supporto decisioni**



**Non sarà Big Data e Business Intelligence,  
ma certo ci manca poco.**

L'analisi statistica dei dati può evidenziare comportamenti anomali e correlazioni tra parametri di processo e di ambiente utili ad ottimizzare, ad esempio, gli interventi manutentivi.



Si possono quindi risparmiare €, senza nemmeno essere Il Mago dei Numeri

