



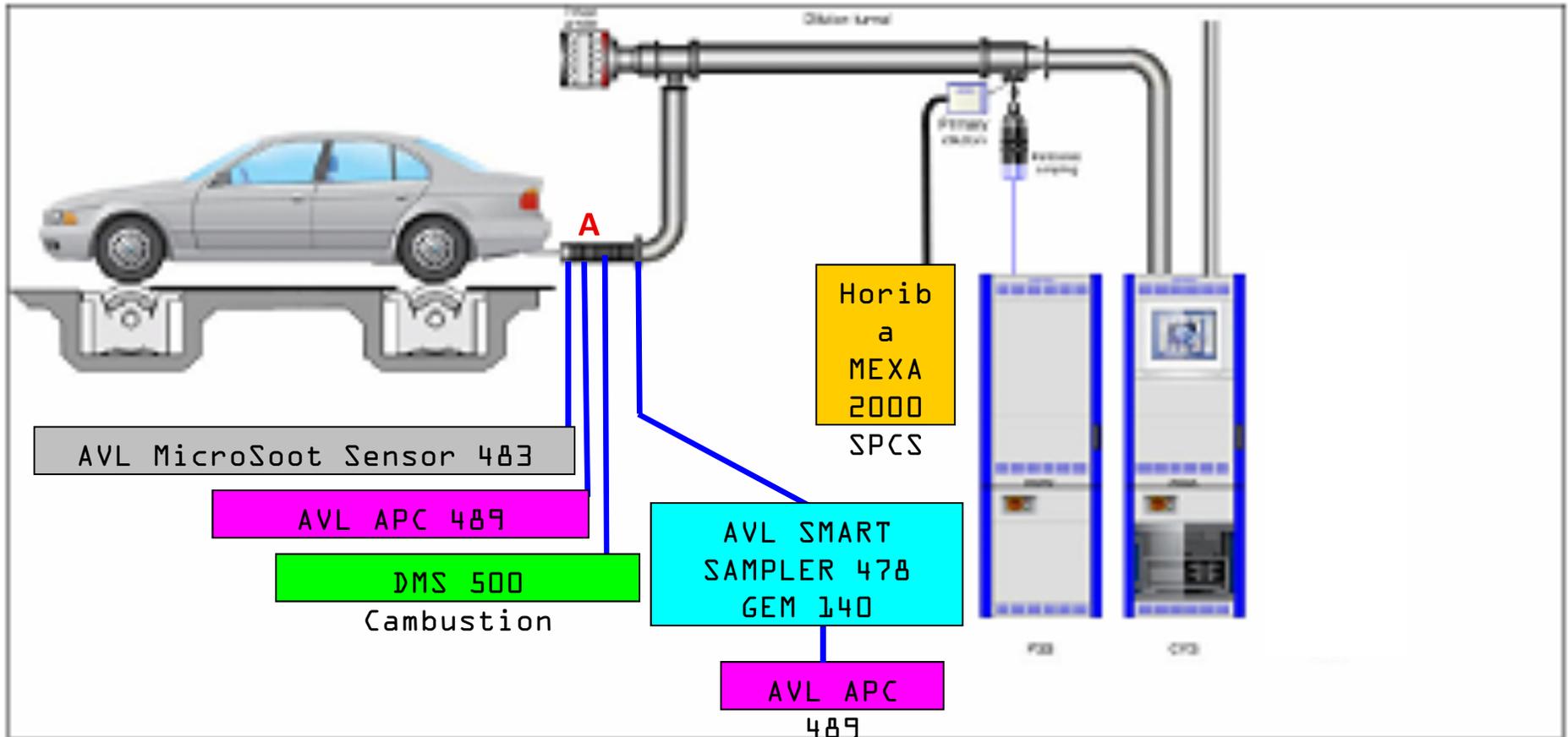
***Correlazione nella misura del PN con
diversi strumenti e diverse posizioni del
punto di prelievo***

II° AVL Italy Applications Customers Meeting

Torino, 19/06/2013



Correlazione strumenti di misura del particolato: Layout del test



Modello vettura utilizzata: F149 P10

Distanza dal motore lungo la linea di scarico del punto di prelievo raw (A) ~ 5 m



Correlazione strumenti di misura del particolato: Configurazione della strumentazione

Strumenti utilizzati:

- 1) Horiba MEXA 2000 SPCS Particle Counter (PN) installato sul tunnel (CVS) del banco a rulli
- 2) AVL APC 489 (PN) installato direttamente sulla linea di scarico (raw)
- 3) AVL Smart Sample 478 GEM 140 (MiniCVS) + APC 489 (PN) installati direttamente sulla linea di scarico
- 4) DMS 500 Combustion direttamente sulla linea di scarico (raw)
- 5) AVL MicroSoot Sensor 483 direttamente sulla linea di scarico (raw)





Correlazione strumenti di misura del particolato:

DF costanti: Parametrizzazione della prova

Strumenti impiegati	Fattori di diluizione (DF/PCRF)	Portata tunnel (CVS)	Portata Smart Sample (miniCVS)	Sample ratio Smart Sample (r)	Temperature di misura grandezze volumetriche [K]	Curve di calibrazione da applicare (K-factor)
Horiba MEXA 2000 SPCS su tunnel (CVS)	860	12,74 m ³ /min	-	-	273,15	1,08272
AVL APC 489 su raw	1000	-	-	-	293,15	applicata
AVL APC 489 su Smart Sample AVL 478 GEM 140	1000	-	1,2 g/s	0,5%	273,15	applicata
DMS 500 Cambustion su raw	60	-	-	-	273,15	applicata
AVL MicroSoot Sensor 483 su raw	2 (minimo)	-	-	-	273,15	applicata



Correlazione strumenti di misura del particolato: Obiettivi

Correlazione fra Horiba MEXA 2000 SPCS utilizzato in sede omologativa e gli strumenti di misura particolato utilizzabili su banco motore.

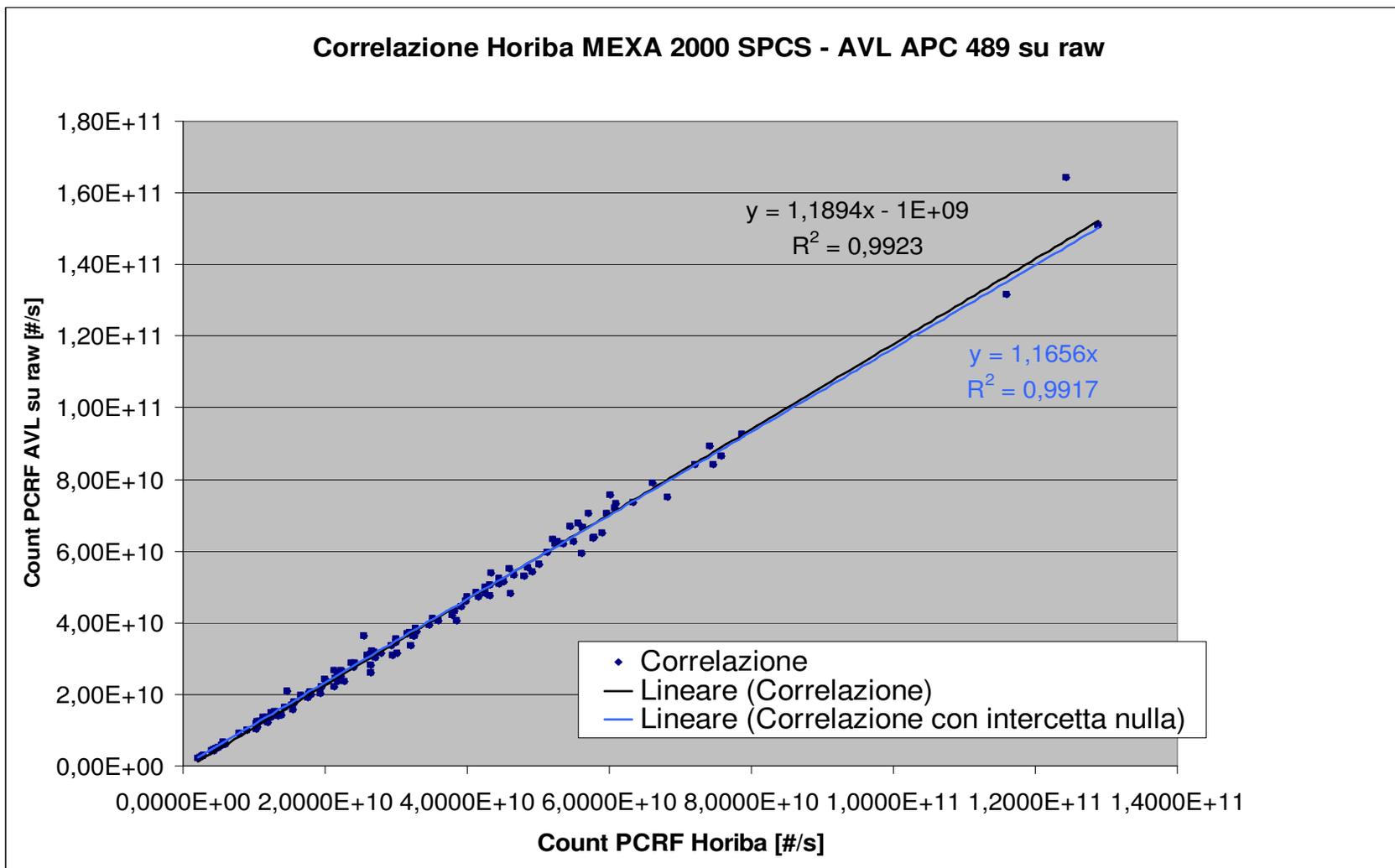
La correlazione è stata eseguita:

- in **piano quotato rl/n_{mot} in regime stazionario**
- utilizzando **2 SW motore (uno con calibrazioni prist e SOI iso-produzione ed uno con calibrazioni prist e SOI che minimizzano il livello di fumosità)**

La correlazione in dinamico è stata fatta in un **ciclo NEDC**



Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – AVL APC 489



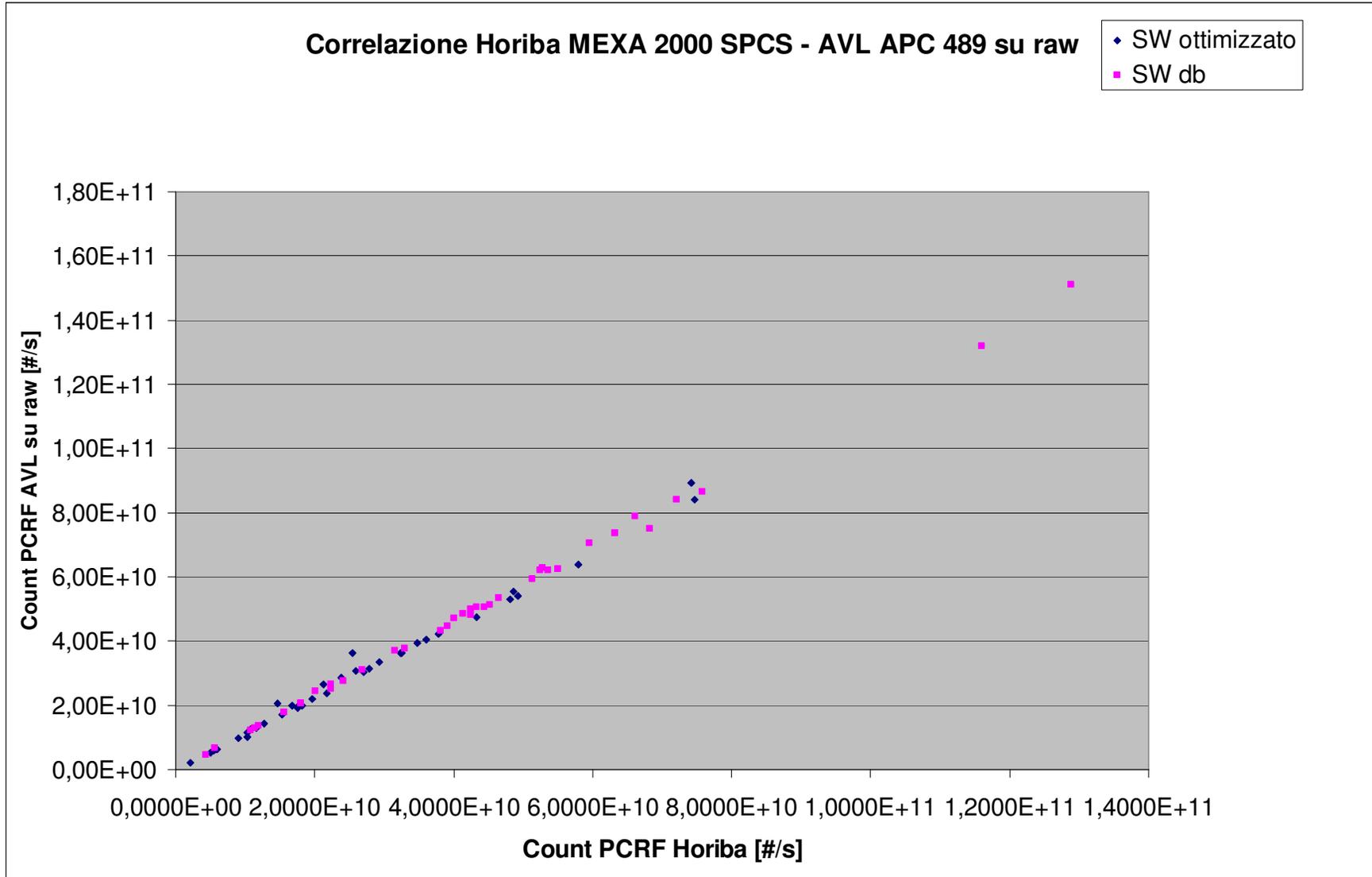
Buona correlazione degli strumenti ($R^2=0,992$).

AVL APC 489 misura il 19% in più rispetto a Horiba MEXA 2000 SPCS.

Imponendo intercetta nulla alla retta di correlazione (retta blu), il gain scende a 16,5%.



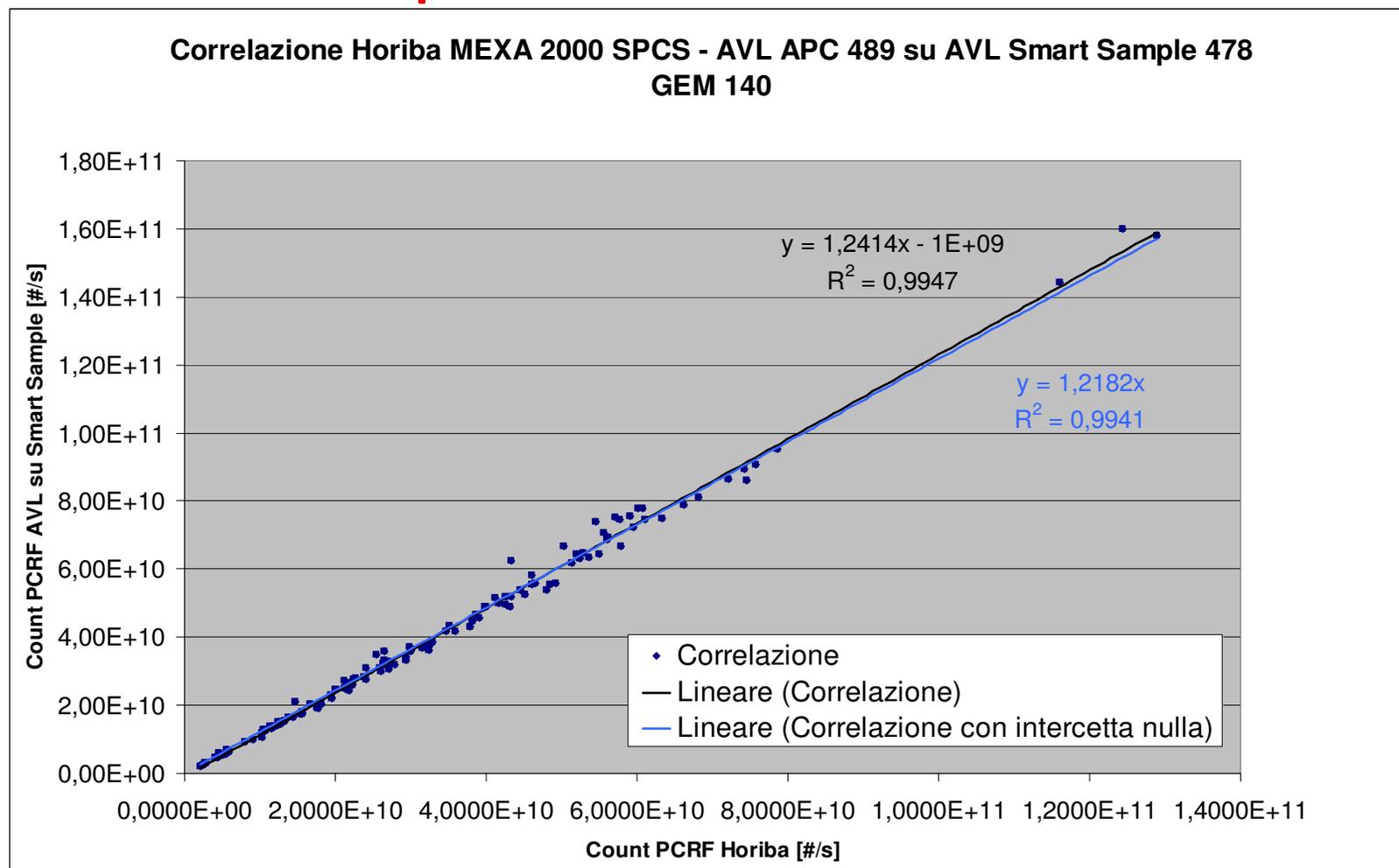
Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – AVL APC 489



Distinzione dei punti in base ai diversi SW motore utilizzati



Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – AVL APC 489 su AVL Smart Sample 478 GEM 140



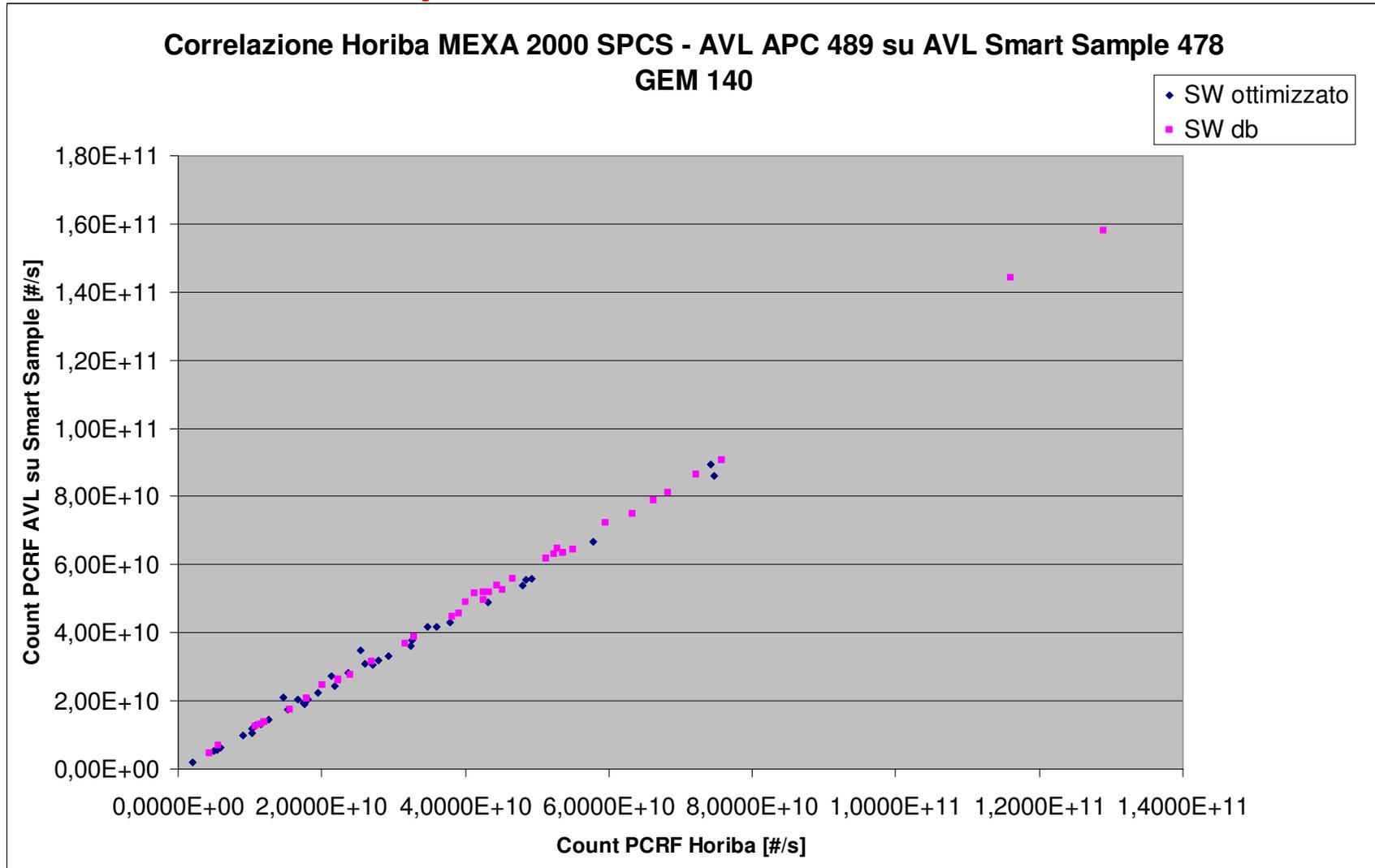
Buona correlazione degli strumenti ($R^2=0,995$).

AVL APC 489 su AVL Smart Sample 478 misura il 24% in più rispetto a Horiba MEXA 2000 SPCS.

Imponendo intercetta nulla alla retta di correlazione (retta blu), il gain scende a 22%.



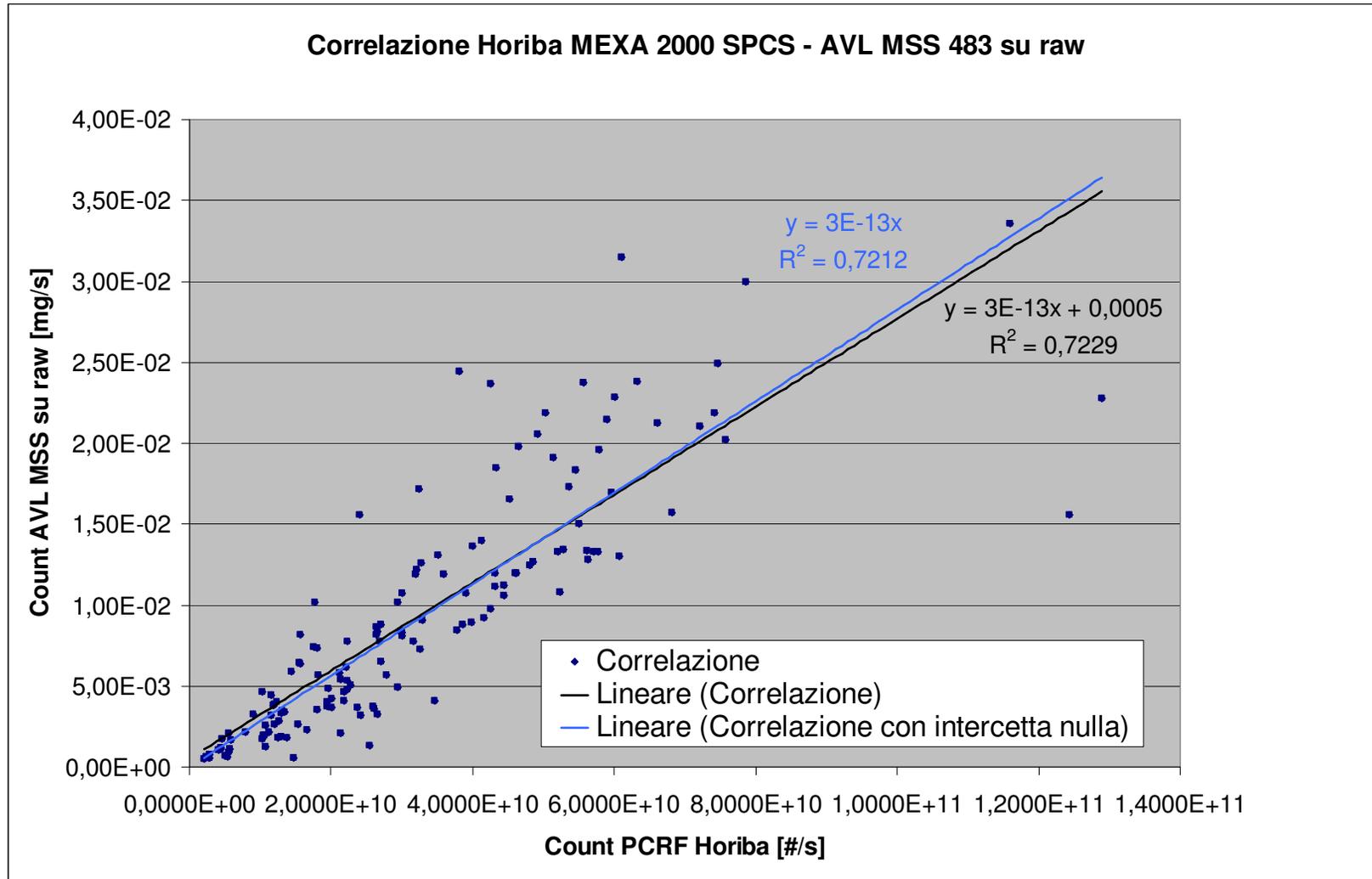
Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – AVL APC 489 su AVL Smart Sample 478 GEM 140



Distinzione dei punti in base ai diversi SW motore utilizzati



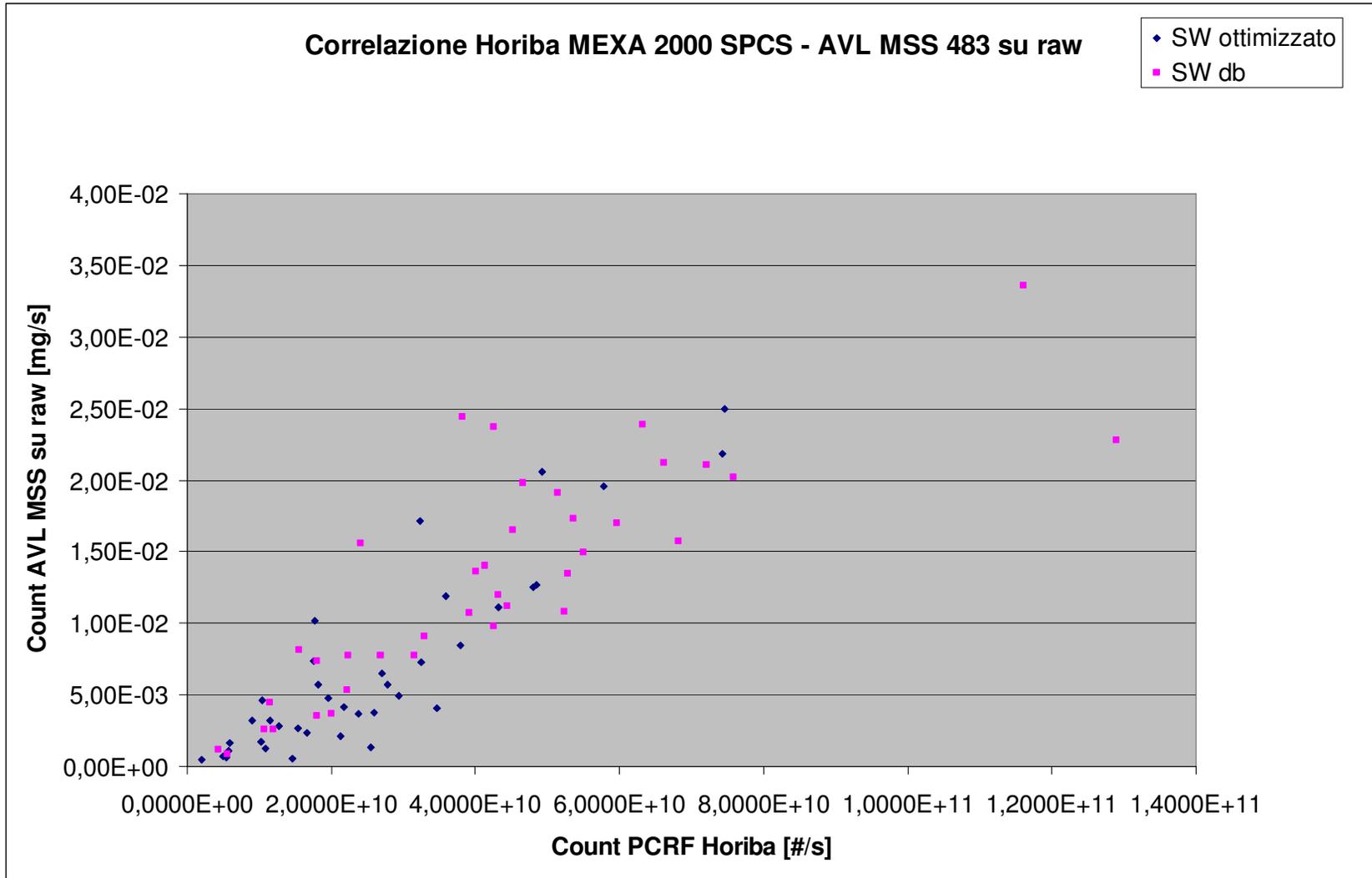
Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – AVL MicroSoot Sensor 483



Bassa correlazione degli strumenti ($R^2=0,723$)



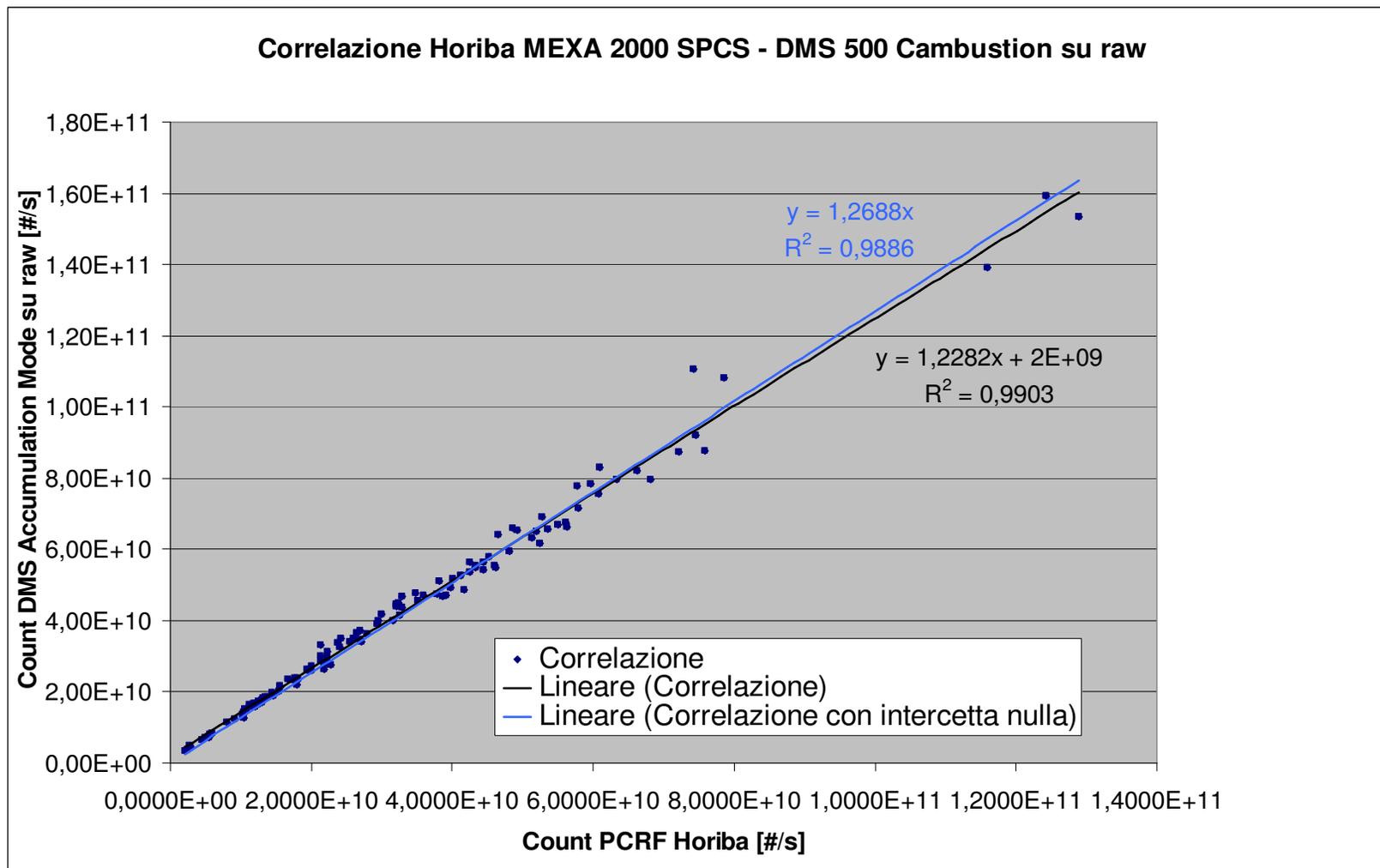
Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – AVL MicroSoot Sensor 483



Distinzione dei punti in base ai diversi SW motore utilizzati



Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – DMS 500 Cambustion



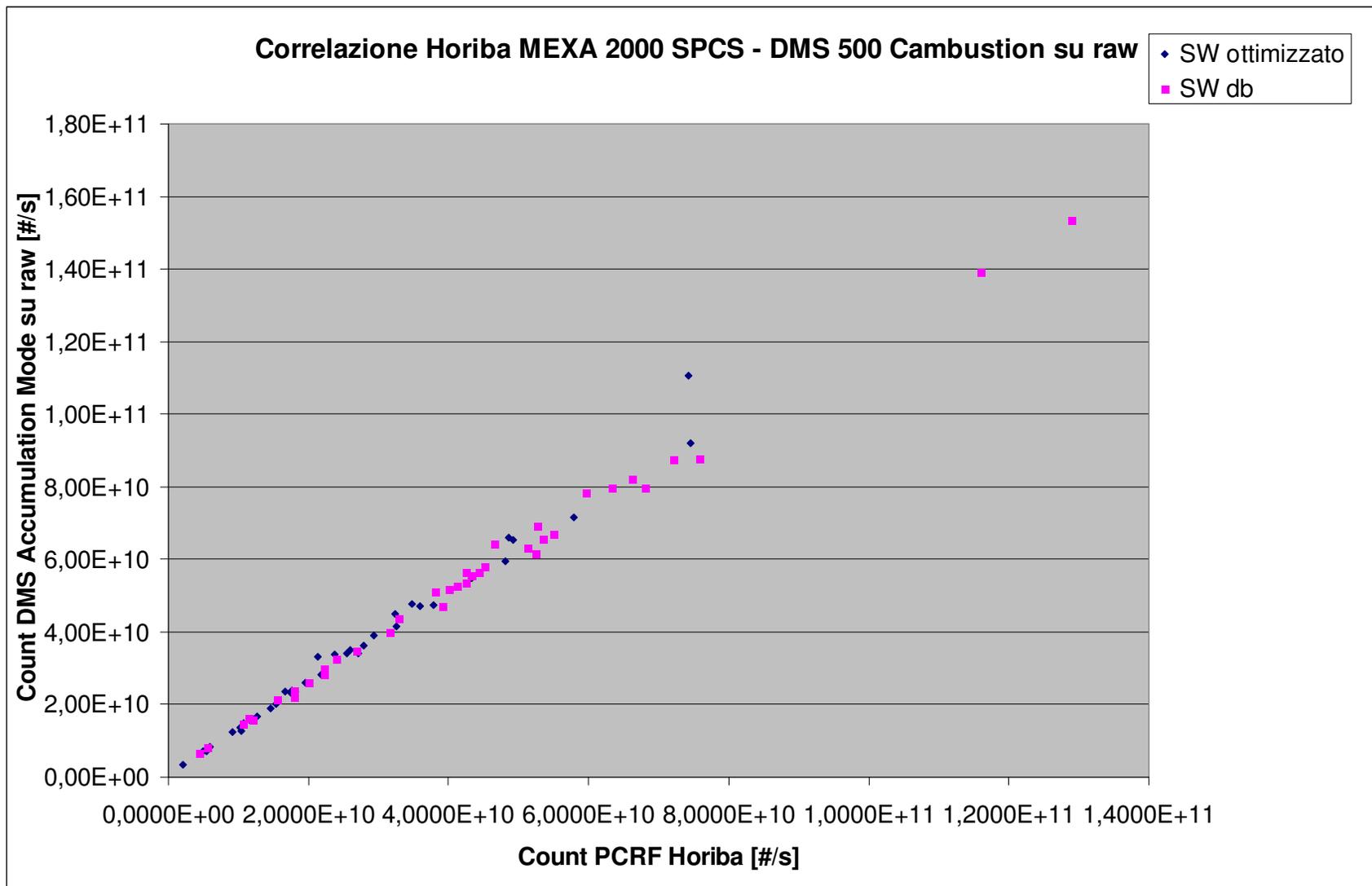
Buona correlazione degli strumenti ($R^2=0,990$).

DMS 500 Cambustion misura il 23% in più rispetto a Horiba MEXA 2000 SPCS.

Imponendo intercetta nulla alla retta di correlazione (retta blu), il gain sale a 27%.



Correlazione strumenti di misura del particolato: Correlazione Horiba MEXA 2000 SPCS – DMS 500 Cambustion



Distinzione dei punti in base ai diversi SW motore utilizzati



Correlazione strumenti di misura del particolato: Riassunto

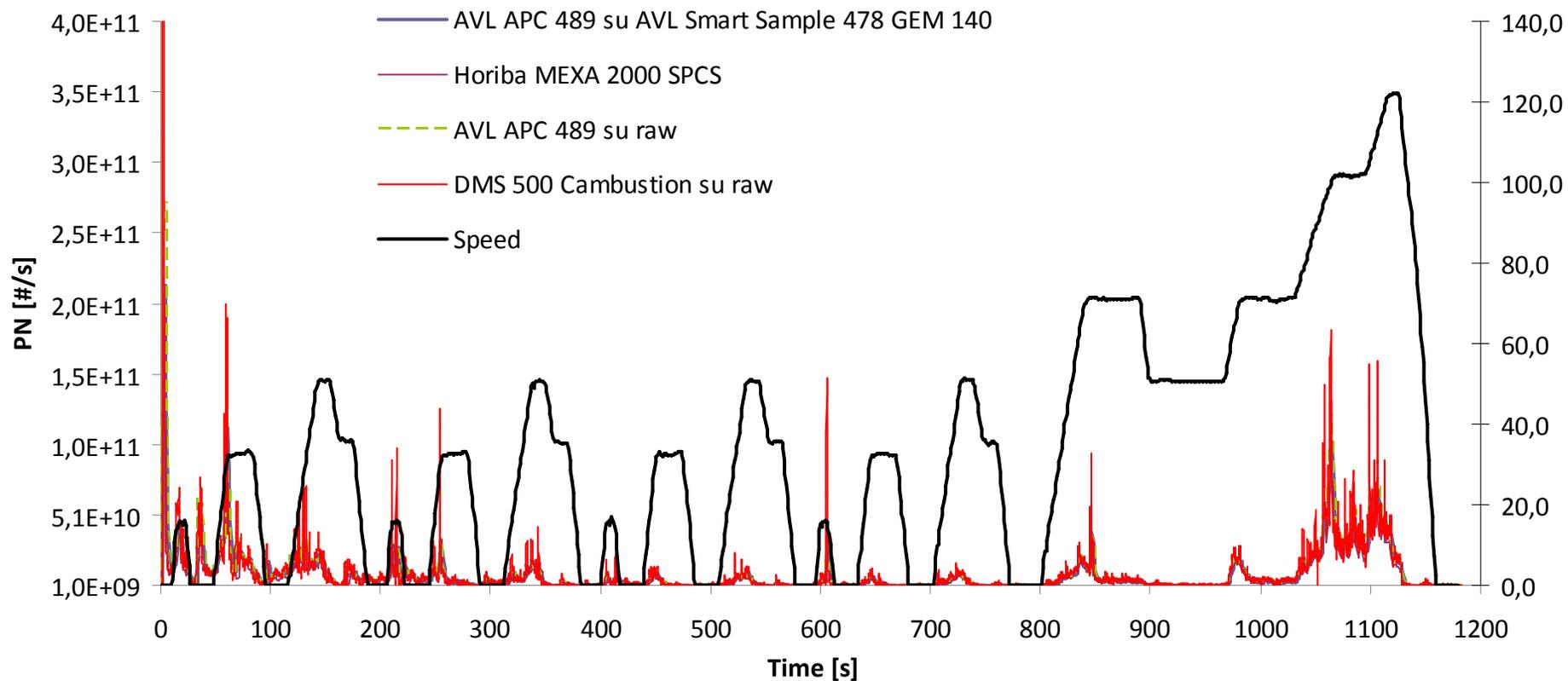
Strumenti	Gain rispetto a Horiba MEXA 2000 SPCS su CVS	R ² rispetto a Horiba MEXA 2000 SPCS su CVS
AVL APC 489 su raw	1,189 (1,166)	0,992 (0,992)
AVL APC 489 su Smart Sample AVL 478 GEM 140	1,241 (1,218)	0,995 (0,994)
DMS 500 Cambustion su raw	1,228 (1,269)	0,990 (0,989)
AVL MicroSoot Sensor 483 su raw	Non rilevante	0,723 (0,721)

Fra parentesi i valori con retta di correlazione ad intercetta nulla



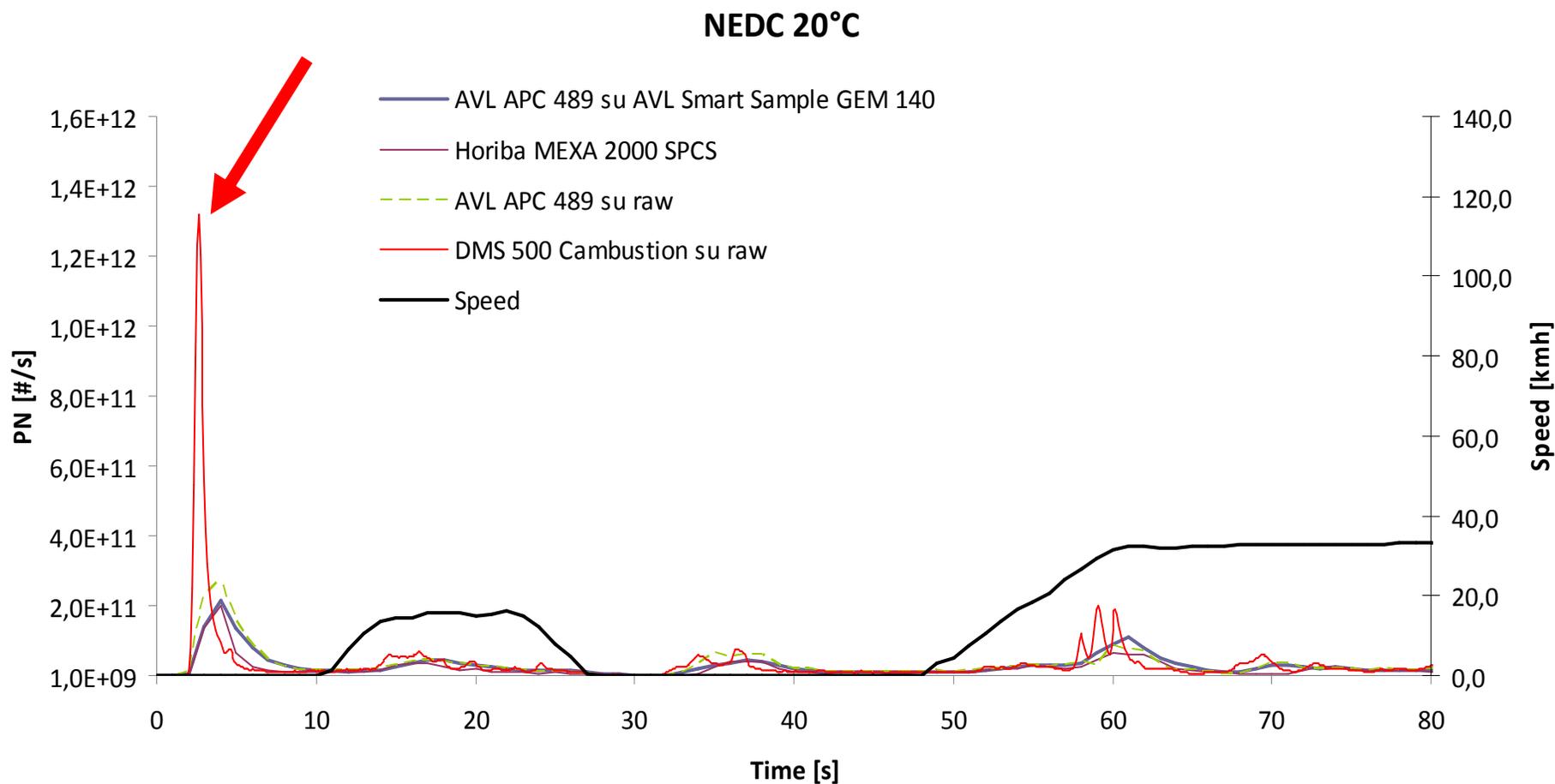
Correlazione strumenti di misura del particolato: Analisi su ciclo NEDC

Ciclo NEDC



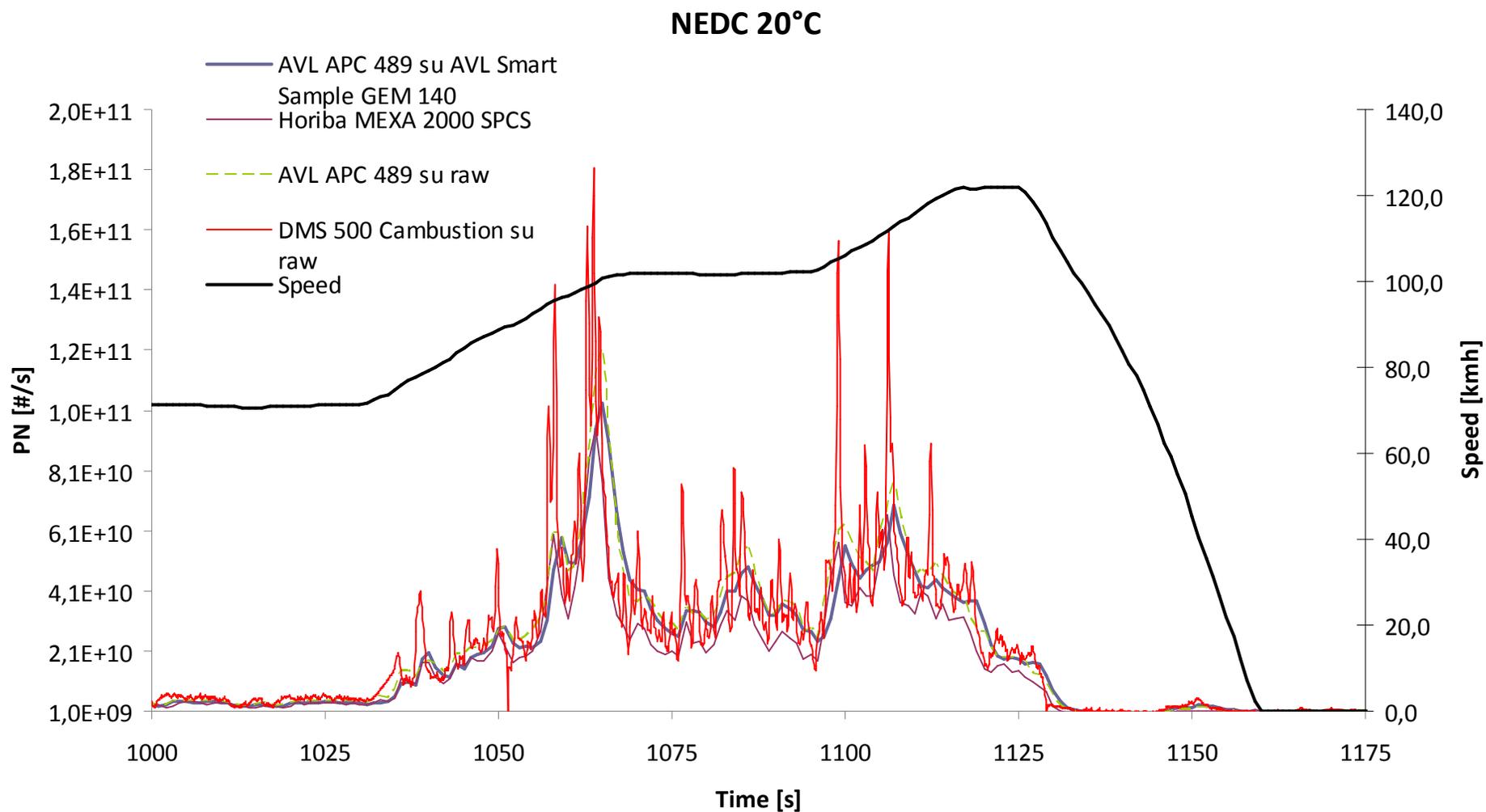


Correlazione strumenti di misura del particolato: Analisi su ciclo NEDC in corrispondenza dello Start e del Catalyst heating



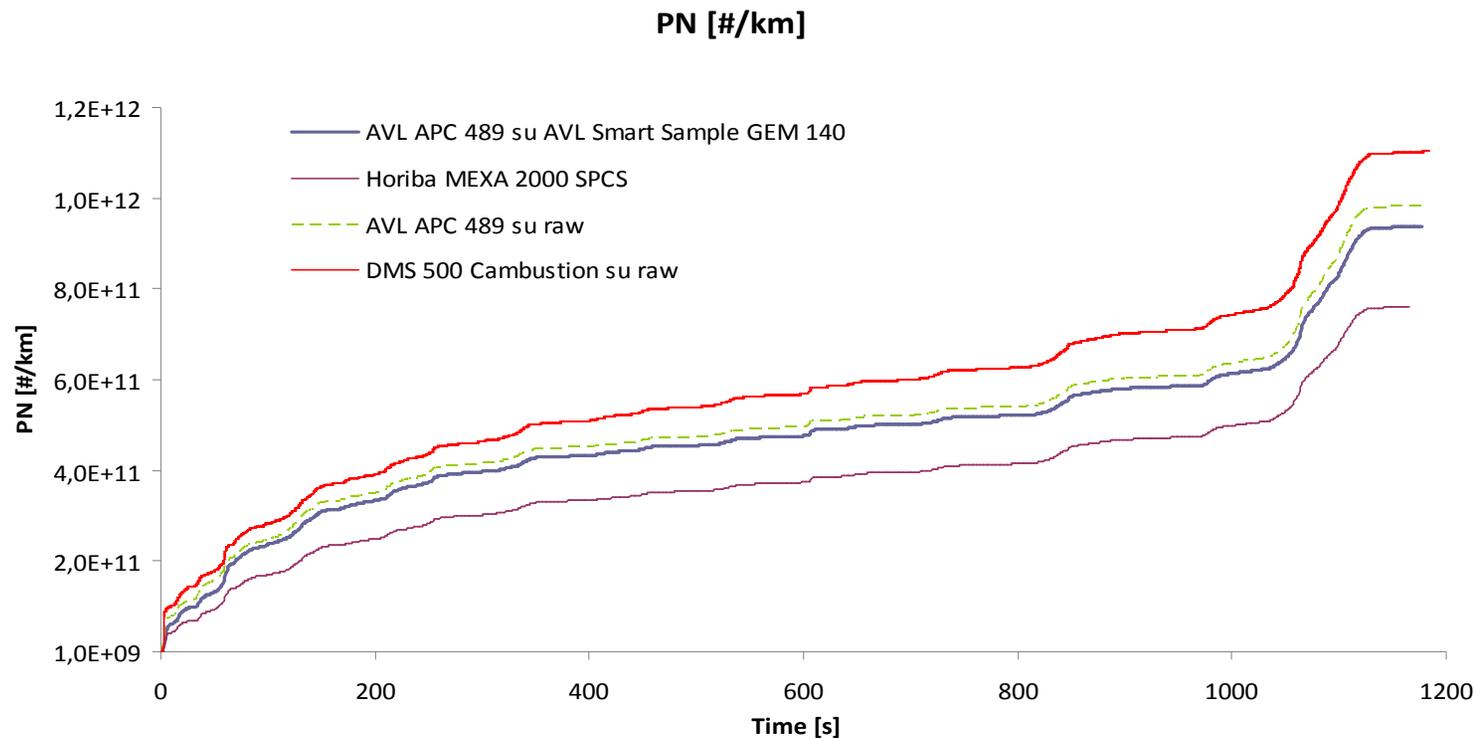


Correlazione strumenti di misura del particolato: Analisi su ciclo NEDC – Fase finale EUDC





Correlazione strumenti di misura del particolato: Analisi su ciclo NEDC – Integrale PN sul ciclo



Strumenti	PN [# /km]	Differenza % rispetto a Horiba MEXA 2000 SPCS	Differenza % rispetto a AVL APC 489 su raw
Horiba MEXA 2000 SPCS	7,63E+11	-	-
AVL APC 489 su raw	9,83E+11	+28,85%	-
AVL APC 489 su Smart Sample AVL 478 GEM 140	9,38E+11	+22,94%	-
DMS 500 Cambustion	1,10E+12	+44,68	+12,29%



Correlazione strumenti di misura del particolato: Analisi di sensibilità

Incertezze di misura che influiscono sul confronto fra due strumenti Particle Counter:

- accuratezza CPC (strumento di misura primario di ogni Particle Counter): +/- 10% (dato di targa);
- agglomerazione del particolato lungo la linea da tailpipe a CVS: nei Diesel ($PN \sim 10^{13}\#/km$) si attesta al 20%;
- incertezze su: sistemi di diluizione dei Particle Counter, stima del fattore f_r (và ad incrementare il fattore di diluizione del Particle Counter per tenere conto della percentuale di particelle perse lungo la linea), portata misurata nel tunnel (CVS) nel caso di Horiba MEXA 2000 SPCS e portata misurata nell'AVL Smart Sample 478 nel caso di AVL APC 489 su Smart Sample.

Ne consegue che una misura di PN maggiore del 20% al tailpipe rispetto al CVS, sia da considerarsi un buon risultato, dato che corrisponde alla differenza massima di accuratezza di due CPC allo stesso punto di misura.

Và inoltre specificato che la differenza rilevata fra due strumenti in regime motore stazionario non tiene conto della dinamica degli strumenti stessi, messa in luce dalla loro differenza nel ciclo NEDC, in cui vi sono parti di funzionamento motore in transitorio. In particolare il DMS Combustion, avente una risposta in frequenza maggiore e l'AVL APC 489 su raw, che non ha interposto nessun mezzo di diluizione funzionante da filtro passa-basso, sovrastimano il PN rispetto a MEXA 2000 SPCS.



Grazie

Fabio Bedogni

Torino, 19/06/2013