

"S.P.R." Self Particulate Reducer

È un dispositivo ideato per ridurre l'aderenza delle particelle carboniose nei tubi degli intercooler dei motori Diesel.

Torino 20 Marzo 2006

Pier Luigi Tenci Torino



Per i motori Diesel sottoposti al ricircolo dei gas esausti si rende necessario limitare l'aderenza delle particelle carboniose alle pareti interne dei tubi di fumo degli scambiatori intercooler dell'E.G.R..

Quest'operazione non è semplice per diverse ragioni pratiche e si tenta di ricorrere a catalizzatori ossidanti per ridurre l'azione agglomerante provocata dagli idrocarburi incombusti.

Non è compito mio, in questa circostanza, illustrare i pregi od i difetti delle diverse soluzioni già proposte dai costruttori di catalizzatori per ridurre la pecciosità delle particelle, ma bensì di proporvi un trovato tecnologico sostanzialmente passivo che non impiega metalli nobili.

In precedenti circostanze Vi illustrai il principio di funzionamento del "Tubimag" sperimentato in un motore ad aspirazione naturale di vecchia generazione dove emersero spiccate proprietà di riduzione delle particelle carboniose e degli incombusti.

La granulometria del particolato prodotta da quel motore, misurava valori prossimi ad 1 micro metro, quindi oltre un ordine di grandezza superiore alla granulometria dei moderni motori che si concentra intorno a 60 nano metri.

Purtroppo questa variante dimensionale sposta drasticamente gli equilibri elettro-termici necessari per surriscaldare o frammentare le particelle nano metriche.

Con il "Tubimag", dal calcolo eseguito con un modello matematico, risulta che non si può più raggiungere l'azione termica necessaria, con queste particelle sub microniche.

Il calore generabile all'interno della particella è inferiore, di ben due ordini di grandezza, rispetto al necessario estrapolato dall'esperienza pratica che fu condotta sul "Tubimag".

Sulla base di questi calcoli emergerebbe che questo innovativo percorso individuato, durante le esperienze in sala prove motori, dovrà essere definitivamente abbandonato?

A questa legittima domanda si può dar la seguente risposta:

i calcoli eseguiti indicano che il "Tubimag", concepito con le espansioni polari attive intercalate da lame spesse 2-3 mm, può indurre una frequenza elettrica nella particella di circa 50000 hz. Questa frequenza, unita al campo magnetizzante, produrrebbe una potenza termica inferiore di due ordini di grandezza rispetto al necessario teorizzato nel modello matematico.

A determinare il limite delle prestazioni, sperimentate nel “Tubimag” durante i test di laboratorio, sarebbero quindi le caratteristiche dimensionali costruttive, obbligatoriamente imposte dalla necessità di intercalare la generazione del campo magnetico statico, tra le diverse espansioni polari tramite avvolgimenti elettrici o magneti permanenti.

Ma durante i test sperimentali emerse un effetto d’autoinduzione del tutto imprevisto: uno dei due ranghi di bobine andò a massa e non si poté più alimentarlo elettricamente. Da quest’incidente ci s’aspettava un sensibile riduzione dell’efficienza di abbattimento degli incombusti, ma non fu così. Nella realtà si rilevarono pressoché con gli stessi dati che si ottenevano con entrambe i ranghi di bobine in funzione.

Si sperimentò che si generava una sorta d’autoinduzione magnetica che manteneva attiva la conversione degli incombusti anche in parziale assenza del campo magnetizzante.

Altri test furono condotti escludendo completamente l’alimentazione delle bobine magnetizzanti e si rilevò un calo dell’efficienza, ma non una netta riduzione della stessa.

Partendo da queste risultanze sperimentali ci sentiamo autorizzati a supporre che sia sufficiente un modesto campo magnetizzante per attivare l’autoinduzione e che potrebbero essere esclusi i generatori di flusso, bobine o magneti permanenti, dall’interno delle espansioni polari stesse.

Secondo quest’ipotesi si possono realizzare espansioni polari, ferromagnetiche con riporti spessi di rame od argento, alternate e dello spessore nominale di qualche centesimo di millimetro. Ciò sarebbe tecnicamente fattibile e permetterebbe d’incrementare la frequenza indotta, di due ordini di grandezza, sino a circa 2-4 MHz permettendo il raggiungimento della temperatura all’interno delle particelle, necessaria alla loro frammentazione od ossidazione.

Ciò permetterebbe di riottenere quanto sperimentalmente fu riscontrato nel “Tubimag” con le particelle di grosse dimensioni che erano, prossime o, superiori al micro metro.

Il campo magnetizzante nel “S.P.R.”, anziché essere generato all’interno delle espansioni polari, lo si indurrebbe dall’esterno tramite appositi magneti permanenti, ad alto punto di Curie, realizzati in apposita ferrite.



Schema del "S.P.R." e suo funzionamento

Ideazione di una tecnologia per la riduzione del Soot prodotto nei motori Diesel

La struttura costruttiva è caratterizzata dal fatto che delle "multi lame" ferromagnetiche di spessore centesimale sono ricoperte con uno strato spesso, altrettanto centesimale, di rame o argento o alluminio, ognuna ossidata in superficie com'è fatto, comunemente, nella tecnologia delle lamelle che costituiscono i mantelli magnetici dei trasformatori elettrici.

Il mantello circolare, o di altra sagoma, contiene al suo interno molteplici scanalature longitudinali entro le quali scorre il flusso gassoso da trattare.

Un secondo mantello, in questo caso all'interno dell'altro appena citato, intercala le proprie scanalature in modo che la lunghezza della spira media, fatto questo comunque non essenziale, sottoposta al campo magnetico sia di ridotte dimensioni.

Il flusso gassoso transitando lungo le scanalature subisce l'induzione magnetica generata dalle espansioni polari "multi lamellari", subendo una sorta d'induzione, provocata da un campo magnetico, scostante e quindi, in grado di suscitare una frequenza magnetica e, conseguentemente, elettrica all'interno della particella di carbonio.

La realizzazione pratica del "S.P.R." dovrà, obbligatoriamente, attraversare svariate fasi sperimentali perché si dovranno definire, sperimentalmente, gli argomenti funzionali salienti dai quali dipenderà il buon esito del funzionamento del trovato.

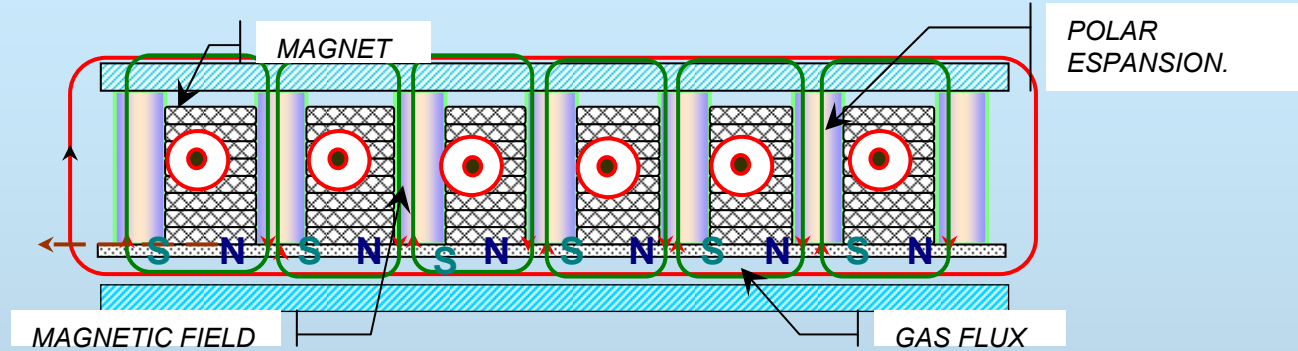
Mentre nel "Tubimag" si ottennero dati sperimentali che confermarono il modello matematico, adottato, in questo nuovo dispositivo, non sarà altrettanto possibile prevedere l'intercalare del campo magnetico tra le espansioni polari essendo quest'ultime estremamente ravvicinate.

Si suppone, in questo trovato, che la maggior azione termica, sia d'origine indotta e che il campo magnetizzante statico, abbia solo il compito di promotore del fenomeno elettromagnetico alternato necessario per indurre l'energia elettrica nelle particelle di carbonio. Ciò premesso s'impone una sorta di condizionale d'obbligo a monte di tutto, ma vi sono sufficienti elementi che permettono di supporre che il fenomeno induttivo a frequenza elevata possa effettivamente generarsi: si tratta di scoprire l'entità pratica realmente ottenibile dal dispositivo. È scontato che, qualora il gradiente termico fosse raggiunto all'interno della particella, il dispositivo potrà essere collocato al pari anche nel collettore di scarico dello stesso motore, affrancando il costruttore di motori dalla "schiavitù" del costo, incontrollabile, dei catalizzatori realizzati con metalli nobili.

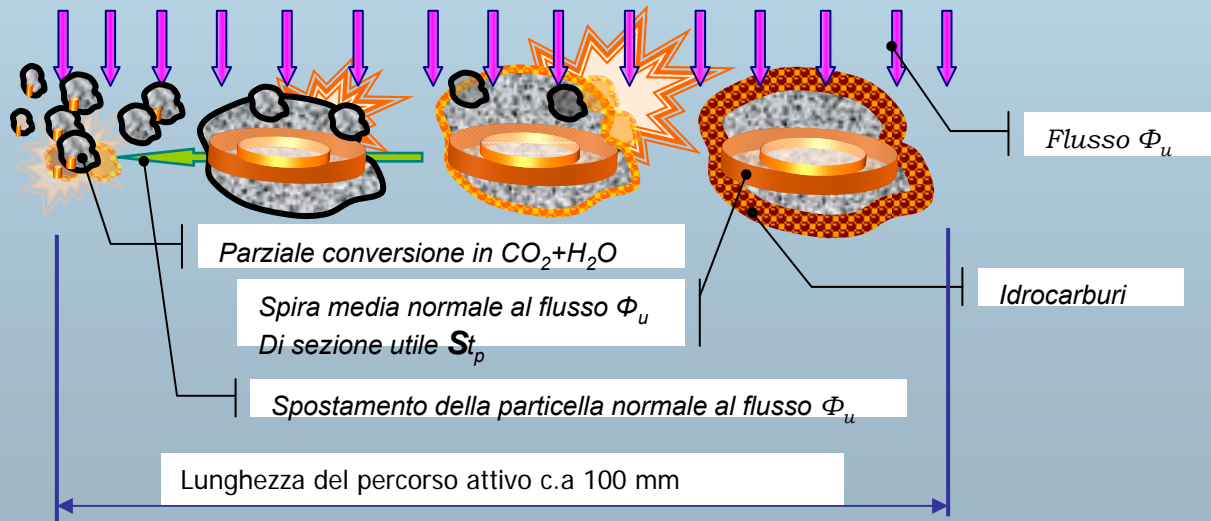
Schema del "S.P.R." e suo funzionamento

Ideazione di una tecnologia per la riduzione del Soot prodotto nei motori Diesel

Prima di descrivere l' "S.P.R." riprendiamo, qui di seguito, gli schemi del principio di funzionamento del "Tubimag" e riportiamo due grafici esplicativi sulla sua azione riducente testata sperimentalmente:



L'alternarsi delle polarità tra le espansioni polari determina la frequenza necessaria ad indurre la f.e.m. sufficiente a produrre la corrente che per effetto Joule surriscalda il nucleo della particella.



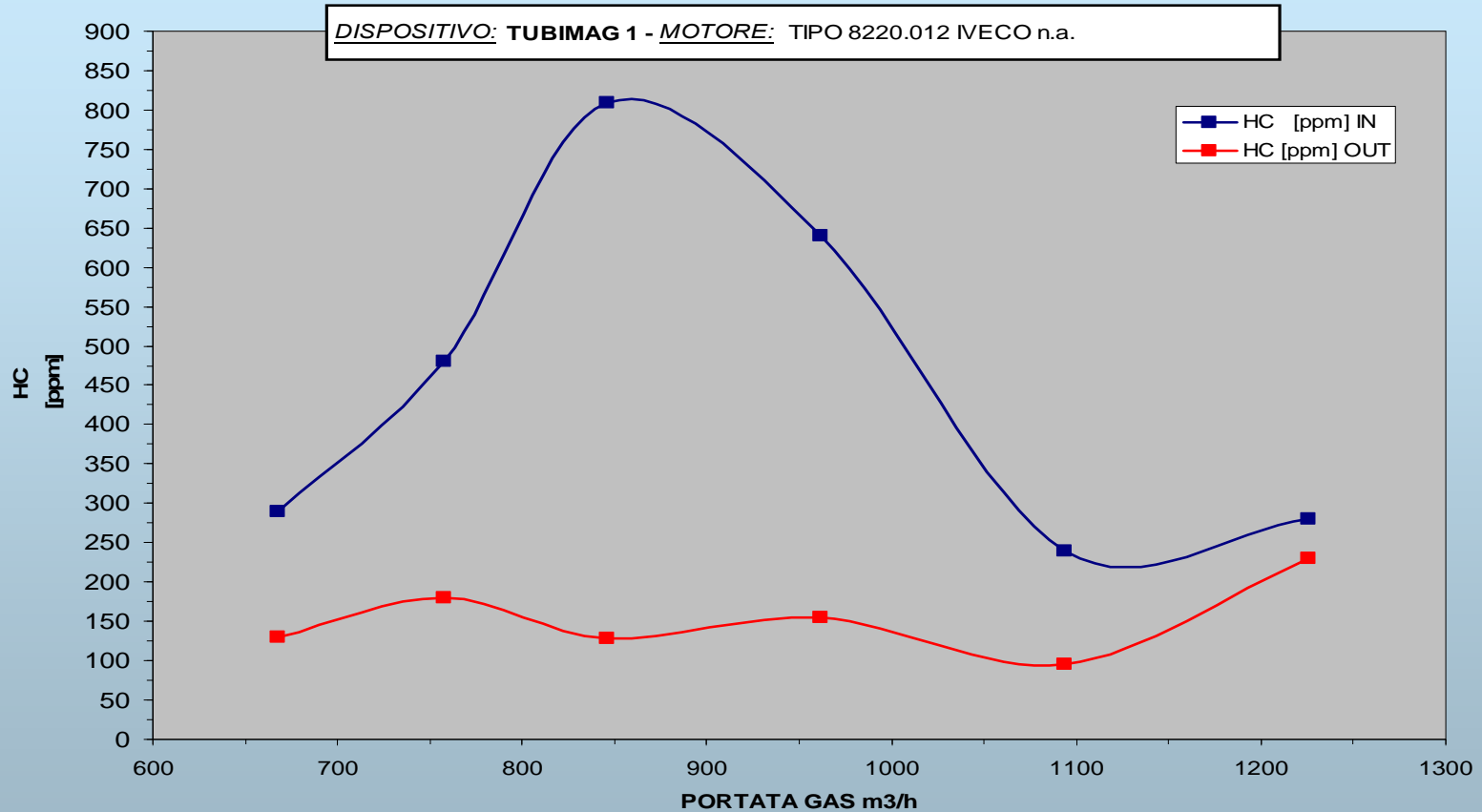
Percorso della particella di carbonio nella sezione di transito



Schema del "S.P.R." e suo funzionamento

Ideazione di una tecnologia per la riduzione del Soot prodotto nei motori Diesel

TEST IN SALA PROVE MOTORI ATM Torino Italy : EMISSIONI DI HC



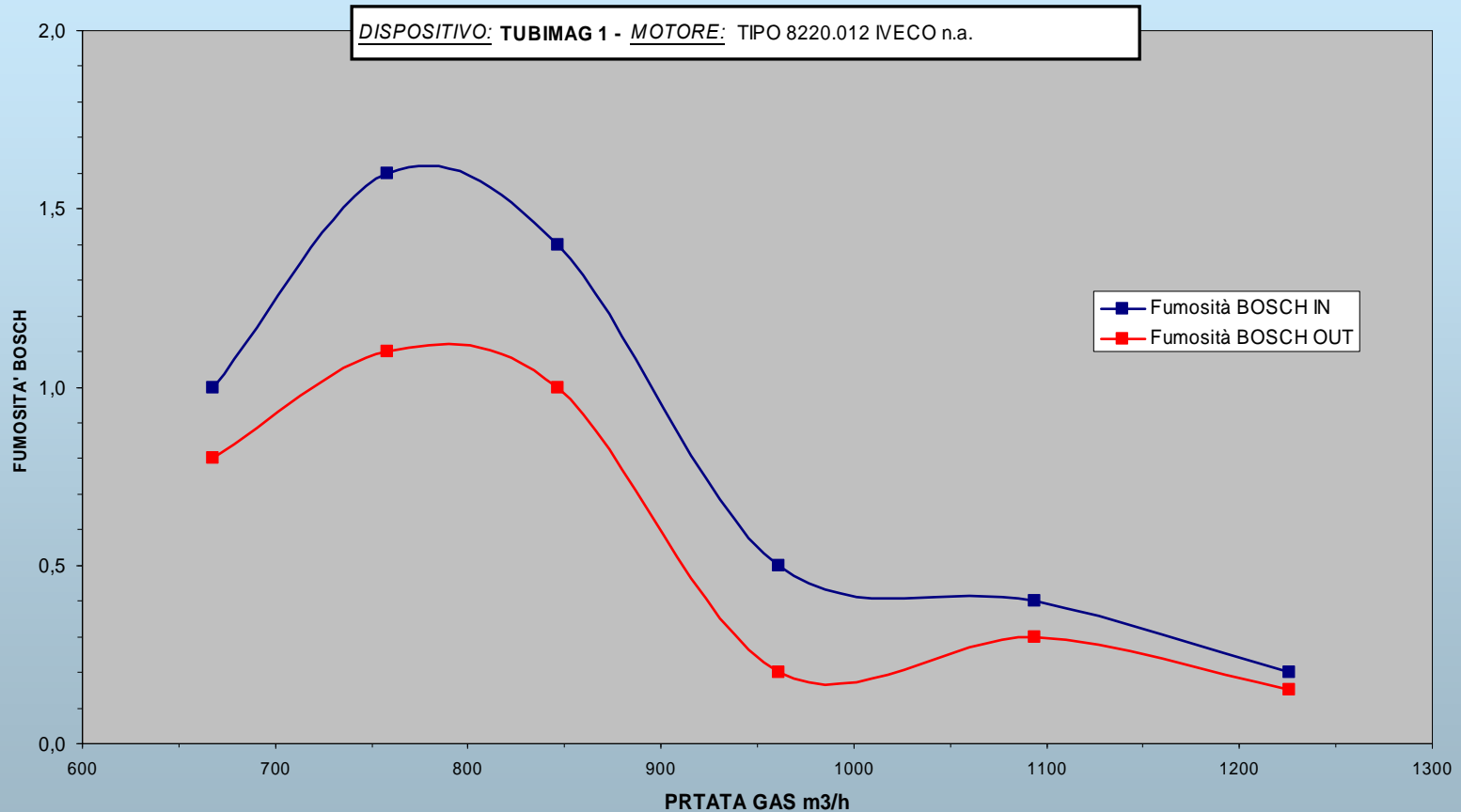
Gli incombusti emessi dal motore in prova sono, almeno un ordine di grandezza, superiori agli omonimi prodotti dai moderni motori



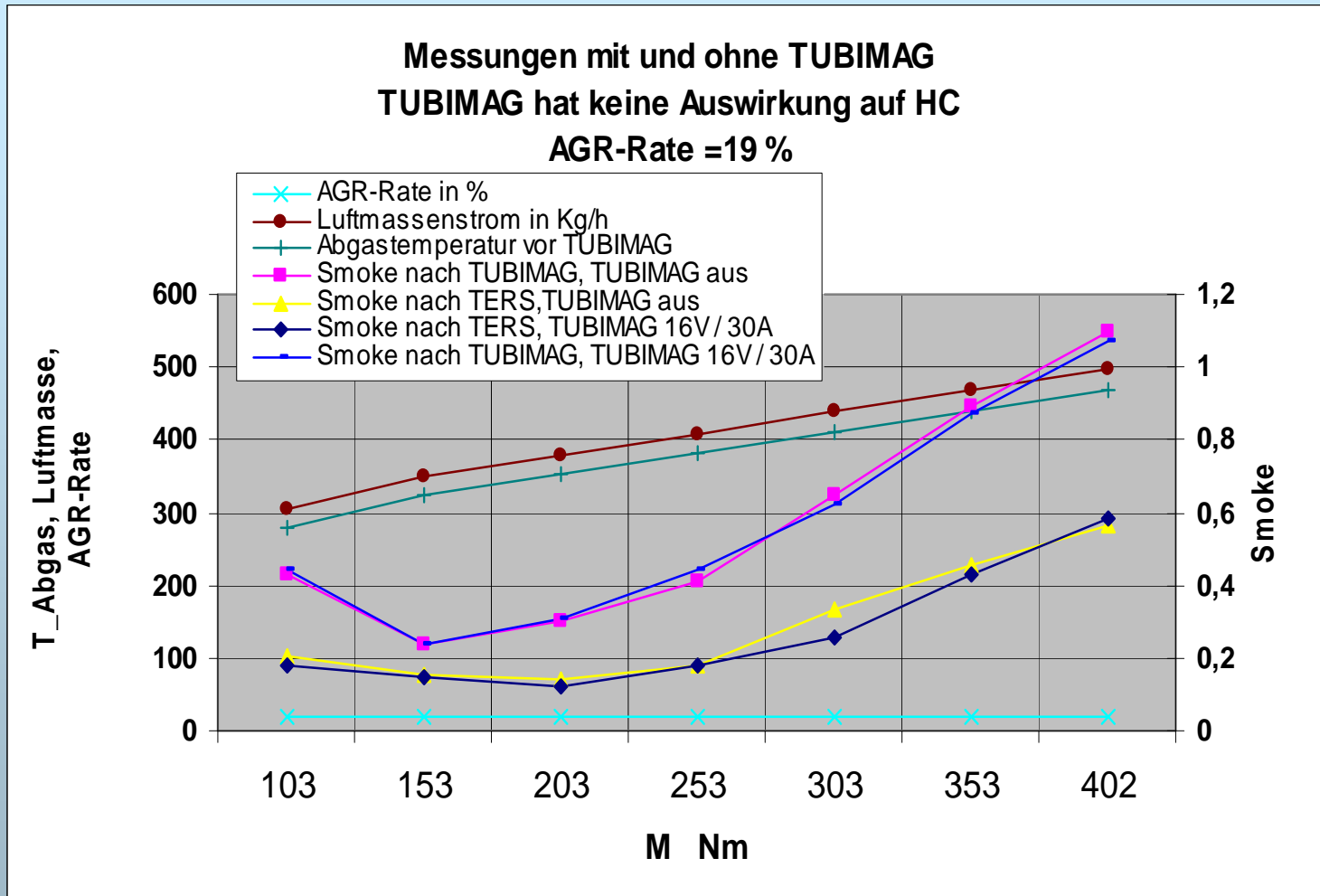
Schema del "S.P.R." e suo funzionamento

Ideazione di una tecnologia per la riduzione del Soot prodotto nei motori Diesel

TEST IN SALA PROVE MOTORI ATM Torino Italy: FUMOSITA' BOSCH



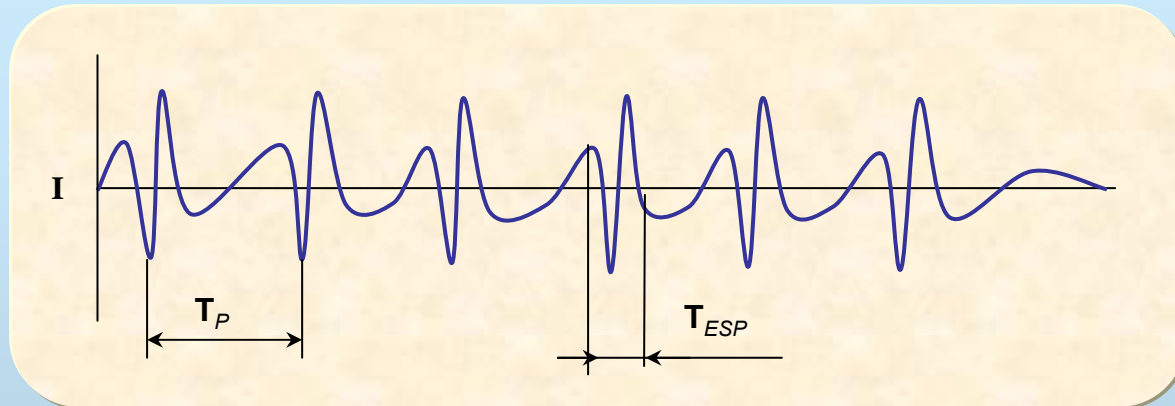
La fumosità è analoga a quella emessa in condizioni di notevole E.G.R. per contenere gli NOx, ma le dimensioni delle particelle, di questo motore, erano prossime ad 1 micro metro



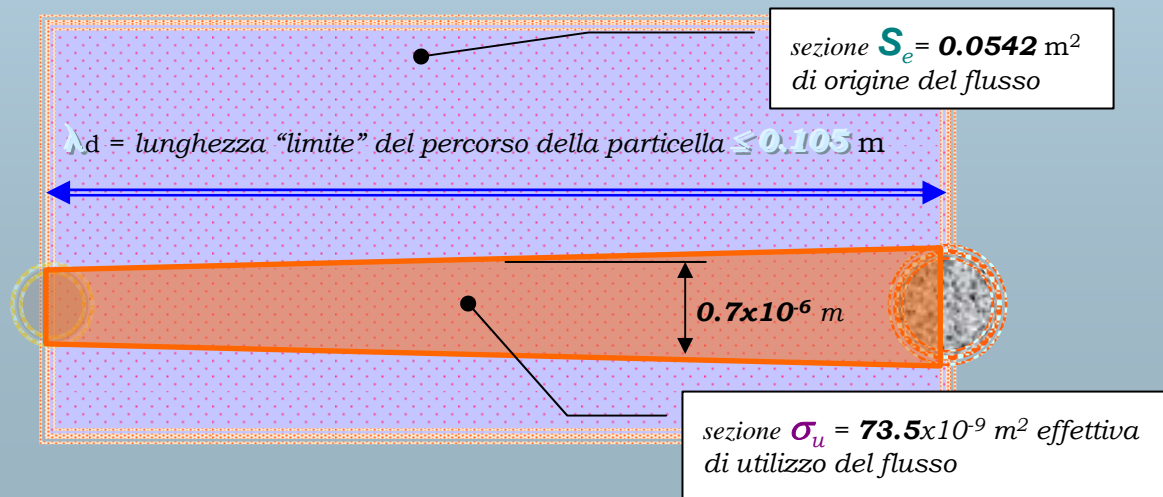
Questo diagramma, ricavato in laboratorio utilizzando un motore nuovo di ultima generazione, con particelle di dimensione *gaussiana* di c.a 60 nm, dimostra che l'azione del "Tubimag" è pressoché eguale sia con campo magnetico generato, sia con campo magnetico auto indotto.

Schema del "S.P.R." e suo funzionamento

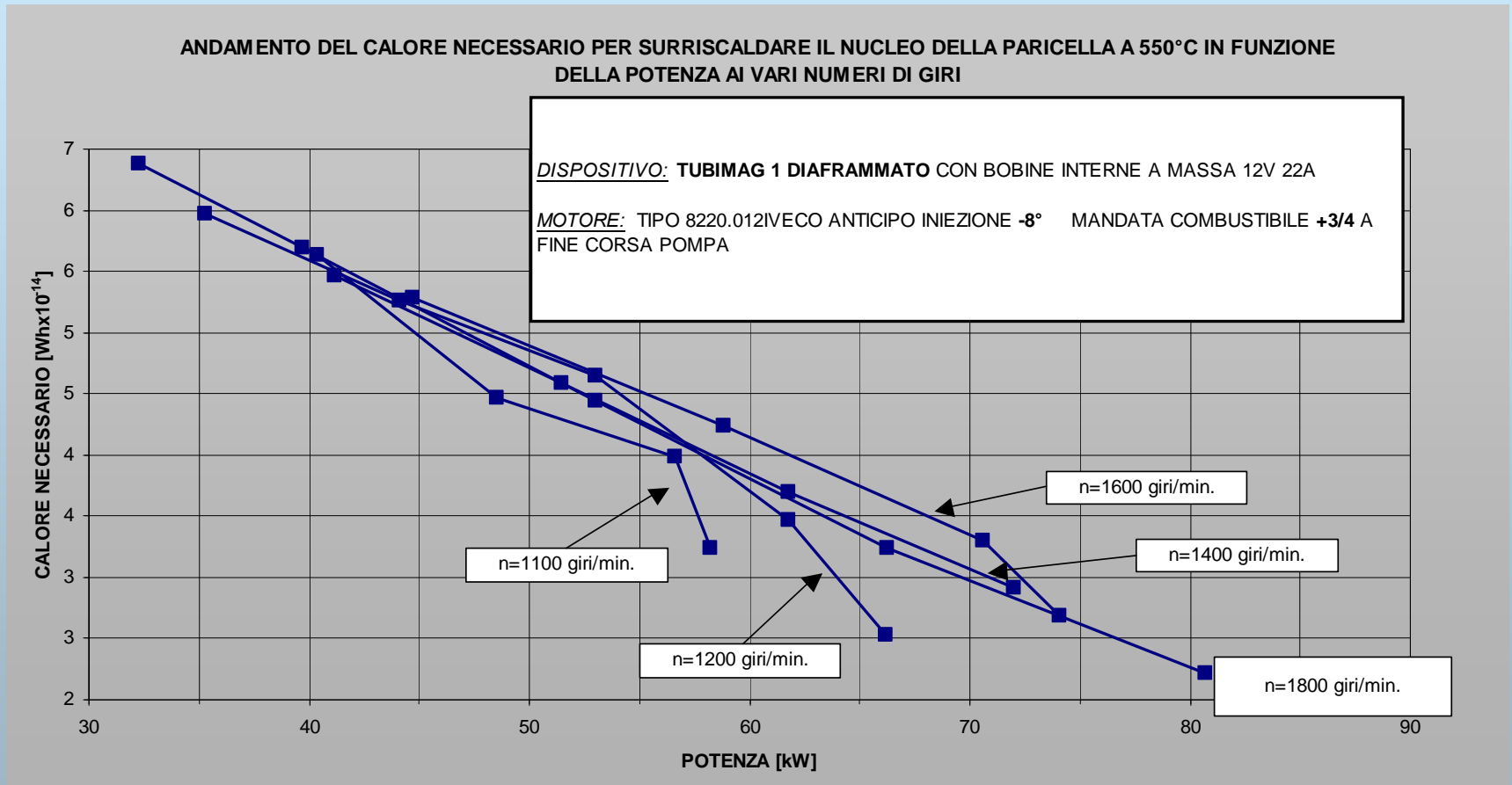
Ideazione di una tecnologia per la riduzione del Soot prodotto nei motori Diesel



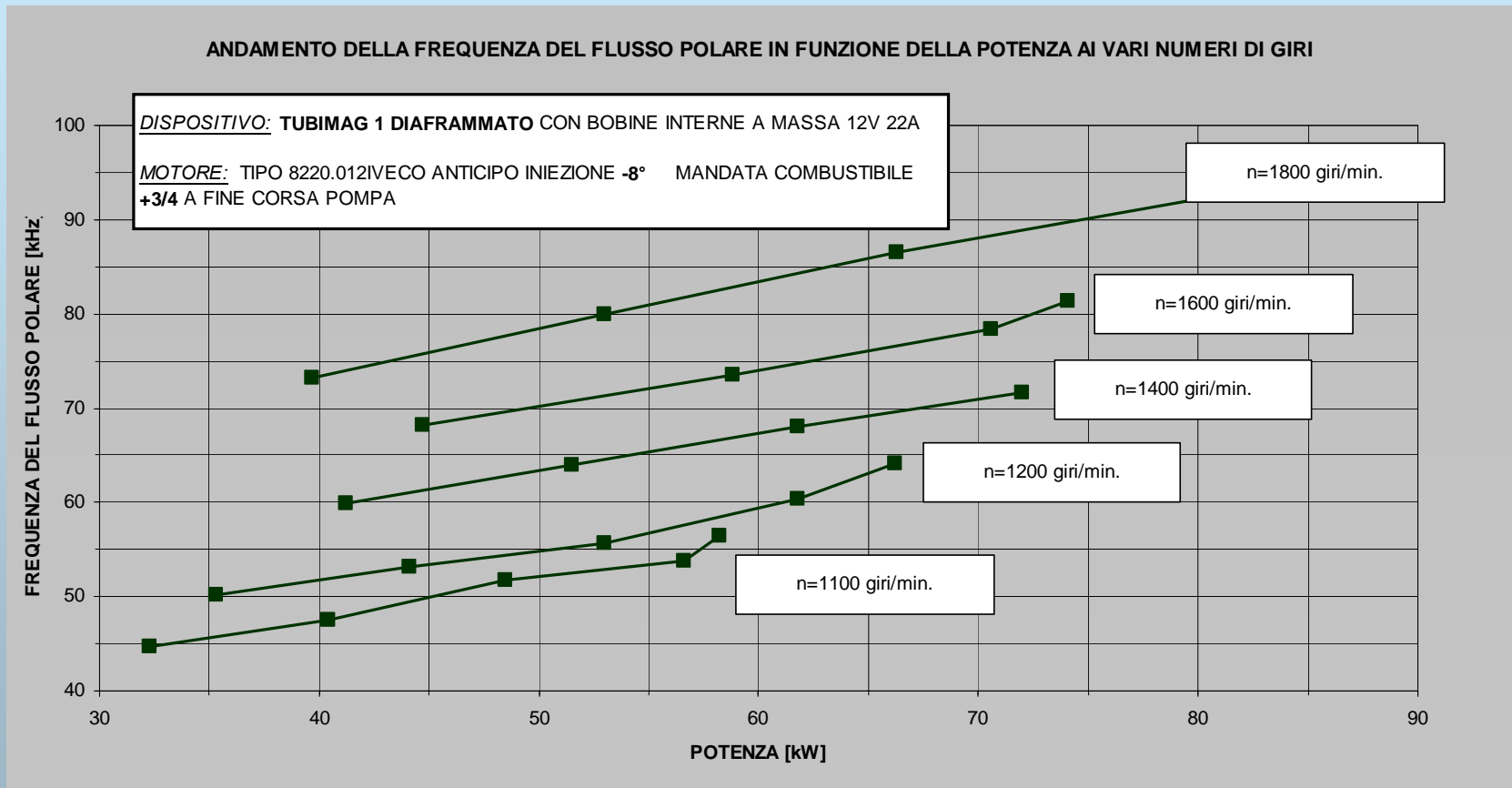
Il diagramma, ricavato dal modello matematico, indica che la frequenza è determinata dal passo polare e dall'espansione polare. Esso dimostra che l'azione del "Tubimag" dipendeva dalla distanza fisica tra i due intervalli definenti le espansioni polari attive e dalla larghezza dell'espansione polare stessa. Sotto si schematizza il cono di sezione attivo, come fu teorizzato, per una particella di diametro nominale di 1 micro metro.



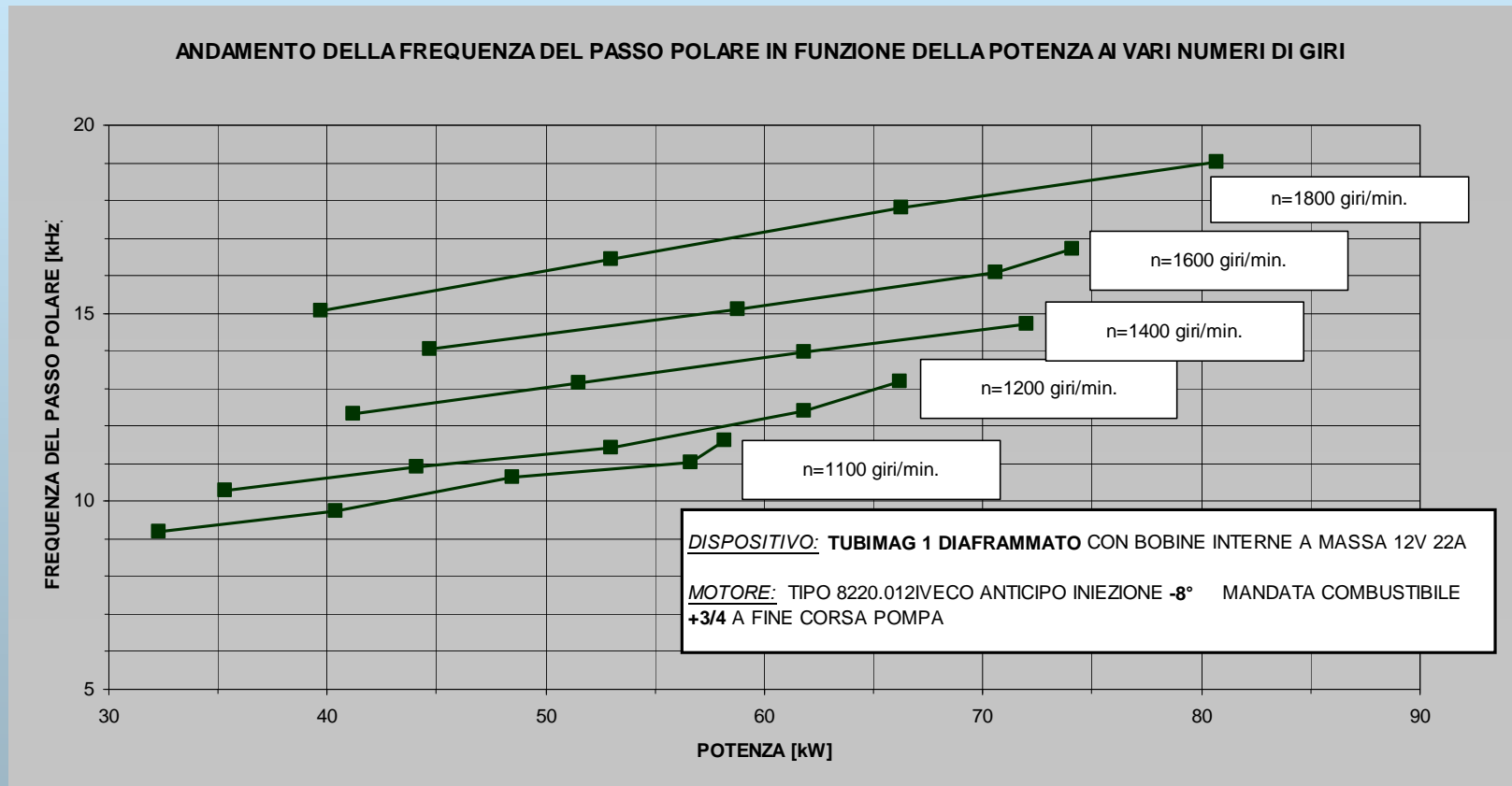
Il diagramma, sottostante, indica l'andamento del calore necessario che doveva generare il "Tubimag" per surriscaldare la particella di 1 micro metro.



Il diagramma, sottostante, indica com'era l'andamento della frequenza del flusso polare del "Tubimag".



Il diagramma, sottostante, indica com'era l'andamento della frequenza del passo polare nel "Tubimag". Come si vede questa frequenza è inferiore a quella determinata dall'espansione polare perché il passo polare era dato dal rilevante spessore delle bobine che generavano il campo magnetizzante.





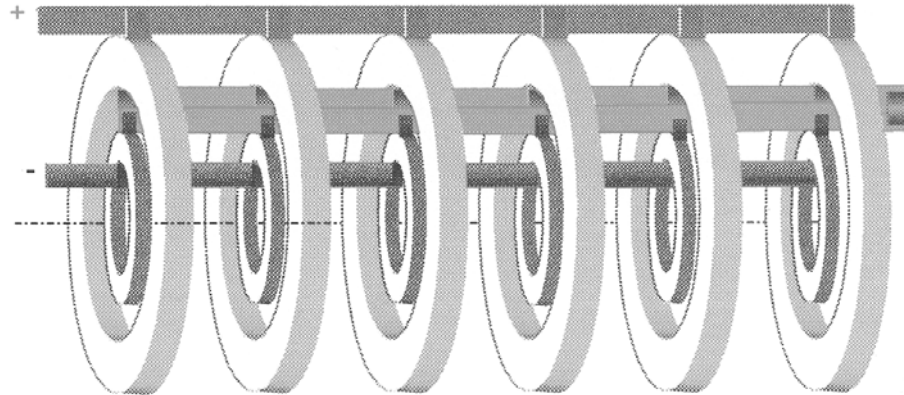
Schema del "S.P.R." e suo funzionamento

Ideazione di una tecnologia per la riduzione del Soot prodotto nei motori Diesel

Ciò premesso, al riguardo dell'importanza geometrica delle espansioni polari ai fini della frequenza indotta nella particella, così come fu calcolata per il "Tubimag", si può estrapolare il modello matematico, anche per particelle di c.a 60 nm e verificare quali siano i parametri geometrici che dovrebbero essere modificati per recuperare due ordini di grandezza in energia termica indotta, all'interno della particella stessa.

Come si nota in figura le bobine, di NiCr 80/20, erano collegate in 12 ranghi paralleli e la larghezza delle bandelle che costituivano le bobine era di 5 mm.

n_{sp} = numero delle spire per ogni bobina	12 spire
n_b = numero delle bobine per ogni stadio	12 bobine
n_s = numero di stadi	2 stadi
n_{spt} = numero delle spire totali	288 spire
n_e = numero delle espansioni polari per stadio	13 espansioni
l_a = larghezza dell'espansione polare	3 mm
σ_t = spazio immerso nel campo magnetico di transito della particella	0.112 m



μ_o = permeabilità nell'intraferro	1.256 x 10 ⁻⁶ Henry/m
η_t = rendimento termico di utilizzo dell'energia termica indotta (<i>valore ipotizzato</i>)	0.7
S_r = rapporto tra le sezioni	
D_n = diametro standard del condotto di adduzione gas	m
S_c = sezione del condotto di adduzione gas	m ²