

LA GRANDE NEMICA

LA DETONAZIONE ■ ACCENSIONE SFASATA, COMPRESSIONE ECCESSIVA, BENZINA CON POCHI OTTANI, INCROSTAZIONI, GENERANO ALL'INTERNO DEL MOTORE UN TEMIBILE EFFETTO: IL BATTITO IN TESTA

MOLTO spesso capita di accennare, nella rubrica «In officina» o negli articoli di tecnica a uno dei più importanti fattori che limitano le prestazioni, ottenibili dai motori, ovvero alla detonazione; appare opportuno quindi parlare con il dovuto approfondimento di questo argomento. Va subito detto che nei propulsori di serie la detonazione non costituisce di norma un problema, dato che già in sede di progetto vengono prese delle «contromisure» atte ad evitare che essa possa verificarsi. Se però il motore è stato modificato (o anche se non è perfettamente a punto) il problema può sorgere e anche in maniera piuttosto seria.

Ma vediamo con ordine cosa accade all'interno del cilindro allorché si verifica la detonazione. È noto che la combustione normale (che non è un fenomeno esplosivo, ma avviene in maniera relativamente dolce e richiede un certo tempo, anche se assai ridotto, per svolgersi) dà luogo ad un graduale aumento della pressione all'interno della camera.

In seguito allo scoccare della scintilla tra gli elettrodi della candela si forma infatti, un «fronte di fiamma» che avanza propagandosi con velocità via via crescente attraverso la camera di combustione. Brucia così prima la miscela aria-benzina nelle vicinanze della candela e per ultima quella che si trova nella zona della camera più distante da essa.

Durante l'avanzamento del fronte di fiamma nei gas freschi che ancora devono essere incendiati la temperatura aumenta perché essi vengono compressi in misura progressivamente crescente per il fatto che essi ricevono calore per irraggiamento dai gas in combustione. Se in seno alla carica che ancora deve essere raggiunta dal fronte di fiamma si supera una determinata temperatura «critica» (che usualmente viene indicata in circa $730 \div 780^\circ\text{C}$) avviene una combustione talmente «brusca» e repentina da risultare quasi di tipo esplosivo!

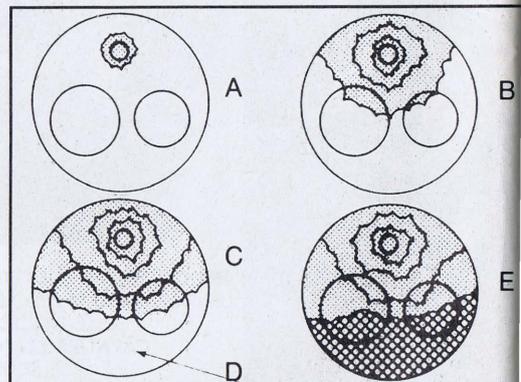
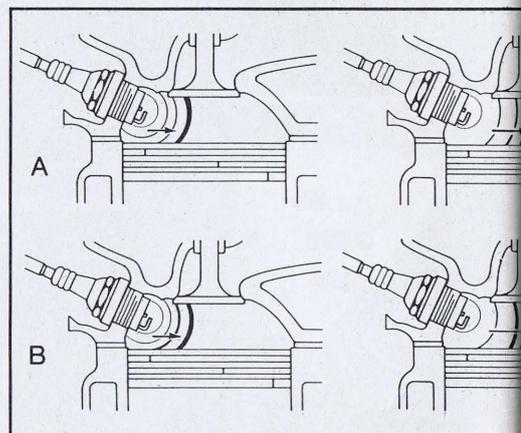
Questo dà luogo a un rapidissimo incremento di pressione all'interno della camera che viene attraversata a velocità sonica da una vera e propria onda d'urto che va a sbattere e viene quindi riflessa dalle pareti metalliche. Quest'onda che

«viaggia» da una parte all'altra della camera comprimendo ed espandendo i gas combusti al suo passaggio viene via via «smorzata» dall'attrito viscoso. In una camera di combustione di moderno motore automobilistico la frequenza dell'onda è tipicamente dell'ordine di oltre 5000 Hz (può arrivare anche a 10.000 Hz). Per quanto riguarda la pressione massima, in caso di detonazione sono stati registrati picchi dell'ordine di oltre 120 bar (contro i $70 \div 80$ bar dei normali motori di alte prestazioni nei quali la combustione si svolge normalmente).

ANTIDETONANTI - Questa serie di autentici urti che le pareti metalliche della camera subiscono quando ha luogo la detonazione, danno origine spesso (ma non sempre!) a una tipica rumorosità nota come «battito in testa». Quest'ultima si verifica principalmente con grandi aperture della valvola del gas, ai regimi medio-bassi. Ben più pericolosa per l'integrità del motore è però la detonazione (che non dà luogo a battiti o a rumorosità avvertibili) che avviene alle alte velocità di rotazione, sempre in presenza di grandi aperture della valvola del gas del carburatore.

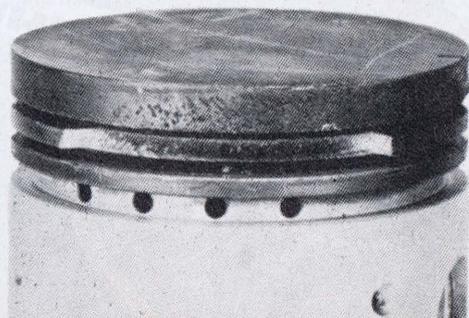
Per avere la massima «resistenza» alla detonazione, la carica residua (ovverossia quella che ancora deve essere raggiunta dal fronte di fiamma) deve avere una temperatura contenuta, un elevato «ritardo dell'accensione» e una bassa densità. Sono negativi, ovverossia facilitano l'insorgere della detonazione, gli aumenti del rapporto di compressione (fattore estremamente «critico» nei motori da competizione e in quelli elaborati, che necessitano proprio di elevati rapporti di compressione per fornire le prestazioni più elevate) e le elevate temperature dell'aria aspirata e delle pareti della camera. Estremamente critico è anche l'anticipo di accensione che, se eccessivo, è una delle cause più comuni di detonazione.

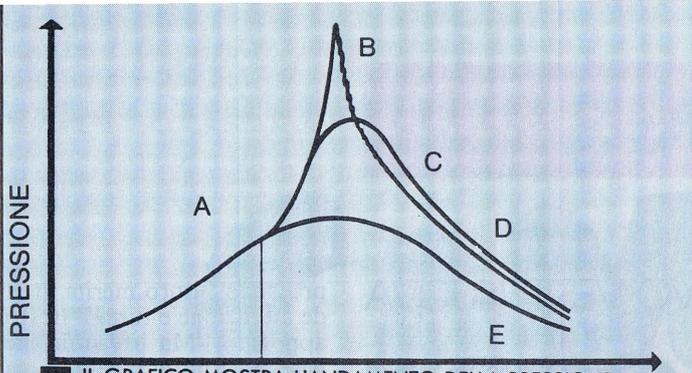
Naturalmente la tendenza a detonare di un motore aumenta con l'aumentare del carico (ovverossia della apertura della valvola del gas). È per questo mo-



■ COMBUSTIONE CON DETONAZIONE, VISTA DALL'ALTO: A) SCOCCA LA SCINTILLA ED INIZIA LA COMBUSTIONE B) IL FRONTE DI FIAMMA AVANZA C) LA COMBUSTIONE SI STA PER COMPLETARE D) CARICA INCOMBUSTA E) ESPLOSIONE DELLA CARICA INCOMBUSTA. ■

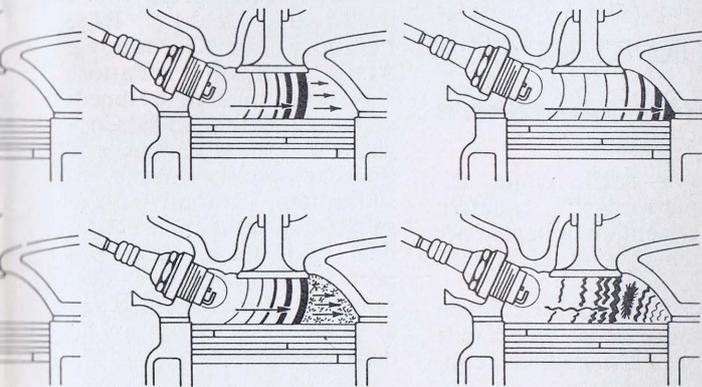
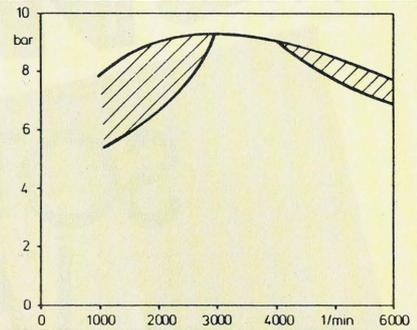
■ TIPICO DANNEGGIAMENTO DERIVANTE DA FUNZIONAMENTO PROLUNGATO DEL MOTORE IN PRESENZA DI DETONAZIONE: SERIE DI «VAIOLATURE» SUL MARGINE DEL CIELO E NEL PRIMO COLLETO E CEDIMENTO COMPLETO DEL SECONDO COLLETO DEL PISTONE ■





IL GRAFICO MOSTRA L'ANDAMENTO DELLA PRESSIONE ALL'INTERNO DEL CILINDRO (IN FUNZIONE DELLA ROTAZIONE DELL'ALBERO) IN PRESENZA DI COMBUSTIONE CON DETONAZIONE (CURVA B). SI OSSERVI L'ANDAMENTO DOLCE E PRIVO DI FLUTTUAZIONI DELLA PRESSIONE QUANDO LA COMBUSTIONE È NORMALE (CURVA C). A = PUNTO DI ACCENSIONE D = PRESSIONE IN ASSENZA DI COMBUSTIONE E = ROTAZIONE ALBERO MOTORE

NELLA FIGURA SONO EVIDENZIATI CON IL TRATTEGGIO LE ZONE DEL CAMPO DI UTILIZZAZIONE DEL MOTORE IN CORRISPONDENZA DELLE QUALI TIPICAMENTE SI VERIFICA LA DENOTAZIONE: CONSIDEREVOLI APERTURE DELLA VALVOLA DEL GAS PIU' REGIMI DI ROTAZIONE MEDI E BASSI E APERTURE QUASI TOTALI DELLA VALVOLA CON ELEVATE VELOCITÀ DI ROTAZIONE



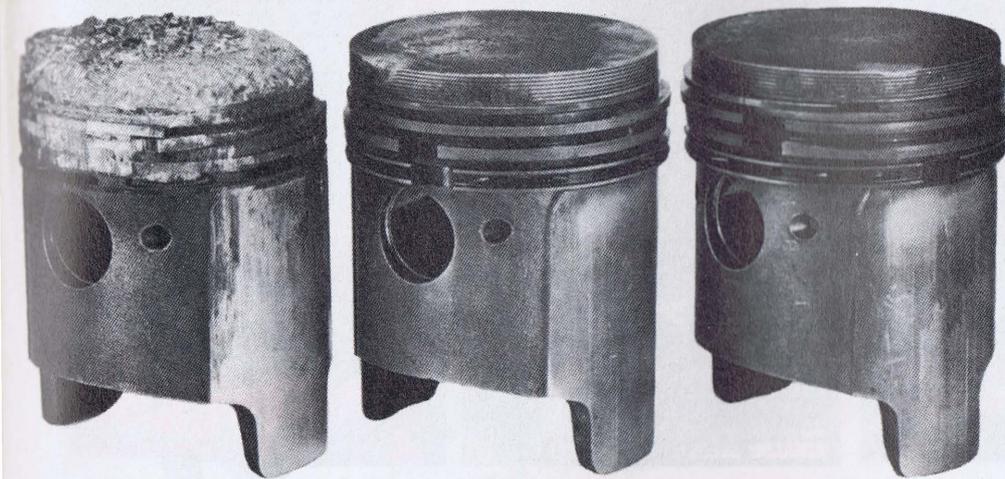
DISEGNI DI DESTRA (A) FRONTE DI FIAMMA NELLA COMBUSTIONE NORMALE. A SINISTRA (B) UNA COMBUSTIONE CON DETONAZIONE: PRIMA CHE LA FIAMMA ABBA COMPLETATO IL SUO PERCORSO LA CARICA INCOMBUSTA BRUCIA ISTANTANEAMENTE FORMANDO UNA SERIE DI ONDE DI PRESSIONE

tivo che qualora si avverta un inizio di battito in testa la prima cosa da fare è ridurre la rotazione della manopola dell'acceleratore.

Chiaramente un'elevata turbolenza e una ridotta distanza dalla candela al punto più lontano della camera (ovverosia un limitato «percorso» del fronte della fiamma) sono estremamente vantaggiosi ai fini della resistenza alla detonazione (alcuni tecnici parlano in questo caso di «Ottani Meccanici»).

ESPERIENZE - La tendenza a detonare diminuisce molto considerevolmente non solo con l'aumentare del Numero di Ottano (che indica appunto il potere antidetonante) del carburante impiegato ma anche con il crescere dell'umidità dell'aria aspirata e con l'impiego di miscele a titolo sensibilmente ricco. Prove appositamente effettuate su di un motore automobilistico hanno dimostrato che la «richiesta ottanica» aumentava di ben 22 «punti» allorché la temperatura dell'acqua di raffreddamento passava da 40 a 90°C. A un aumento di 11°C della temperatura dell'aria aspirata corrispondeva un incremento della richiesta ottanica di tre punti. Un aumento dell'umidità dell'aria aspirata dal 40 al 50% (a 30°) faceva diminuire la richiesta ottanica del propulsore di un punto.

Qualora inizi a manifestarsi, la detonazione (può essere avvertita dal battito in testa oppure può essere indicata da tipiche «tracce» presenti sul cielo del pistone o sulle pareti della camera di combustione), se si tratta di un motore da corsa si deve pensare che il rapporto di compressione stabilito è troppo alto per il carburante che si utilizza (sempreché la fasatura di accensione e il titolo della miscela siano regolati correttamente). Se la detonazione si verifica in un motore di serie le cause più probabili sono un anticipo di accensione eccessivo, l'impiego di benzina scadente in quanto a ottani (alle volte la detonazione scompare semplicemente facendo il pieno presso un altro distributore) o la presenza nella camera di combustione di un'elevata quantità di incrostazioni carboniose.



QUI SOPRA, I DANNEGGIAMENTI, LIEVI PER DUE PISTONI, SONO SERISSIMI PER IL TERZO IL CUI CIELO È STATO COMPLETAMENTE DISTRUTTO DA SERIA E PROLUNGATA DETONAZIONE



PIUTTOSTO TIPICO È UN DANNEGGIAMENTO DI QUESTO GENERE: EROSIONE DI VARIE PARTI DEL CIELO DEL PISTONE PIU' FORATURA NELLA ZONA CENTRALE