

Antonio Cofano

**PRINCIPI BASE DI ELABORAZIONE
ELETTRONICA DEI MOTORI**

Prima edizione: febbraio 2005

Tutti i diritti riservati.

E' fatto espresso divieto di copiare in tutto od in parte i contenuti del presente volume senza autorizzazione scritta dell'autore.

Nota:

Le informazioni contenute in questo volume si intendono rivolte ad applicazioni per uso agonistico e comunque da utilizzarsi in circuito chiuso. I veicoli per uso stradale devono essere comunque conformi in tutte le loro parti alla normativa vigente in termini di sicurezza ed emissioni inquinanti. L'autore declina ogni responsabilità circa l'uso improprio delle informazioni tecniche contenute in questo volume.

Ringraziamenti:

Si ringrazia la Dimensione Sport s.r.l. per la concessione di immagini e grafici relativi al software di elaborazione motori RACE2000.

Indice

Premessa.....	4
1. Alcune domande preliminari	4
2. Cosa è la rimappatura di un motore	5
3. Cenni di elettronica dei calcolatori	7
3.1. Architettura di un sistema a microprocessore	7
3.1.1. Macchina di Von Neumann: ALU, RAM, Memoria Programma, I/O.	7
3.1.2. Architettura di una centralina gestione motore.....	9
3.1.3. Architettura di una memoria digitale parallela	11
3.2. Elementi di aritmetica binaria ed esadecimale	16
3.2.1. Il sistema di numerazione binaria.....	16
3.2.2. Multipli nel sistema binario	18
3.2.3. Il sistema esadecimale e le conversioni da binario ad esadecimale.	19
3.2.4. Codifica ASCII	20
3.2.5. Rappresentazione in 7F	22
3.2.6. Dai livelli logici ai livelli elettrici	23
3.3. Memorie volatili e non volatili: EPROM, EEPROM, FLASH-EPROM.....	24
3.3.1. Nomenclatura commerciale.	24
3.3.2. Codifiche dei costruttori.....	25
3.3.3. Principali tipologie di package per memorie non volatili.....	26
3.3.4. Sommario ed esempi esplicativi.....	26
3.3.5. Evoluzione delle memorie non volatili	27
4. Elementi base per la saldatura di componenti elettronici	30
4.1. Proprietà chimico-fisiche dei materiali utilizzati per la saldatura	30
4.2. La saldatura.....	32
4.2.1. Panoramica dei sistemi di saldatura	32
4.2.2. Sistemi di saldatura e dissaldatura a stagno.....	34
5. Elementi base di un sistema di rimappatura	40
5.1. Stazione di saldatura e dissaldatura professionale	40
5.2. Protocolli di programmazione seriale	43
5.2.1. Esempio di procedura di riprogrammazione seriale	53
5.3. Software per l'analisi di file binari	61
5.3.1. Analisi del contenuto di una EPROM	62
5.3.2. Rappresentazione in forma tabellare e file di setup	64
5.4. Check-sum ed algoritmi di ricalcolo dei dati in memoria	67
6. Tecniche di rimappatura di sistemi turbodiesel	70
6.1. Sistemi MSA ed EDC per pompe rotative assiali Bosch-VE	70
6.2. Sistemi EDC15V a pompa rotativa VE	72
6.2.1. Mappe di gestione comuni ai vari sistemi EDC15.....	72
6.2.2. Mappa di gestione gasolio	72
6.2.3. Mappa di anticipo iniezione.....	73
6.2.4. Mappa di gestione pressione di sovralimentazione	75
6.2.5. Limitazione dei fumi e protezione del motore.....	77
6.2.6. Limitazione della coppia motrice	78
6.2.7. Carico specifico quantità aria	80
6.3. Sistemi turbodiesel EDC15C "Common Rail" Bosch.....	82
6.3.1. Classificazione e caratteristiche generali	82
6.3.2. Il caso pratico di una 156 1.9 JTD 115Cv Euro3.....	84
6.3.3. Iniezione parzializzato (sotto i 3000RPM)	85
6.3.4. Iniezione pieno carico (sopra i 3000RPM)	86
6.4. Sistemi turbodiesel EDC15P Iniettore Pompa PDE Bosch.	87
6.4.1. Carico specifico quantità aria	87
6.4.2. Limitatore di fumi.....	89
6.4.3. Fase iniezione	91
7. Cenni sulla rimappatura di sistemi gestione motori a ciclo Otto	93
7.1. Motori a ciclo Otto aspirati.....	93
7.2. Motore a ciclo Otto turbocompresso	93
7.3. Sistemi Bosch ME7 per Audi 1.8 turbo.....	93
7.3.1. Principali mappe disponibili	94
7.3.2. Limitazione di coppia	95
7.3.3. Gestione pressione di picco.....	97
7.3.4. Iniezione a pieno carico	99

Premessa

La dispensa che il lettore si accinge a leggere è tratta dagli appunti delle lezioni per gli allievi del ciclo di corsi di "Elaborazione elettronica centraline" tenuto nel corso dell'anno 2004 per conto della I.S.P. Italia di Imola.

Di conseguenza mi scuso fin d'ora per le inesattezze ed imprecisioni che potranno essere contenute in questo testo: a volte inoltre ho forzatamente "semplificato" concetti di elettronica e logica dei calcolatori, al fine di riuscire ad aiutare il lettore a comprendere a fondo concetti a volte ostici.

1. Alcune domande preliminari

La prima domanda che viene posta al docente all'inizio di ogni corso (e quasi tutte le volte dai clienti prima della "elaborazione" del loro veicolo) è sempre la stessa: per quale motivo può si effettuare la "rimappatura" di una centralina? La risposta in realtà è articolata e riesce a spiegare solo in parte un fenomeno che ormai ha raggiunto dimensioni e giro di affari dell'ordine di svariati milioni di euro all'anno. In teoria è necessario "rimappare" tutte le autovetture destinate ad un uso agonistico è sempre per adeguare i parametri base del sistema di alimentazione ed accensione alle variazioni meccaniche (modifica dei diagrammi di aspirazione e scarico, modifica del rapporto di compressione e della pressione turbo, alleggerimento delle masse rotanti etc.) apportate dal meccanico preparatore.

In realtà è bene non nascondersi dietro questa scusa di comodo ed è necessario ammettere che il fenomeno è esploso anzitutto nel mondo delle vetture per uso stradale. Una risposta più esaustiva è che ogni automobilista desidera che la propria vettura sia un po' diversa da quella fornita di serie dalla casa costruttrice: di conseguenza, entro certi limiti, è disposto a rinunciare ad una piccola percentuale di affidabilità e consumi per poter ottenere delle prestazioni più brillanti ed un'auto "diversa" dalla media. In particolare, l'utente di un autoveicolo turbodiesel chiede sempre e solo maggiore coppia motrice rispetto a quella originale: è quindi compito del preparatore coniugare questa richiesta con i limiti sopportabili dagli organi meccanici (gruppi frizione-volano, turbine etc.) evitando che un motore troppo "energico" possa rovinare questi componenti nell'arco di poche migliaia di chilometri.

Un discorso a parte è quello da farsi per gli utenti di veicoli industriali: nonostante gli attuali livelli di potenza espressi da motori di ultima generazione (un "trattore" IVECO Stralis13 è attualmente equipaggiato con una unità motrice 6 cilindri da 13.000cc in grado di erogare fino a 540cv), le aziende di autotrasporto sono sempre alla ricerca di aumenti di potenza specifica per affrontare al meglio le lunghe tratte autostradali appenniniche. Inoltre, grazie all'utilizzo di cambi plurifrazionati, è possibile utilizzare tali motori "elaborati" a regimi di rotazione leggermente inferiori rispetto alle condizioni standard previste dal costruttore; in tali casi, e con opportuni accorgimenti di guida, è possibile ottenere anche leggere riduzioni del consumo medio del veicolo.

L'ultima domanda che spesso viene posta è quella relativa al rispetto delle normative antinquinamento: anche in questo caso bisogna distinguere tra il livello di inquinamento complessivo del veicolo ed il rispetto dei limiti imposti in fase di revisione periodica. Considerando un veicolo a ciclo Otto, è possibile effettuare operazioni di rimappatura che non modifichino le tabelle di gestione motore nelle condizioni di minimo e carico parziale: di conseguenza è possibile fare in modo che, durante i test previsti dalla revisione periodica, il veicolo lavori a rapporto stechiometrico e le emissioni di CO siano inferiori allo 0,3% richiesto dalla normativa vigente.

Considerando invece un veicolo turbodiesel, caratterizzato da un rapporto aria-carburante costantemente variabile, poiché la prova di revisione richiede diverse accelerate consecutive a fondo è necessario che il preparatore non modifichi il meno possibile le porzioni di mappa che gestiscono il motore a bassi carichi, a tutti i regimi di rotazione del propulsore stesso.

Dal punto di vista invece delle emissioni inquinanti complessive, in termini di CO, CO₂ ed HC, è velleitario pensare che il veicolo, al termine delle operazioni di rimappatura, sia ancora perfettamente conforme alla normativa per cui esso è stato omologato. A parziale scusante di tutti i preparatori elettronici va comunque evidenziato che, su di una percentuale molto alta di veicoli con percorrenze superiori ai 100.000km, la deriva dei parametri motoristici è tale per cui essi non raggiungono mai le potenze per cui sono stati omologati ed in base alle quali gli utenti pagano le relative tasse di proprietà.

2. Cosa è la rimappatura di un motore

L'elaborazione delle centraline gestione motore è nata negli anni '80, con l'avvento dei primi calcolatori di iniezione/accensione digitali. Mentre i grossi team automobilistici potevano già disporre di centraline gestione motore dedicate, in grado di essere riprogrammate attraverso linee di comunicazione seriale, i preparatori di autovetture derivate da modelli di serie si trovarono di fronte alla necessità di adeguare i tempi di iniezione e gli anticipi di accensioni alle modifiche meccaniche effettuate.

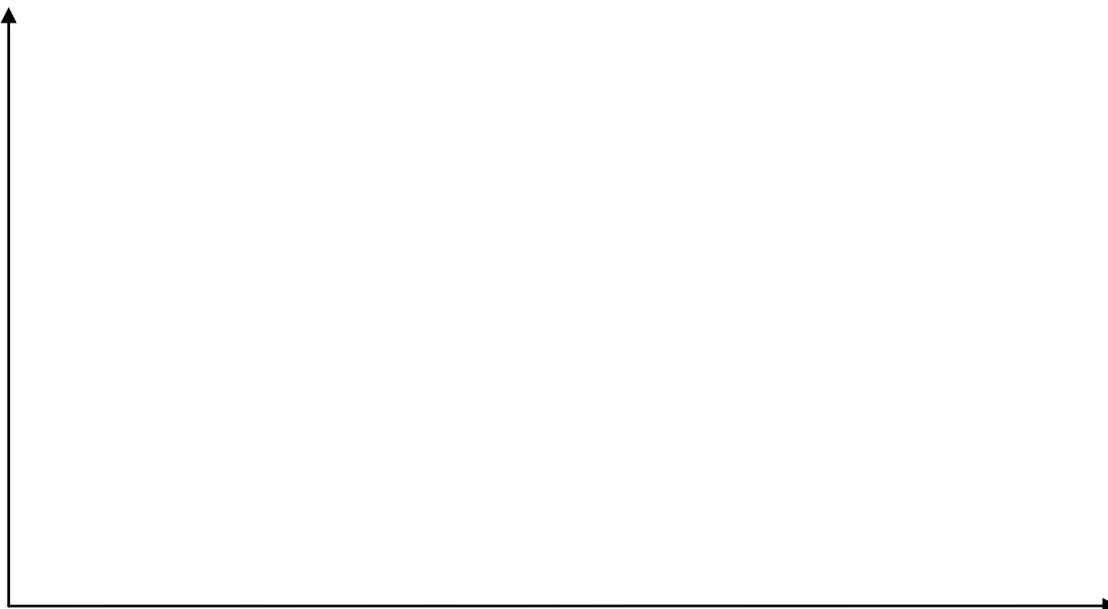
Con le auto dotate di carburatori e spinterogeno tali operazioni potevano essere svolte con estrema tranquillità, regolando e modificando a proprio piacere i vari componenti dei carburatori o gli elementi di compensazione centrifuga e del carico interni agli spinterogeni.

Per le auto ad iniezione elettronica le informazioni erano invece "congelate" all'interno delle memorie delle centraline di gestione motore, ed i parametri erano quelli implementati dal costruttore per un utilizzo stradale del veicolo. L'acronimo EPROM, ormai universalmente diffuso, sta per "Electrically Programmable Read Only Memory" ed indica la tipologia di memoria non volatile (in grado cioè di non perdere l'informazione contenuta al distacco della tensione di alimentazione) utilizzata per la memorizzazione del programma di gestione all'interno della centraline gestione motore (Engine Control Unit) : essa può essere rappresentata come una sequenza monodimensionale di celle di memoria in grado di memorizzare ciascuna una singola informazione e definite da un indirizzo univoco che permette al microprocessore di andare a recuperare tale informazione.

Per "rimappatura" si intende quindi il complesso di operazioni necessarie alla lettura, decodifica e modifica delle informazioni relative alla gestione motore contenute in una memoria EPROM.

Nacque quindi la necessità di mettere a punto una metodologia per l'analisi delle informazioni contenute all'interno delle ECU. L'approccio messo a punto dai preparatori, ed ancora oggi utilizzato, è quello del "reverse engineering" del contenuto delle EPROM. La metodologia di estrazione delle informazioni relative alle tabelle di gestione del motore si basa sulle seguenti considerazioni:

1. i file programmati nelle EPROM contengono sia le istruzioni per il microprocessore che le tabelle necessarie a gestire correttamente il motore in tutte le condizioni operative;
2. è sempre possibile utilizzare un software in grado di generare un grafico in cui in ascissa vengano rappresentati tutti gli indirizzi della EPROM ed in ordinata il valore memorizzato nella locazione di memoria corrispondente;
3. dal momento che i motori non possono subire variazioni brusche dei loro parametri di funzionamento, utilizzando un software grafico del tipo sopra descritto (qualunque sia il tipo di ECU sotto esame), le zone dati all'interno delle EPROM sono caratterizzate da andamenti regolari dei valori, mentre le zone contenenti istruzioni hanno un andamento dei valori non intelligibile;
4. le tabelle ("mappe") di gestione motore sono sempre funzione di almeno due variabili (es. giri e carico motore, giri e temperatura aria, etc.) e quindi appariranno in grafico come quello sopra descritto come delle sequenze di curve con andamenti caratteristici per ciascuna tipologia di curva e per ciascuna tipologia di motore.



Oggi moltissimo è cambiato: le vecchie UV-EPROM sono state rimpiazzate dalle più efficienti memorie FLASH-EPROM, così come le tecniche di rimappatura ora si basano su rappresentazioni tabellari e su database in grado di decodificare quasi tutte le tipologie di mappe presenti sui veicoli; l'attività del preparatore elettronico ha risentito della evoluzione continua dell'elettronica e dell'informatica, ma i principi base sono rimasti immutati e lo scopo finale è ancora quello di modificare i parametri imposti dal costruttore per ottenere un incremento delle prestazioni del veicolo.

3. Cenni di elettronica dei calcolatori

Anche per un sistema digitale di gestione motore valgono le stesse regole architettoniche che caratterizzano un qualsiasi moderno computer. Le differenze fra un Personal Computer ed una ECU sono da individuarsi soprattutto nella gestione delle porte di ingresso/uscita e nella robustezza richiesta da una applicazione automotive: una ECU ha necessità di misurare il maggior numero di parametri fisici possibile (temperature, regimi di rotazione, posizioni angolari, etc.), di pilotare un numero sempre crescente di attuatori (iniettori, elettrovalvole, etc.) e garantire il funzionamento del veicolo in condizioni di temperatura, umidità e tensione continuamente variabili. Al contrario un comune Personal Computer ha necessità di disporre di una potenza di calcolo molto maggiore ma non necessita di un controllo così stringente sull'integrità dei dati e delle funzioni. Definite queste differenze applicative, nei prossimi paragrafi si passa ad una comparazione più approfondita delle due diverse applicazioni.

3.1. Architettura di un sistema a microprocessore

L'architettura prevalente nelle macchine è ancora quella di Von Neumann, basata sull'idea della memoria che contiene dati e programmi, sull'esistenza di strutture di controllo e di unità di processo. Questo modello di macchina ha fortemente influenzato sia le architetture successive sia i linguaggi di programmazione, che hanno sempre dovuto fare i conti con le macchine che poi dovevano eseguirne i programmi.

3.1.1. Macchina di Von Neumann: ALU, RAM, Memoria Programma, I/O.

Con il termine macchina di Von Neumann (o modelli di Von Neumann) si indica uno schema a blocchi che descrive il comportamento di un calcolatore come "esecutore sequenziale a programma memorizzato". Questo modello, ideato dal ricercatore americano di origine tedesca nel corso della seconda guerra mondiale per la realizzazione dei primi elaboratori, è adatto anche per una descrizione elementare del principio di funzionamento di tutti i moderni calcolatori.

In realtà i moderni microprocessori (Central Processing Unit), pur rispettando in linea di massima questo principio, aggiungono molte nuove funzionalità che derogano soprattutto al concetto di sequenzialità. Trascurando questi aspetti, che peraltro sono invisibili per l'utente, il modello di Von Neumann resta ancora valido per capire come funziona un microprocessore.

Analizziamo con cura la definizione: "esecutore sequenziale a programma memorizzato"

Il termine esecutore sta ad indicare che la CPU compie delle azioni nei confronti degli altri dispositivi, prendendo o modificando il contenuto della memoria, prendendo informazioni dagli ingressi o fornendo informazioni in uscita.

Il termine sequenziale significa che le azioni sono svolte dalla CPU una alla volta. Le azioni che realizzano una funzione nel suo complesso quindi si succedono una dopo l'altra anche se l'utente ha una percezione di immediatezza e contemporaneità. Ciò è dovuto al fatto che la CPU esegue la sequenza delle azioni con grande rapidità. La misura della rapidità con cui sono eseguite le azioni è data dalla frequenza di clock che indica il numero di azioni al secondo eseguite da una CPU (ad esempio 2 GHz significa due miliardi di azioni al secondo).

Il termine programma indica che la CPU esegue le azioni che sono indicate in una lista di istruzioni codificate (algoritmo). Questo concetto è legato al concetto di esecutore: un esecutore non sa cosa deve fare a priori ma esegue una lista di istruzioni.

Il termine memorizzato indica che il programma (cioè la lista di istruzioni) deve essere memorizzato in memoria centrale sotto forma di numeri binari affinché la CPU possa leggere le istruzioni ed eseguirle. In memoria centrale oltre alle istruzioni codificate dei programmi in corso di esecuzione ci sono anche i dati associati a tali programmi. Nel caso delle applicazioni automotive la memoria centrale è proprio la EPROM ed i dati fanno parte proprio delle mappe che vogliamo modificare.

Questi concetti possono essere descritti da un primo schema a blocchi utile per rappresentare a livello logico la struttura di qualsiasi centralina:

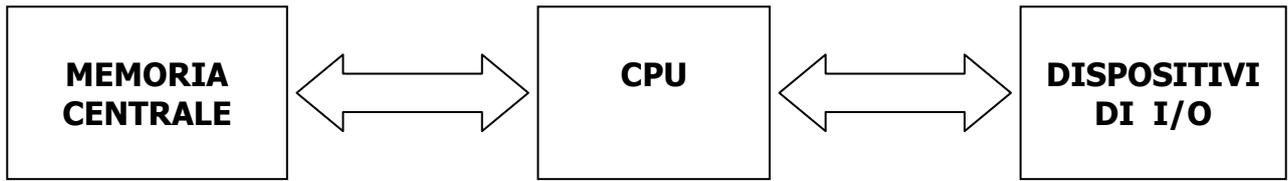


Figura 1

Note:

Lo schema a blocchi non descrive la struttura fisica del sistema ma pone invece in evidenza un importante aspetto funzionale: non c'è una comunicazione diretta tra memoria ed I/O ma invece ogni trasferimento di informazioni passa attraverso la CPU che per questo motivo è posta in mezzo tra gli altri due blocchi.

Le frecce rappresentano la possibilità di trasferire informazioni tra blocchi. La punta da entrambe le parti indica che il trasferimento è bidirezionale mentre il fatto che la freccia sia ampia indica che l'informazione è complessa (non un solo segnale ma un insieme di segnali) codificata in binario.

Nel caso delle centraline gestione motore la memoria centrale è quindi la EPROM e tra i dispositivi di I/O possiamo includere tutti i convertitori analogico/digitali in grado di "leggere" i segnali provenienti dai sensori ed i comandi per gli attuatori.

3.1.2. Architettura di una centralina gestione motore.

Come già riportato, anche le ECU seguono lo schema di base delle macchine di Von Neumann, ma la particolarità della loro applicazione richiede che alcuni componenti siano leggermente differenti da un comune PC e sia necessaria la presenza di una sezione dedicata al trattamento di tutti i segnali analogici provenienti dai sensori e di un'altra dedicata alla generazione di tutti i segnali di pilotaggio per gli attuatori.

Nella tabella seguente è riportato un parallelo fra gli elementi interni ad un moderno computer per uso domestico ed una centralina gestione motore. Si noti come le analogie spesso si fermano solo agli aspetti architetturali più generali.

COMPUTER DOMESTICO	CENTRALINA GESTIONE MOTORE
Unità centrale di calcolo <u>MICROPROCESSORE</u>	Unità centrale di calcolo <u>MICROCONTROLLORE</u> (integra al suo interno molte porte di I/O)
Memoria di lavoro <u>RAM</u> (Random Access Memory) (Memoria ad Accesso Casuale)	Memoria di lavoro <u>RAM</u> (Random Access Memory) (Memoria ad Accesso Casuale) di solito integrata nel microcontrollore
Memoria programma base non volatile <u>EPROM: (Read Only Memory)</u> Nella EPROM di una scheda madre PC sono contenute tutte le istruzioni di base per il self-test all'accensione e per il controllo della scheda e delle periferiche a basso livello	Memoria programma base non volatile <u>EPROM: (Read Only Memory)</u> Nella EPROM di una ECU è contenuto anche l'intero programma per la gestione del motore, della diagnostica e della comunicazione con gli altri apparati elettronici del veicolo.
MEMORIA DI MASSA <u>Hard Disk</u> Nel supporto magnetico dell'hard disk vengono memorizzati dati e programmi applicativi	MEMORIA DI MASSA <u>Assente</u> E' assente una memoria di massa di grandi dimensioni (il programma è già nel firmware). In realtà esiste una memoria di piccole dimensioni chiamata EEPROM: in essa sono memorizzati dati di servizio come code, autoadattatività..

Figura 2

La figura seguente riassume la struttura a blocchi di un generico calcolatore di iniezione/accensione. E' da notare come il microcontrollore integri nei modelli più recenti una memoria di servizio e sulla scheda sia presente sia la EPROM vera e propria (oggetto delle operazioni di rimappatura) che una EEPROM seriale dove sono memorizzate le informazioni relative alla codifica ed alle funzioni antiavviamento del veicolo. Di conseguenza ne discende che le operazioni di rimappatura in generale (a parte alcuni casi specifici) non abbiano influenza sui sistemi di protezione antifurto del veicolo.

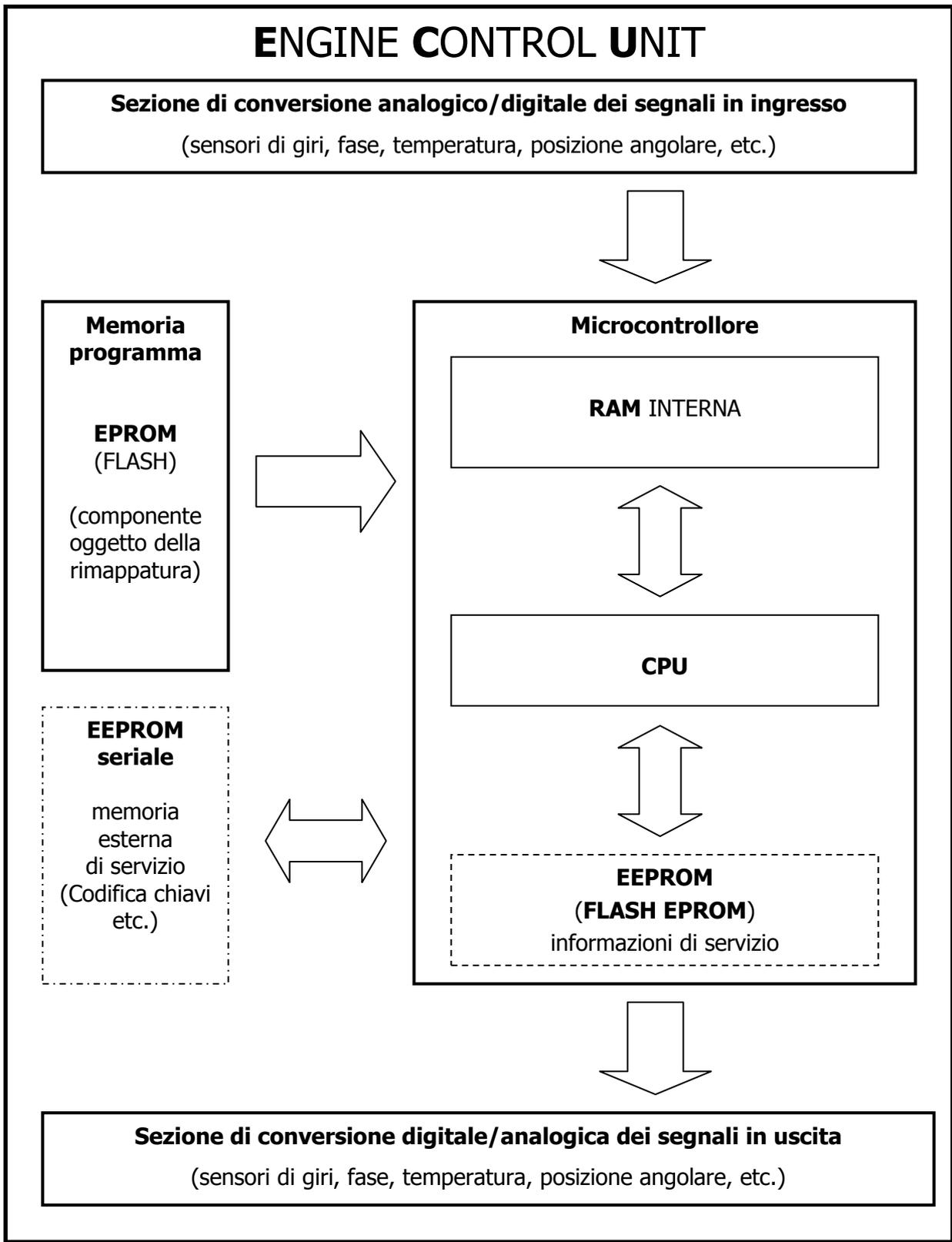


Figura 3

Un caso reale di notevole interesse è quello delle nuove centraline di gestione motori diesel EURO3/EURO4 Bosch EDC16. In tali sistemi (ad es. Alfa Romeo 147 Multijet JTD) il cuore del sistema di calcolo è un microcontrollore Motorola MPC555 che integra al suo interno una memoria EPROM FLASH, mentre sulla scheda madre è alloggiata una memoria EEPROM da 16kbit 95160 ed una memoria programma FLASH da 8Mbit 29BL802.

ECU BOSCH EDC16
MICROCONTROLLORE MPC 555/556
FLASH EPROM INTERNA AL MICRO 555
MEMORIA PROGRAMMA ESTERNA DI TIPO FLASH-EPROM: 29BL802C
MEMORIA EEPROM SERIALE ESTERNA 95160 CONTENENTE DATI DI CODIFICA etc.

Figura 4

Tutti i nuovi sistemi Bosch EDC16 che equipaggeranno i veicoli nei prossimi anni avranno una architettura riconducibile a quella sopra riportata in figura 4.

3.1.3. Architettura di una memoria digitale parallela

E' ora necessario procedere all'analisi della struttura e delle modalità di immagazzinamento delle informazioni all'interno di una memoria digitale.

Bisogna anzitutto definire quella che è l'unità fondamentale di memoria utilizzata oggi nei calcolatori:

Binary DigiT (letteralmente "cifra binaria") o BIT

Il BIT può assumere solo due valori → 0 oppure 1

Questa definizione è adeguata al mondo dei calcolatori, dove è sempre possibile ricondurre gli stati logici (0 e 1) a degli analoghi elettrici:

- Acceso – Spento
- Presenza – Assenza di carica elettrica
- Presenza – Assenza di una tensione prefissata.

Ogni memoria digitale può essere rappresentata, dal punto di vista logico, come una sequenza lunghissima di locazioni di memoria costituite da gruppi di 8/16/32 bit ciascuna: ogni locazione di memoria è individuata da un proprio indirizzo che permetterà al microprocessore di andare a leggere l'informazione contenuta in essa. In figura 4 viene riportata una rappresentazione esplicativa dello schema logico di una memoria 8 bit. In tale figura vengono inoltre utilizzati schemi e simboli dell'aritmetica binaria ed esadecimale che saranno oggetto della trattazione delle prossime pagine.

ESEMPIO DI MEMORIA CON PARALLELISMO INTERNO 8 BIT

INDIRIZZO	Bit della locazione							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0000h	0	0	1	1	0	1	0	0
0001h	1	1	1	1	1	1	0	0
0002h	1	1	0	0	0	0	0	1
0003h	1	1	0	0	0	0	0	1
0004h	1	0	0	1	0	0	0	1
0005h	1	1	0	0	0	0	0	0
0006h	1	1	0	0	0	0	0	0
0007h	0	1	0	0	1	0	0	1
0008h	1	1	0	0	0	0	0	1
0009h	0	1	0	0	0	1	0	0
000Ah	1	1	0	0	0	0	0	1
000Bh	1	1	0	0	0	0	0	1
000Ch	0	1	0	0	0	0	0	1
000Dh	1	1	0	0	1	0	1	1
000Eh	0	1	0	0	0	0	0	1
000Fh	1	1	0	0	1	0	1	0
0010h	1	1	0	0	0	0	0	1
.....
.....
.....
7FFFh	0	0	1	1	0	1	0	0
7FFFh	1	1	1	1	1	1	0	0
7FFFh	1	1	0	0	0	0	0	1
7FFFh	1	0	1	0	0	1	0	0
7FFFh	1	1	1	1	1	1	1	1
7FFFh	1	1	1	0	0	0	0	1
7FFFh	0	0	0	0	0	0	0	0
7FFFh	0	1	1	0	0	0	0	0
7FFFh	0	1	0	0	0	0	0	0
7FFFh	0	1	1	0	0	0	0	0
7FFFh	0	1	1	1	1	1	1	0
7FFFh	0	1	1	0	0	1	1	0
7FFFh	0	1	1	0	1	0	0	1

Figura 5

Come si può notare, la figura rappresenta una memoria in cui la singola cella contenente l'informazione elementare (BIT) è organizzata in blocchi da 8 bit ciascuno. In questo caso si dice che "il parallelismo della memoria è 8 BIT". Si può quindi immaginare, con un paragone un po' forzato ma efficace, una memoria digitale come un sequenza di case tutte uguali contrassegnate da un numero civico. Ogni casa è perfettamente identica alle altre nella stessa via e dispone come le altre solo 8/16/32 vani. La numerazione delle stanze è sempre identica e va dall'identificativo "0" al "7". Le due prossime figure illustrano invece il caso reale di una memoria EPROM 27C512 con le sue caratteristiche base e l'allocazione dei suoi terminali ("pin").



512 Kbit (64Kb x8) UV EPROM and OTP EPROM

- 5V ± 10% SUPPLY VOLTAGE in READ OPERATION
- FAST ACCESS TIME: 45ns
- LOW POWER "CMOS" CONSUMPTION:
 - Active Current 30mA
 - Standby Current 100µA
- PROGRAMMING VOLTAGE: 12.75V ± 0.25V
- PROGRAMMING TIMES of AROUND 6sec. (PRESTO IIB ALGORITHM)
- ELECTRONIC SIGNATURE
 - Manufacturer Code: 20h
 - Device Code: 3Dh

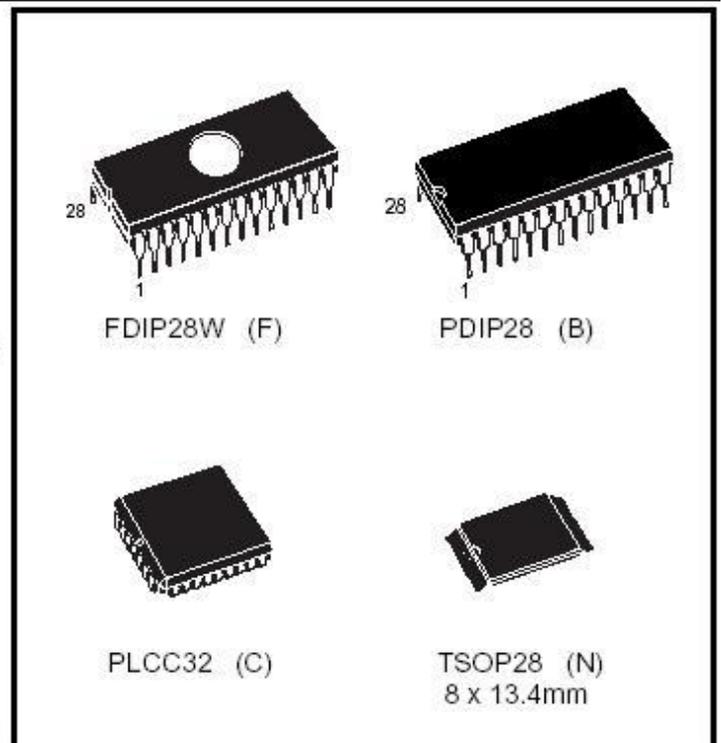


Figura 6

L'immagine sopra riportata è tratta dalla pagina iniziale del foglio tecnico ("datasheet") della memoria EPROM 27C512 nella versione prodotta dalla italiana "ST Microelectronics". Come è possibile notare la capacità totale del componente è di 512kbit: i costruttori riportano sulle specifiche tecniche il numero totale di singole celle di memoria disponibili (512) e poi la loro organizzazione interna (64x8).

La stessa figura evidenzia inoltre anche i cosiddetti "package" disponibili: a seconda delle applicazioni sono disponibili formati "pin-in-hole", in cui i pin del componente vengono saldati su schede in cui la saldatura avviene sulla parte inferiore della scheda (FDIP28 e PDIP28), oppure "SMD" (Surface Mounting Device) in cui il componente viene piazzato sulla scheda e saldato ad aria calda (i pin sono pre-stagnati nei formati PLCC32 e TSOP28).

Nelle figure 6 e 7 sono invece rappresentati lo schema di collegamento dei pin della 27C512 nei formati DIP28 e PLCC28 pin. È infine da notare che questa allocazione sia univoca per tutte le memorie con questa sigla, indipendentemente dal costruttore: a differenza del settore automobilistico, in quello elettronico i costruttori devono conformarsi a degli standard pubblici ed univoci dettati da appositi organismi di standardizzazione. In tal modo l'utente può concentrare il suo sforzo di progettazione solamente sulle caratteristiche tecniche del dispositivo e non sui vincoli imposti dal costruttore dei dispositivi stessi.

M27C512

DIP Pin Connections

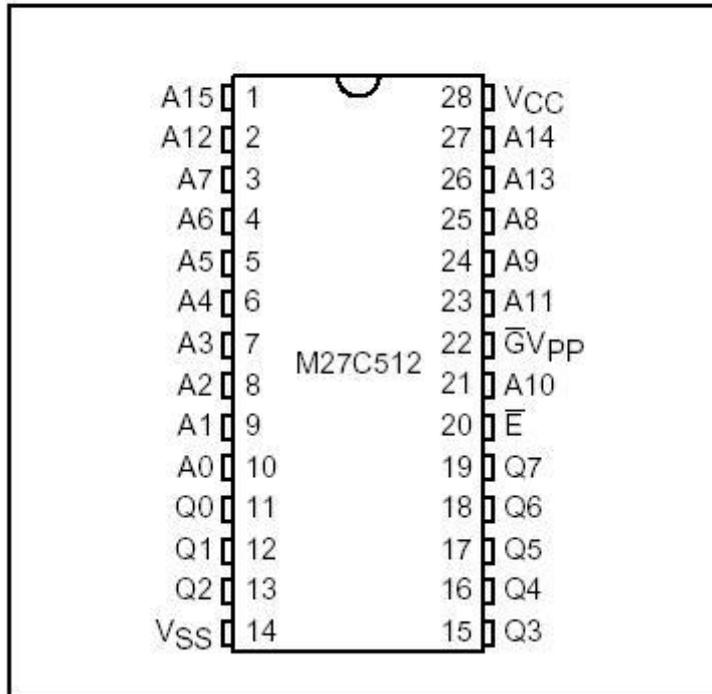
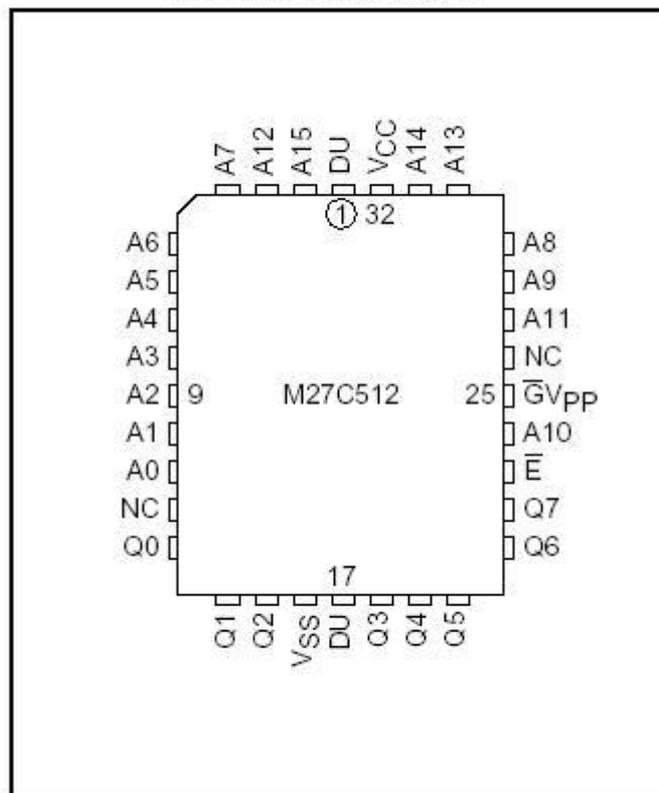


Figura 7

LCC Pin Connections



Warning: NC = Not Connected, DU = Don't Use

Figura 8

ESEMPIO DI MEMORIA CON PARALLELISMO INTERNO 16 BIT

INDIRIZZO EPROM	Bit della locazione															
	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	HHH								LLL							
00000h	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
00001h	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
00002h	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
00003h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
00004h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00005h	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00006h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00007h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
00008h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
.....																
.....																
.....																
.....																
1FFF2h	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFF3h	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFF4h	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1FFF5h	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1FFF6h	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFF7h	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFF8h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1FFF9h	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFFAh	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFFBh	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFFC h	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
1FFFDh	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1FFFEh	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1FFFFh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 9

Nella figura 9 è stato invece rappresentato lo schema di massima di una memoria 16 BIT: in questo caso il livello di complessità è leggermente maggiore e risulta necessario fare alcune considerazioni e dare alcuni elementi esplicativi al lettore:

Per questo tipo oggetti è necessario utilizzare una aritmetica differente da quella correntemente in uso, basata sulle potenze del numero 10. Tale aritmetica è quella cosiddetta binaria e ci permette di operare su numeri le cui cifre possono essere solo 0 oppure 1.

Gli indirizzi delle memorie sono riportati in un formato che è a metà strada fra quello decimale (utilizzato dagli esseri umani) e quello binario (utilizzato dai calcolatori). Il simbolo "h" sta ad indicare l'utilizzo per la numerazione di questo particolare sistema. Nei paragrafi seguenti verranno dati elementi utili alla loro comprensione.

Una memoria a 16 bit può essere vista come il parallelo fra due memorie ad 8 bit: questa considerazione di base è stata sfruttata su molte centraline gestione motore prodotte alla fine degli anni '90: in tal modo il microprocessore "ragionava" a 16bit, ma sulla scheda madre della ECU erano installate due memorie EPROM da 8 bit in parallelo fra loro.

Una memoria 16 bit ha una capacità molto maggiore di una omologa ad 8 bit. Alla fine dei prossimi paragrafi si vedrà come il massimo numero memorizzabile in una locazione da 8 bit sia 255, mentre quello memorizzabile in una da 16 bit sia 65535. Questo fa capire come l'evoluzione della gestione motore abbia portato anche al passaggio da sistemi ad 8 bit ai più accurati sistemi a 16bit.

3.2. Elementi di aritmetica binaria ed esadecimale

Un calcolatore digitale è quindi basato su di una logica di tipo binario, fortemente differente dal sistema decimale a cui siamo correntemente abituati: è necessario fare alcuni cenni relativi al sistema di numerazione binaria ed al sistema esadecimale: questo ultimo unisce le caratteristiche di un sistema adatto ai calcolatori digitali con quelle di leggibilità e facilità di utilizzo del familiare sistema decimale.

3.2.1. Il sistema di numerazione binaria.

Analizzando la struttura di un numero decimale, si vede come il numero in realtà è il risultato di operazione aritmetica di somma fra ogni cifra moltiplicata per la cosiddetta base del sistema elevata a potenze crescenti. L' esempio seguente chiarisce meglio il concetto:

Sistema decimale

$(10)_{10}$ può essere interpretato come $\rightarrow 1 \text{ decina} + 0 \text{ unità}$

$(15)_{10}$ può essere interpretato come $\rightarrow 1 \text{ decina} + 5 \text{ unità}$

es. il numero 1245 lo si può leggere come $\rightarrow 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$

Applicando lo stesso metodo è possibile cambiare la "base" del sistema di numerazione dal numero 10 al numero 2: in tal modo i numeri possibili saranno solo "0" ed "1", ed i numeri vanno interpretati come nell'esempio sotto riportato.

Sistema binario

$(0)_2$ nel sistema binario = 0

$(1)_2$ nel sistema binario = 1

$(10)_2 = 1 \text{ coppia} + 0 \text{ unità} = (2)_{10} = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$

$(11)_2 = 1 \text{ coppia} + 1 \text{ unità} = 3 \text{ nel sistema decimale}$

Cioè il numero $(11)_2$ va letto come $\rightarrow 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

Al fine di facilitare la comprensione dell'aritmetica binaria è utile fare riferimento alla progressione esponenziale di 2:

$2^0 \rightarrow 1$

$2^1 \rightarrow 2$

$2^2 \rightarrow 4$

$2^3 \rightarrow 8$

$2^4 \rightarrow 16$

$2^5 \rightarrow 32$

$2^6 \rightarrow 64$

$2^7 \rightarrow 128$

$2^8 \rightarrow 256$

$2^9 \rightarrow 512$

$2^{10} \rightarrow 1024$

$2^{11} \rightarrow 2048$

$2^{12} \rightarrow 4096$

$2^{13} \rightarrow 8192$

$2^{14} \rightarrow 16384$

$2^{15} \rightarrow 32768$

$2^{16} \rightarrow 65536$

La tabella in figura 10 riporta la rappresentazione binaria di tutti i numeri decimali da 0 fino a 127.

Decimale Binario	Decimale Binario	Decimale Binario	Decimale Binario
000 00000000	032 00100000	064 01000000	096 01100000
001 00000001	033 00100001	065 01000001	097 01100001
002 00000010	034 00100010	066 01000010	098 01100010
003 00000011	035 00100011	067 01000011	099 01100011
004 00000100	036 00100100	068 01000100	100 01100100
005 00000101	037 00100101	069 01000101	101 01100101
006 00000110	038 00100110	070 01000110	102 01100110
007 00000111	039 00100111	071 01000111	103 01100111
008 00001000	040 00101000	072 01001000	104 01101000
009 00001001	041 00101001	073 01001001	105 01101001
010 00001010	042 00101010	074 01001010	106 01101010
011 00001011	043 00101011	075 01001011	107 01101011
012 00001100	044 00101100	076 01001100	108 01101100
013 00001101	045 00101101	077 01001101	109 01101101
014 00001110	046 00101110	078 01001110	110 01101110
015 00001111	047 00101111	079 01001111	111 01101111
016 00010000	048 00110000	080 01010000	112 01110000
017 00010001	049 00110001	081 01010001	113 01110001
018 00010010	050 00110010	082 01010010	114 01110010
019 00010011	051 00110011	083 01010011	115 01110011
020 00010100	052 00110100	084 01010100	116 01110100
021 00010101	053 00110101	085 01010101	117 01110101
022 00010110	054 00110110	086 01010110	118 01110110
023 00010111	055 00110111	087 01011111	119 01110111
024 00011000	056 00111000	088 01011000	120 01111000
025 00011001	057 00111001	089 01011001	121 01111001
026 00011010	058 00111010	090 01011010	122 01111010
027 00011011	059 00111011	091 01011011	123 01111011
028 00011100	060 00111100	092 01011100	124 01111100
029 00011101	061 00111101	093 01011101	125 01111101
030 00011110	062 00111110	094 01011110	126 01111110
031 00011111	063 00111111	095 01011111	127 01111111

Figura 10

3.2.2. Multipli nel sistema binario

Così come per il sistema decimale anche quello binario ha un sistema di multipli: negli ultimi anni essi sono entrati nel linguaggio comune, in conseguenza della enorme diffusione dei calcolatori per uso domestico e da ufficio.

Numero binario	Equivalente multiplo binario
8 BIT	1 BYTE
16 BIT	2 BYTE = 1 WORD
32 BIT	4 BYTE = 2 WORD=1DWORD
1 KBIT = 1024 BIT = 2^{10} BIT	128 BYTE
8 KBIT	1 KBYTE
32 KBIT	4 KBYTE
64 KBIT	8 KBYTE
128 KBIT	16 KBYTE
256 KBIT	32 KBYTE
512 KBIT	64 KBYTE
1 MBIT = 1024 KBIT	128 KBYTE
2 MBIT = 2048 KBIT	256 KBYTE
4 MBIT = 4096 KBIT	512 KBYTE
8 MBIT = 8192 KBIT	1 MBYTE

Figura 11

La tabella sopra riportata permette anche di identificare facilmente la EPROM idonea alla memorizzazione di un file: infatti, mentre le dimensioni delle memorie sono riportate in multipli dell'unità base bit, le dimensioni di un file vengono sempre riportate in byte e loro multipli. Vediamo alcuni esempi pratici riferiti ad EPROM utilizzate in passato su centraline gestione motore:

denominazione EPROM	Capacità EPROM	Dimensione del file memorizzabile
27C32	32 Kbit	4 Kbyte
27C64	64 Kbit	8 Kbyte
27C128	128 Kbit	16 Kbyte
27C256	256 Kbit	32 Kbyte
27C512	512 Kbit	64 Kbyte
27C010	1024Kbit → 1Mbit	128 Kbyte
27C020	2048Kbit → 2Mbit	256 Kbyte

Figura 12

Si noti come che anche in questo sistema di numerazione esiste il "k" che non vuol dire "mille" ma "1024". Queste note chiarificano come nella comune elencazione delle caratteristiche tecniche di un computer domestico si descrivano sempre le caratteristiche della sua memoria RAM utilizzando potenze di 2: es. 256Mbyte, 512Mbyte ecc...

3.2.3. Il sistema esadecimale e le conversioni da binario ad esadecimale.

È evidente come sia necessario introdurre un sistema di più semplice utilizzo e comprensione. L'idea di fondo del sistema esadecimale è quella di espandere il nostro sistema decimale al primo numero maggiore di 10 multiplo di 2: di conseguenza si può mettere a punto una numerazione ed una conseguente aritmetica basata sul numero 16. Per espandere i simboli del sistema esadecimale si fa ricorso alle prime sei lettere dell'alfabeto latino, di solito scritte in maiuscolo. Inoltre, al fine di semplificare il riconoscimento di un numero come appartenente al sistema esadecimale, si pospone al numero stesso la lettera "h" scritta in carattere minuscolo. La tabella seguente rappresenta in maniera chiara le equivalenze fra i tre sistemi di numerazione.

TABELLA COMPARATIVA DELLE RAPPRESENTAZIONI IN BASE 10, 2 E 16

DECIMALE	BINARIO	ESADECIMALE
0	0000 0000	0
1	0000 0001	1
2	0000 0010	2
3	0000 0011	3
4	0000 0100	4
5	0000 0101	5
6	0000 0110	6
7	0000 0111	7
8	0000 1000	8
9	0000 1001	9
10	0000 1010	A
11	0000 1011	B
12	0000 1100	C
13	0000 1101	D
14	0000 1110	E
15	0000 1111	F
16	0001 0000	10
255	1111 1111	FF
65535	1111 1111 1111 1111	FFFF
8404	0010 0000 1101 0100	20D4

Figura 13

L'esame della tabella mette subito in evidenza alcune considerazioni immediate:

ogni cifra esadecimale corrisponde a 4 cifre binarie

nelle centraline gestione motore con microprocessore ad architettura 8 bit le "mappe" che incontreremo riporteranno tutte valori compresi nell'intervallo 0 → 255

nelle centraline gestione motore con microprocessore ad architettura 16 bit le "mappe" che incontreremo potranno assumere valori compresi nell'intervallo 0 → 255 oppure in quello 0 → 65535 (in dipendenza dei parametri di funzionamento che il progettista ha deciso di rappresentare con tale "mappa")

il massimo numero decimale rappresentabile con 1 byte è:

$$255 = (11111111)_2 = (FF)_{\text{HEX}}$$

il massimo numero decimale rappresentabile con 1 word è:

$$65535 = (1111111111111111)_2 = (FFFF)_{\text{HEX}}$$

3.2.4. Codifica ASCII

Come abbiamo appena visto, le memorie digitali dei calcolatori sono in grado di memorizzare solo sequenze di numeri compresi fra 0 e 255 per memorie 8 bit oppure fra 0 e 65535 per memorie con parallelismo 16 bit. È quindi necessario assegnare, secondo uno standard riconosciuto a livello internazionale, ad alcuni numeri la possibilità di essere interpretati come caratteri alfanumerici (lettere dell'alfabeto e simboli). La tabella standard universalmente adottata è la cosiddetta "tabella dei codici ASCII". L'acronimo ASCII riassume la sigla "American Standard Code for Information Interchange".

La tabella ASCII è quindi un codice convenzionale usato per la rappresentazione dei caratteri di testo attraverso i byte: ad ogni byte viene fatto corrispondere un diverso carattere della tastiera (lettere, numeri, segni). Nella tabella ASCII standard si trovano le cifre numeriche, le lettere maiuscole e minuscole (maiuscole e minuscole hanno codici ASCII differenti) la punteggiatura, i simboli aritmetici e altri simboli (\$, &, %, @, #, ecc.). Essendo stata concepita in America, la tabella ASCII standard non comprende le lettere accentate (sconosciute all'ortografia inglese). I primi 32 byte della tabella standard sono inoltre riservati per segnali di controllo e funzioni varie. In sostanza i numeri compresi fra 0 e 255 possono essere interpretati, a seconda del programma che si sta eseguendo, come caratteri di testo secondo la tabella sotto riportata:

TABELLA ASCII STANDARD

Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char
00000000	0	Null	00100000	32	Spc	01000000	64	@	01100000	96	`
00000001	1	Start of heading	00100001	33	!	01000001	65	A	01100001	97	a
00000010	2	Start of text	00100010	34	"	01000010	66	B	01100010	98	b
00000011	3	End of text	00100011	35	#	01000011	67	C	01100011	99	c
00000100	4	End of transmit	00100100	36	\$	01000100	68	D	01100100	100	d
00000101	5	Enquiry	00100101	37	%	01000101	69	E	01100101	101	e
00000110	6	Acknowledge	00100110	38	&	01000110	70	F	01100110	102	f
00000111	7	Audible bell	00100111	39	'	01000111	71	G	01100111	103	g
00001000	8	Backspace	00101000	40	(	01001000	72	H	01101000	104	h
00001001	9	Horizontal tab	00101001	41	)	01001001	73	I	01101001	105	i
00001010	10	Line feed	00101010	42	*	01001010	74	J	01101010	106	j
00001011	11	Vertical tab	00101011	43	+	01001011	75	K	01101011	107	k
00001100	12	Form Feed	00101100	44	,	01001100	76	L	01101100	108	l
00001101	13	Carriage return	00101101	45	-	01001101	77	M	01101101	109	m
00001110	14	Shift out	00101110	46	.	01001110	78	N	01101110	110	n
00001111	15	Shift in	00101111	47	/	01001111	79	O	01101111	111	o
00010000	16	Data link escape	00110000	48	0	01010000	80	P	01110000	112	p
00010001	17	Device control 1	00110001	49	1	01010001	81	Q	01110001	113	q
00010010	18	Device control 2	00110010	50	2	01010010	82	R	01110010	114	r
00010011	19	Device control 3	00110011	51	3	01010011	83	S	01110011	115	s
00010100	20	Device control 4	00110100	52	4	01010100	84	T	01110100	116	t
00010101	21	Neg. acknowledge	00110101	53	5	01010101	85	U	01110101	117	u
00010110	22	Synchronous idle	00110110	54	6	01010110	86	V	01110110	118	v
00010111	23	End trans. block	00110111	55	7	01010111	87	W	01110111	119	w
00011000	24	Cancel	00111000	56	8	01011000	88	X	01111000	120	x
00011001	25	End of medium	00111001	57	9	01011001	89	Y	01111001	121	y
00011010	26	Substitution	00111010	58	:	01011010	90	Z	01111010	122	z
00011011	27	Escape	00111011	59	;	01011011	91	[	01111011	123	{
00011100	28	File separator	00111100	60	<	01011100	92	\	01111100	124	|
00011101	29	Group separator	00111101	61	=	01011101	93	]	01111101	125	}
00011110	30	Record Separator	00111110	62	>	01011110	94	^	01111110	126	~
00011111	31	Unit separator	00111111	63	?	01011111	95	_	01111111	127	Del

Figura 14

In realtà lo standard ASCII copre solo i primi 128 byte (da 00000000 a 01111111), i successivi byte fino al 256° costituiscono la tabella ASCII estesa che presenta varie versioni a carattere nazionale. La tabella ASCII estesa riportata di seguito è quella usata da Windows98 italiano.

TABELLA ASCII ESTESA (ITALIANO)

Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char
10000000	128	Ç	10100000	160	á	11000000	192	+	11100000	224	Ó
10000001	129	ü	10100001	161	í	11000001	193	-	11100001	225	Ô
10000010	130	é	10100010	162	ó	11000010	194	-	11100010	226	Õ
10000011	131	â	10100011	163	ú	11000011	195	+	11100011	227	Ö
10000100	132	ä	10100100	164	ñ	11000100	196	-	11100100	228	ö
10000101	133	à	10100101	165	Ñ	11000101	197	+	11100101	229	Ö
10000110	134	â	10100110	166	ª	11000110	198	ä	11100110	230	µ
10000111	135	ç	10100111	167	•	11000111	199	Ä	11100111	231	þ
10001000	136	ê	10101000	168	¿	11001000	200	+	11101000	232	ð
10001001	137	ë	10101001	169	@	11001001	201	+	11101001	233	ú
10001010	138	è	10101010	170	¬	11001010	202	-	11101010	234	û
10001011	139	ï	10101011	171	½	11001011	203	-	11101011	235	ü
10001100	140	î	10101100	172	¼	11001100	204	-	11101100	236	ý
10001101	141	í	10101101	173	í	11001101	205	-	11101101	237	ÿ
10001110	142	Ä	10101110	174	«	11001110	206	+	11101110	238	-
10001111	143	Å	10101111	175	»	11001111	207	ø	11101111	239	-
10010000	144	É	10110000	176	-	11010000	208	ø	11110000	240	-
10010001	145	æ	10110001	177	-	11010001	209	Ð	11110001	241	±
10010010	146	Æ	10110010	178	-	11010010	210	Ê	11110010	242	-
10010011	147	ô	10110011	179	-	11010011	211	Ë	11110011	243	¼
10010100	148	ö	10110100	180	-	11010100	212	È	11110100	244	¶
10010101	149	ò	10110101	181	-	11010101	213	É	11110101	245	§
10010110	150	û	10110110	182	-	11010110	214	Í	11110110	246	÷
10010111	151	ù	10110111	183	-	11010111	215	Î	11110111	247	-
10011000	152	ÿ	10111000	184	©	11011000	216	Ï	11111000	248	°
10011001	153	Ö	10111001	185	-	11011001	217	+	11111001	249	"
10011010	154	Ü	10111010	186	-	11011010	218	+	11111010	250	.
10011011	155	ß	10111011	187	+	11011011	219	-	11111011	251	1
10011100	156	£	10111100	188	+	11011100	220	-	11111100	252	3
10011101	157	Ø	10111101	189	¢	11011101	221	-	11111101	253	2
10011110	158	×	10111110	190	¥	11011110	222	Ì	11111110	254	-
10011111	159	f	10111111	191	+	11011111	223	-	11111111	255	-

Figura 15

Già la versione inglese di Windows usa tabella diversa. I caratteri si ottengono tenendo premuto il tasto Alt e digitando col tastierino numerico il codice decimale corrispondente (se il tastierino numerico non fosse attivo, premere il tasto Bloc Num per attivarlo). Questo tipo di codifica è anche utilizzata anche dai programmi di elaborazione elettronica centraline per analizzare il contenuto di una EPROM ed individuare gli identificativi della centralina stessa (es. numero di ECU, numero di telaio, tipologia di sistema di iniezione, aggiornamento software ecc..)

Si può quindi dire che, a seconda del tipo di programma che il microprocessore sta eseguendo, lo stesso dato (es. indirizzo 251h, valore 4Eh) può assumere tre significati diversi:

- 4E_{HEX} è una istruzione per il microprocessore
- 4E_{HEX} può essere un numero (esattamente il numero 78)
- 4E_{HEX} può essere un simbolo (la lettera "N" in codifica ASCII)

3.2.5. Rappresentazione in 7F

Un ultimo elemento di teoria del sistema binario a cui è necessario fare cenno è quello della cosiddetta rappresentazione in "7F". Tale modalità è nata per rappresentare all'interno di una memoria digitale numeri che potevano assumere sia segno positivo che negativo. Nella gestione elettronica dei motori questa esigenza è molto forte allorché si vuole rappresentare l'anticipo di accensione di un motore a ciclo Otto oppure l'anticipo di iniezione di un motore Diesel.

Tale tecnica è applicabile sia memorie ad 8 bit che a memorie 16bit; vediamo alcuni esempi riassuntivi:

Se il numero a 8 bit è inferiore a 128 il numero è quello che si legge normalmente

- o es. il numero 121 → è ancora rappresentato come 121

Se il numero a 8 bit è superiore a 128 il numero che si legge è pari al numero stesso meno 128

- o es. il numero 195 diventa in "7F" → 67

Se la cifra 16 bit è inferiore a 32768 il numero è quello che si legge normalmente

- o es. il numero 121 → è ancora rappresentato come 121

Se la cifra 16 bit è superiore a 32768 il numero che si legge è pari al numero stesso meno 32768

- o es. il numero 32968 diventa in "7F" → 200

3.2.6. Dai livelli logici ai livelli elettrici

In questo paragrafo accenniamo invece come avvenga la memorizzazione delle informazioni dal punto di vista elettrico. Consideriamo il caso di una memoria EPROM 27C256: questo tipo di memoria è caratterizzato da un parallelismo interno a 8 bit e da una tensione di funzionamento di 5V.

Supponiamo che il microprocessore voglia accedere all'indirizzo esadecimale $(10F)_h$: esso metterà sulle linee di indirizzo della nostra EPROM 27C256 il numero $(10F)_h$ in formato binario cioè troveremo sulle linee A0-A14 la seguente combinazione:

Tenendo presente che $(10F)_{HEX} = (0001\ 0000\ 1111)_2 = (271)_{10}$

Linea	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Numero	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Livello elettrico (Volt)	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	5	5	5

Figura 16

Supponendo quindi che nella EPROM all'indirizzo $(10F)_{HEX}$ ci sia il numero 121 allora, sapendo che $(121)_{10} = (01111001)_2$, sulle linee dati che collegano il microprocessore con la EPROM troveremo la seguente combinazione:

Linea	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
Numero	0	1	1	1	1	0	0	1
Livello elettrico (Volt)	0	5	5	5	5	0	0	5

Figura 17

È da notare come in una EPROM il numero di linee (pin) di indirizzo sia variabile e dipenda dalle dimensioni della EPROM stessa, mentre le linee dati dipendono solo dal parallelismo della memoria in esame: di conseguenza una memoria 8 bit avrà sempre e solo 8 linee dati (convenzionalmente da Q0 a Q7), mentre una memoria 16 bit avrà parimenti 16 pin dati (convenzionalmente da Q0 a Q15). È ancora da notare come, per convenzione, nel mondo dell'elettronica digitale il primo numero di una sequenza non sia mai "1" ma sempre "0".

3.3. Memorie volatili e non volatili: EPROM, EEPROM, FLASH-EPROM

L'evoluzione dei sistemi di gestione motore è ovviamente legata a quella dei componenti elettronici utilizzati per le centraline ECU. Si è così passati dalle vecchie memorie UV-EPROM da 64Kbit dei primissimi sistemi Bosch Motronic dei primi anni '80 alle ultime memorie FLASH-EPROM 8Mbit riprogrammabile direttamente on-board.

La tabella seguente offre una piccola panoramica delle memorie EPROM più utilizzate nel settore automobilistico a partire dagli anni '90 ad oggi. Nei prossimi sottoparagrafi si entrerà nella descrizione specifica di tali componenti.

TABELLA ESEMPLIFICATIVA DI MEMORIE PER SISTEMI GESTIONE MOTORE

ECU	AUTO	EPROM	PARALLELISMO EPROM	PARALLELISMO BUS DATI	PARALLELISMO MICROPROCESSORE
IAW 8F	PUNTO75	27C512	8 BIT	8 BIT	8 BIT
Bosch MSA11	BMW 525TDS	27C010	8 BIT	8 BIT	16 BIT
Bosch EDC15V	PASSAT 110CV	27C010 x2	8 BIT	16BIT	16BIT
Bosch EDC15C	BRAVO 105JTD	29F400	16BIT	16BIT	16BIT
Bosch ME7. 4	AUDI S3	29F800	16BIT	16BIT	8/16BIT
Bosch EDC16C8	ALFA 147	29BL802	16BIT	16BIT	16BIT

Figura 18

3.3.1. Nomenclatura commerciale.

TIPOLOGIE DI MEMORIE NON VOLATILI ROM

EPROM: Electrically Programmable Read Only Memory

Codifica EPROM: es. M27C256B

- M → codifica del costruttore (st microelectronics)
- 27 → eprom 8 bit 12vpp, 5volt in lettura
- C → memoria CMOS a basso consumo
- 256 → capacità in kbit, es. 256kbit
- B → caratteristiche secondarie (non interessa)

Eprom "speciali"

Codifica eprom: es. M87c257

E' una memoria utilizzata per centraline a basso costo che incorpora al suo interno della elettronica supplementare (address latches) utile a minimizzare i costi della centralina gestione motore stessa. Sono memorie utilizzate per i sistemi monomotronic ed i primi MSA11 BMW.

- M → codifica del costruttore (ST Microelectronics)
- 87 → eprom 8 bit 12vpp, 5volt in lettura, "latchata"
- C → memoria CMOS a basso consumo
- 257 → capacità 256 Kbit

EEPROM: Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory

Codifica EEPROM: es. M24c04

- M → codifica del costruttore (ST Microelectronics)
- 24 → EEPROM seriale
- C → memoria CMOS a basso consumo
- 04 → capacità in kbit, es. 4kbit

Caratteristica: sono memorie dotate di capacità ridotte ma con alta flessibilità. Vengono usate ad es. Per la memorizzazione del codice antiavviamento o dei dati di autoadattatività.
Nota: le EEPROM vengono anche chiamate e2prom o e²prom

Codifica EEPROM: ES. M28C64

- M → CODIFICA DEL COSTRUTTORE (ST Microelectronics)
- 28 → EEPROM parallela 8 BIT
- C → memoria CMOS a basso consumo
- 64 → capacità in kbit, es. 64kbit

CODIFICA EEPROM: ES. M28HC256

- M → CODIFICA DEL COSTRUTTORE (ST MICROELECTRONICS)
- 28 → EEPROM PARALLELA 8 BIT
- H → HIGH SPEED (ALTA VELOCITA')
- C → MEMORIA CMOS A BASSO CONSUMO
- 256 → CAPACITA' IN KBIT, es. 256KBIT

Caratteristica: sono memorie dotate di capacità ridotte, alta flessibilità che hanno trovato utilizzo alla fine degli anni 90 su veicoli industriali (es. IVECO Eurostar 380, 470; Volvo FH12 420, Scania 460 etc.)

3.3.2. Codifiche dei costruttori

- M → ST MICROELECTRONICS
- AM → AMD Advanced Micro Devices
- TMS → Texas Instruments
- AT → ATMEL
- CAT → CATALYST
- MBM → FUJITSU
- MX → MACRONIX

3.3.3. Principali tipologie di package per memorie non volatili

package DIL/DIP → Dual In-Line Package

- Es. DIL28 / DIL32

package PLCC → Plastic Leaded Chip Carrier (package a montaggio superficiale con pin già prestagnati, per saldatura ad aria calda)

- Es. PLCC32

package PSOP → Plastic Small Outline Package (package a montaggio superficiale con pin già prestagnati, per saldatura ad aria calda)

- Es. PSOP44

package SSOP → S Small Outline Package (package a montaggio superficiale con pin già prestagnati, per saldatura ad aria calda)

- Es. SSOP56

3.3.4. Sommario ed esempi esplicativi

EPROM (NON CANCELLABILI)

27c128 128Kbit DIL 28 → Lancia Delta Integrale prima serie

27c256 256Kbit DIL 28 → BMW E36 prime serie; 318tds prime serie

27c512 512Kbit DIL 28 → Fiat Punto 55/75...

27c512 512Kbit PLCC32 → AR 145 TS 1.4, 1.6

27c010 1 Mbit DIL 32 → BMW 325/525TDS (32pin DIL)

27c010 1 Mbit PLCC32 → VAG 90/110CV TDI

27c020 2 Mbit PLCC32 → Mercedes E/C 250D aspirato e turbo

E' POSSIBILE SOSTITUIRE AD UNA 27C128DIL UNA 27C256DIL

E' POSSIBILE SOSTITUIRE AD UNA 27C256DIL UNA 27C512DIL

E' POSSIBILE SOSTITUIRE AD UNA 27C010PLCC UNA 27C020PLCC

Indirizzi	Dati
0 1 2	Dati della memoria di dimensione inferiore (metà o sottomultipli)
	Dati della memoria di dimensione inferiore (metà o sottomultipli)

3.3.5. Evoluzione delle memorie non volatili

FLASH-EPROM O FLASH-EEPROM

Sono memorie a grande capacità, alta velocità cancellabili a blocchi. Sono alla base di tutti i moderni sistemi di gestione motore riprogrammabili attraverso presa seriale. Esistono due grandi tipologie di memoria FLASH: quelle riprogrammabili a 12Volt e quelle a 5Volt.

CODIFICA EPROM: ES. AM28F010 (può sostituire la 27C010)

AM → CODIFICA DEL COSTRUTTORE (AMD)
 28 → EEPROM 12VPP, 5VOLT IN LETTURA
 F → MEMORIA FLASH
 010 → CAPACITA' IN MBIT, es. 1MBIT (8 BIT DI PARALLELISMO)

CODIFICA EPROM: ES. AM29F010 (può sostituire la 27C010)

AM → CODIFICA DEL COSTRUTTORE (AMD)
 29 → EEPROM 5VPP, 5VOLT IN LETTURA
 F → MEMORIA FLASH
 010 → CAPACITA' IN MBIT, es. 1MBIT (8 BIT DI PARALLELISMO)

CODIFICA EPROM: ES. AM29F400BT

AM → CODIFICA DEL COSTRUTTORE (AMD)
 29 → EEPROM 5VPP, 5VOLT IN LETTURA
 F → MEMORIA FLASH
 400 → CAPACITA' IN MBIT, es. 4MBIT ORGANIZZABILE A 8/16BIT
 BT → CARATTERISTICHE SECONDARIE (NON INTERESSA)

EPROM A 8BIT DI PARALLELISMO

27C64 → 64 KBIT = 64x1024 BIT
 27C128 → 128KBIT
 27C256 → 256KBIT
 27C512 → 512 KBIT
 27C010 → 1 MBIT = 1024 KBIT = 1024x1024 BIT
 27C1001 → 1 MBIT = 1024 KBIT = 1024x1024 BIT
 27C020 → 2 MBIT = 2x1024 KBIT = 2x1024x1024 BIT

28F512	→ 512 KBIT	512kbit a 12Vpp
28F010	→ 1 MBIT	1Mbit a 12Vpp
29F010	→ 1 MBIT	1Mbit a 5Vpp
28F020	→ 2 MBIT	2Mbit a 12Vpp
29F020	→ 2 MBIT	2Mbit a 5Vpp
28F040	→ 4 MBIT	4Mbit a 12Vpp
29F040	→ 4 MBIT	4Mbit a 5Vpp

FLASH-EPROM A 16BIT DI PARALLELISMO

28F200 → 2 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15) 12Vpp
 28F400 → 4 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15) 12Vpp
 28F800 → 8 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15) 12Vpp

29F200 → 2 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15) 5Vpp
 29F400 → 4 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15) 5Vpp
 29F800 → 8 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15) 5Vpp

- è possibile scambiare fra loro le 28F200 con le omologhe 29F200
- è possibile scambiare fra loro le 28F400 con le omologhe 29F400
- è possibile scambiare fra loro le 28F800 con le omologhe 29F800

ELENCO IDENTIFICATIVI INTERNI FLASH-EPROM COMMERCIALI

Tutte le memorie flash (e non solo) hanno al loro interno delle speciali zone di memoria in cui sono memorizzati dei codici standard che le identificano univocamente. Grazie a questo meccanismo i programmatori di eprom sono in grado di riconoscere le varie FLASH e riescono ad applicare i corretti algoritmi di cancellazione e programmazione (tutto ciò è comunque trasparente all'utente)

Produttore	Tipo	DeviceID	dimMb
AMD	29F200BT	0151	2
AMD	29F200BB	0157	2
AMD	29F400BT	0123	4
AMD	29F400BB	01AB	4
AMD	29F800BT	01D6	8
AMD	29F800BB	0158	8
INTEL	28F200BT	8974	2
INTEL	28F200BB	8975	2
INTEL	28F400BT	8970	4
INTEL	28F400BB	8971	4
INTEL	28F800BT	899C	8
INTEL	28F800BB	899D	8
ST	M29F200BT	20D3	2
ST	M29F200BB	20D4	2
ST	M29F400BT	20D5	4
ST	M29F400BB	20D6	4
ST	M29F800AT	20E5	8
ST	M29F800AB	2058	8

FLASH EPROM:

SAREBBE MEGLIO AVERE MEMORIE CHE SI LEGGONO E SCRIVONO SEMPRE A 5VOLT
es. 29F400

29 → EEPROM A 5V PROGRAMM. , 5 VOLT IN LETTURA
F → FLASH
400 → 4MBIT DI CAPACITA'

29F200 → 2 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15)
29F400 → 4 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15)
29F800 → 8 MBIT A 16BIT PARALLELISMO (Q0→Q15)

29F200 → 2 MBIT COMPATIBILE IN LETTURA CON 28F200
29F400 → 4 MBIT COMPATIBILE IN LETTURA CON 28F400
29F800 → 8 MBIT COMPATIBILE IN LETTURA CON 28F800

E' possibile sostituire ad una 27c010 o 27c020 una corrispondente 28f010/29f010 o 28f020/29f020

Non e' possibile sostituire ad una 27c512 una 28f512 !!

La 27c512 plcc necessita di un adattatore differente da quello delle 27c010/020 plcc

EPROM CUSTOM BOSCH	EPROM COMMERCIALE
-----------------------	-------------------

B57477	27C64	DIL28
B57519	I 27C256	
B57604	I 27C256	
B57605	AMD 27C256	DIL 28
B57607	I 27C256	DIL 28
B57618	87C64	Latch DIL 28
B57652	27C128	
B57654	I 27C256	DIL 28
B57684	27C256	
B57696	I 27C256	DIL 28
B57701	I 27C256	DIL 28
B57764	87C257	Latch DIL 28
B57771	27C256	DIL 28
B57808	NEC 27C256	
B57896	28C64	DIL 28
B57922	I 87C257	Latch DIL 28
B57945	MICRO PLCC 44	
B57995	TMS 27C256	DIL 28
B58000	27C256	DIL 28
B58014	AMD 27C256	DIL 28
B58038	I 27C256	DIL 28
B58094	TI L 27C510 (27C512) leggere come 27C010 viene doppia	
B58126	27C010	
B58127	27C512	
B58157	27C512	
B58185	87C257	Latch DIL 28
B58214	27C256	
B58234	27C256	
B58235	87C257	Latch DIL 28
B58243	I 87M12	PLCC 68
B58244	MICRO I 87C196KM	PLCC 84
B58265	MICRO I 82527	PLCC 44
B58275	I 27C1024	PLCC 44
B58286	80C166 micropocessore	
B58293	27C512	
B58293	27C512	PLCC
B58314	AMD 28F512	DIL 32
B58331	TI 27C010	
B58334	28C64	PLCC32
B58335	28C64	DIL 28
B58381	AMD 28F512	PLCC
B58399	AMD 29F010	PLCC 32
B58399	AMD 27C010	PLCC32
B58400	FUJI 27C1028 ?	
B58400	TI 87510	PLCC
B58424	27C512	DIL28
B58444	27C010	
B58517	27C020	PLCC 32
B58530	AMD 29F010	PLCC 32

EPROM CUSTOM BOSCH	EPROM COMMERCIALE
-----------------------	-------------------

B58533	27C4096	PLCC 44
B58539	27C256	DIL 28
B58541	27C512	DIL28
B58542	27C512	DIL28
B58543	27C512	DIL 28
B58544	TMS 27C1001	DIL32
B58545	87C257	Latch DIL 28
B58546	TMS 87C510	DIL 28
B58547	27C010	PLCC 32
B58547	28F010	PLCC 32
B58548	TMS 27PC210	PLCC 44
B58548	TMS 28F210	PLCC 44
B58548	TMS 27C210	PLCC 44
B58550	I 27C512	PLCC 32
B58601	28F200 BX / L-B	PSOP44
B58618	87C64	Latch DIL 28
B58639	TI 87C110	PLCC 32
B58649	29F400	PSOP44
B58717	27C256	DIL 28
B58718	27C512	DIL 28
B58719	ST PLCC44	
B58755	28F200	PSOP44
B58755	anche 29F200	PSOP44
B58764	I 87C64	Latch DIL 28
B58768	AMD 29F400	PSOP 44
B58791	AMD 29F200	PSOP 44
B58838	27C256	
B58911	TMS 27C010	PLCC32
B88A0	ST 27C128	
B9411	AMD 27C256	PLCC 32
Bosch 30303	CC460	PLCC 68
Microprocessore SMD	AN 87C196 K	PLCC 68

4. Elementi base per la saldatura di componenti elettronici

Fino a pochissimo tempo fa (non più tardi del 2003) le operazioni di saldatura e dissaldatura delle memorie EPROM sulle schede delle centraline gestione motore erano un passo obbligato per il preparatore elettronico. La perizia artigianale nella dissaldatura di memorie era quindi una discriminante preliminare per la valutazione delle competenze professionali del personale tecnico che operava sul veicolo. La diffusione (avvenuta in massima parte nel corso dell'anno 2004) su larga scala delle procedure di riprogrammazione seriale delle ECU ha diminuito in maniera drastica l'utilizzo di stazioni professionali di saldatura. Il loro utilizzo ora comunque indispensabile in alcuni casi:

Reworking di centraline ECU in cui la procedura di riprogrammazione seriale si sia interrotta per cause accidentali (cali di tensione, cattivi contatti elettrici, problemi di comunicazione, ecc...)

Elaborazione elettronica di ECU non dotate di memorie FLASH, programmabili "on-board". A questa categoria appartengono la quasi totalità dei veicoli antecedenti all'anno 2000.

Riparazione di ECU

È quindi ancora indispensabile includere nella dotazione base del laboratorio di elaborazione una buona stazione per il "reworking" di schede elettroniche digitali.

4.1. Proprietà chimico-fisiche dei materiali utilizzati per la saldatura

All'interno di questo paragrafo si passerà ad una sommaria descrizione delle proprietà fondamentali dei materiali normalmente utilizzati nelle operazioni di saldatura.

Lo Stagno

o Cosa è

Lo stagno è un elemento metallico di simbolo Sn e numero atomico 50 appartenente al gruppo IVA (o 14) della tavola periodica. Manufatti di stagno sono stati rinvenuti nelle tombe degli antichi egizi che probabilmente consideravano questo elemento come una diversa forma di piombo. Durante l'impero romano fu esportato in grandi quantità dalla Cornovaglia e utilizzato in diverse attività artigianali.

o Proprietà e diffusione

Allo stato elementare è un metallo bianco-argenteo, duttile e malleabile; alla temperatura di 100 °C può essere ridotto in fogli sottilissimi. Al di sotto dei 13 °C si trasforma in una forma allotropica (forma α) nota come stagno grigio, che si presenta come una polvere grigiastra di densità relativa 5,75.

La trasformazione si compie molto lentamente, spesso per contatto con particelle di stagno grigio già formate, ed è detta peste dello stagno. La forma più comune fonde a 232 °C, bolle a circa 2260 °C, ha densità relativa 7,28 e peso atomico pari a 118,69. Lo stagno è raro e si trova solo in quantità ridotte nella crosta terrestre; il suo più importante minerale è la cassiterite (o pietra di stagno), SnO₂, diffusa in Inghilterra, Germania, Bolivia, Brasile e Australia. Nel processo di estrazione, il minerale viene ridotto dal carbonio in forni a riverbero; lo stagno fuso viene quindi raccolto sul fondo e travasato per ottenere piccoli blocchetti solidi che vengono privati delle impurità attraverso un ulteriore processo di fusione. In alternativa, la purificazione può essere ottenuta per via elettrolitica.

o Composti

Nei composti, lo stagno presenta stati di ossidazione +2 (composti stannosi) e +4 (composti stannici). Se sciolto a caldo in acido cloridrico forma cloruro stannoso, SnCl₂, e per reazione con il cloro produce cloruro stannico, SnCl₄. In soluzioni di idrossido di sodio reagisce producendo idrostannato di sodio, con sviluppo

di idrogeno. In soluzioni molto diluite di acido nitrico, a freddo, si scioglie e produce nitrato di stagno e nitrato di ammonio; in soluzioni molto concentrate, invece, si forma un diossido di stagno idrato, detto acido metastannico di formula $3\text{SnO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$. Il solfuro stannoso, SnS , di colore bruno, e il solfuro stannico, SnS_2 , giallo, si ottengono facendo gorgogliare solfuro di idrogeno in soluzioni di composti rispettivamente di Sn (II) e Sn (IV). I due idrossidi di stagno, Sn(OH)_2 e Sn(OH)_4 , si producono perlopiù per reazione dei corrispondenti cloruri con soluzioni alcaline. L'ossido stannoso, una polvere nera insolubile di formula SnO , si prepara scaldando (in assenza di aria) ossalato di stagno; esposto all'aria si ossida e forma il diossido SnO_2 , un solido bianco insolubile. Il diossido si ottiene anche scaldando il metallo ad alte temperature e in presenza di aria.

- o Usi

Lo stagno è un metallo molto ricercato e utilizzato in numerosi processi industriali. Sotto forma di latta, viene usato come sottile rivestimento protettivo per contenitori di rame e per altri metalli con cui si producono scatole e manufatti simili. È importante nella preparazione di leghe molto comuni, quali il bronzo (stagno e rame), la lega per saldatura (stagno e piombo) e il metallo per cuscinetti (stagno, piombo e antimonio). Viene anche usato in lega con il titanio nell'industria aerospaziale e come componente di qualche insetticida. Il solfuro stannico (detto oro musivo) viene utilizzato in polvere per ricoprire materiali in solfato di calcio o legno.

Il Rame

- o Cosa è

Il rame è un elemento metallico di colore marrone-rosso, di simbolo Cu e numero atomico 29; appartiene agli elementi di transizione della tavola periodica. Conosciuto fin dalla preistoria, il rame è stato probabilmente il primo metallo utilizzato per costruire armi, utensili e attrezzi rudimentali. Oggetti di rame sono stati trovati tra i resti di molte civiltà antiche (in Egitto, Asia Minore, Europa sud-orientale e Grecia); i romani, che lo chiamarono cyprum, lo utilizzavano anche per la realizzazione di strumenti adibiti alle pratiche religiose.

- o Proprietà ed usi

Il rame fonde a circa $1083\text{ }^\circ\text{C}$, bolle intorno a $2595\text{ }^\circ\text{C}$, ha densità relativa 8,9 e peso atomico 63,546. È caratterizzato da elevata conducibilità termica ed elettrica, buona resistenza alla corrosione, malleabilità, duttilità; per il suo aspetto piacevole è anche usato in varie applicazioni decorative. Viene utilizzato soprattutto per realizzare conduttori elettrici: sottili fili estremamente resistenti sono impiegati come cavi esterni, negli impianti elettrici domestici, in lampade e in dispositivi quali generatori, relè, elettromagneti o strumenti per telecomunicazioni.

È sempre stato usato per fabbricare monete e utensili da cucina, contenitori e oggetti ornamentali, e un tempo anche per rivestire il fondo delle navi di legno, proteggendolo dalle falle. Può essere facilmente galvanizzato, da solo o come base per altri metalli.

Il trattamento metallurgico del rame prevede diverse fasi. I solfuri, tra i più importanti minerali che contengono rame, vengono frantumati e concentrati tramite flottazione, quindi fusi in un forno a riverbero, dove si produce rame metallico grezzo, con grado di purezza del 98% circa. Questo materiale viene ulteriormente purificato per elettrolisi, fino a ottenere un prodotto puro al 99,9%.

Il rame puro è molto morbido, ma può essere indurito con procedimenti opportuni per poter venire lavorato; al contrario le leghe di rame sono dure e robuste, hanno elevata resistenza elettrica, e di conseguenza non si prestano a essere utilizzate come materiale conduttore. Le più importanti leghe sono l'ottone, una lega di zinco, e il bronzo, una lega di stagno; spesso zinco e rame vengono utilizzati nella medesima lega, e di fatto non è possibile fare una netta distinzione fra ottone e bronzo. Il rame viene anche utilizzato in lega con oro, argento e nichel, ed è un importante costituente di leghe come il metallo Monel, il metallo per proiettili e l'argento tedesco.

Il rame forma due serie di composti chimici: i composti rameosi nei quali presenta stato di ossidazione +1, e quelli rameici in cui ha stato di ossidazione +2. I primi vengono ossidati facilmente (anche per semplice esposizione all'aria), trasformandosi in composti rameici, e hanno poca importanza dal punto di vista

industriale; i composti rameici invece sono stabili. Alcune soluzioni di rame hanno la capacità di sciogliere la cellulosa, e per questo motivo abbondanti quantità di rame vengono utilizzate nei processi di produzione del rayon. Il rame è inoltre un costituente di diversi pigmenti, insetticidi e fungicidi, anche se recentemente si tende a sostituirlo con composti sintetici organici.

- Abbondanza

Il rame si colloca al venticinquesimo posto per abbondanza nelle rocce della crosta terrestre. Spesso si trova combinato ad altri metalli, come oro, argento, bismuto e piombo, ed è presente soprattutto nelle lave basaltiche. Le fonti principali di rame sono la calcopirite e la bornite, solfati misti di rame e ferro. Importanti sono pure la calcosina e la covellite, solfati di rame diffusi in diverse regioni di Stati Uniti e Inghilterra. L'azzurrite, un carbonato basico, si trova in Francia e Australia, mentre la malachite, anch'esso un carbonato, è diffusa nella regione degli Urali. La tetraedrite, un solfoantimonuro di rame e altri metalli, e la crisocolla, un silicato, sono pure molto diffuse. Elevate quantità di cuprite, un ossido, si trovano a Cuba, mentre l'atacamite, un cloruro basico, è presente soprattutto in Perù. I giacimenti più vasti e importanti dal punto di vista industriale sono quelli di porfidio di rame nella catena montuosa delle Ande, in Cile.

4.2. La saldatura

La saldatura è un processo utilizzato per unire in modo fisso e continuo due o più parti di metallo mediante riscaldamento, aumento di pressione, oppure per mezzo di una combinazione di entrambi i fattori. La maggior parte dei processi può essere suddivisa in due categorie principali: saldatura a pressione e saldatura a caldo; questa ultima è oggi la più usata. Lo sviluppo di nuove tecnologie nella prima metà del XX secolo ha fatto sì che la saldatura sostituisse la bullonatura e la chiodatura in molti tipi di costruzione, come ponti, edifici e navi, e si affermasse come processo di base nelle industrie motoristiche e aeree. Il processo di saldatura richiesto dipende dalle proprietà fisiche dei metalli, dal loro campo di utilizzo e dagli impianti produttivi a disposizione. Normalmente i tipi di saldatura vengono classificati in funzione delle sorgenti di calore e pressione utilizzati. La saldatura per bollitura fu il primo processo a pressione; praticato per secoli da fabbri e altri artigiani, è oggi in disuso. I metalli vengono portati a una temperatura idonea in una fornace e la saldatura viene realizzata tramite lavorazione al maglio o altri dispositivi a pressione meccanica. I processi di saldatura a gas, ad arco e a resistenza sono quelli maggiormente utilizzati. Trovano impiego anche le saldature alla termite, con laser e a fascio elettronico. Si accenna ora alle principali tecniche di saldatura.

4.2.1. Panoramica dei sistemi di saldatura

- Saldatura a gas

La saldatura a gas è un processo che avviene a pressione ambiente e che sfrutta il calore generato da una fiamma a gas. La fiamma viene applicata in modo diretto per riscaldare i bordi da unire e il metallo di apporto, un filo o una bacchetta detti di saldatura, che viene fuso nel punto di giunzione. Questo procedimento può essere effettuato con una attrezzatura portatile e non richiede alcuna sorgente di energia elettrica. Le superfici da unire e il filo di saldatura sono rivestiti con una sostanza fondente che riduce i rischi di una saldatura difettosa e isola i materiali dall'aria.

- Saldatura ad arco

I processi di saldatura ad arco, che sono oggi i più utilizzati in particolare per la lavorazione degli acciai, richiedono una sorgente elettrica in corrente continua o alternata. Il passaggio di corrente induce un arco voltaico, che genera una quantità di calore sufficiente per fondere il metallo e formare la saldatura. Rispetto

ad altri metodi, la saldatura ad arco è più rapida grazie alla altissima concentrazione di calore, e presenta distorsioni più basse nel punto di giunzione. Inoltre esistono alcuni processi di saldatura ad arco che non necessitano del fondente. I metodi più utilizzati prevedono l'impiego di un elettrodo metallico schermato, a gas-tungsteno, a gas-metallo e ad arco sommerso.

- o Arco con elettrodo metallico schermato

In questo processo, un elettrodo metallico viene rivestito con una sostanza fondente e connesso a un polo di un generatore di corrente elettrica, mentre il metallo da saldare viene collegato all'altro polo. Il breve contatto tra metallo e punta dell'elettrodo crea un arco voltaico, e l'intenso calore che si genera permette la saldatura delle due parti grazie al metallo di apporto fornito dall'elettrodo. Questo processo, sviluppato nei primi del Novecento, viene principalmente utilizzato per la saldatura dell'acciaio.

- o Arco a gas-tungsteno

Nella saldatura a gas-tungsteno si ricorre a un elettrodo di tungsteno. Un gas inerte, come l'argo, l'elio, o l'idrogeno, viene utilizzato per prevenire l'ossidazione del metallo. Il calore dell'arco che si forma tra elettrodo e metallo permette di fondere i bordi del medesimo. Si può aggiungere metallo ponendo un filo di saldatura nell'arco o nel punto di giunzione. Questo processo, pur considerevolmente più lento degli altri, può essere usato con la maggior parte dei metalli e produce una saldatura di alta qualità.

- o Arco a gas-metallo

Nella saldatura a gas-metallo, che può essere utilizzata per la lavorazione di tutti i metalli più comuni, un elettrodo viene circondato con argo o anidride carbonica, oppure rivestito con una sostanza fondente, in modo da isolarlo dall'aria. L'arco voltaico fonde l'elettrodo e le gocce si uniscono al metallo liquefatto formando la saldatura.

- o Arco sommerso

La saldatura ad arco sommerso è simile a quella ad arco a gas-metallo, ma la schermatura viene ottenuta immergendo l'arco e la punta del filo in uno strato di materiale granulare fusibile. Si tratta di un processo ad alta efficienza che viene usato soltanto con gli acciai.

- o Saldatura alla termite e a resistenza

Nella saldatura alla termite, il calore viene generato dalla reazione chimica risultante dall'accensione di una miscela di polvere di alluminio e ossido ferrico, nota come termite. Il calore generato è sufficiente per fondere l'acciaio prodotto dal ferro che fornisce il metallo d'apporto per la saldatura. Questo processo viene impiegato principalmente per saldare rotture o linee di giunzione in sezioni in acciaio o in ferro, e nella saldatura di rotaie ferroviarie. Nella saldatura a resistenza, il calore viene prodotto dal passaggio di corrente elettrica in un conduttore a elevata resistenza.

Gli elettrodi vengono posti sulle superfici delle parti da saldare, applicando una notevole pressione sulle parti e, per un breve tempo, una intensa corrente. Nel punto di contatto tra le due parti di metallo, la resistenza offerta al passaggio della corrente elettrica produce una quantità di calore sufficiente per innalzare la temperatura oltre il punto di fusione dei metalli, determinando la saldatura. Questo processo viene largamente utilizzato nella produzione di lamierati sottili o di filo metallico, e laddove siano richieste saldature ripetitive effettuate da macchine automatiche o semiautomatiche.

- o Nuovi processi

Nella seconda metà del XX secolo si è andato diffondendo l'utilizzo delle saldature con laser e a fascio

elettronico. Si tratta di metodi che offrono alta qualità e rapidità di realizzazione, e trovano quindi valida applicazione in campo motoristico e aerospaziale.

4.2.2. Sistemi di saldatura e dissaldatura a stagno

o La Saldatura

La saldatura è un processo molto delicato a causa delle elevate temperature a cui si deve operare. Questa operazione risulta tanto più complicata quanto più il materiale è fragile e quindi poco resistente al calore. Resistenze, condensatori o transistor possono essere compromessi se la temperatura del saldatore sollecita eccessivamente la struttura interna del componente. Quando si eseguono delle saldature su un circuito stampato bisogna, quindi, applicare il calore solo per il tempo necessario a sciogliere la lega di stagno e farla aderire alla piazzola. Bisogna inoltre tener conto che più sottile risulta essere il circuito stampato e più possibilità di danneggiare un componente si presentano; infatti un più spesso supporto stampato permette una migliore diffusione del calore. Il miglior metodo per effettuare una perfetta saldatura consiste nell'accostare per pochi secondi il saldatore alla piazzola (e per conduzione si riscalderà anche il reoforo) e poi aggiungere il filo di stagno facendo attenzione a fonderne una quantità sufficiente. Questo ultimo particolare è molto importante in quanto un'eccessiva quantità di stagno provoca una cosiddetta saldatura "grassa", viceversa una piccola quantità di stagno produce una saldatura "magra", entrambi pregiudicano la conducibilità tra il componente ed il circuito stampato. Se si deve lavorare un circuito a "doppia faccia" bisogna anche fare attenzione che una piccola quantità di lega fuoriesca dalla parte opposta della piazzola per assicurare una continuità in entrambi i lati della piastra. Una volta effettuata la saldatura bisogna fare una sorta di verifica visuale per potersi accertare di eventuale errori commessi durante la fase di stagnatura. La saldatura eseguita, infatti, deve avere un aspetto pulito e brillante, è bene evitare accuratamente la formazione di pori o fessure, che comporterebbero un rapido degrado della saldatura. Se si riscontra la presenza di qualche tipo di cristallizzazione o formazioni granulari, significa che il saldatore non è stato applicato correttamente, oppure che la zona interessata è stata mossa prima che lo stagno si raffreddasse, questo difetto è noto col nome di saldatura fredda. Al contrario, una colorazione grigia opaca è indice di un surriscaldamento del punto saldato, cosa sicuramente da evitare. In ogni caso si può rimediare ripassando le saldature con la punta del saldatore aggiungendo, se necessario, una piccola quantità di stagno, affinché la resina contenuta contribuisca a rendere fluida la saldatura. In questo modo, si può essere sicuri di non aver lasciato dei «punti deboli» che potrebbero pregiudicare il funzionamento dell'apparecchio.

o La dissaldatura

La dissaldatura è un processo molto importante e pertanto merita di essere descritta con cura. Uno dei sistemi per dissaldare più utilizzato è quello che prevede l'impiego di una pompa a stantuffo in combinazione con il saldatore. Queste pompe hanno generalmente una forma cilindrica e all'estremità hanno un ugello che permette di risucchiare lo stagno. Questo ugello viene azionato da uno stantuffo, che viene bloccato quando raggiunge il fondo corsa e poi sbloccato mediante un pulsante. In questo modo, trasmettendo il calore alla saldatura con la punta del saldatore fino a far fondere lo stagno, si appoggia l'ugello in prossimità della zona interessata e con il pulsante si aziona l'aspirazione dello stagno fuso (dovuto ad un rapido retrocedere dello stantuffo, spinto da una molla). Un altro sistema consiste nell'usare una treccia di fili di rame opportunamente preparata. Queste treccie, denominate treccie dissaldanti, sono costituite da fili di rame molto sottili intrecciati fra loro in modo da formare una striscia piatta di spessore ridotto. Per procedere alla dissaldatura bisogna mettere a contatto con la zona saldata una porzione della trecciola, applicando poi su questa ultima il saldatore; il calore si trasmetterà allo stagno e ne provocherà la fusione. A questo punto la trecciola, grazie al fenomeno della capillarità (prodotto dai piccoli spazi vuoti tra i fili che la formano), assorbe lo stagno. Entrambi questi sistemi richiedono una certa pratica prima di poter garantire una certa qualità; pertanto consiglio di fare molta pratica ad esempio su circuiti danneggiati per poter acquisire una certa confidenza sia con il ferro per saldare sia con la pompetta (o la trecciola dissaldante). Di seguito vengono indicati vantaggi e svantaggi delle due metodologie:

Pompetta aspirante

- Vantaggi
 - la plastica con cui è realizzato l'ugello impedisce l'adesione dello stagno;
 - l'aspirazione è molto forte e, quindi, lo stagno viene rimosso con maggiore rapidità.
- Svantaggi
 - bisogna essere abbastanza pratici per evitare che la lega si solidifichi rendendo così impossibile l'aspirazione.

Trecciola dissaldante

- Vantaggi
 - l'assorbimento dello stagno è sempre garantito poiché non dipende dall'azione di un dispositivo pneumatico;
 - è un sistema molto semplice da utilizzare;
 - un'eventuale raffreddamento dello stagno non pregiudica la riuscita della dissaldatura poiché il calore viene trasmesso durante l'assorbimento dello stagno.
- Svantaggi
 - è un procedimento lento e l'operazione va ripetuta più di una volta per ogni dissaldatura;
 - la trecciola non può essere recuperata ed è necessario acquistare periodicamente dei nuovi rocchetti;
 - questo è un buon sistema solo se usato sui circuiti stampati, in altri casi è preferibile l'utilizzo della pompetta.

- Il saldatore

Grazie a questo attrezzo possiamo portare la lega di stagno-piombo alla temperatura di fusione giusta e poter lavorare così comodamente con i circuiti e i componenti; per questo la buona qualità e l'efficienza dell'attrezzo giocano un ruolo molto importante per la realizzazione di un progetto e quindi va scelto con la massima attenzione. Il saldatore raggiunge la temperatura utile grazie ad una resistenza interna che riscaldandosi trasmette il suo calore alla punta, la quale a sua volta lo trasmette allo stagno e al punto da saldare. La resistenza del saldatore è collegata mediante un cavo alla rete elettrica. È importante che la resistenza interna e i vari cavi di collegamento siano isolati elettricamente dalla punta metallica del saldatore per evitare che una qualche scarica ad alto voltaggio possa danneggiare o il circuito o qualche componente. Questo inconveniente è piuttosto raro e solitamente colpisce i saldatori con molte ore di funzionamento. Esistono vari tipi di saldatore diversificati dai costi e quindi dalle funzionalità:

tipo normale: le sue dimensioni dipendono dal calore che è in grado di sviluppare (normalmente ha una temperatura di 400 °C);

tipo normale con pulsante: ha le stesse caratteristiche del precedente con la differenza che un interruttore posto sul manico interrompe l'alimentazione facendo abbassare la temperatura (tra 240 e 270 °C);

tipo a bassa tensione: è caratterizzato dal fatto di essere alimentato attraverso un trasformatore e non direttamente dalla rete eliminando il pericolo di introdurre forti tensioni nel circuito su cui si sta lavorando. Normalmente è corredato da una manopola per scegliere la temperatura più idonea;

tipo a pistola o a riscaldamento rapido: questo saldatore riceve la corrente solo quando il pulsante viene premuto, provocando un rapido riscaldamento della punta. Questo tipo di saldatore presenta lo svantaggio di essere ingombrante ma è molto utile per fondere quantità elevate di stagno.

Bisogna, inoltre, aggiungere che la parte più delicata del saldatore è la punta. Le punte sono costruite in rame. Poi subiscono un trattamento che riduce al minimo l'ossidazione e la corrosione dovuta alla pasta per saldare presente nello stagno. È necessario mantenere sempre pulita la punta perché una punta di rame ossidata non sarebbe in grado di trasmettere tutto il calore che riceve dalla resistenza. Ciò produce un'insufficienza di calore nella zona da saldare e di conseguenza una cattiva saldatura. Per ovviare a

questo inconveniente bisogna munirsi di una spugnetta, inumidita con acqua, per poter ripulire la punta dai residui della stagnatura. In questo modo non si formerà quello strato superficiale di ossidazione che fungendo da isolante termico abbassa la potenza del ferro.

o Consigli utili per la dissaldatura "pin-in-hole" (stilo EDS)

Per la dissaldatura di componenti "pin-in-hole" bisogna procedere come segue:

Messa in opera dell'ugello dissaldante: prima di montare un nuovo ugello dissaldante è opportuno pulire con l'apposito scovolo il foro interno della resistenza per asportare residui ossidi che ostacolano lo scambio termico. L'ugello va inserito nella resistenza per circa 4/5 della sua lunghezza; deve, quindi, sporgere dalla resistenza per circa 10mm vs. l'esterno. La vite a brugola deve essere moderatamente serrata senza forzare;

Scelta dell'ugello: il foro interno dell'ugello deve essere proporzionato al foro del reoforo da dissaldare ed al foro del "pad";

Risaldatura: in presenza di saldature "magre" (scarsa quantità di lega) od ossidate rinvivire le stesse con nuova lega prima di iniziare la dissaldatura;

Temperatura: regolare la temperatura dell'ugello in modo da ottenere la rifusione del giunto saldato in un tempo limite compreso tra 1,5 e 2 secondi (in genere è sufficiente regolarla tra i 340 ed i 390°C);

Sovratemperature: temperature troppo alte provocano una ossidazione precoce degli ugelli compromettendone la conducibilità termica e accelerandone l'usura;

Aspirazione: azionare la pompa aspirante (mediante il pulsante sullo stilo) solo quando la lega è completamente fusa;

Tempo di aspirazione: mantenere in azione la pompa per almeno due secondi per permettere a tutta la lega fusa di scaricarsi nel serbatoio di vetro;

Pressione: esercitare eccessiva pressione (e utilizzare temperature troppo elevate) non serve ad ottenere una buona dissaldatura e può, inoltre, causare il distacco delle pad dal substrato;

Come operare per terminali lamellari: operare come nello schema precedente con la seguente variante: anziché ruotare l'ugello intorno al reoforo muoverlo perpendicolare al lato lungo della lamina in entrambe le direzioni. Il movimento circolare intorno ai piedini lamellari è da evitare in quanto deteriora rapidamente la metallizzazione interna degli ugelli riducendone drasticamente la durata.

o Consigli utili per la saldatura col getto d'aria calda

Prima di effettuare qualsiasi operazione di saldatura di componenti SMT accertarsi che il substrato sia perfettamente ripulito da tracce di precedenti saldature (ove si operi per la sostituzione di un componente) o da ossidi superficiali sui "pad", in caso contrario procedere alla pulizia mediante dissaldatori e disossidanti opportuni; quanto più è piana la superficie su cui poggerà il componente tanto più semplice sarà il suo posizionamento.

Controllare che i piedini del componente da saldare siano allineati e non ossidati;

Prestagnare (anche con un microsaldatore) i pad che corrispondono ai quattro angoli estremi del componente;

Flussare le piazzole prestagnate;

Posizionare il componente e rifondere i pad precedentemente prestagnati (anche con un microsaldatore), in tal modo il componente rimarrà fissato alla scheda;

Tracciare con la pasta saldante delle linee lungo il perimetro (piedinatura) del componente senza eccedere nella dose;

Rifondere con il getto d'aria calda a bassa velocità la pasta saldante su tutte le piazzole avendo cura di rifondere in successione una piazzola dietro l'altra con velocità costante e cercando di mantenere l'ugello a distanza costante dai piedini per tutta l'operazione. E' opportuno che nel corso della saldatura si eserciti una leggera pressione al centro del componente mediante un qualsiasi utensile (cacciavite, pinzetta o altro) per favorire l'appoggio dei piedini sulle pads.

La temperatura del getto deve essere mantenuta su valori elevati per trasferire rapidamente calore alla saldatura;

Verificare che la rifusione avvenga in modo uniforme e progressivo, eventuali corti possono essere rimossi riflussando i piedini interessati e rifondendo con il getto d'aria il giunto di corto fino a farlo riassorbire dalle piazzole. Analogamente si potrà procedere per eventuali saldature fredde;

Ultimata la saldatura pulire la zona con solvente appropriato (alcool isopropilico o trielina).

o Consigli utili per la dissaldatura a getto d'aria calda

Per dissaldare componenti "dual-in-line" SMT senza limiti nel numero dei piedini bisogna procedere come segue:

Verificare preventivamente che la saldatura del componente non si presenti troppo "grassa", eventualmente asportare con un dissaldatore l'eccedenza di lega (stagno);

Infilare i becchi arcuati di una pinzetta a molla sotto ai lati senza piedini del componente e esercitare una leggera pressione nel senso di serraggio della pinzetta;

Regolare il flusso dell'aria e la temperatura a livello alto (80/100%);

Inumidire con flussante la piedinatura del componente;

Dirigere il getto d'aria calda su una delle due file di piedini compiendo un opportuno movimento di andata e ritorno per far sì che simultaneamente tutti i piedini della fila siano rifusi, la frequenza di tale movimento dovrà essere abbastanza elevata (4 o 5 movimenti al secondo) e proporzionata al numero di piedini;

Con la rifusione simultanea di tutti i piedini della fila il componente si solleverà (per effetto della spinta elastica della pinzetta a molla) e si inclinerà dalla parte della fila di piedini non investita dal getto;

Con il componente dissaldato, da un lato occorrerà dirigere il getto sull'altro lato con le stesse modalità di prima e una volta ottenuta la rifusione simultanea dell'intera fila occorrerà sollevare con la pinzetta il componente (a questo punto libero) dal substrato.

Per dissaldare resistenze, condensatori, diodi, transistor ed ogni altro componente con un massimo di 6 piedini (SO dual-in-line) SMT, bisogna procedere come segue:

Regolare il flusso dell'aria e la temperatura a livello alto (80/100%);

Flussare sempre preventivamente le piazzole da dissaldare;

Dirigere alternativamente il flusso d'aria sui piedini con movimento circolare fino ad ottenere la simultanea rifusione di tutti i giunti saldati; contestualmente rimuovere il componente con una penna a vuoto o una pinzetta a molla.

- o Consigli utili per la dissaldatura di I.C. SMT (stilo FP)

Per la dissaldatura di I.C. SMT bisogna procedere come segue:

Verificare (a freddo) con la punta stessa (AQP o AFP) che verrà usata per dissaldare, che i componenti circostanti a quello da rimuovere non impediscano l'operazione; in caso contrario rimuoverli preventivamente;

Verificare l'integrità della ventosa;

Verificare che mentre le lame si appoggiano ai terminali del componente la ventosa si appoggi contemporaneamente al package;

Temperatura: per ottimizzare la dissaldatura si consiglia di operare entro i seguenti limiti di temperatura 250/300°C; temperature più elevate non sono necessarie all'operazione e, inoltre, compromettono la durata delle ventose ;

Pad ossidati e residui carboniosi sulle lame alterano lo scambio termico peggiorando il rendimento del sistema; si consiglia, pertanto, di pulire accuratamente le lame (a caldo) prima di ogni operazione utilizzando una spugnetta umida o, se del caso, dei prodotti disossidanti;

Per ottenere un buona rifusione è opportuno "ingrassare" le saldature con apporto di nuova lega (mediante l'uso di un normale stilo saldante e stagno in filo);

Si consiglia di inumidire preventivamente i terminali del componente con flussante a bassa attivazione (gel o liquido);

A temperatura stabilizzata apporre la punta sulla piedinatura con delicatezza ed attendere la completa rifusione dei giunti saldati che dovrà avvenire entro il tempo limite di 4 o 5 secondi;

Quindi azionare la pompa a vuoto mediante il pulsante sull'impugnatura e sollevare l'utensile; con esso si solleverà anche il componente dissaldato che resterà attaccato alla punta dissaldante; per staccarlo da essa è sufficiente interrompere l'aspirazione, il componente ricadrà per gravità staccandosi dalla punta;

In caso di componente incollato al substrato ruotare leggermente l'utensile prima di sollevarlo. Prima di praticare qualsiasi rotazione occorre essere assolutamente certi che la lega sia

completamente rifiuta altrimenti il rischio di provocare distacchi e danneggiamenti delle pads è elevatissimo.

o Procedura di saldatura e dissaldatura EPROM

Di seguito, vengono indicati i passaggi in ordine, per poter effettuare la saldatura e la dissaldatura di una Eprom (PLCC o PSOP):

1. individuare la Eprom all'interno della centralina;
2. isolare la Eprom, circondandola con del nastro di carta, utile per evitare che durante la fase di saldatura e dissaldatura, lo stagno residuo possa finire sui componenti che circondano la Eprom (es. microprocessore);
3. segnare il verso della Eprom;
4. portare la temperatura dello stilo saldante a circa 350°C, saldare tutti i piedini della Eprom aggiungendo dello stagno;
5. spalmare su tutti i piedini del flussante (gel o liquido), utile per facilitare la dissaldatura;
6. portare la temperatura dello stilo dissaldante a circa 400°C, poggiarlo sulla Eprom, muovere leggermente lo stilo affinché si muova anche la Eprom, in seguito aspirare e sollevare lo stilo con delicatezza;
7. pulire le piazzole con della treccia dissaldante e della trielina;
8. pulire i piedini della Eprom con della treccia dissaldante e della trielina facendo molta attenzione a non piegare i piedini della Eprom;
9. dopo aver letto e programmato la Eprom procedere con la fase di saldatura;
10. posizionare la Eprom sulla centralina rispettando il verso, saldare tutti i piedini aggiungendo poco stagno;
11. se ci sono residui di stagno sulla Eprom eliminarli con del flussante oppure con della treccia dissaldante;
12. pulire le saldature e il contorno della Eprom con della trielina.

o Materiale utile per lo svolgimento del lavoro

stilo saldante con micro punta, Tmax 450°C;

stilo dissaldante con punte intercambiabili (PLCC 32, PSOP 44, etc.), Tmax 450°C;

stagno dal diametro di 0,5 mm;

treccia dissaldante;

flussante gel o liquido;

trielina;

pennello per flussante (piccolo);

pennello per trielina (medio);

nastro carta gommata;

utensili vari (tronchesina, set mini cacciaviti, cacciaviti TORX da 15 e da 10).

5. Elementi base di un sistema di rimappatura

In questo capitolo si entrerà nell'analisi particolareggiata delle interazioni fra i motori ed i loro sistemi di gestione elettronica: in particolare si esamineranno tutti i gli strumenti software ed hardware necessari alle operazioni di rimappatura. L'acquisto di un sistema completo di rimappatura dovrà essere il frutto di alcune analisi preliminari riguardanti la tipologia di veicoli su cui si intende operare ed il grado di precisione che si intende avere in tale tipo di lavoro. Esaminiamo quindi i vari elementi necessari alla costruzione di un laboratorio per la rimappatura e le loro funzioni specifiche.

5.1. Stazione di saldatura e dissaldatura professionale

Sebbene le ECU di ultima generazione consentano di essere riprogrammate attraverso le prese di comunicazione seriale (senza alcuna operazione di smontaggio delle EPROM a bordo), un sistema di saldatura e dissaldatura è ancora oggi lo strumento principe del laboratorio di rimappatura. Infatti esistono almeno tre casi che ne rendono indispensabile l'uso:

- le centraline gestione motore anteriori all'anno 2000 in massima parte non consentono procedure di riprogrammazione "on-board", per cui la lettura dei dati è possibile solo previo distacco delle memorie sulla scheda.
- Le procedure di elaborazione seriale non sono esenti da errori di comunicazione fra computer ed ECU: esiste quindi la concreta possibilità che la comunicazione stessa si interrompa e la Flash-Eprom sia programmata solo in parte. In tal caso il veicolo non può più riavviarsi a meno di procedere alla dissaldatura e riprogrammazione a banco della Flash.
- Non sempre i software di riprogrammazione seriale in commercio riescono ad operare sulla totalità delle ECU del parco veicoli. Esempio classico è quello della riprogrammazione delle nuove Nissan "Primer" con impianto di iniezione Diesel NipponDenso: pur essendo equipaggiata con una memoria Flash 29F400 non esiste in commercio un opportuno software di riprogrammazione seriale.

Come già accennato nel capitolo precedente, una stazione di saldatura e dissaldatura di buon livello deve essere composta da almeno tre parti fondamentali:

Stazione saldante termoregolata: è l'attrezzo principale della stazione e consente di effettuare saldature a temperature impostabili fra 250° e 500°C. La stazione deve disporre almeno di uno stilo saldante da 50 watt, necessario al reworking di componenti di grosse dimensioni, e di un microstilo da 35 watt indispensabile sui componenti SMD, ai quali non è possibile trasferire quantità eccessive di calore senza danneggiarli.



Figura 19

Molto diffuse sono oggi le stazioni saldanti digitali che offrono sicurezza operativa di saldatura anche in ambiti a tecnologia avanzata nei quali sono indispensabili particolari cure e cautele a livello di microtensioni e protezione da scariche elettrostatiche ESD.

Stazioni saldanti come quelle riportate in figura 19 sono particolarmente adatte per lavorazioni che richiedono elevata potenza. Esse garantiscono il mantenimento della temperatura operativa al livello desiderato in condizioni di elevata frequenza di saldatura. Caratteristiche ed accessori tipici di tali unità di controllo sono:

- tensioni di alimentazione 220/24V 100W
- Stilo saldante 24V 100W
- Supporto saldatore
- micro-stilo saldante 35W
- stilo saldante 24V 50W
- pinza termica 24V 70W

Stazione soffiante ad aria calda: la tecnica del soffiaggio di aria calda (o reflow per convezione) è molto utile per componenti SMD di piccole dimensioni e ne consente il distacco senza il contatto diretto. Tale tecnica di saldatura elimina stress e shock termici a circuito e componente ed è ideale per schede multistrato con notevoli strati di massa e di dissipazione.



Figura 20

Stazioni saldanti come quella riportata in figura 20 rappresentano soluzioni di alta gamma a cui bisogna comunque fare riferimento. Nel caso specifico del modello sopra raffigurato le caratteristiche tecniche salienti sono:

- Temperature impostabili da 100°C a 550°C
- Pompa da 21 litri/min
- Plug-in design
- Controllo del flusso d'aria
- ESD Safe design
- Display a LED per impostazione temperatura
- Barra LED per indicazione flusso aria
- Ugelli intercambiabili

Stazione aspirante: questo terzo componente della stazione consente di utilizzare stilo speciali costituiti da una estremità riscaldata ed una tubazione a depressione collegata ad un aspiratore interno alla stazione stessa.



Figura 21

In stazioni come quella rappresentata in figura 21, il vuoto necessario alla dissaldatura è generato da una pompa rotativa a palette in CC con una portata media di circa 7L/min ed un livello di vuoto di circa 600 mm/Hg. La pompa si aziona mediante un pulsante situato sull'impugnatura dello stilo.

Gli stilo dissaldanti sono dotati di apposite dime delle dimensioni dei vari formati di EPROM: esistono dime per formati PLCC32, PLCC44, PSOP44 ecc...

Con questo attrezzo è possibile riscaldare in pochissimo tempo tutto il perimetro della memoria SMD e distaccarlo per aspirazione in pochissimi secondi. La stazione dissaldante viene anche utilizzata per il reworking dei componenti "pin-in-hole" dove viene solo cambiato la tipologia di stilo che presenta non più dime rettangolari ma un ugello aspirante delle dimensioni dei pin di una memoria in formato DIL. Queste strumentazioni sono di solito anche dotate di display a LED per la visualizzazione della temperatura istantanea della punta dello stilo.

Sono presenti sul mercato anche soluzioni integrate dove un'unica stazione di lavorazione integra tutte le funzionalità sopra descritte, con possibilità di aggiungere inoltre componenti speciali quali micro-trapano ad aria compressa, dosatore automatico dello stagno ecc...



Figura 22

5.2. Protocolli di programmazione seriale

L'avvento delle centraline programmabili "on-board" ha rivoluzionato non solo il mondo della diagnostica ma anche e soprattutto quello delle elaborazioni elettroniche. Si può affermare con certezza che l'introduzione delle memorie FLASH ha aperto il mondo delle elaborazioni ad una platea molto più vasta di operatori del settore, fino ad allora spaventati dalla complessità e dalla delicatezza delle operazioni di reworking sulla scheda ECU. È bene comunque chiarire i motivi che hanno portato le case costruttrici ad utilizzare sui propri veicoli centraline ECU riprogrammabili "in-field":

Un veicolo con ECU riprogrammabile riduce il cosiddetto "time-to-market": eventuali ritocchi e miglioramenti del software di gestione possono essere introdotti in fase di manutenzione programmata del veicolo stesso.

La casa costruttrice può ridurre i rischi legati alle fasi di rodaggio del motore, rilasciando il veicolo nuovo con mappature meno "spinte", che vengono aggiornate e potenziate nel corso dei primi tagliandi di manutenzione.

Alcuni veicoli vengono commercializzati con più livelli di potenza ma le differenze di fatto risiedono in massima parte solo in un diverso e più "spinto" software di gestione del motore.

Una centralina con EPROM FLASH può essere messa a magazzino vergine e solo all'atto dell'installazione sul veicolo essa può essere programmata con la corretta "release" del software di gestione. Questo riduce il numero di componenti del magazzino ricambi.

Tutte le ECU prodotte a partire dal 1999-2000 sono quindi riprogrammabili via presa seriale. Il mondo dell'auto è però caratterizzato da un bassissimo grado di standardizzazione, per cui i protocolli utilizzati differiscono da costruttore a costruttore. Le ragioni di questo sono essenzialmente da ricercarsi nella protezione delle informazioni legate alla gestione del veicolo ed alla necessità di mantenere alto il prezzo dei prodotti "aftermarket": un livello di standardizzazione pari a quello esistente oggi nel mondo dei personal computer comporterebbe un calo enorme dei componenti di ricambio ed una perdita di monopolio delle case costruttrici.

Tralasciando analisi che trascendono lo scopo di questa pubblicazione si può comunque affermare che gli sviluppatori di software per elaborazioni elettroniche sono in grado di offrire un numero di software di comunicazione seriale in grado di coprire la quasi totalità del parco veicoli di ultima generazione. In realtà non sempre si riesce a leggere e scrivere l'intero contenuto della FLASH a bordo della centralina: su alcuni veicoli è possibile operare letture parziali del contenuto della memoria oppure poter effettuare operazioni di sola scrittura. La tabella seguente offre una panoramica delle centraline gestione motore attualmente riprogrammabili. Questo elenco deve considerarsi indicativo ed aggiornato a settembre 2004: ogni mese sono disponibili ulteriori protocolli di programmazione seriale, a coprire ulteriormente il parco veicoli circolanti.

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
ALFA ROMEO		
145 1.4 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
145 1.6 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
145 1.8 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
145 2.0 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
145 1.9 JTD EDC15	BENZINA	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
146 1.6 16V M1.5.5	DIESEL	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
146 1.8 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
146 2.0 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
146 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
147 1.6 16V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
147 2.0 16V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
147 2.0 16V SELESPEED ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
147 3.2 V6 GTA ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
147 1.9 JTD EDC15 100/110/115 CV	BENZINA	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
147 1.9 16V MJET EDC16	DIESEL	BOSCH EDC16 C8 COMMON RAIL MJET EURO3
156 1.6 16V M1.5.5	DIESEL	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
156 1.6 16V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
156 1.8 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
156 1.8 16V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
156 2.0 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
156 2.0 16V ME2.1/ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME2.1/ME7.3.1
156 2.0 16V SELESPEED ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
156 2.5 V6 24V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
156 2.5 V6 24V ME2.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 2.1
156 3.2 V6 GTA ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
156 1.9 JTD EDC15 105CV EURO 2	BENZINA	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
156 1.9 JTD EDC15 110CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
156 1.9 JTD EDC15 115CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
156 1.9 16V MJET EDC16	DIESEL	BOSCH EDC16 C8 COMMON RAIL MJET EURO3
156 2.4 JTD 136CV EDC15 EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
156 2.4 JTD EDC15 EURO 3 140cv	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
156 2.4 JTD EDC15 EURO 3 2002 150CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
156 2.4 20V MJET EDC16 175CV	DIESEL	BOSCH EDC16 C8 COMMON RAIL MJET EURO3
166 2.0 16V M1.5.5	DIESEL	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
166 3.0 V6 24V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
166 2.4 JTD EDC15	BENZINA	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
166 2.4 JTD EDC15 EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
166 2.4 JTD EDC15 EURO 3 2002 150CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
GTV/SPIDER 1.8 16V M1.5.5	DIESEL	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
GTV/SPIDER 2.0 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
GTV/SPIDER 2.0I 16V TS ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
AUDI		
A2 1.2 TDI (61 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A2 1.4 TDI (75 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A3 1.8 20V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A3 1.8 20V TURBO ME7 (150/180 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
S3 1.8 20V TURBO ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A3 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A3 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A3 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A4 1.8 20V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A4 1.8 20V TURBO ME7 (150/163/180/190 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A4 2.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A4 2.4 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A4 2.8 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A4 3.0 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
S4 2.7 V6 TURBO ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
S4 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
RS4 2.7 V6 TURBO ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A4 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
A4 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A4 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
A4 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A4 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A4 2.5 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A4 2.5 TDI (155 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A4 2.5 TDI (155 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A4 2.5 TDI (180 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A6 1.8 20V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 1.8 20V TURBO ME7 (150/163/180/190 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 2.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 2.4 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 2.7 TURBO ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 2.8 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 3.0 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
S6 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
RS6 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A6 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
A6 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
A6 2.5 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A6 2.5 TDI (180 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
A8 2.8 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A8 3.7 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A8 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
S8 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
A8 2.5 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
ALLROAD 2.7 V6 TURBO ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
ALLROAD 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
ALLROAD 2.5 TDI (180 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
TT 1.8 20V TURBO ME7 (150/180/225 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
TT 3.2 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
BMW		
320 2.2 MS43	BENZINA	SIEMENS MS43
320 24V MS42	BENZINA	SIEMENS MS42
320 24V VANOS E36 MS41	BENZINA	SIEMENS 5WK9
320 CI 2.0 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
320 CI 2.2 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS MS43
323 24V VANOS MS42	BENZINA	SIEMENS MS42
325 CI 2.5 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
328 24V VANOS E36 MS41	BENZINA	SIEMENS 5WK9
328 24V VANOS MS42	BENZINA	SIEMENS MS42
328 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS MS43
330 I 3.0 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
320 D 136CV VP44	DIESEL	BOSCH MOTRONIC
330 D 6CIL 24V	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
520 24V MS42	BENZINA	SIEMENS MS42
520 24V VANOS TOURING	BENZINA	SIEMENS MS42
523 2.5 24V VANOS	BENZINA	SIEMENS MS42
528 2.8 24V VANOS	BENZINA	SIEMENS MS41
530 I 3.0 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
535 I 3.5 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
535 I 3.5 V8 BOSCH ME7.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.1
525 D 6CIL 24V	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
530 D 6CIL 24V	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
730 I 3.0 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
735 I 3.5 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
X5 3.0 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
X5 4.4 V8 BOSCH ME7.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.1
X5 4.6 V8 BOSCH ME7.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.1
X5 3.0 D 6CIL 24V	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
Z3 2.2 24V VANOS MS43	BENZINA	SIEMENS 5WK9
Z3 24V VANOS E36 MS41	BENZINA	SIEMENS 5WK9
Z3 24V VANOS MS42	BENZINA	SIEMENS MS42
CHRYSLER		
PT CRUISER 2.2 CRD	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRD
VOYAGER/GRAND VOYAGER 2.5 CRD	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRD
VOYAGER/GRAND VOYAGER 2.8 CRD	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRD
CITROËN		
BERLINGO 2.0 HDI 90CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
C5 2.0 HDI 110 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
C5 2.2 HDI 136CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
C8 2.0 HDI 110CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
C8 2.2 HDI 130CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
EVASION 2.0 HDI 90CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
JUMPY 2.0 HDI 90 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
XANTIA 2.0 HDI 90CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
XANTIA 2.0 HDI 110CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
XSARA 2.0 HDI 90CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
XSARA 2.0 HDI 110CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
XSARA PICASSO 2.0 HDI 90CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
DACIA		
LOGAN 1.6 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
LOGAN 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
SOLENZA 1.4 8V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
FERRARI		
360 MODENA/SPIDER	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.3 (2 CENTR.)
FIAT		
BRAVO 1.2 16V M1.5.5	BENZINA	BOSCH MOTRONIC M 1.5.5. DAMOS 161
BRAVO 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
BRAVO 1.9 JTD EDC15 100CV EURO3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
DOBLO 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET
DOBLO 1.9 JTD EDC15 80CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
DOBLO 1.9 JTD EDC15 100CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
DUCATO 2.0 JTD EDC15 (HDI) EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
DUCATO 2.3 JTD EDC15 EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
DUCATO 2.8 JTD EDC15 EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
IDEA 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET
MAREA 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
MAREA 1.9 JTD EDC15 110CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
MAREA 1.9 JTD EDC15 115CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
MAREA 2.4 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
MARENGO 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
MULTIPLA 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
MULTIPLA 1.9 JTD EDC15 110CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
MULTIPLA 1.9 JTD EDC15 115CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
PALIO 1.9 JTD EDC15 EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
PANDA 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET
PUNTO 1.2 16V ME2.1/ME3.1/ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME2.1/ME3.1/ME7.3.1
PUNTO 1.4 16V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
PUNTO 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET
PUNTO 1.9 JTD EDC15 80/85 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
SCUDO 2.0 JTD EDC15 (HDI)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
STILO 1.2 16V ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME2.1
STILO ABARTH 2.4 20V ME3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME3.1
STILO 1.9 JTD EDC15 80/115 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
STILO 1.9 16V MJET EDC16	DIESEL	BOSCH EDC16 C8 COMMON RAIL MJET EURO3
STRADA 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
ULYSSE 2.0 JTD EDC15 (HDI)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
ULYSSE 2.2 JTD EDC15 (HDI)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
FORD		
GALAXY 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
GALAXY 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
GALAXY 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
HONDA		
CIVIC 1.7 CDTI	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL CDTI
HYUNDAI		
ACCENT 1.5 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
ELANTRA 2.0 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
GETS 1.5 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
H1-STAREX 2.5 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
MATRIX 1.5 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
SANTA FE' 2.0 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
TRAJET 2.0 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
TUCSON 2.0 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
JEEP		
CHEROKEE 2.5 CRD	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRD
CHEROKEE 2.8 16V CRD	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRD
GRAN CHEROKEE 2.7 CRD	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRD
KIA		
CARENS 2.0 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
SORENTO 2.5 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI
SPORTAGE 2.0 CRDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CRDI

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
LANCIA		
K JTD EDC15 2.4	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
LYBRA 2.0 20V ME2.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 2.1
LYBRA 1.9 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
LYBRA 1.9 JTD EDC15 110CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
LYBRA 1.9 JTD EDC15 115CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
LYBRA 2.4 JTD EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL JTD EURO2
LYBRA 2.4 JTD EDC15 EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
LYBRA 2.4 JTD EDC15 EURO 3 '02 150CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
MUSA 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET
PHEDRA 2.0 JTD EDC15 (HDI)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
PHEDRA 2.2 JTD EDC15 (HDI)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
THESIS 3.2 V6 ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME 7.3.1
THESIS 2.4 JTD EDC15 EURO 3 '02 150CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
THESIS 2.4 JTD EDC16 EURO 3 175CV	DIESEL	BOSCH EDC16 C8 COMMON RAIL MJET EURO3
YPSILON 1.2 16V ME3.1/ME7.3.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME3.1/ME7.3.1
YPSILON 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET
2.0 JTD EDC15 (HDI)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
LAND ROVER		
FREELANDER 2.0 TD4	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
RANGE ROVER 4.4 V8 BOSCH ME7.1	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.1
RANGE ROVER 3.0 TD6	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
MERCEDES		
A 160 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
A 170 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
C 200 2.2 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
C 200 2.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
C 220 2.2 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
C 220 2.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
C 270 2.7 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
C 320 3.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
CLK 320 CDI AMG EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
E 200 2.2 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
E 200 2.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
E 220 2.2 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
E 220 2.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
E 270 2.7 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
E 270 2.7 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
E 320 3.2 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
E 320 3.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
G 270 2.7 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
ML 270 2.7 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
S 270 2.7 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
S 320 3.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
SPRINTER 220 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
SPRINTER 270 2.7 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
V 220 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
VANEO 170 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
VIANO 220 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
VITO 2.2 CDI EURO 2	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI EURO2
VITO 2.2 CDI EURO 3 EDC15	DIESEL	BOSCH EDC15 C6 COMMON RAIL CDI EURO3
MG		
ZT 2.0 CDTI	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
MINI		
MINI 1.6 16V COOPER 116CV	BENZINA	SIEMENS EMS 2000 (SIRIUS 32N)
MINI 1.6 16V COOPER S 163CV	BENZINA	SIEMENS EMS 2000 (SIRIUS 32N)
MINI 1.6 16V ONE 90CV	BENZINA	SIEMENS EMS 2000 (SIRIUS 32N)
MINI 1.6 16V JOHN COOPER WORKS 200CV	BENZINA	SIEMENS EMS 2000 (SIRIUS 32N)
MINI 1.4 D ONE 75CV	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
MITSUBISHI		
CARISMA 1.9 DID 115 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
SPACE STAR 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
NISSAN		
ALMERA 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
ALMERA/ALMERA TINO 2.2 TDDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL TDDI
ATLEON 120 3.0 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL TDDI
CABSTAR E 120 3.0 TDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL TDDI
INTERSTAR 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
INTERSTAR 2.2 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
INTERSTAR 2.5 16V DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MICRA 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
PRIMASTAR 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
PRIMASTAR 2.5 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
PRIMERA 2.0 TDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL TDDI
TERRANO 2.7 TDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL TDDI
OPEL		
AGILA 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET GRUPPO GM
ASTRA 1.7 8V DI 68 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
ASTRA 1.7 16V DTI 75 CV	DIESEL	DELPHI IBRIDA
ASTRA 2.0 16V DI 82/101 CV (PLCC/PSOP)	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
CAMPO 2.5 DTI	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
COMBO 1.7 16V DI 65 CV	DIESEL	DELPHI IBRIDA
CORSA 1.3 16V MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET GRUPPO GM
CORSA 1.7 16V DTI 75 CV	DIESEL	DELPHI IBRIDA
FRONTERA 2.2 16V DTI (PLCC/PSOP)	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
FRONTERA 2.5 24V DTI	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
MERIVA 1.7 16V DTI 75 CV	DIESEL	DELPHI IBRIDA
MOVANO 2.5 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
OMEGA 2.0 16V DTI	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
OMEGA 2.2 16V DTI (PLCC/PSOP)	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
SIGNUM 2.0 16V DTI 101 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
SINTRA 2.2 16V DTI	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
VECTRA 2/3 2.0 16V DI 82 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
VECTRA 2/3 2.0 16V DTI 101 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
VECTRA 2/3 2.2 16V DTI	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
VIVARO 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
ZAFIRA 2.0 16V DTI 101 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
PEUGEOT		
206 2.0 HDI 90 CV EURO 2/EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
306 2.0 HDI 90 CV EURO 3 (BOSCH)	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
307 2.0 HDI 110 CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
406 2.0 HDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
406 2.0 HDI EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
406 2.2 HDI EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
607 2.2 HDI EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
607 2.2 HDI TIPTRONIC EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
806 2.0 HDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
807 2.2 HDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
BOXER 2.2 HDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
BOXER 2.8 HDI (JTD)	DIESEL	BOSCH EDC15 C7 COMMON RAIL JTD EURO3
PARTNER 2.0 HDI 90 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
RANCH 2.0 HDI 90 CV EURO 3	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
PORSCHE		
911 (993) CARRERA 3.4	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.2
911 (996) CARRERA 3.4	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.2
BOXTER 2.7 24V	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.2
BOXTER 3.2 24V S	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.2
CAYENNE 4.5 V8 32V S 340 CV	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.5
CAYENNE 4.5 V8 32V S BITURBO 450 CV	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7.5
RENAULT		
AVANTIME 2.2 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
CLIO 1.2 8V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
CLIO 1.4 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
CLIO 1.6 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
CLIO 2.0 16V RS	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
CLIO 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
ESPACE 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
ESPACE 2.2 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
KANGOO 1.4 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
KANGOO 1.6 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
KANGOO 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
KANGOO 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
LAGUNA 1.6 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
LAGUNA 1.8 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
LAGUNA 2.0 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
LAGUNA 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
LAGUNA 2.2 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MASTER 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MASTER 2.2 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MASTER 2.5 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MEGANE 1.4 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
MEGANE 1.6 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
MEGANE 1.8 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
MEGANE 2.0 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
MEGANE 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
MEGANE 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MODUS 1.4 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
MODUS 1.6 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
MODUS 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
NEW TRAFIC 1.9 DCI 80/100 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
NEW TRAFIC 2.5 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
THALIA 1.4 16V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
THALIA 1.5 DCI	DIESEL	DELPHI 1.5 DCI
TWINGO 1.2 8V	BENZINA	SIEMENS SIRIUS 32/34
VEL SATIS 2.2 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
ROVER		
75 2.0 CDT	DIESEL	BOSCH COMMON RAIL DDE
SAAB		
9-3 2.2 16V DTI 115 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 15M EURO3
SEAT		
ALHAMBRA 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
ALHAMBRA 2.8 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
ALHAMBRA 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
ALHAMBRA 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
ALHAMBRA 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
ALHAMBRA 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
AROSA 1.4 8V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
AROSA 1.4 TDI (75 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
AROSA 1.7 SDI (65 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
CORDOBA 1.4 8V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
CORDOBA 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
CORDOBA 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
IBIZA 1.4 8V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
IBIZA 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
IBIZA 1.8 20V TURBO ME7 (180 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
IBIZA 1.4 TDI (75 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
IBIZA 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
IBIZA 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
IBIZA 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
IBIZA 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
LEON 1.4 8V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
LEON 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
LEON 1.8 20V TURBO ME7 (180 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
LEON 1.8 20V TURBO ME7 (225 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
LEON 2.8 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
LEON 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
LEON 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
LEON 1.9 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
TOLEDO 1.8 20V TURBO ME7 (180 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
TOLEDO 2.3 V5 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
TOLEDO 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
TOLEDO 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
SKODA		
FABIA 2.0 8V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
FABIA 1.4 TDI (75 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
FABIA 1.9 SDI (65 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V2.2
FABIA 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
FABIA 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
OCTAVIA 1.8 20V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
OCTAVIA 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
OCTAVIA 2.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
OCTAVIA 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
OCTAVIA 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
OCTAVIA 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
OCTAVIA 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
SUPERB 1.8 20V TURBO (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
SUPERB 2.8 VR6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
SUPERB 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
SUPERB 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
SUPERB 2.5 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
SMART		
SMART 600 TURBO EURO2/EURO3	BENZINA	BOSCH MEG 1.0/1.1
SMART 700 TURBO EURO4	BENZINA	BOSCH MEG 1.0/1.1
SMART 800 CDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C5 COMMON RAIL CDI EURO3
SUZUKI		
IGNIS 1.3 16V DDIS MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET GRUPPO GM
VITARA/GRAND VITARA 2.0 HDI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL HDI
WAGON R+ 1.3 16V DDIS MULTIJET	DIESEL	IAW MARELLI MULTIJET GRUPPO GM
TOYOTA		
YARIS 1.4 D4D	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC15C9
VOLKSWAGEN		
LUPO 1.2 TDI (61 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
LUPO 1.4 TDI (75 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
POLO 1.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
POLO 1.4 8V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
POLO 1.4 TDI (75 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
POLO 1.9 SDI (68 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
POLO 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
POLO 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
POLO 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
GOLF4 1.4 16V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 1.6 16V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 1.8 20V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 1.8 20V TURBO ME7 (180 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 2.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 2.3 V5 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 2.8 VR6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 3.2 VR6 24V R32 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
GOLF4 1.9 SDI (68 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
GOLF4 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
GOLF4 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
GOLF4 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
GOLF4 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
GOLF4 1.9 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
GOLF4 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
BORA 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
BORA 2.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7

AUTOVETTURE RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
BORA 2.8 VR6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
BORA 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
BORA 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
BORA 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
BORA 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
BORA 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
NEW BEETLE 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
NEW BEETLE 2.0 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
NEW BEETLE 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
NEW BEETLE 1.9 TDI (90 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
PASSAT4 1.8 20V ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
PASSAT4 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
PASSAT4 2.3 V5 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
PASSAT4 2.8 VR6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
PASSAT4 4.0 W8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
PASSAT4 1.9 TDI (101 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V2.2
PASSAT4 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
PASSAT4 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
PASSAT4 2.5 TDI (150 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
PASSAT4 2.5 TDI (180 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
SHARAN 1.8 20V TURBO ME7 (150 CV)	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
SHARAN 2.8 VR6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
SHARAN 1.9 TDI (110 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
SHARAN 1.9 TDI (115 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
SHARAN 1.9 TDI (130 CV)	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
TOUAREG 3.2 V6 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
TOUAREG 4.2 V8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
PHAETON 4.0 W8 ME7	BENZINA	BOSCH MOTRONIC ME7
CARAVELLE 2.5 TDI	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
TRANSPORTER 2.5 TDI	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
MULTIVAN 2.5 TDI	DIESEL	BOSCH MOTRONIC EDC V4.1
LT 28 2500 TDI	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
LT 35 2500 TDI	DIESEL	BOSCH MOTRONIC INI-POMPA V4.1
VOLVO		
V40 1.9 DCI 102 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
V40 1.9 DCI 115 CV	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI

Figura 23

VEICOLI INDUSTRIALI RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
DAF		
BOSCH MS6.2 INIETT. POMPA MOT UPEC		
CF 75	DIESEL	BOSCH MS 6.2
CF 85	DIESEL	BOSCH MS 6.2
XF 95	DIESEL	BOSCH MS 6.2
IVECO/FIAT		
BOSCH MS6.2 INIETTORE POMPA		
CURSOR 8/10/13 BOSCH	DIESEL	BOSCH MS 6.2
STRALIS 8/10/13 BOSCH	DIESEL	BOSCH MS 6.2
EUROTRAKKER 8/10/13	DIESEL	BOSCH MS 6.2
BOSCH MS6.3 COMMON RAIL		
DAILY C9/C11/C12/C13/C15	DIESEL	BOSCH MS 6.3
BOSCH EDC16 COMMON RAIL (HPI)		
DAILY C9/C11/C12/C13/C15	DIESEL	BOSCH EDC16
BOSCH EDC7 COMMON RAIL		
TECTOR 4/6 CILINDRI	DIESEL	BOSCH EDC7
BOSCH EDC15 C6/7 COMMON RAIL		
DUCATO 2.0/2.3/2.8 JTD BOSCH V32JTD EDC15	DIESEL	EDC15 COMMON RAIL JTD
SCUDO 2.0 JTD (HDI PSA)	DIESEL	EDC15 COMMON RAIL JTD
MAN		

VEICOLI INDUSTRIALI RIPROGRAMMABILI VIA PRESA SERIALE		
MARCA/MODELLO	ALIMENTAZ.	CENTRALINA
BOSCH MS6.1 POMPA AD H IN LINEA	DIESEL	BOSCH MS 6.1
TG-A	DIESEL	BOSCH MS 6.4
BOSCH MS6.4 POMPA ROTATIVA VP	DIESEL	BOSCH MS 6.4
8	DIESEL	BOSCH MS 6.4
284	DIESEL	BOSCH MS 6.4
LE 280,380	DIESEL	BOSCH MS 6.1
FE 220,460	DIESEL	BOSCH MS 6.4
MERCEDES		
TEMIC INIETTORE POMPA (DAL 1996)		
ACTROS	DIESEL	TEMIC
AXOR	DIESEL	TEMIC
ATEGO	DIESEL	TEMIC
UNIMOG	DIESEL	TEMIC
BOSCH EDC15 C6/7 COMMON RAIL		
SPRINTER 2.0/2.2/2.7/3.2 CDI	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI
V 2.2 CDI	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI
VANEO 1.7 CDI	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI
VITO 2.2 CDI	DIESEL	BOSCH EDC15 COMMON RAIL CDI
NISSAN		
BOSCH EDC15 POMPA ROTATIVA VP		
ATLEON 140	DIESEL	BOSCH EDC15
CABSTAR 120	DIESEL	BOSCH EDC15
BOSCH EDC15C2 COMMON RAIL		
INTERSTAR 2.5	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL CDI
RENAULT		
BOSCH MS6.2 INIETTORE POMPA		
MAGNUM AE	DIESEL	BOSCH MS 6.2
BOSCH MS6.3 COMMON RAIL DCI		
PREMIUM	DIESEL	BOSCH MS 6.3
MIDLUM 180/274	DIESEL	BOSCH MS 6.3
MASCOT	DIESEL	BOSCH MS 6.3
BOSCH EDC15C2 COMMON RAIL DCI		
KANGOO 1.9 DCI	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
MASTER 1.9/2.2/2.5	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
NEW TRAFIC 80/100	DIESEL	BOSCH EDC15 C2 COMMON RAIL DCI
SCANIA		
BOSCH MS6.2 INIETTORE POMPA		
R-114 340/380	DIESEL	BOSCH MS 6.2
R-124 420	DIESEL	BOSCH MS 6.2
R-164 480/580	DIESEL	BOSCH MS 6.2

Figura 24

5.2.1. Esempio di procedura di riprogrammazione seriale

La procedura di riprogrammazione seriale può essere divisa in tre fasi fondamentali: l'identificazione della ECU, la lettura del contenuto della memoria programma ed infine la sua scrittura. In realtà tali procedure prevedono un protocollo di comunicazione seriale in cui di fatto si richiede al microprocessore l'accesso ad alcune zone di memorie da esso utilizzate. Di conseguenza, almeno in linea di principio, con lo stesso meccanismo sarebbe possibile accedere anche alle memorie EEPROM contenenti le protezioni antiavviamento ecc... Nella pratica le aziende produttrici di software di riprogrammazione si limitano alla lettura/scrittura della sola FLASH EPROM di bordo: in alcuni casi tale accesso è addirittura ristretto solo ad alcuni settori, per cui il file ottenuto dalla lettura seriale è di dimensioni minori della memoria FLASH di bordo (file parziale). Inoltre è da tenere in conto che non sempre è possibile leggere il contenuto della FLASH di bordo, ma ne è abilitata la sola scrittura. Il caso più conosciuto è quello della MCC SMART benzina Euro3, oppure delle Opel Zafira, Vectra e Astra con pompa VP44.

Vediamo quindi un caso pratico riferito ad un IVECO DAILY 50C13 con centralina Bosch EDC MS6.3. La presa diagnostica del camion si trova nel vano motore, lato conducente (figura 25).

Cablaggio universale

LINEA	30 POLI DIAGNOSI
GND, MASSA (nero)	PIN 30
POSITIVO + 24Vbatt (rosso)	PIN 27
K LINE EDC (giallo)	PIN 2

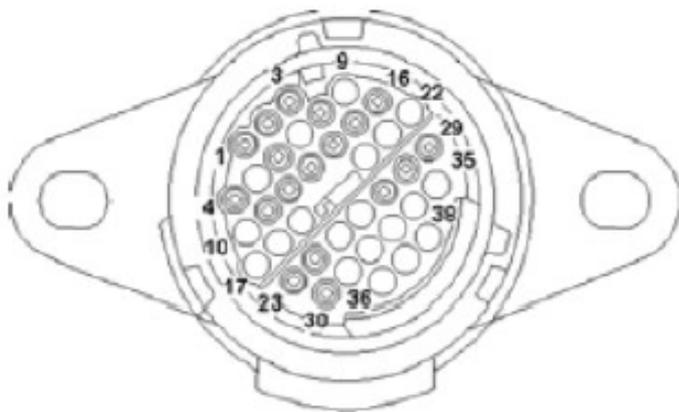


Figura 25

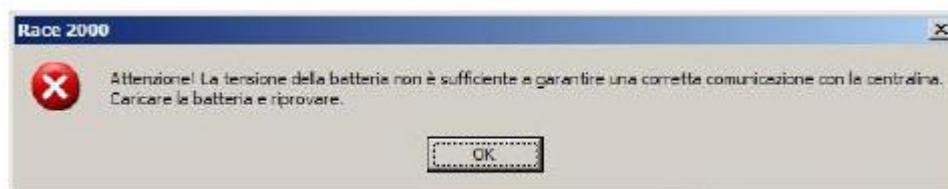
Istruzioni operative generali:

Il caso in esame si riferisce al tool di riprogrammazione seriale incluso nel software RACE2000: in questo caso viene utilizzata la porta di comunicazione parallela del computer ed un adattatore chiamato "chiave FLASH" in grado di convertire il flusso dati in modo da renderlo conforme al protocollo di comunicazione utilizzato dalla ECU. Nella figura seguente sono riportati gli elementi hardware necessari al collegamento fra computer e centralina.



Figura 26

In generale, quando si effettua una riprogrammazione seriale, è buona norma accertarsi sempre che la batteria del veicolo sia ben carica. In ogni caso si può collegare un booster o una batteria ausiliaria, in parallelo. E' MOLTO importante che la tensione della batteria sia almeno 20.5V. Altrimenti potrebbe essere visualizzato il seguente errore.



Spegnere tutte le utenze non necessarie quali autoradio, ventole climatizzatore, luci interne di cortesia, perché un eccessivo calo di tensione potrebbe interferire con la procedura di trasferimento dati. Nel caso in cui si interrompesse, per qualsiasi motivo, la procedura di lettura, generalmente non ci sono conseguenze; quando s' interrompe l'operazione mentre si è in fase di scrittura è prevista una procedura di ripristino (nel caso l'interruzione sia del collegamento). Qualora, durante la programmazione, si staccasse il cavo di diagnosi NON SPEGNERE IL QUADRO e seguire le istruzioni a schermo. Inserire la chiave HW Flash4 in serie alla chiave HW SMARTKEY (in dotazione con il programma Race) sulla porta parallela del vostro computer. Utilizzate l'apposito CODOLINO BIANCO RJ45 per collegarvi al CODOLINO ADATTAMENTO LINEA, al CAVO DIAGNOSTICO ed infine alla presa di diagnosi. Se il collegamento è corretto, il LED rosso posto sul DISPOSITIVO HWFlash4 lampeggerà. A collegamento attivato il LED rimarrà sempre acceso. Per maggiore chiarezza, prenderemo in considerazione una riprogrammazione su IVECO DAILY 50C13 con IMPIANTO BOSCH MS6.3 Common Rail.

IDENTIFICAZIONE

Selezionare dal menù TOOLS il protocollo appropriato ed eseguire l' Identificazione Centraline (ID)

Selezionare dal menù TOOLS il protocollo appropriato ed eseguire l' Identificazione Centraline (ID)

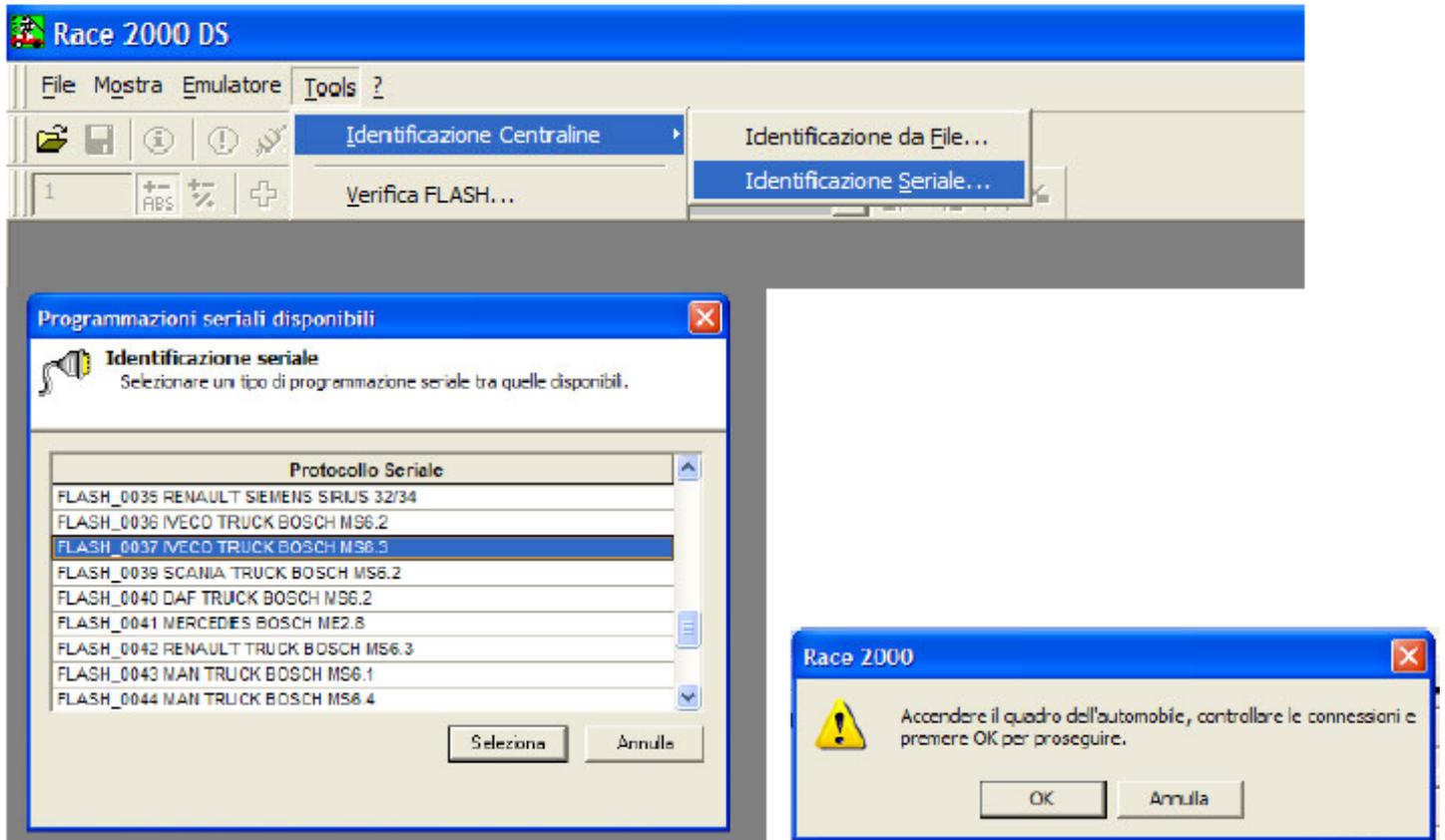


Figura 27

Il risultato sarà:



Figura 28

I dati necessari per selezionare il file di settaggio corretto sono le ultime tre cifre del Numero Hardware e il Numero Software



Figura 29

Individuato il settaggio corrispondente, selezionarlo e proseguire nella finestra successiva con il tasto "Avanti"

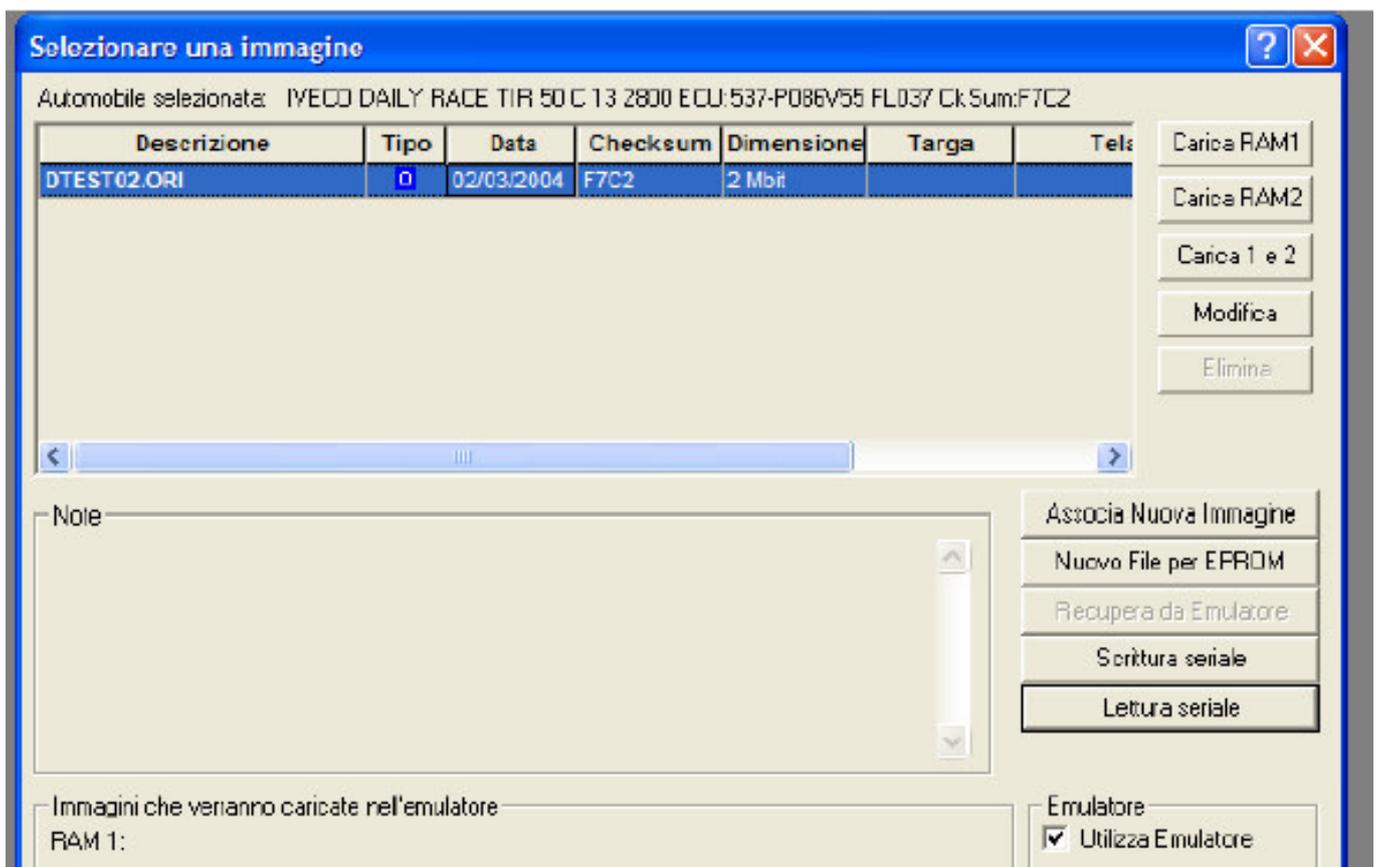


Figura 30

Verificare i collegamenti, accendere il quadro e selezionare OK. In alcuni protocolli dopo la visualizzazione dell' ID verrà chiesto di spegnere e riaccendere il quadro

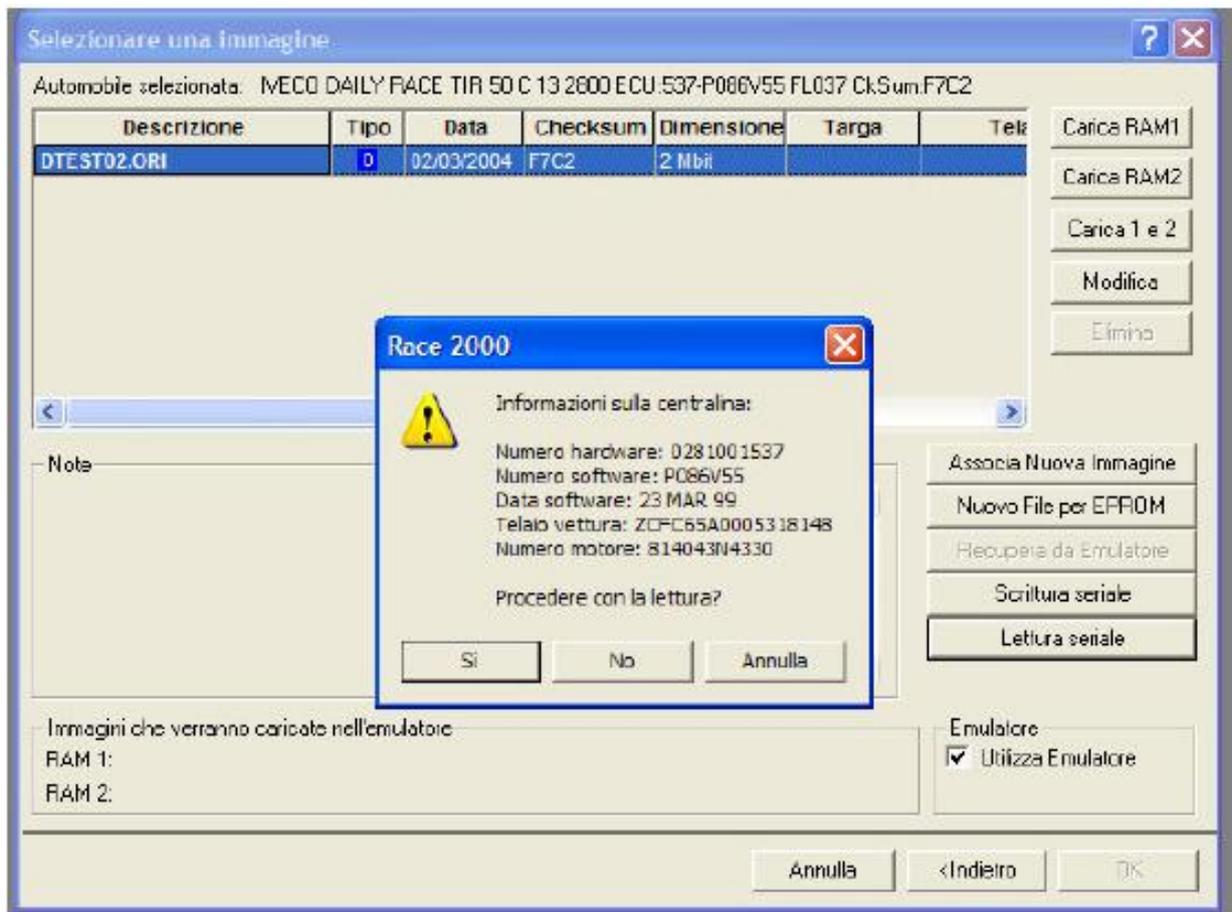


Figura 31

Effettuate le verifiche inizierà la fase di lettura vera e propria:

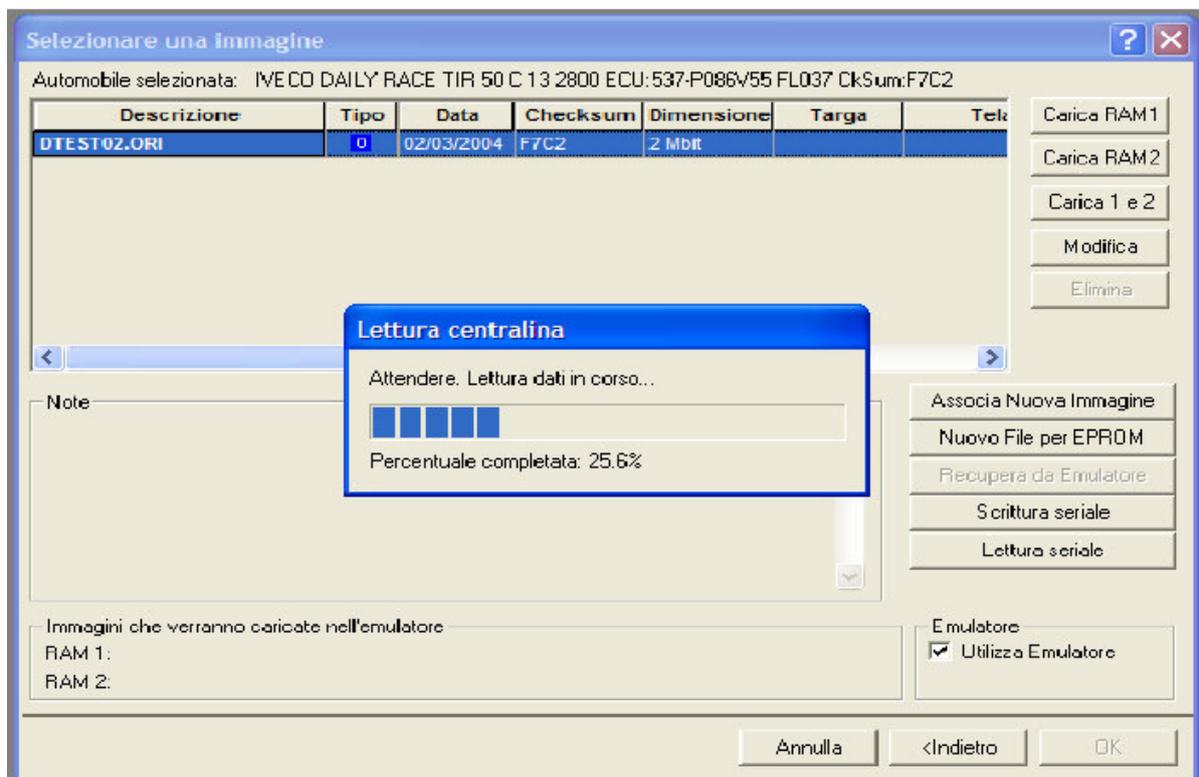


Figura 32

Terminata la lettura, compilare i dati per la memorizzazione del file

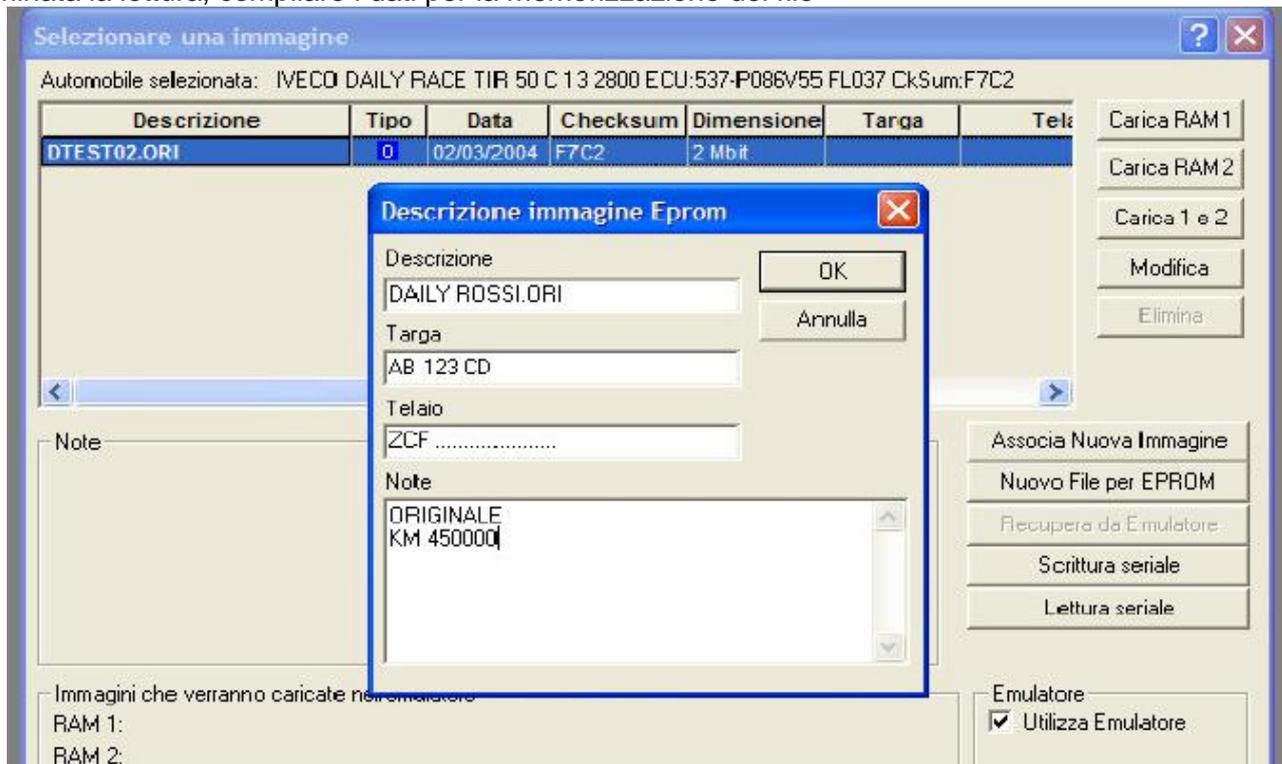


Figura 33

Ora potete eseguire la modifica utilizzando nel modo tradizionale il programma Race2000. Quindi chiudere e riaprire il settaggio. Infine selezionate il file che avete appena modificato.

SCRITTURA

Selezionare il file modificato da trasferire all'interno della centralina, cliccare su "SCRITTURA SERIALE"

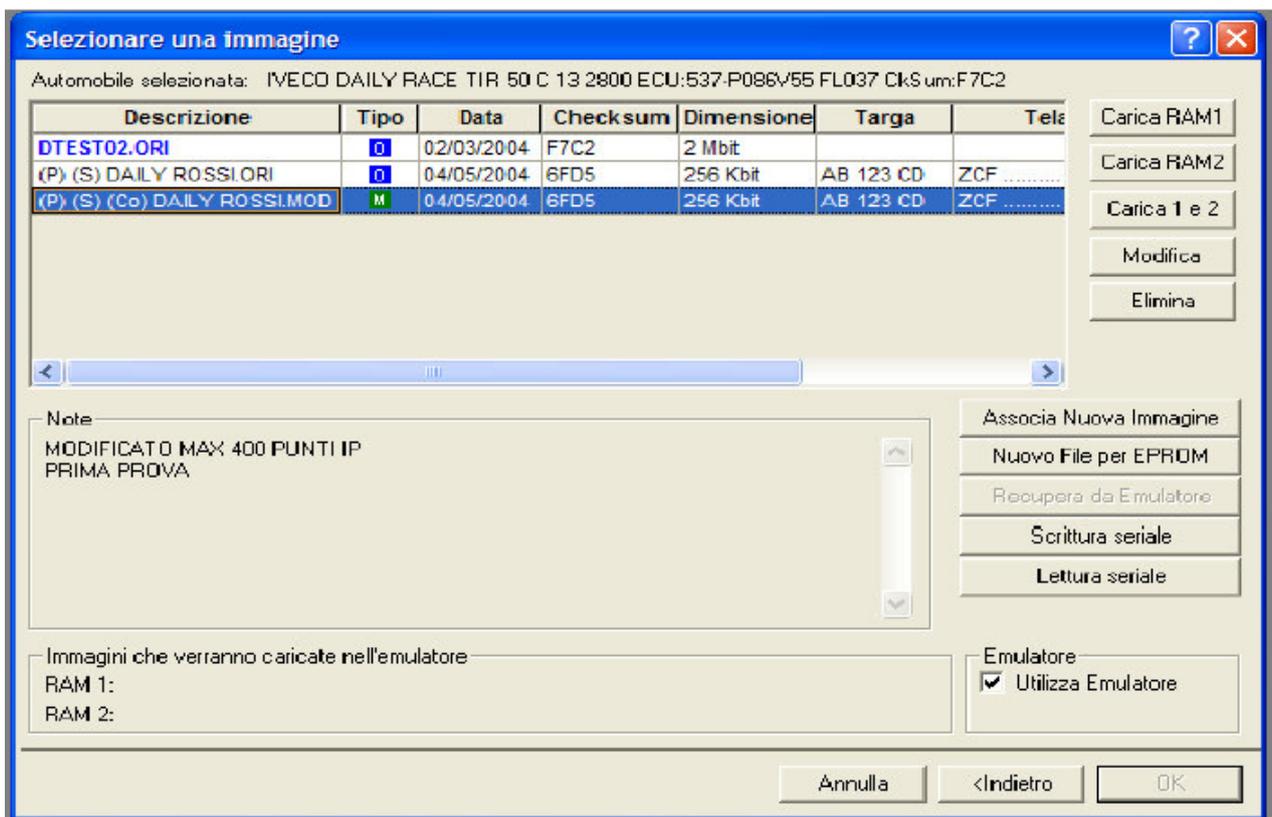


Figura 34

Verificare i collegamenti, accendere il quadro e selezionare OK. Dopo la visualizzazione dell' ID verrà richiesto di spegnere e riaccendere il quadro (per dar modo al programma di effettuare le opportune verifiche).



Figura 35

Avviata la procedura vengono nuovamente letti i dati identificativi della centralina:



Figura 36

Se confermate l'operazione (cliccando "Sì") verrà chiesto di spegnere il quadro per poi riaccenderlo



Figura 37

Cliccato su OK partirà la programmazione della centralina ed è possibile monitorare lo stato di avanzamento del processo.



Figura 38

Durante l'operazione non effettuare nessuna operazione né Al termine verrà visualizzato il messaggio di riprogrammazione effettuata correttamente.



Figura 39

Spegner il quadro e cliccare su OK. Automaticamente compare una finestra che ci invita ad attendere 15 secondi per dare tempo alla centralina di reimpostarsi.

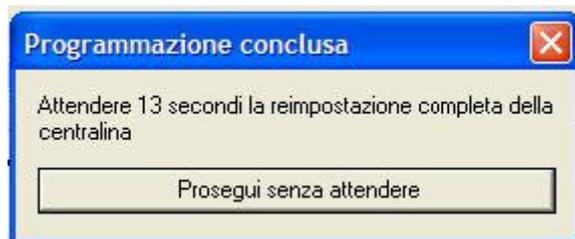


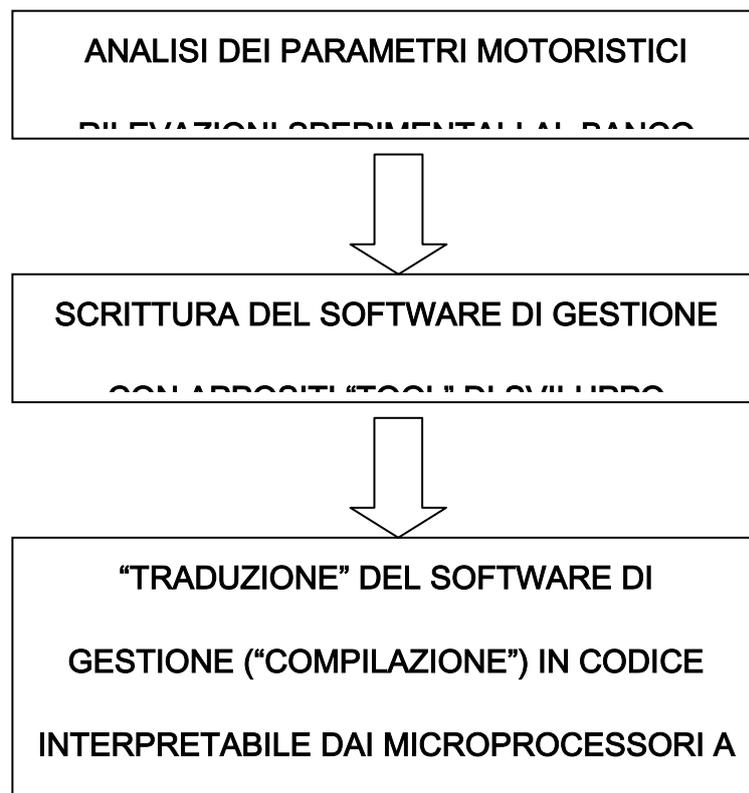
Figura 40

Durante l'attesa non effettuare nessuna operazione sul veicolo.

5.3. Software per l'analisi di file binari

Il software per l'analisi di file binari è il vero cuore di un moderno sistema di rimappatura. Mentre le procedure di saldatura e dissaldatura delle memorie sono state mutuare dal mondo delle riparazioni elettroniche e le procedure di comunicazione seriale sono state messe a punto a partire dalle procedure di diagnosi già presenti sul veicolo, questi software specifici non hanno riscontri analoghi nelle applicazioni automotive. L'esigenza di base era quella di operare un "reverse engineering" cioè di ricavare, a partire dal programma di gestione motore già in formato binario, (e quindi in generale non più leggibile dall'esterno) le informazioni relative ai principali parametri di funzionamento del veicolo.

È bene a questo punto dare alcuni elementi relativi alla generazione di un software applicativo come quelli messi a punto per gli autoveicoli. I tecnici delle case automobilistiche che mettono a punto le cosiddette "mappature" lavorano in maniera profondamente diversa da noi: essi utilizzano procedure di lavoro che possono essere schematizzate nel diagramma di flusso seguente:



È quindi evidente che il lavoro del preparatore elettronico assomiglia molto a quello di un "hacker" che ricava informazioni a lui utili lì dove tali informazioni sarebbero ufficialmente non accessibili. La tecnica utilizzata, come già accennato nell'introduzione, parte da alcune ipotesi di base che andremo ora a riassumere:

1. Il programma di gestione motore è memorizzato in una memoria EPROM o FLASH esterna o interna al microprocessore. Se tale memoria è esterna, ne è allora possibile la dissaldatura, altrimenti l'unica possibilità di lettura/scrittura è quella attraverso la presa di comunicazione seriale.
2. All'interno della EPROM sono memorizzate sia le istruzioni per il microprocessore che le tabelle di riferimento per la gestione del motore.
3. Poiché le memorie sono di tipo digitale a 8 o 16bit, i massimi valori memorizzabili al loro interno saranno rispettivamente 255 e 65535 (vedi capitolo 3).
4. Se riportiamo su di un grafico i valori letti a ciascun indirizzo di memoria, troveremo che in generale solo le zone relative alle tabelle di gestione del motore hanno un andamento regolare e ripetitivo al crescere degli indirizzi. Con opportuni software di analisi è possibile isolare tali zone e ricostruire le tabelle di nostro interesse in modo simile a come sono rappresentate dai tecnici della casa madre.

5.3.1. Analisi del contenuto di una EPROM

Supponendo di aver acquisito il contenuto della memoria EPROM di una centralina ed utilizzando un programma di analisi grafica come sopra descritto, il risultato è come quello riportato in figura 41. Il file rappresentato è quello di una Alfa 156 1.9 JTD Euro3: la zona di memoria rappresentata ha un andamento di fatto non intelleggibile e probabilmente è relativa ad una porzione del programma di gestione.

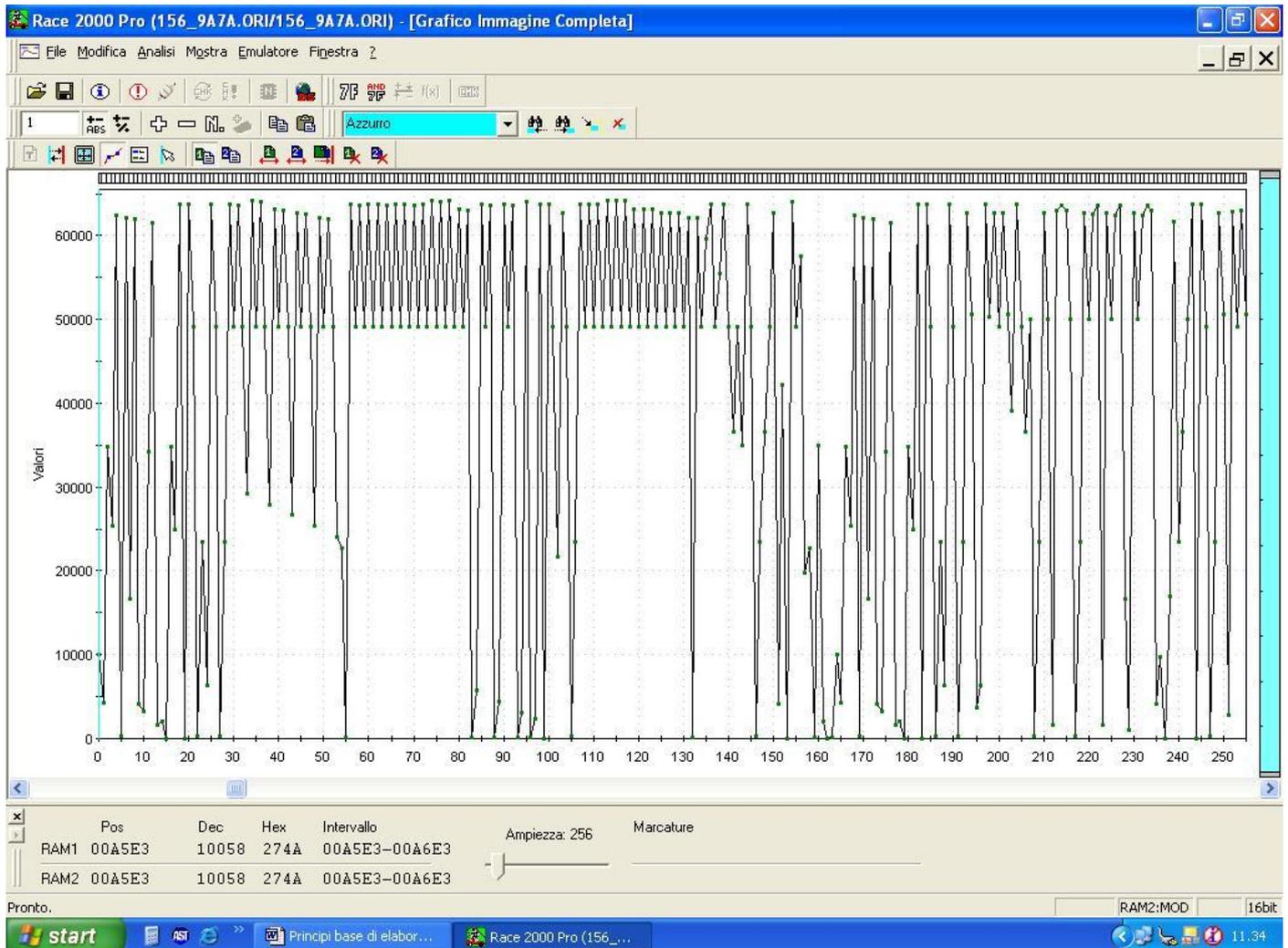


Figura 41

Un programma di analisi dispone comunque di molteplici funzioni di ricerca: è possibile ad esempio effettuare ricerche di valori compresi in un intervallo desiderato oppure ricerche per andamenti crescenti o decrescenti. L'utente esperto può quindi anche "marcare" in maniera autonoma alcune zone della EPROM dove venga riconosciuta la presenza di una mappa nota: di fatto è possibile costruire le proprie "mappe" che verranno poi verificate in fase di elaborazione. Come è possibile vedere in figura, in ordinata il fondo scala del grafico è proprio 65535 (massimo valore raggiungibile con 16 bit) mentre gli indirizzi in ascissa sono rappresentati in formato esadecimale. È bene ricordare che Il software "Race2000" utilizzato in questa trattazione considera sempre di operare su due banche di memoria:

RAM 1

ZONA DI MEMORIA DI RIFERIMENTO.
NON SI MODIFICA
CONTIENE O L'ORIGINALE DI
PARTENZA OPPURE UN MODIFICATO
DI RIFERIMENTO

RAM 2

ZONA DI MEMORIA DI DOVE DI
EFFETTUA LA MODIFICA
CONTIENE O L'ORIGINALE DI
PARTENZA OPPURE UN MODIFICATO
DA RITOCARE

In questo modo l'utente ha sempre una copia di riferimento che non è possibile perdere neanche in maniera accidentale: questo è fondamentale per quelle ECU in cui le memorie EPROM contengono dati relativi al telaio ecc. Con la semplice pressione del tasto ESC è possibile in ogni istante passare dalla visualizzazione del banco RAM1 a quella del banco RAM2.

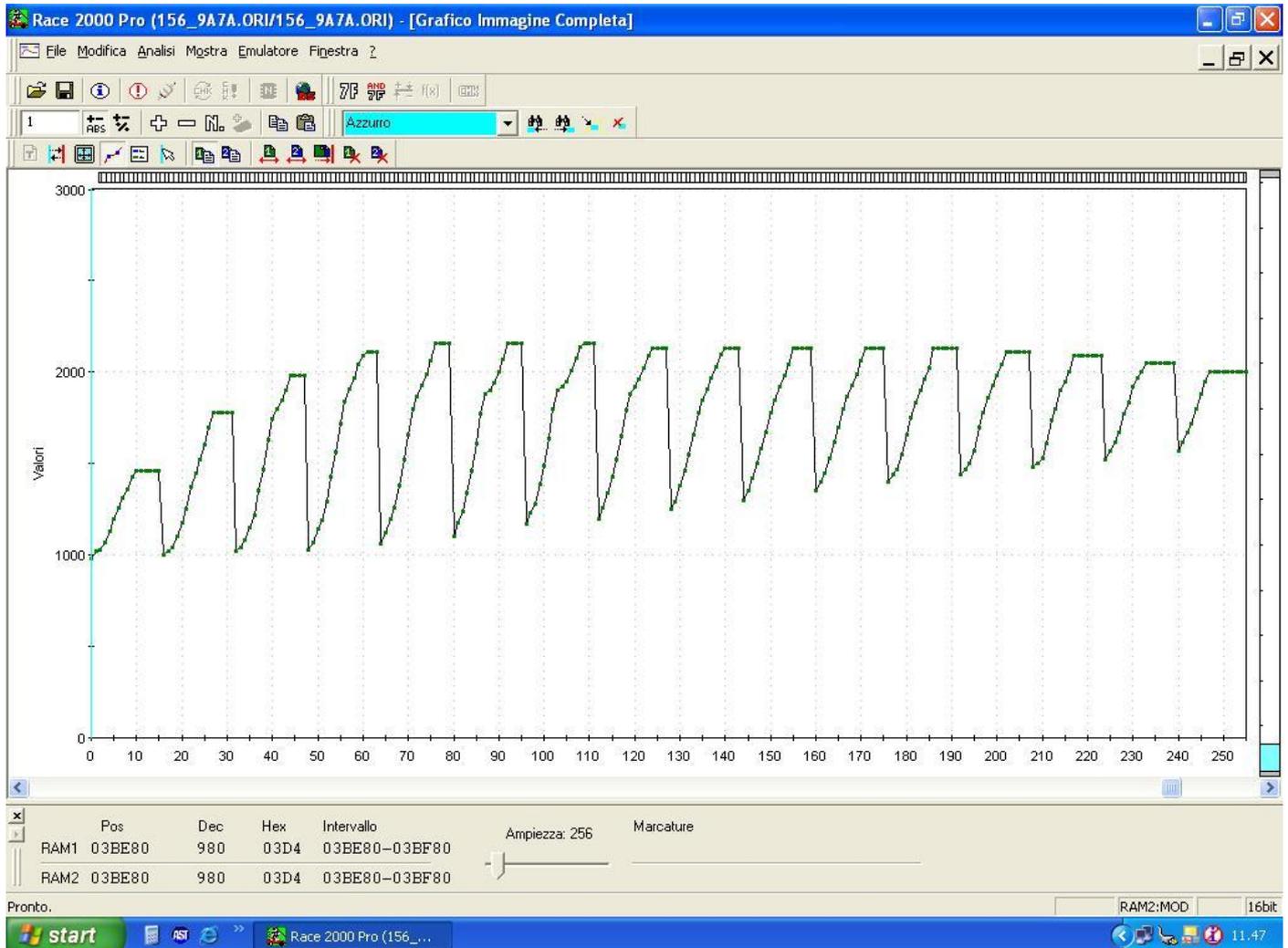


Figura 42

Utilizzando quindi l'ipotesi che un andamento regolare dei valori è presumibilmente legato ad una delle tabelle di gestione del motore e poiché tutte le tabelle di gestione sono prevalentemente localizzate nella stessa zona della EPROM (es. alla fine del file), il tecnico elaboratore va ad individuare, anche sulla base della propria esperienza, tali zone di interesse. In figura 42 è riportato, per la stessa Alfa 156 1.9JTD Euro3, il grafico relativo alla mappa di gestione della pressione turbo.

È da notare come, ad una prima analisi, nessuna indicazione è possibile riguardo le condizioni di giri e carico a cui tali "curve" vengono utilizzate. In generale (ma non è una regola da poter applicare in tutti i casi), ogni singola curva rappresenta l'evoluzione della grandezza fisica (es. in questo caso la pressione di sovralimentazione) al crescere del carico motore e le curve si succedono in ordine crescente con l'aumento dei giri motore.

Risulta quindi evidente che questo approccio, per quanto corretto e sufficiente all'analisi dei file, non consente modifiche in tempi rapidissimi e non fornisce informazioni approfondite sulle condizioni di funzionamento del motore.

5.3.2. Rappresentazione in forma tabellare e file di setup

L'idea di fondo dei programmi di analisi più evoluti è quella di rappresentare il contenuto della EPROM in modo più simile possibile a quello utilizzato dai tecnici della casa costruttrice. A questa idea bisogna poi aggiungere la considerazione che le informazioni di nostro interesse, data una specifica centralina, sono di fatto sempre nelle stesse zone della memoria (es. alla fine del file della EPROM)

Alcune aziende hanno quindi costruito vere e proprie banche dati della allocazione delle mappe di gestione motore e forniscono software (come il RACE2000) in grado di essere "istruiti" tramite appositi "file di setup" a localizzare in maniera automatica le principali mappe di interesse ed a rappresentarle in forma tabellare. I file di "setup" sono disponibili ai clienti su apposite banche dati internet aperte 24 ore su 24. L'utente non deve fare altro che leggere il contenuto della EPROM e ricercare in banca dati il file di "settaggio" relativo alla ECU oggetto della modifica e con checksum corrispondente a quello calcolato con il programmatore di EPROM.

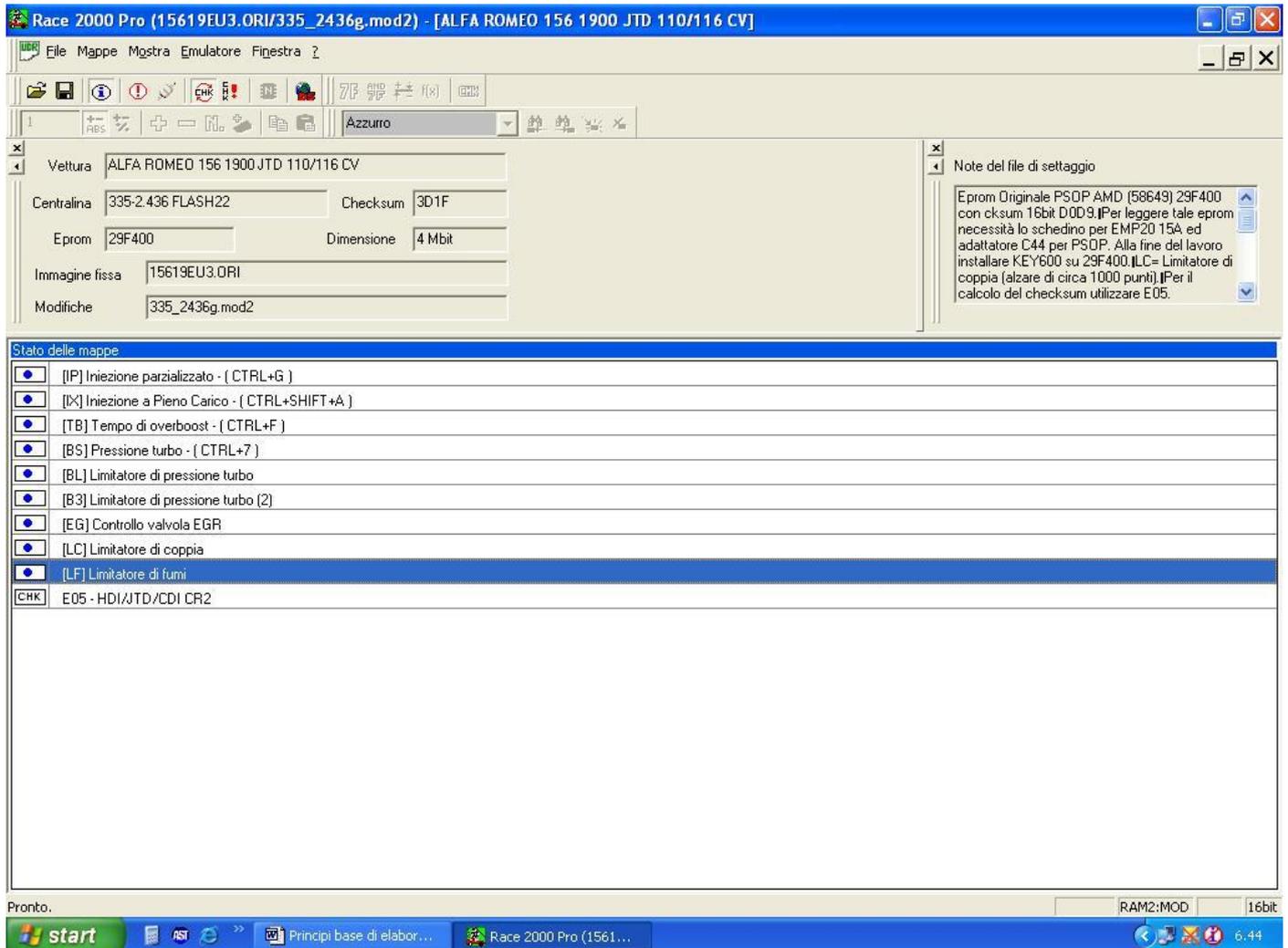


Figura 43

Il file di setup scaricato da internet non conterrà alcun modificato, ma le istruzioni per la ricerca automatica delle mappe principali ed un file originale di riferimento. Avendo a disposizione tali informazioni, come riportato in figura 43, il preparatore deve solo interessarsi alla modifica dei parametri motoristici, scegliendo nell'elenco quelli di suo maggior interesse.

Grazie a questo approccio, è possibile prescindere dall'effettiva allocazione delle mappe nella memoria EPROM e si riescono a separare le competenze di carattere più prettamente informatico (delegate all'azienda fornitrice di tali file di setup) da quelle propriamente motoristiche, di stretta competenza del preparatore. I tempi di sviluppo della mappatura si riducono e vengono rese possibili tutte le operazioni di copia, modifica e confronto tipiche delle tabelle in ambiente Windows.

In figura 44 è riportata la stessa mappa individuata in figura 42 ma con i corretti riferimenti di giri e carico motore. È bene comunque chiarire che i numeri riportati non sono mai espressi direttamente nelle grandezze fisiche di nostro interesse (anticipi, tempi di iniezione, pressioni, duty-cycle ecc.) ma sono in generale proporzionali ad esse.

Quello che noi vedremo rappresentate nelle tabelle sono sempre e comunque i valori digitali memorizzati nella EPROM e tradotti dal software di analisi in valori decimali.

Il caso specifico delle mappe di gestione turbo per sistemi EDC15 costituisce una interessante eccezione: i valori riportati sono proprio le pressioni assolute espresse in “mbar” ed utilizzate come valore di riferimento dalla ECU (in autodiagnosi è quella che viene letta come “pressione di sovralimentazione obiettivo”).

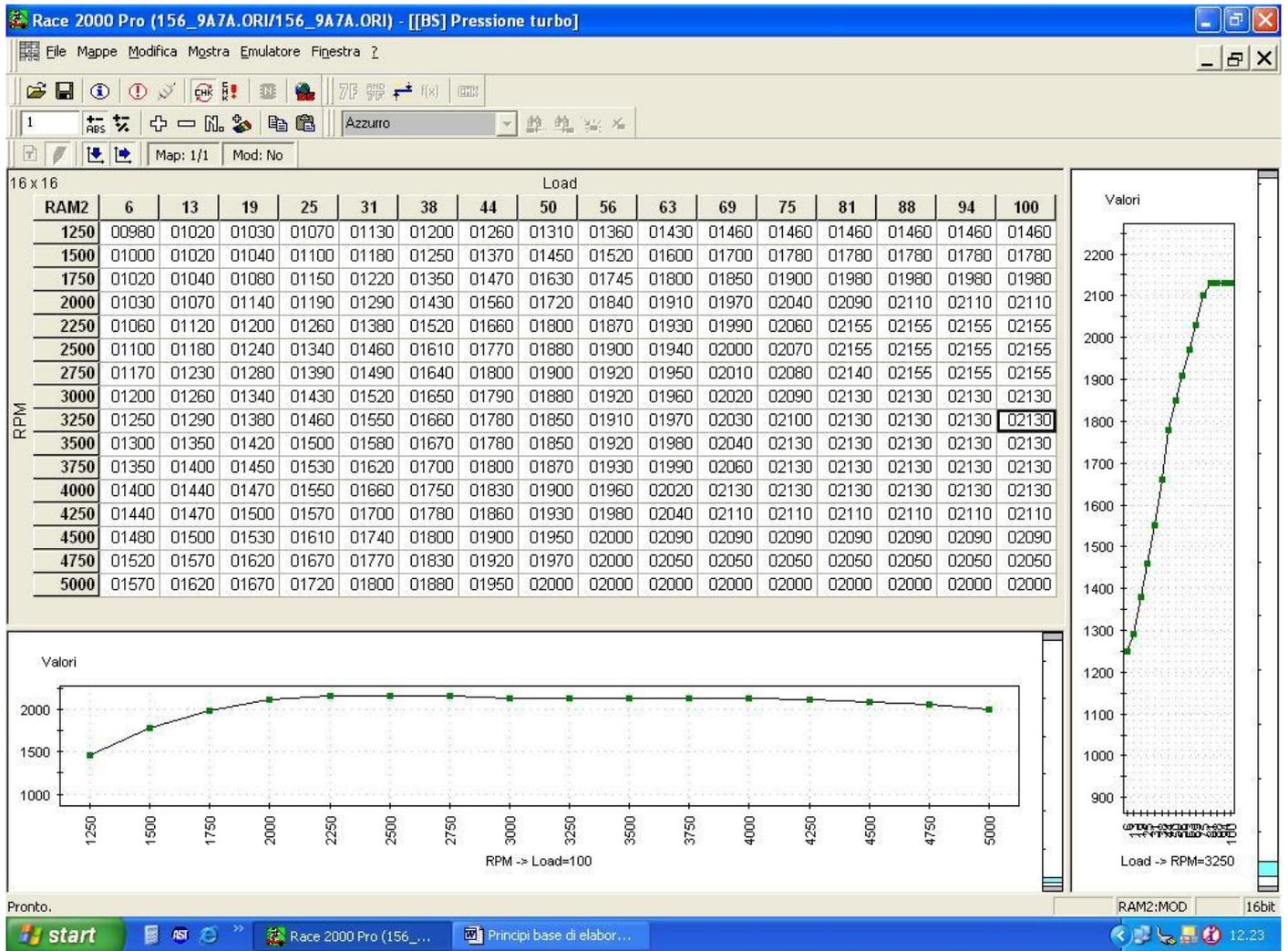
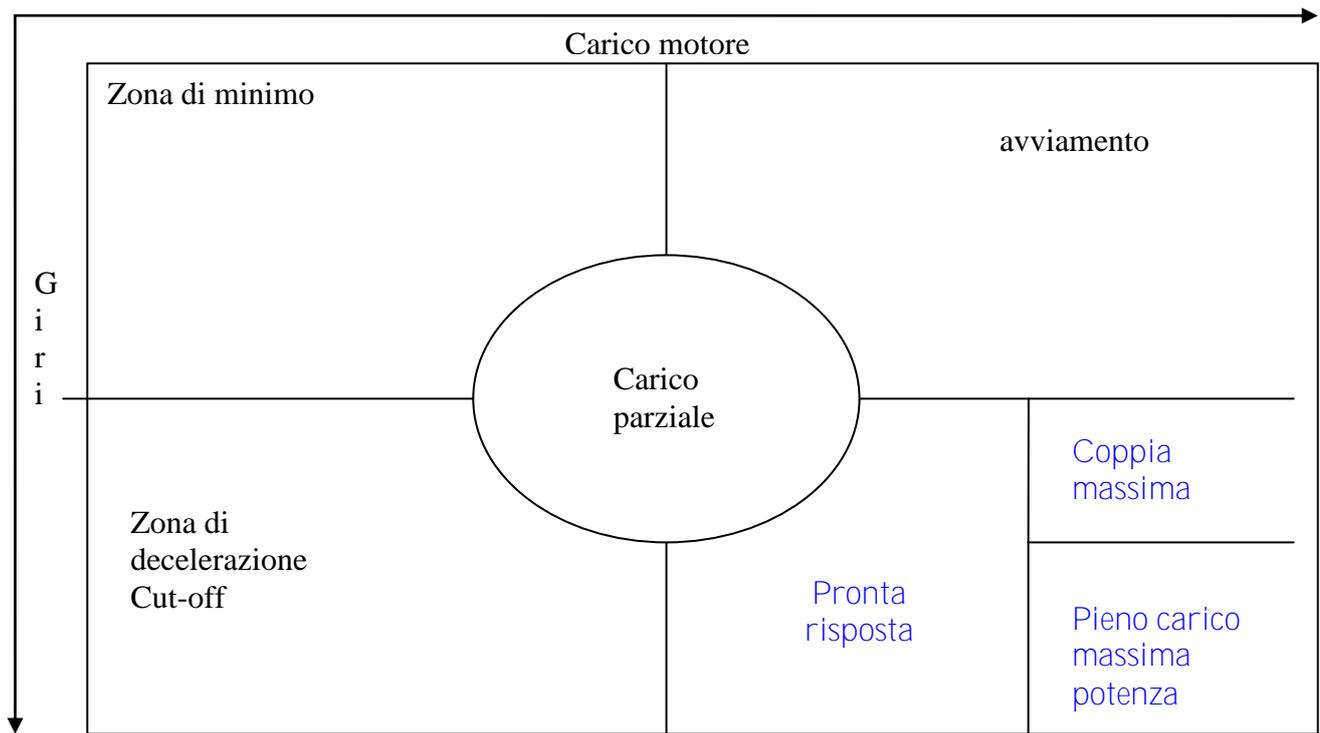


Figura 44

In generale le tabelle relative ai parametri di gestione motore possono sempre essere ricondotte allo schema seguente:



Alla luce di questa tabella appare chiaro al preparatore come le uniche zone di interesse, salvo correzioni di malfunzionamenti del veicolo, sono quelle nella parte in basso a destra delle mappe. Non ha senso andare a ritoccare le zone di avviamento perché non hanno alcuna influenza sul miglioramento delle prestazioni. Allo stesso modo incrementi di carburante nelle zone di carico parziale possono anche portare a seghettamenti indesiderati del veicolo nella marcia “a filo di gas”.

Una nota relativa alla zona di “coppia massima”: è sempre bene dosare con cautela gli incrementi in tale settore in quanto, ad un notevole incremento delle prestazioni, possono associarsi indesiderati incrementi della fumosità e sollecitazioni dannose alla trasmissione.

5.4. Check-sum ed algoritmi di ricalcolo dei dati in memoria

Il termine inglese “check-sum” indica letteralmente la parola “somma di controllo” ed è il risultato aritmetico della somma espressa in esadecimale del contenuto in valore (un numero da 0 a 255 oppure da 0 a 65535) di ciascuno dei singoli bytes (checksum a 8 bit) o words (checksum a 16bit) all’interno del file stesso. Il checksum calcolato a 8 o 16 bit e (troncato alle ultime quattro cifre esadecimali) viene utilizzato come carta di identità del file di nostro interesse (es. quello contenuto all’interno della FLASH di un autoveicolo).

È da notare come il checksum calcolato a 8 bit non sia uguale a quello calcolato a 16 bit e che una memoria “vergine” sia per convenzione tutta con “1” nelle proprie celle; si dice altresì che essa sia a “FF”. Al fine di proteggere l’integrità dei propri dati le case automobilistiche utilizzano svariate tecniche per la verifica delle informazioni interne alla memoria programma. È quindi necessario che il preparatore utilizzi degli opportuni algoritmi che, alla fine delle operazioni di rimappatura, modifichino secondo formule aritmetiche identiche a quelle utilizzate dai costruttori il contenuto della EPROM stessa.

A seconda del tipo di software utilizzato, tale operazione viene fatta in maniera continuativa e trasparente per l’utente (come il caso del RACE2000) oppure il preparatore deve, alla fine della rimappatura, utilizzare un altro software per “ricalcolare il checksum” della sua modifica.

L’approccio di programmi come il RACE2000 è utile soprattutto durante la cosiddetta “emulazione in tempo reale”. Con tale operazione si estrae la EPROM dalla sua sede e si utilizza una opportuna apparecchiatura (emulatore di EPROM) collegata ad un PC: con il ricalcolo automatico del checksum, anche se la ECU procede a controlli del checksum durante il funzionamento del veicolo, non viene rilevato mai alcun malfunzionamento. Nel caso in cui non si disponga di tali software integrati è sempre possibile che la ECU riconosca la manomissione, durante la fase di emulazione, e blocchi istantaneamente il veicolo.

Di seguito un elenco dei principali algoritmi di ricalcolo del checksum utilizzati dal RACE2000.

CODICE	CHECKSUM
E01	BOSCH TDI 2 PLCC
E02	BOSCH CR1 CDI/JTD FIAT/MERCEDES
E03	BOSCH CR2 BMW/R75 COMMON RAIL
E04	SIEMENS BMW MS42
E05	HDI/JTD/CDI CR2
E06	TDI v.4.1
E07	ME7 VAG
E08	TDI Injector Pump
E09	BOSCH MERCEDES V1/V2/V3
E10	BOSCH SMART CDI EURO2
E11	BOSCH VOLVO TDI PSOP 29F200
E12	BOSCH VOLVO ME7.XX
E13	BOSCH VAG EDC15P,EDC15V,EDC15VM 4.1
E14	BOSCH HYUNDAI ME7.XX
E15	BOSCH PEUGEOT ME7.XX
E16	BOSCH MERCEDES ME2.7 / ME2.8
E18	Siemens MS43 BMW
E19	BOSCH BMW ME7.XX
E20	Siemens MS41 BMW

E21	Audi ME7
E22	BOSCH BMW BMS46 1.9l
E23	SIEMENS BMW M3/M5 MSS50 & MSS52
E24	LUCAS TDI FORD/MERCEDES
E25	SIEMENS SIRIUS32 DAEWOO-RENAULT/VOLVO 29F200
E26	PEUGEOT SIEMENS HDI EURO 3
E27	PORSCHE BOSCH ME7.2
E28	SIEMENS SIRIUS 34 RENAULT/VOLVO 29F400
E29	BMW MINI
E30	Mercedes TEMIC V51-V58 S400 CDI
E31	RENAULT 1.5 DCI DELPHI
E32	Citroën-Renault-Peugeot ME7.XX
E33	WAG Siemens/Simos/Bosch M3.8/5.9
E34	FORD TDCi/TDDi Focus/Fiesta/Mondeo/Transit
E35	Mercedes Siemens 5WK9 SIM4LE
E36	Nissan TDI
E37	VOLVO D5 COMMON RAIL EURO3
E38	BOSCH HYBRID ME7.3.1 FIAT/ALFA/LANCIA
E39	CHRYSLER JEEP CRD 2.2/2.5/2.7
E40	TDI EDC15 V4.1 INJ-PUMP VAG 2002
E41	OLD EDC DIL
E42	BOSCH VAG ME7.XX 2002 EURO4
E44	BOSCH HYBRID ME7.3 H4 FIAT
E45	BOSCH SMART EURO3/EURO4 ECU004/005
E46	BOSCH VOLVO ME7.X 29F400/29F800
E47	SIEMENS FORD COMMON BALL 1.4 TDCI
E48	SIEMENS HYUNDAI 29F200
E49	BOSCH FIAT/ALFA/LANCIA ME7.XX JTS
E50	SIEMENS HPI SIRIUS 81
E51	BOSCH HYBRID ME7.X FERRARI
E52	BOSCH EDC16 SSOP FAL/RENAULT/PEUGEOT/BMW/MEB
E53	BOSCH SMART EURO4 ECU 006
E54	TEMIC
E59	OPEL DELCO IBRIDA 1.7 DTI
E61	LAND ROVER TD5 MEMS 3
E62	FORD TDCI DELPHI MPC555
E63	BOSCH EDC7

6. Tecniche di rimappatura di sistemi turbodiesel

Obiettivo fondamentale del preparatore che voglia operare su di un moderno turbodiesel è quello di aumentare la quantità di carburante bruciata nel singolo ciclo senza incrementare in modo apprezzabile la fumosità. Questo obiettivo si può raggiungere con i seguenti interventi:

Aumento della quantità di gasolio iniettata nella camera di scoppio

Incremento del riempimento volumetrico tramite modifiche alla gestione turbo

Ottimizzazione della combustione tramite modifica degli anticipi di iniezione

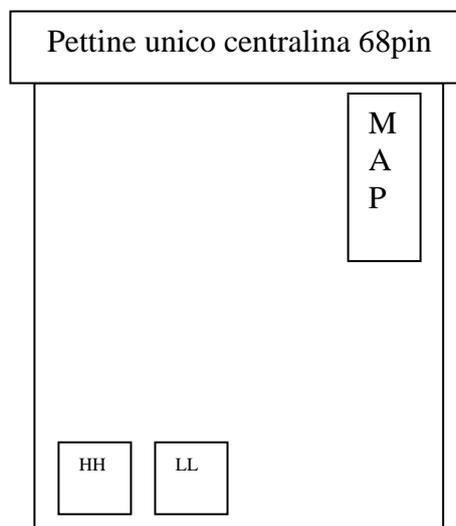
È buona norma ovviamente procedere sempre ad una autodiagnosi preliminare del sistema di gestione motore, al fine di eliminare problemi meccanici o elettrici preesistenti che potrebbero inficiare il risultato della rimappatura. Altra precauzione sempre consigliata è quella di procedere alle operazioni di modifica controllando istante per istante la pressione di sovralimentazione tramite un manometro e la fumosità con un opacimetro (in alternativa è necessario un controllo visuale costante). Le temperature del liquido di raffreddamento e dell'aria a valle del turbocompressore forniscono infine informazioni preziose circa le condizioni operative e di rendimento del motore e del sistema di sovralimentazione,

6.1. Sistemi MSA ed EDC per pompe rotative assiali Bosch-VE

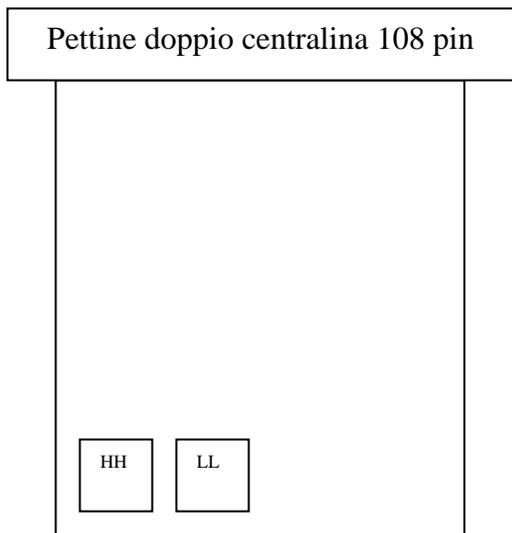
1. Msa11/12: sistema gestione motore ad architettura 8/16 bit. Es. BMW 325/525tds, FIAT marea125td, Alfa164td, Audi 80tdi, Opel Omega TDI, Rover 620tdi. Caratteristica: la ECU, a 55pin, aveva due PCB tra loro sovrapposti e si apriva a "libro". Eprom utilizzate: 27c256, 27c512, 27c010, 87c257. In questa centralina era possibile individuare 2 eprom 8bit: la prima presiedeva alla gestione dell'iniezione. La seconda all'anticipo e, se la turbina era a gestione elettronica, alla pressione turbo.
2. Msa12: sistema gestione motore ad architettura full 8 bit. Es. Vw sharan 90cv, a4 tdi 1996 90cv, golf iii tdi 90cv, caratteristica: la ecu, a 55pin, aveva un solo pcb. Eprom utilizzata: 27c512 dil. Anche in questa centralina era possibile individuare 2 eprom 8bit (iniezione e turbo)

SALTO GENERAZIONALE: MCU FULL 16BIT

3. MSA15: sistema gestione motore introdotto intorno al 1996/97 ad architettura 16 bit. Es.: audi a4 tdi 1997, vw sharan tdi, opel vectra 1997, etc.. Caratteristica: centralina 68pin, carcassa metallica o in plastica nera (vw), che veniva "estratta", sensore di pressione turbo interno alla ecu. Eprom utilizzate: una coppia di 27c010 plcc che lavoravano in parallelo. La eprom vicino al bordo esterno della ecu veniva classificata come "hhh", riportata anche da una targhetta adesiva bosch. Tale eprom conteneva il byte alto della word.



4. EDC15V: sistema gestione motore introdotto intorno al 1997/98 ad architettura 16 bit. Es.: audi a4 tdi 1998, vw sharan tdi, opel vectra 1998 (pompa vp44), etc.. Caratteristica: centralina a due spine a 108pin, coperchio metallico, eprom utilizzate: una coppia di 27c010/29f010 plcc32 che lavoravano in parallelo. La eprom vicino al bordo esterno della ecu veniva classificata come "hhh", riportata anche da una targhetta adesiva bosch. Tale eprom conteneva il byte alto della word.



5. EDC15VM+: sistema gestione motore pompa ve, vp44, introdotto intorno al 2000ad architettura 16 bit. Es.: audi a4 tdi 110cv e3, audi a4 tdi 150cv e3, vw sharan tdi e3, etc.. Caratteristica: centralina a due spine a 121pin (a connettori multipli per audi a4/a6 2.5tdi), ecu riprogrammabile via seriale, conforme a normativa euro3, coperchio metallico in alluminio. Eprom 29f400 psop44. Nota: per audi a4 tdi 180cv 2003 tiptronic e' necessario ritoccare la flash del cambio automatico.



6.2. Sistemi EDC15V a pompa rotativa VE

6.2.1. Mappe di gestione comuni ai vari sistemi EDC15

A prescindere dalla tipologia di impianto di iniezione tutti i sistemi Bosch EDC15 condividono una comune gestione della pressione di sovralimentazione, della limitazione di coppia, della limitazione dei fumi e dell'apertura dell'EGR. Di conseguenza le modifiche a tali mappe riportate nel prossimo paragrafo sono valide per tutti le varianti dell'architettura EDC15 e si possono sempre applicare allo stesso modo.

6.2.2. Mappa di gestione gasolio

Facciamo il caso pratico di una VW Golf 90CV Euro 3. Consideriamo quindi la sua mappa di gestione del manicotto di regolazione del pompante. Per procedere alla modifica utilizziamo la seguente tecnica:

Secondo una regola generale anche in questo caso valida, si parte a modificare la tabella da carichi superiori al 50/60% e giri motore sufficienti ad innescare il turbocompressore (almeno 1400/1500rpm)

Si individua la mappa di gestione del manicotto di regolazione del pompante e si applica una modifica "a piramide" dove i valori si incrementano all'aumentare dei giri e del carico motore. Fare attenzione che la modifica a basso regime e basso carico non inneschi fenomeni di "seghettamento" del veicolo in marcia a velocità costante.

Stesso tipo di approccio si utilizza con le tabelle che "simulano" la vecchia correzione "Ida"

		Load															
		7	13	20	27	33	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	
RPM	RAM1	0	00000	01136	01208	01260	01292	01341	01397	01453	01501	01574	01662	01730	01814	01887	02007
	210	00931	01180	01256	01324	01364	01417	01473	01537	01606	01678	01762	01842	01923	02008	02120	
	399	00915	01200	01304	01364	01412	01473	01521	01601	01670	01750	01846	01943	02019	02113	02241	
	609	00867	01219	01324	01396	01456	01513	01581	01657	01738	01810	01910	02023	02131	02221	02357	
	798	00855	01207	01324	01424	01484	01549	01617	01685	01766	01874	01979	02111	02224	02329	02475	
	903	00807	01195	01308	01416	01496	01561	01629	01701	01778	01894	02011	02159	02276	02390	02536	
	1008	00642	01183	01294	01401	01491	01564	01638	01712	01793	01901	02040	02204	02317	02434	02600	
	1260	00337	01123	01237	01360	01458	01556	01638	01712	01810	01942	02104	02284	02416	02558	02752	
	1491	00000	01059	01196	01311	01409	01507	01606	01704	01802	01974	02139	02359	02516	02669	02860	
	1743	00000	01023	01171	01278	01376	01475	01589	01688	01802	02008	02187	02432	02598	02767	02972	
	1995	00000	00986	01139	01246	01336	01459	01573	01672	01803	02049	02245	02499	02695	02868	03080	
	2499	00000	00966	01106	01221	01310	01434	01564	01688	01836	02124	02369	02655	02885	03072	03280	
	3003	00000	00958	01089	01196	01286	01434	01564	01704	01852	02205	02475	02794	03049	03260	03497	
	3507	00000	00926	01065	01179	01285	01416	01564	01704	01868	02270	02598	02916	03219	03434	03673	
	3990	00000	00898	01049	01171	01277	01408	01564	01720	01892	02335	02737	03081	03376	03595	03782	
4494	00000	00874	01041	01163	01269	01408	01572	01720	01909	02383	02859	03218	03516	03718	03838		

Figura 45

16 x 15		Load														
RAM1	7	13	20	27	33	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	
0	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
210	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
399	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
609	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
798	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
903	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
1008	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
1260	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	
1491	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00032	+00047	+00053	+00058	+00063	+00068	+00083	
1743	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00056	+00059	+00072	+00083	+00095	+00105	+00116	
1995	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00107	+00112	+00126	+00138	+00150	+00161	+00173	
2499	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00108	+00126	+00144	+00158	+00172	+00183	+00194	
3003	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00109	+00130	+00150	+00166	+00228	+00274	+00292	
3507	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00112	+00136	+00157	+00174	+00241	+00286	+00306	
3990	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00113	+00140	+00162	+00180	+00280	+00298	+00319	
4494	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000	+00115	+00144	+00168	+00185	+00289	+00308	+00329	

Figura 46

La mappa è stata modificata con incrementi a piramide come indicato all'inizio del paragrafo.

6.2.3. Mappa di anticipo iniezione

Al fine di ridurre la fumosità e di aumentare lo spunto nelle fasi di carico parziale si può andare a ritoccare anche la fase dinamica di iniezione della pompa VE. Bisogna comunque tenere in conto che tale pompa, per caratteristiche costruttive ha una escursione massima di 24° e che gli anticipi sui motori diesel hanno un impatto sulla temperatura in camera di combustione estremamente rilevante. Si consiglia di modificare tali mappe solo in fase di rifinitura della elaborazione.

In figura 47 è riportata la mappa di gestione originale, la zona di modifica e nella figura 48 i valori di incremento.

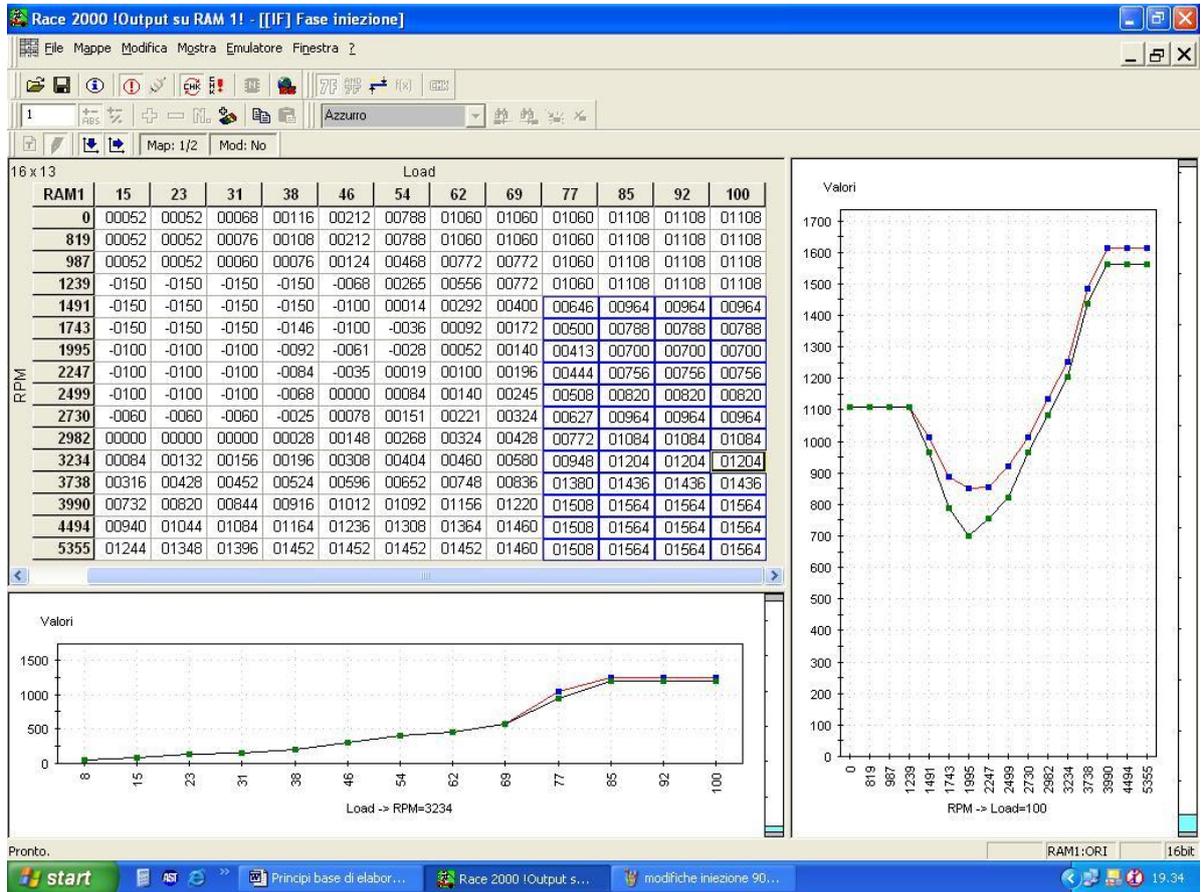


Figura 47

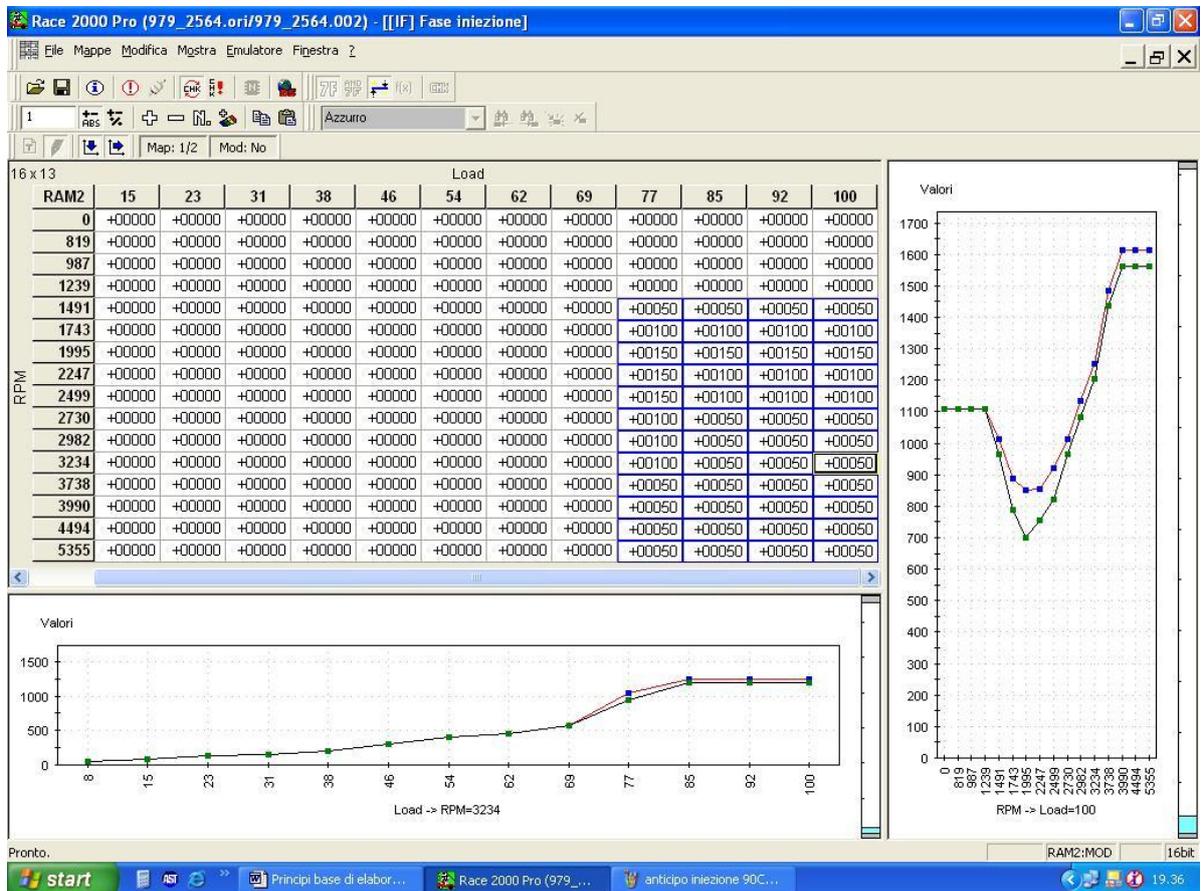


Figura 48

6.2.4. Mappa di gestione pressione di sovralimentazione

In figura 49 è riportata la mappa di “pressione di sovralimentazione obiettivo”: modificando opportunamente i suoi valori, la ECU cercherà di adeguare il duty-cycle di pilotaggio della elettrovalvola di gestione turbo per raggiungere le pressioni riportate in tabella. È buona regola comunque verificare in ogni caso che l’incremento di pressione turbo non oltrepassi 0,2-0,3 bar rispetto all’originale.

Nell’esempio in figura l’incremento non supera mai i 200mbar e viene effettuato con gradualità nelle zone sotto i 2000rpm, dove maggiore è l’intervento dell’overboost.

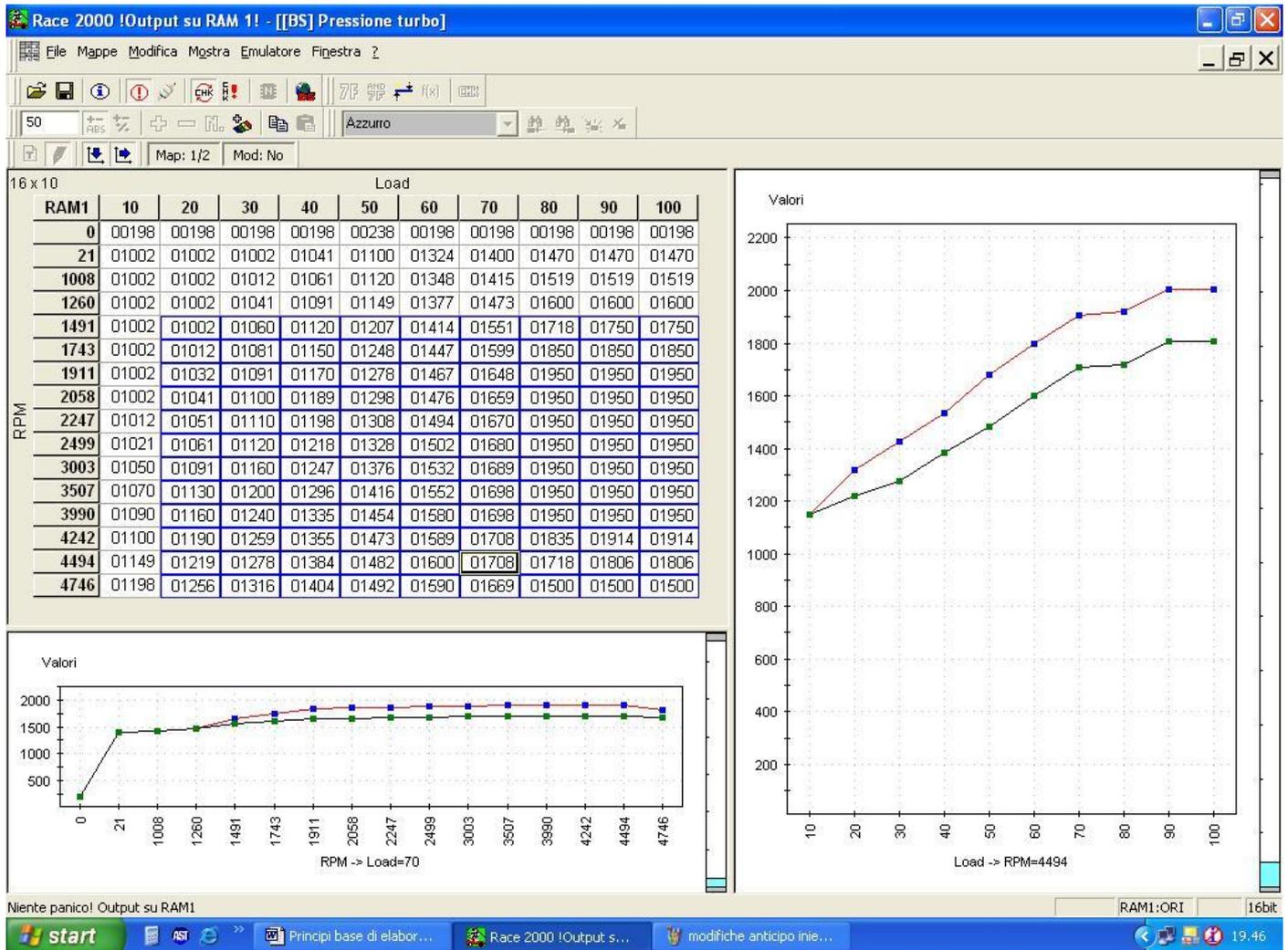


Figura 49

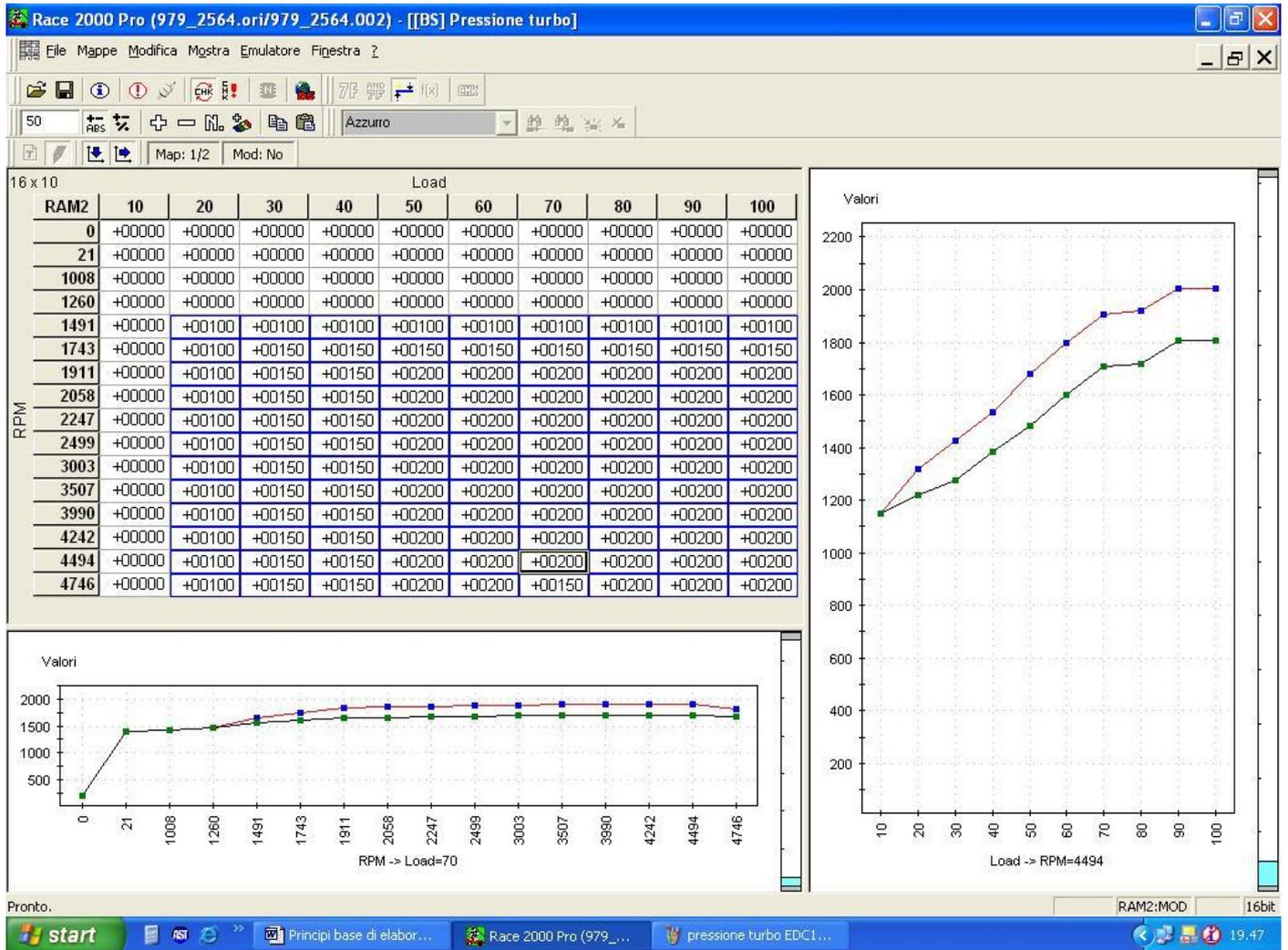


Figura 50

A volte è utile, al fine di inibire la registrazione di errori di sovrappressione, modificare anche la mappa di limitazione della pressione turbo. I valori in tale mappa sono anch'essi espressi in mbar.

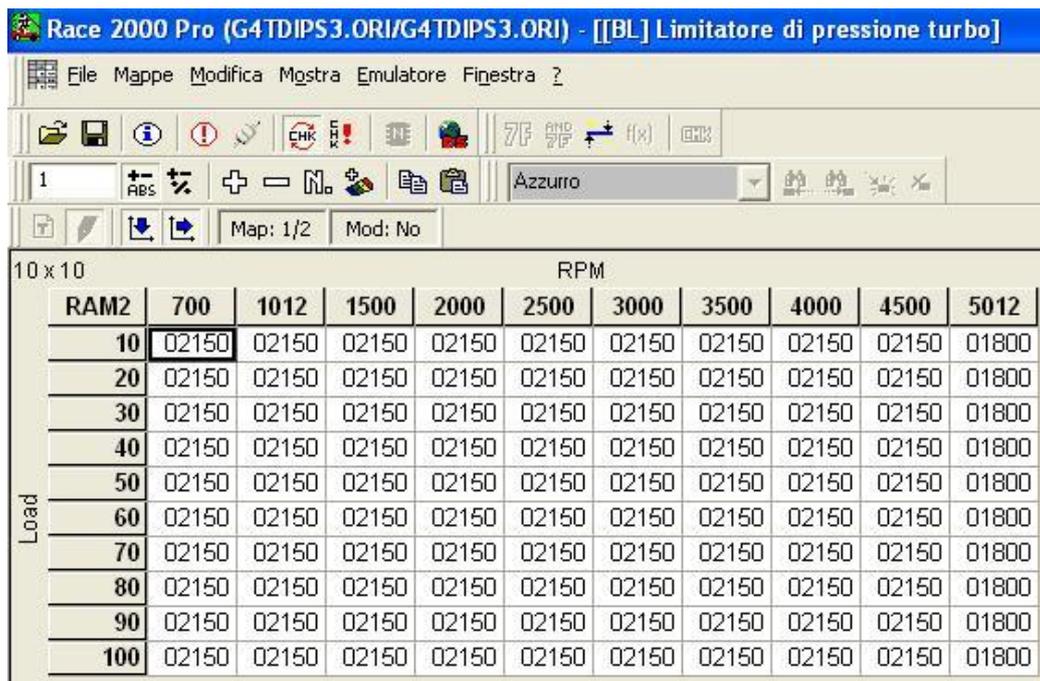


Figura 51

6.2.5. Limitazione dei fumi e protezione del motore

		Load									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
RPM	861	02600	02600	02600	02600	02720	02780	02860	02960	03060	03280
	924	02260	02420	02520	02670	02915	03000	03085	03105	03155	03280
	1008	02260	02420	02500	02650	02900	03215	03325	03340	03350	03410
	1260	02280	02420	02500	02600	02800	03100	03400	03490	03540	03570
	1491	02020	02280	02450	02550	02700	02950	03250	03545	03675	03700
	1743	01720	01900	02110	02490	02600	02800	03150	03400	03670	03850
	1995	01400	01660	01860	02200	02525	02750	03045	03300	03585	03850
	2247	01240	01560	01760	02000	02350	02680	02940	03220	03510	03850
	2499	01180	01520	01720	01980	02320	02600	02820	03120	03438	03800
	2751	01120	01450	01690	02000	02340	02600	02800	03120	03400	03800
	3003	01080	01400	01650	01960	02340	02600	02840	03180	03440	03750
	3255	01020	01300	01600	01940	02320	02600	02880	03220	03540	03750
	3507	01020	01240	01550	01860	02280	02580	02860	03220	03580	03750
	3759	01040	01200	01500	01840	02200	02560	02840	03220	03490	03650
	4242	01020	01200	01360	01680	02000	02320	02570	02890	03200	03400
	5355	00720	00880	01120	01340	01550	01730	01900	02020	02180	02500

Figura 52

È sempre buona regola non utilizzare la mappa di limitazione dei fumi a meno di non aver ottenuto ancora risultati soddisfacenti con le mappe principali di gasolio. L'incremento del limitatore di fumi va comunque contenuto entro un 15-20% massimo e va effettuato solo per carichi motore superiori al 70%.

6.2.6. Limitazione della coppia motrice

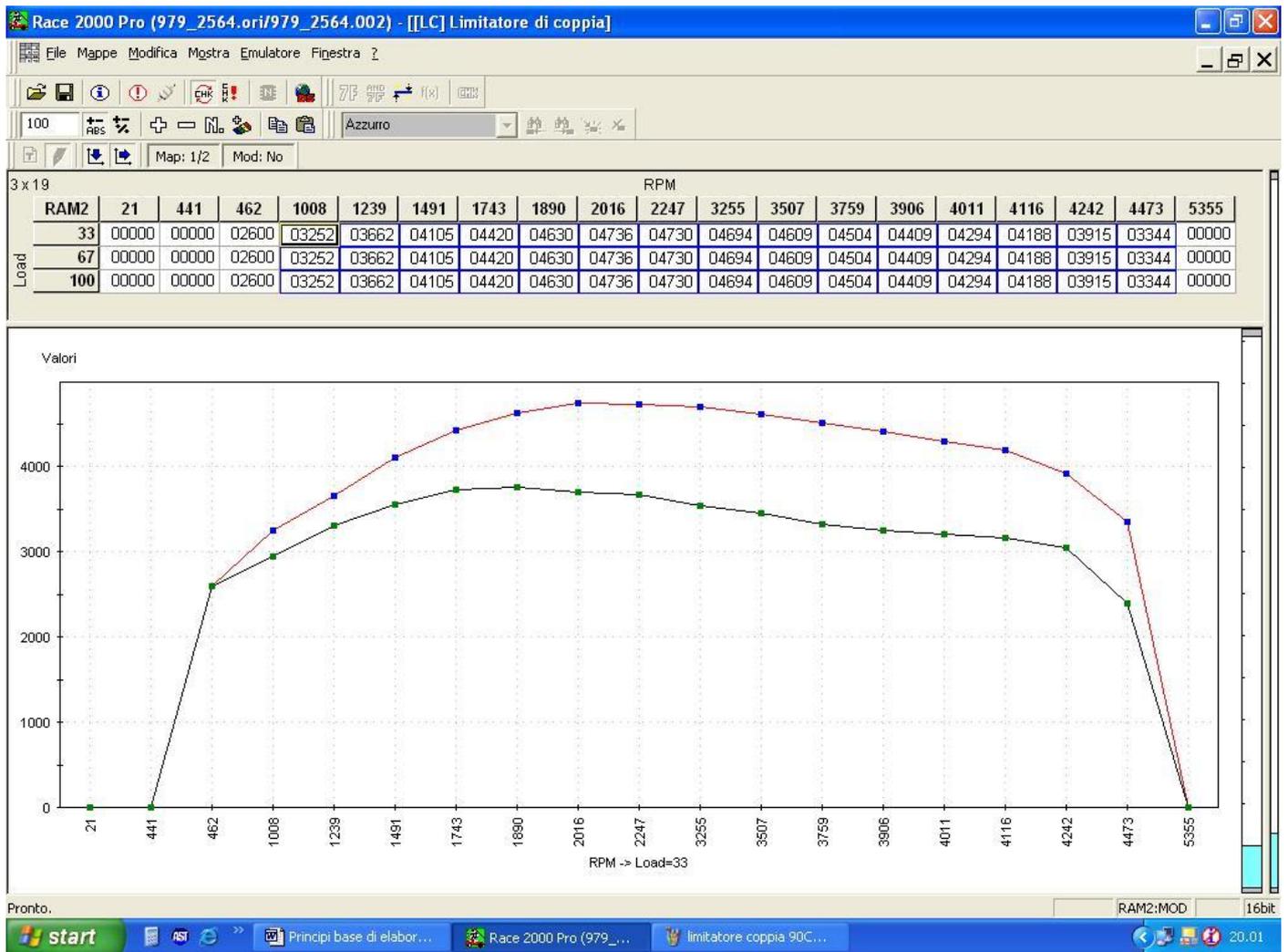


Figura 53

Le mappe di limitazione della coppia motrice sono utilizzate dalla ECU al fine di impedire che il motore possa esercitare coppie motrici all'albero tali da danneggiare gli organi di frizione e cambio. Al fine di "slegare" comunque il veicolo è utile incrementare tali mappe di valori intorno ai mille punti. Prove empiriche mostrano che tali incrementi portano a valori di coppia superiori di circa 5kgm rispetto al dato originale.

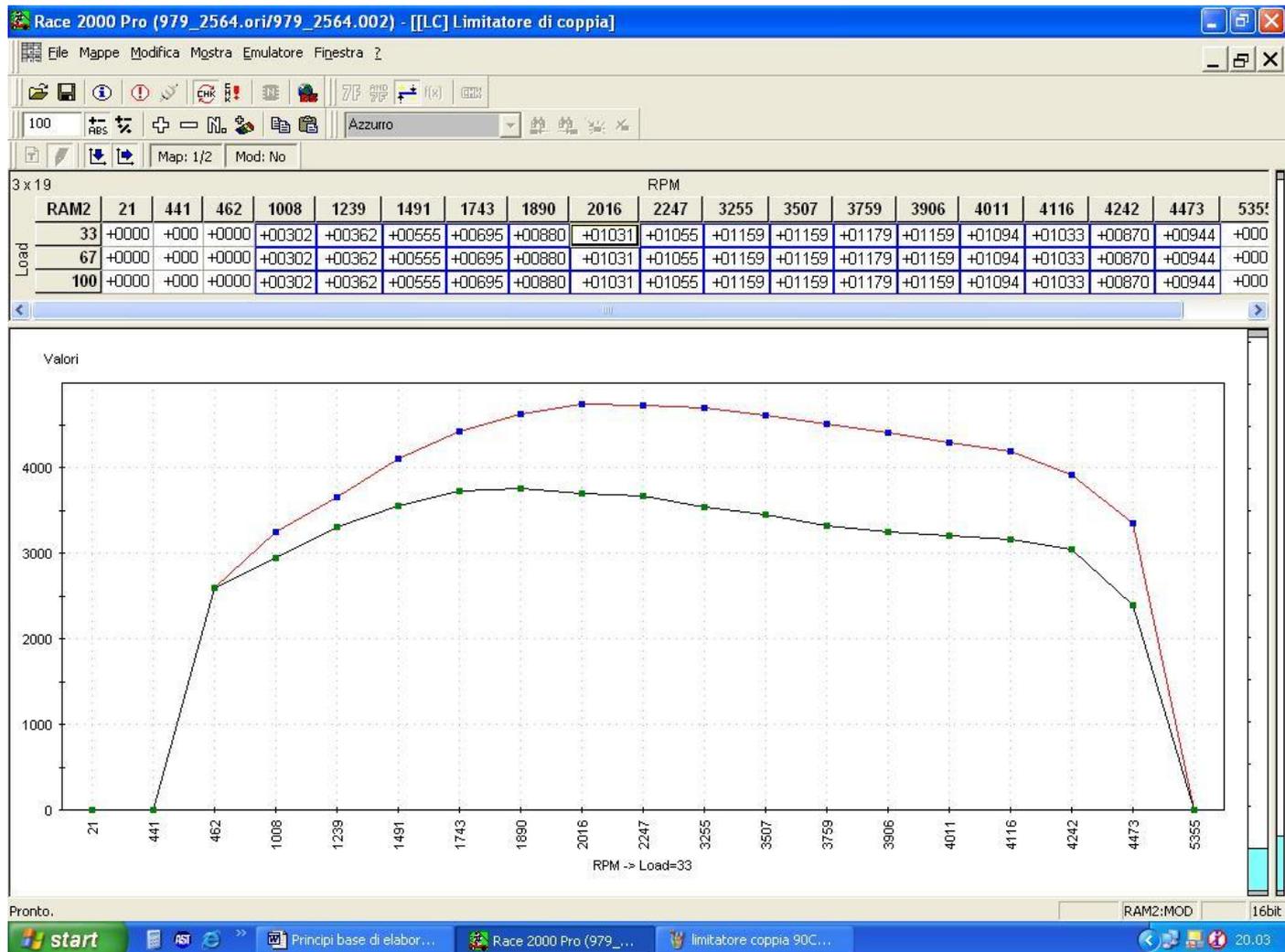


Figura 54

6.2.7. Carico specifico quantità aria

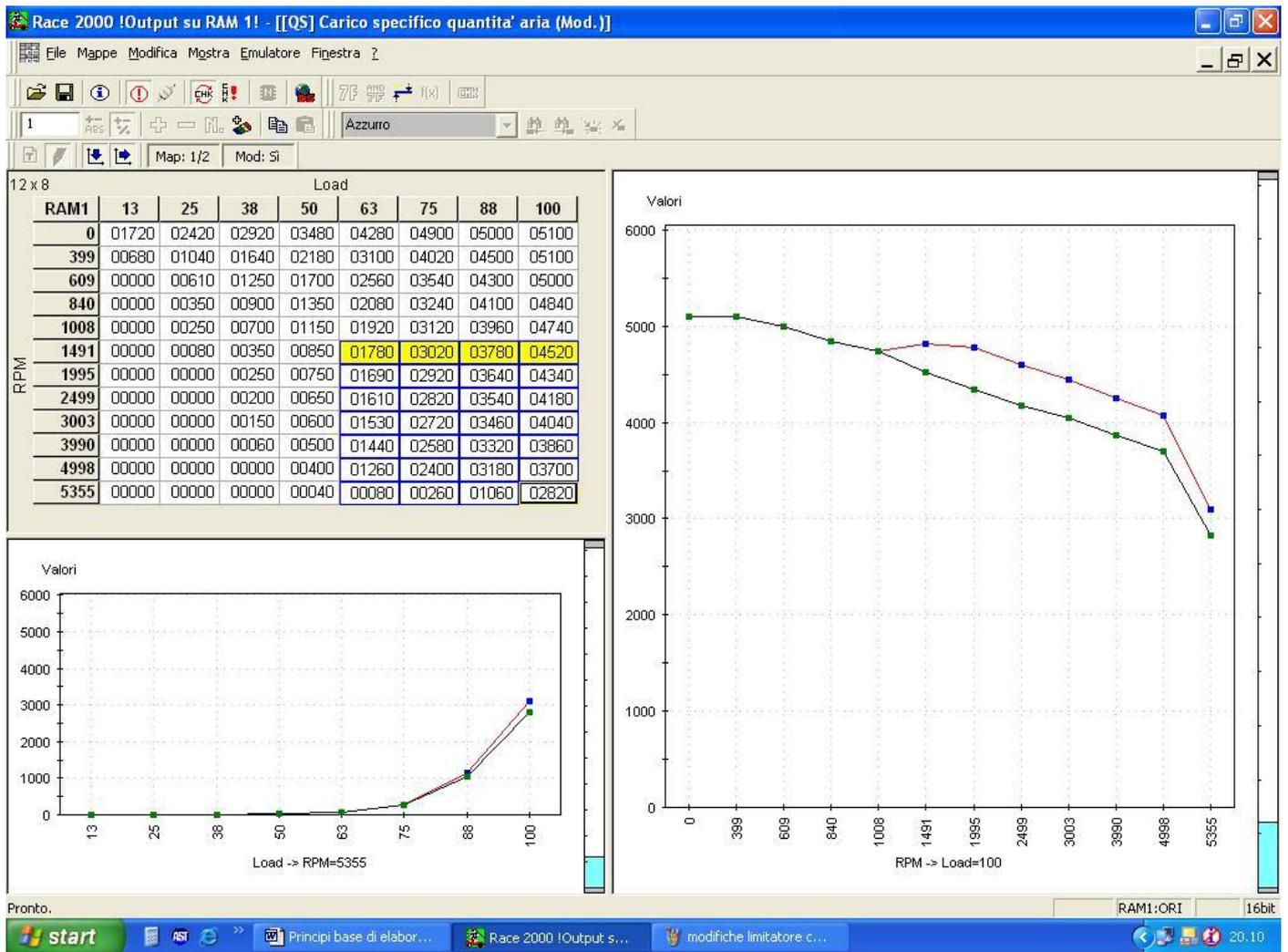


Figura 55

Su alcuni TDI, in particolare i sistemi a pompa VP44 e quelli iniettore-pompa PDE, è necessario modificare questa mappa che definisce il carico motore in funzione dell'aria aspirata. Questa mappa si riconosce facilmente dalla presenza di zeri nelle zone di cut-off. L'incremento a seconda dei casi può raggiungere anche il 50%: ciò è possibile in quanto questa tabella non è legata direttamente all'erogazione di gasolio. Al solito la modifica viene fatta sempre nelle zone di richiesta di massima coppia e massima potenza.

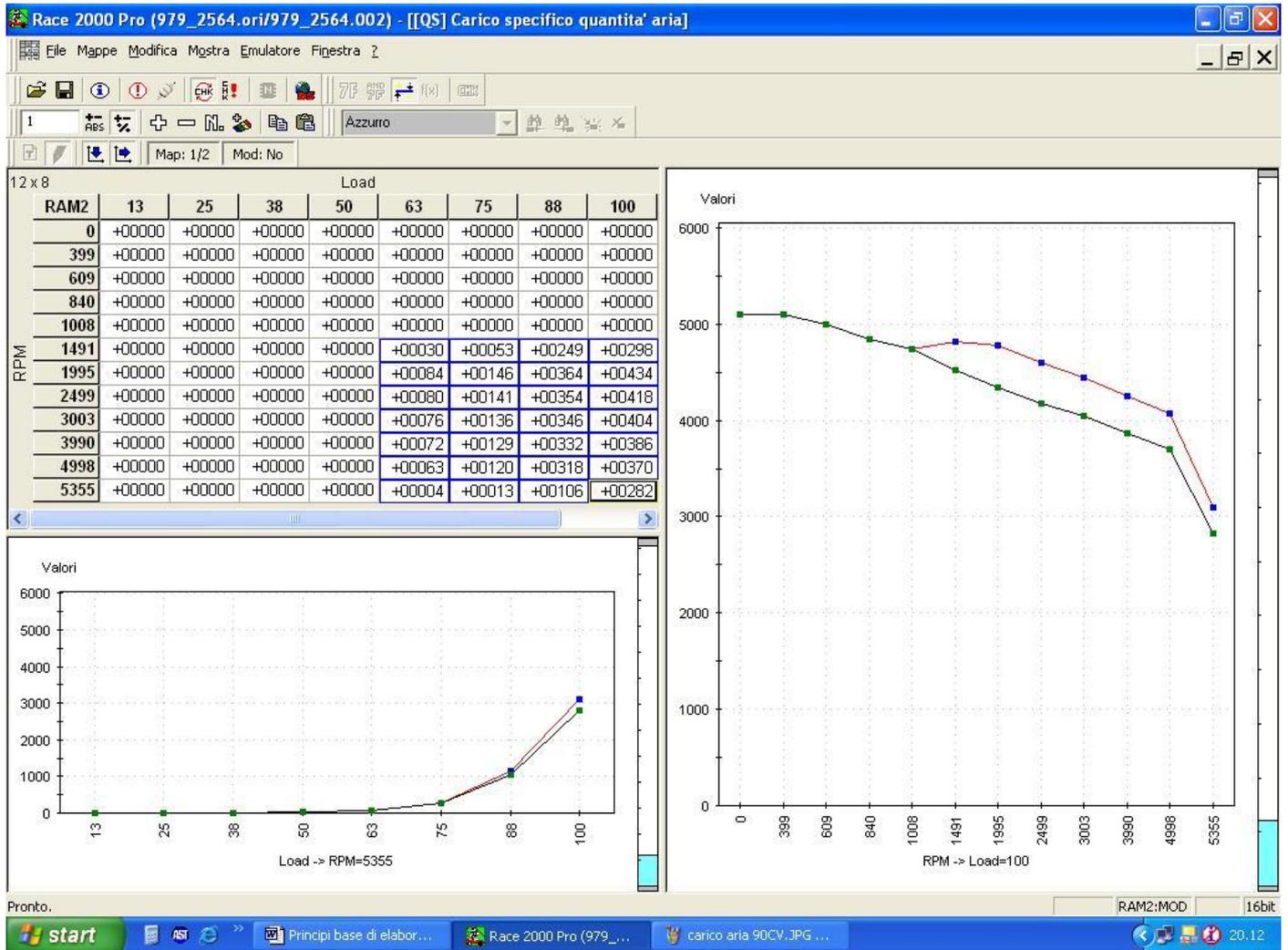


Figura 56

6.3. Sistemi turbodiesel EDC15C "Common Rail" Bosch.

6.3.1. Classificazione e caratteristiche generali

Edc15c2/5/6/7: sistema gestione motore common rail, introdotto intorno al 1998 ad architettura 16 bit. Es.: alfa 145jtd, peugeot 2.2hdi, mercedes 220cdi etc.. Caratteristica: centralina a connettori multipli (euro2 e tutte le BMW) o centralina a due spine a 121pin (Euro3), ECU riprogrammabile via seriale. Eprom 29f400 psop44 (29f800 per mb). Nota: nel passaggio dalle ecu euro2 a quelle euro3 il tempo di accesso delle memorie flash si e' abbassato da 90ns a 70ns. Es:

Am29f400bt -90se (90ns di tempo di accesso)

Am29f400bt -70se (70ns di tempo di accesso)

1. EDC15C2/5 COMMON RAIL EURO2 FIAT/ALFA/LANCIA

Il sistema si basa su un controllo a due variabili (pressione carburante nel rail, tempi di iniezione sugli elettroiniettori): il tecnico preparatore, di solito, va a modificare per ragioni di sicurezza solo i tempi di iniezione e non la pressione di esercizio del gasolio (è comunque ragionevole ritoccare in misura limitata la pressione rail solo nelle fasi in cui la pressione è sotto il limite massimo di 1350bar). E' da notare che, a causa di tale tipo di controllo motore, i tempi di iniezione sono sempre decrescenti all'aumentare del numero di giri.

Le tabelle principali oggetto della modifica sono le seguenti:

- a. Una mappa di gestione dei tempi di iniezione sotto i 3000 rpm
- b. Una mappa di gestione dei tempi di iniezione sopra i 3000 rpm
- c. Controllo automatico della fumosità
- d. Controllo della coppia motrice

Le mappe di iniezione euro2 hanno dimensione 16x16: sia le motorizzazioni 1.9 che 2.4 utilizzano l'intera mappa. Le due mappe sono identiche.

Solo per la versione euro2: le due mappe ip ed ix sono totalmente identiche. La ix (utilizzata sopra i 3000rpm) si trova agli indirizzi piu' bassi (la incontriamo prima), mentre la ip si trova agli indirizzi piu' alti.

2. EDC15C COMMON RAIL EURO2/3 FIAT/ALFA/LANCIA

- a. Una mappa di gestione sotto i 3000 RPM
- b. Una mappa di gestione sopra i 3000 RPM
- c. Tempi di iniezione decrescenti con RPM
- d. Controllo automatico della fumosità
- e. Controllo della coppia motrice
- f. Controllo automatico della sovralimentazione

Le mappe di iniezione euro2 hanno dimensione 16x16: sia le motorizzazioni 1.9 che 2.4 utilizzano l'intera mappa. Le due mappe sono identiche.

Le mappe di iniezione euro3 sotto i 3000rpm hanno dimensione 16x20: nel caso della motorizzazione 1.9 vengono utilizzate solo 16 colonne. La motorizzazione 2.4 utilizza l'intera mappa. Le due mappe sono identiche.

Le mappe di iniezione euro3 sopra i 3000rpm hanno dimensione 16x24: nel caso della motorizzazione 1.9 vengono utilizzate solo 16 colonne. La motorizzazione 2.4 utilizza l'intera mappa. Le due mappe sono identiche.

Solo per la versione euro2: le due mappe ip ed ix sono totalmente identiche. La ix si trova agli indirizzi piu' bassi (la troviamo prima), mentre la ip si trova agli indirizzi piu' alti

La modifica va sempre effettuata in parallelo sulle due mappe ip ed ix, avendo cura (al massimo) di incrementare la mappa oltre i 3000 rpm rispetto all'altra.

E' possibile modificare le mappe di iniezione in percentuale oppure in valore assoluto. Nel primo caso si privilegiano le prestazioni in coppia motrice, mentre nel secondo si da maggiore enfasi alla prestazione in velocita' massima.

La mappa di limitazione dei fumi di solito non viene utilizzata per la modifica. Essa viene ritoccata solo nel caso in cui la modifica delle altre mappe "canoniche" non ha prodotto risultati eclatanti (es. Sistemi PDE VAG e sistemi EDC per VP44 Opel). Le modifiche eventuali al limitatore di fumi non devono eccedere il 20% del valore originale.

La centralina conosce istante per istante la coppia motrice conoscendo l'accelerazione angolare all'albero e la massa inerziale del motore con la formula

$$\text{Coppia Motrice} = \text{Massa Inerziale} \times \text{Accel. Angolare}$$

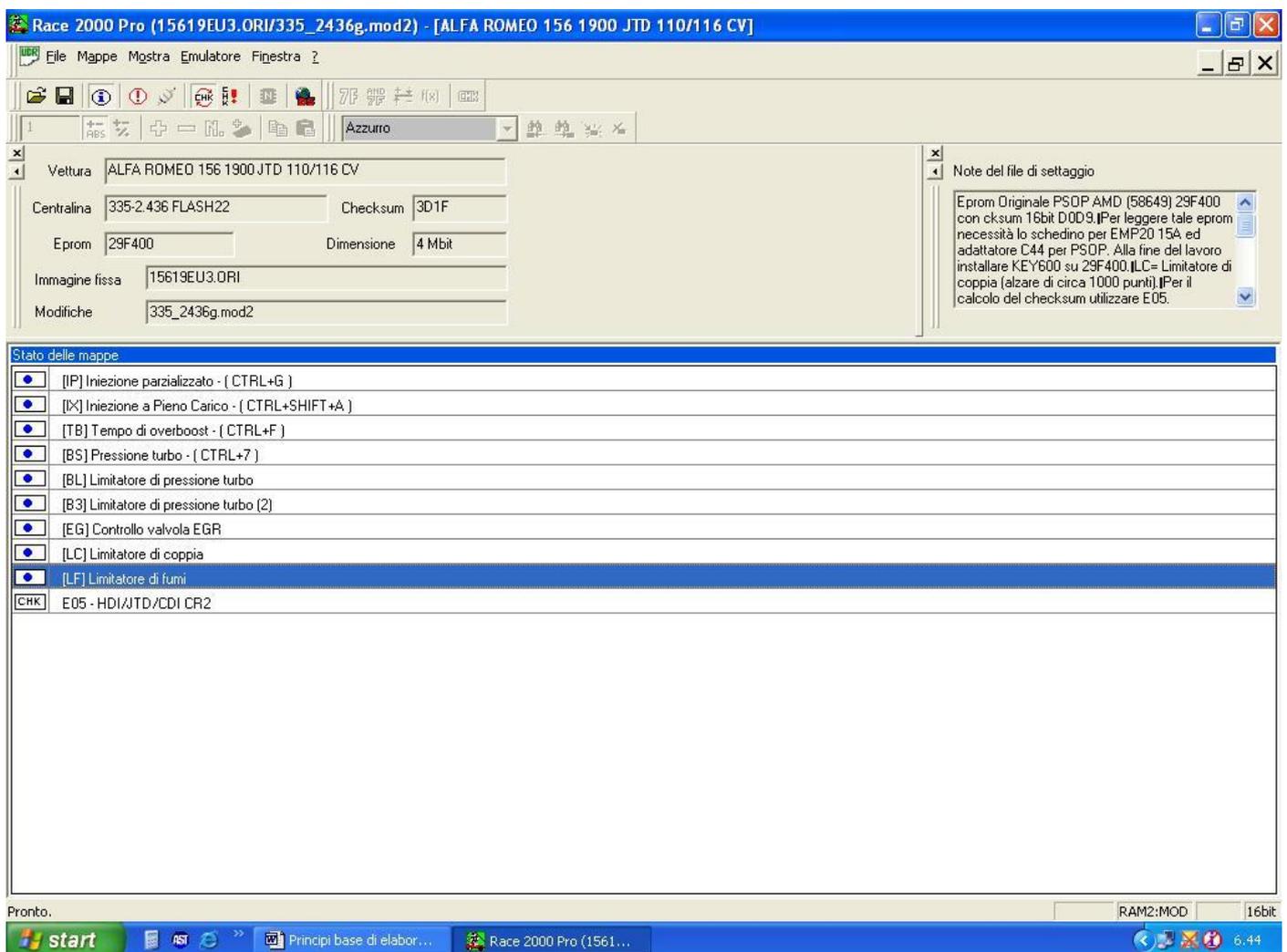
6.3.2. Il caso pratico di una 156 1.9 JTD 115Cv Euro3

Come già più volte accennato la struttura generale di un common-rail EDC15 è in massima parte comune a quello di altri sistemi a pompa rotativa. L'unica vera novità è data dalle mappe dei tempi di iniezione sotto e sopra i 3000 RPM. Ai fini della nostra trattazione si può fare la seguente ipotesi di lavoro:

Il sistema Common-rail è gestito da due variabili: il tempo di iniezione degli elettroiniettori e la pressione di esercizio della pompa CR, variabile con il numero di giri ed il carico.

Per alti carichi motore ed regimi di rotazione superiori a 2500RPM si può ipotizzare che la pressione gasolio sia costante. In tale condizione la regolazione della potenza si può gestire tramite la sola variazione dei tempi di iniezione.

Modifiche in percentuale dei tempi di iniezione portano circa a pari incrementi dei valori di coppia e potenza espressi dal motore



6.3.3. Iniezione parzializzato (sotto i 3000RPM)

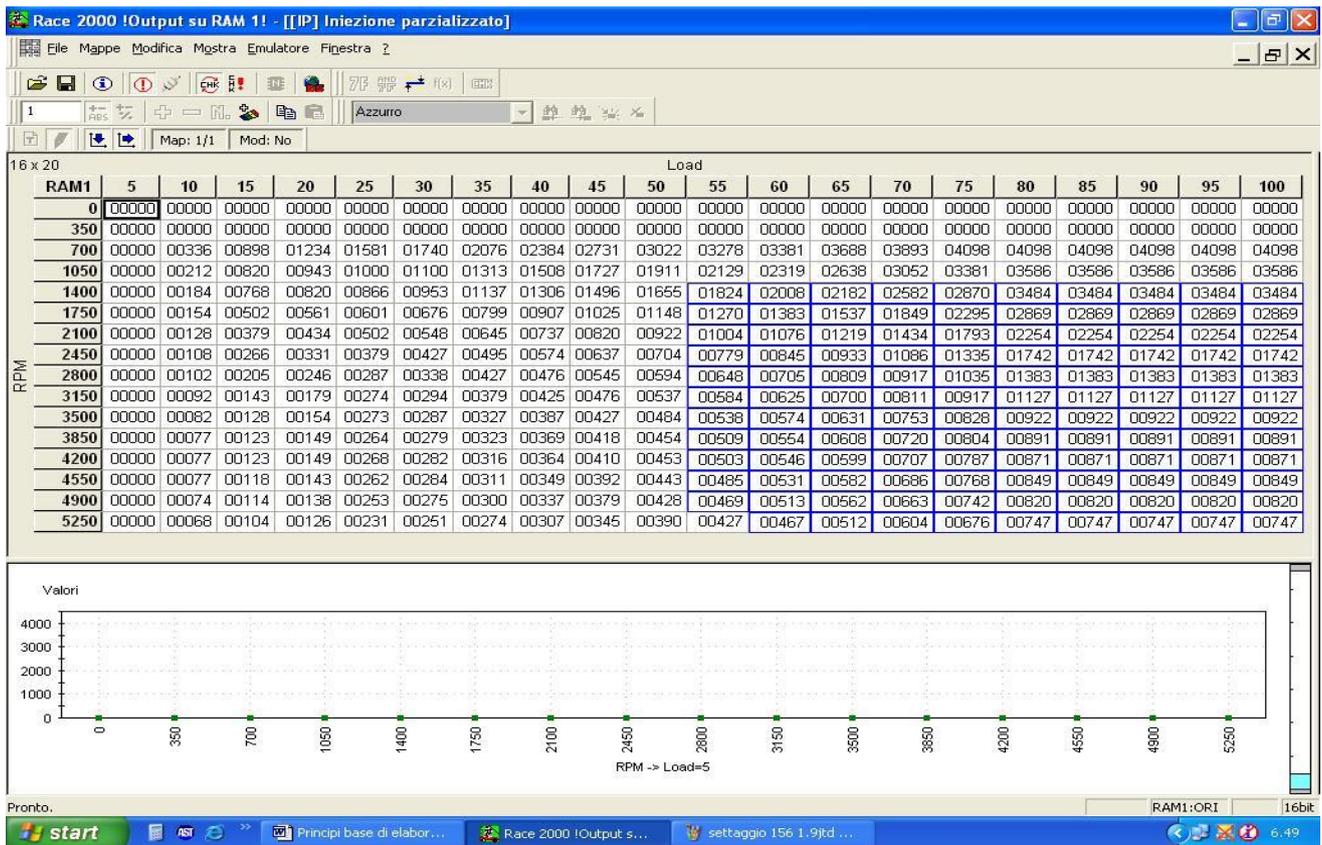


Figura 57

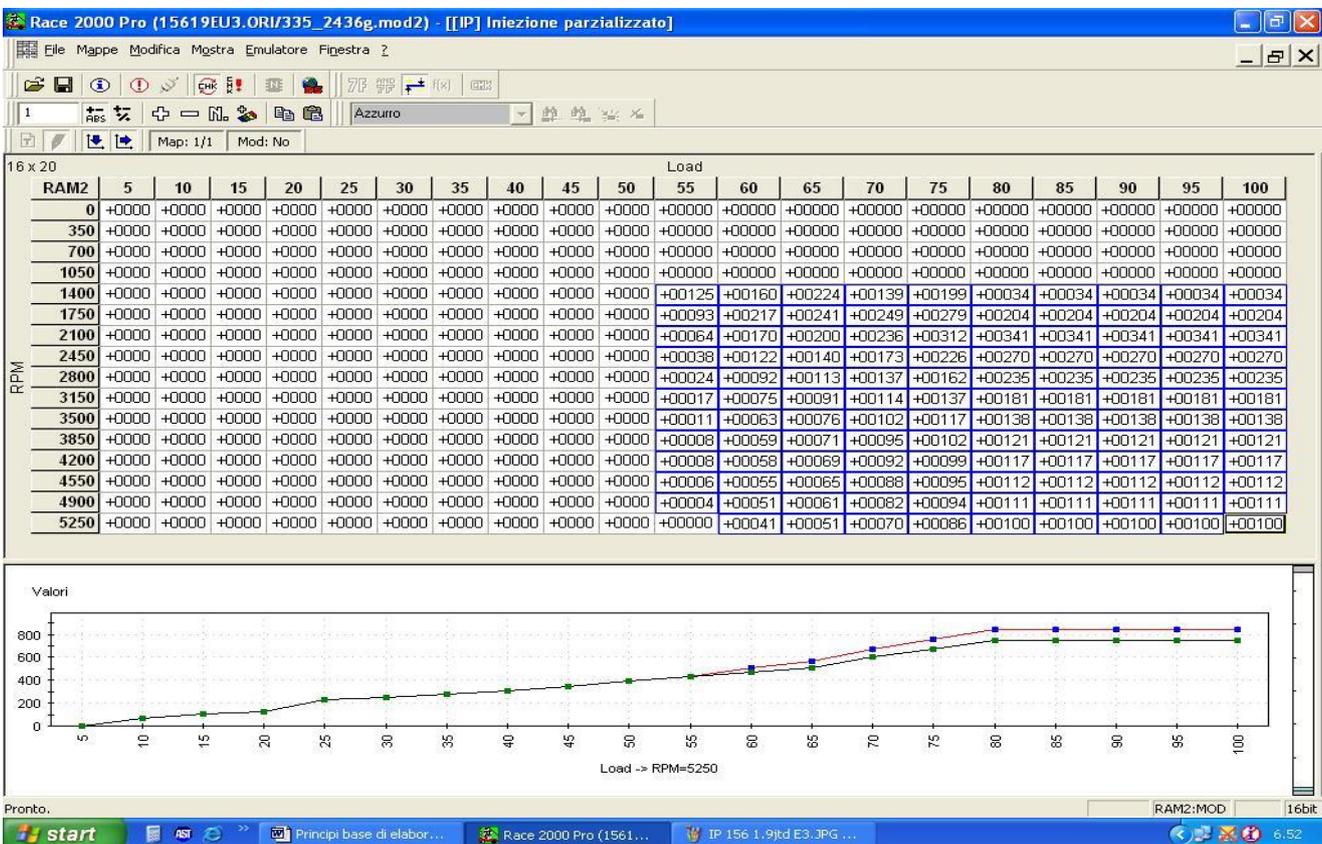


Figura 58

6.3.4. Iniezione pieno carico (sopra i 3000RPM)

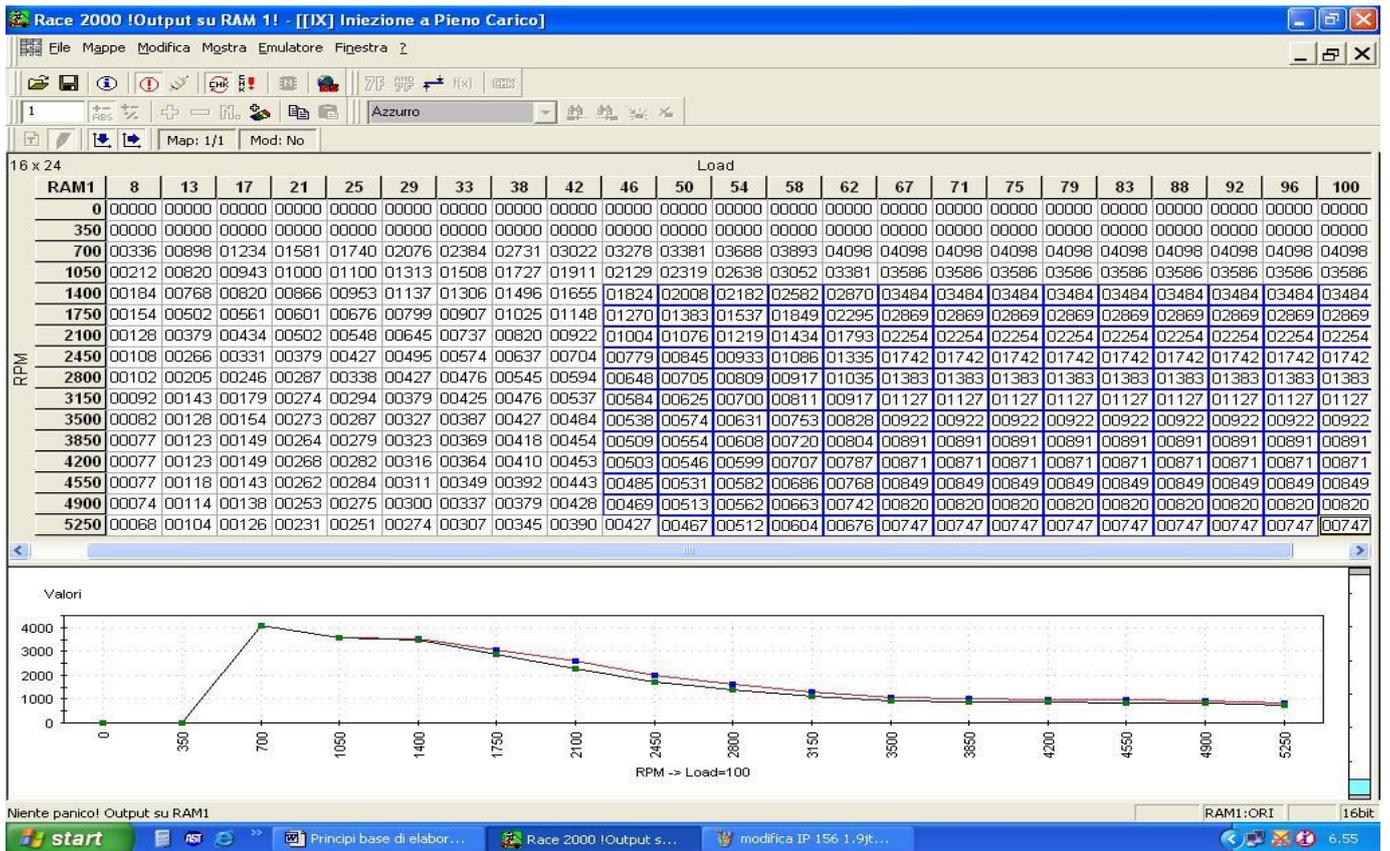


Figura 59

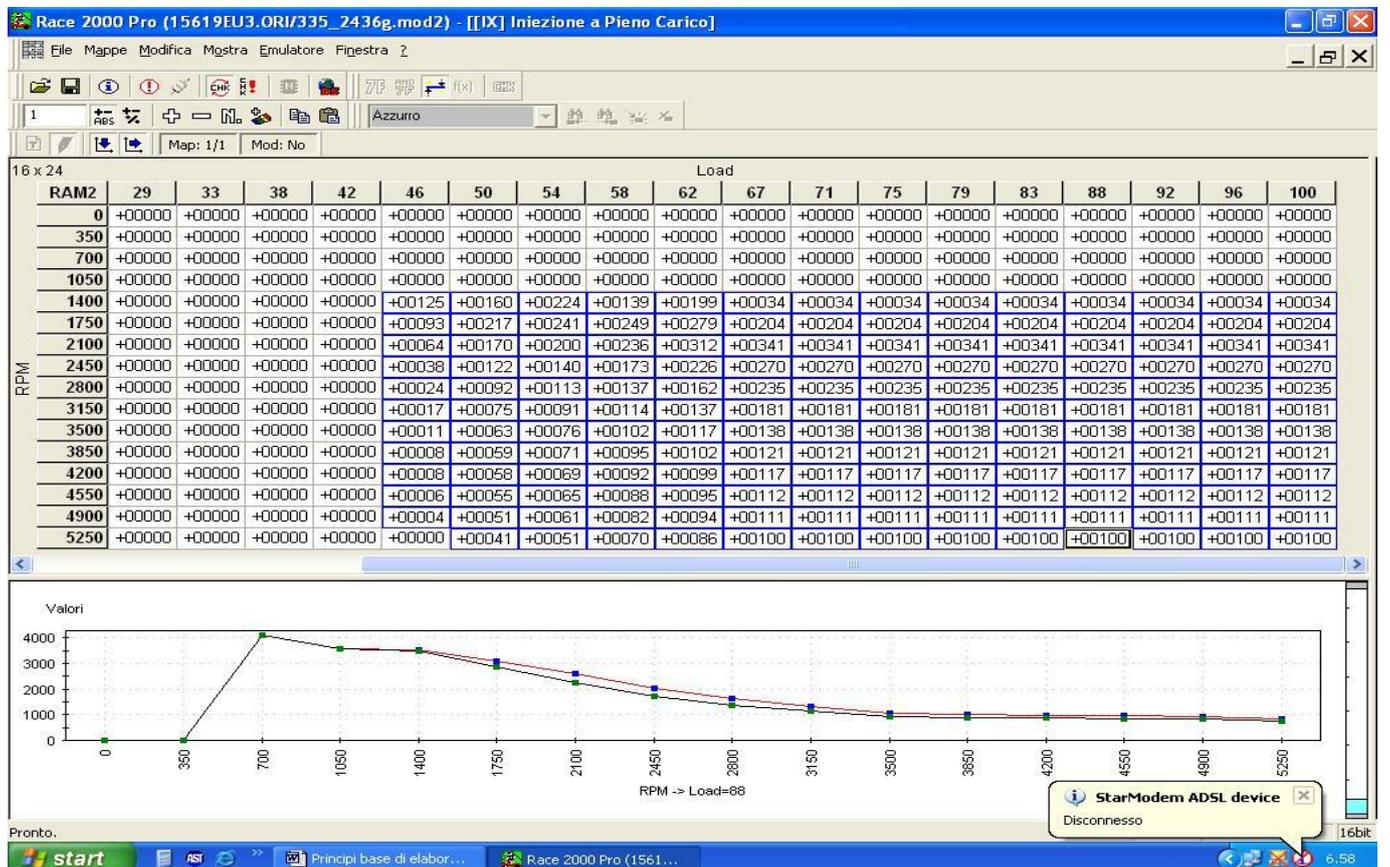


Figura 60

6.4. Sistemi turbodiesel EDC15P Iniettore Pompa PDE Bosch.

Edc15p+: sistema gestione motore iniettore pompa, introdotto intorno al 1999 ad architettura 16 bit. Esempi: Audi a4 TDI 115cv Euro3, Audi a4 TDI 130cv Euro3, VW Sharan TDI 115 e3, ecc.. Caratteristica: centralina a due spine a 121pin, ecu riprogrammabile via seriale, conforme a normativa euro3, coperchio metallico in alluminio. Eprom 29f400 psop44.

6.4.1. Carico specifico quantità aria

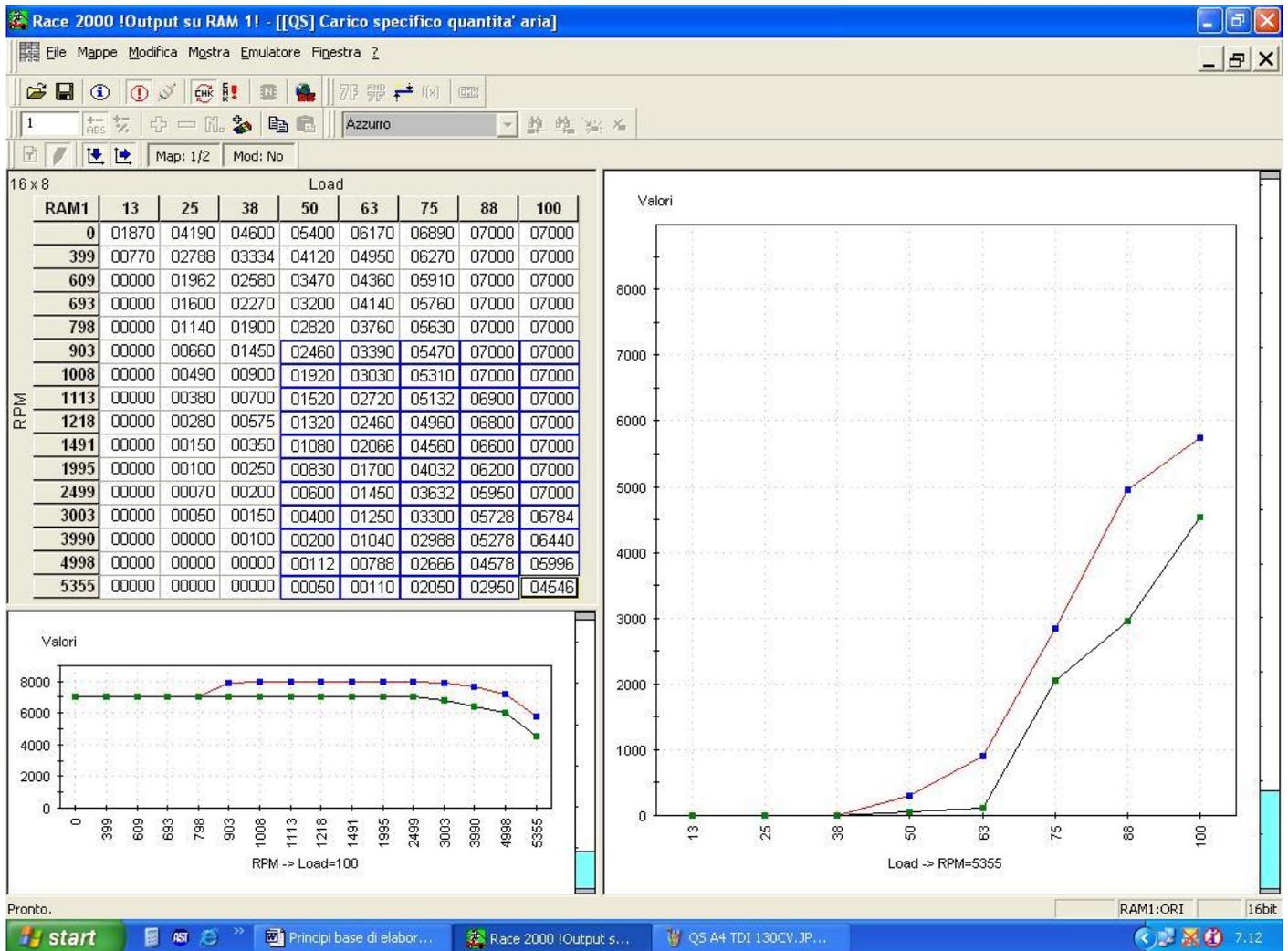


Figura 61

Come già accennato per i sistemi PDE la mappa di carico specifico quantità aria consente di ottenere ottimi risultati in termini di incremento della potenza. Come eccezione a quanto detto, è possibile in questo caso vedere come l'incremento venga effettuato a partire da 903RPM. È comunque da rimarcare come in realtà la ECU faccia costantemente una media pesata dei quattro valori della tabella più vicini al carico istantaneo calcolato ed al regime di rotazione misurato.

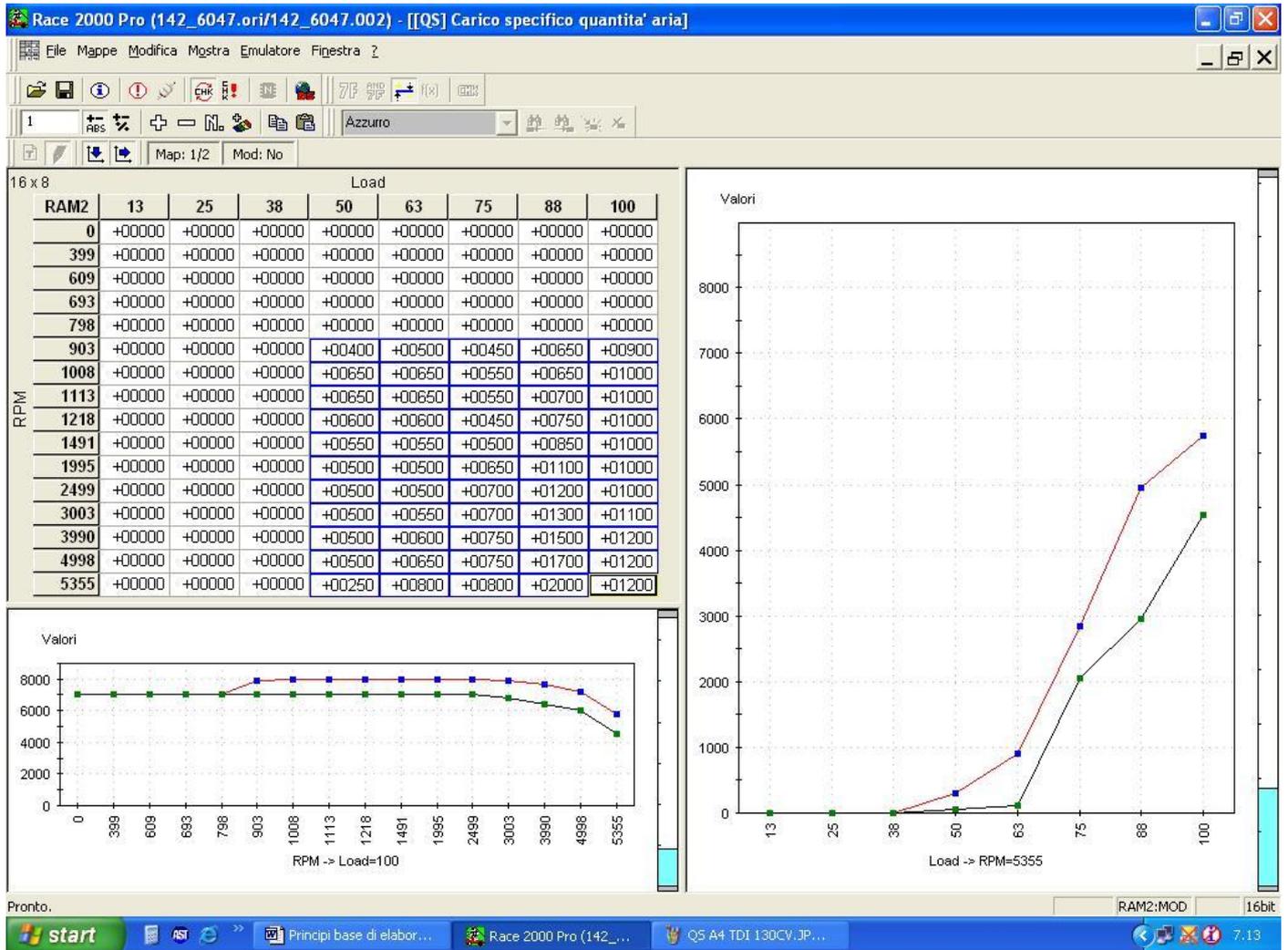


Figura 62

6.4.2. Limitatore di fumi

Nel caso del sistema iniettore-pompa è assolutamente necessario procedere alla modifica della mappa di limitazione di fumi che, anzi va utilizzata come una normale mappa di gestione gasolio. Questo spiega come mai in questo esempio (relativo ad una Audi A4 130CV) la modifica parta già dal 62% del carico motore.

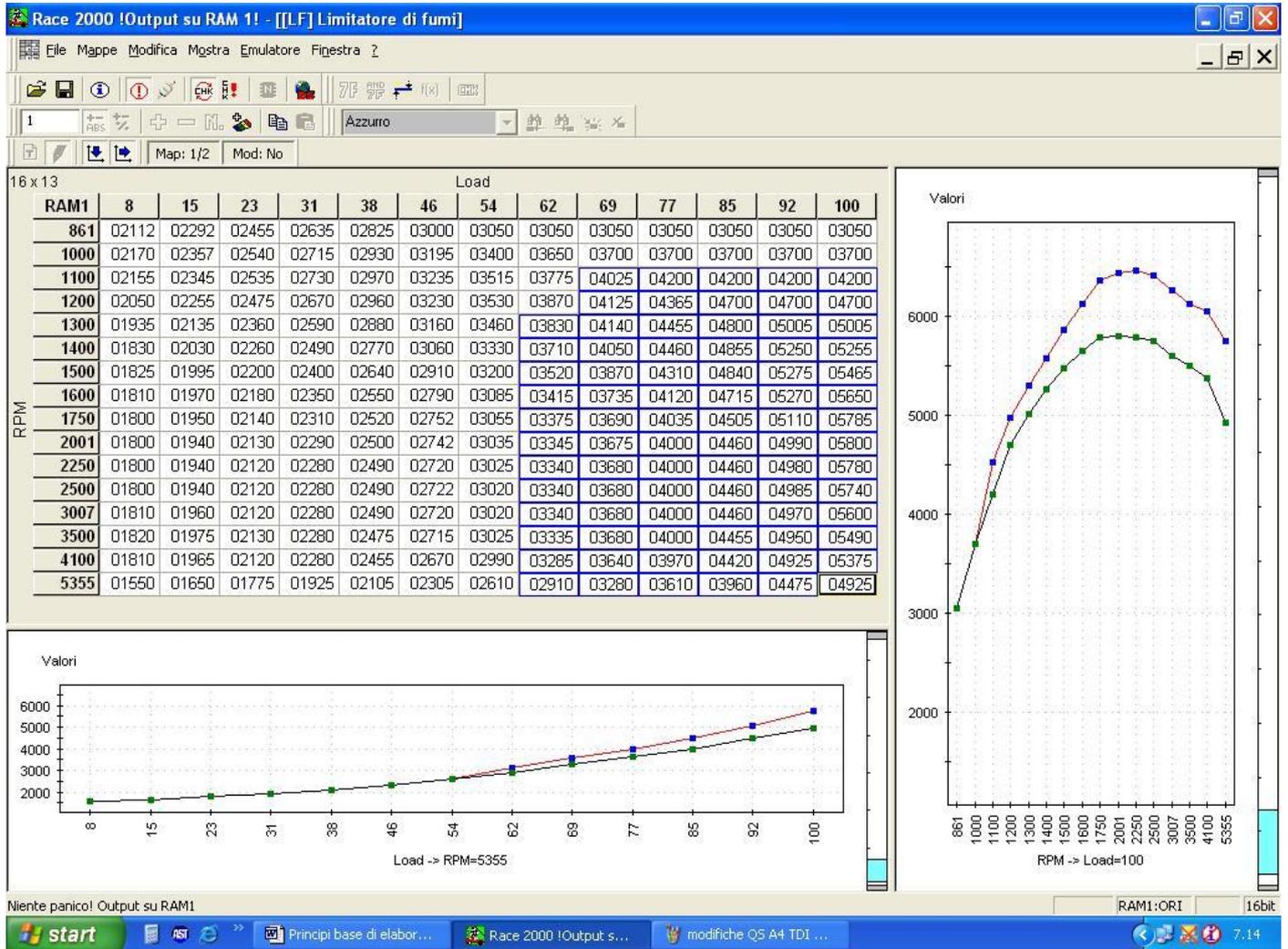


Figura 63

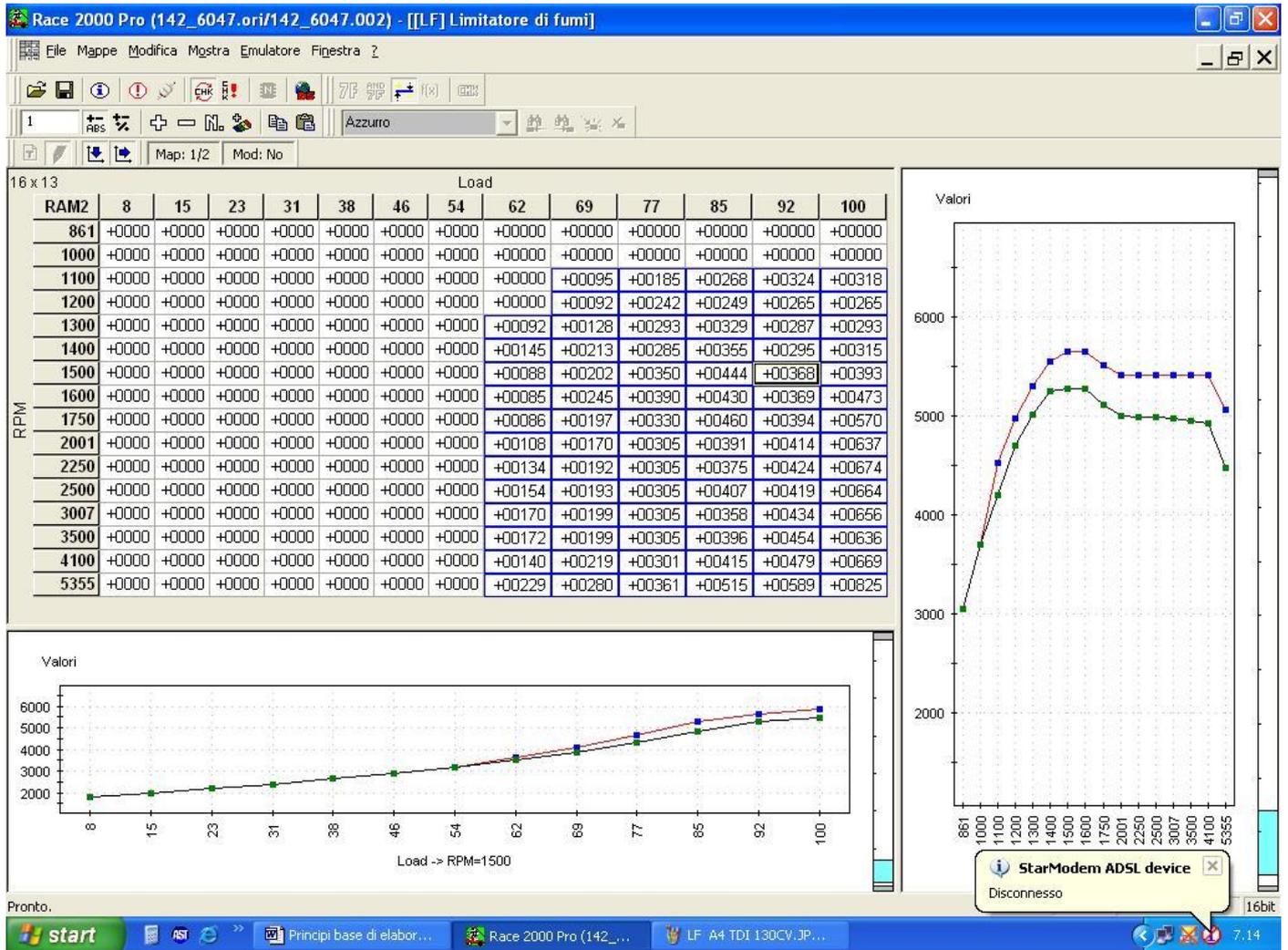


Figura 64

In figura 64 il dettaglio degli incrementi applicati.

6.4.3. Fase iniezione

Prove sperimentali hanno dimostrato che i migliori risultati sui sistemi PDE si possono ottenere solo con la modifica opportuna della fase di iniezione sia a carico parziale che a pieno carico. Le due mappe vanno si presentano con dimensioni identiche, valori simili e vanno modificate in maniera identica. Nelle due prossime figure sono rappresentate sia le mappe che gli incrementi da applicare. Per chi volesse ricavare in maniera autonoma tali mappe è da tenere in conto che esse sono originariamente espresse in codifica 7F e hanno anche un offset di base da sottrarre. Il Race2000 nella versione da noi analizzata compie in automatico tutte queste conversioni.

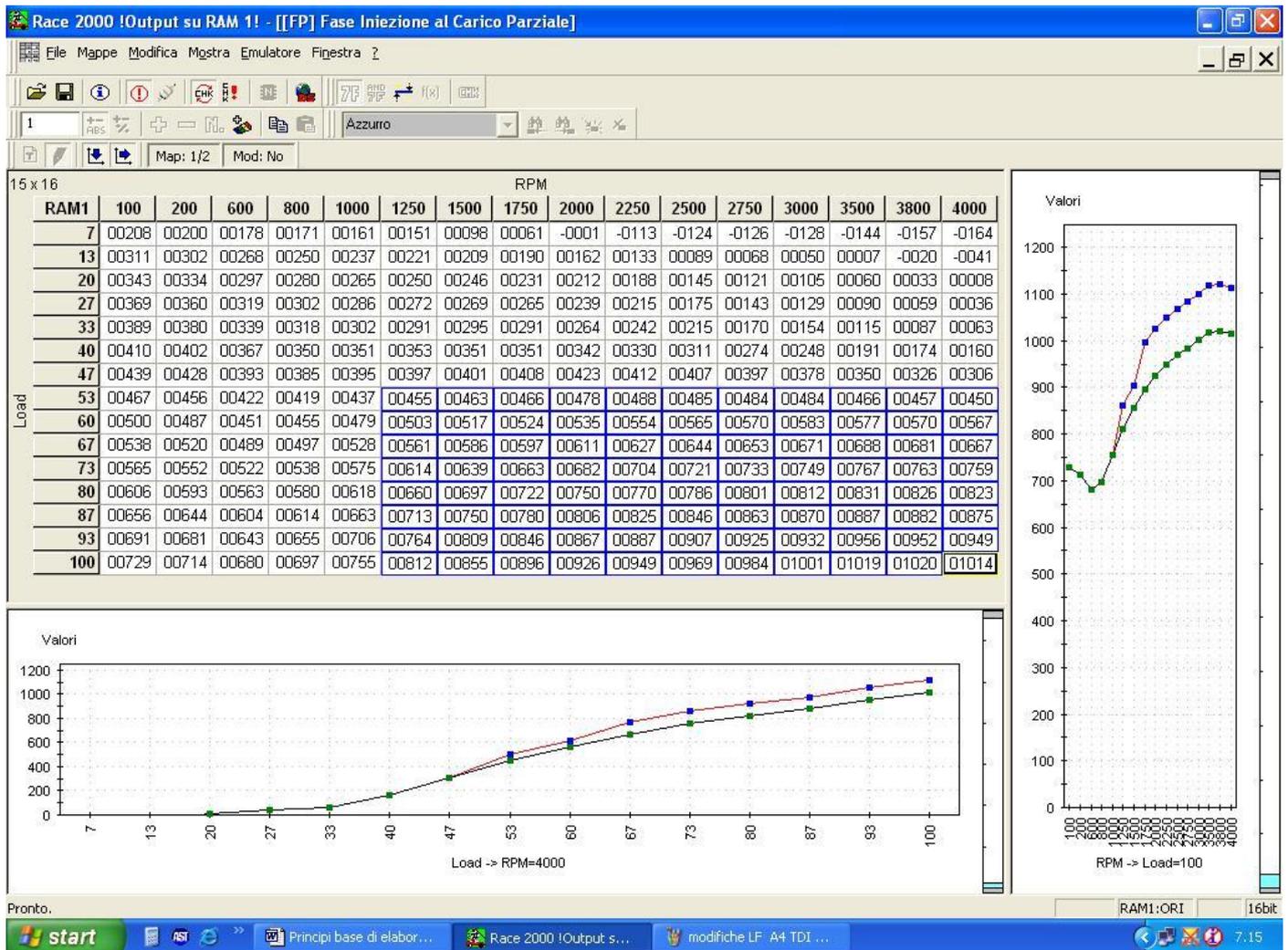


Figura 65

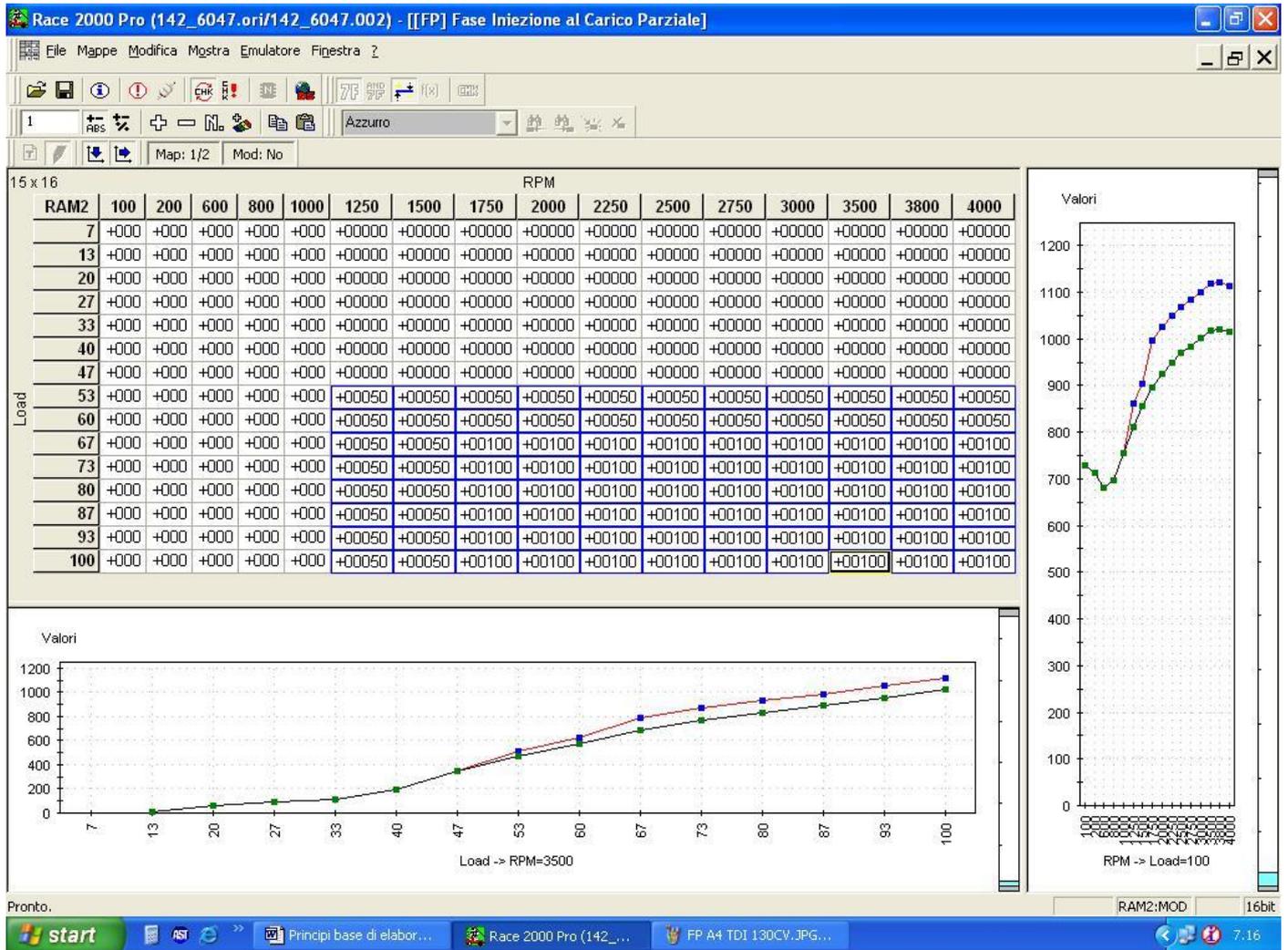


Figura 66

7. Cenni sulla rimappatura di sistemi gestione motori a ciclo Otto

7.1. Motori a ciclo Otto aspirati

Per i motori aspirati la rimappatura si limita al solo ritocco degli anticipi dinamici dell'accensione e ad un limitato arricchimento della miscela a pieno carico o in fase di accelerazione. Si ricordi che il rapporto aria/carburante deve essere sempre nell'intorno di 1/14,7. Per questa tipologia di motore gli incrementi dovuti alla sola rimappatura non superano mai il 5-8% in potenza.

Modifiche per auto ad iniezione benzina

Gli anticipi di accensione (generalmente) a parità di carico motore aumentano con l'aumentare del regime di rotazione

Gli anticipi di accensione (generalmente) a parità di giri motore diminuiscono con l'aumentare del carico motore

E' sempre opportuno, in fase di ritocco dei tempi di iniezione a pieno carico, controllare con un multimetro su strada la variazione del rapporto stechiometrico

La tensione sonda in genere a piena potenza oscilla fra 800-820mv

Sulla vettura modificata la tensione sonda salirà intorno a 850mv

7.2. Motore a ciclo Otto turbocompresso

Anche in questo caso viene aumentato il riempimento volumetrico del motore. Si procede ad un aumento della pressione stabile di funzionamento, ad una diminuzione degli anticipi di accensione a pieno carico e delle escursioni di overboost. A seconda della anzianità di costruzione del veicolo sarà infine necessario ritoccare o meno i tempi di iniezione a carico parziale o pieno carico.

7.3. Sistemi Bosch ME7 per Audi 1.8 turbo

Questo sistema, di grande diffusione negli ultimi 5 anni, è disponibile sia in versioni per motorizzazioni aspirate che turbocompresse ed è caratterizzato dai seguenti componenti principali:

- Farfalla a controllo elettronico
- Controllo automatico della sovralimentazione
- Controllo automatico dell'overboost
- Controllo della coppia motrice
- Limitazione dei giri
- Riprogrammazione ECU via seriale

nota: la ECU ME7 ha un controllo stringente sull'integrità dei dati, che vengono controllati anche durante la marcia. Di conseguenza e' sconsigliabile modificare le mappe in tempo reale.

7.3.1. Principali mappe disponibili

La modifica di un motore 1.8 turbo può in realtà essere effettuata seguendo diverse strategie. Senza soffermarci sui vantaggi dei diversi approcci se ne suggerisce il seguente, che consente di accoppiare ad incrementi di circa 0,4 bar, una buona fluidità di marcia ed una relativa semplicità di messa a punto.

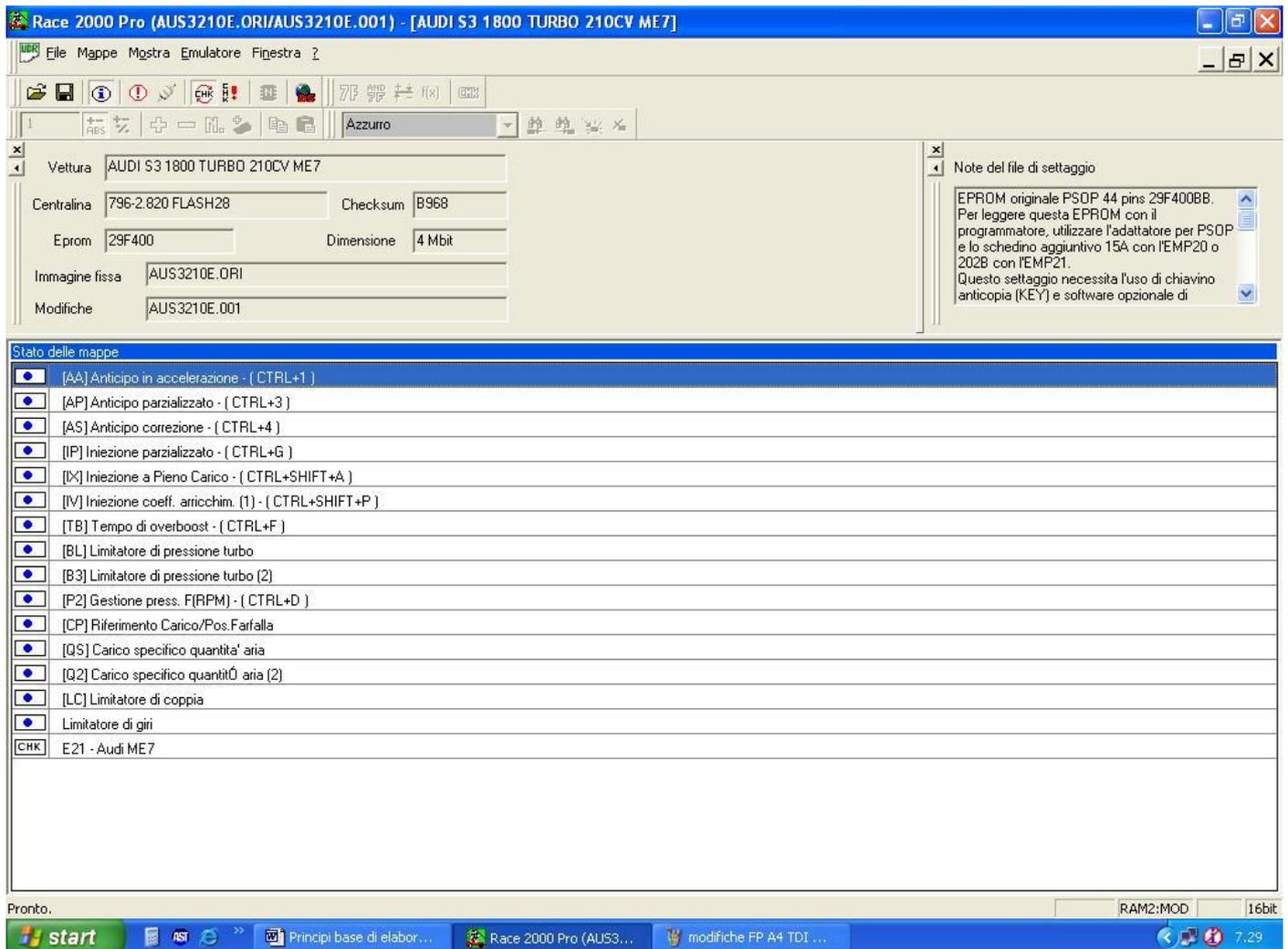


Figura 67

7.3.2. Limitazione di coppia

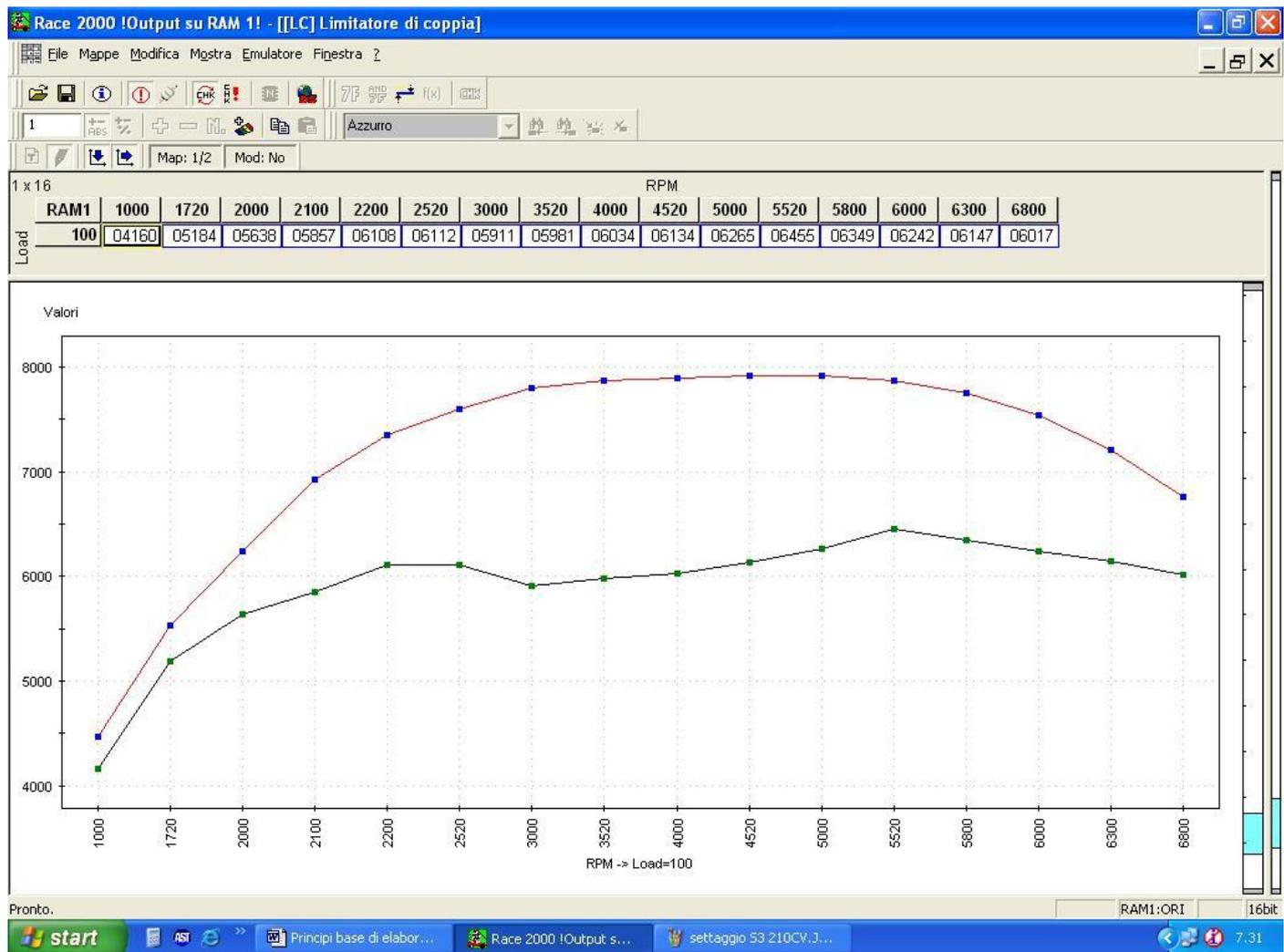


Figura 68

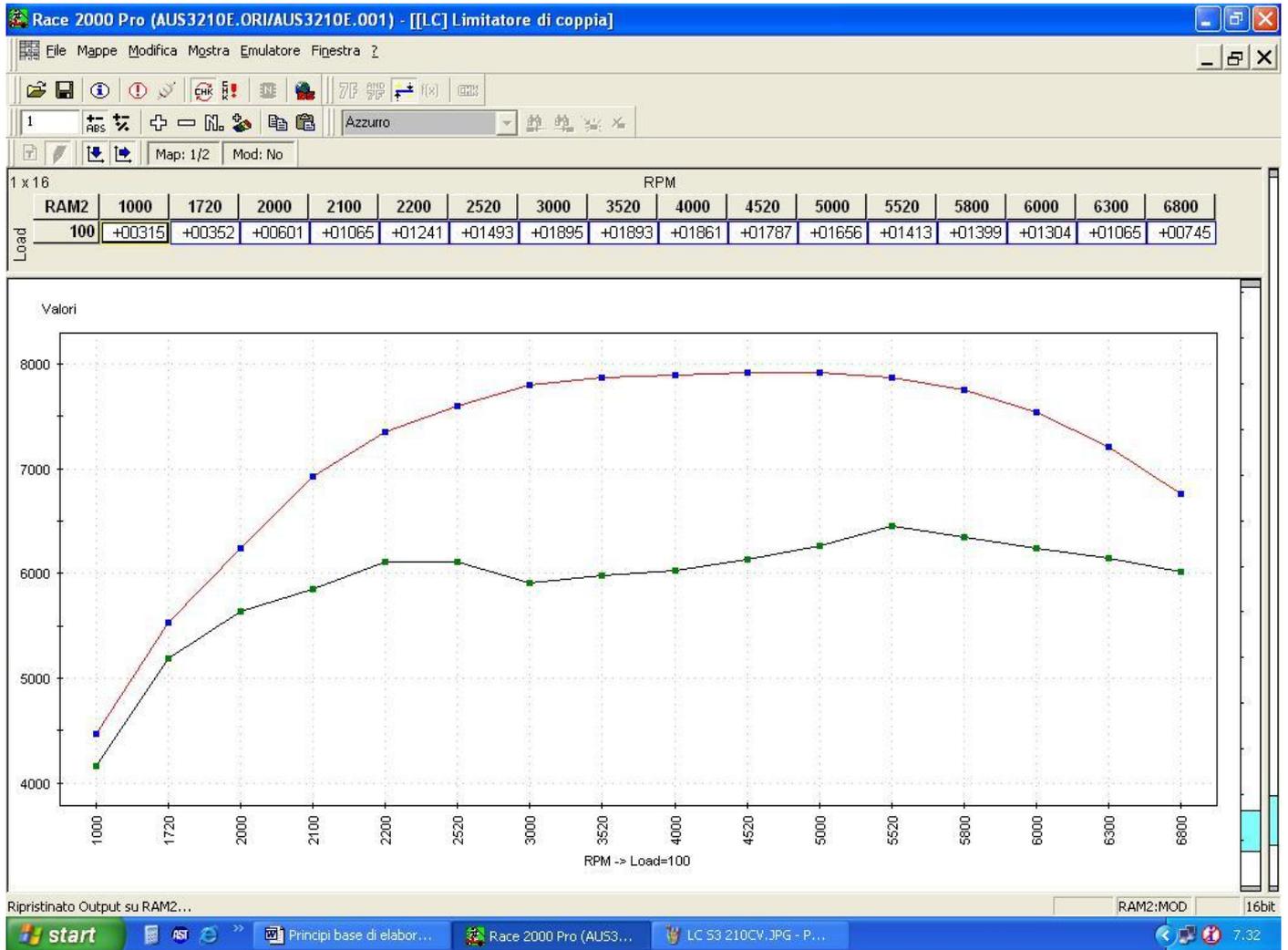


Figura 69

7.3.3. Gestione pressione di picco

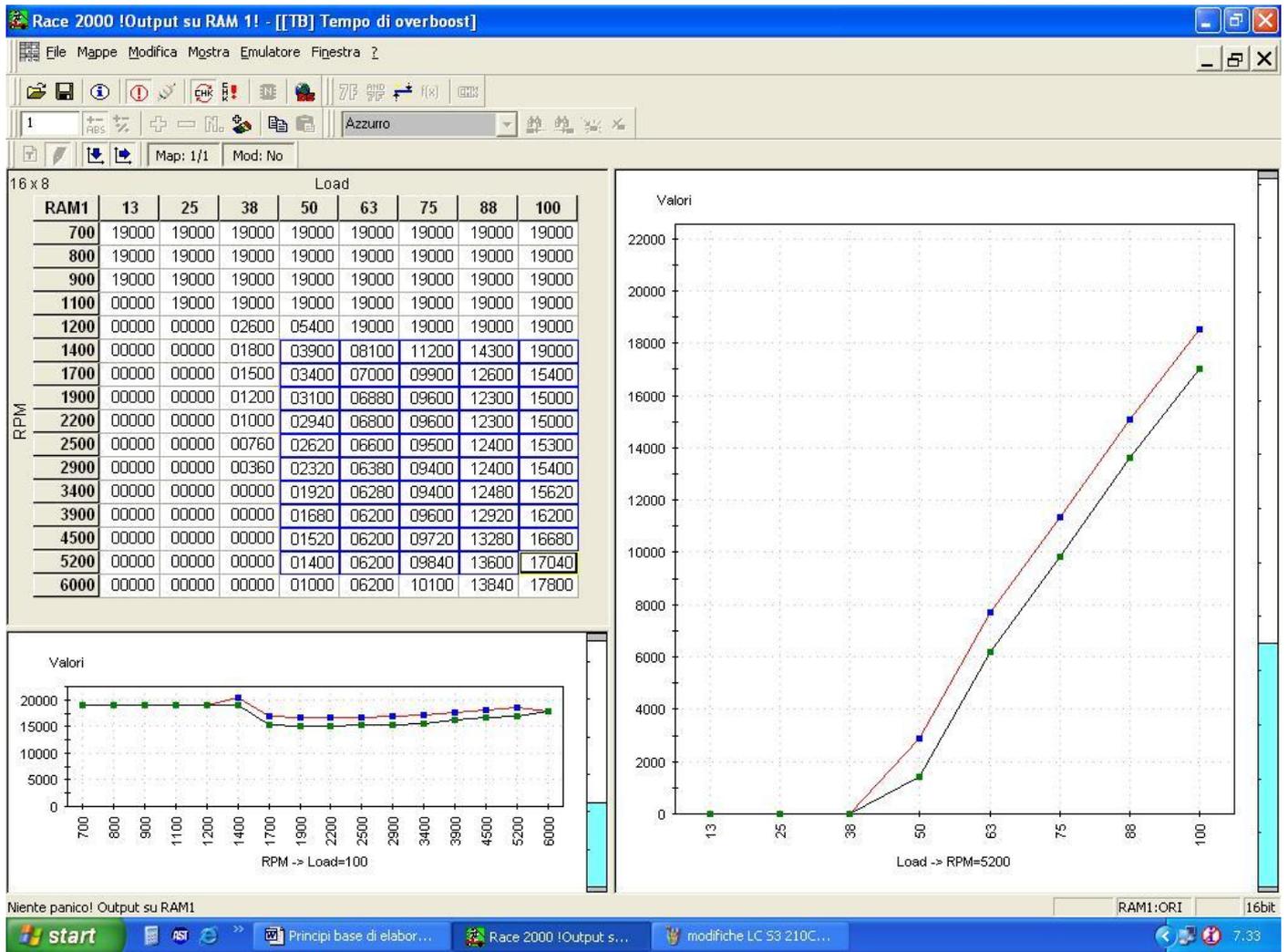


Figura 70

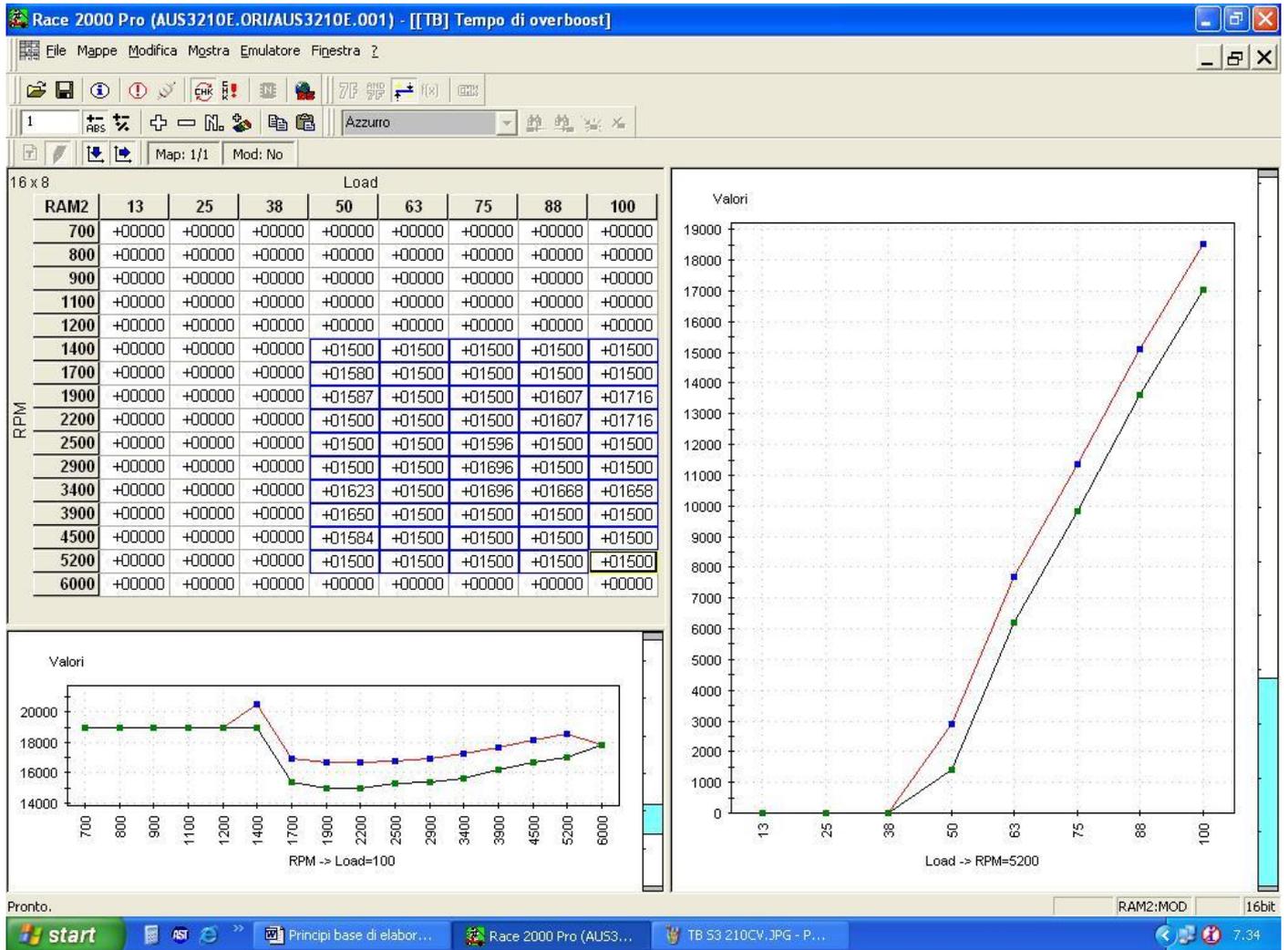


Figura 71

7.3.4. Iniezione a pieno carico

La ECU ME7 è già conforme alle normative Euro3, per cui riesce in quasi tutte le condizioni ad adeguare il titolo di miscela al valore stechiometrico. È utile solo dare alcuni piccoli ritocchi in fase di iniezione a pieno carico, tenendo presente che in questo sistema si ottengono incrementi dei tempi di iniezione diminuendo i valori riportati in tabella. L'esempio delle figure 72 e 73 è riferito ancora una volta ad una modifica reale ed utilizzabile

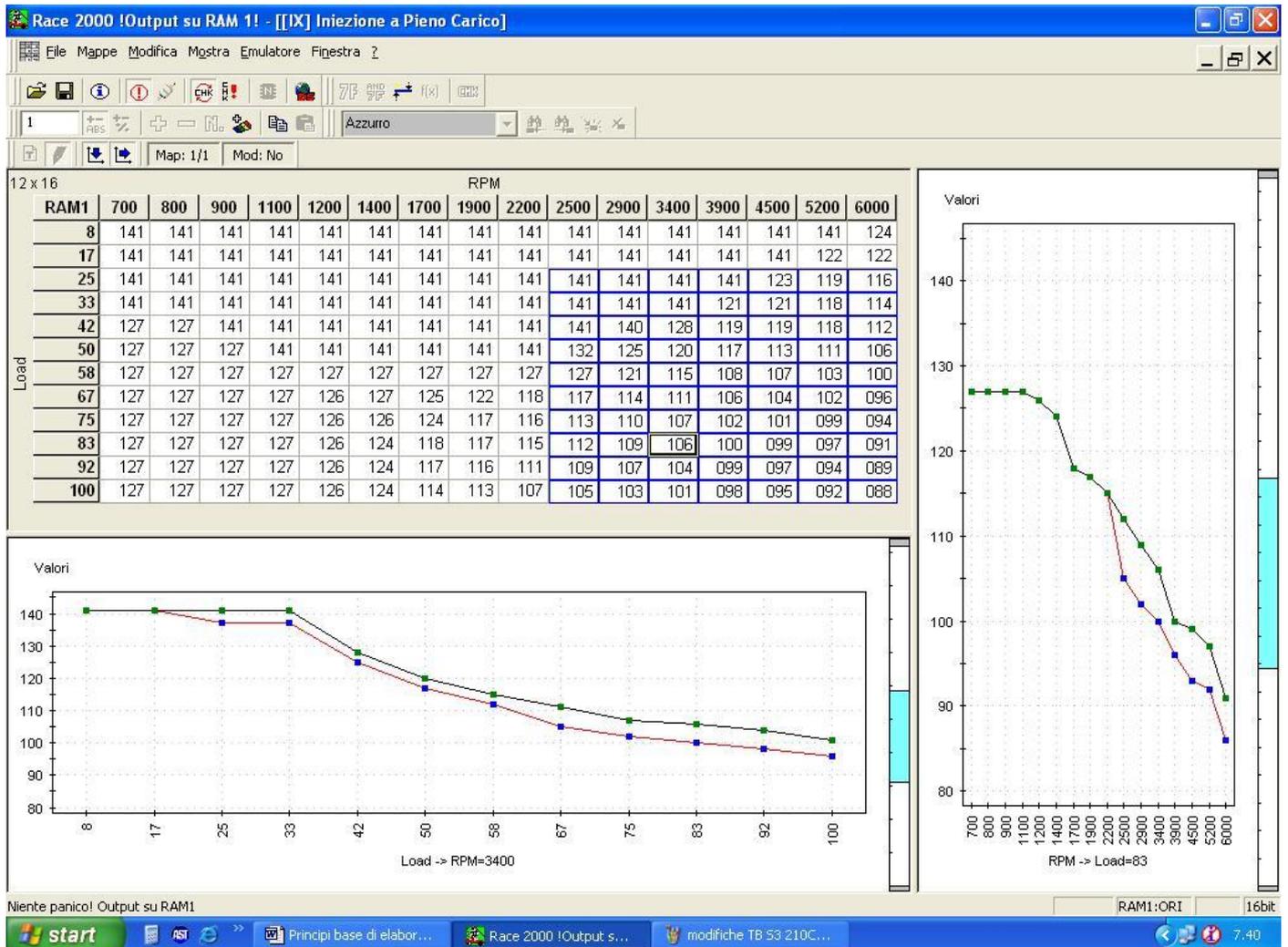


Figura 72

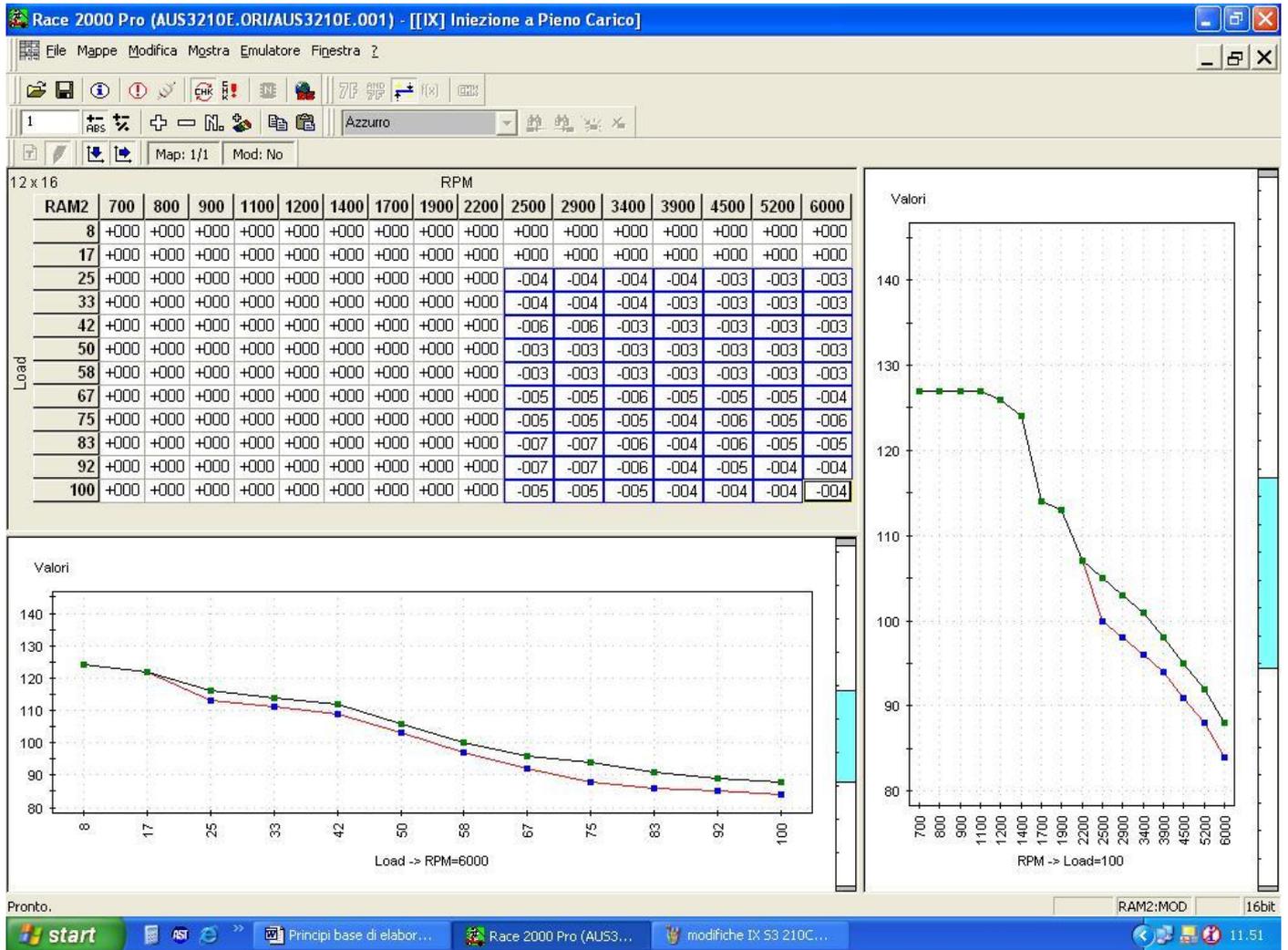


Figura 73