

Dimensionamento delle capacita'  
di calcolo dei sistemi  
general purpose del CNUCE  
per il quinquennio 1984-1988

R. B. Bandinelli E. Bracci F. Carreras  
G. Cresci D. Laforenza R. Medves  
S. Trumpy

Rapporto interno C83-25

Ottobre 1983

I dati presentati sono stati elaborati con il contributo  
di R. Ferrini e D. Canino

Gruppo Architetture

CCCCC	NN	NN	UU	UU	CCCCC	EEEEEE		
CCCCCCCC	NNN	NN	UU	UU	CCCCCCCC	EEEEEE		
CC	CC	NNNN	NN	UU	UU	CC	CC	EE
CC		NN	NN	NN	UU	UU	CC	EEEE
CC		NN	NNNN	UU	UU	CC		EEEE
CC	CC	NN	NNN	UU	UU	CC	CC	EE
CCCCCCCC	NN	NN	UUUUUU	CCCCCCCC	EEEEEE			
CCCCC	NN	NN	UUUUU	CCCCC	EEEEEE			

CNR - Istituto CNUCE  
via S. Maria 36  
56100 Pisa  
Tel. +39 50 593111  
Telex 500371 CNUCE

## 1. Obiettivi dello studio e criteri generali

La configurazione attuale dei sistemi di calcolo del CNUCE, limitatamente alla funzione general purpose, comprende un elaboratore IBM 3033 MGN, con 8M di memoria e sistema operativo VM, dedicato quasi esclusivamente al servizio interattivo, ed un elaboratore IBM 370/168-1, con 4M di memoria e sistema operativo MVS, che assicura il servizio batch. Entrambi i sistemi sono accessibili da terminale anche via rete RPCNET.

La CGI, nella seduta del 20/7/83 ha proposto, e tale proposta e' stata fatta propria dal Consiglio di Presidenza del CNR, che il CNUCE studi una configurazione di sistema multiprocessore capace di assorbire il carico degli attuali sistemi e dei prevedibili incrementi, per il quinquennio 1984-1988, in relazione anche a funzioni nuove quali per esempio quelle di front-end per un supercomputer. Le indicazioni fornite dal CNUCE e fatte proprie dalla CGI prevedono una architettura IBM compatibile.

Le decisioni di cui sopra erano state precedute da una fase preliminare di indagine di mercato compiuta dal CNUCE nella prima meta' del 1983; tale attivita' e' servita in sostanza a delimitare il campo di indagine sui sistemi atti a sostituire le attuali CPU dedicate al servizio general purpose. In particolare si e' indirizzata la scelta su un solo sistema biprocessore che assorba il conversazionale ed il batch con bilanciamento dinamico del carico, che possa svolgere le funzioni di front-end ad un elaboratore vettoriale e che operi con i sistemi operativi VM ed MVS.

Questo studio ha lo scopo di definire la configurazione del sistema centrale (CPU, memoria, canali) con particolare attenzione al dimensionamento della CPU.

Le valutazioni quantitative che verranno fatte nel seguito circa la evoluzione del carico e delle prestazioni sono riferite ai sistemi attualmente installati (per il batch l'IBM 370/168 e per il conversazionale l'IBM 3033 MGN); sono contenute anche delle valutazioni in termini di MIPS per avere un termine di confronto da utilizzare con la dovuta cautela.

Infatti il valore dei MIPS deve essere preso come termine di riferimento puramente indicativo dato che vi sono nel caso specifico svariati elementi, anche a livello di organizzazione dei sistemi, che possono influire sui MIPS

senza cambiare il throughput complessivo del sistema e viceversa.

Pertanto nei paragrafi successivi si analizzano il carico e le prestazioni attuali e si fanno delle previsioni per il prossimo quinquennio al fine di definire una evoluzione della capacita' di calcolo basata su alcuni indicatori complessivi del carico per i due sistemi operativi fondamentali.

Sono stati esaminati i dati prodotti per il VM dai monitors software "VMAP" dell'IBM, "MESURE" del CNUCE ed i records di account; per l'MVS i dati SMF elaborati dai prodotti PLAN/IV e JASPER.

Le principali grandezze prese in considerazione (tempo di CPU totale e di problema, frequenza di paginazione, frequenze di I/O, utilizzo della memoria, fattore di espansione e throughput, ed altre) sono state scelte dopo un approfondito esame dei dati disponibili o ottenibili in relazione agli obiettivi dello studio. Sono stati tenuti presenti due ordini di esigenze: da una parte il dimensionamento complessivo (escluse le unita' di I/O) del sistema tagliato in modo da soddisfare le previsioni di carico ed insieme le necessita' operative, dall'altra la necessita' di assicurare livelli di prestazioni entro limiti prestabiliti, sia per indicatori interni del sistema sia per indicatori che interessino gli utenti.

Sono stati considerati indicatori globali di prestazioni poiche', essendo l'architettura ed i sistemi operativi un dato dello studio, si ritiene essenziale ottenere valori per capacita' previste del sistema cui associare, come meglio descritto in seguito, livelli di performance.

## 2. Esame di utilizzo attuale del Sistema interattivo

L'esame dei dati del carico evidenzia un andamento del numero di utenti collegati nell'arco orario 8-20 con 2 picchi in corrispondenza dei periodi lavorativi 9-13, 15-18 di ogni giorno (Figura 1).

Questo andamento si ripete in maniera analoga per quanto riguarda l'utilizzo di tutte le piu' importanti risorse di sistema (tempo di CPU, memoria, attivita' di paginazione e di I/O).

### 2.1 Utilizzo di CPU

La Figura 2 rappresenta l'andamento del tempo di CPU (in percentuale) nell'arco delle 24 ore per un mese tipico e la Figura 2A ne indica invece l'andamento mediato (orario 8-20) su tutto l'82.

Si osservi come, nelle ore di picco (9-13 e 15-18) la percentuale di CPU si mantenga sempre sopra l'85% raggiungendo talvolta la saturazione (100%). Nell'arco orario 9-21 tale percentuale di CPU e' comunque superiore al 70%.

La Figura 3 mostra invece la distribuzione dello stesso tempo di CPU mese per mese durante l'anno 82; si puo' osservare che gli utilizzi raggiungono i valori piu' alti nei mesi di Febbraio, Aprile e Novembre, durante i quali le percentuali mediate in precedenza vengono abbondantemente superate.

Considerando che un sistema interattivo ben equilibrato dovrebbe lavorare al massimo con percentuali di utilizzo della CPU medie sulla giornata del 60% e sui picchi dell'80% ed essendo tali valori quasi costantemente superati dal nostro sistema, si puo' concludere che la potenza di CPU e' sicuramente una risorsa critica.

### 2.2 Utilizzo della memoria

Il parametro utilizzato per valutare la contesa sulla risorsa memoria e' l'utilizzo percentuale stimato dal VM come rapporto tra la somma delle richieste di memoria reale previste per la prossima esecuzione dei processi attivi e la quantita' di memoria reale disponibile al momento per tutti gli utenti.

In quanto rapporto tra una quantità prevista (dagli algoritmi di schedulazione) e una quantità reale, l'utilizzo di memoria può assumere valori apparentemente poco significativi (p. es. può superare il 100%). L'esame di questo parametro in relazione ai tempi di risposta agli utenti evidenzia che i valori-soglia da non superare in alcun caso sono del 60-70%.

La Figura 4 mostra l'andamento dell'utilizzo percentuale di memoria in funzione dell'ora del giorno (intervallo 8-20) ed evidenzia un utilizzo medio del 40% che consente di non ritenere critica la risorsa memoria.

Occorre precisare che la risorsa memoria è tenuta sotto controllo limitando ad 1 MByte la dimensione massima consentita per le singole macchine virtuali.

### 2.3 Attività di paginazione

Considerando le caratteristiche dei dispositivi di paginazione (canali e dischi IBM 2305-2 e 3350) e gli andamenti dell'attività di paginazione (in pagine trasferite per sec.) in funzione dei tempi di risposta, ne deriva che il valore limite da non superare è dell'ordine di 180 pag/sec.

Poiché nei periodi di maggior utilizzo (arco orario 9-13, 15-18) il valore medio dell'attività di paginazione risulta essere di 120 pag/sec, si ritiene che, a parte situazioni temporanee, la risorsa non sia critica.

### 2.4 Frequenza di I/O

La frequenza e la distribuzione delle operazioni di I/O tra i vari canali e dispositivi viene considerata soltanto per valutare numero e tipo di canali necessari nella nuova configurazione. In questa fase, non si prende in considerazione la distribuzione delle operazioni tra i vari dispositivi ma si limita l'analisi solo al dato globale di frequenza di I/O (circa 250 operazioni/sec nei periodi di picco) e alla sua distribuzione sui vari canali che mostra un sostanziale equilibrio con qualche accenno a sovraccarico sul canale collegato ai dischi di utente. Si ritiene però possibile ridistribuire tale sovraccarico senza per questo superare i valori critici di utilizzo.

## 2.5 Fattore di espansione

Il fattore di espansione e' un indice globale di quanto i tempi di risposta sperimentati dagli utenti siano influenzati dalla contesa su tutte le risorse di sistema (CPU, memoria, I/O ecc.). E' definito come quel fattore per cui e' necessario moltiplicare il tempo di esecuzione di un lavoro a macchina dedicata per ottenere l'effettivo tempo di esecuzione dello stesso quando in macchina stiano in esecuzione altri lavori in concorrenza. Esso fornisce una misura di quanto si degradano i tempi di risposta degli utenti in relazione all'aumento del carico di macchina. Questo parametro dipende sostanzialmente dal tipo di lavoro che l'elaboratore svolge; va pero' considerato che CPU meno potenti danno tempi di risposta inaccettabili con fattori di espansione molto piu' bassi di quelli che si possono raggiungere disponendo di CPU piu' potenti. Esso va associato al parametro che indica il tempo di permanenza nella coda interattiva Q1 (Q1SEC nella terminologia usata dal VM MONITOR).

Per l'ambiente CNUCE un valore del fattore di espansione di 8 implica tempi di risposta ai comandi piu' semplici dell'ordine di 0.4 secondi (tempo ritenuto ottimale per una buona interattività). Il grafico di Figura 5 mostra come questo valore sia frequentemente superato (nei periodi di picco si raggiungono valori superiori a 12): cio' nonostante i tempi di risposta, anche per i valori accettabili di Q1SEC, non degradano sensibilmente a conferma del sostanziale buon dimensionamento del sistema che, come si e' detto, oggi necessita soltanto di essere potenziato nella risorsa CPU.

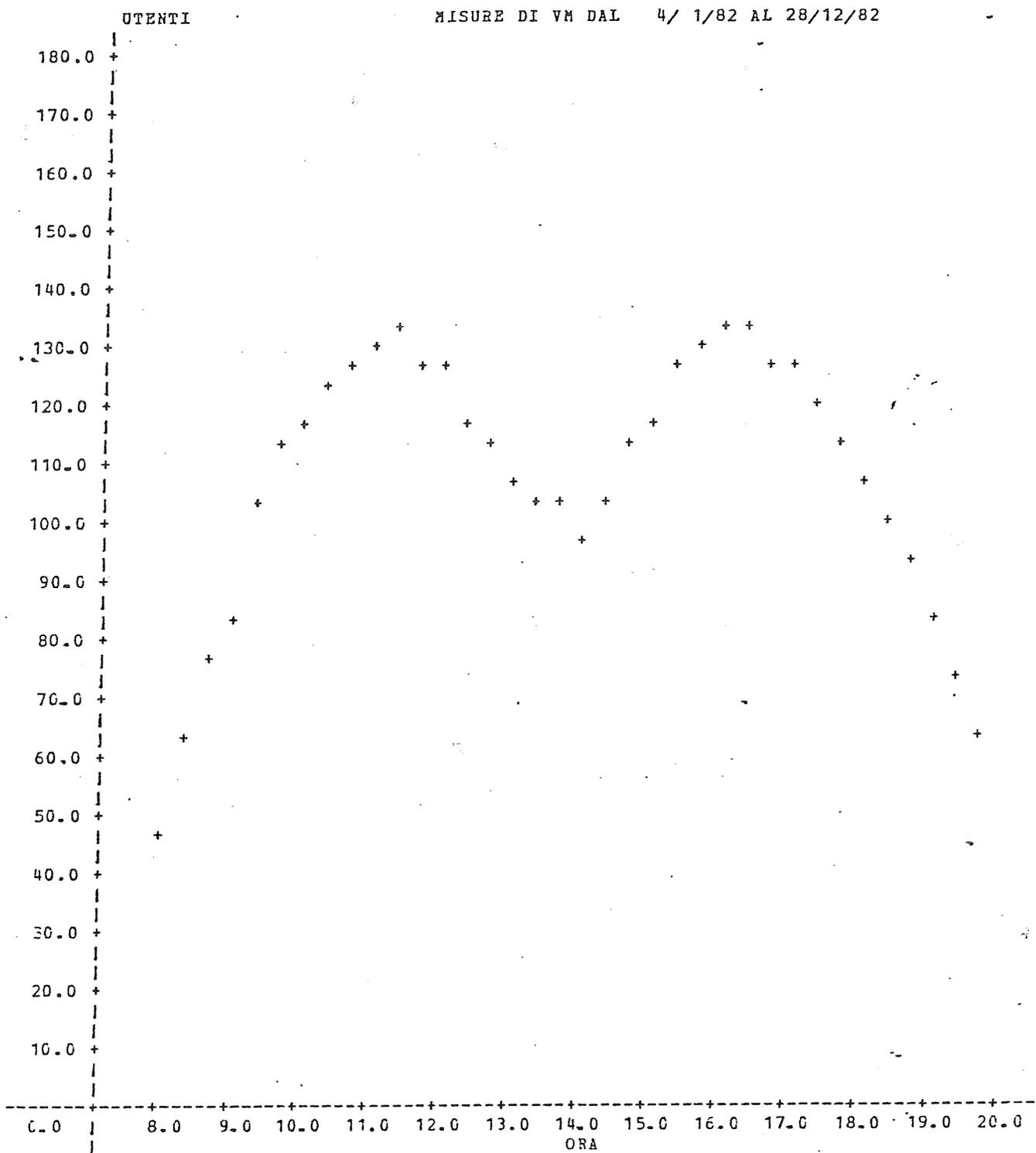


Figura 1 Numero di utenti collegati al VM  
 Dati mediati nell'anno 1982

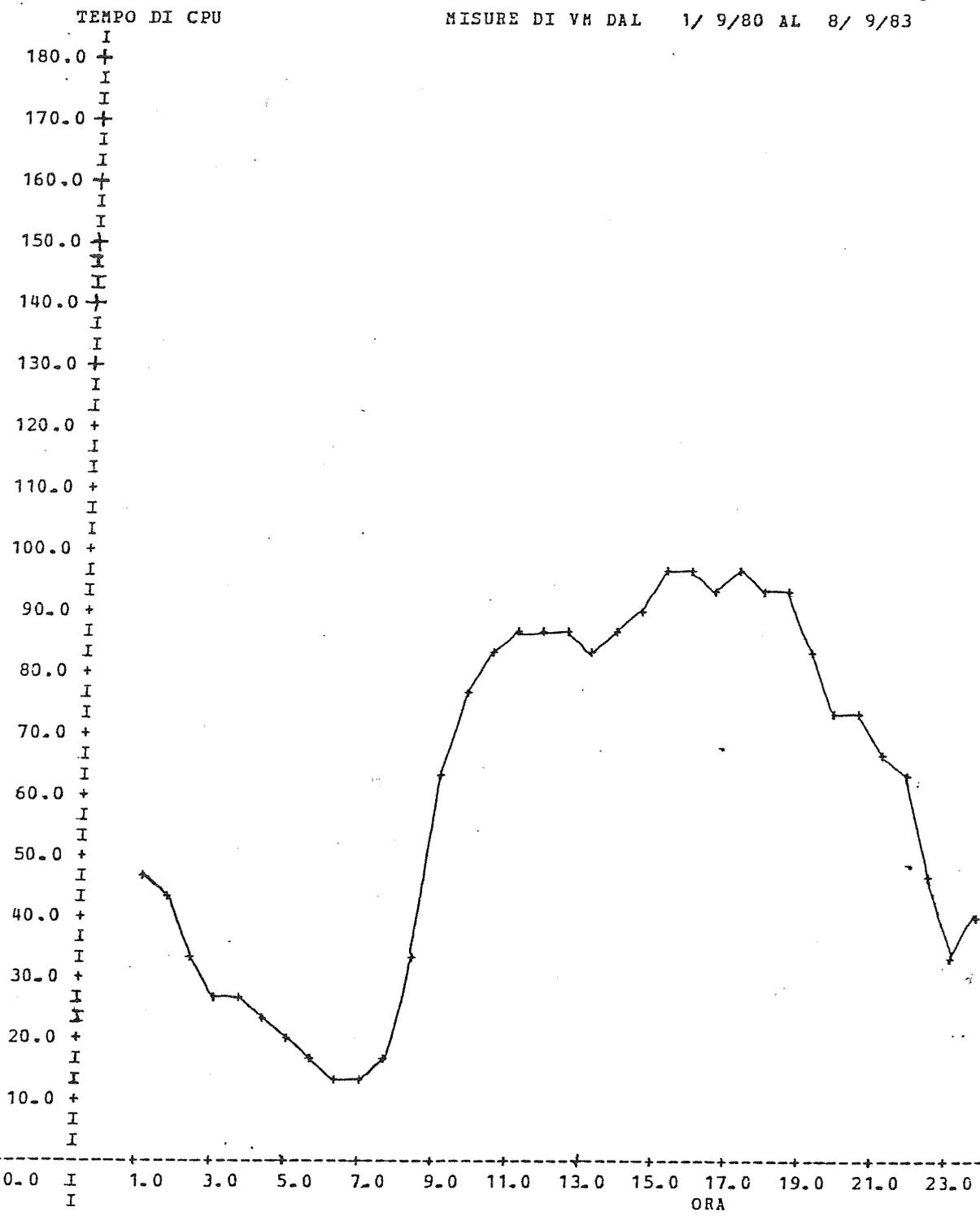


FIGURA 2 Andamento del tempo di CPU nell'intervallo 0-24  
 Dati mediati sul mese di Aprile 1982

MISURE DI VM DAL 4/ 1/82 AL 28/12/82

TEMPO DI CPU

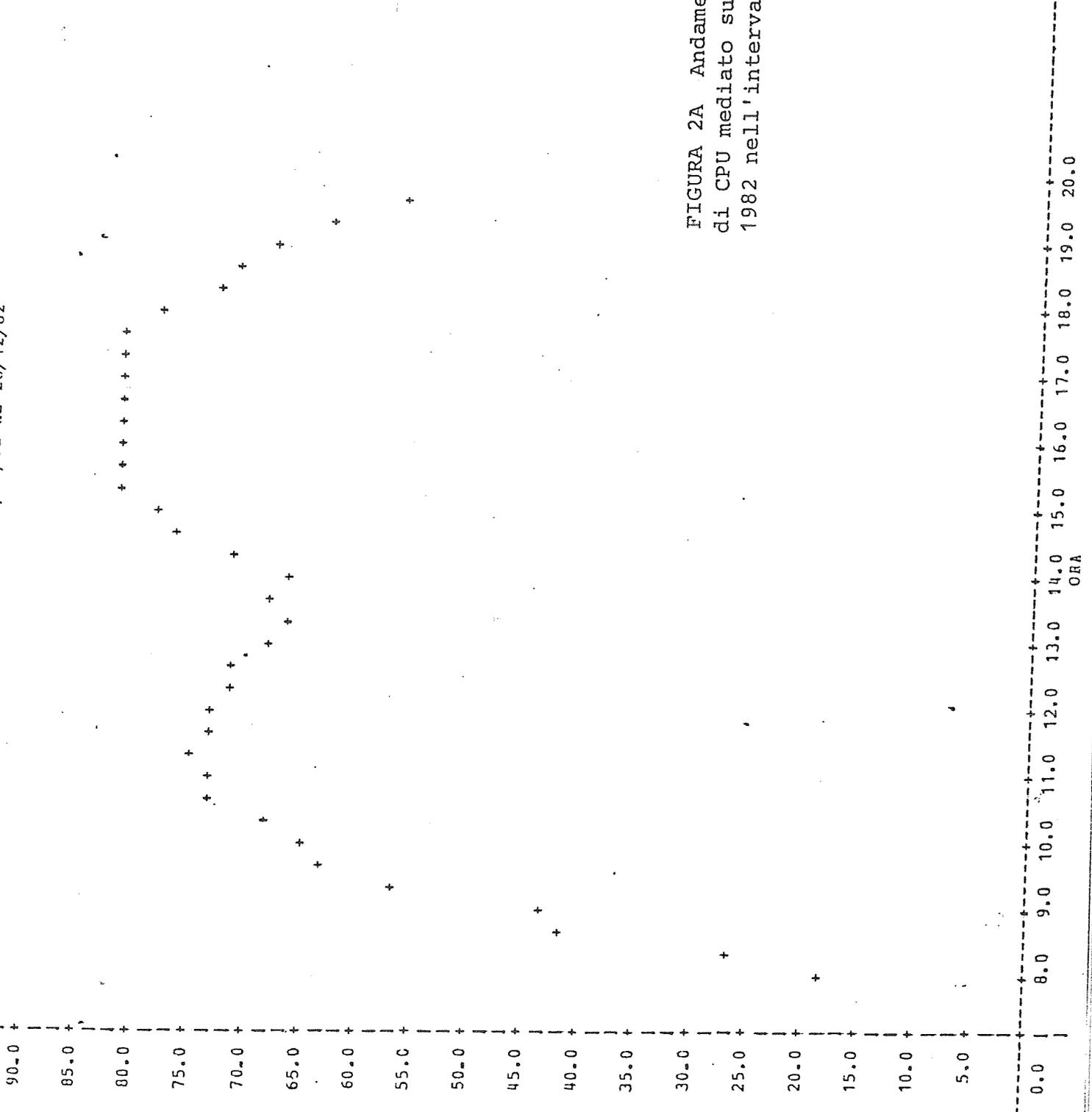


FIGURA 2A Andamento del tempo di CPU mediato su tutto l'anno 1982 nell'intervallo orario 8-20

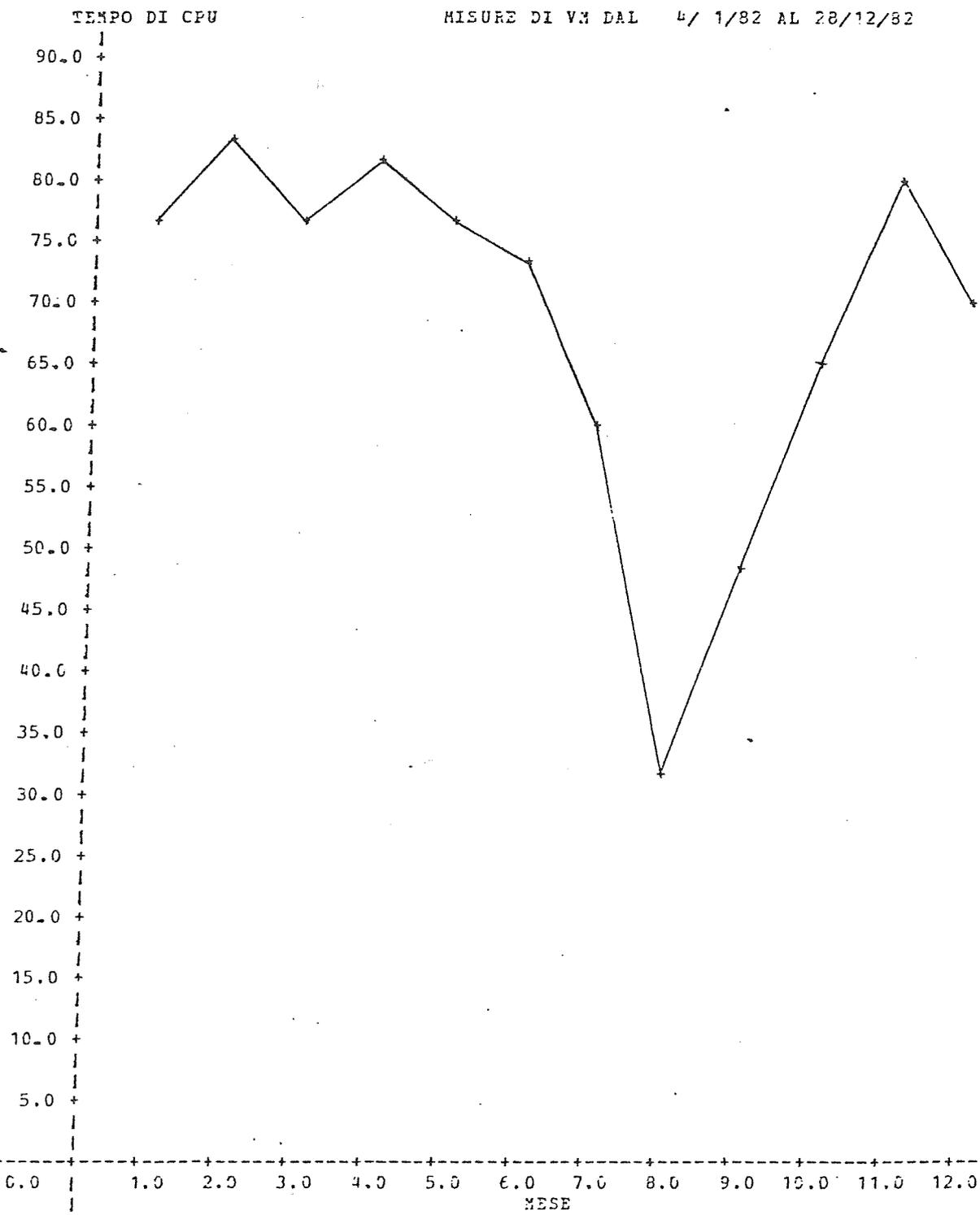


FIGURA 3 Andamento mensile CPU sistema VM  
 Dati mediati sull'anno 1982

UTILIZZO MEMORIA

MISURE DI VM DAL 4/ 1/82 AL 28/12/82

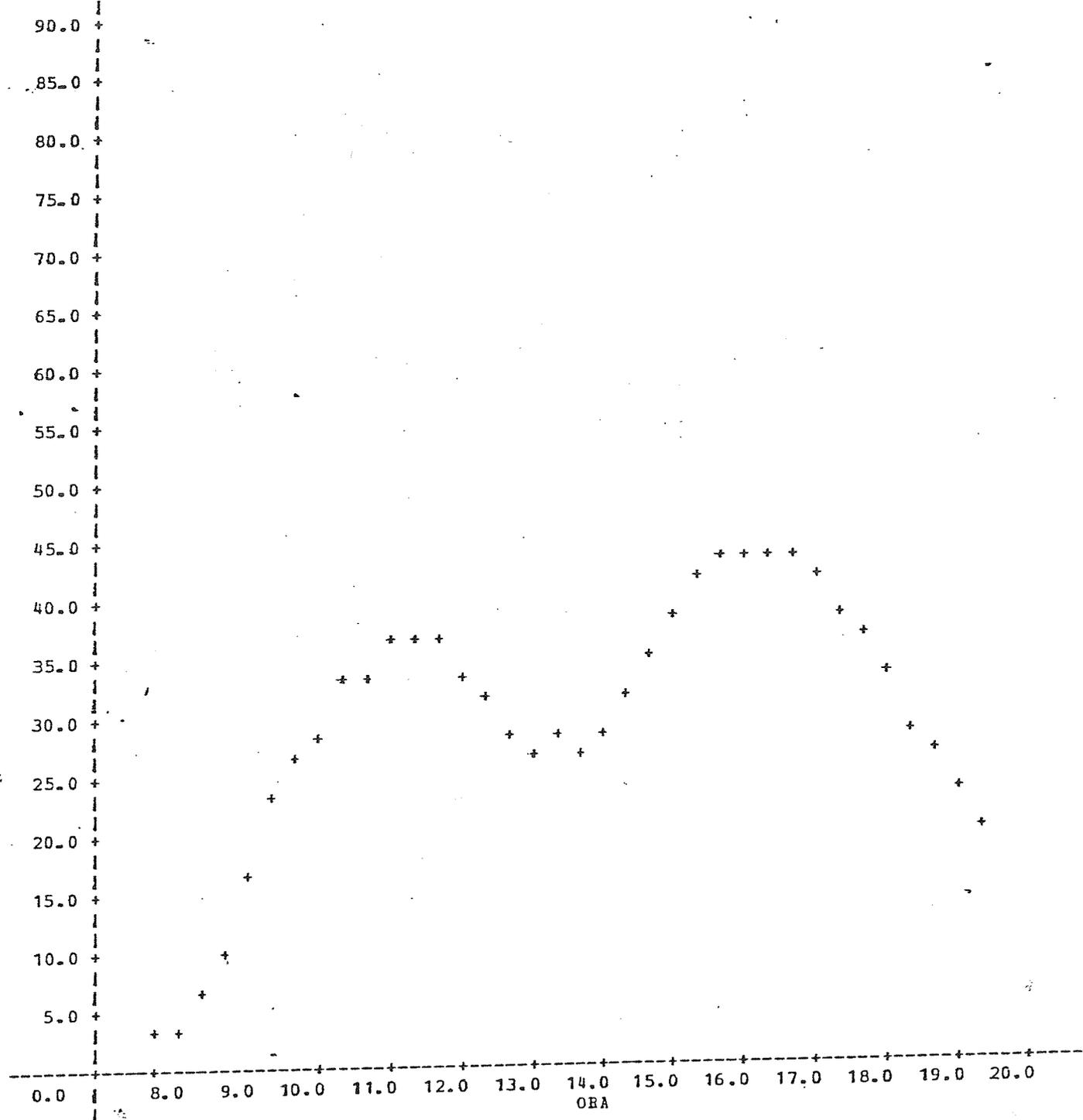


Figura 4 Utilizzo di memoria del VM orario 8-20  
dati mediati anno 1982

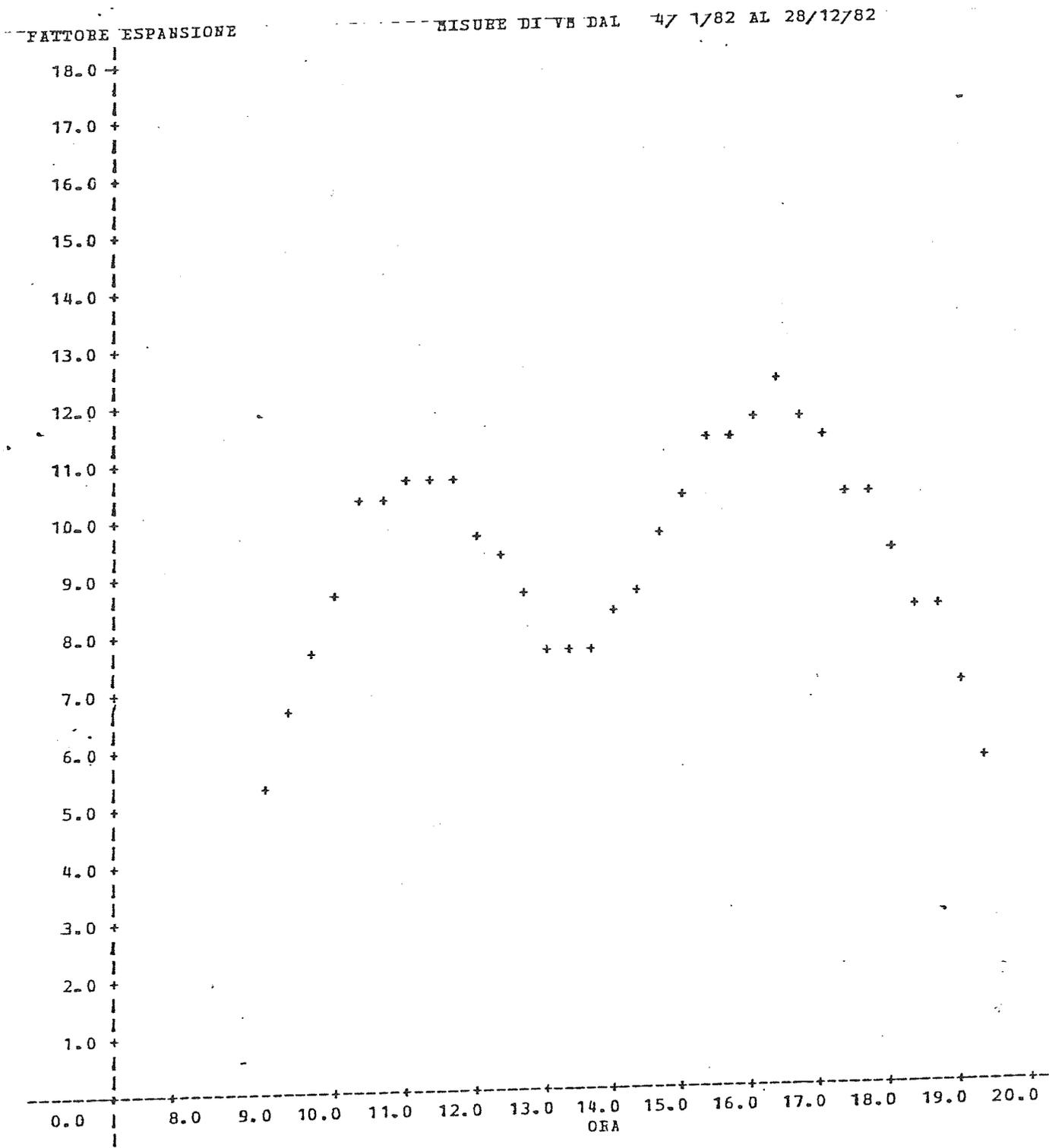


Figura 5 Fattore di espansione VM orario 8-20  
dati mediati anno 1982

### 3. Esame del sistema batch

#### 3.1 Caratterizzazione macroscopica dell'Utenza batch

I jobs che vengono sottoposti al sistema batch vengono schedulati in base alle richieste di risorse secondo le seguenti classi:

Memoria	Altre Unita'	Plotter	Nastri	CPU richiesta	Classe	Hold
Fino a 2M	NO	NO	NO	Fino a 3'	A	NO
				Fino a 10'	B	NO
				Fino a 20'	C	NO
				Oltre 20'	C	SI
			1 o 2 Nastri	Fino a 10'	D	NO
				Oltre 10'	E	NO
				Nastri Veloci	F	NO
				Oltre 10'	F	SI
		SI	--	---	K	NO
	SI	--	--	Fino a 10'	G	SI
				Oltre 10'	H	SI
Fino a 4M	--	--	--	---	J	NO
Oltre 4M	--	--	--	---	J	SI

Esistono inoltre la classe W riservata al passaggio dei jobs di sistema e la classe T definita nel 1980 per favorire l'uso del batch nelle ore notturne.

Poiche' i criteri di schedulazione sono rimasti costanti negli ultimi quattro anni, e' possibile comparare i trend 1979-1982 riportati nelle Figure 6, 7 e 8. Dall'esame della Figura 6 si nota che la distribuzione dei jobs all'interno delle classi di schedulazione e' rimasta sostanzialmente costante nei quattro anni con una chiara indicazione che l'Utenza non e' cambiata qualitativamente. Le Figure 7 e 8 danno indicazioni circa l'evoluzione dei tempi di CPU e della memoria usati dai jobs durante gli anni di osservazione, relativamente alle classi di schedulazione. Al fine di permettere una corretta lettura del grafico relativo al consumo di CPU, occorre precisare che i valori

riportati sono relativi a due unita' centrali diverse. Infatti nell'Agosto '81 e' cambiato l'elaboratore adibito al servizio batch (dall'IBM 370/158 si e' passati all'IBM 370/168) e quindi i valori relativi al terzo quadrimestre 1981 ed a tutto il 1982 sono da intendersi scalati diversamente rispetto agli altri, essendo il rapporto di potenza tra i due elaboratori di circa 3.

I grafici di utilizzo del sistema batch riportati di seguito, sono stati ottenuti dai records di addebito SMF del 1982 depurati dei periodi non significativi (mese di Agosto, giorni in cui il servizio non e' stato erogato, ecc.); di alcuni parametri significativi sono stati realizzati grafici con medie annuali relativamente alle varie ore del giorno.

### 3.2 Utilizzo della CPU

Il grafico di Figura 9 mostra l'andamento della percentuale di utilizzo della CPU in stato di problema in funzione dell'ora del giorno.

L'esame di tale grafico evidenzia un maggiore utilizzo dopo le ore 20.00, (percentuale di CPU superiore al 50%) dovuto al fatto che, dopo tale ora, vengono fatti partire i jobs notturni di classe T. Durante il periodo diurno significativo (tra le 10.00 e le 20.00) l'utilizzo della CPU varia da un minimo del 34.5% ad un massimo del 41.3% con una media del 37.8%; in base a questi valori possiamo pertanto considerare pressocche' costante l'utilizzo della CPU in stato di problema. Il grafico di Figura 10 mostra l'utilizzo della CPU totale (tempo di supervisore compreso) ed il confronto tra i due grafici evidenzia una percentuale del tempo di supervisore di circa il 10%.

### 3.3 Utilizzo della memoria virtuale

L'andamento dell'utilizzo della memoria virtuale rappresentato in Figura 11 mostra come esso risulti simile a quello relativo all'utilizzo della CPU, ad indicare che, verosimilmente, gli utilizzi di queste due risorse, sono strettamente correlati.

Dal grafico si osserva che, durante il periodo diurno significativo (tra le 10.00 e le 20.00) l'utilizzo medio della memoria virtuale e' di circa 1.7 Mbytes raggiungendo

punte, per i Jobs di classe J (vedi Figura 8), sui 3 Mbytes.

Tenuto conto che, dai dati di paginazione, si è osservato un "paging rate" medio sotto le 5 pagine/sec, e che il limite da non superare per l'MVS è dell'ordine delle 25 pag/sec, si può affermare che la memoria non è un collo di bottiglia per il sistema.

Occorre precisare che la risorsa memoria è tenuta sotto controllo mediante una politica per la quale l'utente che necessita di taglie di memoria superiori a 2 Mbytes, deve chiederne ed ottenerne il permesso dai gestori del sistema; questa politica ha di fatto scoraggiato, sino ad oggi, l'utilizzo di grosse taglie di memoria.

#### 3.4 Andamento del livello di multiprogrammazione

Il grafico rappresentato in Figura 12 mostra che il numero medio di Jobs concorrentemente attivi, durante il periodo diurno significativo è 4.4, con un minimo di 2.9 ed un massimo di 5.3 su una potenzialità massima impostata a 9 (numero di initiators definiti nel sistema).

È importante notare che i valori più alti si verificano nelle ore diurne in corrispondenza di utilizzi di risorse (CPU, memoria) inferiori ai valori massimi, indicazione della presenza di molti jobs di piccole dimensioni.

#### 3.5 Utilizzo dei canali

Poiché dai dati SMF non è possibile risalire direttamente all'utilizzo dei canali, si è fatto uso del numero di EXCP eseguite sui dischi. In Figura 13 è riportato il grafico dell'andamento del numero di EXCP per secondo di problema (EXCP/sec PP). Nell'arco orario 10-24 si osserva un andamento pressoché costante con un valore medio di poco inferiore a 20 EXCP/sec PP.

Considerando che l'utilizzo medio della CPU di problema è dell'ordine del 50%, che i dischi sono distribuiti su due canali e che il tempo medio di accesso per i dischi IBM 3350 è di 25ms, si deduce che l'utilizzo medio del canale non supera il 15%. Poiché il limite da non superare è dell'ordine del 30% si può affermare che la risorsa canali non è da ritenersi critica.

TREND DI EVOLUZIONE DELLE CLASSI DI SCHEDULAZIONE  
 DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEI JOBS PER CLASSE  
 (DATI SMF DEL 1979-1982)

BAR CHART OF PERC

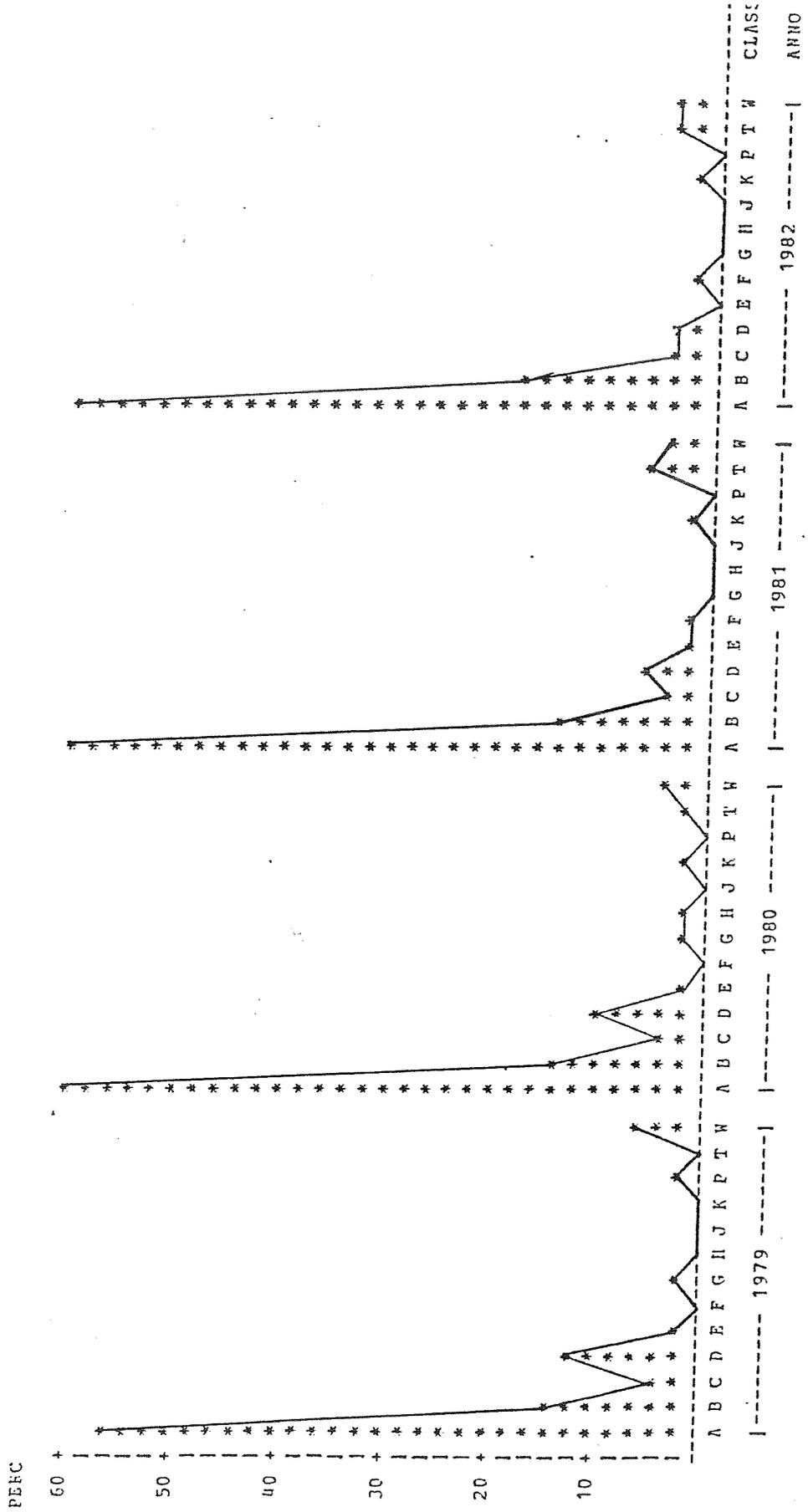
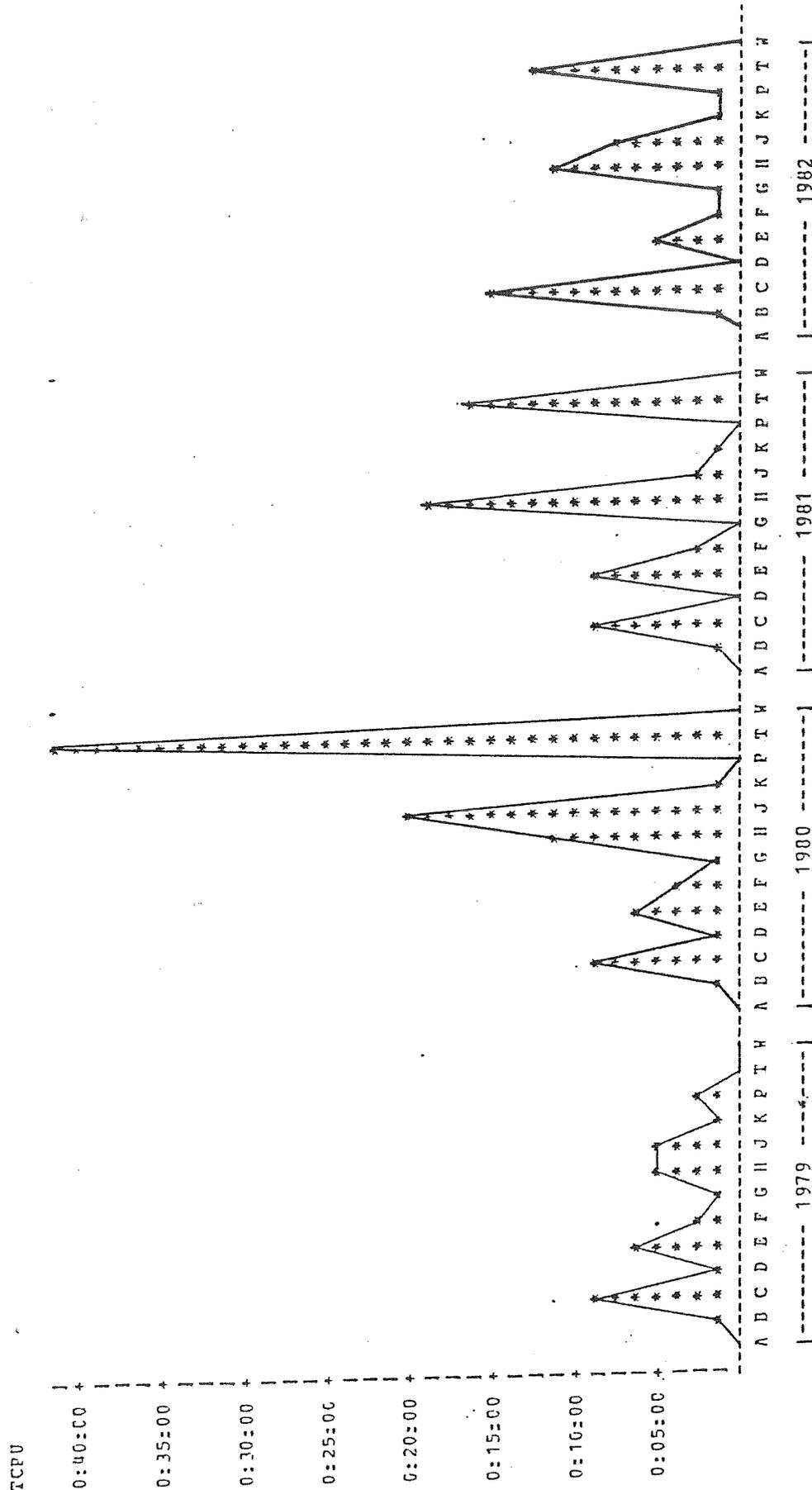


Figura 6

TREND DI EVOLUZIONE DELLE CLASSI DI SCHEDULAZIONE  
 DISTRIBUZIONE DELLA CPU USATA PER CLASSE (HH:MM:SS)  
 (DATI SMF DEL 1979-1982)

BAR CHART OF TCPU



TREND DI EVOLUZIONE DELLE CLASSI DI SCHEDULAZIONE  
 DISTRIBUZIONE DELLA MEMORIA VIRTUALE PER CLASSE (KBYTES)  
 (DATI SMP DEL 1979-1982)

BAR CHART OF MEM

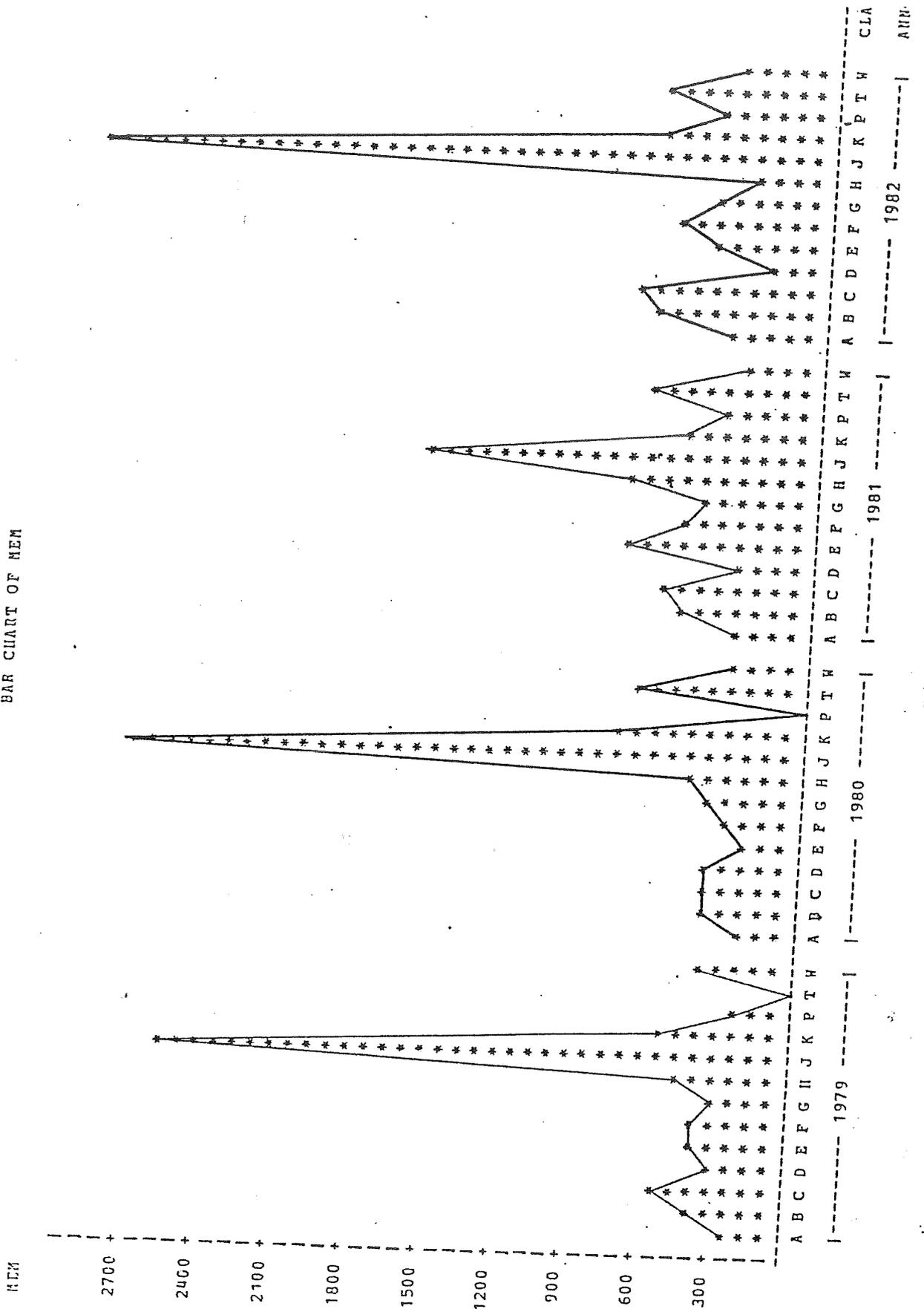


Figura 8

PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA CPU IN STATO DI PROBLEMA  
 (DALLA MEDIA DEI DATI SRF DEL 1982)

BAR CHART OF CPUMED

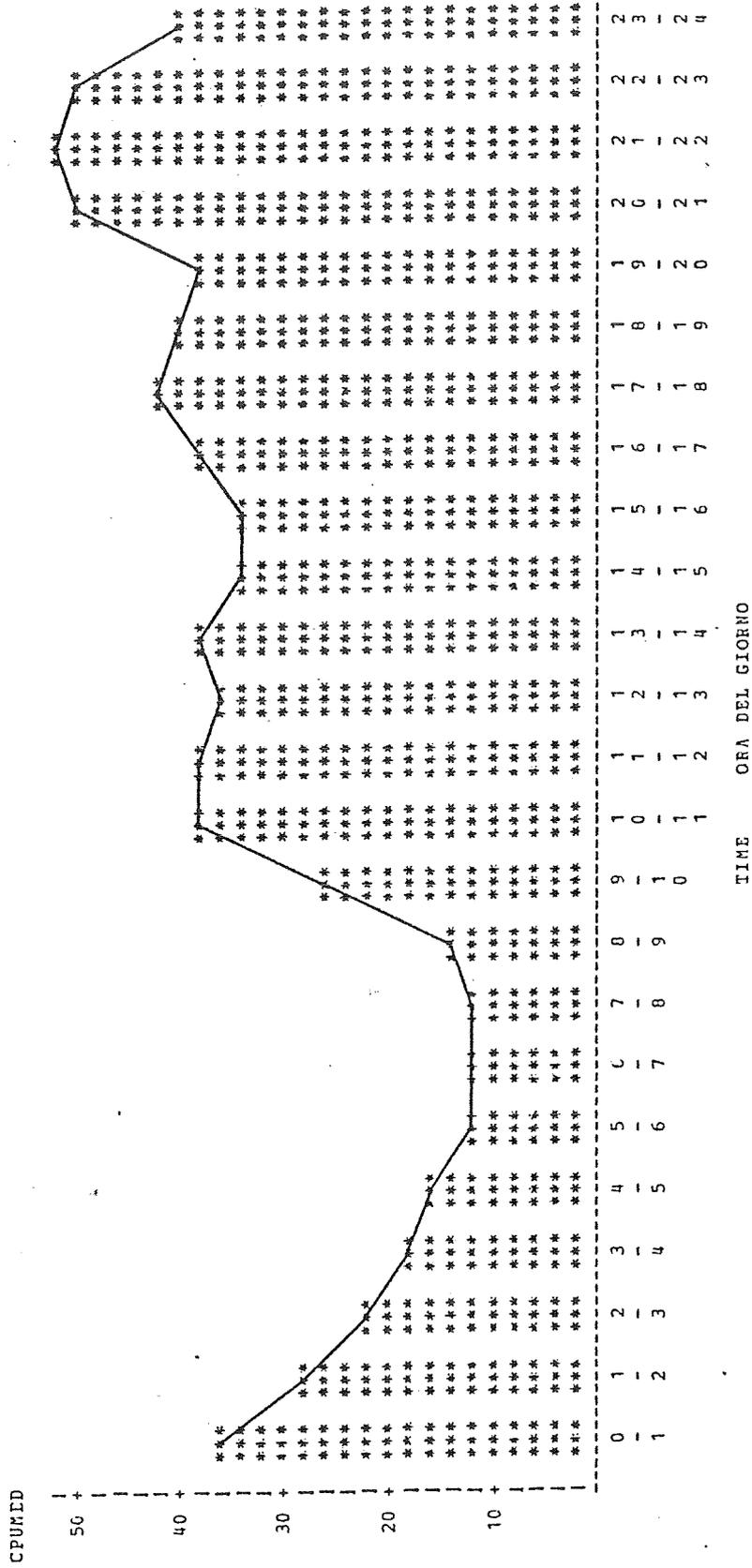


Figura 9

PERCENTUALE DI UTILIZZO DELLA CPU TOTALE (PROBLEM+SUPEPV.)  
 (DALLA MEDIA DEI DATI SMF DEL 1982)

BAR CHART OF CPUMED

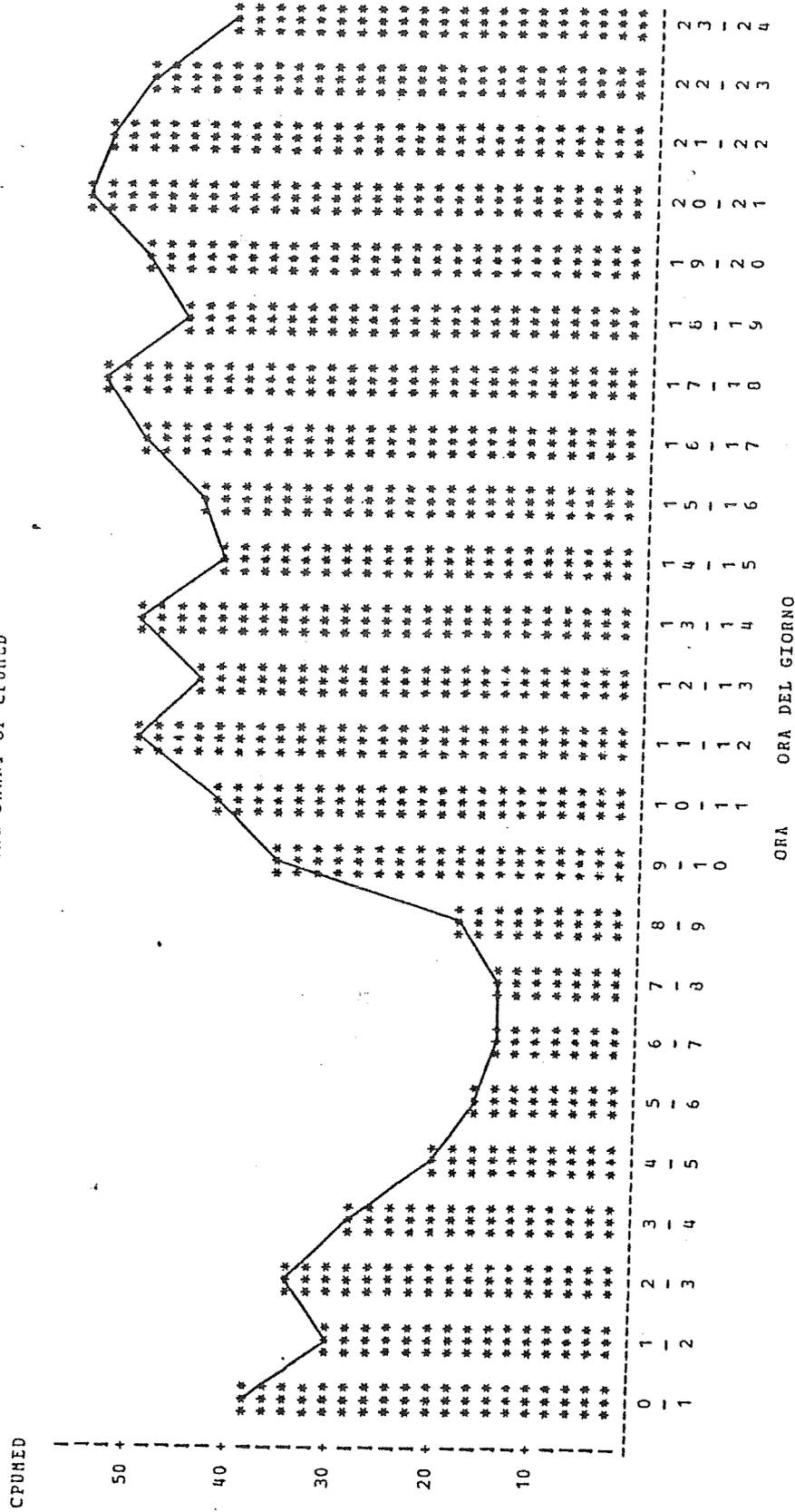
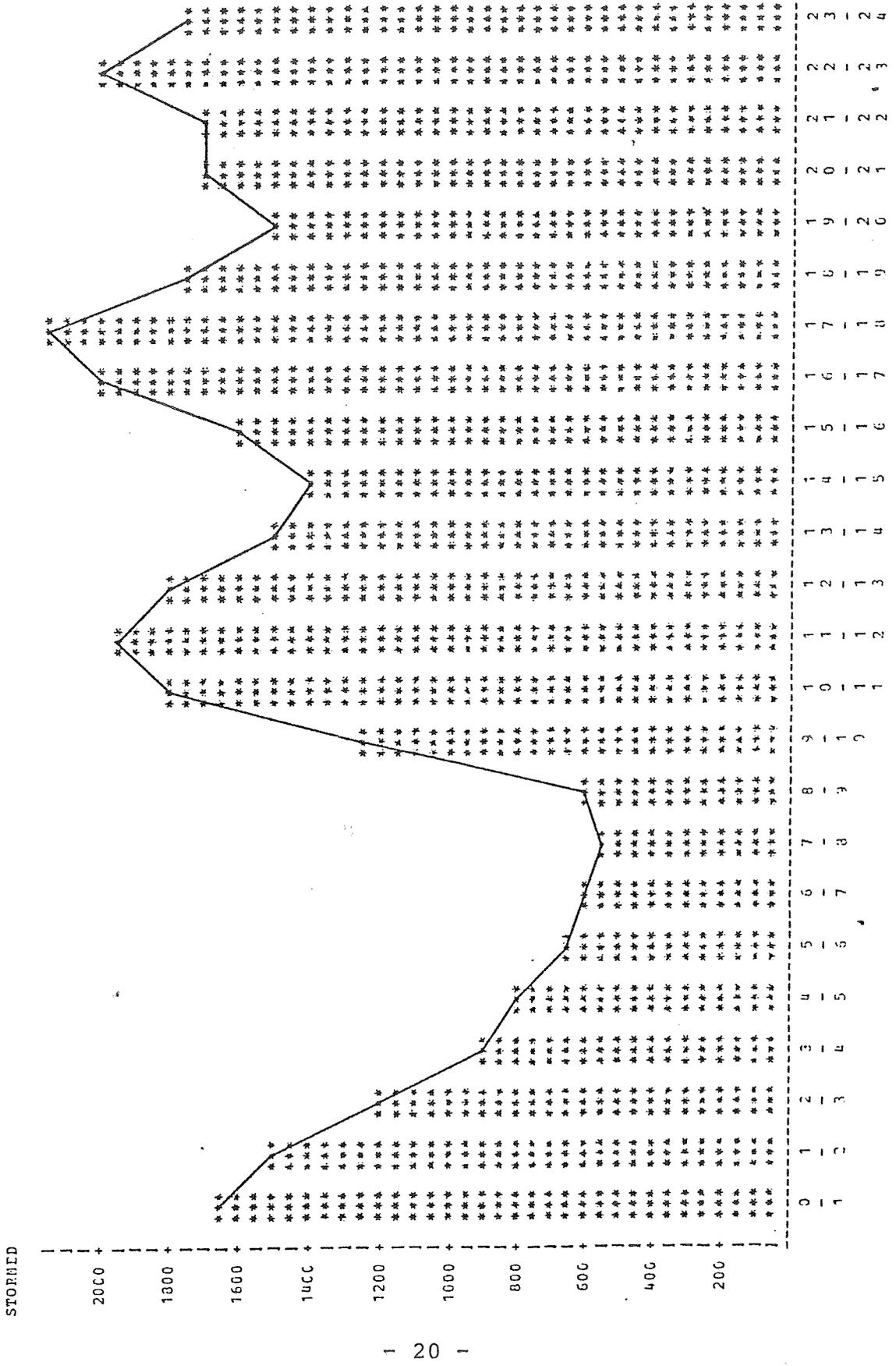


Figura 10

ANDAMENTO UTILIZZO MEMORIA VIRTUALE (DATI MVS :1982)

BAR. CHART OF STORED



TIME ORA DEL GIORNO

Figura 11

LIVELLO DI MULTIPROGRAMMAZIONE (JOBS SIMULTANEAMENTE ATTIVI)  
 (DALLA MEDIA DEI DATI SMP DEL 1962)

BAR CHART OF MPFMD

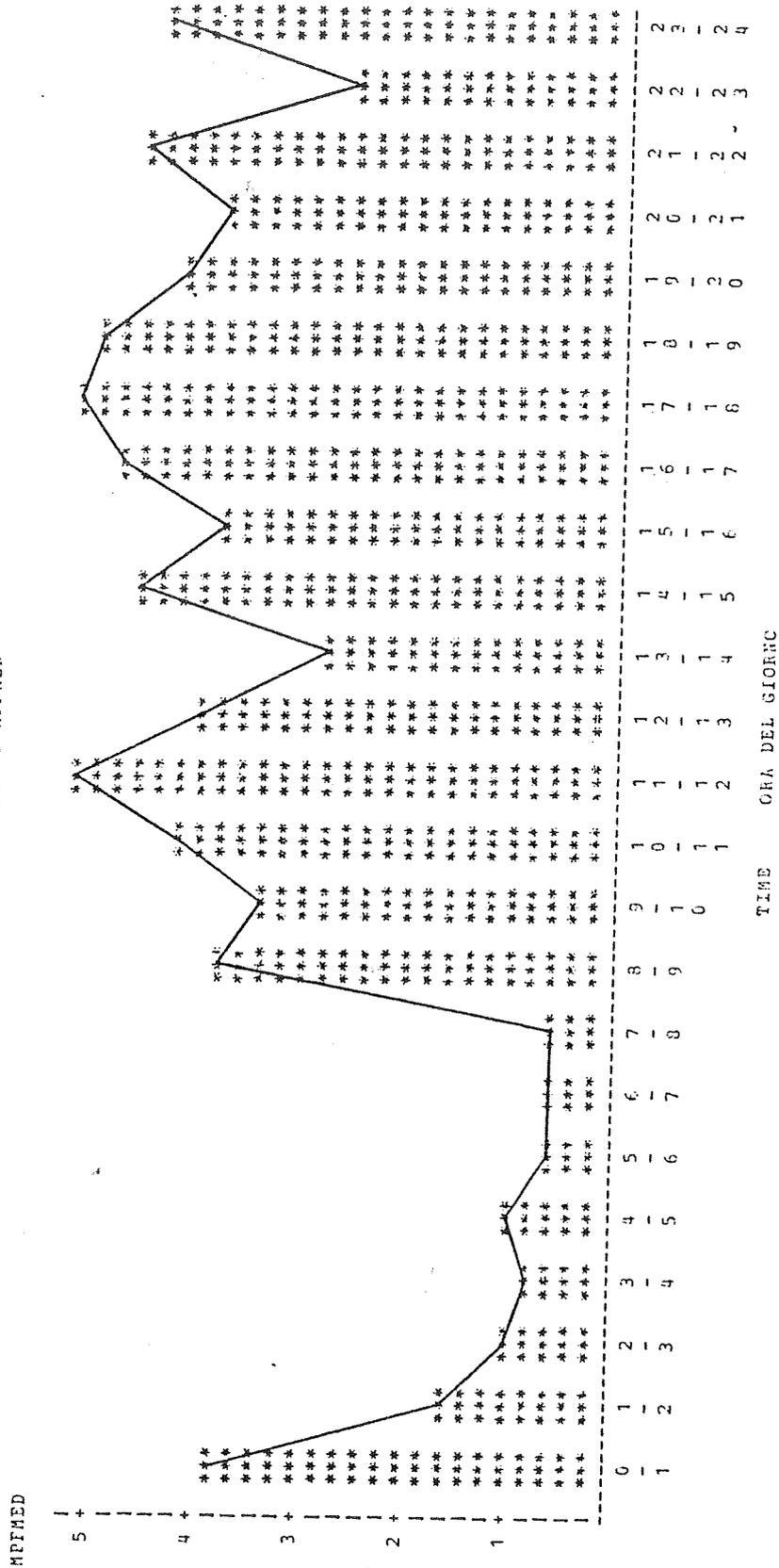
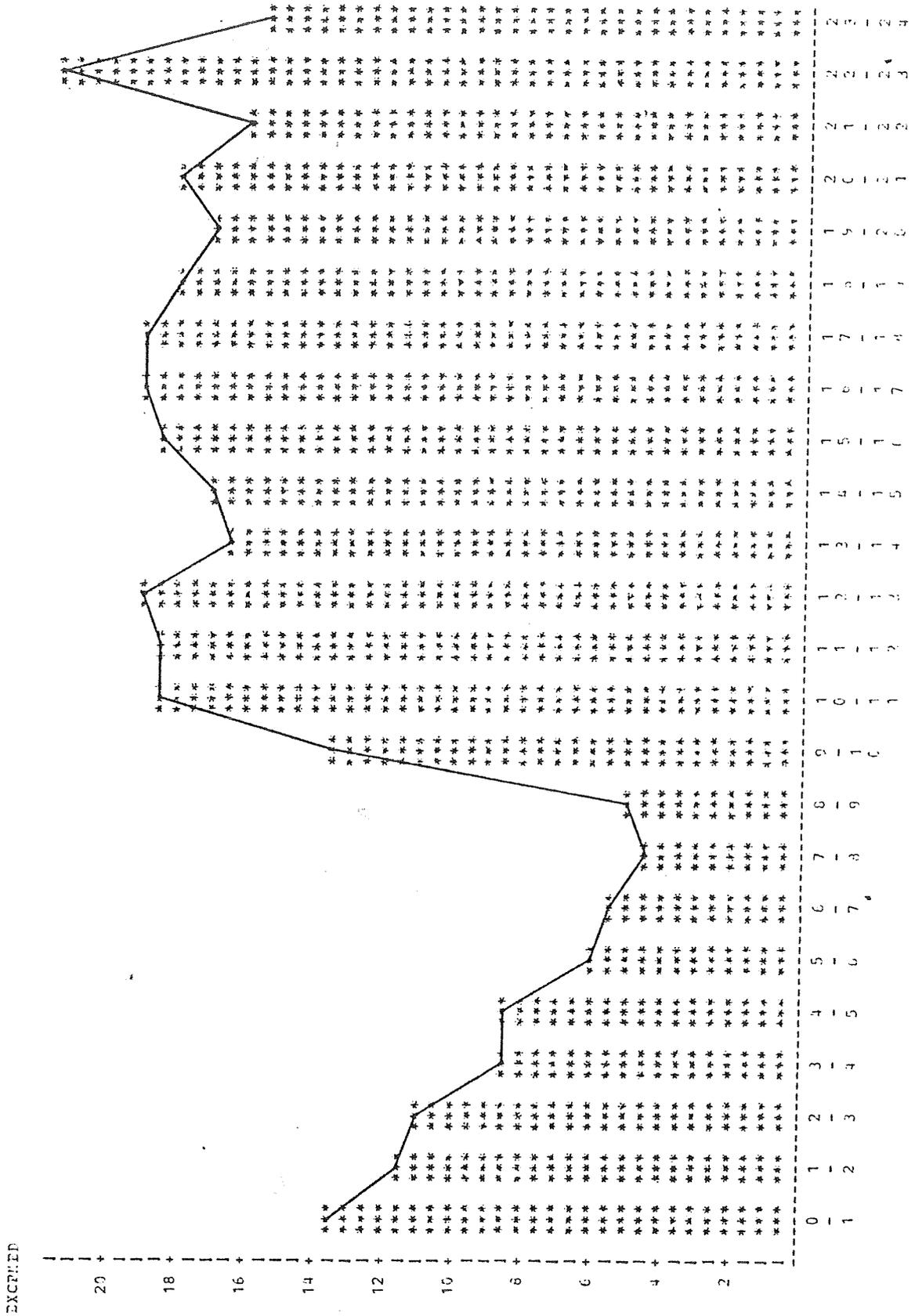


Figura 12

NUMERO DI EXCP/SEC DI CPU PROBLEMA (ESEGUIVE SUI DISCHI)  
 (DALLA MEDIA DEI DATI SUI DISCHI 1992)

BAR CHART OF EXCP/SEC



TIME ORA DEL GIORNO

Figura 13

#### 4. Dimensionamento del sistema sulla base dei dati di utilizzo

Il sistema proposto e' stato dimensionato nelle sue componenti CPU, memoria e numero di canali in base:

- ai trend di crescita del carico estrapolati dall'utilizzo di CPU fatturata agli utenti negli ultimi anni per interattivo e batch. I grafici di Figure 14 e 15 riportano infatti i valori di queste risorse per i due sistemi, nonche' la previsione di utilizzo a fine 1988 ottenuta con metodi di regressione lineare.

Dalle figure citate si osserva che, tra 5 anni, la prevedibile richiesta di CPU ammonta a 2.26 e 1.90 volte la quantita' effettivamente erogata a fine 82 rispettivamente per i servizi interattivi e batch.

Nella discussione che segue i valori precedenti (2.26 per l'interattivo e 1.90 per il batch) vengono considerati quali indici di crescita del carico e su di essi si basa la previsione di massima.

- ai livelli di utilizzo delle risorse misurati sui due sistemi attuali quali risultano dai paragrafi 2 e 3.

Prima di descrivere il processo che ci ha consentito di dimensionare CPU, memoria e canali e' bene ricordare che la previsione effettuata mira ad ottenere un sistema "ben equilibrato" cioe' con livelli di utilizzo delle risorse elevati ma non tali da penalizzare le prestazioni: in particolare si e' supposto di mirare ad un sistema con CPU utilizzata a non piu' dell'80% della sua capacita' nominale, memoria a non piu' del 50%, attivita' di canale comunque inferiore al 50%. Il dimensionamento delle varie risorse e' stato studiato nel periodo orario in cui e' piu' pesante l'utilizzo della risorsa piu' critica (la CPU). Osservando gli andamenti dell'utilizzo della CPU nell'arco della giornata per i due sistemi si nota che la massima richiesta di potenza (interattivo + batch) si verifica in corrispondenza del picco pomeridiano dell'interattivo (arco orario 15-18).

##### 4.1 Dimensionamento della CPU

Nel periodo di massima richiesta il livello di utilizzo

medio della CPU e' di circa 80% per l'interattivo e 50% per il batch. Valutate in 4.6 e 2.4 MIPS le potenze delle due unita' centrali, risulta che a fine '82 nell'arco orario 15-18 erano richieste potenze di 3.7 e 1.2 MIPS rispettivamente per interattivo e batch. Moltiplicando questi dati per gli indici di crescita del carico otteniamo, per fine 88 una previsione globale di 10.60 MIPS utilizzati completamente. A questo punto e' necessario considerare che la convivenza di due sistemi operativi diversi (VM e MVS) sulla stessa macchina impone un sovraccarico valutabile in media in circa il 10% della potenza della macchina. Aggiungendo questa percentuale al valore calcolato e considerando che il nuovo sistema e' bene che non impegni l'unita' centrale a piu' dell'80% della sua potenzialita', otteniamo una previsione di 14.6 MIPS.

#### 4.2 Dimensionamento della memoria centrale

Per dimensionare questa risorsa si fa ancora riferimento agli indici di crescita del carico gia' usati pur essendo questi relativi solo alla potenza di CPU e considerata la sostanziale stabilita' del carico, in prima approssimazione si puo' ritenerli validi anche per la previsione della risorsa memoria. Partendo dai livelli medi di utilizzo attuale (30% per l'interattivo e 40% per il batch) e applicando gli indici di crescita gia' discussi, si ottiene una previsione dell'ordine dei 16 MBytes.

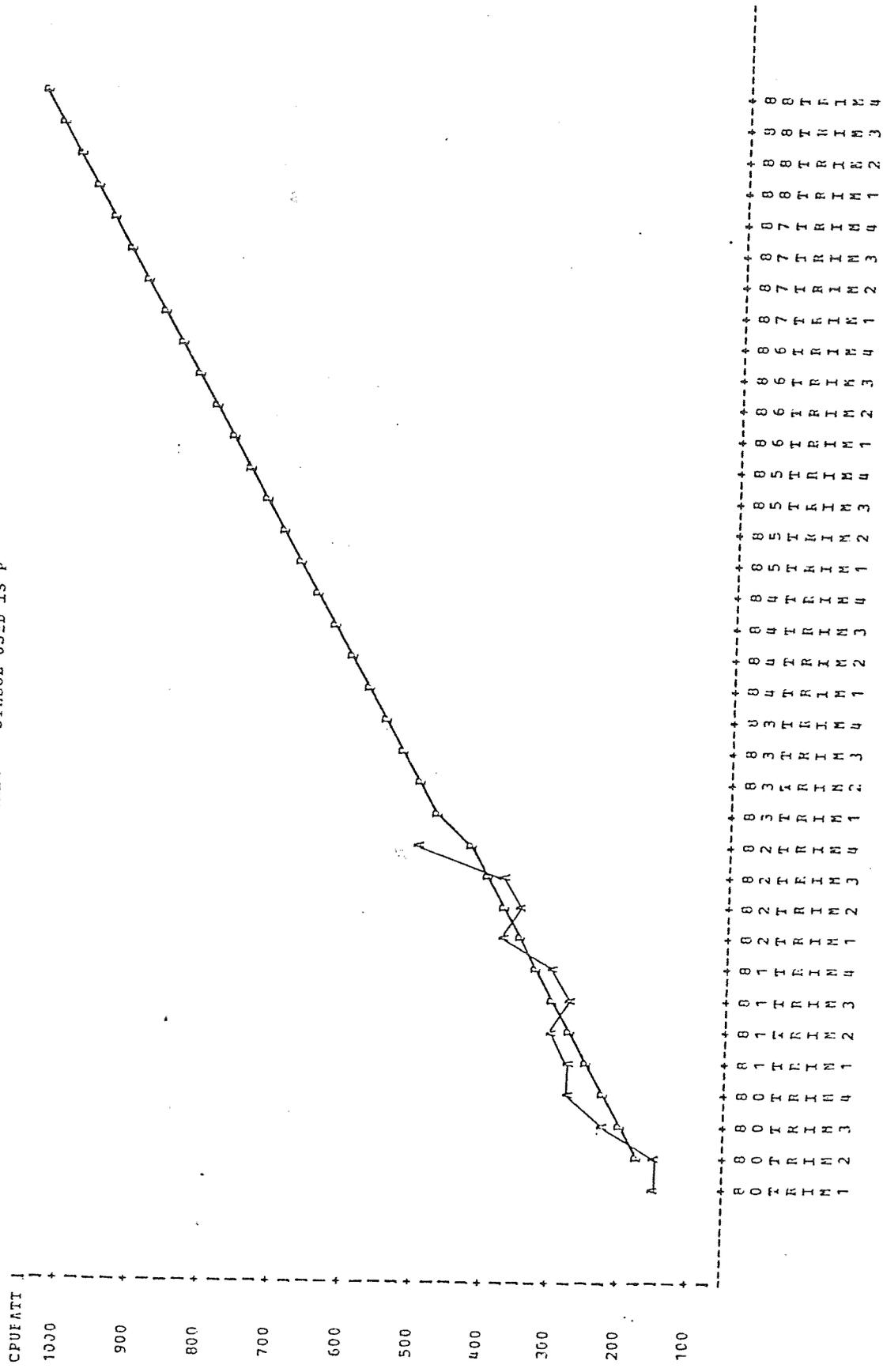
#### 4.3 Dimensionamento del numero di canali

In questo caso l'utilizzo degli indici di crescita per effettuare la previsione e' meno giustificato perche' le nuove macchine dispongono di canali piu' veloci e di architetture che ne ottimizzano l'uso. Infatti gli indici di crescita applicati al numero di canali porterebbero a valori di 17-19 canali tenendo anche presente che attualmente due canali realizzano il collegamento tra le due macchine e nella soluzione proposta non sono piu' necessari. Le migliori prestazioni ottenibili in questo settore con la macchina proposta ci inducono ragionevolmente a ritenere che 16 canali siano sufficienti a garantire il buon funzionamento del sistema I/C.



ANDAMENTO DELLE ORE DI CPU MVS FATTURATE (ADDEBITO 1980-82)  
 ANDAMENTO DELLA CURVA DI REGRESSIONE (ANNI 1980-1988)  
 LEGGENDA: P=PUNTI DI REGRESSIONE  
 A=PUNTI REALI

FLOT OF CPUFATT\*TRIM LEGEND: A = 1 OBS, B = 2 OBS, ETC.  
 PLOT OF PREDICT\*TRIM SYMBOL USED IS P



NOTE: 24 OBS HAD MISSING VALUES 1 OBS HIDDEN TRIM  
 Figura 15

5. Quantificazioni sulle previste evoluzioni del carico futuro.

Nel paragrafo precedente i dati storici di alcuni indicatori caratterizzanti per il carico sono stati utilizzati per effettuare una estrapolazione per il prossimo quinquennio della capacita' necessaria per il servizio general purpose del CNUCE.

Di seguito vengono invece fatte delle valutazioni qualitative e quantitative sui fattori che nel prossimo quinquennio potranno influenzare lo sviluppo naturale del carico. L'intervallo di previsione e' relativamente lungo nella vita di un centro di calcolo e pertanto alcuni fattori presi in considerazione potrebbero anche mutare sostanzialmente il loro effetto nel tempo; la previsione fornita si basa comunque su una lunga esperienza di erogazione di servizio.

Vengono fatte previsioni distinte per quanto riguarda la evoluzione del servizio batch e conversazionale in quanto il peso relativo dei due servizi tendera' presumibilmente a mutare. I dati quantitativi riportati sono percentuali rispetto alla potenza attualmente disponibile per ciascuno dei due servizi citati (2.4 MIPS per il batch MVS e 4.6 MIPS per il conversazionale VM/CMS) e vanno intesi come indicazione dei valori relativi dei due sistemi.

Le previsioni di incremento del carico che vengono di seguito riportate non vanno a sommarsi a quelle del trend di crescita calcolato come estrapolazione dei dati storici ma esprimono un approccio integrativo e ragionato al medesimo.

Nel paragrafo successivo le risultanze dei due metodi vengono poste a confronto per trarre delle conclusioni.

I fattori presi in considerazione per la loro prevista influenza sul carico nel prossimo quinquennio sono i seguenti:

1. decentramento del calcolo e utilizzo delle reti
2. incentivazione del servizio batch
3. mutamento delle abitudini dell'utenza
4. situazione finanziaria generale e tariffe del servizio calcolo
5. sviluppo delle attivita' del CNR
6. installazione di un supercalcolatore

### 5.1 Decentramento del calcolo ed utilizzo delle reti

Il processo di decentramento dei sistemi di calcolo del CNR, già impostato nel '79, fa notare i suoi effetti nei dati del servizio del CNUCE relativi agli anni '82 e '83; infatti nel 1982 sono state effettuate le disinstallazioni di molti dei concentratori di linee che il CNUCE aveva dislocati nei poli di utenza remota.

Alcuni dei suddetti concentratori sono stati rilevati dagli utenti; altri sono stati ridotti come dimensione ed altri sono stati soppressi. Nelle città sedi di nodi RPCNET l'accesso al CNUCE è stato garantito dalla rete se pure con una efficienza minore specie nella fase iniziale.

Il decentramento ha quindi portato una diminuzione della utenza remota che è stata parzialmente compensata dall'aumento di utenza via rete. L'effetto globale negli ultimi due anni è stato di una perdita di utenza contenuto nel 5%.

Per il futuro si presume che il decentramento non porterà più diminuzioni di utenza mentre l'uso della rete porterà un incremento sensibile soprattutto per il servizio batch.

Fatta uguale a 100 la potenza di ciascuno dei sistemi attuali, si può ragionevolmente prevedere che il maggior carico dovuto all'incrementato uso della rete sarà nel prossimo quinquennio:

conversazionale	costante
batch	+ 30

L'incremento previsto del carico, favorito anche da una crescente efficienza dei collegamenti via rete, sarà dovuto principalmente all'utilizzo del servizio batch del CNUCE da parte di una utenza della rete CNR globalmente aumentata, ed anche in misura rilevante, all'accesso ai software specialistici ed alle banche di dati che il CNUCE mette a disposizione.

### 5.2 Incentivazione del servizio batch

Anni addietro il CNUCE aveva spinto l'utilizzo del conversazionale (VM/CMS) relegando il batch vero e proprio (sistemi OS) su macchine di minore potenza.

Recentemente sono state portate avanti alcune azioni che hanno incentivato l'utilizzo del batch anche dal punto di vista tariffario; comunque la strozzatura di potenza tuttora costituisce un freno per questo tipo di servizio.

Anche per questo motivo si e' scelto per il futuro un elaboratore biprocessore che permetta di allocare al batch le risorse quando il carico conversazionale viene a diminuire ed ottenere cosi' una potenza globale disponibile per il batch adeguata alle necessita' dei grossi programmi applicativi.

Il prevedibile incremento del carico dovuto al miglioramento del servizio batch e' pertanto:

conversazionale	costante
batch	+50

### 5.3 Mutamento delle abitudini dell'utenza

E' prevedibile che le abitudini dell'utenza muteranno nel prossimo quinquennio a causa della evoluzione del mercato EDP.

Sempre piu' va diffondendosi il "personal" come strumento di lavoro al posto del tradizionale terminale.

Inoltre il calo di prezzo dei "medi" fa si' che alcuni dei tradizionali grossi utenti si attrezzino in casa con elaboratori della classe IBM 434X, DEC Vax o altri. Nella maggior parte dei casi gli utenti che si dotano di capacita' elaborativa in casa rimangono collegati con il CNUCE ed in questo caso mantengono ed incrementano la loro utenza batch mentre diminuiscono quella conversazionale.

Nella prospettiva questa linea di tendenza, che ha iniziato recentemente a manifestare i propri effetti, produrra' indubbiamente un effetto consistente previsto in

conversazionale	-10
batch	+30

### 5.4 Situazione finanziaria generale e tariffe del servizio calcolo

Poiche' la stragrande maggioranza della utenza del CNUCE e'

CNR od universitaria o composta da terzi per attivita' dei progetti finalizzati del CNR, avra' indubbiamente un notevole peso nell'evoluzione dell'utenza la disponibilita' di fondi degli enti di ricerca pubblici.

In caso di ulteriore recessione economica una possibile riduzione dei fondi per la ricerca potrebbe forzatamente far ridurre la utenza nonostante la crescente informatizzazione di tutte le discipline scientifiche. Per il prossimo quinquennio e' ragionevole sperare che possa esservi una leggera ripresa nel qual caso non dovrebbero manifestarsi sensibili variazioni nella domanda di servizi di calcolo.

Al discorso finanziario e' strettamente legato quello delle tariffe per i servizi di calcolo. Se le tariffe per la ricerca rimarranno su livelli analoghi a quelli attuali (da 1/4 ad 1/6 dei costi reali per la gestione dei centri servizi) e se la politica tariffaria del CNR andra' di pari passo con quella delle altre istituzioni di ricerca pubbliche, non dovrebbero prevedersi per questo fattore variazioni di utenza.

#### 5.5 Sviluppo delle attivita' del CNR

Lo sviluppo delle attivita' degli Istituti e Centri del CNR ed in particolare i progetti finalizzati comporteranno presumibilmente un sensibile incremento di necessita' di calcolo.

L'incremento delle necessita' di calcolo e' legato sia ad una maggior richiesta di risorse da parte degli utenti tradizionali (fisici, chimici, ingegneri, ecc.) sia all'accesso alla informatica di utenti di molte altre discipline scientifiche e umanistiche. I progetti finalizzati poi, comportando un notevole aumento dei partecipanti alle ricerche, allargano la utenza potenziale, soprattutto dei software specialistici. Complessivamente e' prevedibile quindi una crescente necessita' di software specialistico ed un decollo deciso della attivita' di implementazione e consultazione di banche di dati; tutto questo accompagnato da una crescente domanda di calcolo general purpose. Senza fare previsioni eccessivamente ottimistiche si ritiene che il carico del CNUCE crescera' a causa dello sviluppo delle attivita' del CNR del:

Conversazionale	+20
batch	+40

## 5.6 Installazione di un supercalcolatore

La prevista installazione di un supercalcolatore a fianco dell'elaboratore per il servizio "general purpose" richiede un incremento di potenza sia per le funzioni di front-end ed che per l'incremento complessivo della utenza.

### Funzione di front-end

La potenza di calcolo da riservare per questa funzione e' fortemente dipendente dal tipo di utilizzo del supercalcolatore, in particolare dal movimento di dati da e verso il supercalcolatore. Non occorre grande potenza per un utilizzo tipo remote job entry nel caso che l'utente svolga in casa propria tutte le elaborazioni di pre e post processing; occorre maggiore potenza nel caso che il front-end lavori per l'utente ed interagisca frequentemente con il supercalcolatore. E' possibile prevedere che l'utilizzo del vettoriale sara' in un primo tempo del tipo remote job entry mentre diventera' progressivamente del secondo tipo. Da una esame delle installazioni di supercalcolatori esistenti, e' ragionevole supporre che occorra una potenza per la funzione di front-end pari a

batch +50

### Incremento del carico

L'uso del supercalcolatore comportera' indubbiamente una diminuzione del carico batch che migrera' in parte dal general purpose al vettoriale. D'altro canto l'incremento di utenza complessivo conseguente alla attivazione del servizio vettoriale comportera' anche un incremento del carico general purpose. In conclusione si puo' prevedere una leggera flessione del batch ed un sensibile aumento del conversazionale.

conversazionale +30  
batch -10

## 5.7 Previsione complessiva

Dall'esame dei fattori sopra descritti deriva una previsione di crescita complessiva pari al 40% per la potenza da riservare al conversazionale ed al 190% per la potenza da riservare al servizio batch.

Facendo un semplice calcolo sui valori in MIPS stimati per la situazione attuale, il carico previsto per il prossimo quinquennio assorbirebbe circa 7 MIPS per il batch e 6.4 MIPS per il conversazionale per un totale di 13.4 MIPS complessivi.

A questo valore va aggiunto circa il 10% per tenere conto dell'overhead dei due sistemi operativi che, nella soluzione proposta; operano l'uno sotto il controllo dell'altro e considerato che i sistemi oggi installati non hanno praticamente margine di crescita il valore complessivo risulterebbe pertanto 14.7 MIPS. Il dimensionamento così raggiunto non ha riserva e inoltre non tiene pienamente conto della necessita' di operare con utilizzo di CPU non superiore all'80% al fine di assicurare prestazioni accettabili.

La riserva di potenza dovrebbe essere inclusa per coprire da una parte incrementi di utenza non previsti e dall'altra l'aumento della complessita' dei sistemi operativi che per raggiungere maggiore affidabilita' e sicurezza, tendono ad assorbire risorse di macchine sempre crescenti.

Si ritiene che, avendo fatto una previsione così a lungo termine, la riserva di potenza sia da considerarsi successivamente nei termini di "upgrade in field" da effettuarsi ove necessario e comunque, se le previsioni di sviluppo saranno rispettate, il problema si porra' solo verso la fine del periodo considerato.

## 6. Conclusioni

Come illustrato nel paragrafo 4 una estrapolazione dei dati storici relativi all'utilizzo della CPU prevede alla fine del quinquennio (1984-1988) dei fattori moltiplicativi del carico attuale pari a 1.90 per il servizio batch e 2.26 per il servizio conversazionale. In base a questi fattori di crescita il dimensionamento dei due sistemi prevede 8.3 MIPS per il conversazionale e 2.2 MIPS per il batch. Aggiungendo un overhead del 10% per la convivenza dei due sistemi sulla stessa macchina e nell'ipotesi questa non sia utilizzata in percentuali superiori all'80% per garantire performances accettabili, ne deriva una potenza di CPU pari a 14.6 MIPS. Analoghe analisi relative alla memoria centrale e ai canali indicano in 16 MBytes e 16 canali le dimensioni richieste per queste risorse.

Le considerazioni fatte nel paragrafo 5 conducono ad una previsione che si differenzia dalla precedente soltanto per la ripartizione dell'aumento di potenza richiesta tra i sistemi batch ed interattivo e piu' precisamente si ha un aumento del conversazionale pari a 1.4 rispetto alla potenza attualmente installata ed un aumento del batch di un fattore di 2.9 che portano rispettivamente a 6.5 e 7.0 MIPS. A questi valori va aggiunto l'overhead dei due sistemi operativi e pertanto il calcolo in MIPS da' come risultato 14.7.

Il fatto che l'evoluzione prevista per il carico si discosti dai trend storici dipende, come gia' accennato, da vari motivi che tenderanno a far aumentare la domanda di batch a ritmi piu' accelerati rispetto a quella del conversazionale.

Nonostante la difformita' dei trend storici dalle previsioni di evoluzione del carico e con l'avvertenza che i trend storici non considerano l'apporto del sistema vettoriale, mentre nelle considerazioni circa l'evoluzione del carico non si tiene conto della necessita' di una riserva di potenza del 20% per ragioni di performance, le potenze previste nei due casi sono molto simili e indicano in sostanza una necessita' di raddoppiare la potenza attuale.

## INDICE

1. Obiettivi dello studio e criteri generali. . . . .	1
2. Esame di utilizzo attuale del Sistema interattivo . . . . .	3
2.1 Utilizzo di CPU . . . . .	3
2.2 Utilizzo della memoria. . . . .	3
2.3 Attivita' di paginazione . . . . .	4
2.4 Frequenza di I/O. . . . .	4
2.5 Fattore di espansione . . . . .	5
3. Esame del sistema batch. . . . .	12
3.1 Caratterizzazione macroscopica dell'utenza batch . . . . .	12
3.2 Utilizzo della CPU . . . . .	13
3.3 Utilizzo della memoria virtuale. . . . .	13
3.4 Andamento del livello di multiprogrammazione . . . . .	14
3.5 Utilizzo dei canali. . . . .	14
4. Dimensionamento del sistema sulla base dei dati di utilizzo. . . . .	23
4.1 Dimensionamento della CPU. . . . .	23
4.2 Dimensionamento della memoria centrale . . . . .	24
4.3 Dimensionamento del numero di canali . . . . .	
5. Quantificazioni sulle previste evoluzioni del carico futuro. . . . .	27
5.1 Decentramento del calcolo ed utilizzo delle reti . . . . .	28
5.2 Incentivazione del servizio batch . . . . .	28
5.3 Mutamento delle abitudini dell'utenza. . . . .	29
5.4 Situazione finanziaria generale e tariffe del servizio calcolo. . . . .	29
5.5 Sviluppo delle attivita' del CNR . . . . .	30
5.6 Installazione di un supercalcolatore . . . . .	31
5.7 Previsione complessiva. . . . .	31
6. Conclusioni. . . . .	33