

Quesito 1 (punti 5). Cinque processi di tipo *batch*, identificati dalle lettere *A – E* rispettivamente, arrivano all’elaboratore agli istanti di tempo 0, 2, 4, 6, 9 rispettivamente. Tali processi hanno un tempo di esecuzione stimato di 3, 6, 5, 4, 2 unità di tempo rispettivamente.

Per ognuna delle seguenti politiche di ordinamento, trascurando i ritardi dovuti allo scambio di contesto, determinare: (i) il tempo medio di risposta; (ii) il tempo medio di *turnaround*; (iii) il tempo medio di attesa:

1. FCFS (un processo per volta, fino al completamento)
2. Round Robin (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto tempo di ampiezza 2)
3. Round Robin (a divisione di tempo, con prerilascio per priorità e con quanto di tempo di ampiezza 2)
4. SJF (senza considerazione di valori di priorità espliciti¹, e con prerilascio).

Ove la politica di ordinamento in esame consideri i valori di priorità, tali valori, mantenuti staticamente per l’intera durata dell’esecuzione, sono rispettivamente 3, 5, 2, 5, 3 (con 5 valore maggiore).

Nel caso di arrivi simultanei di processi allo stato di pronto, fatta salva l’eventuale considerazione del rispettivo valore di priorità, si dia la precedenza ai processi usciti dallo stato di esecuzione rispetto a quelli appena arrivati.

Quesito 2 (punti 8). Fissare non meno di 2 e non più di 3 criteri quantitativi di comparazione tra architetture di *file system* e utilizzarli per mettere a confronto l’architettura FAT con quella di UNIX basata su *i-node*.

Quesito 3 (punti 3).

[3.A]: Indicare quale tra le seguenti affermazioni sia da considerare corretta:

- 1: il *dispatcher* opera al servizio dello *scheduler*
- 2: lo *scheduler* opera al servizio del *dispatcher*
- 3: il *dispatcher* è una politica di ordinamento
- 4: l’utente applicativo è il solo responsabile dell’ordinamento dei suoi processi.

[3.B]: Con riferimento a uno *switch*, quale delle seguenti affermazione è errata:

- 1: estende il dominio di diffusione
- 2: riduce di dominio di collisione
- 3: richiede la ritrasmissione delle trame errate
- 4: può operare in modalità *half duplex* o *full duplex*.

[3.C]: Gli indirizzi IP vanno attribuiti a:

- 1: le interfacce dei *router*
- 2: le interfacce degli *switch*
- 3: le interfacce degli *hub*
- 4: nessuno dei precedenti.

Quesito 4 (punti 8). Nel corso di una coraggiosa sperimentazione con l’utilità *Ethereal* (<http://www.ethereal.com>), uno studente vostro collega ha provato a disassemblare “a mano” un *datagram* che aveva precedentemente intercettato. I dati grezzi da disassemblare hanno la forma seguente (espressi in rappresentazione esadecimale):

dati HEX	significato	
45.10.00.3f. 65.7d.40.00. 40.11.f7.f5. c0.a8.72.83. 93.a2.16.5d.	prefisso <i>datagram</i>	
04.25.00.35. 00.2b.0d.b6.	campo dati <i>datagram</i>	prefisso segmento UDP
...		campo dati segmento UDP

Tabella 1: Dati grezzi da disassemblare.

Da questi dati vogliamo determinare il valore degli indirizzi del mittente e del destinatario della comunicazione a livello UDP.

¹Esclusi ovviamente i valori di priorità impliciti determinati dalla durata dei processi.

Quesito 5 (punti 8). Lo schema logico riportato in figura 1 rappresenta la rete dati di una piccola Azienda composta da due reparti operativi e una stanza per i gestori della rete, con le seguenti caratteristiche:

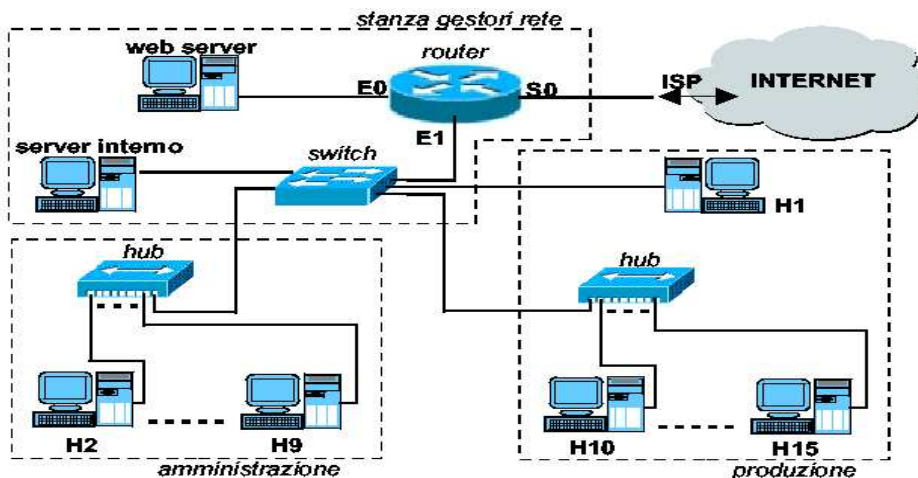


Figura 1: Articolazione della rete interna dell' Azienda.

reparto amministrazione : 8 postazioni di lavoro con traffico statisticamente composto al 50% di tipo utente-servernte facente capo al server interno e per il rimanente 50% diretto verso *Internet*

reparto produzione :

- 6 postazioni di lavoro collegate a un *hub*, caratterizzate da un traffico al 50% di tipo utente-servernte facente capo al server interno e per il rimanente 50% diretto verso il Web server
- 1 postazione di lavoro caratterizzata da un traffico al 100% di tipo utente-servernte facente capo al Web server.

Sapendo che tutti i dispositivi di rete sono di standard *Fast-Ethernet*, pertanto operanti a 100 Mbps, calcolare i flussi di traffico massimo determinati dalla configurazione *hardware* della rete nel caso peggiore di traffico contemporaneo di tutti gli utenti, trascurando il traffico proveniente dall'esterno al Web server.

L' Azienda accede a *Internet* mediante un unico indirizzo IP statico fornito direttamente dal proprio ISP, che le attribuisce anche una sottorete di indirizzi IP pubblici da utilizzare liberamente al proprio interno.

I dati forniti all' Azienda dall'ISP sono riportati in tabella 2.

configurazione della porta del <i>router</i> S0 (lato ISP)		sottorete a disposizione dell' Azienda (da ripartire internamente)	
<i>IP address</i>	150.1.0.125	<i>Subnet IP address</i>	176.16.0.128
<i>Subnet Mask</i>	255.255.255.192	<i>Subnet Mask</i>	255.255.255.128
<i>Default Gateway</i>	150.1.0.126		

Tabella 2: Dati forniti all' Azienda dal proprio ISP.

Sotto queste ipotesi, sapendo che il *router* aziendale non è in grado di gestire le sottoreti con *subnet mask* con tutti i *bit* a 0 (sottorete "tutti 0") o tutti i *bit* a 1 (sottorete "tutti 1"), determinare la configurazione IP (*IP address*, *Subnet Mask* e *Default Gateway*) di tutti i dispositivi della rete Aziendale, facendo in modo che abbiano tutti la stessa *Subnet Mask*, e quindi che le sottoreti interne abbiano tutte la stessa dimensione.

Soluzione 1 (punti 5).

- FCFS (un processo per volta, fino al completamento)

```

processo A   AAA                LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   --BBBBBBB         - non ancora arrivato
processo C   ----ccccCCCCC     x (minuscolo) attesa
processo D   -----dddddddDDD X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----eeeeeeeeEE

CPU          AAABBBBBBCCCCDDDEE
coda        ..b.cccccddddeeee..
           .....dddeeee.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	0	0+3=3
B	1	1	1+6=7
C	5	5	5+5=10
D	8	8	8+4=12
E	9	9	9+2=11
medie	4,60	4,60	8,60

- Round Robin (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto di ampiezza 2)

```

processo A   AAA                LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   --bBBbbBBbbbBB    - non ancora arrivato
processo C   ----cCccccCCCCcccC x (minuscolo) attesa
processo D   -----dddDDdddddDD X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----eeeeeeEE    . coda vuota

CPU          AAABBBCCBDDCCBBEEDDC
coda        ..b.cbddccbbeeddcc.
           .....dccbbeeddcc...
           .....eeddcc.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	0	3
B	1	1+2+4=7	7+6=13
C	1	1+4+6=11	11+5=16
D	3	3+6=9	9+4=13
E	6	6	6+2=8
medie	2,20	6,60	10,60

- Round Robin (a divisione di tempo, con prerilascio per priorità e con quanto di tempo di ampiezza 2)

```

processo A   AAAAAAAAAAA      LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   --BBBBBB         - non ancora arrivato
processo C   ----ccccccccCCCC x (minuscolo) attesa
processo D   -----dDDDDD     X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----eeeeEE     . coda vuota

CPU          ABBBBBBDDDDAECCCCC
coda        ..aaaadaaaaaecc.....
           ....ccaaceeec.....
           .....cc.ccc.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	10	10+3=13
B	0	0	0+6=6
C	11	11	11+5=16
D	2	2	2+4=6
E	4	4	4+2=6
medie	3,40	5,40	9,40

- SJF (senza considerazione di valori di priorità espliciti e con prerilascio)

```

processo A   AAA                               LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   --bBBBBBB                       - non ancora arrivato
processo C   ----ccccccccccC          x (minuscolo) attesa
processo D   -----dDDDDDD          X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----EE

CPU          AAABBBBBBEEEDDDCCCCC
coda         ..b.ccddddcccc....
            .....cccc.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	0	0+3=3
B	1	1	1+6=7
C	11	11	11+5=16
D	5	5	5+4=9
E	0	0	0+2=2
medie	2,60	3,00	7,00

Soluzione 2 (punti 8). Criteri quantitativi sono quelli che riguardano caratteristiche o attributi associabili a valori di quantità misurabili oggettivamente.

Tre criteri quantitativi tra i principali per la valutazione delle architetture di *file system* sono:

1. l'occupazione di memoria (principale e secondaria) dovuta alle strutture di gestione;
2. la dimensione massima di *file* e di partizione consentita;
3. i vantaggi eventualmente derivanti da contiguità dei blocchi su disco.

Proviamo ad applicare tali criteri alla comparazione tra l'architettura FAT e quella a *i-node*. Per semplicità ci limiteremo alla variante FAT-32, sapendo che tutte le precedenti pagano pesantemente pegno nei confronti dell'architettura UNIX.

architettura	criterio	valutazione
FAT-32	(1)	in RAM: proporzionalmente alla dimensione della partizione
	(2)	<i>file</i> : $(2^{32} - 1) B$ (max dimensione dell'attributo <i>file size</i>) partizione: $\leq 2^{28}$ indici $\times 2^{13} B/\text{cluster} = 2 \text{ TB}$ (solo in teoria!)
	(3)	nessun vantaggio
<i>i-node</i>	(1)	in RAM: solo nella tabella dei <i>file</i> aperti
	(2)	<i>file</i> : $(2^{32} - 1) B$ (max dimensione dell'attributo <i>file size</i> , raggiungibile con <i>triple-indirect</i>) partizione: $\leq 2^{32}$ blocchi
	(3)	nessun vantaggio

Tabella 3: Comparazione quantitativa tra architettura FAT e *i-node*.

Soluzione 3 (punti 3).

La risposta al quesito 3.A è: 1.

La risposta al quesito 3.B è: 3.

La risposta al quesito 3.C è: 1.

Soluzione 4 (punti 8). Osservando il campo dati in tabella 1 notiamo che ogni riga di esso corrisponde (fortunatamente?) a una parola di 32 bit, che è anche la base di riferimento per la descrizione dei vari campi delle unità trasmissive a livello IP e TCP (UDP). Ricordiamo poi che le identità di livello TCP/IP (al quale si colloca UDP) sono espresse come [indirizzo IP:porta]. Per rispondere al quesito dobbiamo allora cercare le parole che contengono l'indirizzo IP di sorgente e destinazione e i rispettivi indici di porta.

Come mostrato nella diapositiva 382 delle dispense di lezione (a.a. 2005/6), l'indirizzo IP del nodo sorgente si trova alla parola 4 dell'intestazione del *datagram*, mentre quello del nodo destinazione si trova alla parola 5.

In tabella 1 i valori HEX corrispondenti sono [c0.a8.72.83] e [93.a2.16.5d.] rispettivamente, che corrispondono banalmente a: [192.168.114.131] e [147.162.22.93].

I valori delle porte di sorgente e destinazione (che sappiamo essere espressi ciascuno su 16 bit) dobbiamo invece cercarli nella parola 1 dell'intestazione del segmento UDP, come indicato nella diapositiva 459 delle dispense di lezione.

In tabella 1 i valori HEX corrispondenti sono [04.25] e [00.35] rispettivamente, che in decimale valgono: [1061] e [53]. Con il che l'esercizio è risolto.

Soluzione 5 (punti 8). Come è noto, il *router* separa le reti locali, isolandone i domini di diffusione. Pertanto, per il calcolo dei flussi nel caso peggiore possiamo analizzare il traffico separatamente per ogni rete locale.

Per prima cosa occorre individuare i flussi utili, secondo quanto indicato dal testo del quesito. Detti:

- X flusso di dati gestito da un generico utente del reparto "amministrazione" ($H_2 - H_9$)
- Y flusso di dati gestito da un generico utente del reparto produzione ($H_{10} - H_{15}$)
- Z flusso di dati gestito dall'utente H_1 del reparto produzione

si ottiene facilmente la distribuzione rappresentata in figura 2, in cui il traffico utile è indicato in grassetto e il traffico effettivo è racchiuso in un ovale.

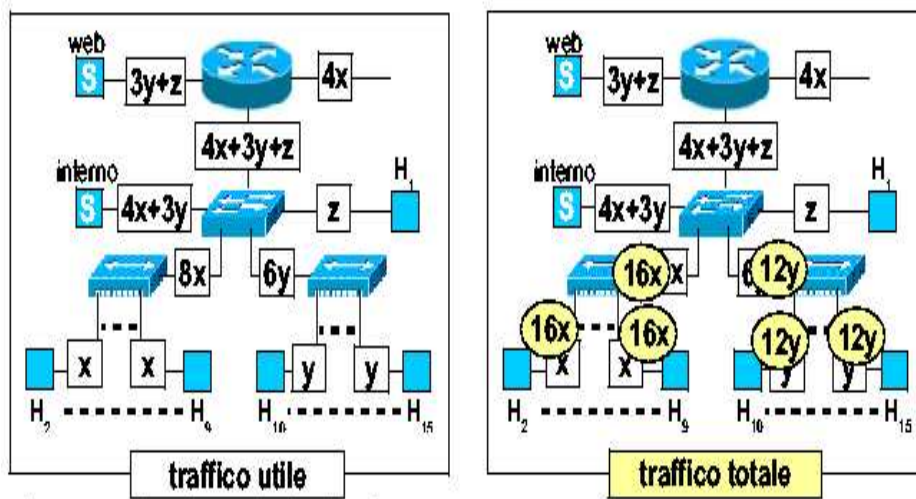


Figura 2: Ripartizione del traffico interno.

Passiamo ora ad analizzare le singole reti.

LAN0 : connessione tra ISP e *router* aziendale. L'unico traffico segnalato dal testo vale $4X$; trascurando il traffico di visitatori esterni, si può ricavare che il valore di X deve soddisfare la condizione:
 $4X \leq 100$ Mbps.

LAN1 : connessione tra *router* aziendale, interfaccia E_0 , e "Web server". La condizione imposta da questo ramo vale:
 $3Y + Z \leq 100$ Mbps.

LAN2 : questa sottorete, che fa capo all'interfaccia E_1 del *router*, racchiude al suo interno sia il reparto amministrazione che quello produzione, ed è gestita globalmente da uno *switch* che segmenta le due aree di lavoro, a loro volta gestite da due distinti *hub*. La determinazione del traffico utile segue immediatamente utilizzando i dati del quesito, tenendo conto che, trovandoci in presenza di *hub*, dobbiamo valutare anche il traffico totale.

Analizziamo i due reparti distintamente.

Reparto amministrativo : È composto da 8 postazioni con caratteristiche uguali; detto X il loro traffico, per ognuna delle 8 porte dell'*hub* che collegano una postazione avremo un traffico utile X , mentre sulla porta verso lo *switch* avremo tutto il traffico utile diretto al *server* interno, quindi $8X$. Di conseguenza sull'*hub* avremo un traffico totale dato dalla somma di tutti i singoli traffici utili che vi insistono, quindi $(8 + 8)X = 16X$. La condizione imposta da questo *hub* su tutti i rami che lo collegano vale:

$$16X \leq 100 \text{ Mbps.}$$

Reparto produttivo : È composto da 6 postazioni di uguali caratteristiche con una sola diversità; detta Y la quota di traffico utile gestita da uno qualsiasi tra i 6 utenti, in ognuna delle 6 porte che li collegano all'*hub* avremo traffico utile di Y , mentre sulla porta verso lo *switch* avremo tutto il traffico utile diretto al *server* interno, quindi $6Y$. Di conseguenza su questo *hub* avremo un traffico totale dato dalla somma di tutti i singoli traffici utili che vi insistono, quindi $(6 + 6)Y = 12Y$. Conseguentemente, la condizione imposta da questo *hub* su tutti i rami che lo collegano vale:

$$12Y \leq 100 \text{ Mbps.}$$

Per il calcolo del traffico utile dell'utente singolo (che denoteremo Z) abbiamo a che fare solo con un flusso di traffico utile, e quindi la condizione imposta vale semplicemente: $Z \leq 100 \text{ Mbps}$.

Con riferimento alla parte di figura 2 che indica il traffico totale, otteniamo le seguenti condizioni limite:

$$16X \leq 100 \text{ Mbps} \quad (1)$$

$$12Y \leq 100 \text{ Mbps} \quad (2)$$

$$4X + 3Y + Z \leq 100 \text{ Mbps} \quad (3)$$

$$(4)$$

Da (1) otteniamo: $X \leq \frac{100}{16} \text{ Mbps}$.

Da (2) otteniamo: $Y \leq \frac{100}{12} \text{ Mbps}$.

Sostituendo tali valori in (3), otteniamo il limite di Z :

$$4 \times \frac{100}{16} + 3 \times \frac{100}{12} + Z \leq 100 \text{ Mbps da cui otteniamo: } Z \leq 50 \text{ Mbps.}$$

I valori così determinati sono riportati in figura 3.

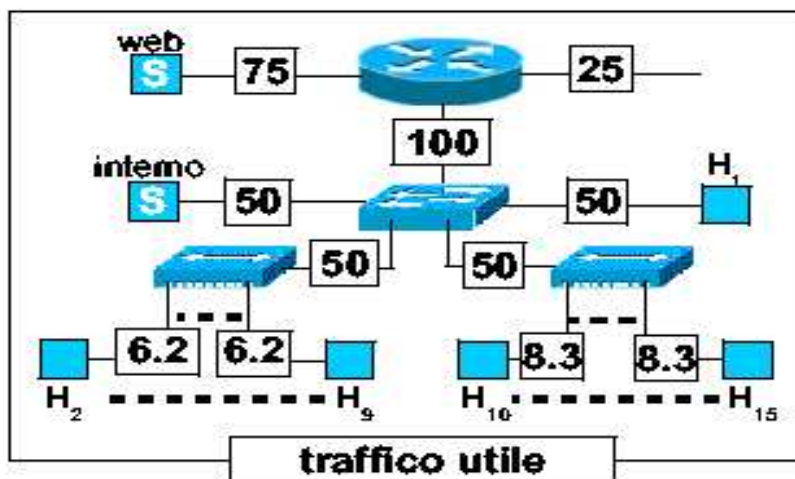


Figura 3: Ricapitolazione delle stime del traffico utile nei vari rami della rete aziendale nel caso peggiore.

La configurazione della porta $S0$ del *router* non influenza la ripartizione degli indirizzi IP entro la rete interna Aziendale e di norma è di competenza dell'ISP.

Per gli altri dispositivi abbiamo a disposizione la sottorete di indirizzi pubblici $176.16.0.128/25$.

Con l'architettura proposta si devono realizzare due sottoreti distinte:

LAN1, composta dall'interfaccia $E0$ del *router* e dal Web server

LAN2, composta dall'interfaccia $E1$ del *router* e da tutti gli altri nodi ($H1 - H15$).

Il dato di progetto da cui partire per la ripartizione tramite *subnetting* è il vincolo di realizzare sottoreti con le medesime dimensioni, e quindi dotate di *subnet mask* della stessa lunghezza.

Ricordiamo anche dal quesito che il *router* non è in grado di gestire sottoreti il cui campo *subnet* sia denotato con tutti i *bit* a 0 (sottorete “tutti 0”) o tutti i *bit* a 1 (sottorete “tutti 1”).

Dobbiamo creare 2 sottoreti utili, e poiché il numero di sottoreti utili S è dato dall'equazione $S = 2^N - 2$, dove N è il numero di *bit* impiegati per designarle, otteniamo $S = 2 = 2^N - 2$, da cui: $N = \log_2(S + 2) = \log_2 4 = 2$.

In definitiva, oltre ai 25 *bit* fissati per designare la sottorete iniziale messa a disposizione dall'ISP, dobbiamo isolare un campo *subnet* di ulteriori 2 *bit*, ottenendo così una parte di nodo ridotta a 5 *bit*.

Con 5 *bit* di campo *host* abbiamo a disposizione $2^5 - 2 = 30$ indirizzi IP utili, più che sufficienti per risolvere il problema proposto. La tabella 4 mostra la ripartizione utilizzata.

176	16	0	128		
10110000	00010000	00000001	1	00	00000
<i>parte di rete assegnata dall'ISP</i>			<i>sottoreti interne</i>		<i>parte di nodo</i>

Tabella 4: Ripartizione dello spazio di indirizzi IP a uso interno dell'Azienda.

Le sottoreti disponibili a uso interno avranno dunque indirizzi IP strutturati come segue:

10110000.00010000.00000000.1*sshhhh* dove *ss* può valere

00	non ammesso (sottorete “tutti 0”)
01	I sottorete utile
10	II sottorete utile
11	non ammesso (sottorete “tutti 1”)

In tabella 5 ricapitoliamo gli indirizzi IP delle 2 sottoreti utili.

10110000.00010000.00000000.1 01 00000	172.16.0.160/27	indirizzo della I sottorete (riservato)
10110000.00010000.00000000.1 01 00001	172.16.0.161/27	utilizzabile per 1° nodo della I sottorete
...
10110000.00010000.00000000.1 01 11110	172.16.0.190/27	utilizzabile per ultimo nodo della I sottorete
10110000.00010000.00000000.1 01 11111	172.16.0.191/27	indirizzo di diffusione nella I sottorete (riservato)
10110000.00010000.00000000.1 10 00000	172.16.0.192/27	indirizzo della II sottorete (riservato)
10110000.00010000.00000000.1 10 00001	172.16.0.193/27	utilizzabile per 1° nodo della II sottorete
...
10110000.00010000.00000000.1 10 11110	172.16.0.222/27	utilizzabile per ultimo nodo della II sottorete
10110000.00010000.00000000.1 10 11111	172.16.0.223/27	indirizzo di diffusione nella II sottorete (riservato)

Tabella 5: Ripartizione degli indirizzi nelle 2 sottoreti interne disponibili.

In tabella 6 riportiamo una possibile assegnazione di indirizzi IP per i dispositivi aziendali interni.

rete	dispositivo	indirizzo IP	<i>subnet mask</i>	<i>default gateway</i>	note
LAN 1	Web server	172.16.0.189	255.255.255.224	172.16.0.190	porta E0
	Router E0	172.16.0.190	/27	—	porta E0 (LAN1)
LAN 2	H1	172.16.0.192	/27	172.16.0.222	host IP
	H2	172.16.0.193	/27	...	...
	H3	172.16.0.194	/27	...	...
	H4	172.16.0.195	/27	...	...
	H5	172.16.0.196	/27	...	...
	H6	172.16.0.197	/27	...	...
	H7	172.16.0.198	/27	...	...
	H8	172.16.0.199	/27	...	...
	H9	172.16.0.200	/27	...	...
	H10	172.16.0.201	/27	...	...
	H11	172.16.0.202	/27	...	...
	H12	172.16.0.203	/27	...	...
	H13	172.16.0.204	/27	...	...
	H14	172.16.0.205	/27	...	...
	H15	172.16.0.206	/27	...	...
	server interno	172.16.0.221	/27	...	...
	Router E1	172.16.0.222	/27	—	porta E1 (LAN2)

Tabella 6: Una possibile attribuzione di indirizzi IP interni alle postazioni delle 2 sottoreti aziendali.