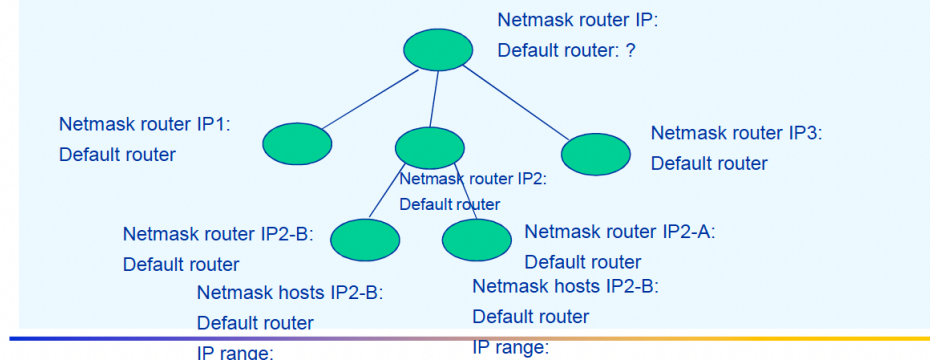


Esercitazione su progettazione di Rete IPv4

- **Esercizio: progettare rete IP con seguenti caratteristiche:**
- **Segmento LAN IP1: 48 host**
- **Segmento LAN IP2: 260 host a sua volta diviso in 2 LAN da 120 e 140**
- **Segmento LAN IP3: 4 host**
- **Indirizzi a disposizione: rete di classe B 130.136**



Svolgimento visto a lezione:

1) comprendere bene la struttura logica del dominio e sottodomini posti come requisiti
La rete a disposizione è la 130.136.0.0 /16, il che significa TUTTA la rete di classe B 130.136.
Abbiamo quindi a disposizione uno spazio molto grande per gli host, costituito da ben 2^{16}
numeri di host (evidenziati dall'area gialla della figura che segue).

1° byte	2° byte	3° byte	4° byte	Indirizzo IPv4 in forma decimale	
130	136	00000000	00000000	130.136.0.0	
			00000001	130.136.0.1	
				130.136.0.254
		00000000	11111110	130.136.0.255	
		00000001	11111111	130.136.1.0	
			00000000	130.136.1.1	
			00000001	130.136.1.254
		00000001	11111110	130.136.1.255	
		00000010	11111111	130.136.2.0	
			00000000	130.136.2.1	
			00000001	130.136.2.254
		00000010	11111110	130.136.2.255	
		00000011	11111111	130.136.3.0	
		.	00000000	.	
		.		.	
		.		.	
		.		.	
		.		.	
		.		.	
		.		.	
		11111111	11111110	130.136.255.254	
			11111111	130.136.255.255	

Spazio di indirizzamento della rete IPv4
130.136.0.0 / 16
Netmask: 255.255.0.0

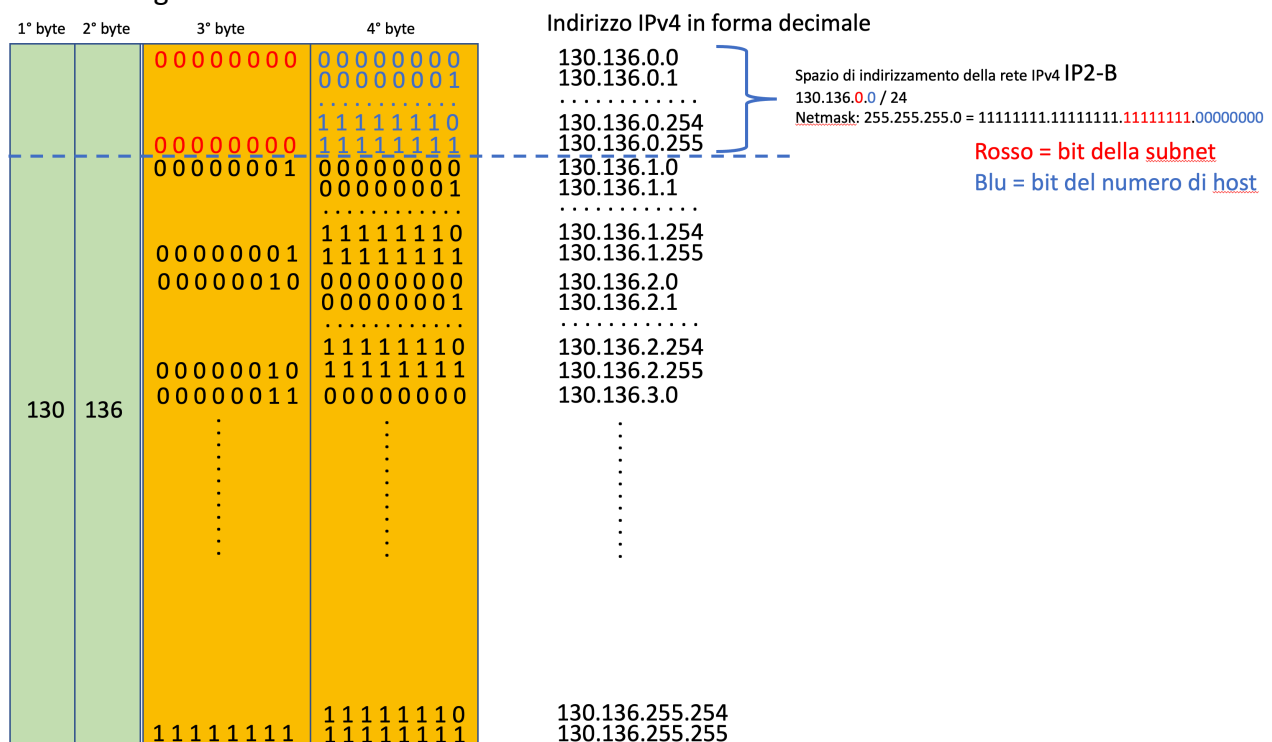
Conviene ora progettare l'allocazione degli indirizzi IPv4 per i gruppi di host (subnet) richieste, badando a) a non sprecare inutilmente indirizzi IPv4, b) a potere allocare il numero minimo di host richiesti dai requisiti, eventualmente lasciando un piccolo margine per la crescita della subnet oltre i requisiti attuali (elasticità della progettazione).

L'elasticità rispetto ai requisiti minimi è un criterio da considerare bene per evitare che in futuro si renda necessario riprogettare e re-distribuire gli indirizzi IPv4 e la configurazione IPv4 di tutti gli host della rete (laborioso e costoso, con rischi di errori di riconfigurazione).

2) iniziare a individuare il punto da cui partire nella progettazione. Di solito (soprattutto quando non si è ancora esperti, con una visione di lungo orizzonte sulla progettazione) conviene partire dalla sottorete (subnet) con la più alta numerosità di host. A lezione decidiamo di iniziare con le subnet di livello più basso (IP2-B e IP2-A) della subnet IP2. Questo perchè, come vedremo, la subnet IP2 è la più numerosa in assoluto. Potremmo iniziare allocando quindi tale subnet IP2. Decidiamo tuttavia di iniziare allocando la sub-subnet IP2-B in quanto è quella composta dal numero maggiore di host (140) rispetto ai 120 di IP2-A, all'interno della Subnet IP2.

2.1) Progettazione di IP2B (140 Host)

Il requisito da soddisfare è allocare almeno 140 host (comprensivi del router della subnet IP2-B). Per fare questo abbiamo bisogno di uno spazio di numeri di host che sia almeno grande quanto la potenza del due superiore al valore 140. Quindi 128 non basta. Occorre 256 (che è 2^8), quindi equivalente a uno spazio di host di 8 bit. Lo spazio di host number di questa subnet è quindi dato da tutto il quarto BYTE dell'indirizzo IP. Di conseguenza, tutto il **terzo byte diventa il numero di subnet** (bit rubati allo spazio di host) e tutto il **quarto byte diventa il numero di host**. Questo si ottiene definendo la maschera di rete (netmask) pari a 255.255.255.0, che equivale a /24. Si veda la figura sotto.



Ovviamente, per non sprecare spazio di indirizzamento, partiremo con il primo indirizzo IPv4 della rete IP2-B a partire dal primo indirizzo utile in alto della rete 130.136.0.0/16 (come in figura). Facendo in questo modo, come si vede in figura, i primi 256 indirizzi IPv4 in alto nel nostro spazio di indirizzamento di rete saranno tutti identificati dal valore 00000000 = 0 nel terzo byte (appunto la subnet 0) e dalla rotazione completa di tutti gli indirizzi di host nel quarto byte (host number da 0 a 255). Come ricordiamo dalla teoria, la combinazione nella quale tutto lo spazio di host ha bit a valore zero non è un indirizzo di host assegnabile, ma rappresenta l'indirizzo di Rete/Sottorete:

130.136.0.0. Ricordiamoci inoltre che tale indirizzo di rete e sottorete non è disambiguo fino a che non è accompagnato dal valore della maschera di rete /24 (255.255.255.0).

Quindi potremo dire da adesso che la rete IP2-B in realtà si esprime come rete 130.136.0.0 /24, che equivale a dire, la sottorete 0 della rete 130.136, con maschera di rete 255.255.255.0.

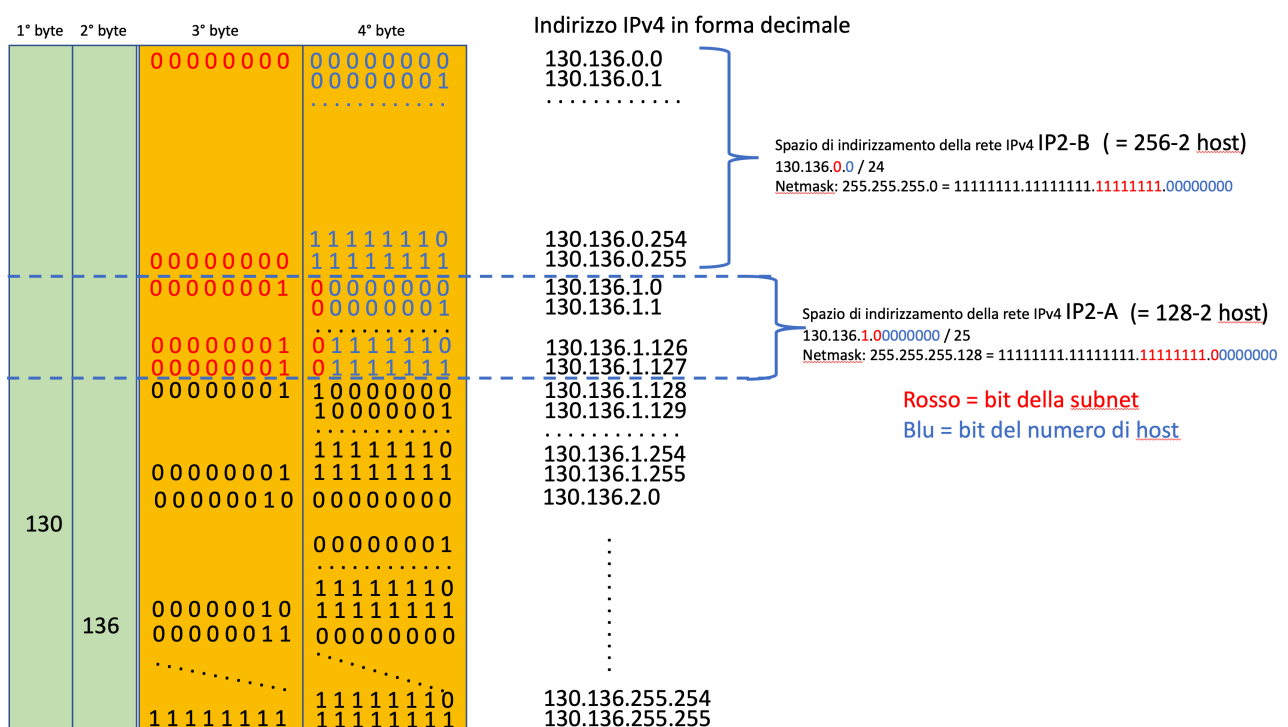
Per definire lo spazio di indirizzi della progettazione (e programmazione) degli host di tale rete IP2-B potremo quindi completare il seguente schema (osservando la figura):

Indirizzo di rete/sottorete IP2-B: 130.136.0.0 /24 (bit di host tutti uguali a 0)
 Netmask: 255.255.255.0
 a) Primo Host indirizzabile: 130.136.0.1
 b) Ultimo host indirizzabile (prima del router): 130.136.0.253
 Indirizzo del Router della rete/sottorete: 130.136.0.254
 (si ricordi che è buona pratica assegnare l'ultimo indirizzo di host utile al router)
 Indirizzo di Broadcast della rete/sottorete: 130.136.0.255 (bit di host tutti uguali a 1)

Si noti che i 140 host richiesti dai requisiti potranno essere indirizzati con i valori compresi tra primo host a) e router (che è sempre uno dei 140 host). In questo modo, riusciamo a allocare gli indirizzi per gli host richiesti, e avanzano $254 - 140 = 114$ indirizzi liberi che potranno essere usati per inserire host aggiuntivi in futuro nel caso questa subnet IP2-B cresca di numero (elasticità). Questo numero di 114 indirizzi liberi non è riducibile in quanto per soddisfare l'allocazione di 140 host dobbiamo usare 256 combinazioni binarie. Si tratta quindi di uno "spreco" necessario, anche se limitato al minimo, e che garantisce una certa elasticità futura.

2.2) Progettazione di IP2-A (120 Host)

Il requisito da soddisfare è ora allocare almeno 120 host (comprensivi del router della subnet IP2-A). Ovviamente partiamo dalla situazione delle allocazioni di indirizzi del punto 2.a precedente. Dobbiamo fare attenzione a non sovrapporre IP2-A con IP2-B in quanto sono sottoreti separate, e a compattare gli indirizzi che useremo verso l'alto dello spazio di indirizzamento in modo da non lasciare buchi (anche considerando che il buco di 114 host lo abbiamo già lasciato all'interno di IP2-B). Quindi gli indirizzi di IP2-A partiranno subito dopo gli indirizzi di IP2-B già allocati.



Per prima cosa, dobbiamo vedere quale dimensione di spazio allocare per IP2-A. Servono 120 indirizzi di host utili, quindi basta un blocco da 128 (2^7) indirizzi, quindi servono 7 bit come spazio di host. Di conseguenza, possiamo definire per IP2-A una maschera di rete 255.255.255.128 (/25) che suddivida lo spazio di 130.136.0.0 / 16 in 512 sottoreti da 128 host l'una. Guardando gli indirizzi liberi, prenderemo quindi 130.136.1.0/25 come lo spazio di rete/sottorete per IP2-A. Si noti infatti che i precedenti blocchi 130.136.0.0/25 e 130.136.0.128/25 sono in realtà già stati impegnati per costruire IP2-B (che infatti unifica e usa tali indirizzi come 130.136.0.0 /24). Per usare indirizzi non già usati occorre quindi partire dal valore 1 nel terzo byte.

Tornando a IP2-A, vediamo che i bit della sottorete sono ora 9 ($25-16 = 9$) mostrati in rosso nella figura. Se ci chiedessimo quale sottorete da 128 host sia ora la IP2-A concluderemmo che essa è la 00000001 0 = 2, ovvero la terza sottorete da 128. (esiste la 0 e la 1 che unificate compongono IP2-B, e poi la 2 che è appunto IP2-A).

Lo spazio per gli host number di tale sottorete è dato dai rimanenti 7 bit di host, dai valori 0000000 a 1111111 (si veda la figura precedente).

A questo punto, completeremo la solita tabella per IP2-A:

Quindi potremo dire da adesso che la rete IP2-A in realtà si esprime come rete 130.136.1.0 /25, che equivale a dire, la sottorete 2 della rete 130.136, con maschera di rete 255.255.255.128.

Per definire lo spazio di indirizzi della progettazione (e programmazione) degli host di tale rete IP2-A potremo quindi completare il seguente schema (osservando la figura precedente):

Indirizzo di rete/sottorete IP2-A: 130.136.1.0 /25 (bit di host tutti uguali a 0)

Netmask: 255.255.255.128

a) Primo Host indirizzabile: 130.136.1.1

b) Ultimo host indirizzabile (prima del router): 130.136.1.125

Indirizzo del Router della rete/sottorete: 130.136.1.126

(si ricordi che è buona pratica assegnare l'ultimo indirizzo di host utile al router)

Indirizzo di Broadcast della rete/sottorete. 130.136.1.127 (bit di host tutti uguali a 1)

Si noti che i valori della sottorete 00000001 0 = 2 sono evidenti nel fatto che il terzo byte è 1 per tutti gli indirizzi di IP2-A (bit 00000001), e che tutti i valori del quarto byte sono inferiori a 128 (quindi hanno il bit 0 nella posizione più significativa del quarto byte).

Infatti il primo indirizzo esterno e successivo a IP2-A è 130.136.1.128, che non appartiene a IP2-A in quanto ha il valore 1 nel bit più significativo del quarto byte: in altre parole appartiene alla sottorete 00000001 1 = 3 con maschera di rete /25, che è la successiva ad IP2-A).

Si noti che i 120 host richiesti dai requisiti di IP2-A potranno essere indirizzati con i valori compresi tra primo host a) e router (che è sempre uno dei 120 host). In questo modo, riusciamo a allocare gli indirizzi per gli host richiesti, e avanzano $126 - 120 = 6$ indirizzi liberi che potranno essere usati per inserire host aggiuntivi in futuro nel caso questa subnet IP2-A cresca di numero (elasticità). Questo numero di 6 indirizzi liberi non è riducibile in quanto per soddisfare l'allocazione di 120 host dobbiamo usare 128 combinazioni binarie. Si tratta quindi di uno "spreco" necessario, anche se limitato al minimo e inferiore allo spreco di IP2-B, e che garantisce una minore elasticità futura.

2.3) Progettazione di IP2 (120+140 = 260 Host)

Il requisito da soddisfare a questo punto è allocare i 260 host (comprensivi del router della subnet IP2). Si noti che IP2 contiene tutta IP2-A e IP2-B che abbiamo precedentemente allocato. Per definire IP2 da 260 host abbiamo bisogno di uno spazio di numeri di host che sia almeno grande quanto la potenza del due superiore al valore 260. Quindi 256 non basta. Occorre 512 (che è 2^9), quindi equivalente a uno spazio di host di 9 bit (identificato dal rettangolo verde nella figura sotto). Lo spazio di host number di questa subnet è quindi dato da tutto il quarto BYTE

Si veda la figura sotto.

Come si vede, tutti gli host di IP2-B e IP2-A appartengono a IP2 in quanto tutti gli indirizzi iniziano con i primi 7 bit (sottorete) del terzo byte pari a 0000000, quindi per IP2 si tratta della prima sottorete (zero) da 512 host della nostra rete 130.136.0.0 /23.

Quando guardiamo agli indirizzi di IP2, usiamo quindi la maschera di rete /23 e quindi non vediamo differenze di appartenenza a IP2-A, IP2-B, ma solo l'appartenenza a IP2 di ogni indirizzo compreso tra 130.136.0.0 e 130.136.1.255 (e si noti che sono 512 indirizzi).

Si noti anche che tutti gli indirizzi di IP2-B e IP2-A (se presi con maschera di rete /23) appartengono tutti anche a IP2. Questo soddisfa i requisiti di inclusione delle sottorete in sottoreti del nostro schema iniziale (IP2-B contiene almeno 140 host e non ha indirizzi comuni con IP2-A che contiene almeno 120 host, ed entrambe IP2-B e IP2-A sono contenute anche in IP2).

Si noti che tuttavia IP2 contiene alcuni indirizzi che non appartengono nè a IP2-B e nemmeno a IP2-A. Ad esempio il primo indirizzo di host di IP2 che NON appartenga nè a IP2-B nè a IP2-A è quindi 130.136.1.128 /23. L'ultimo indirizzo di IP2 (che non appartiene nemmeno a IP2-B e neppure a IP2-A) è quindi 130.136.1.255.

Quindi potremo dire da adesso che la rete IP2 in realtà si esprime come rete 130.136.0.0 /23, che equivale a dire, la sottorete 0 della rete 130.136, con maschera di rete 255.255.254.0.

Indirizzo di rete/sottorete IP2: 130.136.0.0 /23 (i 9 bit di host tutti uguali a 0)
 Netmask: 255.255.254.0
 a) Primo Host indirizzabile: 130.136.0.1 (che è anche il primo di IP2-B)
 b) Ultimo host indirizzabile (prima del router): 130.136.1.253 (non di IP2-B e nemmeno IP2-A)

Il requisito da soddisfare a questo punto è allocare i 48 host (comprensivi del router della subnet IP1). Si noti che IP1 NON contiene nessuno degli host di IP2, e quindi nemmeno di IP2-A e IP2-B che abbiamo precedentemente allocato. Per definire IP1 da 48 host abbiamo bisogno di uno spazio di numeri di host che sia almeno grande quanto la potenza del due superiore al valore 48. Quindi 32 non basta. Occorre 64 (che è 2^6), quindi equivalente a uno spazio di host di 6 bit. Lo spazio di host number di questa subnet è quindi dato dagli ultimi 6 bit del quarto byte. Di conseguenza, tutto il terzo byte e i due bit più a sinistra del quarto byte diventano il numero di subnet (bit rubati allo spazio di host). Questo si ottiene definendo la maschera di rete (netmask) pari a 255.255.255.192, che equivale a /26. Si veda la figura sotto.

1° byte	2° byte	3° byte	4° byte	Indirizzo IPv4 in forma decimale	
		00000000	00000000	130.136.0.0	Spazio di indirizzamento della rete IPv4 IP2-B (= 256-2 host) 130.136.0.0 / 24 Netmask: 255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000
		00000000	00000001	130.136.0.1	
		
		00000000	11111110	130.136.0.254	Spazio di indirizzamento della rete IPv4 IP2-A (= 128-2 host) 130.136.1.00000000 / 25 Netmask: 255.255.255.128 = 11111111.11111111.11111111.00000000
		00000000	11111111	130.136.0.255	
		00000001	00000000	130.136.1.0	
		00000001	00000001	130.136.1.1	Spazio di indirizzamento della rete IPv4 IP2 130.136.0.0 / 23 Netmask: 255.255.255.128 = 11111111.11111111.11111110.00000000
		00000001	01111110	130.136.1.126	
		00000001	01111111	130.136.1.127	
		00000001	10000000	130.136.1.128	Spazio di indirizzamento della rete IPv4 IP1 (= 64-2 host) 130.136.2.(00000000) = 130.136.2.0 / 26 Netmask: 255.255.255.192 = 11111111.11111111.11111111.11000000
		00000001	10000001	130.136.1.129	
		00000001	11111110	130.136.1.254	
		00000001	11111111	130.136.1.255	
130		00000010	00000000	130.136.2.0	
		00000010	00000001	130.136.2.1	
		00000010	00111110	130.136.2.62	
		00000010	00111111	130.136.2.63	
		
	136	00000010	01000000	130.136.2.64	
		00000010	01000001	130.136.2.65	
		
		11111111	11111110	130.136.255.254	
		11111111	11111111	130.136.255.255	

Qui comprendiamo come la rete IP1 possa essere scelta come la rete/sottorete di indirizzo 130.136.2.0 / 26. Vediamo infatti che esistono 10 bit "rossi" che rappresentano lo spazio di subnet, quindi avremo suddiviso la rete 130.136.0.0 / 16 in 2^{10} (1024) subnet da 64 host ognuna. La prima di queste subnet che non abbiamo ancora usato inizia all'indirizzo 130.136.2.0 / 26 e quindi è proprio questa che allocheremo come IP1. Tale subnet equivale alla 00000010 00, ovvero la subnet 8 delle 1024 subnet / 26 possibili (ovvero la nona subnet in ordine). In questa subnet avremo $64-2 = 62$ host indirizzabili (compreso il router), e rispetto al requisito di 48 host richiesti, avanzano $62-48 = 14$ indirizzi di host per usi futuri di IP1.

A questo punto, completeremo la solita tabella per IP1:

Quindi potremo dire da adesso che la rete IP1 in realtà si esprime come rete 130.136.2.0 / 26, che equivale a dire, la sottorete 8 della rete 130.136, con maschera di rete 255.255.255.192.

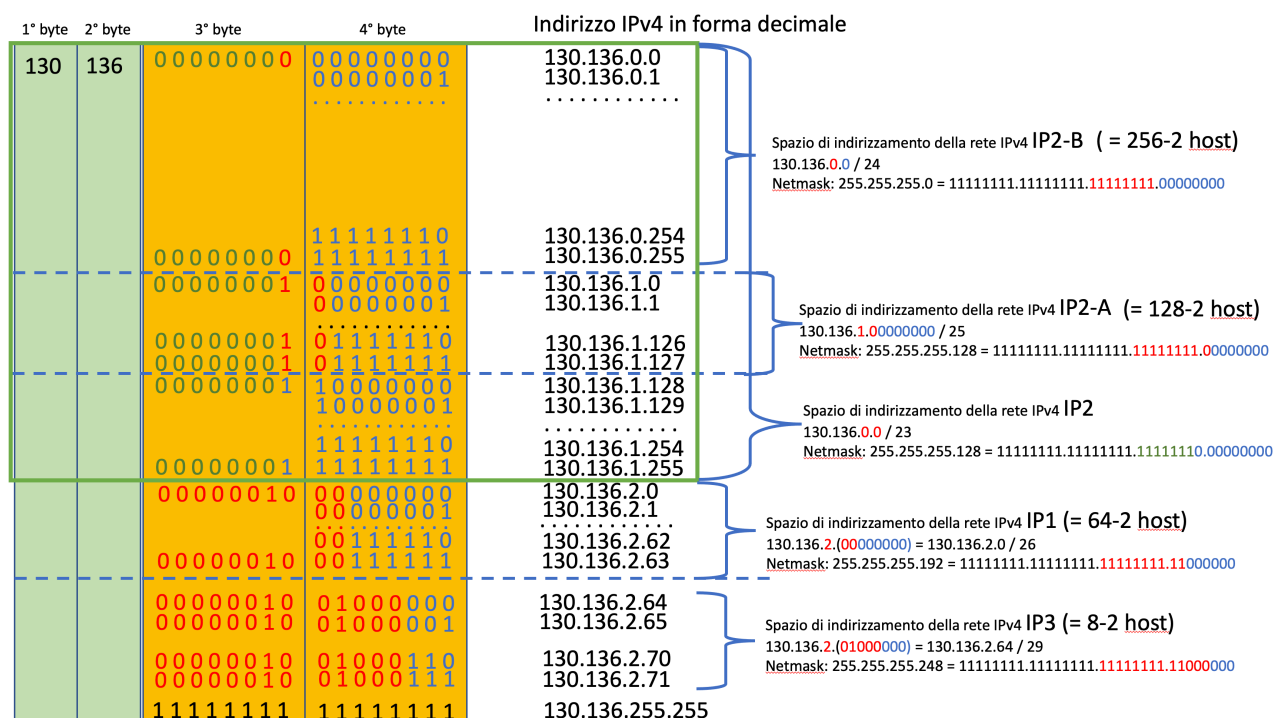
Per definire lo spazio di indirizzi della progettazione (e programmazione) degli host di tale rete IP1 potremo quindi completare il seguente schema (osservando la figura precedente):

Indirizzo di rete/sottorete IP1:	130.136.2.0 / 26 (i 6 bit di host tutti uguali a 0)
Netmask:	255.255.255.192
a) Primo Host indirizzabile:	130.136.2.1
b) Ultimo host indirizzabile (prima del router):	130.136.2.61
Indirizzo del Router della rete/sottorete:	130.136.2.62
(si ricordi che è buona pratica assegnare l'ultimo indirizzo di host utile al router)	
Indirizzo di Broadcast della rete/sottorete:	130.136.2.63 (i 6 bit di host tutti uguali a 1)

2.5) Progettazione di IP3 (4 Host)

Infine, l'ultimo requisito da soddisfare a questo punto è allocare i 4 host (comprensivi del router della subnet IP3). Si noti che IP3 NON contiene nessuno degli host di IP1 e nemmeno di IP2, e quindi nemmeno di IP2-A e IP2-B che abbiamo precedentemente allocato. Per definire IP3 da 4 host abbiamo bisogno di uno spazio di numeri di host che sia almeno grande quanto la potenza del due superiore al valore 4. Quindi 4 non basta (perchè tolti indirizzi di rete e broadcast rimangono solo due indirizzi utili). Occorre 8 (che è 2^3), quindi equivalente a uno spazio di host di 3 bit. Lo spazio di host number di questa subnet è quindi dato dagli ultimi 3 bit del quarto byte. Di

conseguenza, **tutto il terzo byte e i cinque bit più a sinistra del quarto byte diventano il numero di subnet** (bit rubati allo spazio di host). Questo si ottiene definendo la maschera di rete (netmask) pari a 255.255.255.248, che equivale a /29.
Si veda la figura sotto.



Qui comprendiamo come la rete IP3 possa essere scelta come la rete/sottorete di indirizzo 130.136.2.64 / 29. Vediamo infatti che esistono 13 bit "rossi" che rappresentano lo spazio di subnet, quindi avremo suddiviso la rete 130.136.0.0 / 16 in 2^{13} (8192) subnet da 8 host ognuna. La prima di queste subnet che non abbiamo ancora usato inizia all'indirizzo 130.136.2.64 / 29 e quindi è proprio questa che allocheremo come IP3. Tale subnet equivale alla 00000010 01000, ovvero la subnet 64+8 = 72 delle 8192 subnet / 29 possibili (ovvero la 73esima subnet in ordine). In questa subnet avremo 8-2 = 6 host indirizzabili (compreso il router), e rispetto al requisito di 4 host richiesti, avanzano 6-4 = 2 indirizzi di host per usi futuri di IP3.

A questo punto, completeremo la solita tabella per IP3:

Quindi potremo dire da adesso che la rete IP3 in realtà si esprime come rete 130.136.2.64 / 29, che equivale a dire, la sottorete 72 della rete 130.136, con maschera di rete 255.255.255.248.

Per definire lo spazio di indirizzi della progettazione (e programmazione) degli host di tale rete IP3 potremo quindi completare il seguente schema (osservando la figura precedente):

Indirizzo di rete/sottorete IP3:	130.136.2.64 / 29 (i 3 bit di host tutti uguali a 0)
Netmask:	255.255.255.248
a) Primo Host indirizzabile:	130.136.2.65
b) Ultimo host indirizzabile (prima del router):	130.136.2.69
Indirizzo del Router della rete/sottorete:	130.136.2.70
(si ricordi che è buona pratica assegnare l'ultimo indirizzo di host utile al router)	
Indirizzo di Broadcast della rete/sottorete.	130.136.2.71 (i 3 bit di host tutti uguali a 1)

A questo punto possiamo concludere che (si veda lo schema iniziale):

- il Default Router di tutti gli host di IP1 sarà 130.136.2.62 (/26)
- il Default Router di tutti gli host di IP3 sarà 130.136.2.70 (/29)

- il Default Router del Router di IP1 (130.136.2.62) sarà il router di 130.136.0.0 /16 (presumibilmente 130.136.255.254)
- il Default Router del Router di IP2 (130.136.1.254) sarà il router di 130.136.0.0 /16 (presumibilmente 130.136.255.254)
- il Default Router del Router di IP3 (130.136.2.70) sarà il router di 130.136.0.0 /16 (presumibilmente 130.136.255.254)

Questo conclude la progettazione e configurazione del dominio di rete e sottoreti specificate nei requisiti.

Si noti che per allocare tutte le reti e sottoreti e gli host in esse sono stati usati solo gli indirizzi da 130.136.0.0. a 130.136.2.71.

Il primo indirizzo a disposizione per gli usi futuri va da 130.136.2.72 /29 a 130.136.255.255 / 16.

Tali indirizzi appartengono a un unico blocco "finale" dello spazio di indirizzi di rete della dimensione di circa 64952 host (quelli usati sono $512 + 64 + 8 = 584$ indirizzi contigui).

Domande o errori da segnalare a : luciano.bononi@unibo.it