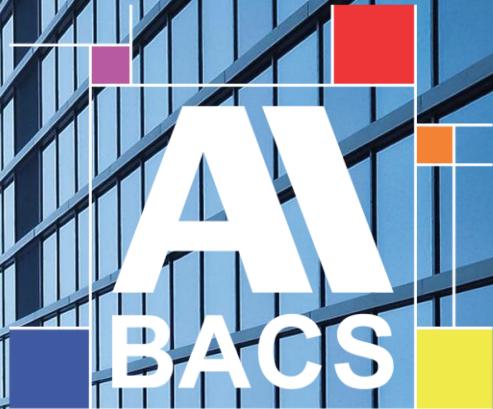


SMART BUILDING EXPO[®]

THE EUROPEAN EVENT
ON THE DIGITAL AND ENERGY
TWIN TRANSITION
OF BUILDINGS AND CITIES

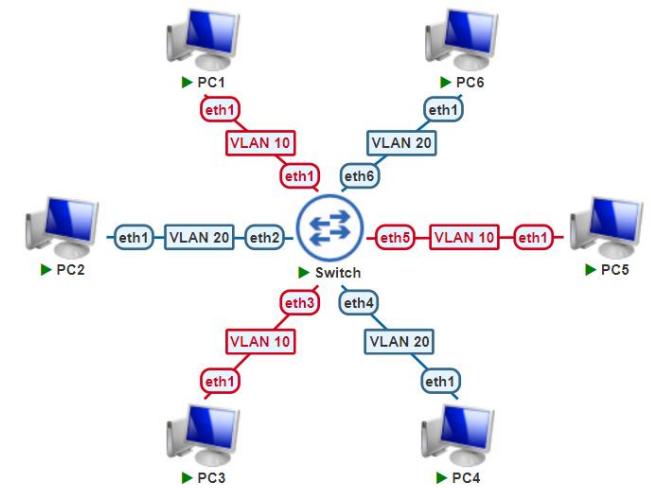
19 | 21 NOV 2025
FIERAMILANO

ASSOCIAZIONE ITALIANA
BUILDING AUTOMATION
AND CONTROL SYSTEMS



VLAN e IPv6

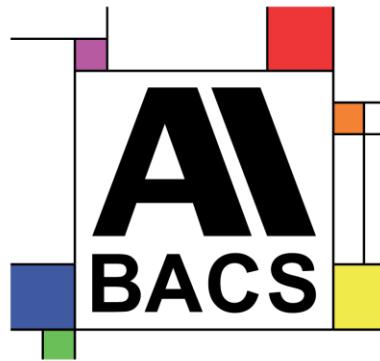
nella building automation



Marco Boschini

- Socio AIBACS
- System Integrator dal 2008
- Formatore nel settore Building Automation e Networking
- Boschini Training Center
- KNX Tutor
- MikroTik Trainer
- Cisco Academy Instructor





ASSOCIAZIONE ITALIANA
BUILDING AUTOMATION
AND CONTROL SYSTEMS



A CHI CI RIVOLGIAMO

- **System Integrator**
- **Progettisti**
- **«Smart Installer»**
- **Investitori mercato immobiliare**
- **Produttori**



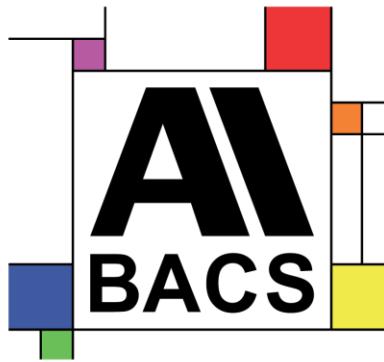


ASSOCIAZIONE ITALIANA
BUILDING AUTOMATION
AND CONTROL SYSTEMS

SERVIZI

- **Supporto Tecnico**
- **Supporto Normativo**
- **Formazione**





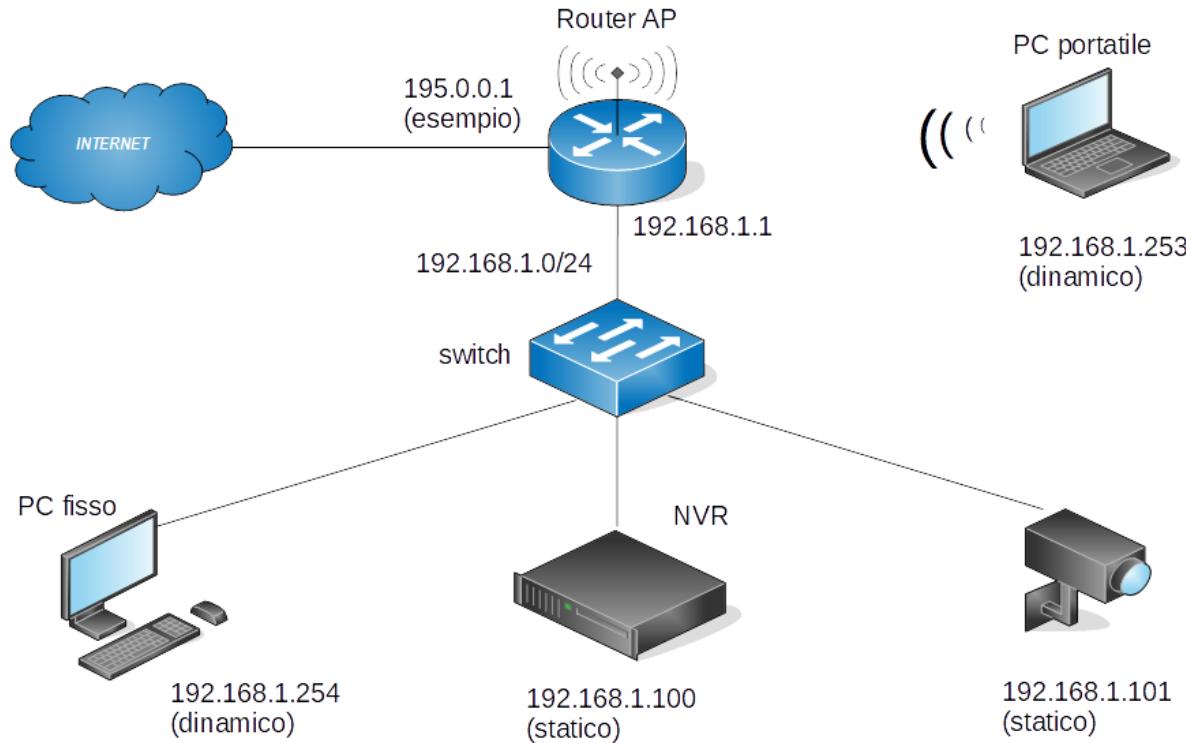
ASSOCIAZIONE ITALIANA
BUILDING AUTOMATION
AND CONTROL SYSTEMS

SOCI

- **Studenti**
- **Soci Individuali**
- **Soci Professionali**
- **Soci Promotori**
- **Soci Sostenitori**
- **Partner Scientifici**



Come funziona una rete IP



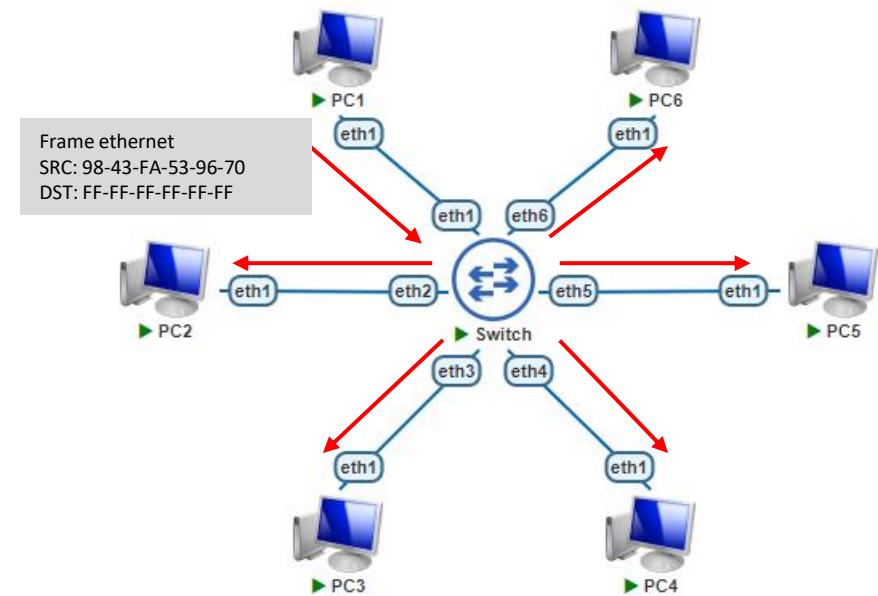
LAN

Una LAN è un gruppo di computers o altri dispositivi nello stesso luogo che condividono la stessa rete fisica.

LAN è normalmente associata ad un dominio di broadcast ethernet (Layer 2).

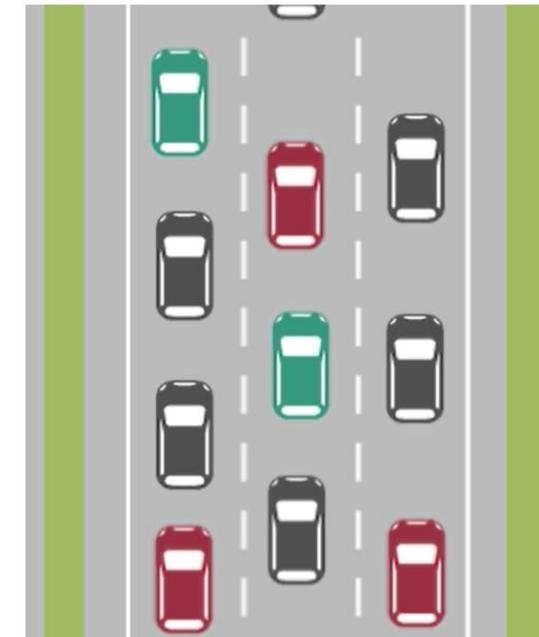
Un pacchetto ethernet di broadcast può raggiungere tutti i dispositivi di un dominio di broadcast.

FF:FF:FF:FF:FF:FF



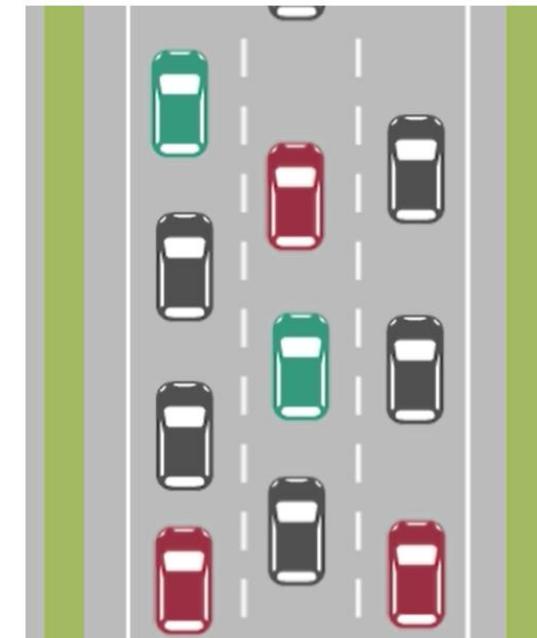
LAN

Possiamo immaginare
una rete LAN
come una grande strada
in cui transitano delle auto.



LAN

Queste auto
si possono vedere tra di loro
anche se sono di colore diverse



Il mio MAC Address

Prompt dei comandi: **ipconfig \al**

```
Prompt dei comandi x + v

Scheda LAN wireless Wi-Fi:

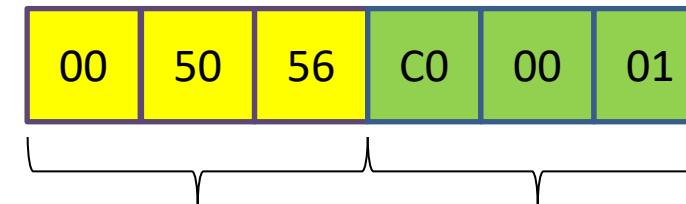
Suffisso DNS specifico per connessione:
Descrizione . . . . . : Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
Indirizzo fisico. . . . . : 98-43-FA-53-96-70
DHCP abilitato. . . . . : Si
Configurazione automatica abilitata : Si
Indirizzo IPv6 locale rispetto al collegamento . . fe80::60dc:81ac:dbad:ff7e%26(Preferenziale)
Indirizzo IPv4. . . . . : 192.168.32.254(Preferenziale)
Subnet mask . . . . . : 255.255.255.0
Lease ottenuto. . . . . : mercoledì 15 novembre 2023 22:52:21
Scadenza lease . . . . . : giovedì 16 novembre 2023 00:20:10
Gateway predefinito . . . . . : 192.168.32.1
Server DHCP . . . . . : 192.168.32.1
IAID DHCPv6 . . . . . : 278414330
DUID Client DHCPv6. . . . . : 00-01-00-01-29-6B-C9-CA-98-43-FA-53-96-70
Server DNS . . . . . : 192.168.32.1
NetBIOS su TCP/IP . . . . . : Attivato

C:\Users\Marco>
```



Il mio MAC Address

MAC Address = Media Access Control **Address**



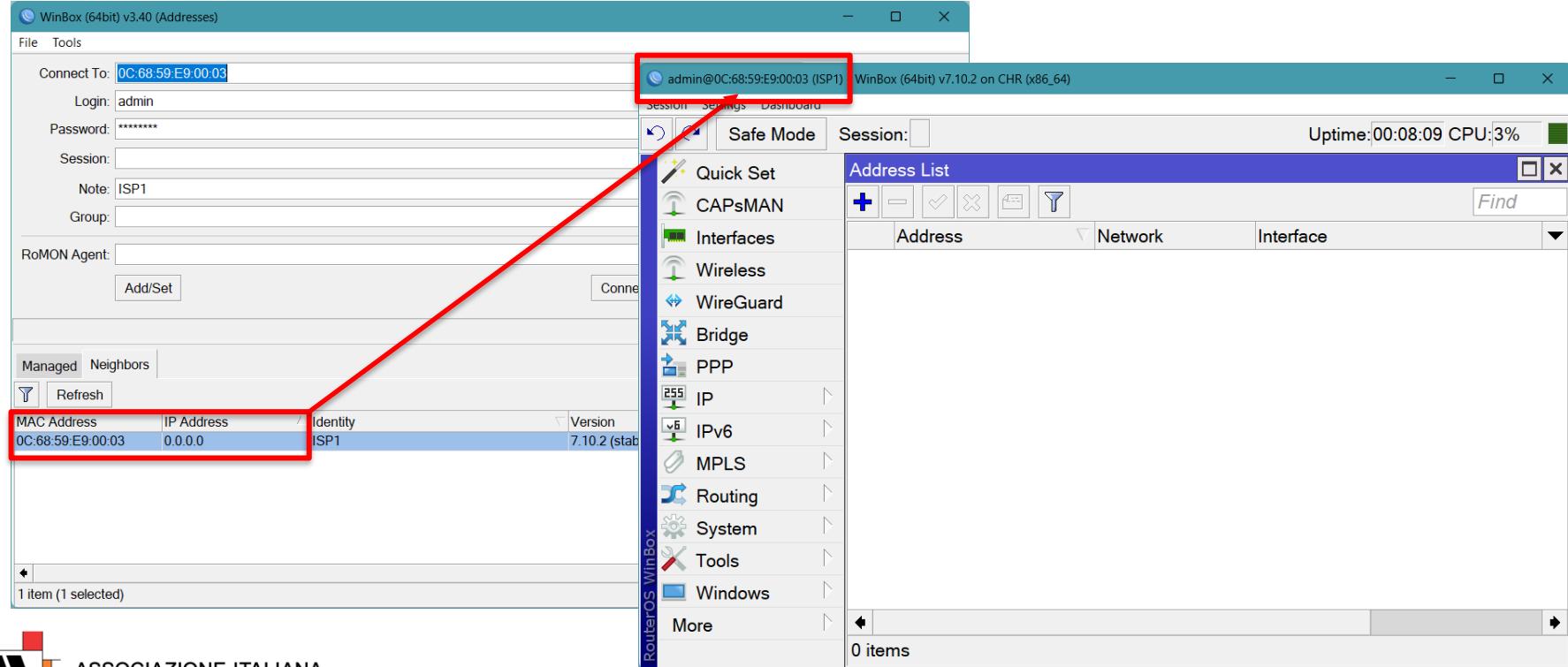
Organization Network
Unique Interface
Identifier Controller
(OUI) (NIC)
 Specific



**Posso comunicare con un
dispositivo connesso
in rete LAN
se NON ho un indirizzo IP?**



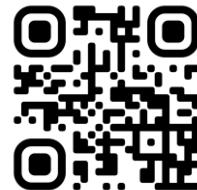
Posso comunicare con un dispositivo se NON ho un indirizzo IP?



Esempio:

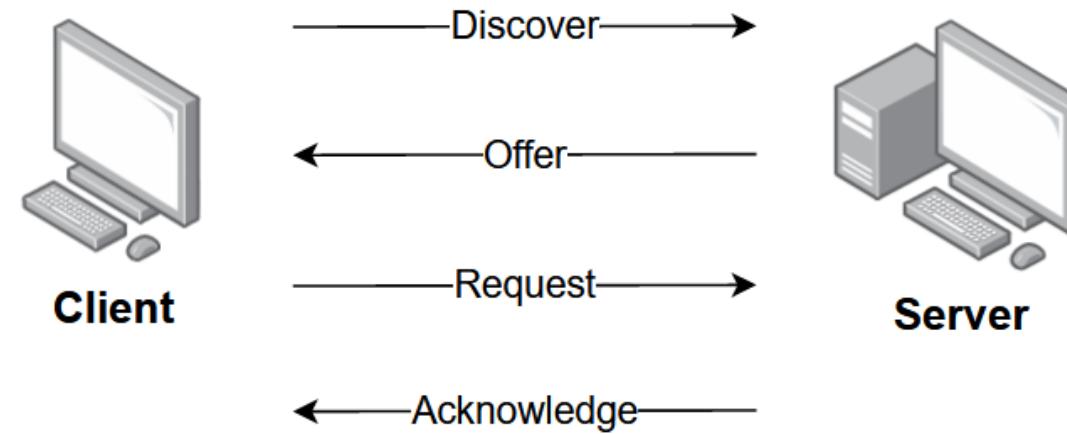
DHCP

Il protocollo con cui un dispositivo acquisisce un indirizzo IP



DHCP

Dynamic Host Configuration Protocol



DHCP

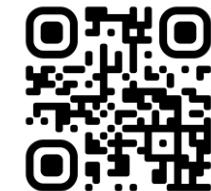
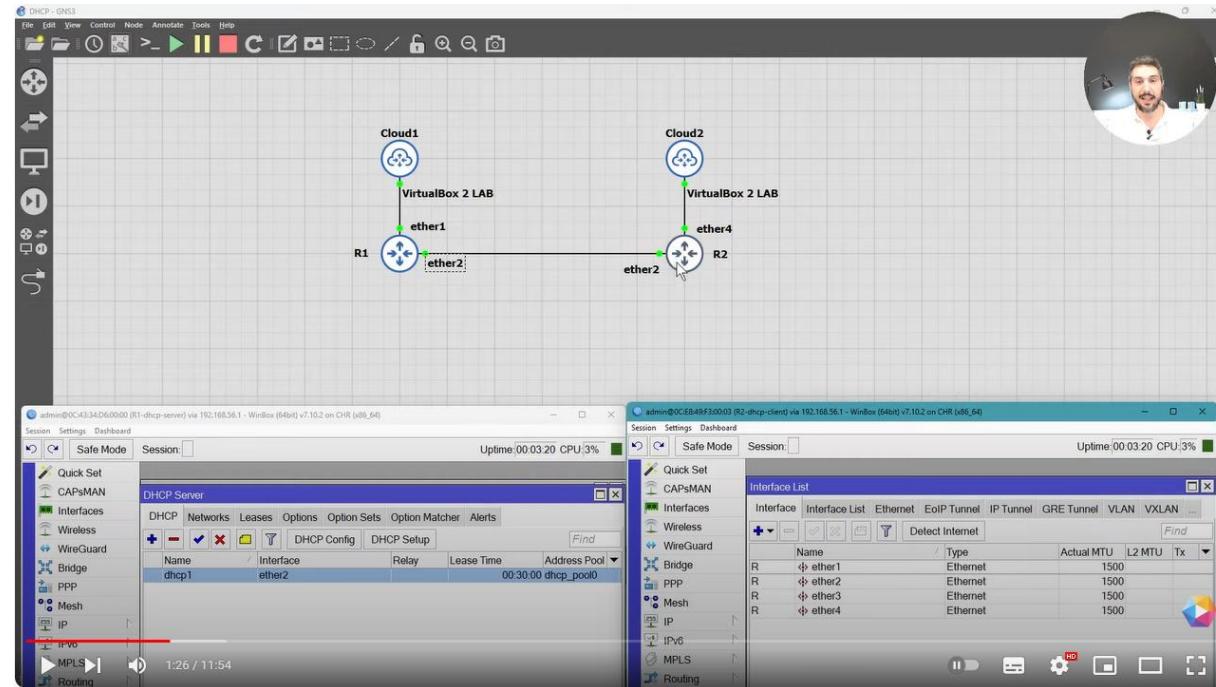
Processo DORA

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0xa647a8d5
2	0.124339	0c:43:34:d6:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.254? Tell 10.0.0.1
3	0.143220	0c:43:34:d6:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.254? Tell 10.0.0.1
4	0.706121	10.0.0.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0xa647a8d5
5	0.713343	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Request - Transaction ID 0xa647a8d5
6	0.719172	10.0.0.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP ACK - Transaction ID 0xa647a8d5
7	1.154109	0c:43:34:d6:00:01	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.254? Tell 10.0.0.1
8	1.158082	0c:e8:49:f3:00:01	0c:43:34:d6:00:01	ARP	60	10.0.0.254 is at 0c:e8:49:f3:00:01
9	1.160174	10.0.0.1	10.0.0.254	ICMP	70	Echo (ping) request id=0x8f00, seq=256/1, ttl=255 (reply in 10)
10	1.167525	10.0.0.254	10.0.0.1	ICMP	70	Echo (ping) reply id=0x8f00, seq=256/1, ttl=64 (request in 9)
11	6.191890	0c:e8:49:f3:00:01	0c:43:34:d6:00:01	ARP	60	Who has 10.0.0.1? Tell 10.0.0.254
12	6.193135	0c:43:34:d6:00:01	0c:e8:49:f3:00:01	ARP	60	10.0.0.1 is at 0c:43:34:d6:00:01

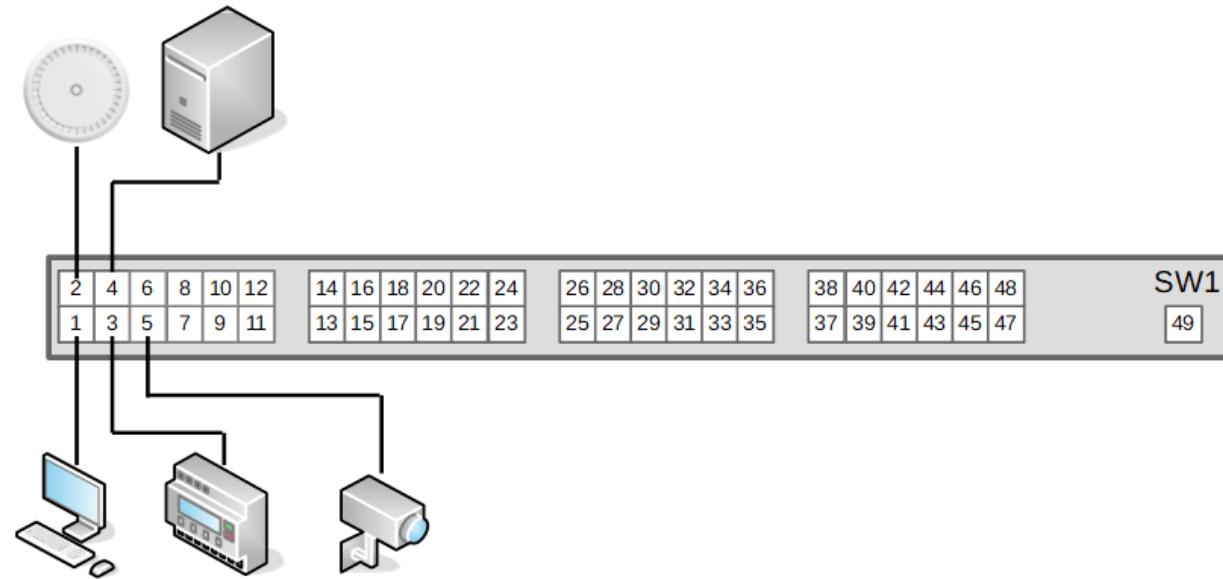


Approfondimento

Cerca su YouTube «Processo DORA»

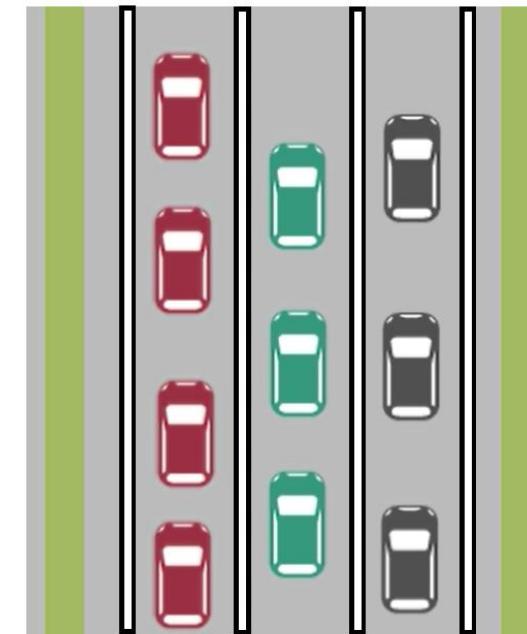
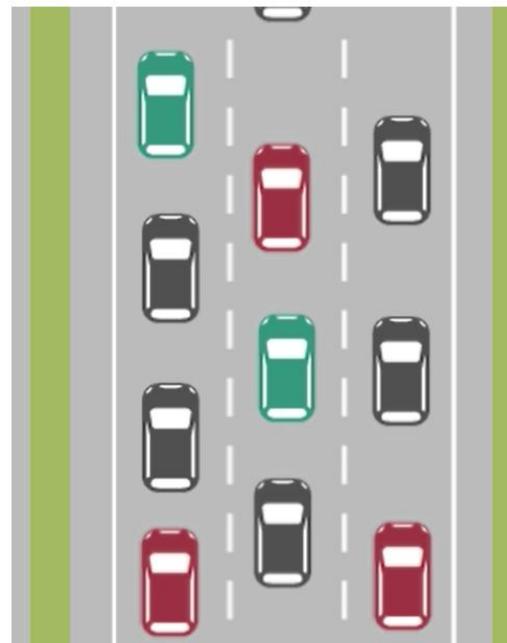


LAN

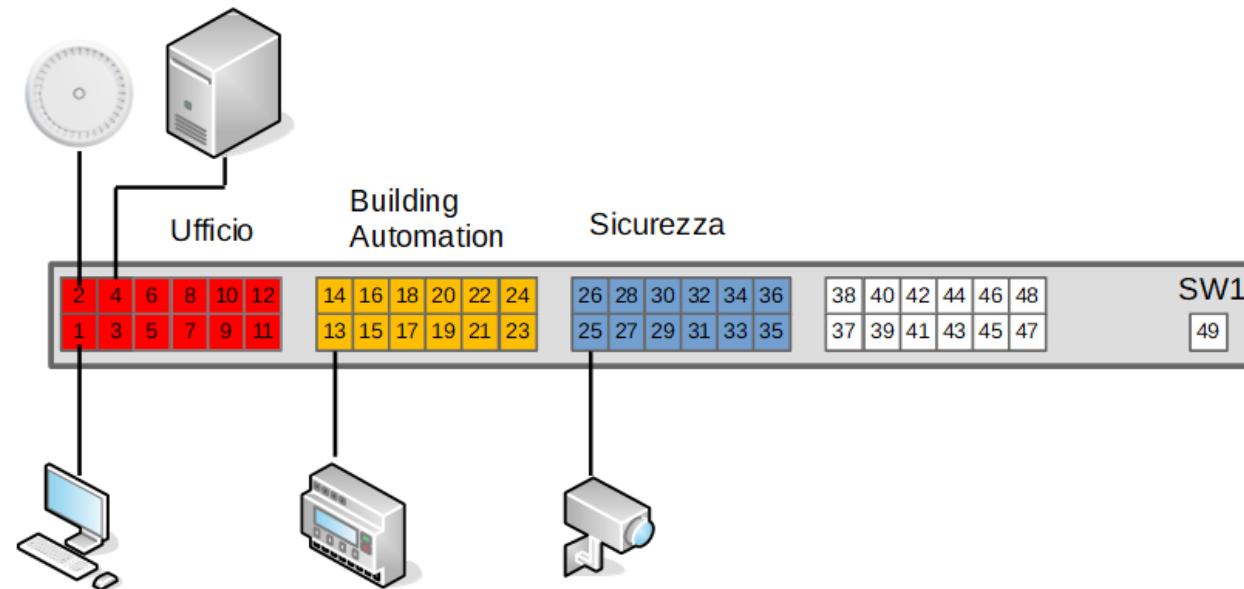


LAN vs VLAN

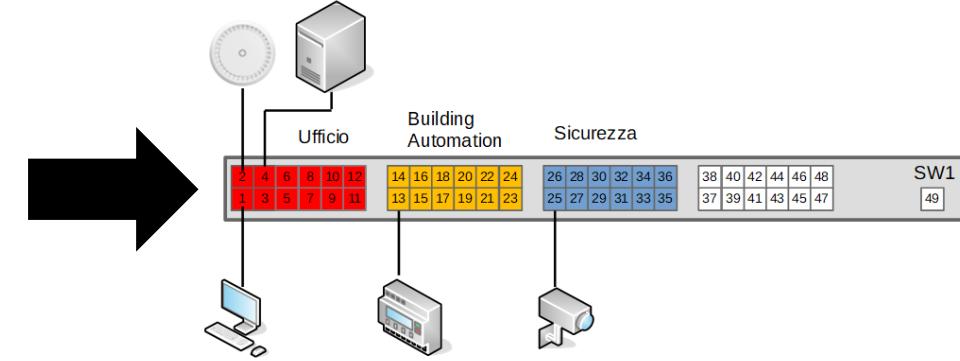
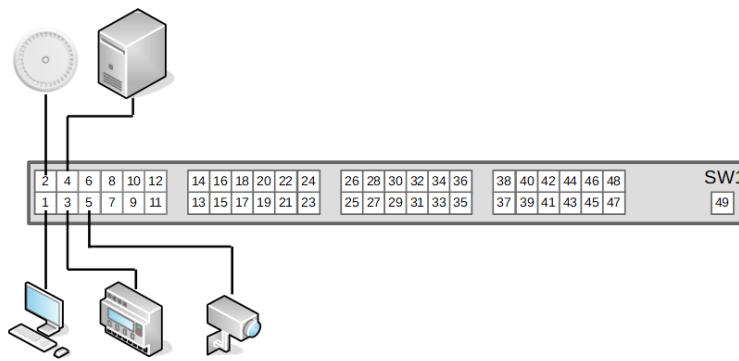
Dividiamo le corsie della nostra strada



VLAN



LAN → VLAN

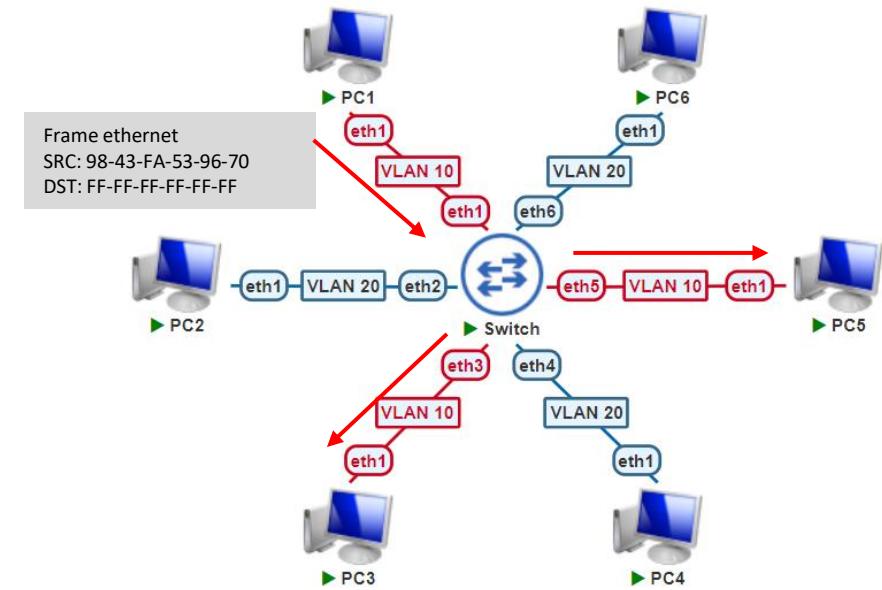


VLAN

Si definisce Virtual LAN (VLAN) un dominio di broadcast che è diviso e isolato a livello data link layer (layer2).

VLAN divide una LAN fisica in multipli domini di broadcast.

VLAN aggiunge un TAG al frame ethernet.

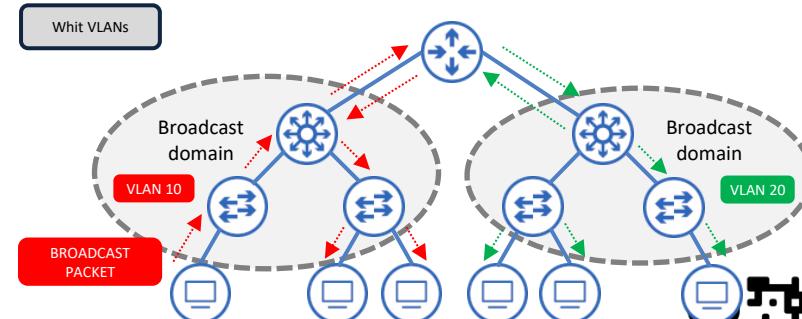
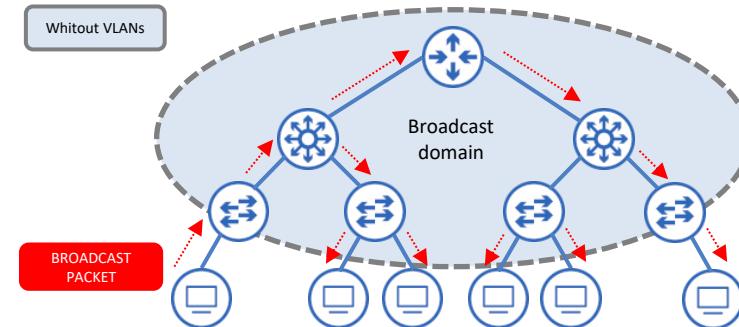


Benefici delle VLAN

1. Prestazioni

Confina il dominio di broadcast in una singola VLAN.

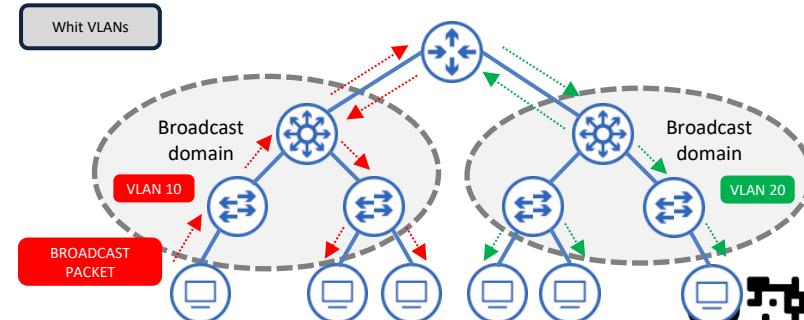
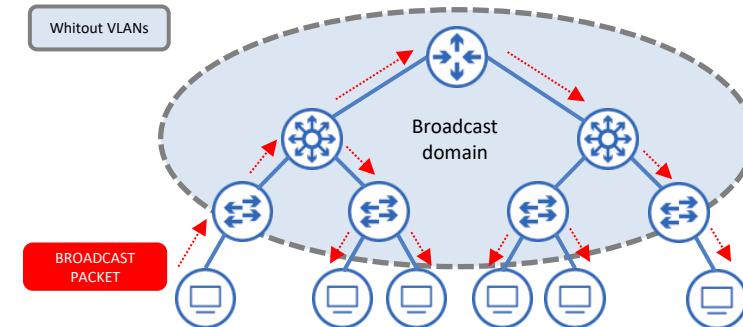
Questo conserva banda e migliora la capacità della rete.



Benefici delle VLAN

2. Affidabilità

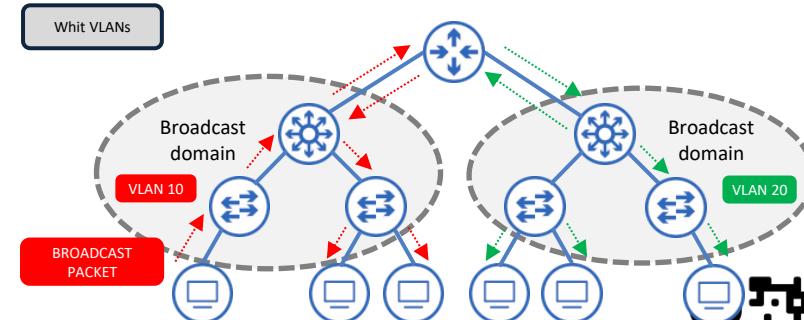
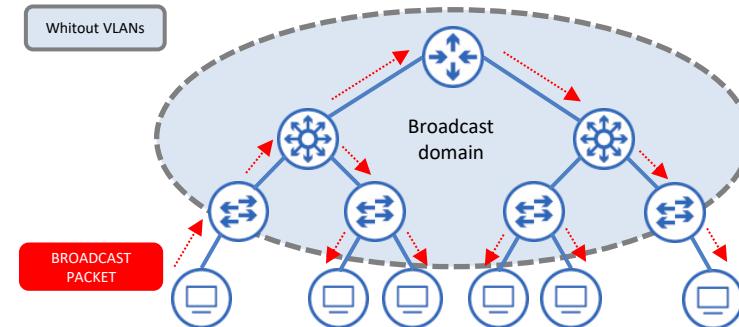
Un problema in una VLAN non si riflette sugli host di un'altra VLAN.



Benefici delle VLAN

3. Sicurezza

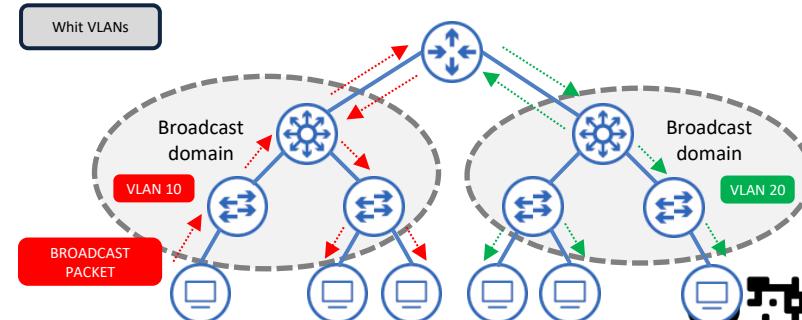
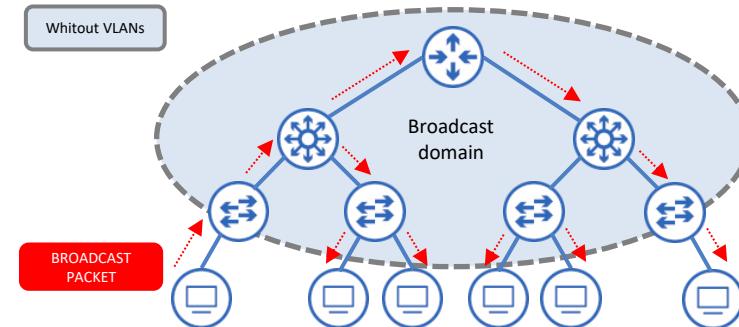
Un host in una specifica VLAN non può comunicare con un host di un'altra VLAN.



Benefici delle VLAN

4. Flessibilità

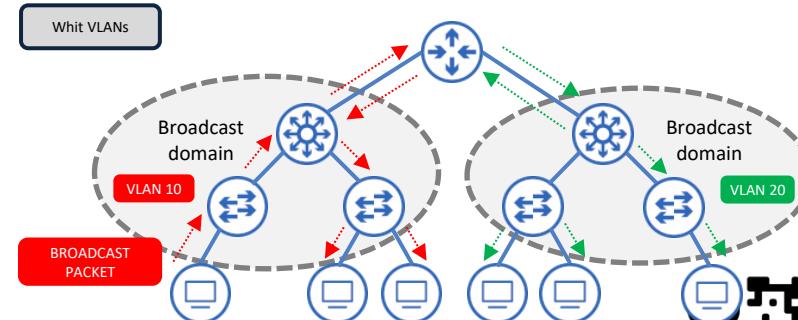
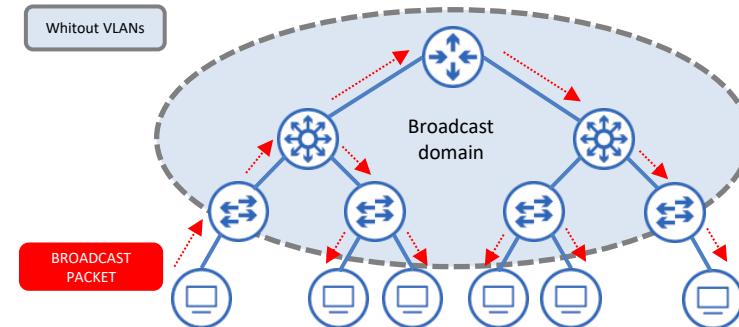
Permette a host posizionati geograficamente in posti diversi di comunicare tra loro in modo isolato senza utilizzare sprechi di switch.



Benefici delle VLAN

4. Flessibilità

Permette a host posizionati geograficamente in posti diversi di comunicare tra loro in modo isolato senza utilizzare sprechi di switch.



Standard IEEE 802.1Q

Aggiunge un VLAN TAG 4-byte al frame ethernet.

Permette agli switch di identificare a quale VLAN appartiene il frame ethernet.

Traditional Ethernet data frame

6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes
Destination address	Source address	Lenght/Type	Data	FCS

VLAN data frame

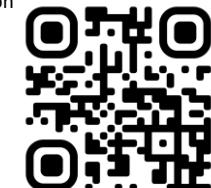
6 bytes	6 bytes	4 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes
Destination address	Source address	VLAN Tag	Lenght/Type	Data	FCS
<p>TPID PRI CFI/DEI VID</p> <p>2 bytes 3 bits 1 bit 12 bits</p>					

TPID: Tag Protocol IDentifier: 0x8100 (identify a 802.1Q frame type)

PRI: PRIority field used for Class of Service

CFI/DEI: indicate frames eligible to be dropped in the presence of congestion

VID: VLAN Identifier, specifying the VLAN to which the frame belongs.



Standard IEEE 802.1Q

Il numero di VLAN può essere:

Da 0 a 4095

(0 e 4095 sono valori riservati)

Possiamo usare 4094 VLAN ID

Traditional Ethernet data frame

6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes
Destination address	Source address	Lenght/ Type	Data	FCS

VLAN data frame

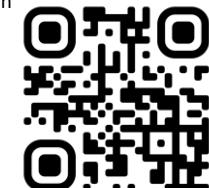
6 bytes	6 bytes	4 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes
Destination address	Source address	VLAN Tag	Lenght/ Type	Data	FCS
					
TPID		PRI	CFI/ DEI	VID	
2 bytes		3 bits	1 bit	12 bits	

TPID: Tag Protocol IDentifier: 0x8100 (identify a 802.1Q frame type)

PRI: PRIority field used for Class of Service

CFI/DEI: indicate frames eligible to be dropped in the presence of congestion

VID: VLAN Identifier, specifying the VLAN to which the frame belongs.

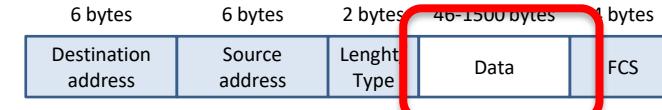


Protocollo IP

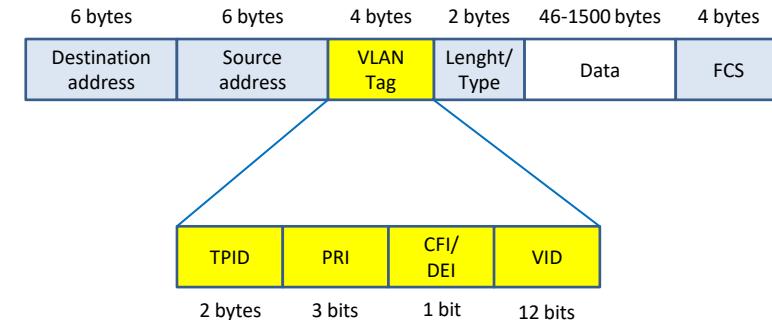
Il protocollo IP viene trasportato all'interno del payload del frame ethernet.

Tramite MAC address comunico solo con dispositivi locali.

Traditional Ethernet data frame



VLAN data frame

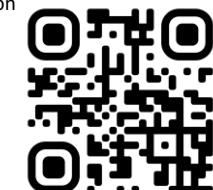


TPID: Tag Protocol IDentifier: 0x8100 (identify a 802.1Q frame type)

PRI: PRIority field used for Class of Service

CFI/DEI: indicate frames eligible to be dropped in the presence of congestion

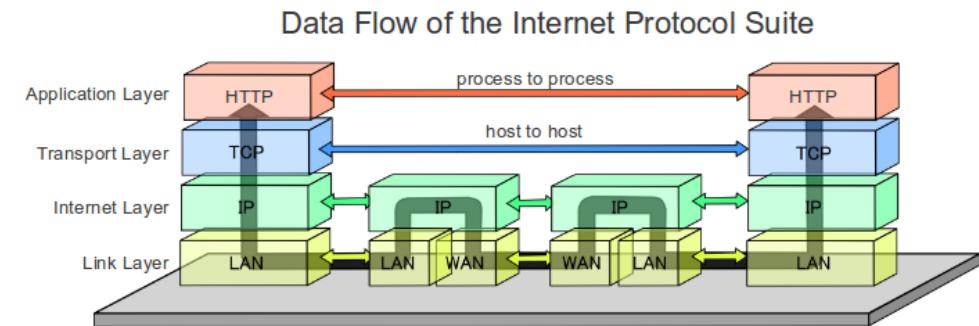
VID: VLAN Identifier, specifying the VLAN to which the frame belongs.



Protocollo IP

IP = Internet Protocol

Permette di comunicare con reti diverse rispetto a quella a cui apparteniamo



https://en.wikiversity.org/wiki/Web_Science/Part1:_Foundations_of_the_web/Internet_vs_World_Wide_Web/Summary_of_the_internet_architecture/script



Protocollo IP

Esistono due versioni del protocollo IP:

- IPv4 es: 192.168.0.1
- IPv6 es: 2001:db8:a1ba:c5::1



The screenshot shows a web-based management interface for a network device. The URL in the browser bar is `[fe80::280:f4ff:fee4:c479]/#settings/communication/ip`. The interface has a green header bar with tabs: MONITORAGGIO E CONTROLLO, DIAGNOSTICA, IMPORSTAZIONI, GENERALE, COMUNICAZIONE, GESTIONE UTENTE, ALLARMI, and DISPOSITIVI. A blue sidebar on the left lists: ETHERNET, CONFIGURAZIONE IP (selected), SERVIZI DI RETE IP, CONFIGURAZIONE DELLA RETE SENZA FILI, FILTRO MODBUS/TCP IP, PORTA MODBUS, and SERVIZIO E-MAIL. The main content area is divided into sections: IPV4 and IPV6. The IPV4 section shows automatic configuration via DHCP (selected) with IP 169.254.196.121, Subnet Mask 255.255.0.0, and Gateway predefinito 0.0.0.0. The IPV6 section shows the link-local address FE80::280:F4FF:FE4:C479 with the checkbox "Abilita" checked. The DNS section shows automatic DNS acquisition via DHCP/BOOTP. Buttons at the bottom include "Cambia obbligatorio", "Applica modifiche", and "Annulla modifiche". A red box highlights the URL in the browser bar and the IPV6 configuration section.

Non sicuro [fe80::280:f4ff:fee4:c479]/#settings/communication/ip

IPv6

ETHERNET

CONFIGURAZIONE IP

SERVIZI DI RETE IP

CONFIGURAZIONE DELLA RETE SENZA FILI

FILTRO MODBUS/TCP IP

PORTA MODBUS

SERVIZIO E-MAIL

IPV4

IPV6

DNS

Abilita

IPv6 Link-Indirizzo locale: FE80::280:F4FF:FE4:C479

Ottieni server DNS automaticamente tramite DHCP/BOOTP

Manuale

Server DNS primario: 172.16.0.1

Server DNS secondario:

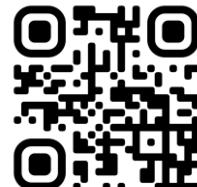


Perché abbiamo bisogno di IPv6

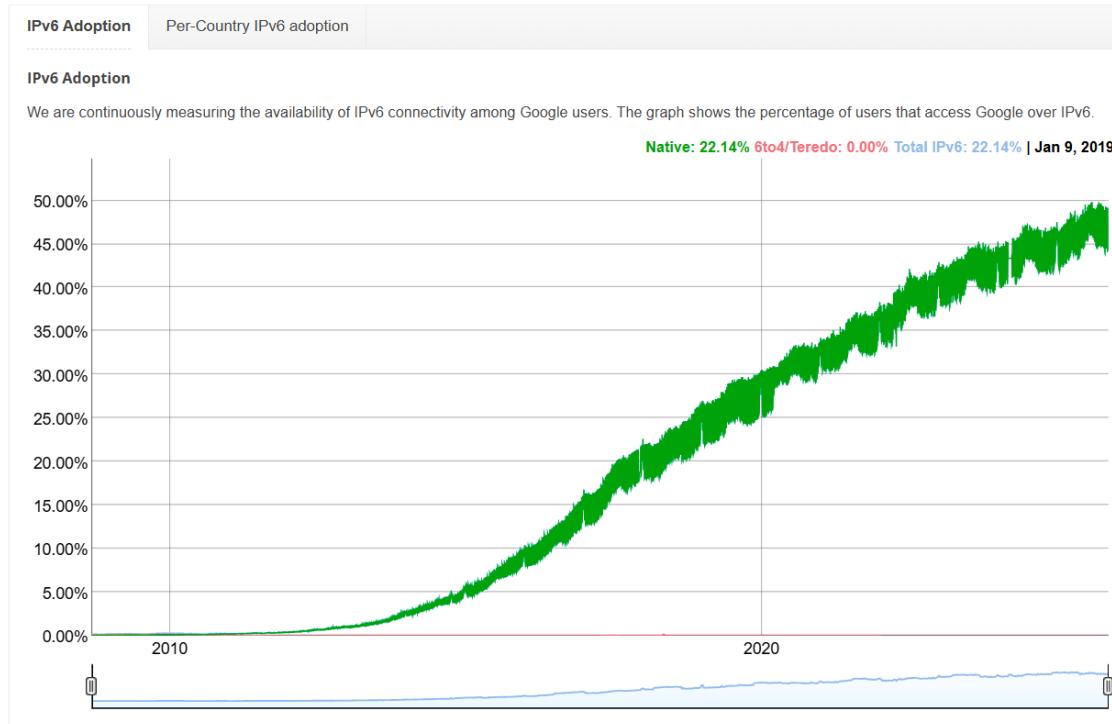
Gli indirizzi IPv4 sono esauriti!



IPv4 & IPv6 Statistics	
RIR v4 IPs Left	
Afrinic	1,235,786
Apnic	2,555,235
Arin	0
Lacnic	512
Ripe	0
v6 ASNs	
23% (13,993/58,955)	
v6 Ready TLDs	
98% (1,521/1,547)	
v6 Glues	
154,606	
v6 Domains	
10,375,538	+
0	days remaining IANA exhausted
HURRICANE ELECTRIC INTERNET SERVICES	



Il mondo sta andando verso IPv6 (Forse...)



Introduzione all'IPv6

«Grazie a IPv6 ci saranno più indirizzi nel ciberspazio di quanti sono i granelli di sabbia nelle spiagge del mondo» Viviane Reding

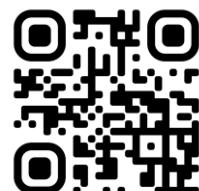
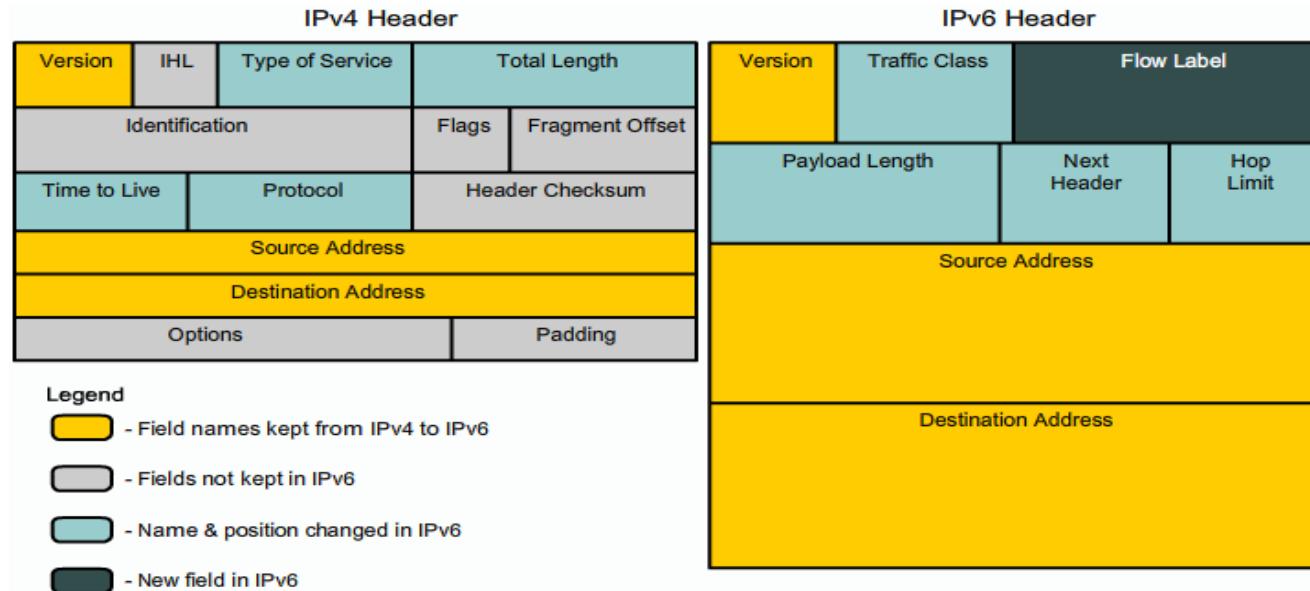


Introduzione all'IPv6

- Non solo... **IPv6 ha migliorato/corretto IPv4**
 - **IPSec** è insito nel protocollo IPv6
 - Struttura del **pacchetto semplificata** (benché più lunga) -> Più veloce da processare
- Premessa: **IPv6 al 90% funziona in modo analogo a IPv4... solo che ha l'indirizzo più lungo!**
- Per maggiori informazioni [IPv6 wikipedia page](#)



IPv6 vs IPv4



IPv6 vs IPv4

	IPv4	IPv6
Spazio indirizzamento	32 bits	128 bits
Indirizzi totali	2^{32}	2^{128}
Formato di indirizzo	192.0.2.1	2001:db8:3:4:5:6:7:8
Lunghezza header	20bytes	40bytes
Campi dell'header	14	8
IPsec	Opzionale	Obbligatorio (RFC6434)



...e IPv5???

- **Cos'è successo a IPv5?** Perché IPv6 ma non IPv5?
 - IPv5 ha iniziato la vita con un nome diverso: **Internet Stream Protocol** (o ST).
 - Creato per sperimentare lo streaming audio e video da Apple, NeXT e Sun

https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Stream_Protocol



Specificità di IPv6

- **NAT non è più necessario con IPv6**
 - Sono disponibili sufficienti indirizzi IPv6 per tutti!
 - **Tutti i vostri dispositivi di rete** (computer, cellulari, router, switch, etc.) **avranno uno o più indirizzi pubblici IPv6**
 - **ATTENZIONE: IL FIREWALL E' OBBLIGATORIO!**



Specificità di IPv6

- **IPv6 non utilizza ARP**
 - Sostituito da **Neighbor Discovery protocol** (ND) basato su **ICMPv6**
- **IPv6 non supporta la frammentazione di pacchetto**
 - L'host **mittente verifica la dimensione massima** di pacchetto utilizzabile verso il ricevente (**Path MTU discovery**)
 - IPv6 richiede una **dimensione minima di 1280 bytes** di MTU
 - I router *non* possono più frammentare



Specificità di IPv6

- **IPSec** (Internet Protocol Security) è integrato nativamente nello stack del protocollo IPv6
 - Realizza le cosiddette «**VPN**»
 - Sviluppato per IPv6 e **backported to IPv4**
 - **IPv6 deve** obbligatoriamente **supportare** IPSec (RFC6434)

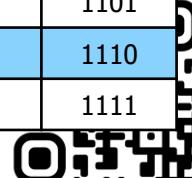


Struttura indirizzo

- L'indirizzo **IPv6** è:
 - Rappresentato in **formato esadecimale**
 - Costituito da **8 campi** di 16 bits/4 hex ciascuno e **divisi da «::»**
 - **E.g.**

2001:0db8:0be0:75a1:0000:0000:0000:0001

Hexadecimal	Decimal	Binary
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111



Struttura indirizzo

- 2001:0db8:0000:0000:0010:0000:0000:0001
- **Difficile da ricordare/scrivere...**
Ma esistono due regole per «accorciarlo»
 - Gli zeri a sinistra possono essere omessi
 - **E.g. 2001:db8:0:0:10:0:0:1**
 - Valori a 0 consecutivi possono essere sostituiti una volta con «::»
 - **E.g. 2001:db8:0:0:10::1 or 2001:db8::10:0:0:1**



Configurazione IPv6 di un dispositivo

- Gli indirizzi IPv6 possono essere assegnati in 3 modi differenti
 - **Statico**
 - **Stateless**
 - SLAAC (StateLess Address AutoConfiguration) + EUI64
 - Additional options with DHCPv6
 - **Statefull**
 - DHCPv6

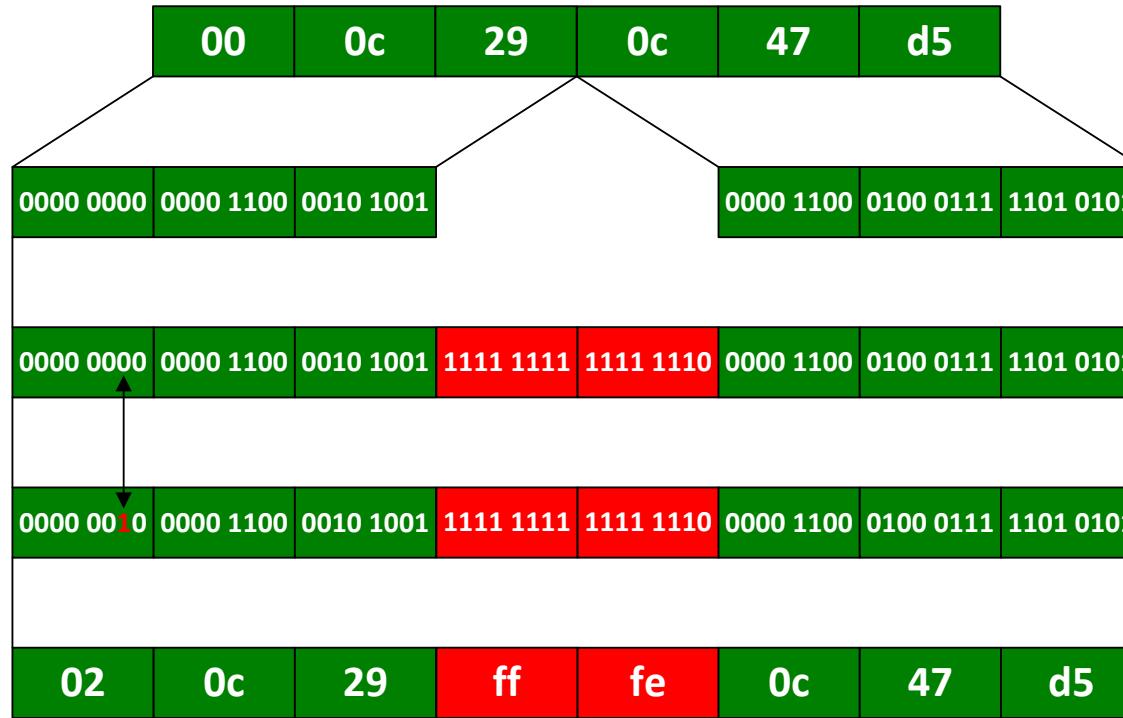


SLAAC e modified EUI-64

- La **dimensione** normalmente utilizzata in una rete **IPv6** è la **/64**
 - **64 bit** porzione **network**
 - **64 bit** porzione **host**
- La **porzione host** di 64 bit può essere **calcolata in automatico dal MAC address** dell'interfaccia
 - **EUI-64:** Extended Unique Identifier 64-bit
 - In **alcuni sistemi operativi** la porzione host viene **generata randomicamente** e non tramite EUI-64 per **sicurezza**



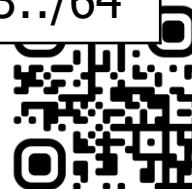
Modified EUI-64



Range e indirizzi speciali

Type	Range
Link local	fe80::/10
Global Unicast	2000::/3
Multicast	ff00::/8
Unique local	fc00::/8

Type	Range
Loopback	::1/128
Documentation	2001:db8::/32
6to4	2002::/16
Unspecified address	::/128
Teredo	2001::/32
Anycast	2001:db8:db1b:1e3::/64



Routing IPv6

- Il **routing IPv6** funziona in modo analogo ad IPv4
 - La dimensione del prefisso di destinazione può essere arbitraria.
Per reti SLAAC solo /64
 - La rotta di default può essere rappresentata nei seguenti modi

Type	IPv4	IPv6
Default gateway	0.0.0.0/0	0:0:0:0:0:0:0:0/0
		::/0
		2000::/3



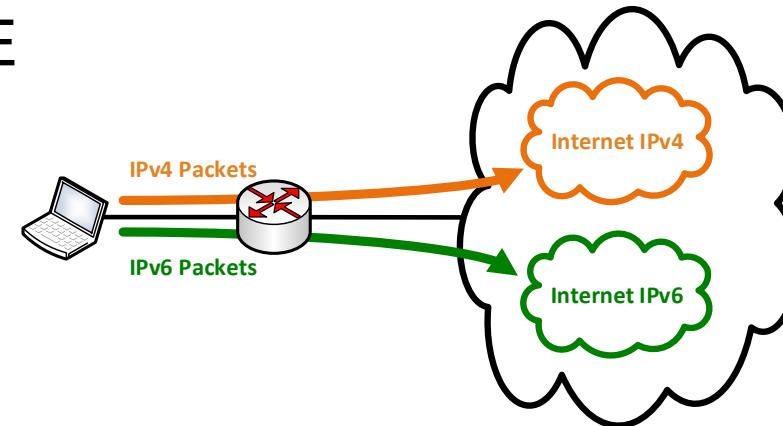
Meccanismi di transizione

- Le reti IPv4 e IPv6 non sono direttamente interoperabili
 - E' necessario utilizzare delle **tecnologie/meccanismi che facilitano la transizione** da IPv4 a IPv6
- Esistono **diversi meccanismi** di transizione, **più o meno supportati dai vari vendor** di apparati di rete
 - Dual stack
 - 6to4
 - 6[°]
 - Teredo
 - DS-lite
- Per maggiori informazioni [Transition mechanisms wikipedia page](#)



Dual Stack

- Utilizzo contemporaneo del protocollo IPv4 e IPv6 all'interno dello stesso dispositivo
 - Piena funzionalità dei due protocolli
 - Nessuna interazione tra IPv4 e IPv6
 - Il metodo più **affidabile/raccomandato**
 - Supportato dal RIPE



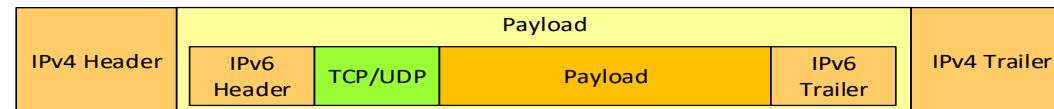
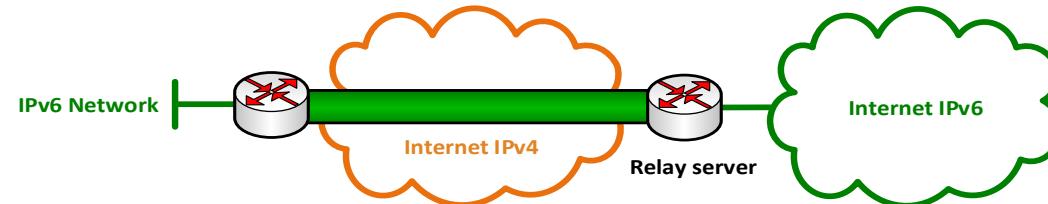
6to4

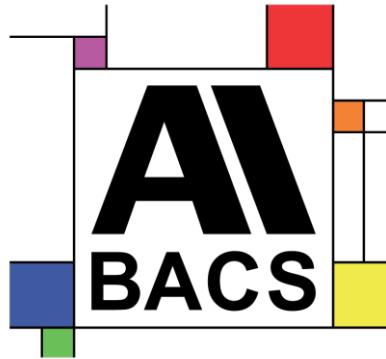
- **Incapsula i pacchetti IPv6 in un pacchetto IPv4**
 - Permette di **trasportare** pacchetti **IPv6 su reti IPv4**
 - Richiede **l'utilizzo di un 6to4 relay server** direttamente connesso ad una rete IPv6
 - [Hurricane Electric tunnel broker](#)
 - Chiamato anche **6in4**
 - **Da utilizzare come metodologia temporanea di migrazione**



6to4

- **Come funziona?**
 - I **pacchetti IPv6** vengono **inseriti in un pacchetto IPv4** come dati da trasportare
 - Il **pacchetto IPv4** viene **invia al relay server 6to4**
 - Il **relay server 6to4 decapsula** il pacchetto IPv6 e lo **invia sulla rete IPv6** direttamente connessa





ASSOCIAZIONE ITALIANA
BUILDING AUTOMATION
AND CONTROL SYSTEMS

GRAZIE!

marco@boschini.org



<https://www.linkedin.com/in/marco-boschini/>

