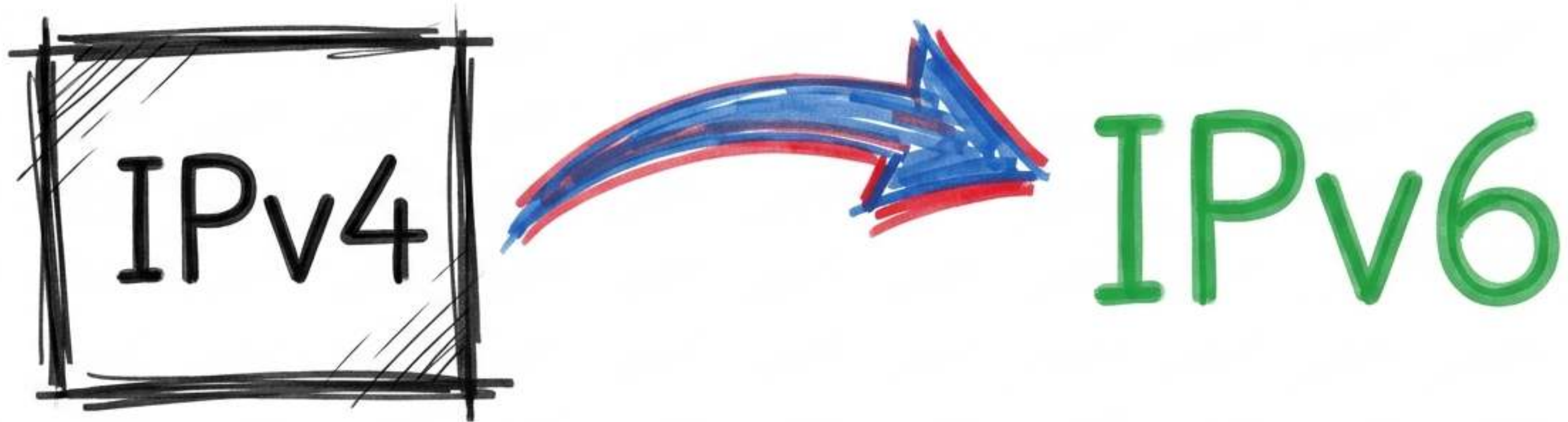


I limiti di IPv4 e la transizione a IPv6

Da una soluzione temporanea a un cambio di paradigma strutturale.

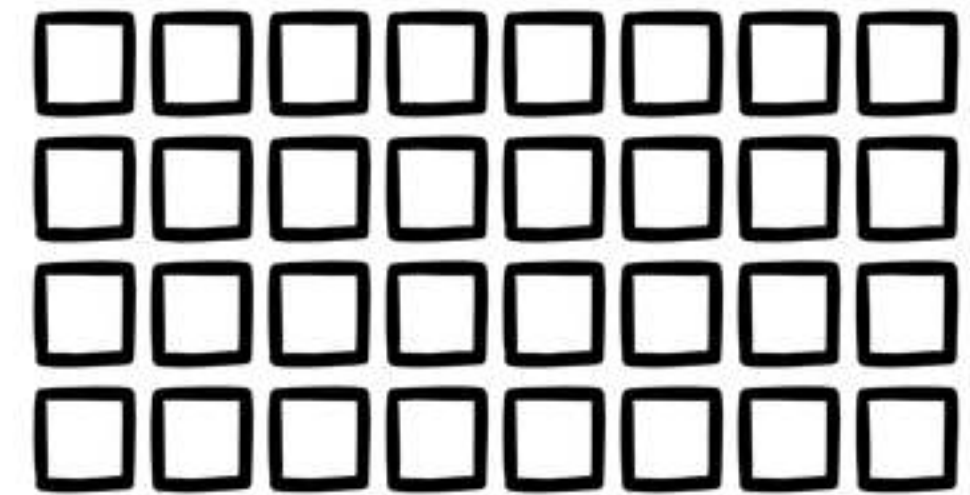


L'origine del protocollo IP



[Anni '80] + Uso accademico
PC costosi limitato =

Architettura a 32 bit

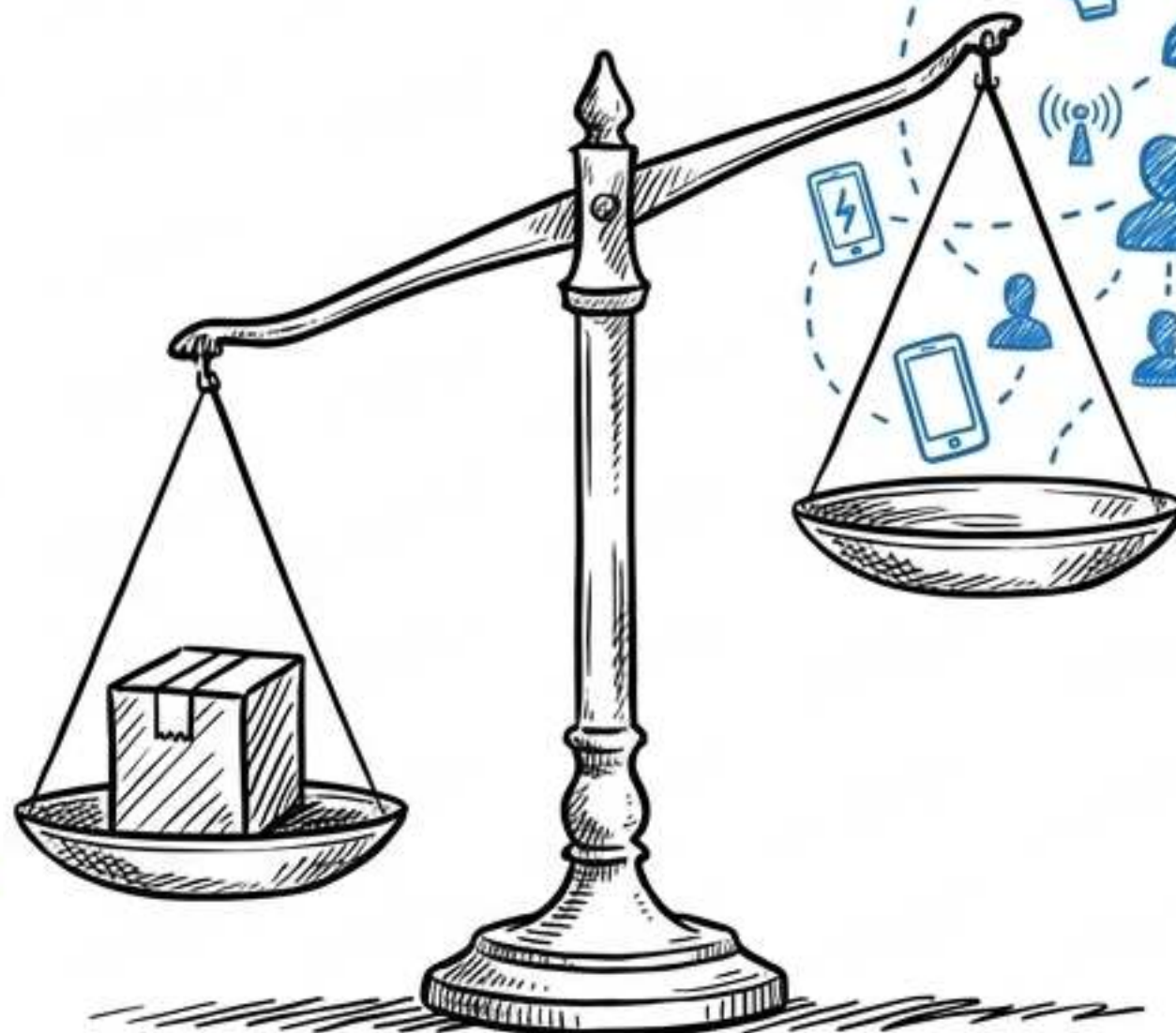


Progettato per l'affidabilità,
non per la scalabilità globale.

La matematica non mente

**Indirizzi Disponibili:
4,3 Miliardi (2^{32}).**

Un contenitore finito.



**Dispositivi Mondiali:
>8 Miliardi di persone
+ Smartphone
+ Internet of Things (IoT).**

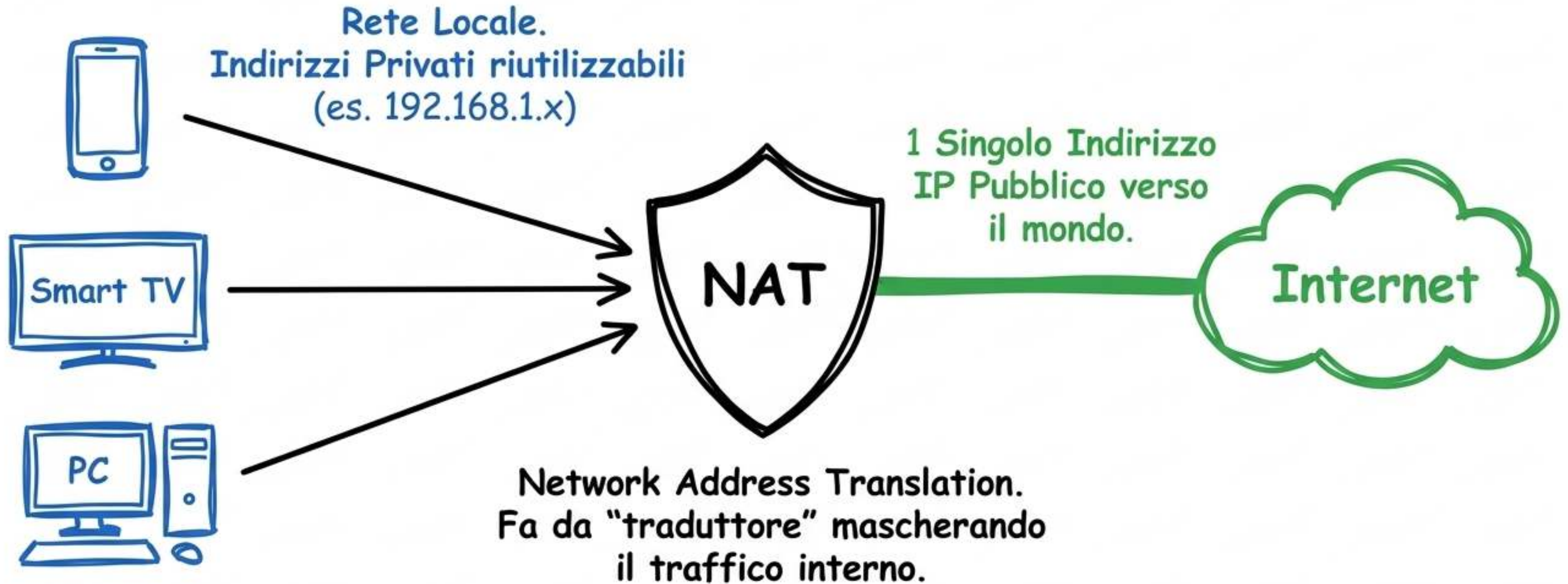
**Una domanda
incalcolabile.**

La domanda ha superato l'offerta.

L'esaurimento ufficiale



Il "Cerotto" Temporaneo: Il NAT



Il NAT ha salvato Internet, ma a un costo...

L'effetto collaterale del NAT

Rompe il principio fondante di Internet:
la connettività "End-to-End".

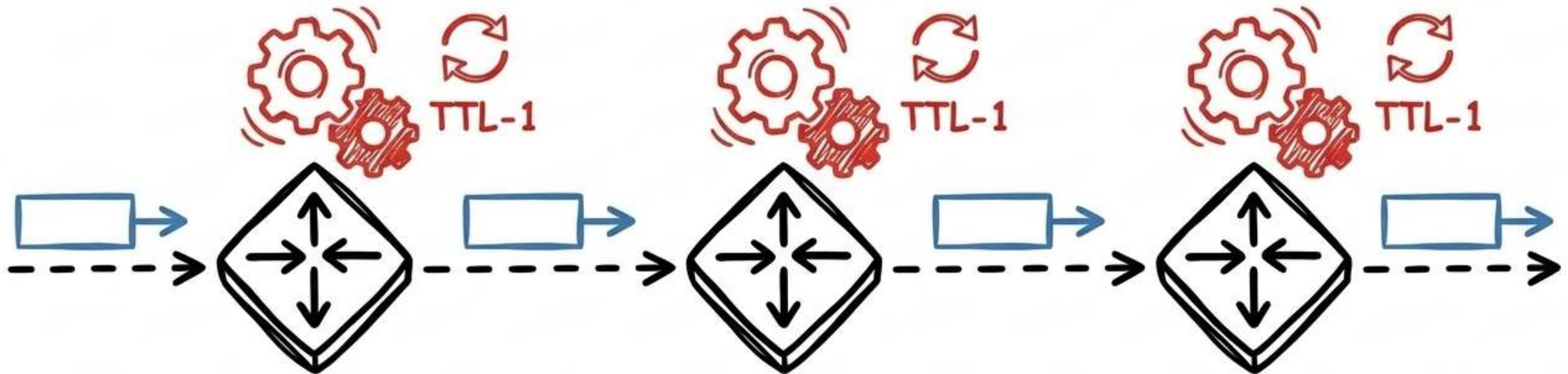
I dispositivi dietro due NAT
diversi non possono
comunicare direttamente
senza server intermedi.



Ostacola gravemente:

- Peer-to-Peer (P2P)
- Chiamate VoIP dirette
- Hosting di servizi personali

Difetto Nascosto 1: Il collo di bottiglia del Router



1. L'header di IPv4 è variabile.
2. Ad ogni salto (hop), il campo TTL (Time to Live) diminuisce.
3. Ricalcolo Checksum: Il router è costretto a ricalcolare matematicamente l'intestazione.

In reti da Terabit/s, questo continuo calcolo spreca potenza e crea colli di bottiglia.

Difetto Nascosto 2: Il "Rumore" del Broadcast

IPv4 si affida al traffico Broadcast (come il protocollo ARP) per trovare gli indirizzi MAC.

"Urla" a tutti i
dispositivi sulla rete.



Genera rumore di fondo inutile che satura la
banda e rallenta le comunicazioni locali.

Difetto Nascosto 3: Sicurezza Opzionale



- Nato negli anni '80 senza crittografia nativa.
- La sicurezza (IPsec) è stata aggiunta dopo, solo come opzione.
- I dati viaggiano "in chiaro" per impostazione predefinita.

Esponde le reti al rischio di intercettazioni e IP Spoofing (falsificazione del mittente).

La Soluzione IETF: Il Cambio di Paradigma

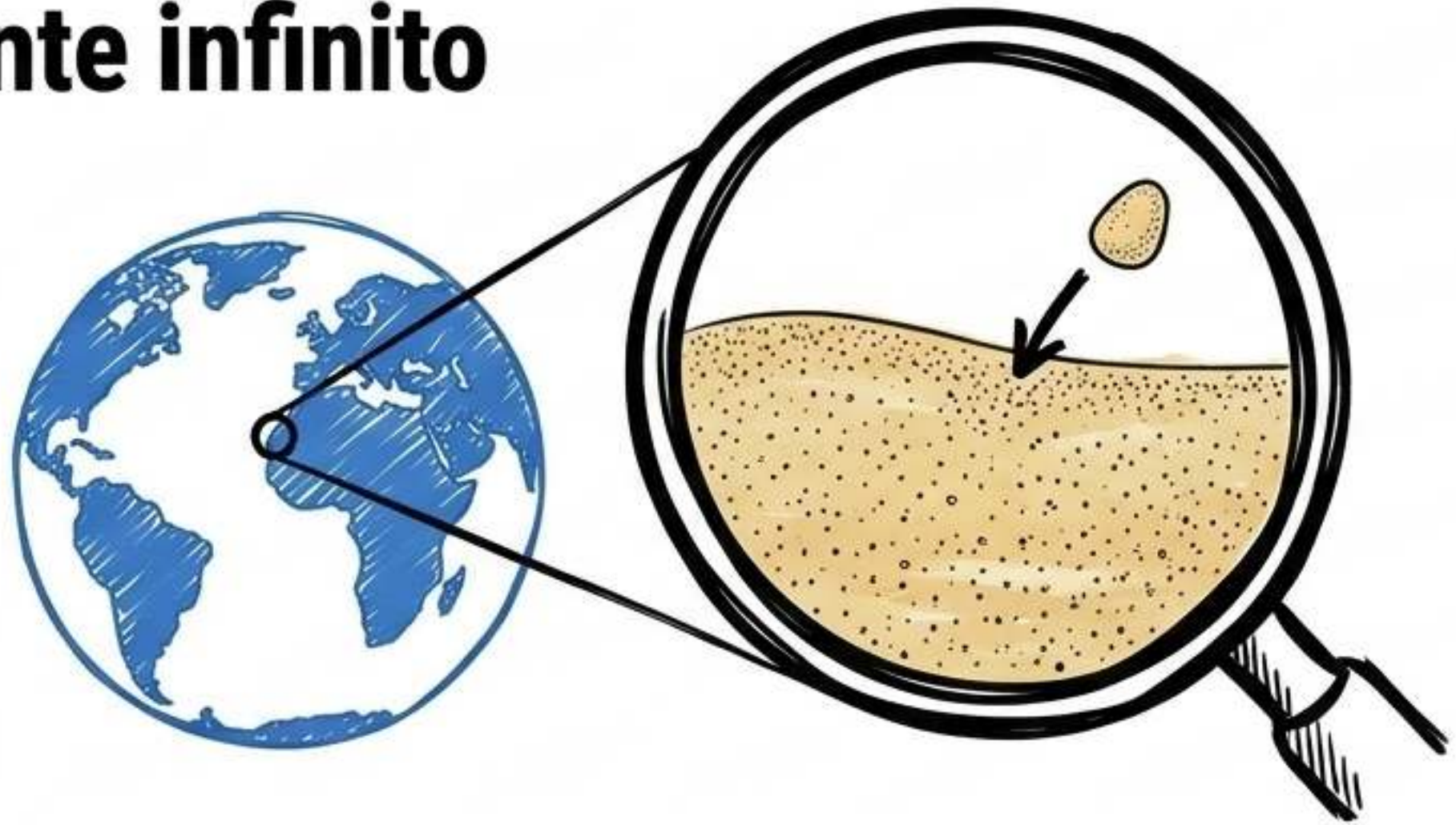


128-bit
(Il Paradigma IPv6)

32-bit
(Architettura IPv4)

IPv6 non è un semplice aggiornamento software. È la completa riscrittura delle fondamenta di Internet per supportare i prossimi 100 anni di connettività.

Uno spazio virtualmente infinito



340.000.000.000.10.000.000.01.000.000.000.000
(340 undecilioni)

128-bit significano abbastanza indirizzi IP pubblici da poterne assegnare uno a ogni singolo granello di sabbia sul pianeta Terra.

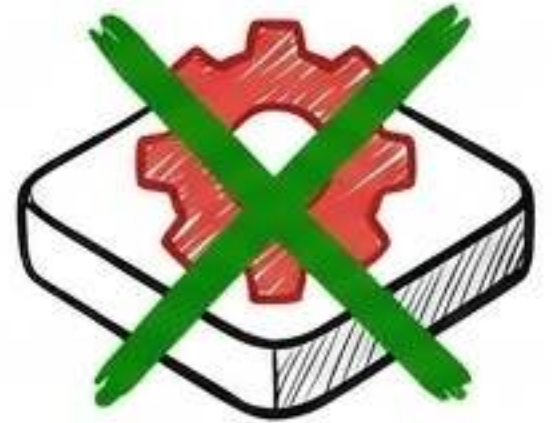
Efficienza strutturale di IPv6



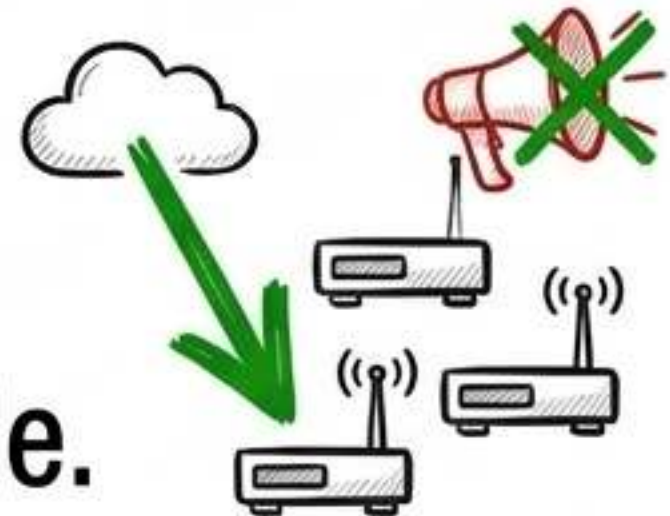
Header Fisso: Semplificato e prevedibile.



Nessun Checksum di Rete: Il controllo errori è delegato ai livelli superiori (es. TCP), eliminando il collo di bottiglia sui router.

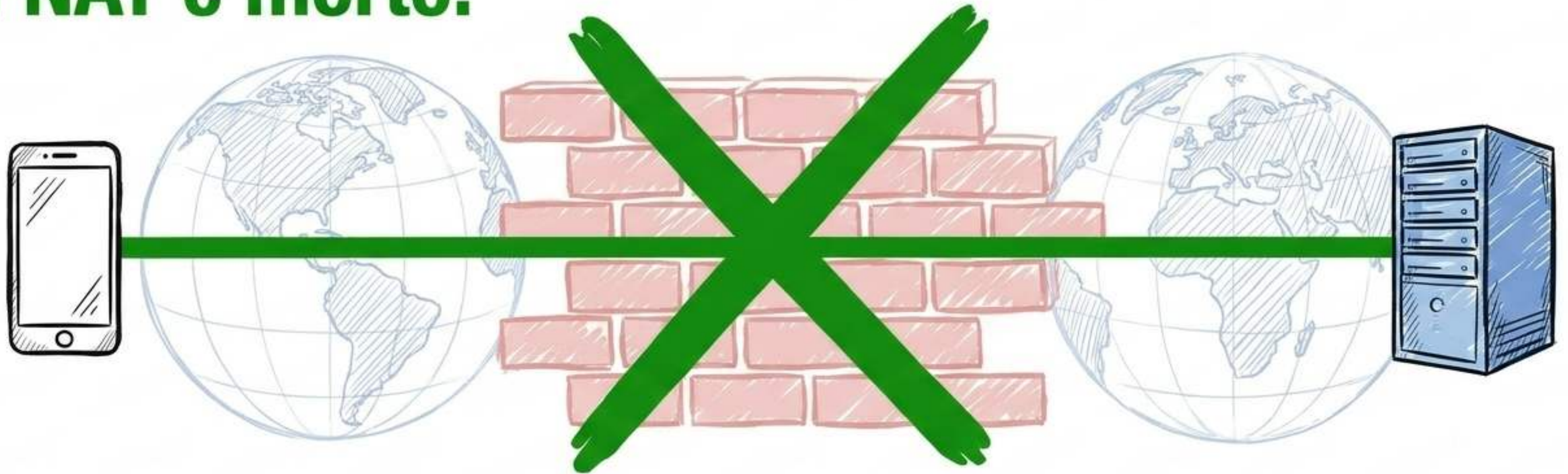


Multicast Mirato: Il rumoroso “Broadcast” è abolito. I pacchetti vengono inviati solo ai dispositivi interessati, liberando la banda locale.



Il ritorno all'End-to-End

Il NAT è morto.



Con indirizzi infiniti, ogni singolo dispositivo ottiene un IP pubblico univoco.

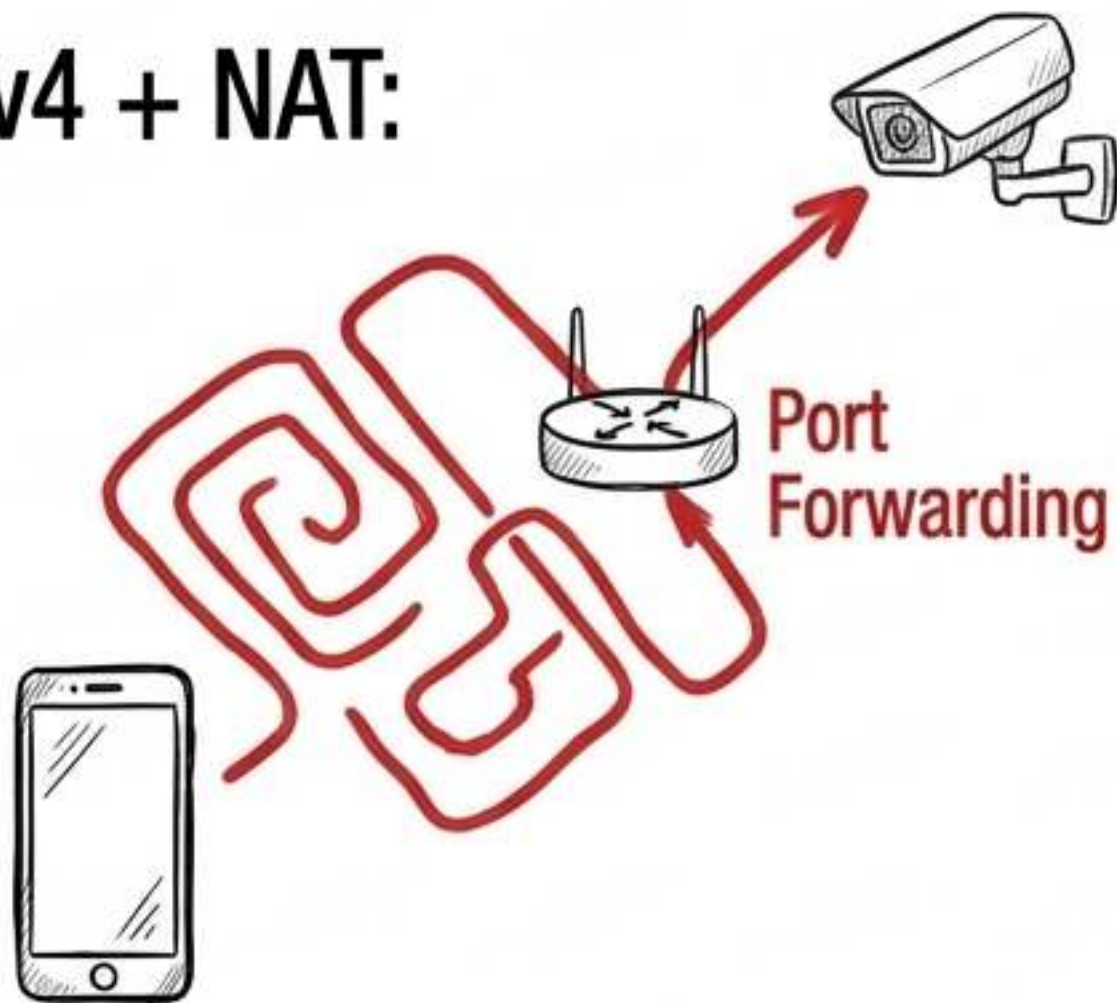
La connettività diretta, da estremo a estremo, è finalmente ripristinata.
Applicazioni P2P e IoT comunicano senza barriere.

Matrice di Confronto

	IPv4	IPv6
Spazio	32-bit (4,3 Miliardi)	128-bit (340 Undecilioni)
Header	Variabile (Complesso)	Fisso (Snello)
Gestione Errori	Checksum ad ogni router	Delegato (Routing molto più veloce)
Traffico Locale	Broadcast (Satura la rete)	Multicast (Comunicazione mirata)
Architettura	Spezzata dal NAT	End-to-End pura
Sicurezza	Aggiuntiva / Opzionale (IPsec)	Integrabile nativamente

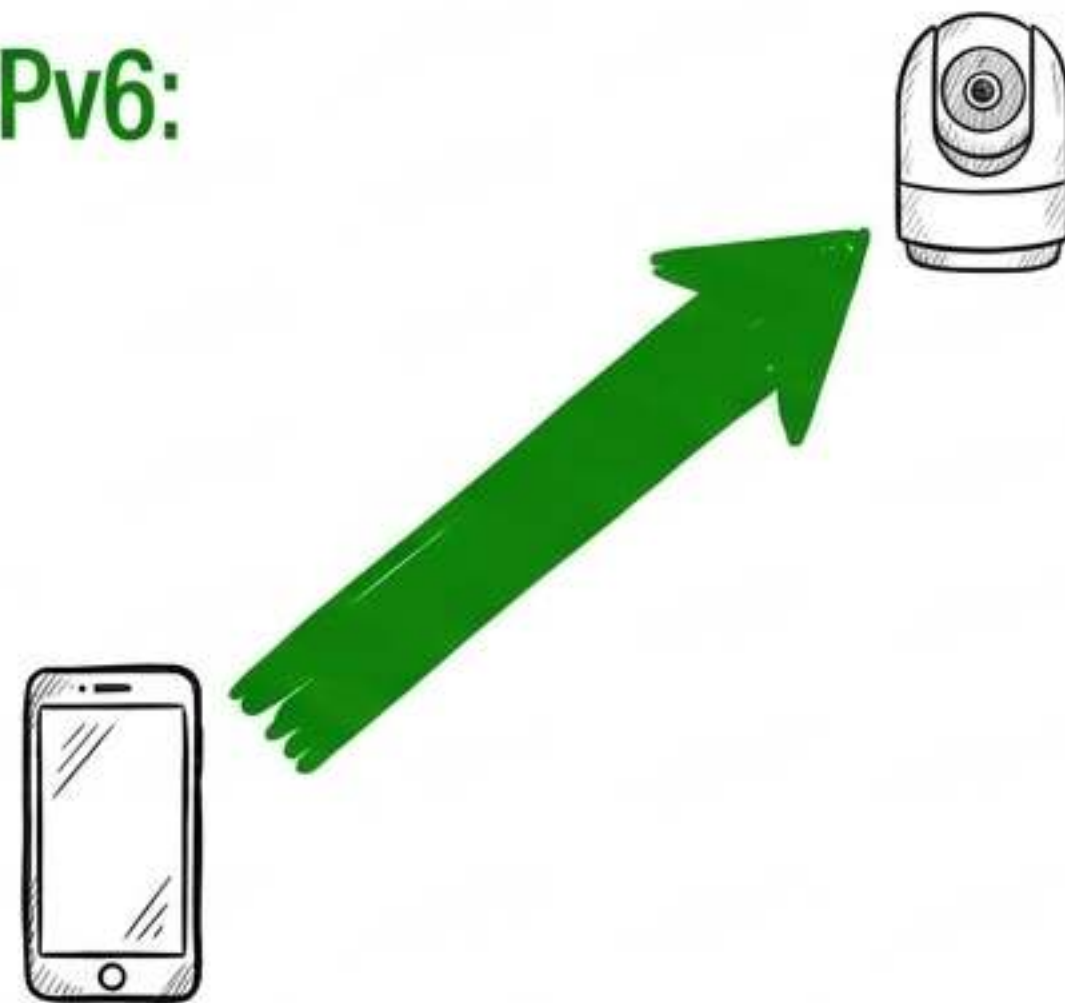
Sintesi Reale: La Videocamera di Sicurezza

Con IPv4 + NAT:



Richiede configurazioni complesse sul router per raggiungere l'IP privato (es. 192.168.1.50) dall'estero.

Con IPv6:



Accesso immediato e diretto all'IP pubblico univoco della videocamera.

IPv6 non è un aggiornamento, è l'infrastruttura fondamentale per il futuro dell'IoT.