

RIPE NCC

Report nazionali su Internet: Europa mediterranea

Giugno 2021



Introduzione

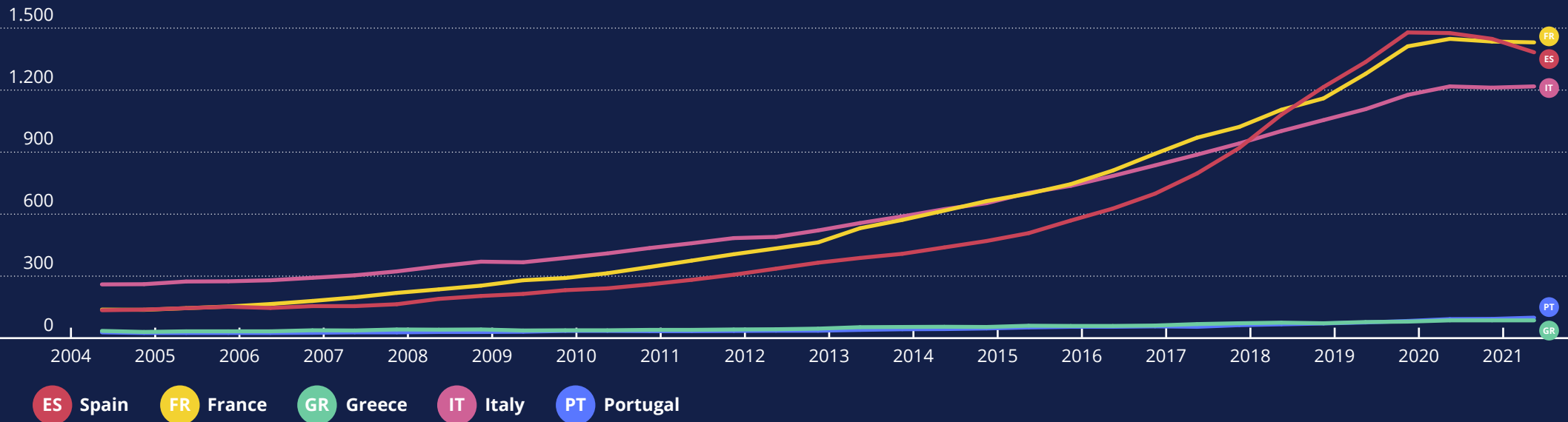
Internet è una rete globale costituita da reti, ma nonostante questo, ogni paese ha un rapporto differente. La presente relazione fornisce una panoramica sullo stato attuale di Internet nell'Europa mediterranea. Offriamo un'analisi del panorama di mercato della regione e dello stato del suo sviluppo, un esame del routing di Internet all'interno della regione, diamo un'occhiata ravvicinata al suo accesso al sistema DNS (domain name system) globale e indaghiamo sulle sue connessioni con l'Internet globale. Quest'analisi si basa su ciò che possiamo osservare dagli strumenti di misurazione di RIPE NCC, nonché da alcune fonti di dati esterne.

Puntiamo i riflettori su cinque paesi appartenenti alla regione del servizio di RIPE NCC: Portogallo, Spagna, Francia, Italia e Grecia e presentiamo un'analisi completa dello sviluppo di Internet nella regione e della crescita futura potenziale al fine di contribuire alla discussione, fornire approfondimenti tecnici e agevolare lo scambio di informazioni e procedure ottimizzate riguardanti gli sviluppi relativi a Internet in questa parte del mondo. (Si osservi che sono esclusi i paesi lungo la costa orientale del Mare Adriatico, in quanto trattati nel RIPE NCC Southeast Europe Country Report del 2020.) Si tratta della settima relazione di questo genere che il RIPE NCC ha prodotto come parte dell'impegno costante volto a supportare lo sviluppo di Internet in tutta la nostra regione di servizio, rendendo disponibili alle comunità tecniche locali e ai responsabili decisionali dati e conoscenze in nostro possesso.

Punti salienti

- t I cinque paesi sopracitati mostrano tutti un livello elevato di sviluppo di Internet, una concorrenza di mercato sana e un'infrastruttura Internet solida e resiliente.
- t Nonostante in queste aree la carenza di IPv4 sia un problema di minore entità rispetto ad altre parti del mondo, è comunque necessaria un'ulteriore diffusione di indirizzi IPv6 per raggiungere gli obiettivi di connettività a livello UE, nonché la crescita futura.
- t Il livello di implementazione IPv6 varia notevolmente in queste aree, con diversi paesi in prima linea mentre altri notevolmente arretrati.
- t In generale, il routing nei cinque paesi è relativamente ottimizzato, sebbene esista una serie di anomalie sufficientemente significative da influenzare i tempi di risposta.
- t I cinque paesi hanno svariati collegamenti verso il resto di Internet

Figura 1:
Numero di registri Internet locali nel tempo



Il mercato dell'Europa mediterranea e le opportunità di crescita

Il panorama del mercato

I paesi inclusi in questa relazione abbracciano un ampio ventaglio di dimensioni geografiche, popolazioni e PIL. Di conseguenza, anche i loro panorami Internet differiscono l'uno dall'altro. Tuttavia, facendo parte dell'Unione europea (UE), i cinque paesi hanno alcuni obiettivi TIC condivisi, quali quelli della banda larga 2025,¹ e, in larga misura, condividono un quadro normativo comune, essendo parte del mercato interno UE.

Tutti e cinque i paesi hanno una lunga storia di crescita e sviluppo di Internet e sebbene i provider consolidati

mantengano una vasta impronta, i mercati si sono evoluti verso una sufficiente apertura e competitività, fornendo un buon livello di scelta per imprese e consumatori. Questi paesi beneficiano di infrastrutture robuste e di alti tassi di penetrazione di Internet. Alcuni dei provider di questa regione sono attori globali, come il gruppo francese Orange, che ha una presenza significativa in Europa, Medio Oriente e Africa. Al momento della stesura della relazione, quattro dei cinque paesi hanno lanciato reti 5G, ad eccezione del Portogallo.²

Numero di provider e altre organizzazioni che gestiscono reti proprie

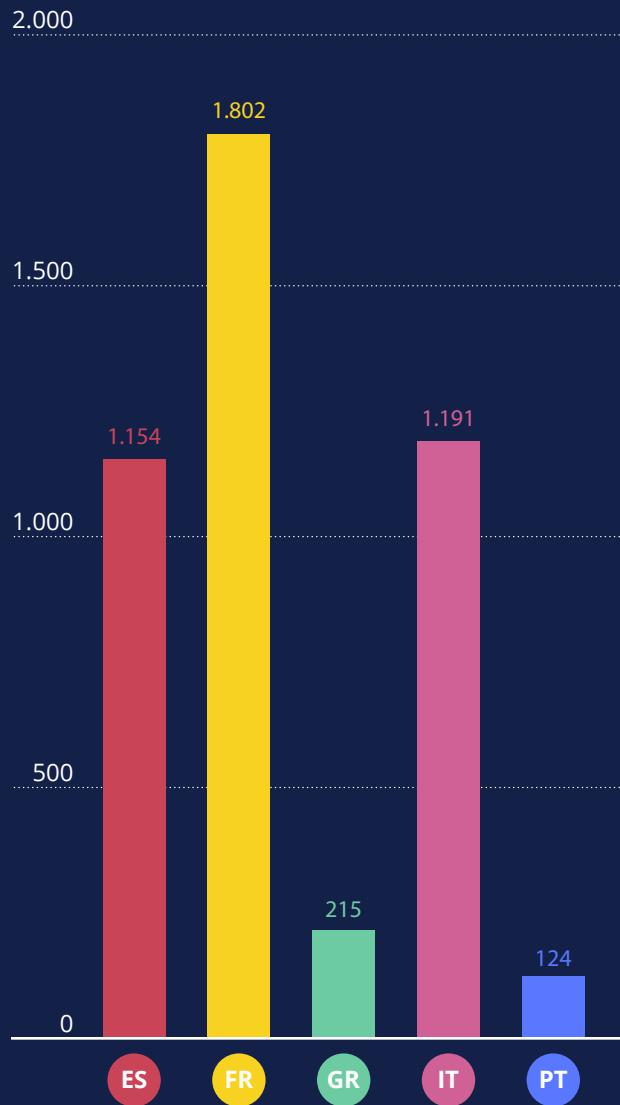
In qualità di Registro Internet regionale per l'Europa mediterranea, il RIPE NCC può seguire lo sviluppo di Internet locale nel tempo attraverso la crescita del numero di membri del RIPE NCC e dei registri Internet locali (LIR). Sebbene nella

Figura 1 si noti come la crescita nei tre paesi più grandi, Spagna, Francia e Italia, sia più evidente (e indubbiamente maggiore), le differenze non sono così evidenti se si osserva la crescita percentuale (invece dei numeri assoluti) in Grecia e Portogallo, che mostrano comunque un aumento significativo del numero di LIR.

È interessante notare come il numero di LIR in Spagna, dopo il boom nel periodo 2016-2020, abbia in realtà cominciato a calare dopo il 2020. Anche così, il numero è pari a quello di Francia e Italia, sebbene la popolazione spagnola sia significativamente minore di quella di questi due paesi. In generale, un numero più elevato di reti è spesso segnale di un mercato più diversificato, con un numero maggiore di provider di servizi che gestiscono reti proprie, tuttavia, non è sempre questo il caso.

¹ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-strategy-policy>
² Osservatorio europeo sul 5G

**Figura 2:
Numero di reti**



Membri RIPE NCC e registri Internet locali (LIR)

Tra i membri di RIPE NCC si contano provider di servizi Internet, provider di hosting di contenuti, agenzie governative, istituzioni accademiche e altre organizzazioni che gestiscono reti proprie nella regione di servizio di RIPE NCC in Europa, Medio Oriente e Asia centrale. Il RIPE NCC distribuisce lo spazio degli indirizzi Internet a tali membri, che possono successivamente assegnare indirizzi IP ai propri utenti finali. È possibile per i membri aprire più di un account, chiamato Local Internet Registry (LIR).

Per parecchio tempo, la maggioranza dei membri del RIPE NCC era costituita da provider di servizi e accesso a Internet di grandi dimensioni. Più di recente, tuttavia, si è assistito a un incremento significativo di altri tipi di organizzazioni che richiedono indirizzi IP per gestire le proprie reti, tra cui provider di hosting, agenzie governative, università, imprese e così via. Ciò ha consentito a più organizzazioni di esercitare un maggiore controllo sulle proprie risorse di indirizzi Internet e modalità di instradamento del traffico. Di conseguenza, un aumento del numero di LIR non si traduce necessariamente in un aumento del numero di provider di accesso a Internet.

Inoltre, è possibile che la stessa organizzazione detenga più account LIR. Questa prassi è diventata una tendenza significativa dopo il 2012, quando la quantità di spazio di indirizzi IPv4 da allocare era limitata poiché il pool di indirizzi IPv4 rimanente si era fatto sempre più piccolo (come spiegato in maggior dettaglio nella sezione IPv4 seguente). Di sicuro, vediamo ciò accadere nell'Europa mediterranea, in particolare in Spagna, dove 175 LIR hanno chiuso tra l'inizio del 2020 e il momento di stesura della presente relazione, 93 dei quali erano "account aggiuntivi" (quelli appartenenti a membri con più di un account ciascuno). Nello stesso periodo, in Spagna sono stati aperti solo 81 nuovi LIR, determinando un trend decrescente in termini di crescita complessiva. In totale, la Spagna ha 242 account

LIR "aggiuntivi", la Francia 168, l'Italia 77, il Portogallo 16 e la Grecia 5.

Crescita e diversità della rete

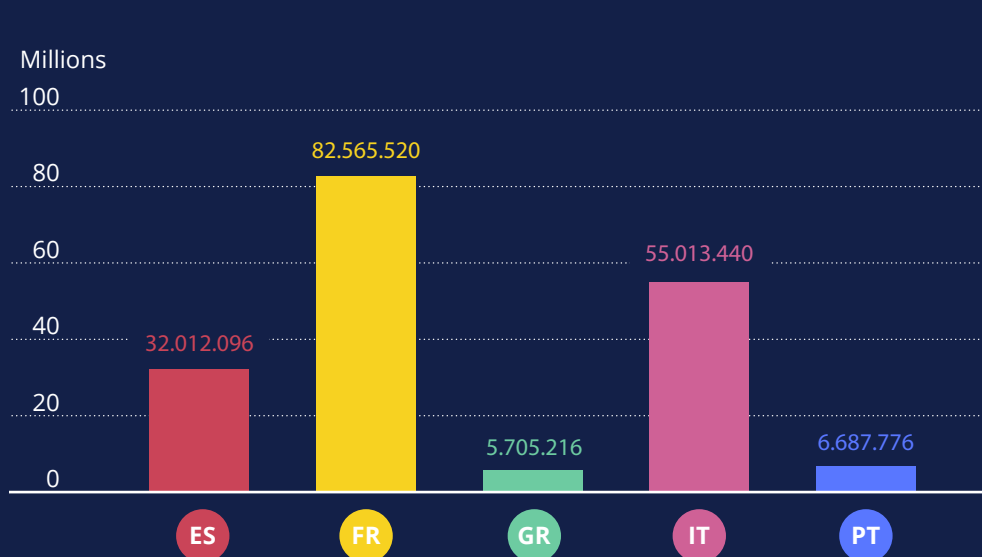
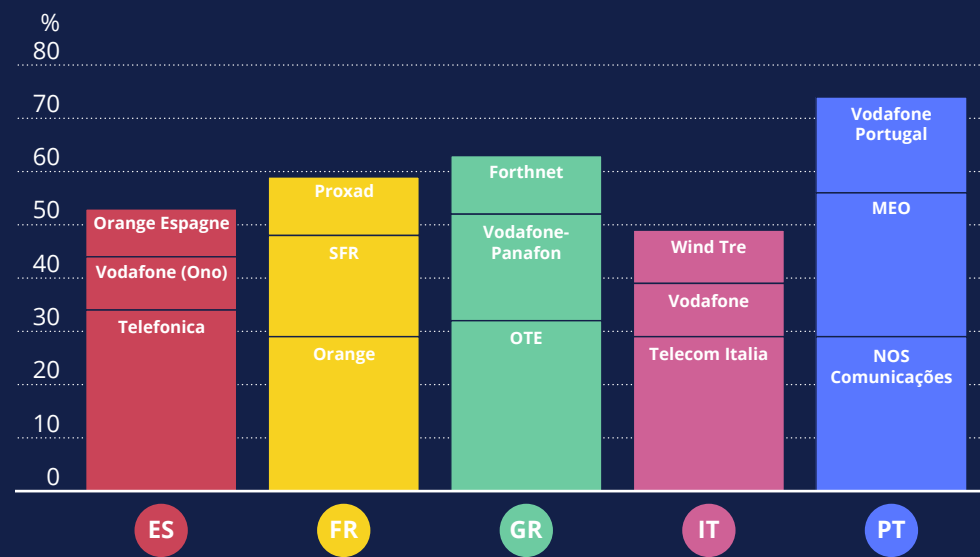
In generale, a un numero maggiore di Registri Internet locali corrisponde un numero maggiore di reti gestite in modo indipendente, denominate Autonomous Systems (Sistemi autonomi), ciascuna delle quali è rappresentata da un numero ASN (Autonomous System Number). (Un sistema autonomo è un gruppo di reti IP gestite secondo un'unica politica di routing chiaramente definita. Attualmente esistono circa 70.000 ASN attivi su Internet).

Il numero di reti in un determinato paese è un'indicazione della maturità del mercato. Maggiore è la diversificazione, maggiori sono le opportunità di interconnessione tra le reti, che aumenta la resilienza.

Il RIPE NCC è responsabile dell'assegnazione degli ASN nella propria regione. Ciò ci fornisce una visione unica della distribuzione e implementazione di queste reti su Internet. Di nuovo, vediamo dominare qui i paesi più grandi, anche se con risultati leggermente diversi da quelli che abbiamo visto nel numero di LIR. Sebbene l'Italia abbia una popolazione pari a circa il 90% di quella francese, ha soltanto il 66% circa del numero di reti francesi. E sebbene Grecia e Portogallo abbiano popolazioni paragonabili, la Grecia ha molte più reti del Portogallo.

È interessante notare che la diversità nelle reti che vediamo in questi cinque paesi non si traduce direttamente in maggiore concorrenza e prezzi di accesso inferiori. Almeno in termini di prezzi della banda larga mobile, l'Italia è uno dei sei paesi meno costosi dell'UE, mentre la Francia è uno degli 11 paesi UE considerati "relativamente economici". Spagna, Grecia e Portogallo sono tre dei sette paesi UE che rientrano nella categoria "relativamente costoso". Secondo gli standard UE, nessuno dei cinque paesi è considerato "costoso".³

³ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-connectivity>

**Figura 3:
Detenzione IPv4**

**Figura 4:
Detenzione IPv4 per organizzazione**


Spazio indirizzi IPv4 nell'Europa mediterranea

Fino al 2012, i membri di RIPE NCC potevano ricevere maggiori quantità di spazio indirizzi IPv4 in base alla necessità dimostrata. Quando nel 2012 il RIPE NCC raggiunse l'ultimo /8 dello spazio indirizzi IPv4, la comunità RIPE istituì una politica che consentisse ai nuovi LIR di ricevere una piccola allocazione di IPv4 (1.024 indirizzi) al fine di contribuire alla transizione a IPv6, il nuovissimo protocollo comprendente un numero di indirizzi IP sufficiente per il prossimo futuro. A novembre 2019, il RIPE NCC distribuì l'ultima di queste allocazioni e ora esiste un sistema per il quale le organizzazioni che non hanno mai ricevuto IPv4 dal RIPE NCC possono ricevere un'allocazione ancora più piccola da un pool di spazio indirizzi recuperati (occasionalmente gli account dei membri vengono chiusi e lo spazio indirizzi viene restituito al RIPE NCC).

Di sicuro, nessuno dei cinque paesi inclusi in questo report continuò ad accumulare quantità significative di spazio indirizzi IPv4 dopo il 2012. Ed inoltre, prima di quel momento, si vide una crescita molto ridotta della quantità di spazio IPv4 in Portogallo e Grecia, mentre ci fu una crescita moderata in Spagna, una crescita significativa in Italia e il più alto tasso di crescita in Francia e tutto ciò lo si vede nell'entità di IPv4 mantenuta oggi da ciascun paese. Si osservi che anche nei paesi in cui numerose organizzazioni hanno aperto account LIR aggiuntivi per ricevere ulteriori allocazioni IPv4, le quantità erano così esigue da non incrementare in modo significativo l'entità di IPv4 mantenute complessivamente dai paesi.

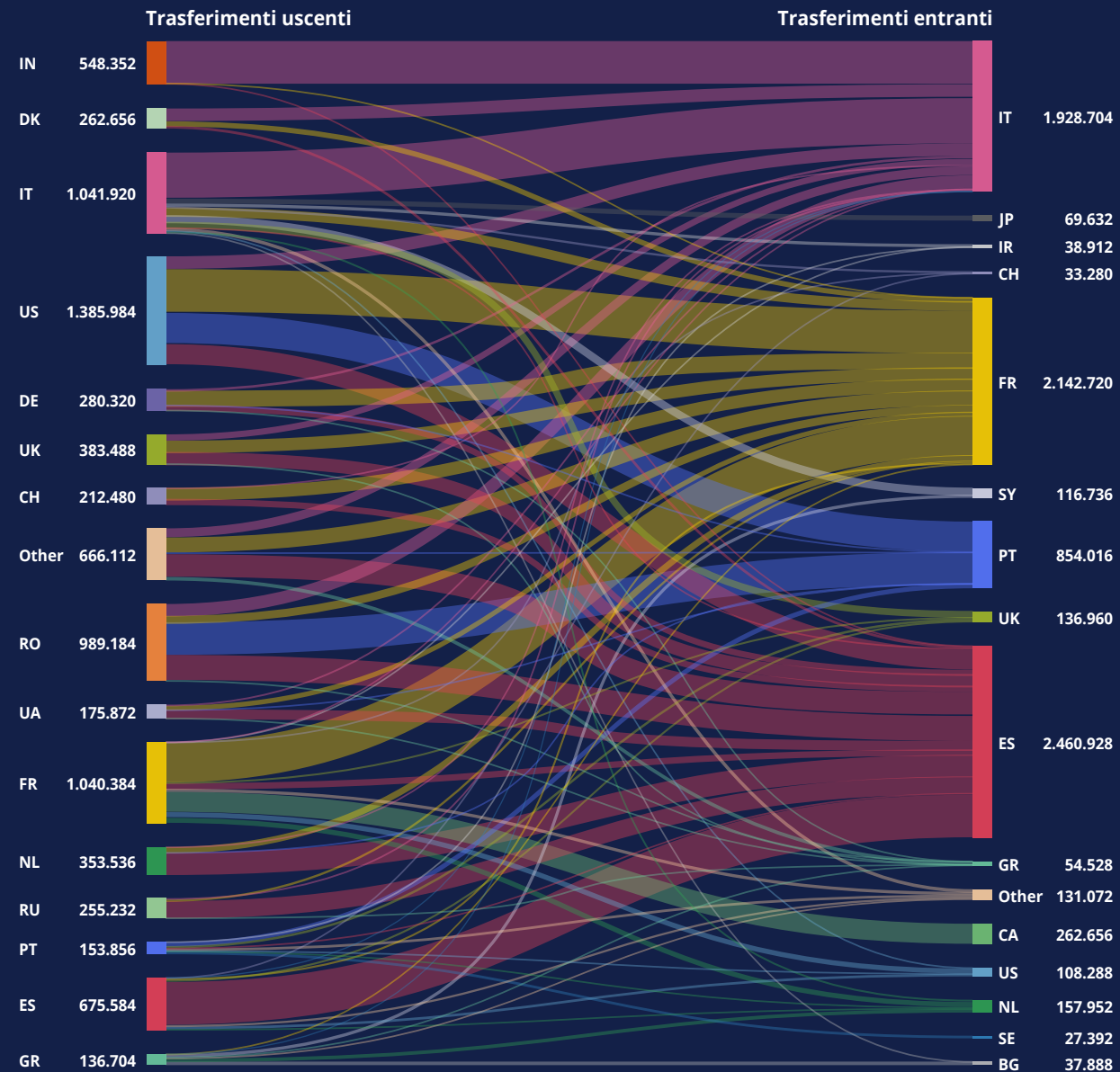
Si nota anche un accentramento sensibile dell'IPv4; in ciascuno dei cinque paesi, una percentuale compresa tra il 50% e il 75% degli indirizzi IPv4 è detenuta da sole tre

organizzazioni. Sebbene sia stato difficile ottenere dati chiari e coerenti sulla quota di mercato, riteniamo che i risultati siano generalmente rappresentativi in quanto questi provider detengono una quota significativa del mercato di accesso a Internet in questi paesi. La Figura 4 mostra le organizzazioni con le tre maggiori quantità di IPv4 in ciascun paese.

Mercato secondario IPv4

Per soddisfare la domanda di maggior spazio indirizzi IPv4, negli ultimi anni è sorto un mercato secondario, con l'acquisto e la vendita di IPv4 tra le varie organizzazioni. Il RIPE NCC non svolge alcun ruolo in queste transazioni finanziarie, garantendo solo che il database RIPE, ossia la registrazione di quali risorse siano state distribuite a quali membri del RIPE NCC rimanga il più accurato possibile.

Figura 5:
Trasferimenti IPv4 nell'ambito, all'interno e all'esterno dell'Europa mediterranea tra dicembre 2016 e maggio 2021



Siccome continua ad esserci domanda di IPv4 nonostante l'esaurimento dello spazio disponibile, molti provider e altre organizzazioni si sono rivolti al mercato secondario. La Figura 5 mostra i trasferimenti IPv4 che hanno avuto luogo nell'ambito, all'interno e all'esterno di ciascun paese della regione da quando il mercato divenne attivo.

In questa parte del mondo si nota un mercato secondario attivo, con gli indirizzi IPv4 trasferiti da e verso ciascuno dei cinque paesi. Non sorprende il fatto che il mercato sia dominato dai tre paesi più grandi, Spagna, Francia e Italia, tutti e tre comprendenti un gran numero di trasferimenti nazionali (dove gli indirizzi vengono trasferiti tra due parti nello stesso paese). Le maggiori organizzazioni beneficiarie sono:

- t OVH SAS (Francia): 917.504 indirizzi
- t Vodafone Portugal: 720.896 indirizzi
- t Vodafone España: 646.144 indirizzi
- t Sky Italia: 524.288 indirizzi
- t Orange España: 489.216 indirizzi

Da segnalare un trasferimento /13 dall'India all'Italia (524.288 indirizzi) avvenuto tra Reliance Communications Limited e Sky Italia nell'agosto 2018. Sebbene sia sconosciuta la natura commerciale di questa transazione, Reliance Communications ha presentato istanza di fallimento nel febbraio 2019.⁴ In ogni caso, la quantità IPv4 trasferita in ciascuno dei cinque paesi costituisce solo una piccola frazione dell'entità IPv4 totale detenuta, perciò nessuno dipende in modo significativo dal mercato secondario IPv4.

Penetrazione di Internet e potenziale di crescita futura

Tutti e cinque i paesi inclusi in questa relazione dispongono di quantità relativamente grandi di spazio IPv4 per la propria popolazione. Soprattutto in Francia, si osserva il caso insolito di un numero di indirizzi IPv4 superiore

⁴ <https://www.reuters.com/article/rcom-debt/rcom-goes-to-bankruptcy-court-to-resolve-debt-burden-idINKCN1PQ4WT?edition-redirect=in>

Figura 6:
Percentuale di famiglie con accesso Internet

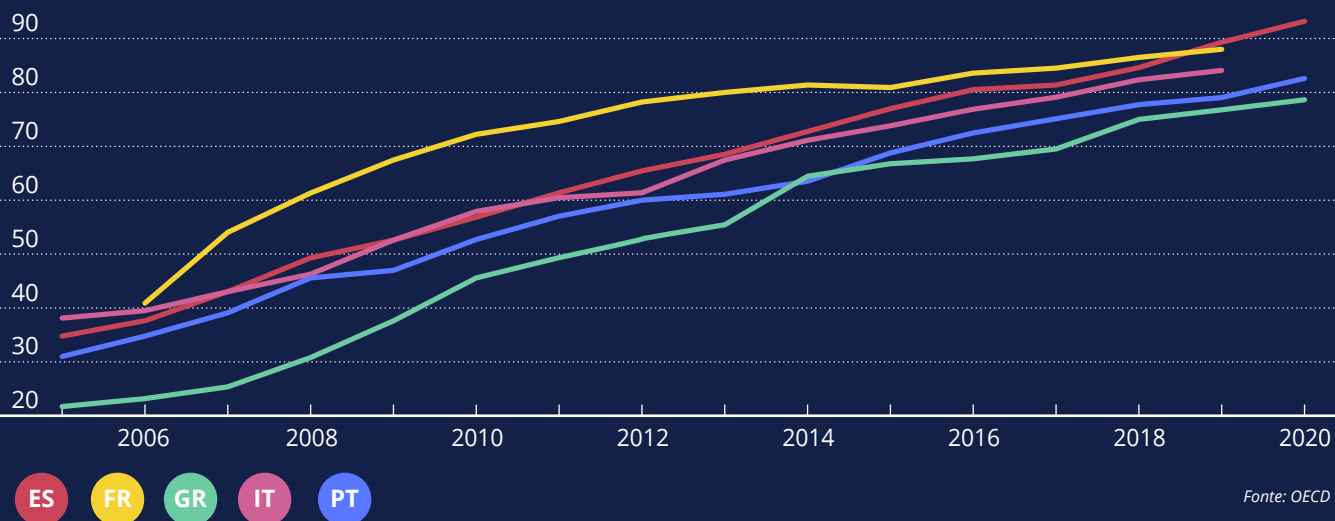
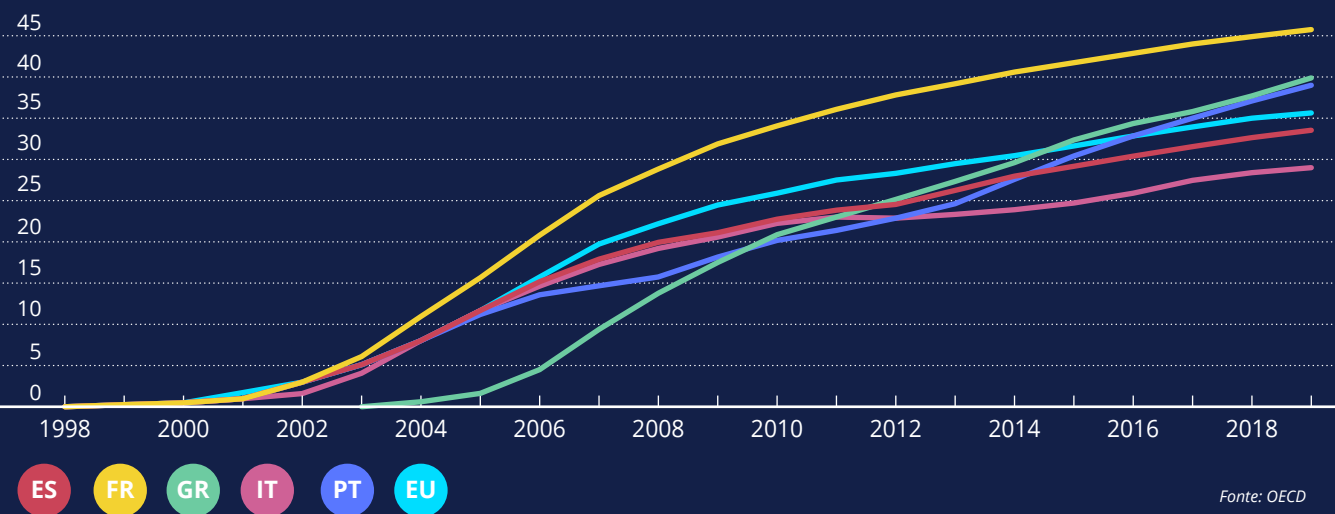


Figura 7:
Abbonamenti a larga banda fissa per 100 persone nel tempo



a quello degli abitanti (1,2 indirizzi pro capite). Negli altri paesi, questa cifra varia da 0,9 in Italia a 0,5 in Grecia, con in mezzo Spagna e Portogallo con 0,7 indirizzi pro capite ciascuno. Si tratta di uno o due ordini di grandezza in più di indirizzi IPv4 pro capite rispetto a ciò che si è visto in qualche altro paese della regione di servizio del RIPE NCC e ciò può essere probabilmente attribuito allo sviluppo iniziale di Internet che ebbe luogo nell'Europa mediterranea rispetto a molte altre parti del mondo.

Con un rapporto indirizzo-popolazione così elevato in tutta la regione, dovrebbe essere possibile una copertura di connettività di prim'ordine per le popolazioni di questi paesi. È proprio questo che vediamo nella figura 6. Nonostante Portogallo e Grecia abbiano tassi di accesso a Internet tra i più bassi dell'UE, queste percentuali sono ancora molto elevate su scala mondiale e vediamo che tutti e cinque i paesi continuano a migliorare la connettività.

È interessante notare come le tariffe per abbonamenti alla banda larga non seguano un identico schema. Mentre la Spagna ottiene i punteggi più alti sull'accesso a Internet, Grecia e Portogallo hanno tassi di abbonamenti alla banda larga pro capite più elevati rispetto alla Spagna (o all'Italia). Probabilmente ciò si spiega, almeno in parte, dal fatto che Spagna e Italia hanno il maggior numero di abbonamenti mobili pro capite, il che suggerisce che le persone in tali paesi fanno più affidamento sui propri dispositivi mobili per la connettività Internet rispetto agli abbonamenti a banda larga fissa.

Figura 8:
Abbonamenti mobili per 100 persone nel tempo

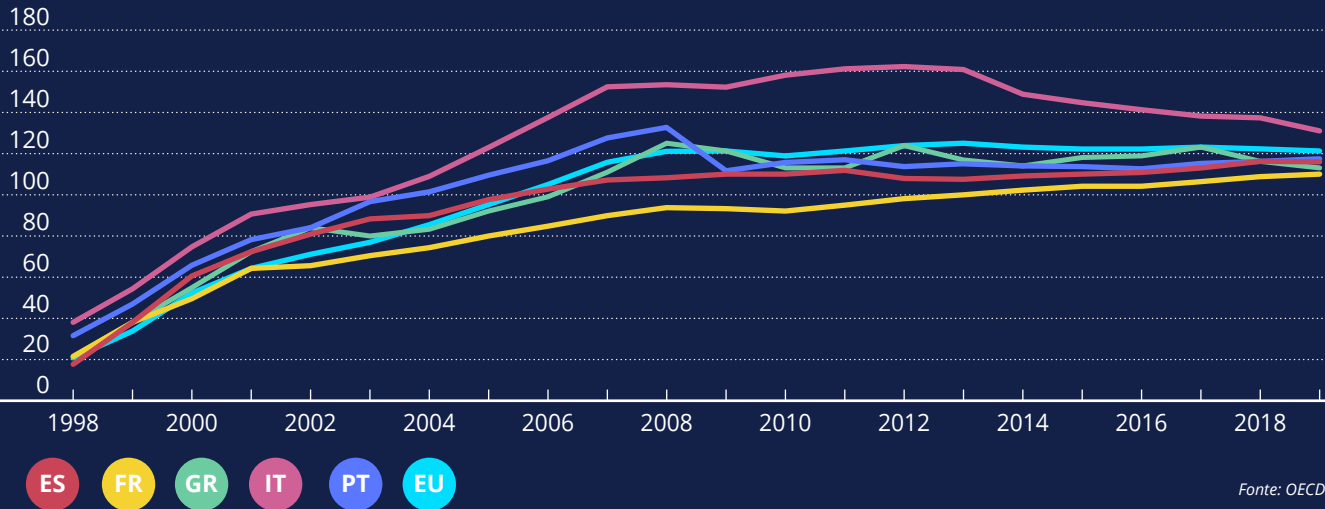
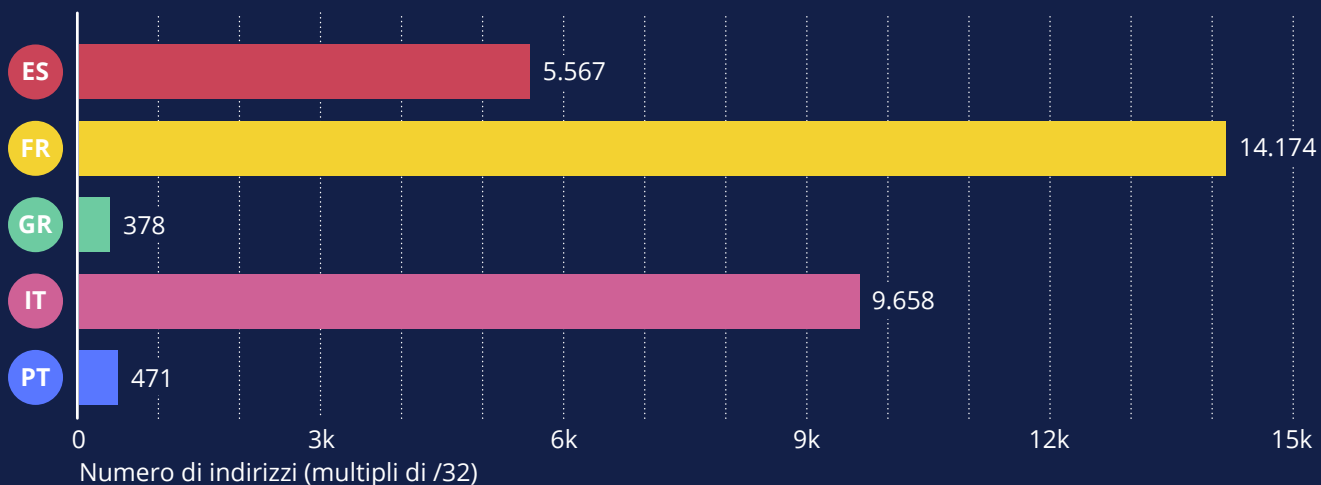


Figura 9:
Detenzione IPv6



In particolare, il numero assai superiore di abbonamenti mobili in Italia potrebbe attribuirsi, almeno in parte, ai prezzi economici della banda larga mobile (come accennato in precedenza). Tutti e cinque i paesi hanno alti tassi di abbonamento alla telefonia mobile, in media più di uno a persona, anche se la maggior parte rientra nella fascia più bassa della media UE. Si nota un leggero calo in Italia negli ultimi anni, fenomeno che forse segnala la saturazione del mercato. Nel corso degli ultimi 7-8 anni, anche il Portogallo si è distinto in termini di crescita della banda larga. Ciò può essere dovuto, almeno in parte, a uno sforzo concertato da parte dell'ente regolatore portoghese e dei principali operatori, che hanno investito in infrastrutture condivise in uno sforzo congiunto atto a espandere la copertura.⁵

Sebbene tutti e cinque i paesi dispongano di grandi quantità di spazio indirizzi IPv4, gli alti tassi di abbonamenti mobili indicano che gli operatori mobili in particolare si affidano probabilmente a tecniche di condivisione degli indirizzi per servire il numero crescente di clienti. Nella connettività a banda larga mobile, sono ampiamente adottate soluzioni tecniche che consentono a più utenti di condividere un singolo indirizzo IP; ad esempio, la traduzione degli indirizzi di rete di livello carrier (CGN, carrier-grade NAT). Esistono però svantaggi ben documentati nelle tecnologie di condivisione degli indirizzi e l'implementazione di IPv6 rimane l'unica strategia sostenibile per accogliere la crescita futura e raggiungere l'obiettivo dell'UE di dotare ogni famiglia europea di una connessione a 100 Mbps entro il 2025,⁶ per non parlare del supporto di tecnologie emergenti come il 5G, l'Internet of Things e altro ancora.

IPv6 nell'Europa mediterranea

Quando si tratta di detenzione IPv6, i cinque paesi mostrano uno schema simile a quello che abbiamo visto con IPv4. La Francia domina la regione, seguita da Italia e Spagna, con Portogallo e Grecia che detengono solo una frazione dello spazio che hanno questi paesi più grandi.

⁵ Documento di riferimento ITU: *Infrastructure sharing and co-deployment in Europe: good practices based on collaborative regulation*

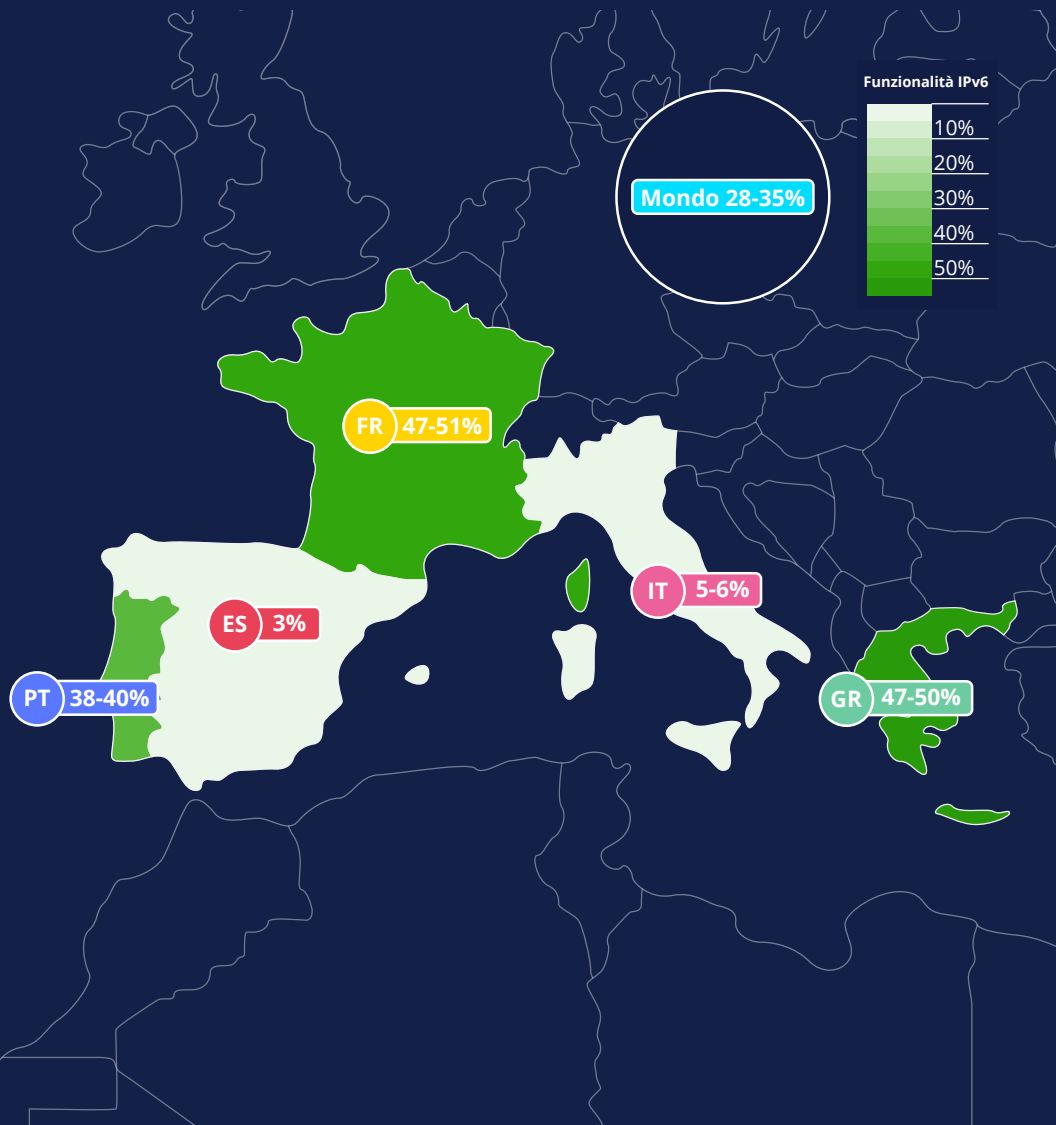
⁶ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/broadband-strategy-policy>

Figura 10:
Detenzione IPv6 per organizzazione



In termini di distribuzione all'interno dei paesi, la figura 10 mostra le organizzazioni con le tre quantità maggiori di IPv6 in ciascun paese. Sia in Francia sia in Italia, un unico provider rappresenta una grande frazione (rispettivamente 58% e 42%) degli indirizzi IPv6, mentre in Portogallo e Grecia si vede una distribuzione molto più uniforme. A differenza di IPv4, gli indirizzi IPv6 sono ampiamente disponibili (sebbene grandi allocazioni si basino su necessità dimostrate), perciò in questo caso l'accumulo non è un fattore. Vale la pena notare che, solo per il fatto che le organizzazioni detengono grandi quantità di spazio indirizzi IPv6, non significa che abbiano effettivamente implementato IPv6 e che gli indirizzi siano in uso. Alcune reti potrebbero contenere una grande quantità di spazio indirizzi senza utilizzo (avendo forse presentato piani di crescita futura al momento della richiesta di grandi allocazioni), mentre altre potrebbero aver implementato IPv6 su intere reti ed essere in grado di servire l'intera base clienti con un'assegnazione relativamente contenuta. È il caso di Sky Italia, ad esempio, che detiene appena l'1,33% degli indirizzi IPv6 registrati in Italia, ma ha raggiunto oltre il 90% di implementazione all'interno della propria rete.

Figura 11:
Tassi di implementazione IPv6



Fonti Akamai: <https://www.akamai.com/us/en/resources/our-thinking/state-of-the-internet-report/state-of-the-internet-ipv6-adoption-visualization.jsp>. APNIC: <https://stats.labs.apnic.net/ipv6>. Facebook: <https://www.facebook.com/ipv6>. Google: <https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>.

Poiché le allocazioni IPv6 più grandi sono effettuate in base alle necessità, ci si aspetterebbe che i tassi di implementazione riflettano approssimativamente le diverse quantità di spazio indirizzi IPv6 che si osservano in ciascun paese, ma non è assolutamente così. L'Italia, ad esempio, detiene il 68% della quantità di spazio indirizzi IPv6 rispetto alla Francia, ma il livello di implementazione è una piccola frazione di quello francese (rispettivamente 5-6% contro 47-51%). La situazione è simile per la Spagna. (Si osservi che includiamo una serie di fonti di dati, poiché le varie organizzazioni hanno metodi di misurazione diversi che si traducono in cifre leggermente dissimili).

Per cercare di capire meglio la situazione, esaminiamo lo studio RIPE NCC del 2019,⁷ in cui sono stati intervistati più di 4.000 operatori di rete e altri membri della comunità tecnica, tra cui 674 intervistati totali provenienti da Portogallo, Spagna, Francia, Italia e Grecia.

Mentre solo il 40% degli intervistati in Portogallo, Francia e Grecia ha indicato di ritenere che le proprie organizzazioni richiederanno più IPv4 nei prossimi 2-3 anni, il 54% in Spagna e Italia ha fatto lo stesso (che è in linea con la media totale tra tutti gli intervistati del 53%). Alla domanda sullo stato attuale dell'implementazione IPv6 nelle proprie reti, il 25% degli intervistati in Portogallo, Francia e Grecia ha affermato che fosse completamente implementato, rispetto al solo 8% ad aver affermato lo stesso in Spagna e Italia (la media totale tra tutti gli intervistati era del 22%). Inoltre, il 32% degli intervistati in Spagna e in Italia ha dichiarato

di non avere piani di implementazione IPv6, rispetto a una media del 23% tra tutti gli intervistati. Nell'esaminare le motivazioni per cui gli intervistati di Spagna e Italia non hanno ancora implementato IPv6, quelle principali addotte sono la mancanza di necessità o requisiti aziendali, la mancanza di conoscenza o esperienza e la mancanza di tempo. In ogni caso, oltre all'8% degli intervistati in Spagna e in Italia che ha dichiarato la completa implementazione, un altro 47% ha affermato di avere un piano, di stare attualmente testando IPv6 o di avere appena iniziato l'implementazione, perciò vedremo forse dei miglioramenti nell'implementazione di IPv6 in questi paesi negli anni a venire.

Governi, autorità di regolamentazione, punti di scambio Internet (IXP) e gruppi di operatori di rete locali (NOG) hanno tutti un ruolo da svolgere nell'implementazione di IPv6. In Francia, ad esempio, l'autorità di regolamentazione delle telecomunicazioni, Arcep, è impegnata nella promozione dell'implementazione IPv6, lanciando una task force IPv6 nel 2019 e pubblicando report dell'autorità di regolamentazione inerenti l'adozione. In Grecia, dove si osserva anche un alto livello di implementazione IPv6, anche GR-IX, il principale IXP del paese si è dato molto da fare nell'incoraggiare i propri membri a implementare IPv6, mentre la comunità tecnica locale, attraverso GRNOG, è estremamente attiva nel supportare gli operatori di rete del paese nelle proprie implementazioni IPv6. Questi fattori possono contribuire in modo significativo allo sviluppo globale di Internet di un paese e alla capacità di passare al protocollo più avanzato.

⁷ RIPE NCC Survey 2019: <https://www.ripe.net/survey>

2. Connettività nazionale e internazionale

Connettività domestica tra reti

Per comprendere le relazioni che sussistono tra le diverse reti, possiamo studiare le interconnessioni all'interno di ciascuno dei paesi utilizzando i dati del Routing Information Service (RIS) del RIPE NCC, che impiega un insieme di route collector distribuiti a livello globale per raccogliere e archiviare i dati di routing Internet. Questo ci mostra i percorsi disponibili che esistono tra le reti (in contrapposizione ai percorsi effettivi).

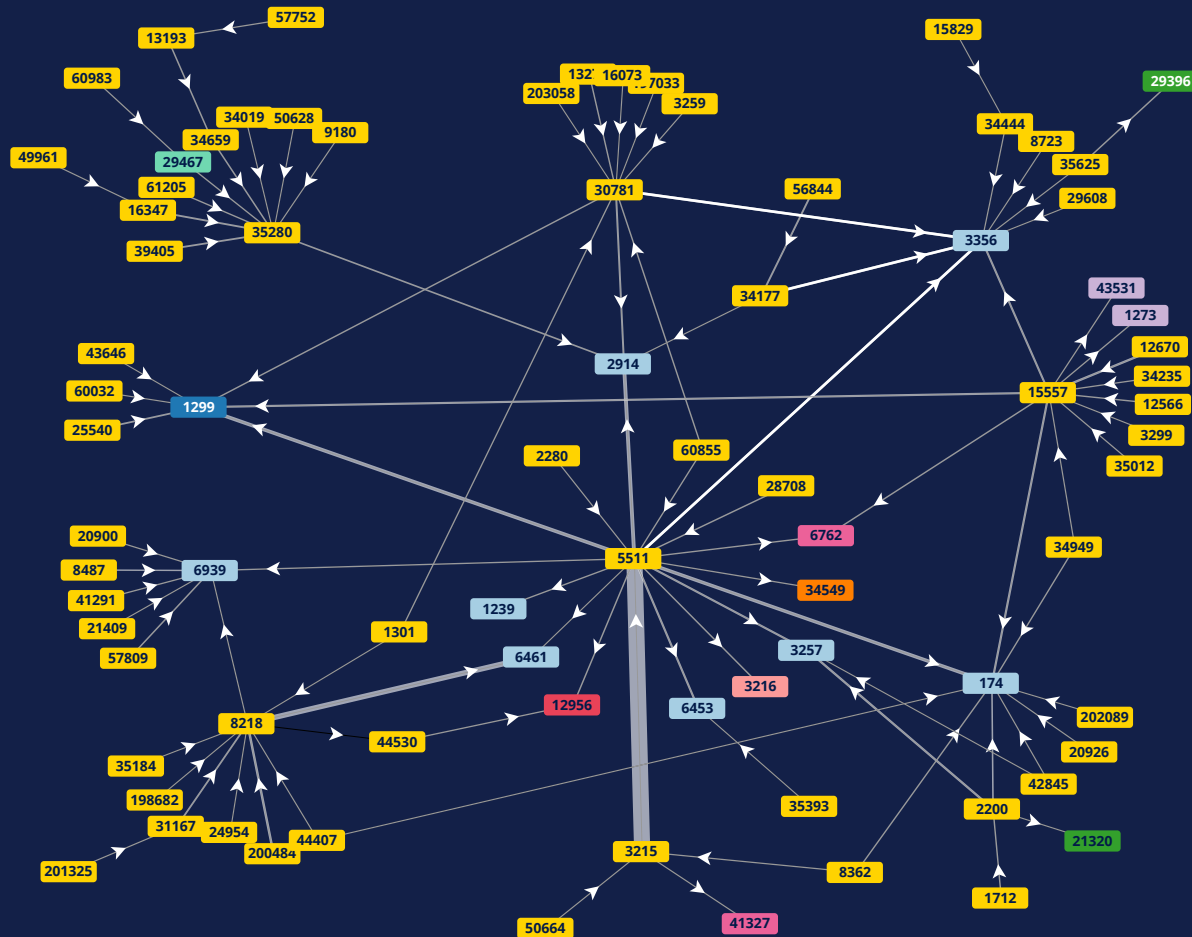
Per ogni paese, tracciamo il modo in cui i percorsi si propagano da una rete all'altra (le frecce indicano la direzione del flusso BGP, che è opposta al flusso del traffico) fino al punto in cui il percorso raggiunge una rete straniera. Per ogni percorso, scartiamo i primi salti che descrivono in dettaglio come i percorsi si propagano attraverso le reti internazionali; il nostro obiettivo è il routing all'interno di ciascun paese e le connessioni con il mondo esterno. I nodi in ciascuna figura sono codificati a colori in base al paese in cui è registrata la rete (ASN) e la larghezza delle linee è determinata dal numero di percorsi in cui vediamo la connessione tra i vari numeri ASN. Si osservi che la posizione delle varie reti non corrisponde ad alcun tipo di layout geografico; al contrario, questi diagrammi sono semplicemente una rappresentazione grafica delle interconnessioni tra le reti in ciascun paese.

A causa della natura del Border Gateway Protocol (BGP) e dei processi di raccolta delle route RIS, la visione è limitata alle route seguite dal traffico internazionale. All'interno di un paese è possibile osservare una relazione di peering tra due provider soltanto quando uno o entrambi annunciano

i prefissi dell'altro ad una terza parte, che a sua volta propaga ulteriormente l'annuncio. In particolare, non si vedranno peering agli IXP regionali, laddove l'intenzione sia quella di mantenere il traffico locale all'interno del paese o della regione. Ciononostante, rappresentare graficamente le connessioni che possiamo rilevare fornisce preziose informazioni sulla connettività nazionale.

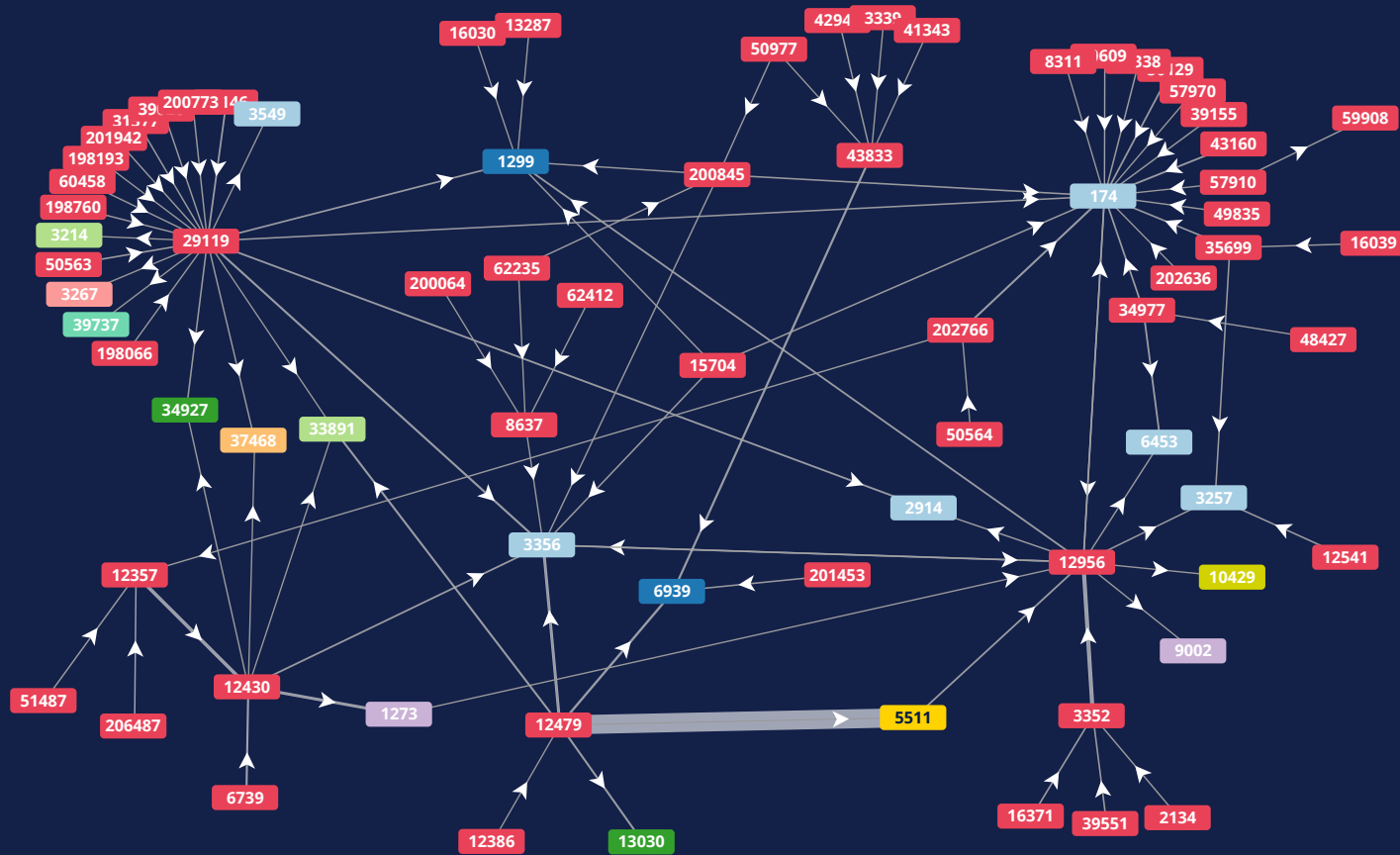
Con oltre mille numeri ASN registrati in Spagna, Francia e Italia e un numero compreso tra cento e duecento in Portogallo e Grecia, non è purtroppo possibile visualizzare tutte le connessioni tra ciascuna rete in questi paesi. Per ottenere un'immagine dei modelli ad alto livello, tuttavia, abbiamo fatto sì che le seguenti figure includano i primi 100 segmenti osservati più frequentemente nei percorsi BGP.

Figura 12:
Connettività tra le reti in Francia



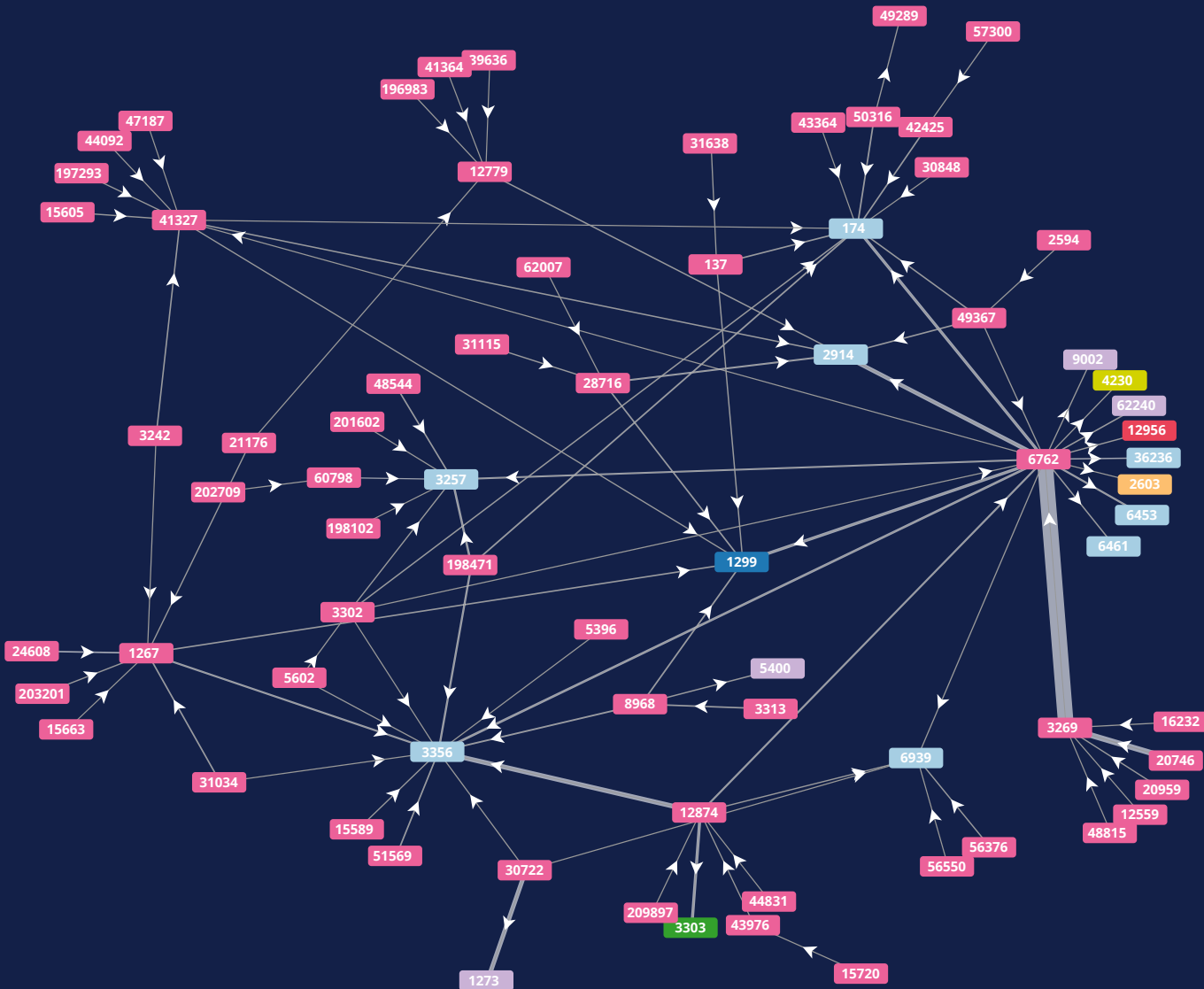
In Francia, si osservano nove cluster attorno a varie reti, che indicano il ruolo significativo che svolgono nella connettività nazionale del paese collegando numerose altre reti al resto di Internet. Cinque di questi sono registrati a organizzazioni francesi: Acorus (AS35280), Jaguar Network SAS (AS30781), Zayo France (AS8218), SFR (AS15557) e OpenTransit (AS5511). Gli altri quattro sono fornitori internazionali con sede al di fuori della Francia: Telia (AS1299), Hurricane Electric (AS6939), Level3 (AS3356) e Cogent (AS174). Possiamo anche vedere chiaramente come la rete nazionale di Orange (AS3215) si basi su OpenTransit, la backbone internazionale di Orange, per la propria connettività principale.

Figura 13:
Connettività tra le reti in Spagna



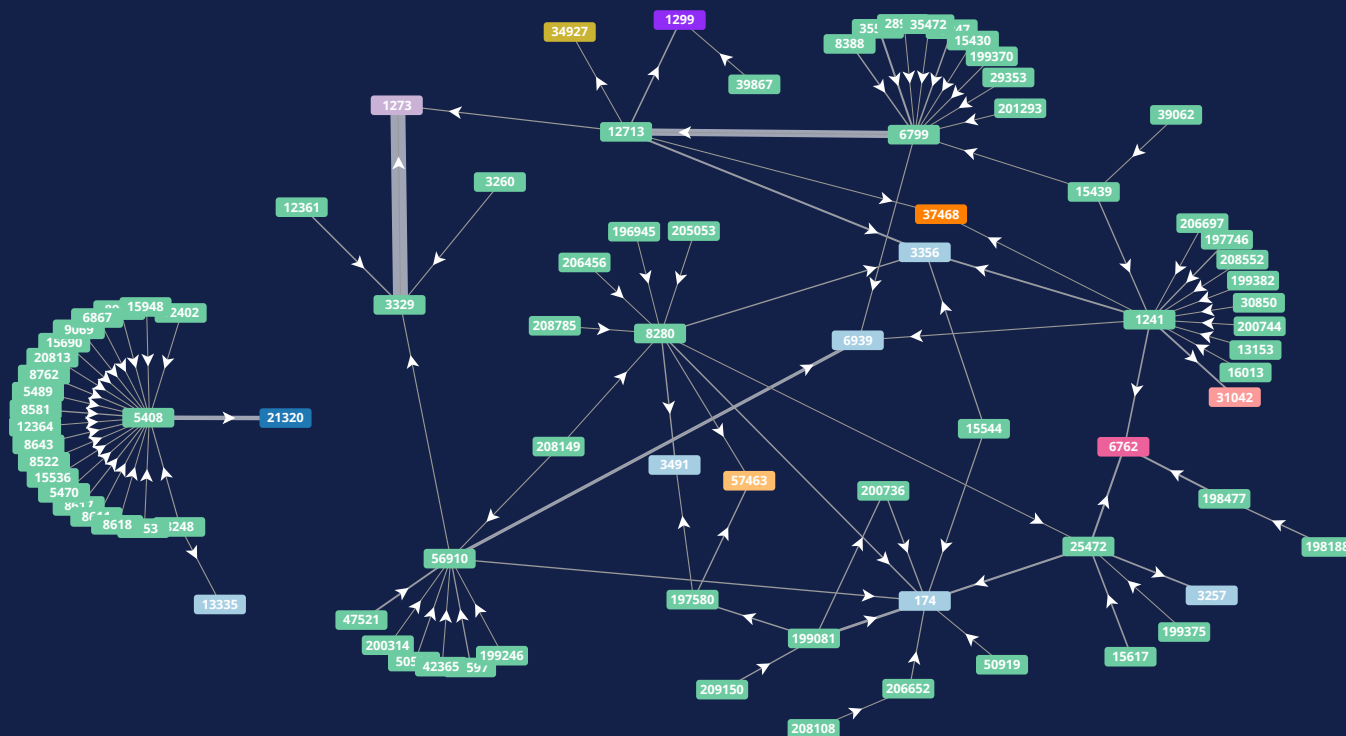
La connettività nazionale spagnola è dominata da due reti: ServiHosting Networks (AS29119) e Cogent (AS174) con sede negli Stati Uniti. Molte delle reti spagnole ricevono connettività tramite questi provider. Osserviamo anche cluster meno rilevanti, ma comunque importanti, attorno a Vodafone España (AS12430), Producmmedia (AS43833) e Telefónica Global Solutions (AS12956), che è l'upstream per Telefónica de España (AS3352) e per le reti da essa servite. Possiamo inoltre vedere come Orange España (AS12479), simile alla situazione francese, si basi principalmente su OpenTransit (AS5511) per la propria connettività internazionale.

Figura 14:
Connettività tra le reti in Italia



In Italia, vediamo Telecom Italia Sparkle (AS6762) al servizio di molti collegamenti internazionali. Tale rete è anche il principale provider upstream per la rete nazionale di Telecom Italia (AS3269). Spiccano anche i cluster più piccoli attorno agli operatori internazionali Level3 (AS3356), GTT (AS3257), Cogent (AS174), NTT (AS2914), Telia (AS1299) e Hurricane Electric (6939), oltre alle reti italiane Wind (AS1267), Fiber Telecom (AS41327), IT.Gate (AS12779) e Fastweb (AS12874).

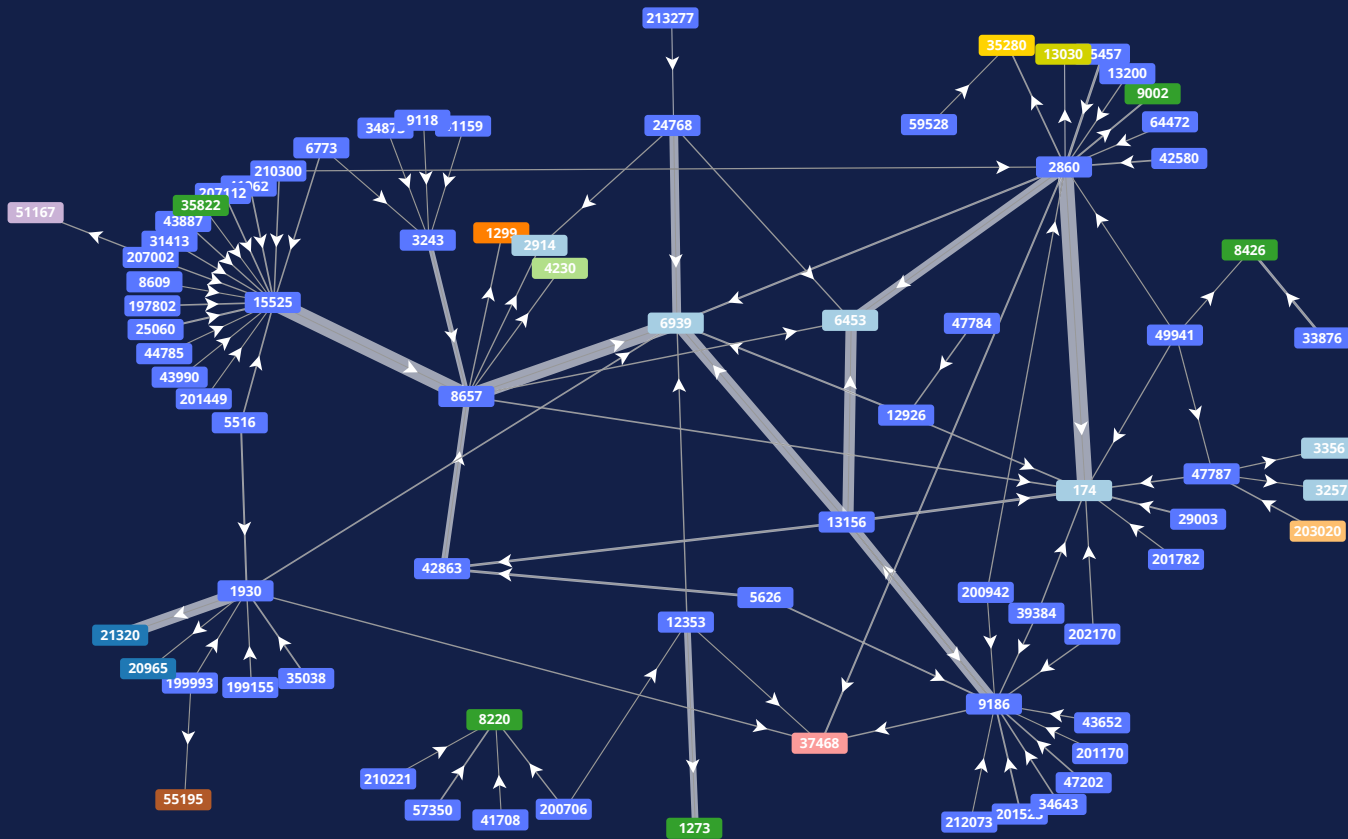
Figura 15:
Connettività tra le reti in Grecia



Il ruolo di GRNET, la rete nazionale di ricerca e istruzione (NREN), si distingue in Grecia, dove vediamo come GRNET (AS5408) colleghi molte reti accademiche al mondo esterno tramite GÉANT (AS21320), la rete di ricerca europea che ha sede nei Paesi Bassi.

Vediamo cluster anche attorno a Forthnet (AS1241), OTE (AS6799) e Lambda Hellix (AS56910). Lambda Hellix ottiene la connettività da Hurricane Electric (AS6939) e Vodafone-Panafon (AS3329), che a sua volta si affida a Vodafone GlobalNet (AS1273) per la connettività esterna. Degno di nota è anche il cluster attorno a Cogent (AS174), visto come provider upstream diretto per svariate reti greche.

Figura 16:
Connettività tra le reti in Portogallo



In Portogallo spicca anche la posizione di rilievo di Hurricane Electric (AS6939). La rete collega una frazione sostanziale delle reti portoghesi al resto di Internet, sia direttamente sia indirettamente, con la maggior parte delle connessioni indirette che passano attraverso MEO Internacional (AS8657) e NOWO Communications (AS13156). A sua volta, MEO Internacional è l'upstream esclusivo per altre parti di MEO: MEO Residencial (AS3243), MEO Empresas (AS15525) e MEO Movei (AS42863). Ciò illustra in che modo una singola organizzazione possa utilizzare più numeri ASN per strutturare le proprie reti.

Altri attori importanti nel collegare il Portogallo al resto di Internet comprendono: NOS Comunicações (AS2860), con Cogent (AS174) e Tata Communications (AS6453) come upstream primari, ONI Telecom (AS9186), ricevente transito da NOWO Communications (AS13156) e RCCN (AS1930), il NREN che si affida principalmente a GÉANT (AS21320) per la connettività esterna, sebbene si vedano alcuni percorsi anche tramite Hurricane Electric (AS6939). Infine, vediamo in che modo Cogent (AS174) fornisca il transito non solo a NOS Comunicações (AS2860) e ai relativi clienti, ma anche direttamente ad altre reti portoghesi.

Una visualizzazione della connettività Internet, simile a quella riportata in queste figure, dovrebbe assomigliare a una rete profondamente interconnessa, con un'ampia distribuzione di percorsi e interconnessioni che mancano di evidenti strozzature o colli di bottiglia. Infatti, tutti e cinque i paesi inclusi in questa relazione mostrano un alto livello di interconnessione tra le proprie reti nazionali, indicando un ecosistema locale maturo e sviluppato che fornisce un buon livello di ridondanza e resilienza.

Figura 17:
Connettività internazionale della Francia

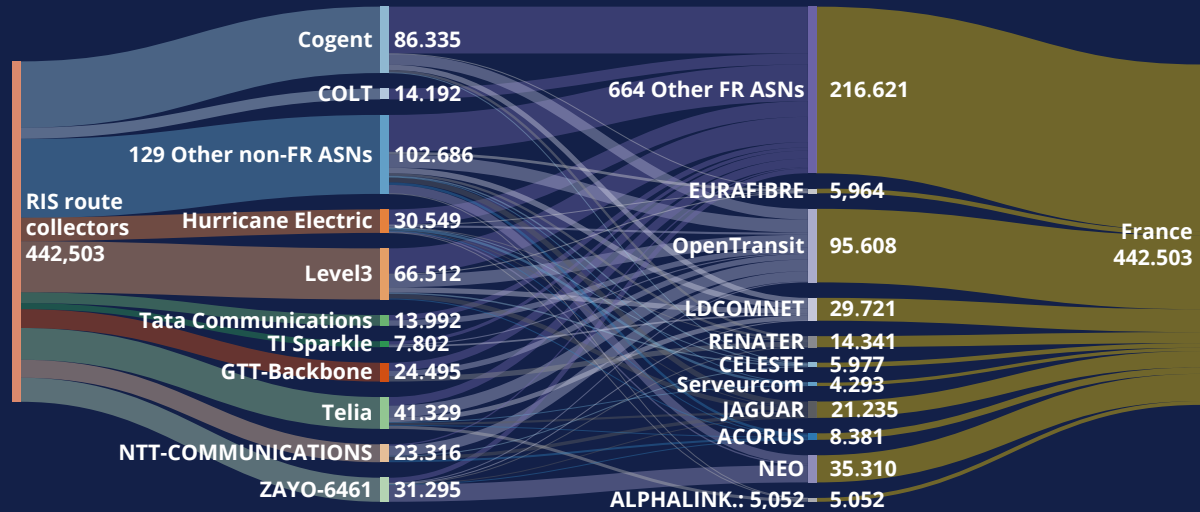
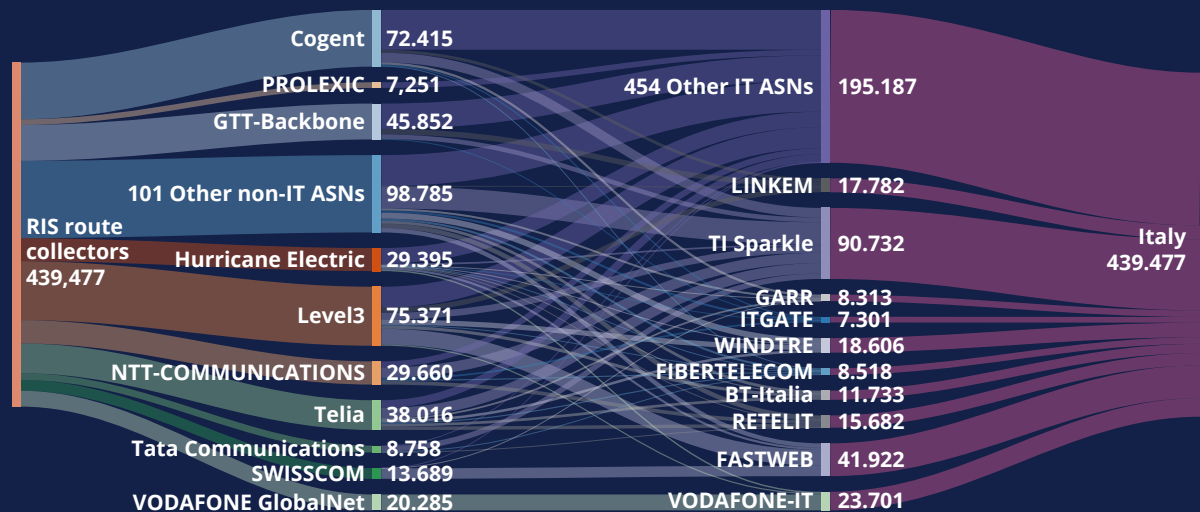


Figura 18:
Connettività internazionale dell'Italia



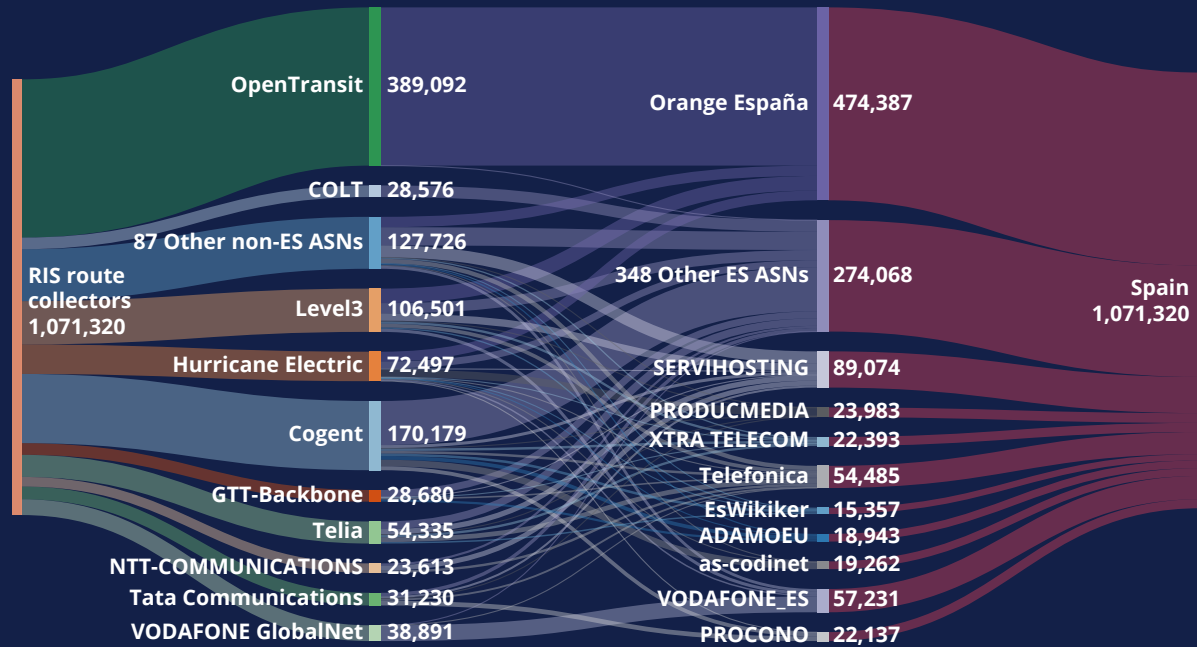
Connettività internazionale

Ampliamo ora i nostri orizzonti, guardando oltre alle connettività nazionali, al fine di esaminare come l'Europa mediterranea si colleghi al resto del mondo. Per indagare in merito, ci affidiamo nuovamente al servizio di informazioni di routing (RIS, Routing Information Service) del RIPE NCC. Osserviamo le route raccolte dal RIS per reti IP in ciascun paese e individuiamo l'ultima rete straniera e la prima nazionale incontrate in tali percorsi. Ciò ci offre una panoramica di quali operatori forniscano connettività internazionale in ciascun paese.

In Francia, si vede OpenTransit, la backbone internazionale di Orange, in un gran numero di percorsi che si collegano alle reti francesi. Tuttavia, vediamo anche come i grandi player internazionali come Cogent, Level3, Telia e altri servano direttamente centinaia di altre reti francesi senza passare per il provider consolidato o per una manciata di grandi provider nazionali. Si tratta di un segno di mercato aperto e competitivo.

L'Italia mostra un modello simile, con molte reti diverse servite da vari upstream provider e una scelta diversificata di grandi upstream provider che servono direttamente le reti nazionali italiane.

Figura 19:
Connettività internazionale della Spagna



La connettività internazionale in Spagna è dominata dal collegamento fornito da Orange España tramite OpenTransit (la backbone di Orange). Tuttavia, mentre la relazione tra i due è chiara, la dimensione relativa non è rappresentativa della quota di mercato reale. La rappresentazione sovradimensionata in Figura 19 è probabilmente causata da Orange España che annuncia il proprio spazio indirizzi in frammenti più piccoli, creando un numero maggiore di prefissi nella tabella di routing, quindi più percorsi, nonostante il fatto che Telefónica contenga più spazio indirizzi IPv4 annunciato rispetto a Orange España.

Figura 20:
Connettività internazionale del Portogallo

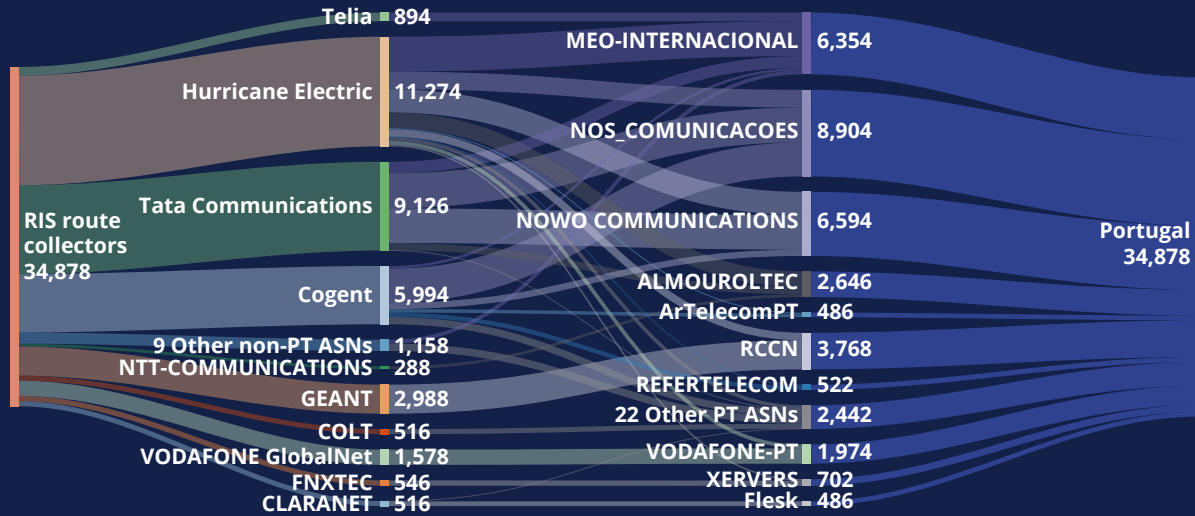
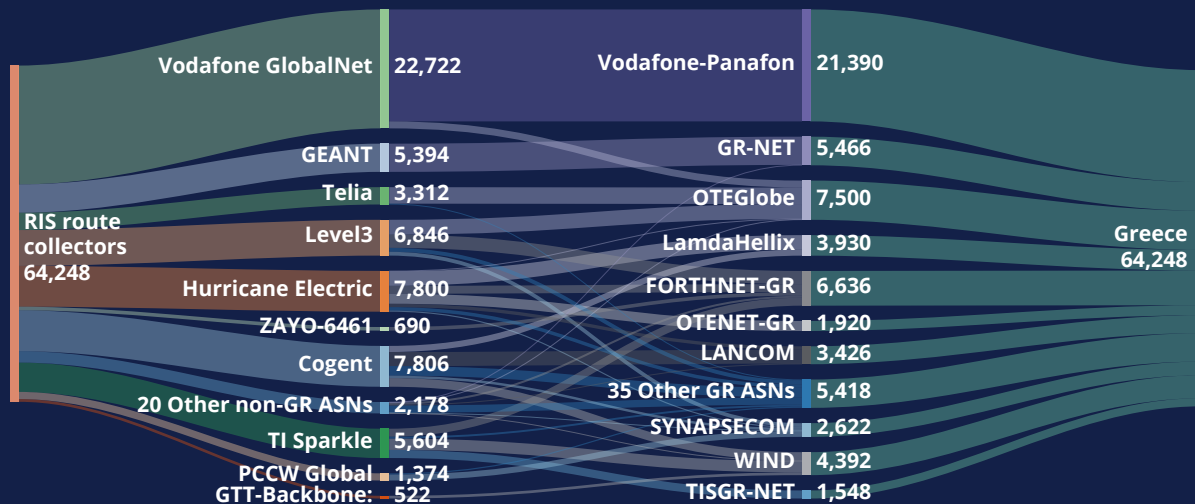


Figura 21:
Connettività internazionale della Grecia



In Portogallo e in Grecia, la situazione è diversa. Come notato in precedenza, questi paesi hanno un numero di reti un ordine di grandezza più piccolo rispetto ai tre paesi più grandi. Di conseguenza, i principali provider in Portogallo e Grecia prendono parte in una frazione molto più ampia di percorsi di routing in entrata e in uscita dal paese. In Grecia si osserva un altro caso in cui Vodafone-Panafon è sovrarappresentata in termini di quota di mercato effettiva, poiché ha semplicemente un numero maggiore di prefissi annunciati, anche se OTE ha un maggiore spazio indirizzi totale. Mentre Vodafone GlobalNet è l'unico upstream provider per Vodafone-Panafon, la prima ha probabilmente svariati peering con altre reti importanti. In funzione di dove avviene il trasferimento del traffico tra Vodafone "locale" e "globale" (cioè quanto è distante dalla rete nazionale), ciò può comunque fornire connessioni resilienti a Internet globale.

In generale, più è alto il numero di percorsi di instradamento (route paths) disponibili che si osservano in entrata e in uscita da un paese, meglio è. Questo perché affidarsi a un numero contenuto di provider nazionali dominanti per fornire la stragrande maggioranza delle connessioni in entrata e in uscita da un paese crea il potenziale per colli di bottiglia e singoli punti di errore, con un impatto negativo sulla stabilità di Internet di quel paese, a prescindere dal numero di connessioni upstream possedute. Nell'Europa mediterranea, le visualizzazioni della connettività internazionale dei paesi mostrano un quadro positivo. In Francia, Spagna e Italia vediamo un livello particolarmente elevato di diversità nelle connessioni internazionali. Sebbene ciò sia leggermente meno solido in Portogallo e Grecia, l'ecosistema delle interconnessioni in questi due paesi è comunque relativamente sviluppato e diversificato.

3. Sistema dei nomi di dominio, percorsi del traffico e sicurezza di routing

Raggiungimento del sistema dei nomi di dominio

Passando ora all'analisi del modo in cui viene instradato il traffico da, verso e all'interno della regione, esaminiamo anzitutto quali istanze locali di K-root vengono interrogate dalle richieste provenienti dai diversi paesi.

K-root e DNS

K-root è uno dei 13 root name server al mondo che costituiscono il nucleo del Domain Name System (DNS), che traduce gli URL in forma leggibile per l'uomo (ad esempio, <https://www.ripe.net>) in indirizzi IP. Il RIPE NCC gestisce il server dei nomi K-root. Una costellazione distribuita a livello globale di questi root name server è costituita da "istanze" locali che sono repliche esatte. Questa configurazione aggiunge resilienza e si traduce in tempi di risposta più rapidi per i client DNS e, in definitiva, per gli utenti finali.

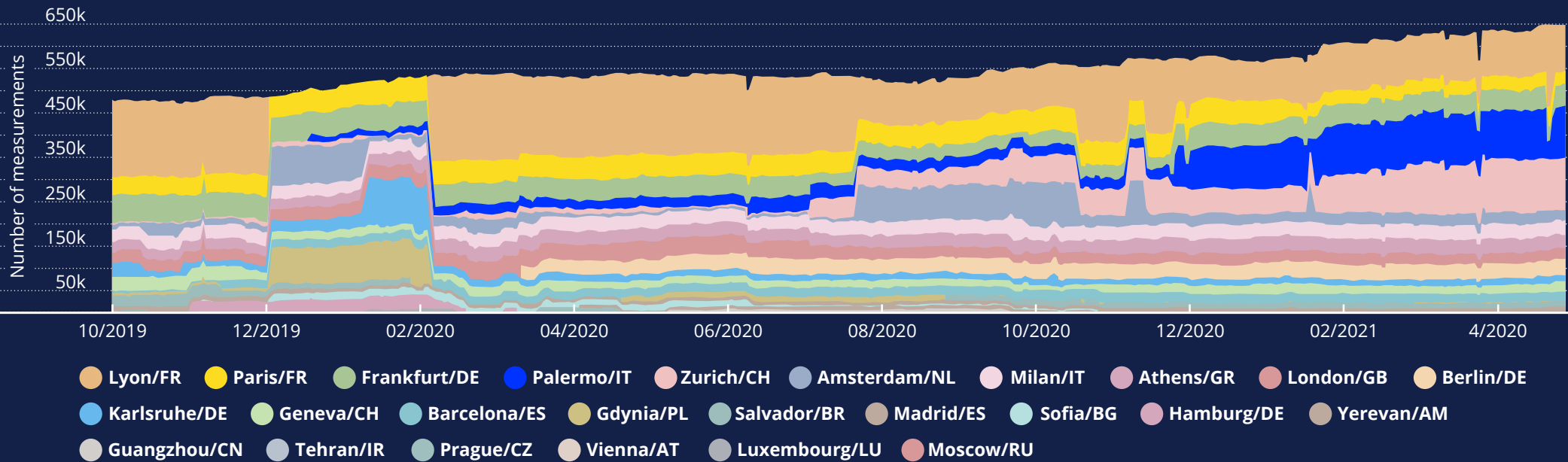
Queste misurazioni si basano sulla piattaforma di misura RIPE Atlas di RIPE NCC, che utilizza una rete globale di sonde per misurare la connettività e la raggiungibilità di Internet (si veda la sezione su RIPE Atlas alla fine del report per ulteriori informazioni su come partecipare). Si osservi che K-root è solo uno dei 13 root name server al mondo e ogni client DNS (Domain Name System) prenderà le proprie decisioni su quale particolare root name server utilizzare. Nei casi in cui i tempi di risposta a K-root siano relativamente lenti, è assai probabile che i client optino per alternative più veloci tra gli altri root name server.

Anche così, limitare le nostre misurazioni all'esame del solo K-root e delle scelte che le varie sonde RIPE Atlas fanno nella regione su quale istanza di K-root interrogare, fornisce alcune informazioni sul modo in cui il sistema di routing prende in considerazione le varie opzioni e decide quali reti e posizioni forniranno i migliori risultati.

Border Gateway Protocol e Anycast

Il K-root name server, come molti altri server DNS, utilizza una tecnica chiamata anycast, in base alla quale ogni singola istanza di K-root è connessa in modo indipendente a Internet tramite un punto di scambio Internet locale o un numero qualsiasi di reti upstream disponibili nella sua posizione. Ciascuna istanza comunica mediante il Border Gateway Protocol (BGP), progettato per selezionare il percorso migliore tra tutte le opzioni disponibili. Inizialmente, il criterio più importante qui è la lunghezza del percorso e il sistema sceglierà il percorso con il minor numero di reti intermedie. In ogni caso, gli operatori di rete possono ignorare il processo decisionale BGP, spesso per motivi connessi ai costi o alla proprietà. Non è raro che le reti preferiscano percorsi che possono essere più lunghi ma meno costosi a causa di accordi di peering tramite un punto di scambio Internet o una società madre.

Figura 22:
Località K-root raggiunte dall'interno dell'Europa mediterranea (IPv4)

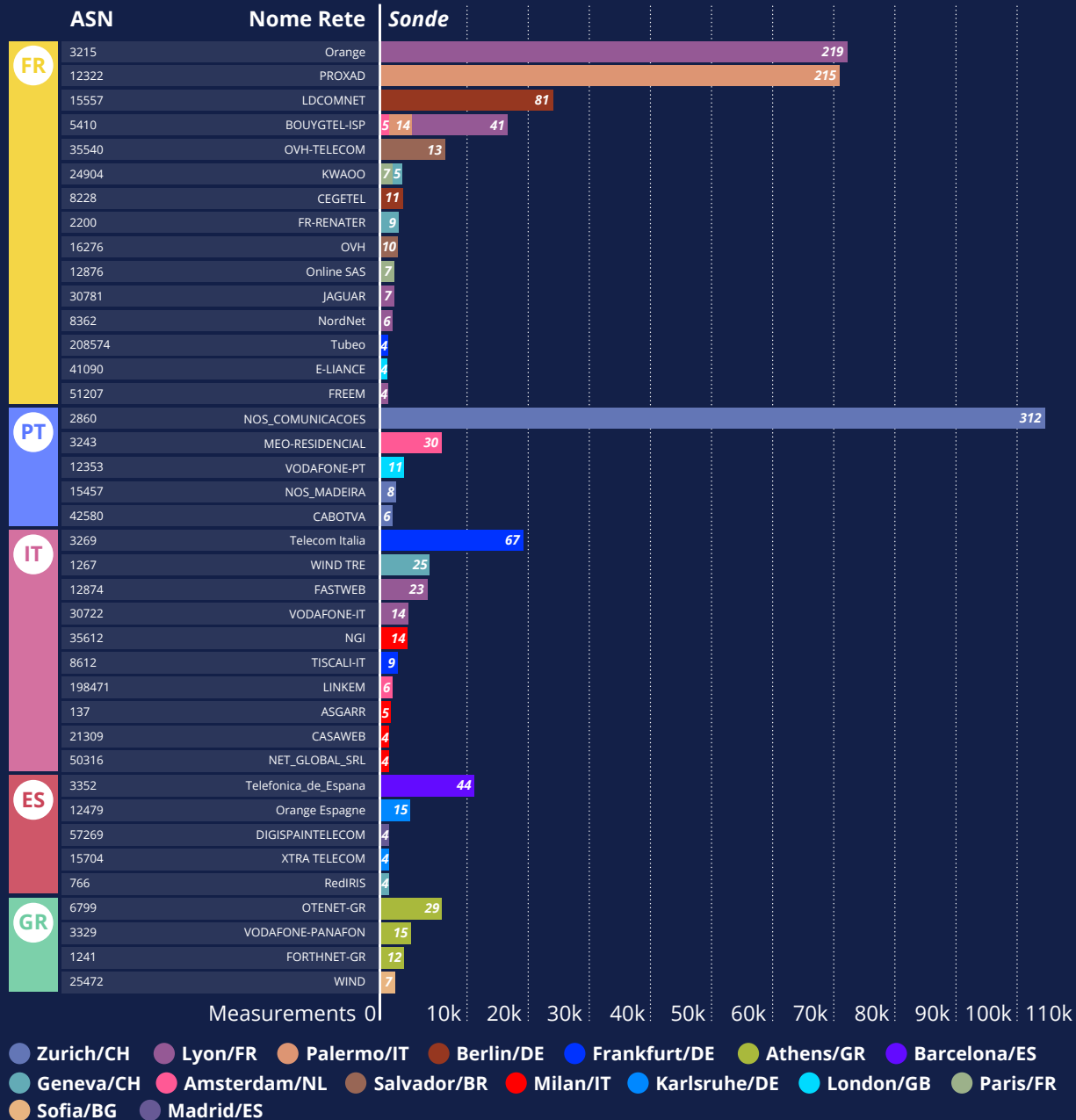


Esistono otto istanze di K-root ospitate in questa regione, a Madrid, Barcellona, Lione, Parigi, Prato (appena fuori Firenze), Milano, Palermo e Atene. Nella Figura 22 sono illustrate le istanze di K-root raggiunte dalle sonde RIPE Atlas nei cinque paesi dell'Europa mediterranea da ottobre 2019 a maggio 2021. Delle prime 10 istanze raggiunte, metà si trovava nella regione, mentre l'altra metà si trovava leggermente più lontana ma sempre in Europa, tra cui Francoforte, Amsterdam, Londra, Zurigo e Berlino. Vediamo sette delle otto istanze K-root nella regione che vengono raggiunte complessivamente, ad eccezione dell'istanza di Prato, in Italia. Un piccolo numero di query ha raggiunto istanze K-root fino in Brasile, Armenia, Cina e Iran, tutte scelte subottimali che si tradurranno in tempi di risposta più lunghi.

La Figura 22 mostra anche quanto sia dinamico il sistema dei nomi di dominio, poiché riusciamo a vedere gli svariati cambiamenti che hanno avuto luogo. Dall'inizio di dicembre 2019 all'inizio di febbraio 2020, l'istanza K-root a Lione non era disponibile perché la rete host era in fase di rinumerazione. Grazie a anycasting, ciò non ha avuto alcun impatto sulle prestazioni del servizio di root name, poiché il Border Gateway Protocol ha trovato automaticamente alternative disponibili ad Amsterdam, Karlsruhe e Gdynia, tutte abbastanza vicine da mantenere tempi di andata e ritorno ideali. Una volta completato il lavoro sulla rete host a Lione, l'istanza K-root ivi ospitata è stata riattivata e le query DNS sono riprese automaticamente. Questi tipi di eventi illustrano la resilienza e la flessibilità del sistema del root server.

Abbiamo anche esaminato quali istanze di K-root sono state interrogate dalle sonde RIPE Atlas nei vari paesi in un dato giorno. In Portogallo, che non ospita alcuna istanza di K-root, abbiamo visto la maggior parte delle sonde raggiungere l'istanza a Zurigo, mentre altre hanno raggiunto Amsterdam, Londra e Ginevra. La maggior parte delle sonde in Spagna ha raggiunto le istanze a Barcellona o Madrid, con un numero minore che ha raggiunto Karlsruhe in Germania. In Francia, abbiamo visto più sonde raggiungere l'istanza di K-root a Lione rispetto a qualsiasi altra istanza; curiosamente, tuttavia, molte più sonde hanno raggiunto l'istanza a Palermo rispetto a quella situata a Parigi. Circa la metà delle sonde in Italia ha raggiunto istanze a Milano o Palermo, ma la maggior parte delle restanti ha raggiunto Francoforte, con un numero

Figura 23:
Località K-root raggiunte da varie reti in tutta l'Europa mediterranea (IPv4)



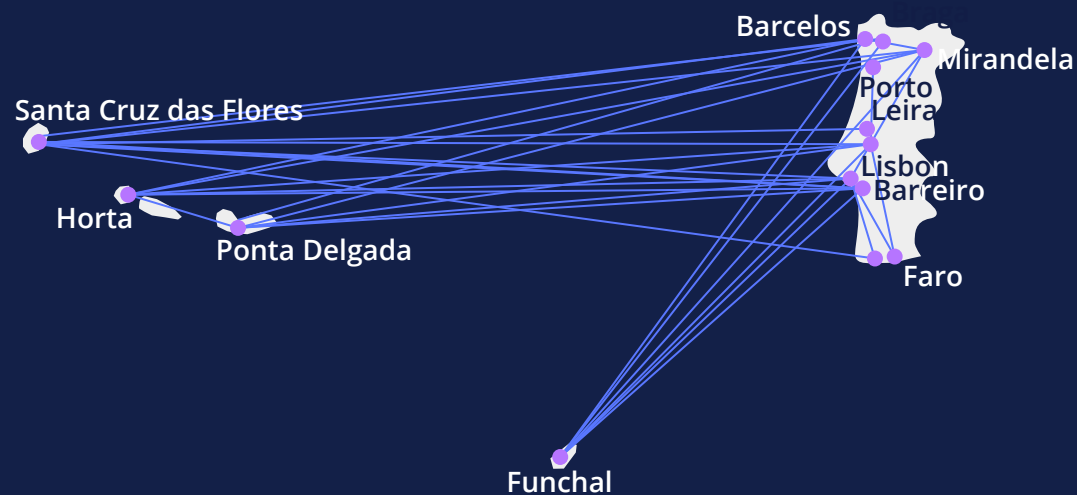
minore che ha raggiunto Ginevra e Amsterdam. Infine, abbiamo visto la migliore ottimizzazione in Grecia, dove la stragrande maggioranza delle sonde ha raggiunto l'istanza di K-root ad Atene. In generale, i tempi di andata e ritorno in tutta la regione sono stati ragionevoli, con poche eccezioni di sonde in Francia che hanno raggiunto un'istanza a Salvador, in Brasile, comportando tempi di risposta più lunghi, e un caso di un'indagine in Spagna che ha impiegato un tempo insolitamente lungo per raggiungere un'istanza a Madrid, forse a causa della congestione della rete o del routing non ottimale, anche se il motivo esatto è sconosciuto.

Possiamo anche esaminare quali istanze di K-root vengono interrogate dalle sonde in reti diverse, anziché in paesi diversi. Poiché sono centinaia le reti in questa regione in cui abbiamo sonde RIPE Atlas, un grafico che include ciascuna rete sarebbe illeggibile; come compromesso, abbiamo incluso reti che hanno almeno quattro sonde attive

Per tradizione, il processo decisionale BGP assicurerebbe che una volta identificato un particolare percorso come opzione migliore, vi sia coerenza tra tutti i router che fanno parte di quella particolare rete. Questo è proprio quello che vediamo nella figura 23, dove tutte le sonde in quasi tutte le reti finiscono per interrogare la stessa istanza di K-root. Tuttavia, esistono alcuni casi in cui si osservano reti che favoriscono un'istanza di K-root più lontana rispetto all'opzione (geografica) più vicina, come NOS Comunicações in Portogallo che predilige l'istanza di K-root a Zurigo rispetto a quella di Madrid o Barcellona. Nella maggior parte dei casi, ciò è dovuto agli accordi di peering o ad altre relazioni esistenti tra le reti, anche con i propri upstream provider. Ad esempio, vediamo la rete OVH Télécom raggiungere un'istanza K-root in Salvador, Brasile, dove OVH è presente. Ancora una volta, vediamo che la Grecia è particolarmente ottimizzata, con tutte le sonde che raggiungono un'istanza di K-root ad Atene o nella vicina Sofia.

Vale la pena notare che il percorso più breve (dal punto di vista del routing) per una rete nell'Europa mediterranea verso un root name server potrebbe essere attraverso Francoforte o Zurigo se la rete si collega agli exchange presenti in quelle città. In generale, gli

Figura 24:
Percorsi tra origine e destinazione in Portogallo (IPv4)



operatori più piccoli hanno meno controllo sul proprio routing e sono maggiormente influenzati dalle politiche di routing dei propri upstream provider, a meno che non stipulino propri accordi di peering e prendano decisioni di routing individuali. Per la maggior parte, le distanze aggiuntive che vediamo qui non influenzano in modo significativo i tempi di risposta; tuttavia, è generalmente preferibile utilizzare IXP locali. Vale anche la pena ricordare che questi risultati sono solo per K-root e che è probabile che i client DNS nella regione raggiungano anche altri root name server che potrebbero fornire tempi di risposta migliori.

Dobbiamo altresì osservare che questi risultati, sebbene considerati generalmente rappresentativi, offrono solo un'istantanea delle misurazioni effettuate in un solo giorno di maggio 2021. Data la natura dinamica di BGP, i risultati possono variare costantemente a causa di sottili cambiamenti nel routing.

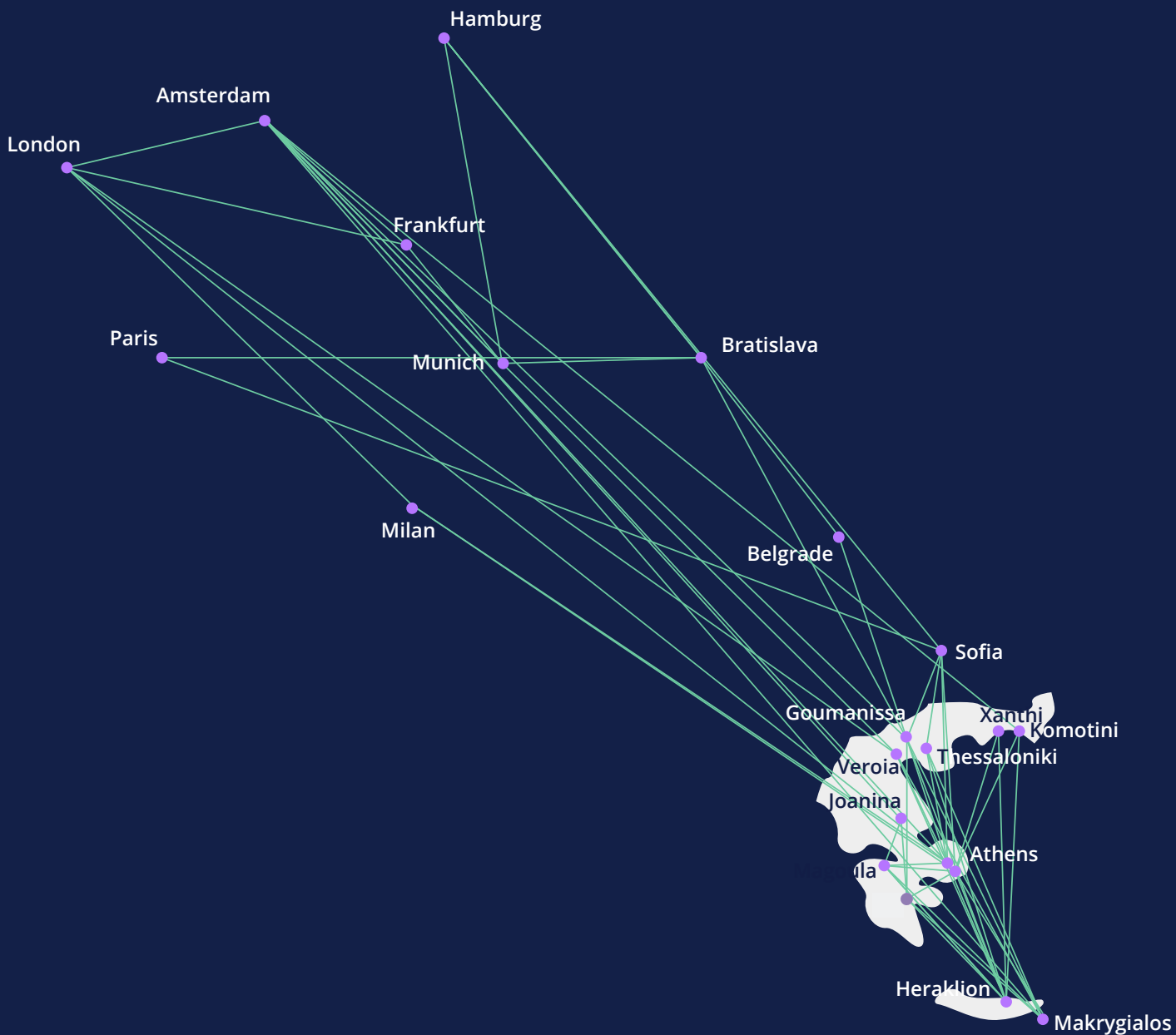
Scambio di traffico regionale

Usando nuovamente i dati della rete di misurazione RIPE Atlas, possiamo indagare su come alcune delle reti nei cinque paesi scambino traffico tra loro e ottenere alcune indicazioni su dove tali scambi si verifichino. Per questo esperimento, abbiamo eseguito il comando traceroute da ciascuna sonda RIPE Atlas a ogni altra sonda nel paese, per ciascuno dei cinque paesi. Poiché tali misurazioni rivelano gli indirizzi IP dei router coinvolti, abbiamo quindi utilizzato RIPE IPmap per geolocalizzare tali risorse di rete. Ciò fornisce alcune informazioni sui percorsi disponibili per il traffico, sebbene non venga misurato direttamente il traffico.

Instradare i pacchetti a un punto di scambio molto lontano, solo per farli tornare a una destinazione vicina all'origine, è indicato come "tromboning". Più un percorso si estende dall'origine/destinazione, più il percorso è inefficiente. Inoltre, queste deviazioni aumentano in generale i costi per l'operatore di rete e, cosa più importante, la distanza aggiuntiva percorsa inutilmente aumenta il rischio di interruzioni; si creano anche ulteriori dipendenze da fornitori esterni, che potrebbero comportare implicazioni normative.

In tutti e cinque i paesi, vediamo la maggior parte dei percorsi rimanere all'interno del territorio di un paese e il ruolo degli

Figura 25:
Percorsi tra origine e destinazione in Grecia (IPv4)



IXP locali è visibile. In Portogallo non sono rilevate località estere. Per gli altri, un sottoinsieme di percorsi devia verso località fuori dal paese prima di tornare alla propria destinazione nazionale. Francoforte, Amsterdam e Londra ospitano tutti i principali IXP e sono scelte comprensibili per lo scambio di traffico, anche se dal punto di vista delle prestazioni non sono necessariamente le migliori. Ciò è particolarmente vero per le distanze più lunghe, come vediamo accadere con il traffico locale in Grecia che viene scambiato in località più remote, invece di affidarsi più pesantemente a GR-IX, l'Internet Exchange greco.

Più estremo è il caso della Francia. Sebbene Parigi e Marsiglia (entrambe ospitanti IXP importanti) siano punti di scambio molto utilizzati, alcuni dei percorsi che abbiamo osservato sono davvero subottimali, estendendosi fino a San Francisco a occidente e Kiev e Mosca a oriente. Ciò aumenta significativamente i tempi di andata e ritorno, sebbene quanto ciò sia significativo per gli utenti di Internet in Francia dipende dalla quantità di traffico che fluisce in questi percorsi, qualcosa che non possiamo misurare; possiamo solo scoprire quale percorso seguirebbe il traffico se un dispositivo in una rete volesse raggiungere un dispositivo in un'altra rete all'interno del paese.

Figura 26:
Percorsi tra origine e destinazione in Francia (IPv4)

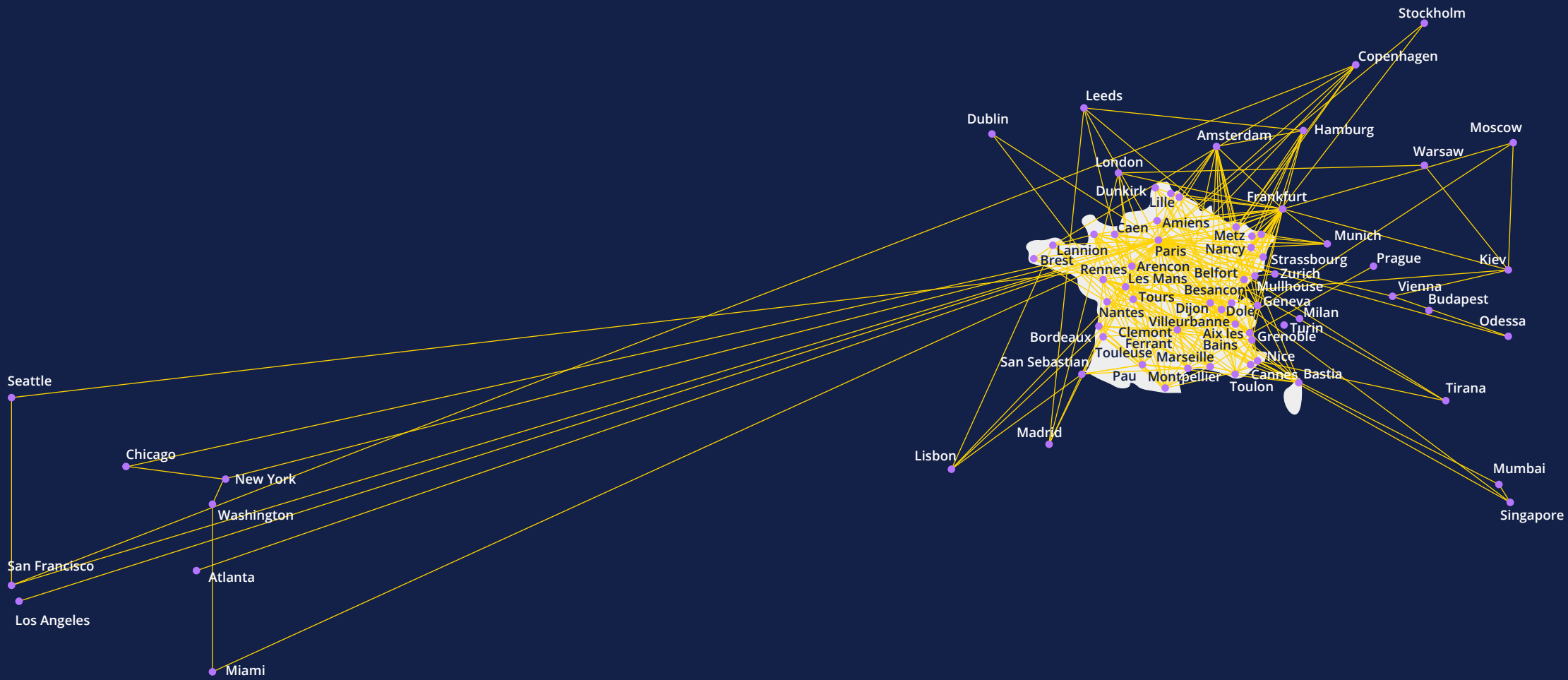


Figura 27:
Percorsi tra origine e destinazione in Spagna (IPv4)

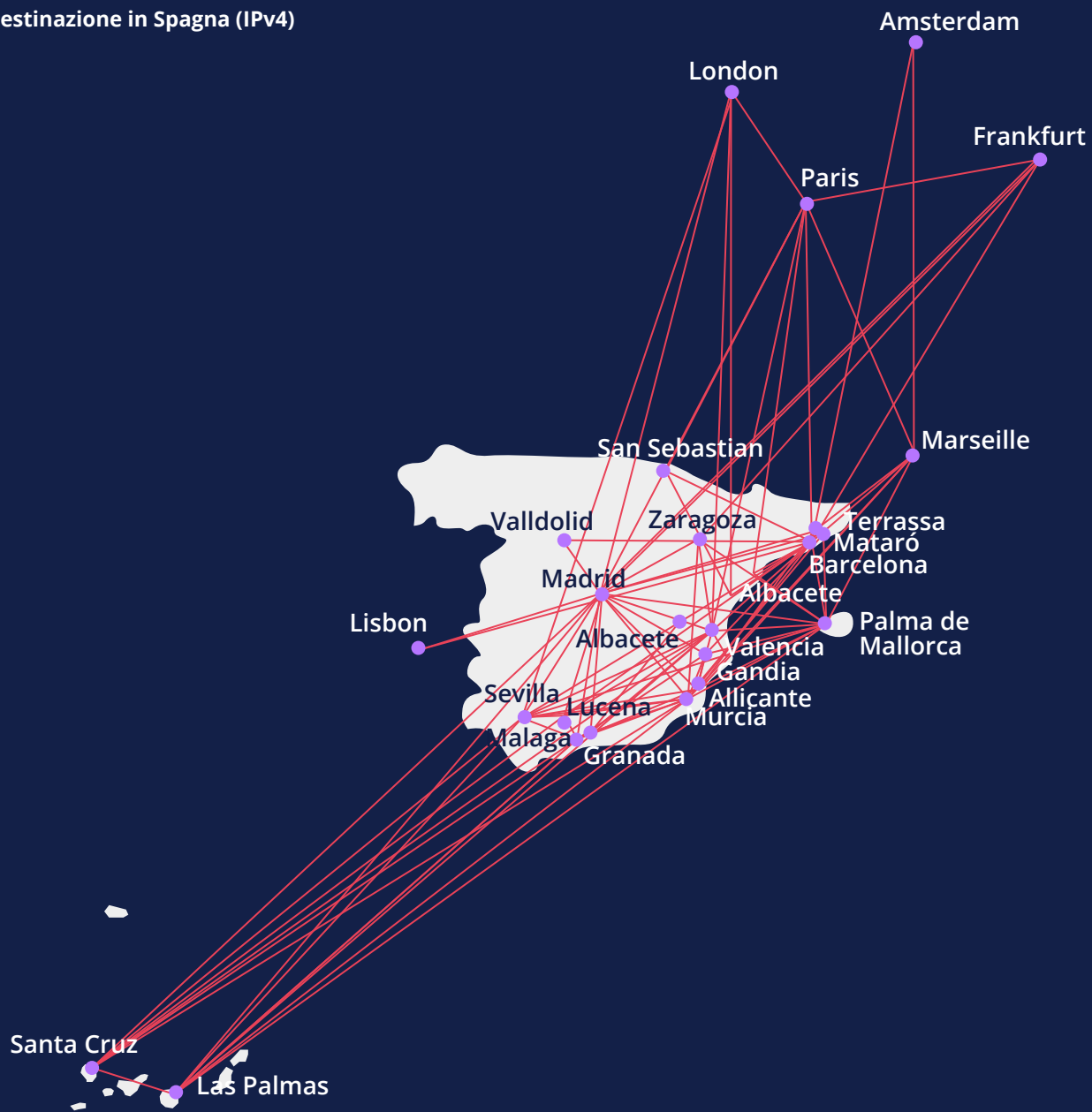


Figura 28:
Percorsi tra origine e destinazione in Italia (IPv4)

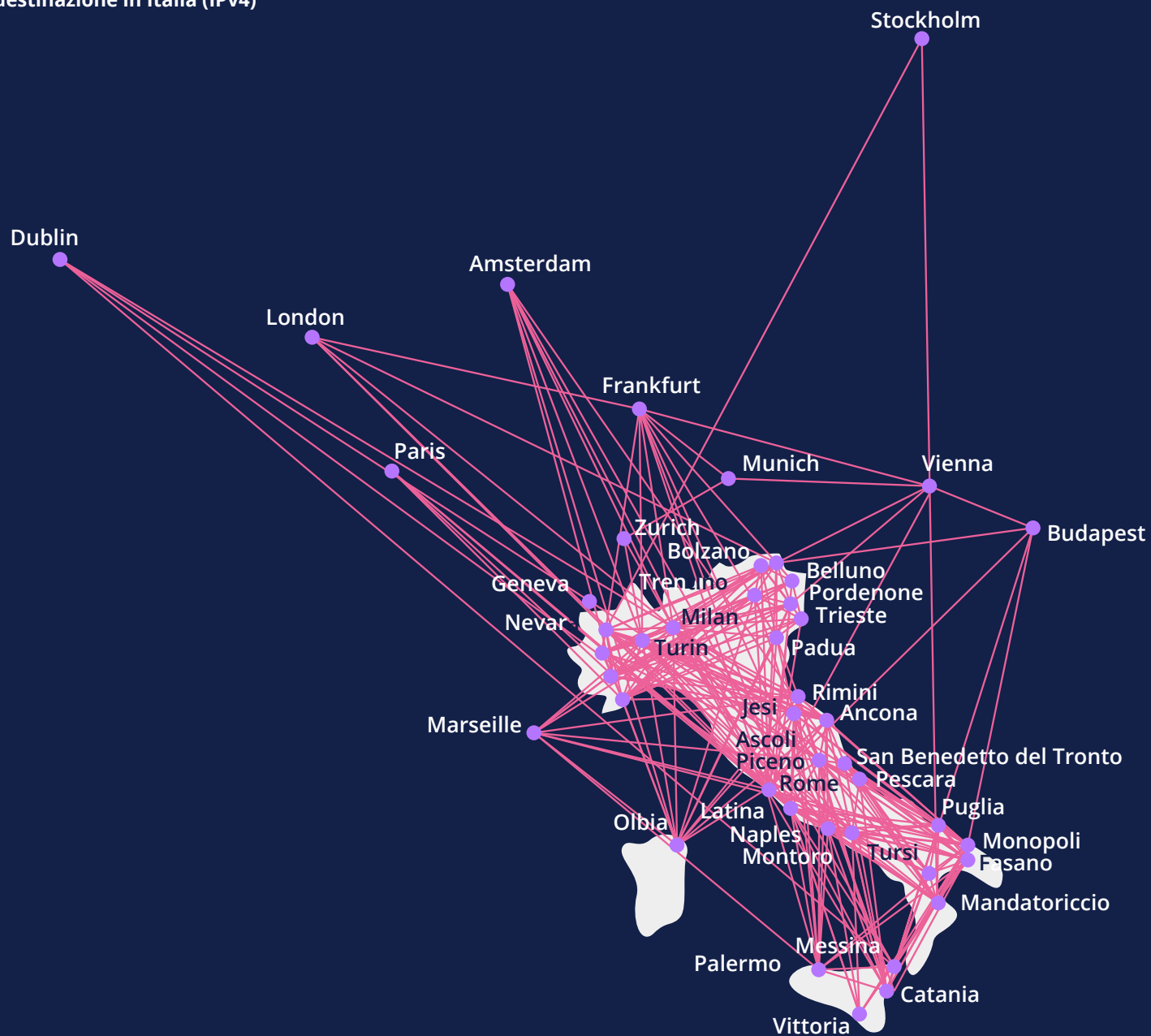
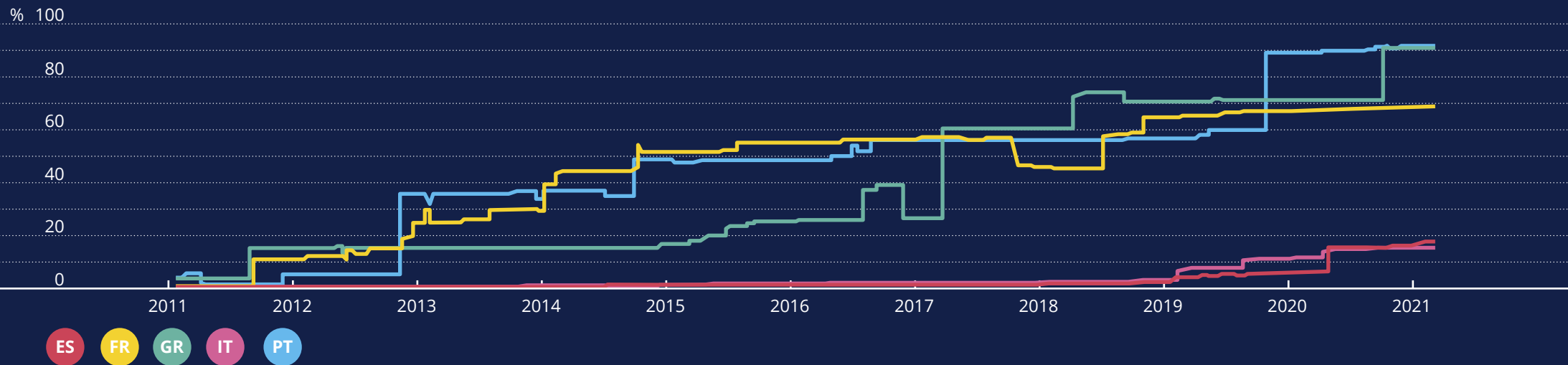


Figura 29:
Spazio indirizzi IPv4 coperto da RPKI



Sicurezza del routing

Oltre a esaminare le diverse route disponibili per il traffico proveniente dalla regione, possiamo anche indagare sulla sicurezza del routing nei cinque paesi esaminando l'efficacia con cui lo spazio indirizzi IP è protetto dalla Resource Public Key Infrastructure (RPKI), un framework di sicurezza che aiuta gli operatori di rete a prendere decisioni di routing più sicure.

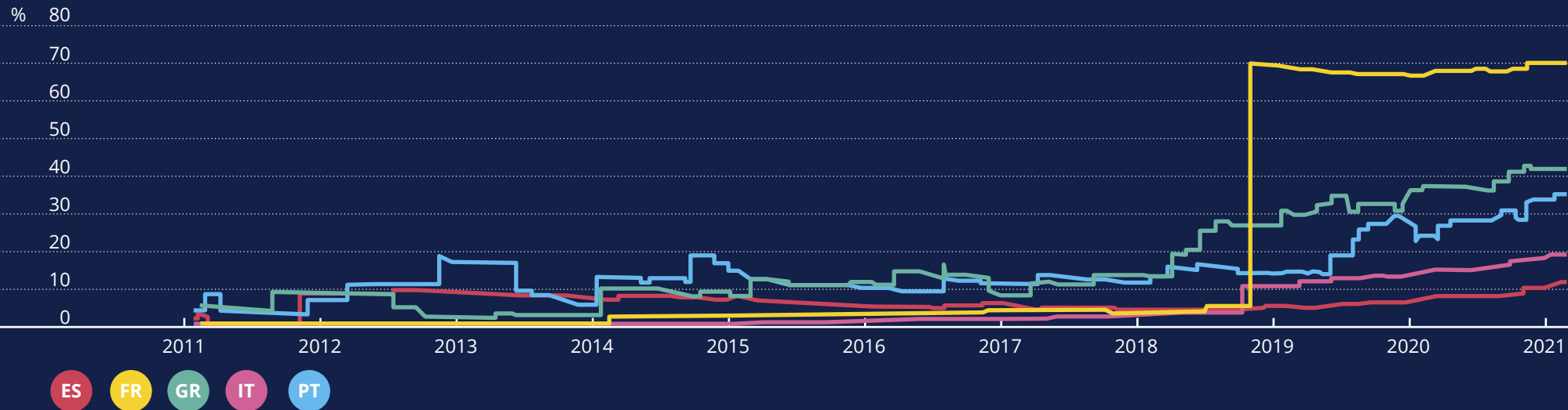
RPKI utilizza certificati digitali chiamati ROA (Route Origin Authorizations) per provare il diritto del titolare della risorsa di annunciare i prefissi IP (ovvero certificando che le risorse sono state allocate o assegnate al titolare della risorsa da un registro Internet regionale). Ciò aiuta a evitare l'errore di routing più comune su Internet: l'annuncio accidentale

di un prefisso IP da parte di qualcuno che non è il legittimo titolare di quello spazio indirizzi. Usando lo strumento RIPEstat di RIPE NCC, che fornisce tutte le informazioni disponibili sullo spazio indirizzi IP, sui numeri ASN e sulle informazioni correlate per nomi host e paesi, possiamo vedere quale percentuale dello spazio indirizzi IPv4 di un paese è coperta dai ROA.

In Portogallo e Grecia, oltre il 90% dello spazio indirizzi IPv4 registrato presso le organizzazioni di quei paesi è coperto dai ROA. Almeno nel caso della Grecia, sappiamo che GR-IX incoraggia fortemente i propri membri ad adottare RPKI e che la maggior parte dei provider del paese, anche i più piccoli, sono presenti all'IXP, il che può contribuire a spiegare l'alto tasso di adozione che si ha nel paese.

Il grafico mostra vari aumenti repentini per tutti i paesi, che si verificano quando un unico grande provider adotta RPKI e crea ROA per il proprio spazio indirizzi. L'ultimo esempio di creazione dei ROA è quello di Vodafone-Panafon, che fa salire la percentuale fino a oltre il 90%.

Figura 30:
Spazio indirizzi IPv6 coperto da RPKI



Con lo spazio indirizzi IPv6, le percentuali coperte dai ROA sono significativamente inferiori. La Francia è l'unica eccezione, con circa il 70% coperto, in gran parte dovuto a un unico grande provider, Orange, che ha creato un ROA per la propria ampia allocazione /19 di spazio indirizzi IPv6.

Governi, autorità di regolamentazione, IXP e grandi provider di servizi possono tutti contribuire a incoraggiare gli attori minori a certificare le proprie risorse numeriche su Internet. Possono anche incoraggiare le migliori pratiche operative attuali sulla sicurezza del routing in generale, per la salvaguardia di Internet e la limitazione delle opportunità dei malintenzionati di dirottare le risorse e attaccare il sistema di routing.

Conclusione

L'Europa mediterranea ha una lunga storia di sviluppo di Internet che si riflette oggi nei mercati aperti e competitivi della regione, nelle sofisticate infrastrutture, nelle comunità tecniche qualificate e negli alti tassi di penetrazione. Sia le imprese che i cittadini hanno accesso a un'ampia gamma di servizi digitali e a una connettività mobile e fissa a banda larga largamente accessibile, offerta da una serie di provider grandi e piccoli. Flussi di traffico tra provider e attraverso più punti di scambio: il risultato di enti di regolamentazione e operatori che lavorano insieme e danno priorità all'infrastruttura condivisa e all'accesso aperto.

Le reti domestiche in ciascuno dei cinque paesi sono altamente interconnesse, fornendo un buon livello di resilienza e ridondanza. Allo stesso modo, ciascun paese è connesso al resto di Internet globale da un gran numero di route diverse da e verso il paese, aggiungendo ulteriore stabilità e riducendo il potenziale di perturbazioni o interruzioni.

Il routing è generalmente ottimizzato per tempi di risposta rapidi, sebbene vi siano numerosi casi in cui i punti di scambio più distanti sembrano essere preferiti rispetto alle opzioni nazionali, il che aumenta inutilmente i costi, le dipendenze dall'estero e il rischio di interruzione.

I paesi dell'Europa mediterranea godono di alti tassi di penetrazione di Internet e grandi quantità di spazio indirizzi IPv4. Tuttavia, un'ulteriore diffusione dell'IPv6 sarà fondamentale per connettere i milioni di nuclei familiari rimasti che devono ancora essere collegati come parte degli obiettivi di connettività dell'UE per il 2025 e oltre. Sarà inoltre necessaria al fine di supportare la diffusione del 5G e lo sviluppo dell'IoT e di altre tecnologie emergenti.

Vale la pena notare che tutte le osservazioni in questo rapporto si basano su percorsi attivi e non vi è modo di sapere quale mondo "nascosto" di backup esista che prenderebbe automaticamente il sopravvento in caso di interruzioni. Qualunque ridondanza esista, fornirebbe al sistema ancora più resilienza.



Informazioni sul RIPE NCC

Il RIPE NCC funge da registro Internet regionale per l'Europa, il Medio Oriente e parti dell'Asia centrale. Come tale, assegna e registra blocchi di risorse di numeri Internet a provider di servizi Internet (ISP) e ad altre organizzazioni.

Il RIPE NCC è un'organizzazione senza fini di lucro che lavora per supportare la comunità RIPE aperta e lo sviluppo di Internet in generale.

Fonti dei dati

Le informazioni riportate nel presente report e le analisi fornite sono tratte da diverse risorse principali:

Registro RIPE

Si tratta del registro di tutte le risorse dei numeri Internet (indirizzi IP e numeri ASN) e dei titolari di risorse registrati dal RIPE NCC. La registrazione pubblica delle presenti informazioni è contenuta nel database RIPE, accessibile all'indirizzo <https://www.ripe.net>

RIPE Atlas

RIPE Atlas è la principale piattaforma di misurazione Internet di RIPE NCC. Si tratta di una rete globale di migliaia di sonde che misurano attivamente la connettività Internet. Chiunque può accedere a questi dati tramite mappe del traffico Internet, visualizzazioni di dati in streaming e un'API. Gli utenti di RIPE Atlas possono anche eseguire misurazioni personalizzate per ottenere preziose informazioni sulle proprie reti. <https://atlas.ripe.net>

Servizio informazioni routing

Il Routing Information Service (RIS) raccoglie e archivia dati di routing Internet da località di tutto il mondo dal 2001.

<https://www.ripe.net/ris>

I dati ottenuti tramite RIPE Atlas e RIS costituiscono la base di molti degli strumenti che offriamo. Siamo costantemente alla ricerca di modi per connettere più sonde RIPE Atlas e per trovare operatori di rete disposti a ospitare collector RIS. Per ulteriori informazioni, consultare i siti web RIPE Atlas e RIS.

Altri strumenti e servizi RIPE NCC

- t RIPEstat: <https://stat.ripe.net/>
- t RIPE IPmap: <https://ipmap.ripe.net/>
- t K-root: <https://www.ripe.net/analyse/dns/k-root>

Fonti di dati esterne

Desideriamo ringraziare Michalis Oikonomakos, responsabile di GR-IX e membro del consiglio di amministrazione di Euro-IX e GRNOG, per averci fornito le informazioni di base incluse nel presente report sul panorama di Internet in Grecia.