

Uso de *root servers* del DNS en Latinoamérica

Mediciones y análisis histórico del comportamiento
de los servidores raíz del DNS

Hugo Salgado

Octubre 2019

INTRODUCCIÓN

Los Servidores Raíz del DNS («root servers» desde ahora) son servicios críticos para el funcionamiento básico de Internet. Estos permiten el direccionamiento y la ubicación de sitios web, correos electrónicos, aplicaciones de celular, etcétera. Para el correcto funcionamiento y su rapidez en la respuesta, es importante que los root servers se encuentren ubicados lo más cerca posible de los usuarios finales.

Desde el año 2003, tanto las organizaciones que administran los root servers como organismos regionales de Latinoamérica, tales como el Registro de Direcciones de Internet de América Latina y Caribe (LACNIC) y su programa +RAÍCES, han estado desarrollando esfuerzos para la instalación de copias de estos servidores en regiones lejanas a la ubicación clásica de estos servicios. El esfuerzo a la fecha ha dado como resultado que existan más de mil copias en todo el mundo con un gran alcance.

Este estudio es el primero llevado a cabo en nuestra región para medir el resultado de estos años de esfuerzo. Gracias a los datos históricos, desde el año 2013 es posible evaluar la mejora en los lugares donde sí se han instalado copias, así como se pudo detectar lugares y regiones donde es necesario enfocar los proyectos en el futuro.

CONTENIDO DEL INFORME

INTRODUCCIÓN	2
CONTENIDO DEL INFORME	3
ROOT SERVERS Y SU IMPORTANCIA	4
METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	6
RESULTADOS	7
TIEMPOS DE RESPUESTA REGIONALES HACIA CADA ROOT SERVER	7
TIEMPOS DE RESPUESTA NACIONALES HACIA CADA ROOT SERVER	12
TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO POR PAÍS	15
CONCLUSIONES	17
SOBRE EL ESTUDIO	18
ANEXOS	19
Anexo A. Ubicación de información completa	19
Anexo B. Información detallada de mediciones RIPE Atlas	19

ROOT SERVERS Y SU IMPORTANCIA

El servicio DNS es el que permite que las direcciones de sitios web, correos electrónicos y múltiples servicios en Internet sean correctamente transformadas a direcciones «IP» y desde ahí puedan ser alcanzadas por los servidores que rutean el tráfico. Es un servicio crítico y básico.

El éxito de este servicio, que data originalmente del año 1985 y ha acompañado el crecimiento exponencial de las redes y los servicios en Internet, se debe a su naturaleza esencialmente distribuida y delegativa. Distribuida porque existen múltiples y redundantes formas de obtenerla, lo que permite su efectividad en rapidez, performance, robustez y resiliencia. Pero además es delegativa, lo que permite que distintas organizaciones sean las responsables de diferentes etiquetas en el DNS, y así cada una tiene la independencia y prerrogativa de administrar como le parezca conveniente su propio espacio.

Para lograr esto último, se definió que el DNS sería una serie de etiquetas con una jerarquía desde una raíz en la base, que se iría desplegando hacia niveles superiores como las ramas de un árbol. Como la delegación de jerarquía es desde la raíz hacia arriba, generalmente esto se representa como un árbol invertido, donde la raíz es el origen superior y se va bajando hacia las ramas con la subadministración de cada etiqueta.

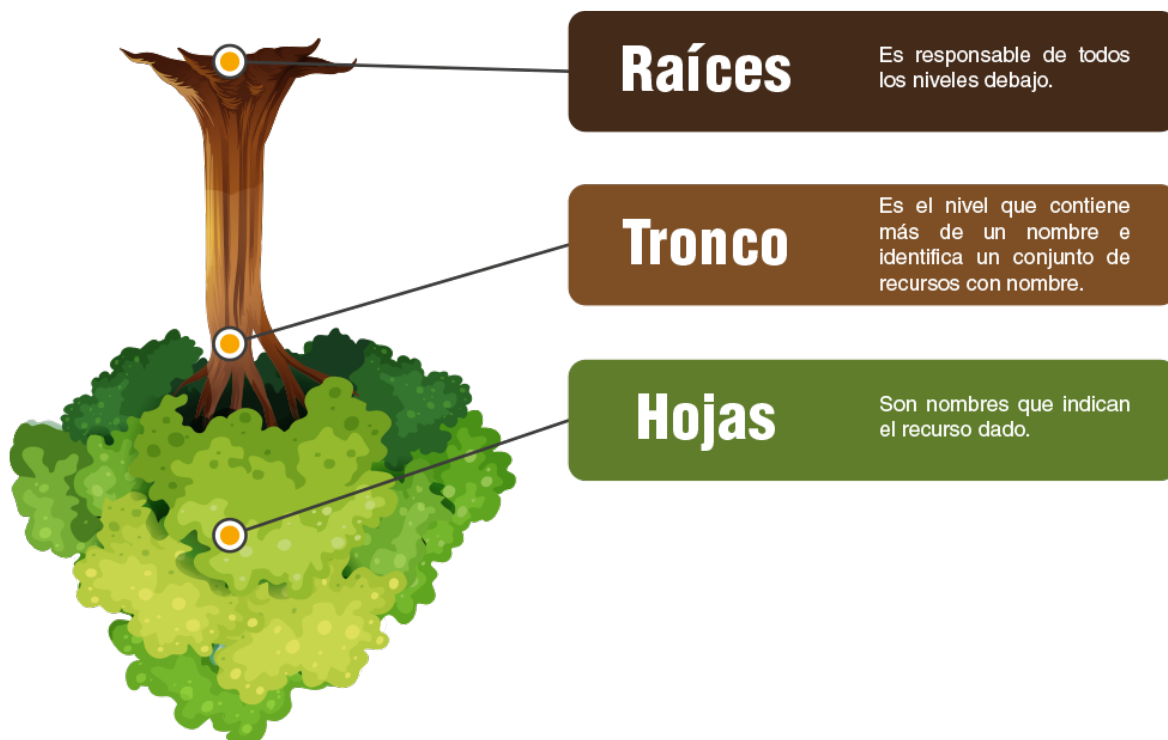


FIGURA 1. Imagen esquemática de la estructura de árbol invertido del DNS.

Por Jane Kruch. De su propio trabajo. [CC BY-SA 3.0
<<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31749683>>]

Esta estructura es la que ha permitido un DNS robusto y eficaz desde los primeros cientos de servidores en Internet, hasta los 4 500 millones de usuarios estimados en el año 2019.

Sin embargo, existe un punto crítico y delicado en esta estructura: la raíz. Por ello desde un comienzo se definió que la raíz del DNS sería distribuida entre 12 organizaciones¹ y que cada una de ellas administraría una letra de la raíz. El número 12 no es caprichoso, sino que representa el máximo número que permitía el tamaño de los mensajes en ese momento. Estas 12 organizaciones mantuvieron sus servidores durante casi 20 años hasta que, por el crecimiento explosivo de Internet, se consideró que sería necesario hacer ajustes y más copias. Por ello se aprovechó una característica del ruteo en Internet con una tecnología bautizada Anycast, que permite que cada una de estas 12 letras a su vez sea subdividida en una nube de nodos ubicados en distintos lugares; por lo que ya es posible seguir escalando el servicio. Es así que, por ejemplo, en la actualidad la letra «F» del DNS, que en su momento fue un servidor ubicado en California (EUA), sean 241 copias en más de 90 países, cada una capaz de atender su región.

Este esfuerzo particular de cada organización fue también apoyada por organismos regionales como LACNIC y la creación en el año 2004 del proyecto + RAÍCES, que apoya la instalación de copias de los root servers en la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) mediante esfuerzos de comunicación, la coordinación y el contacto entre organizaciones dispuestas a alojar una copia y los administradores de los root servers, e incluso, apoyo financiero para comprar los equipos y encargarse de su instalación. Es gracias a esto que + RAÍCES hasta la fecha ha instalado 26 copias en nuestra región, lleva a cabo un llamado anual para las distintas organizaciones que estén dispuestas a hospedar una copia y elige en un comité las que serán merecedoras del apoyo.

¹ Más información en <<https://root-servers.org/>>.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Este estudio pretende dar cifras concretas de las mejoras que han significado para nuestra región la instalación de copias de los root servers, mediante el análisis histórico de mediciones de rendimiento.

Además, gracias a estas cifras es posible indicar qué regiones aún se mantienen con estándares bajos, lo que permite enfocar mejor los esfuerzos y resultados.

Para los datos se utilizará la información que mantiene la organización europea Réseaux IP Européen (RIPE) con su proyecto RIPE Atlas, que dispone de sondas de medición instaladas por voluntarios en todo el mundo, que están constantemente midiendo y analizando información de infraestructura de Internet hacia distintos puntos importantes de la red, como los root servers. Se han instalado un poco más de mil sondas de RIPE Atlas en los países de nuestra región, una cifra que es baja considerando la cobertura en otras regiones como Europa y Norteamérica, pero que da una visión general considerable.

Es importante también hacer un llamado a que, ojalá, pudiéramos tener más voluntarios hospedando sondas RIPE Atlas en nuestros países. Las sondas son dispositivos autónomos que están fabricados para ser instalados en conexiones caseras por usuarios normales, que funcionan autónomamente sin supervisión por parte del usuario. El tener más sondas en nuestra región ayuda a que este y otros estudios que nos benefician se puedan llevar a cabo².

En un detalle más técnico, la medición específica que se analizó en este estudio son consultas normales DNS de tipo UDP por el protocolo IPv4, con clase chaos, tipo TXT y QNAME version.bind; desde cada una de las sondas hacia todos los root servers {a-m}.root-servers.net. Las mediciones, de las que se tomaron muestras representativas, son recurrentes cada 12 horas.

² Más información en <<https://atlas.ripe.net>>.

RESULTADOS

TIEMPOS DE RESPUESTA REGIONALES HACIA CADA ROOT SERVER

En un primer análisis, se promediaron los tiempos de respuesta, «round trip time» (RTT), históricos desde todas las sondas de la región hacia cada una de las letras de los root servers.

Pese a ser una medida bastante gruesa y con muchas particularidades debido a la diversidad de la región, permite tener una primera visión aproximada de la evolución de cada letra, y es posible identificar inmediatamente las letras con mejor y peor desempeño.

En los siguientes gráficos, cada punto y color representa una medida promedio de cada sonda a través del tiempo. En el eje X está el tiempo y en el Y se encuentra el tiempo de respuesta en milisegundos cortado en los 300 ms, una medida que representa un tiempo límite de espera habitual.

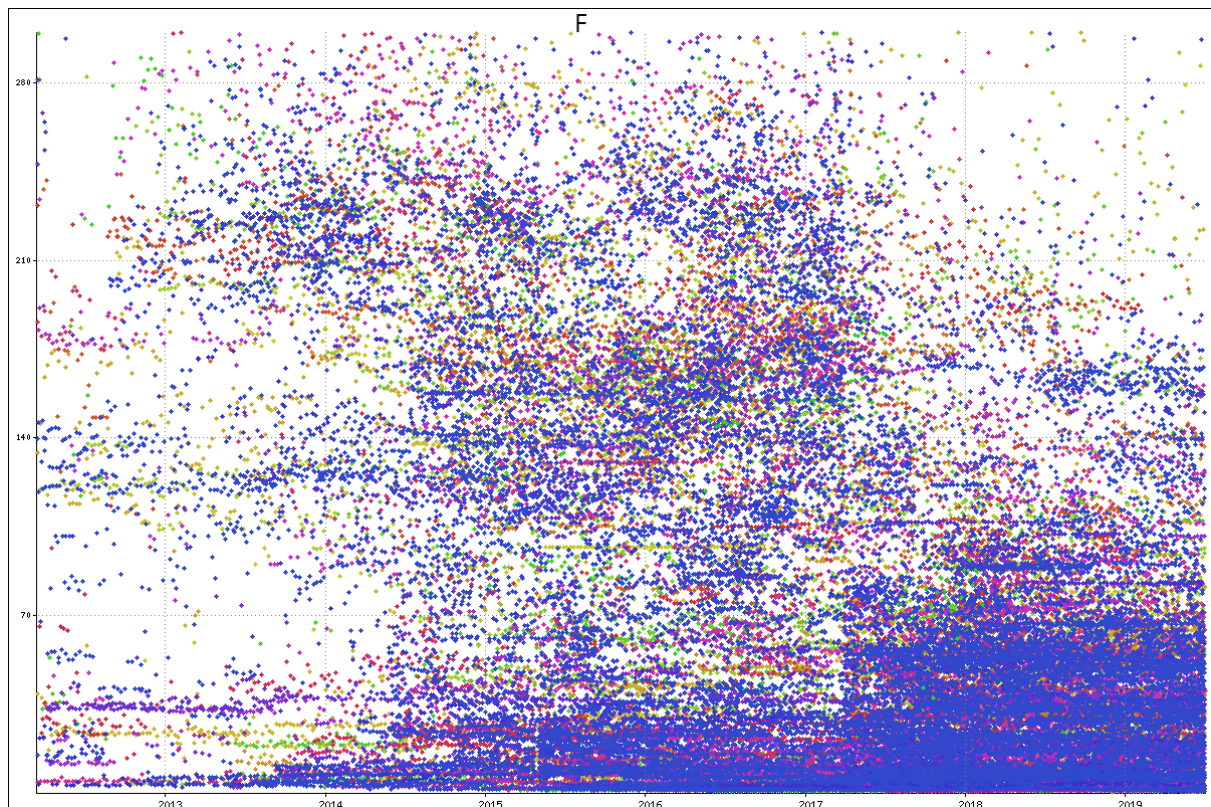


FIGURA 2. Tiempo de respuesta histórico desde LAC hacia root server F.

Acá advertimos las medidas hacia el root server F. De inmediato es posible darse cuenta que en los primeros años, hacia la izquierda del gráfico, eran pocas las sondas disponibles. Luego a partir del año 2014 ya se ven bastantes, pero dispersas en su respuesta, lo que indica que existía una alta variabilidad. Ya acercándonos al año 2019

vemos, sin embargo, que se comienzan a concentrar en la parte baja del gráfico, lo que indica un buen resultado, ya que los tiempos de respuesta bajan y al mismo tiempo se pierde variabilidad, esto demuestra estabilidad en las respuestas. En general se debe considerar que mientras más abajo y concentrado es un escenario mucho mejor. También se pueden identificar momentos importantes como, por ejemplo, una figura vertical en el primer trimestre del año 2017, donde hubo una súbita mejora. Eso seguro representa alguna instalación de una copia del root server F en nuestra región, que será luego contrastada con datos oficiales obtenidos desde Internet Systems Consortium, el organismo que administra la letra F.

A continuación vemos un gráfico similar para la letra L, administrada por Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), que también se ha destacado por su continuo esfuerzo en desplegar copias en todo el mundo:

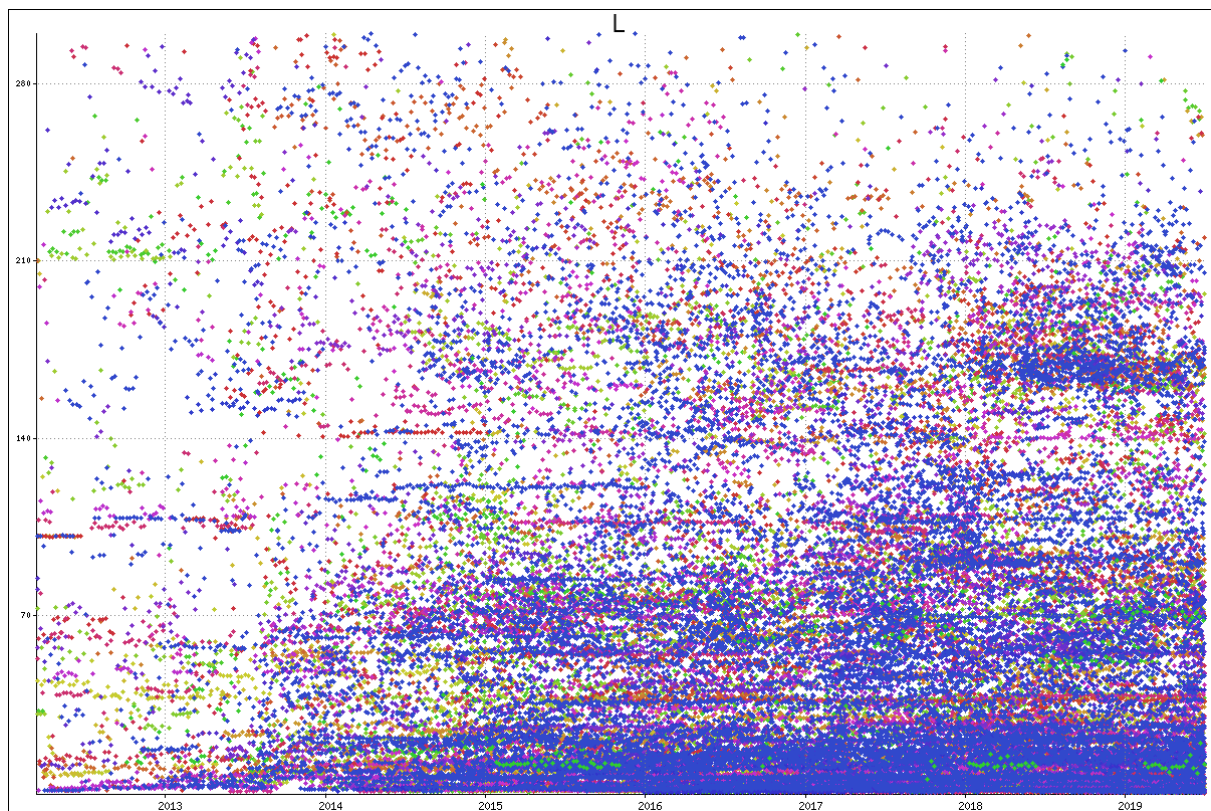


FIGURA 3. Tiempo de respuesta histórico desde LAC hacia root server L.

Acá también se detecta una mejora continua y más estable a través del tiempo, llegando a un promedio bajo los 50 ms en el año 2017. Sin embargo, se puede detectar un cluster cerca de los 150 ms en cierta región que debería ser analizada con detalle.

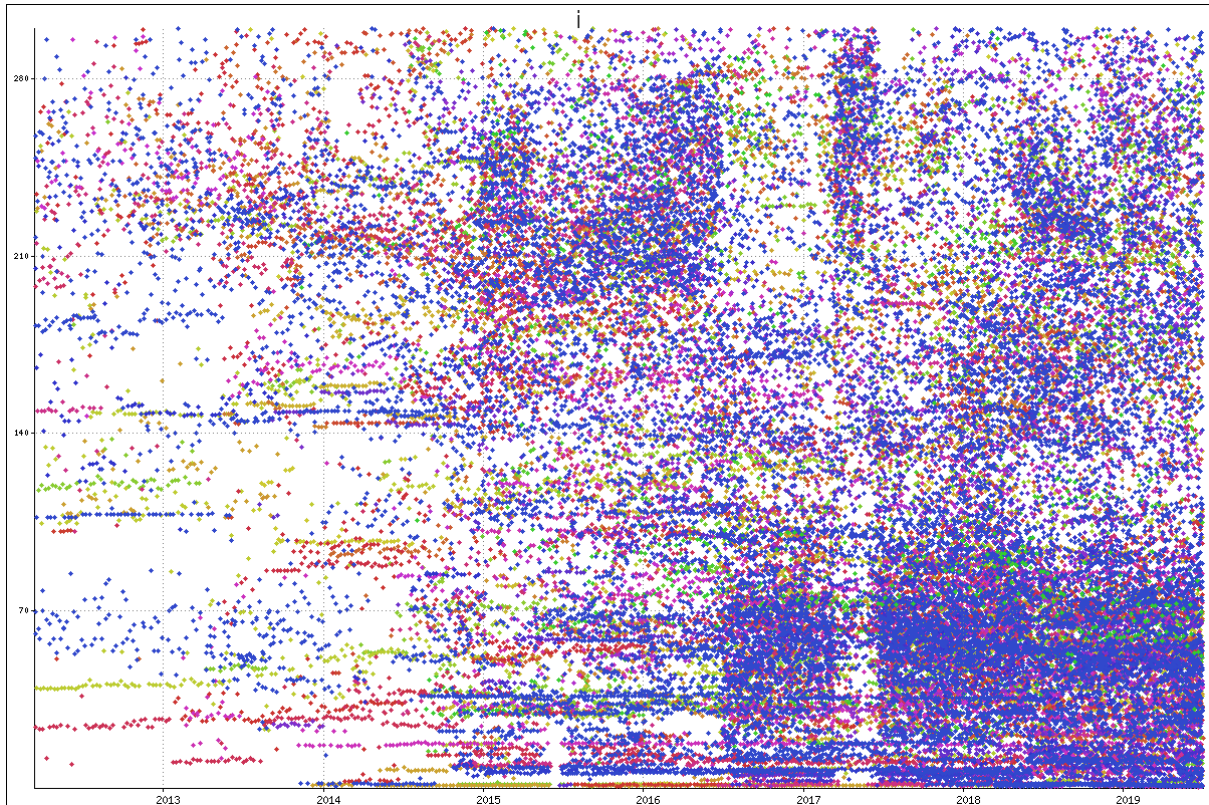


FIGURA 4. Tiempo de respuesta histórico desde LAC hacia root server I.

En el caso de I, se detecta un momento importante a mediados del año 2016 donde hubo una mejora destacable, pero que fue revertida en el primer trimestre del 2017. Es importante indicar que estos casos podrían representar problemas de caídas de nodos o bien, de ruteos poco eficientes que ocasionarían tiempos de respuesta altos durante unos momentos, pero que fueron resueltos adecuadamente hacia mediados del 2017.

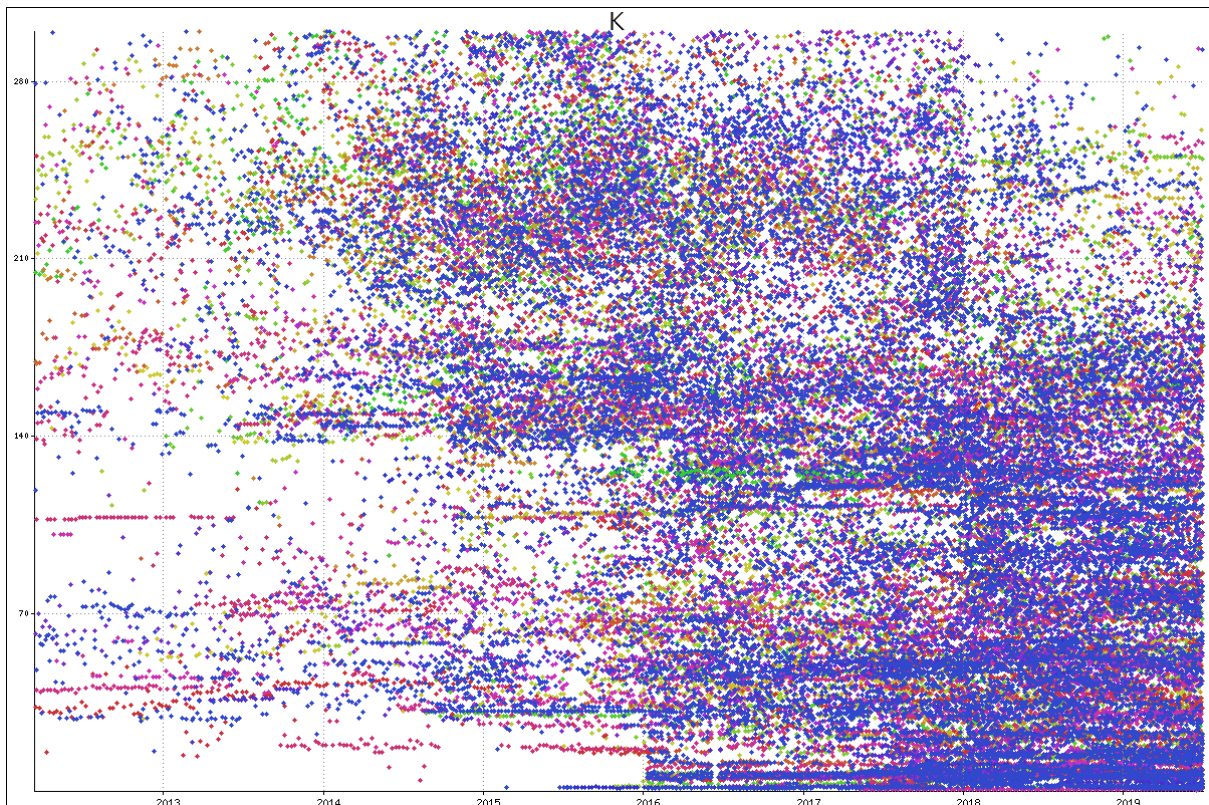


FIGURA 5. Tiempo de respuesta histórico desde LAC hacia root server K.

El root server K, de la organización *RIPE NCC*, es otro ejemplo de un buen despliegue y mejoras en la región, como se muestra en la figura previa con una concentración progresiva de los puntos hacia abajo y la derecha.

Por último, se presenta el caso del root server M, administrado por *WIDE Project* (Japón), que es el más alejado de la región, como se puede apreciar en la gráfica por su forma muy arriba en el eje Y:

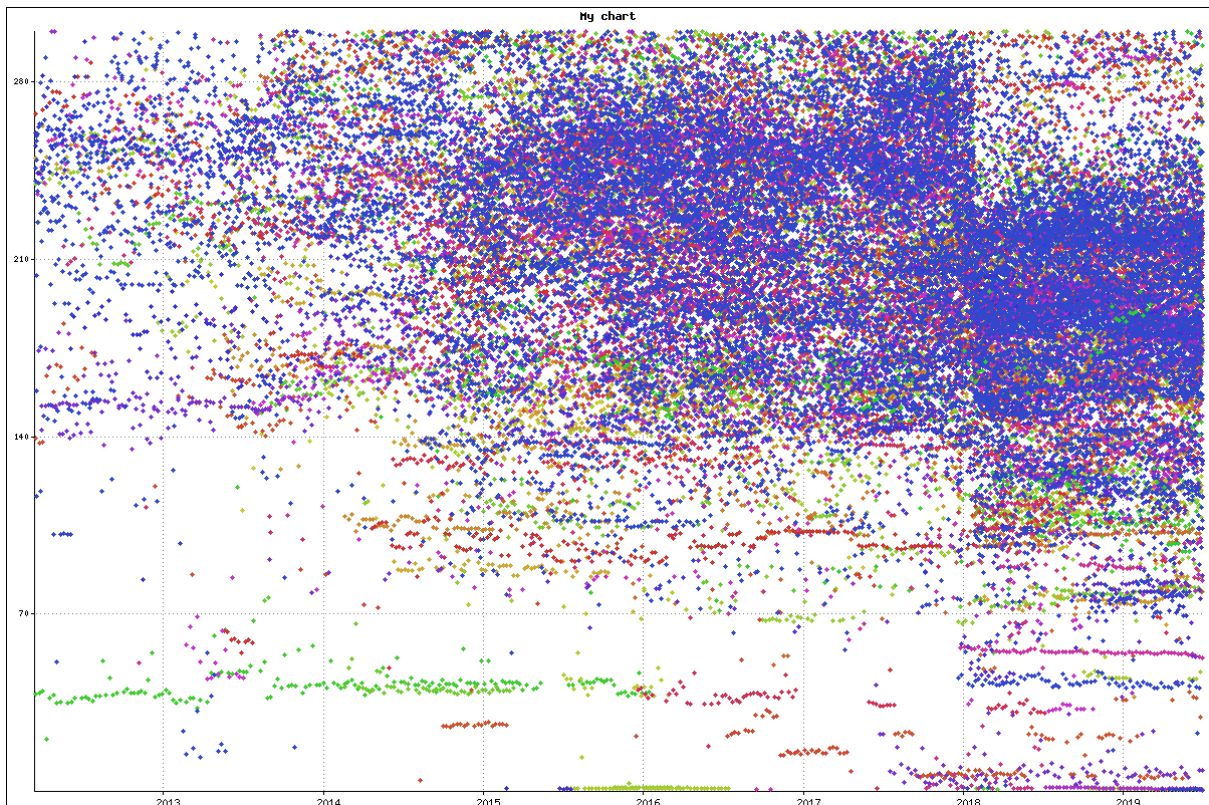


FIGURA 6. Tiempo de respuesta histórico desde LAC hacia root server M.

Es importante sin embargo hacer notar que no es necesario que todas las letras sean cercanas. Un usuario final termina siendo atendido por el mejor root server que encuentre, por lo que, aunque es siempre importante y más robusto tener la mayor cantidad de letras cercanas, tampoco existe un problema si algunas de ellas están lejos. Cada organismo administrador de un root server puede tener distintas estrategias de despliegue mundial apuntando a distintas regiones de servicio y distintas tecnologías y, al contrario de ser un problema, es una fortaleza del sistema distribuido del DNS al permitir diversidad y evitar puntos de falla únicos.

El resto de los gráficos de las otras letras se pueden encontrar en el análisis completo indicado en el Anexo A.

TIEMPOS DE RESPUESTA NACIONALES HACIA CADA ROOT SERVER

Un segundo análisis consideró la misma medida de tiempo de respuesta RTT, pero desagregado por país. Al igual que en los gráficos anteriores, cada punto y color representa una medida promedio de cada sonda a través del tiempo. En el eje X está el tiempo y en el Y se encuentra el tiempo de respuesta en milisegundos cortado en los 300 ms.

El disponer este grado de detalle permite identificar de mejor manera el momento y ubicación de cada copia. Sin embargo acá se hace mucho más evidente la diferencia de cobertura de las sondas RIPE Atlas en cada país, debido a que existen algunos como Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay con una penetración mejor y que por lo mismo permiten mejores análisis, pero existen otros con una densidad muy baja de sondas en las cuales es muy difícil identificar o extrapolar resultados.

Para ver el resultado completo de cada país, consultar la información en el Anexo A.

El siguiente gráfico representa los tiempos de respuesta de las sondas en Brasil hacia el root server E:

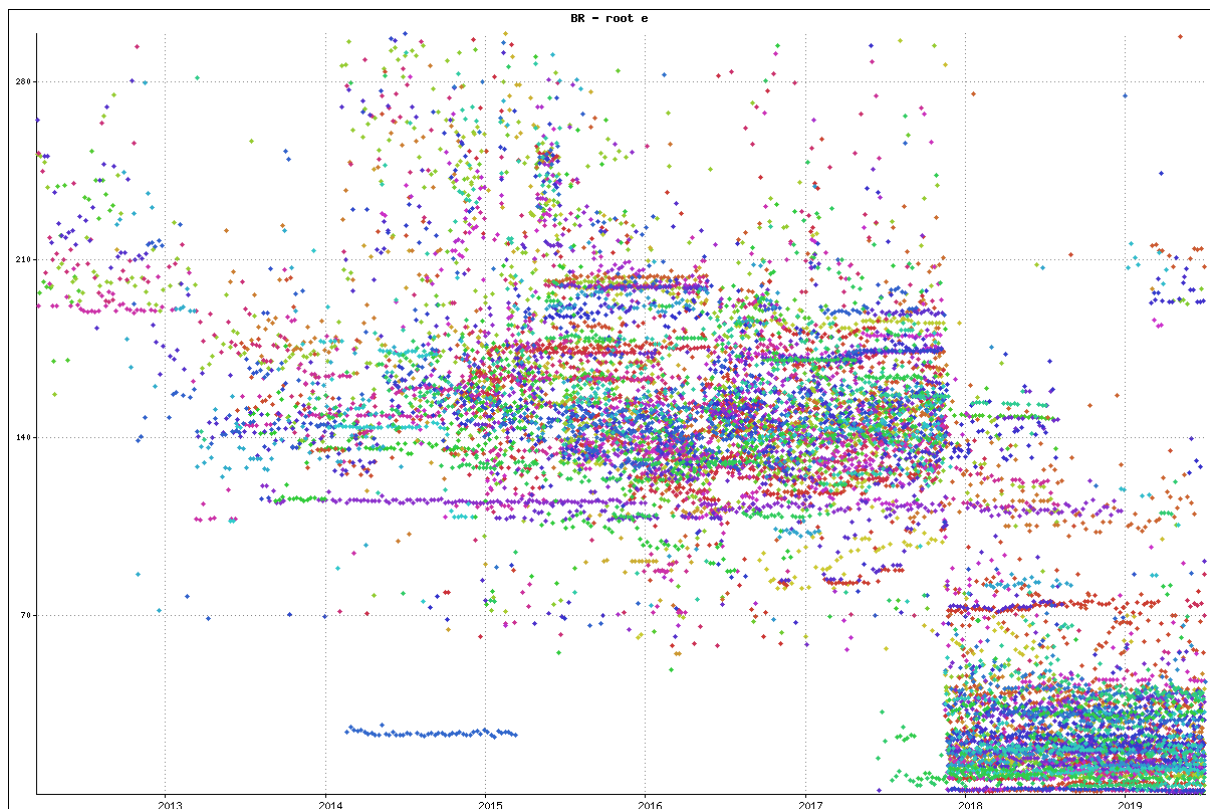


FIGURA 7. Tempo de resposta histórico desde Brasil hacia root server E.

Es muy claro en la figura que, a fines del año 2017, hubo una mejora notable en los tiempos de respuesta, pasando de un promedio de 150 ms a menos de 50 ms, que seguramente representa la instalación de una copia de E en el país.

Otro caso interesante de destacar es el acceso a B desde Chile:

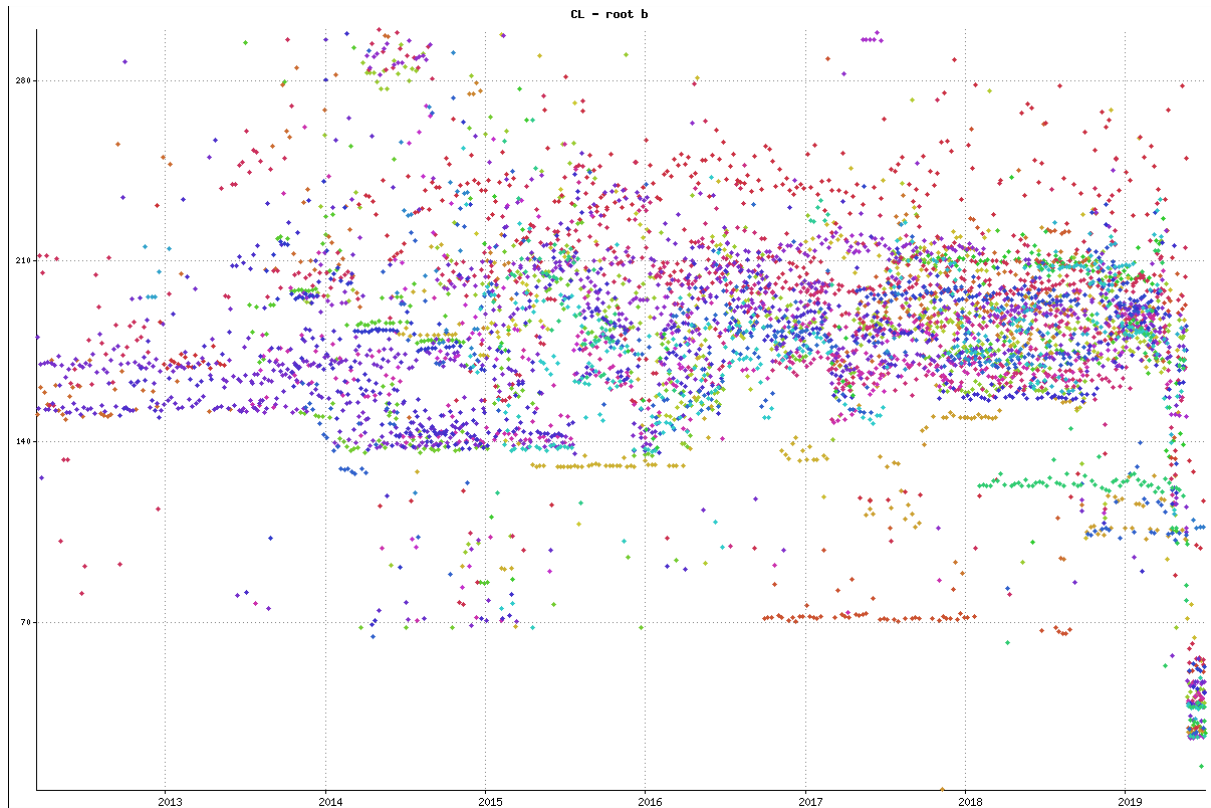


FIGURA 8. Tiempo de respuesta histórico desde Chile hacia root server B.

En esta figura se nota claramente la mejora a mediados del año 2019 que está corroborada por el hecho de que la organización Information Sciences Institute de la University of Southern California, administradora del root server B, instaló por primera vez un nodo fuera de EUA en esta fecha, justamente en una ciudad en el norte de Chile.

Por último, se ve claramente el beneficio para un país de la instalación de un nodo en su territorio. A mediados del año 2015, LACNIC dio inicio al proyecto +RAÍCES con la instalación de una copia del root server F en Montevideo:

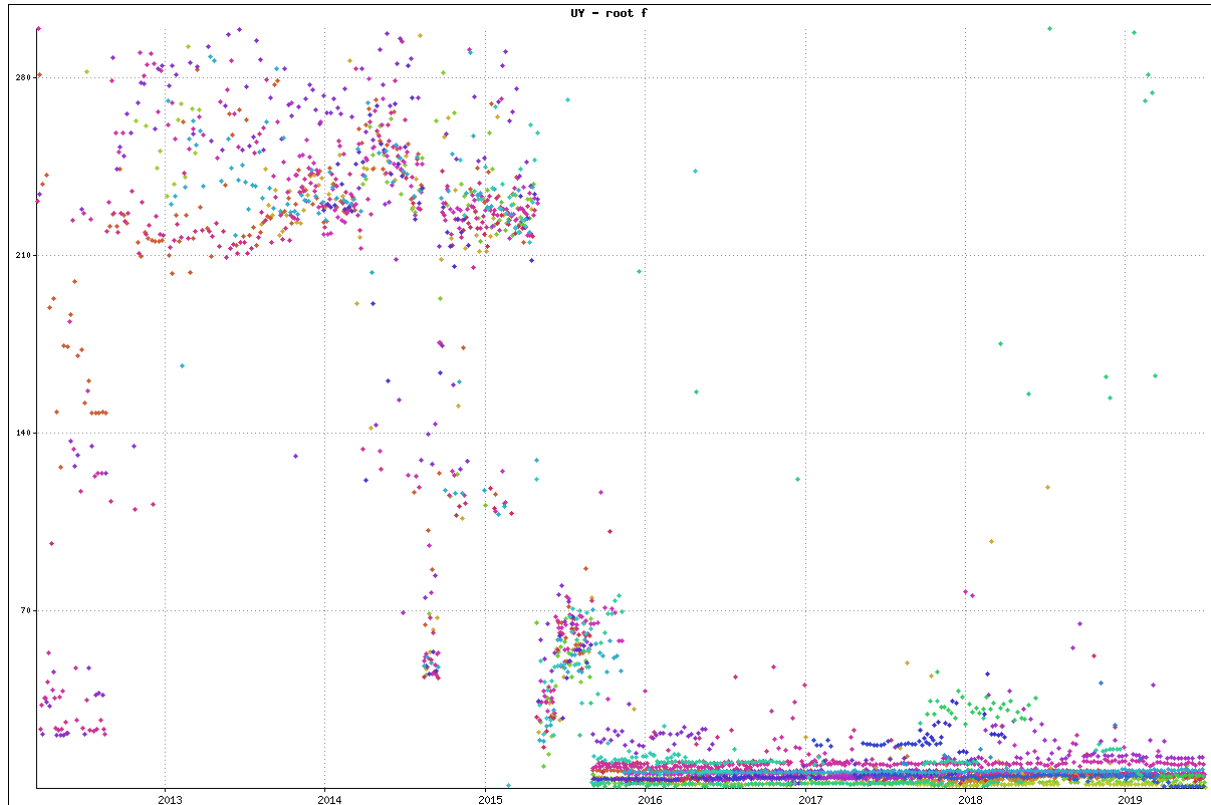


FIGURA 9. Tiempo de respuesta histórico desde Uruguay hacia root server F.

TIEMPOS DE RESPUESTA PROMEDIO POR PAÍS

Otra medida más interesante es obtener un promedio del tiempo de acceso desde todas las sondas de un país hacia cada uno de los root servers. Esta medida nos permite resumir los puntos de los casos anteriores, y darle una cifra permite estimar la mejora durante ese tiempo. Además, al graficar cada letra en una curva de un color distinto permite diferenciar claramente las letras que tienen mejor comportamiento.

El siguiente gráfico representa el promedio desde Chile a cada root server. Cada curva representa una letra distinta. En el eje X se coloca el tiempo, y en el Y el tiempo de respuesta en milisegundos.

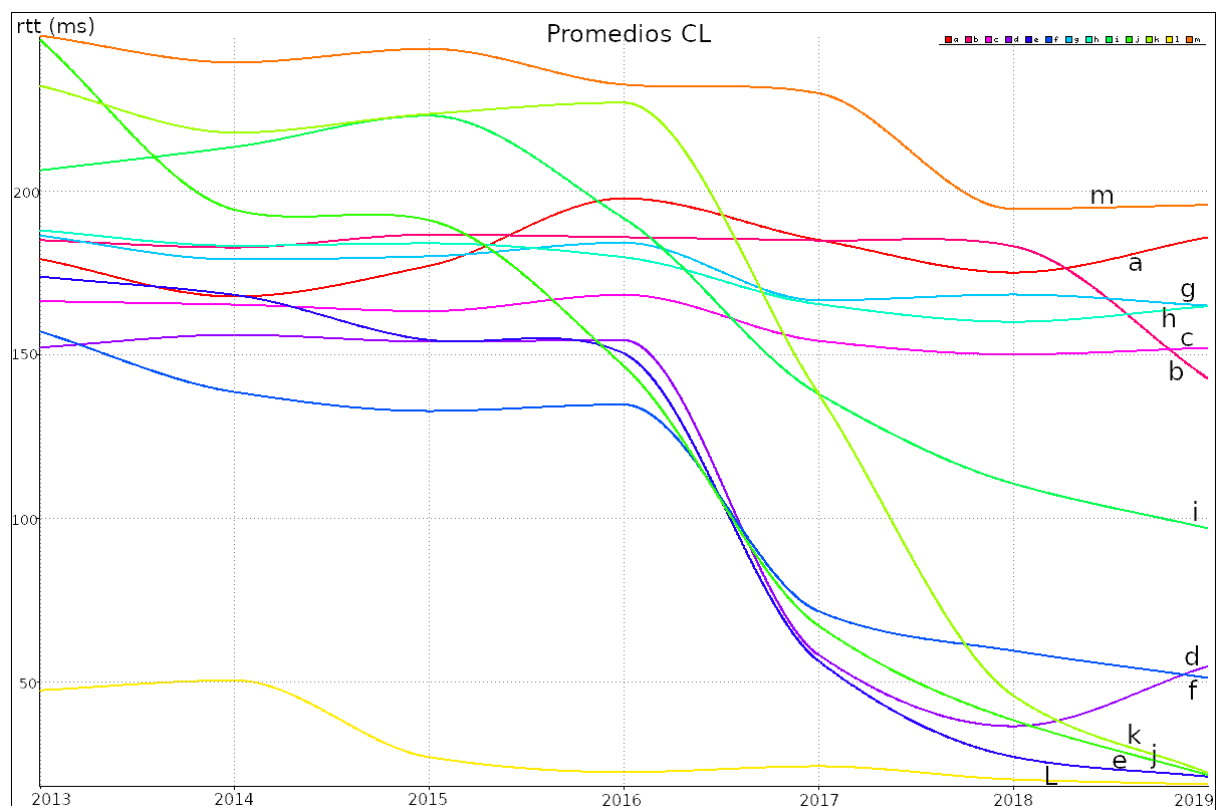


FIGURA 10. Promedio de tiempo de respuesta histórico desde Chile hacia root servers.

Las curvas tienden a bajar hacia la derecha, es una buena señal e indica que los tiempos de respuesta han disminuido a través del tiempo. Claramente, los root servers L, E, J y K son los que tienen mejor respuesta al día de hoy desde Chile, F y D en segundo lugar, pero también cercanos a los 50 ms, que es bastante bueno. Más atrás queda el resto, con el root server M mucho más alejado, cercano a los 200 ms, que representa una mala cifra. Además podemos sacar promedios de acceso en general, dando 182 ms en el año 2013, y 99 el 2019, indicando un 45% de reducción en el tiempo de respuesta.

La siguiente figura representa el caso desde Argentina:

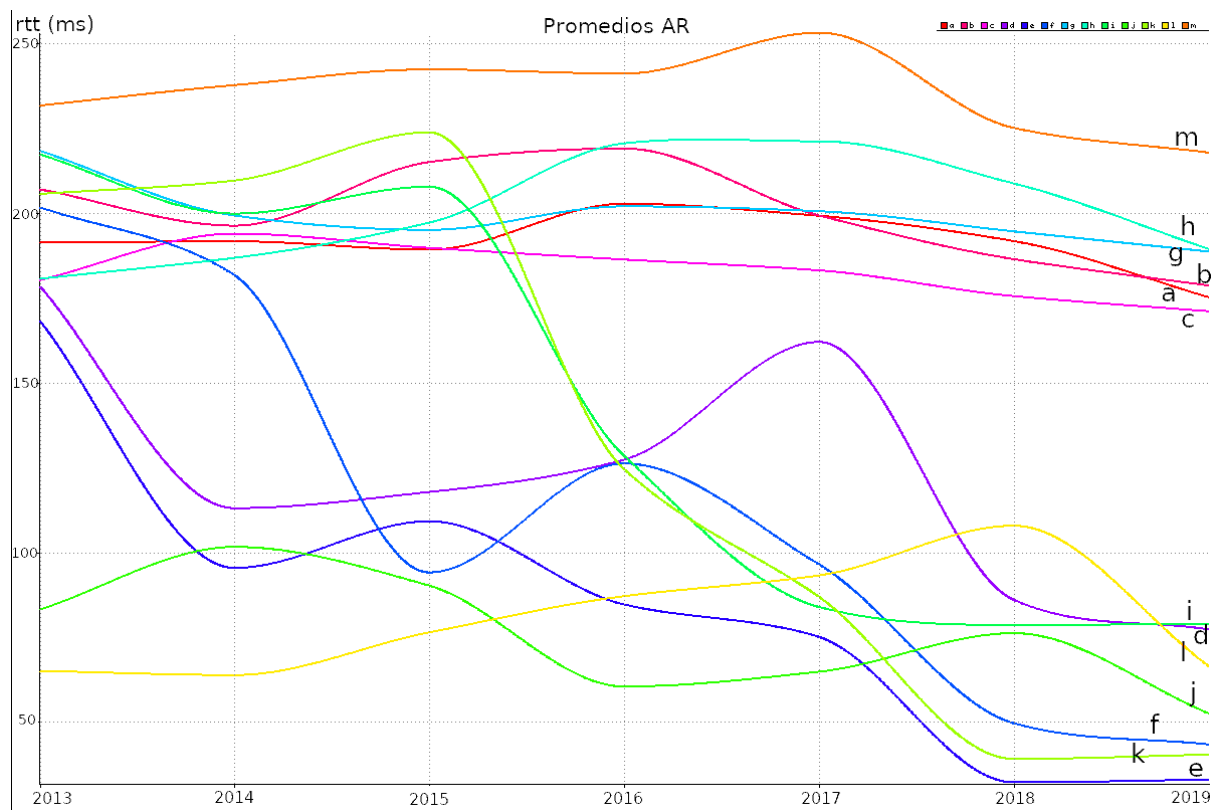


FIGURA 11. Promedio de tiempo de respuesta histórico desde Argentina hacia root servers.

Acá, a grandes rasgos, es parecido a las letras con mejor comportamiento, y se repite el caso de M con el peor alcance. También se ven problemas a comienzos del año 2017 en las letras D y M, que probablemente representen políticas de ruteo internacional que afectaron el tiempo de respuesta desde esas ubicaciones que fueron resueltas prontamente. En el caso de Argentina, el promedio de tiempo de respuesta pasó de 179 ms en el 2013 a 116 el 2019, representando un 35% de reducción.

El resto de los países se puede encontrar en la información indicada en el Anexo A de este informe.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran una clara evolución continuada hacia una mejor alcanzabilidad a los root servers desde el año 2013. Los momentos de cambios evidencian la instalación de copias, que fortalecen estas iniciativas e invitan a seguir su despliegue.

En términos generales podemos decir que un 58% de los países de la región tienen al menos un root server alcanzable bajo los 50 ms de RTT, una cifra aceptable en los tiempos de respuesta esperables para una consulta DNS. Si buscamos respuestas bajo los 85 ms, ya tenemos una cobertura del 84% de países que representa la totalidad de zonas con mediciones relevantes para este estudio.

Es de esperar que estas cifras sigan mejorando. La instalación de nuevas copias de root servers, tanto por las iniciativas de +RAICES como por la gestión de los propios administradores de root servers; tecnologías tales como Decreasing Access Time to Root Servers by Running One on Loopback (RFC 7706³) que permiten tener espejos internos de la zona raíz del DNS, mejorarán la experiencia de usuario en la navegación de Internet.

Este estudio fue presentado durante la conferencia LACNOG 2019 realizada en el mes de octubre en Panamá. Tuvo muy buena acogida entre los operadores de servicios de Internet presentes en la reunión, indicando que tanto las cifras a nivel regional como de país, así como la identificación de lugares con un mal servicio, permiten gestionar de mejor manera la instalación de copias y justificar las inversiones dentro de cada organismo.

Se espera continuar el informe con un análisis de radio de cobertura de cada nodo en la región, incluir los datos de la instalación provista por cada administrador de root server y, en un futuro, ampliar el alcance bajando por el árbol DNS desde los root servers hacia los ccTLDs de la región.

³ Ver en <<https://tools.ietf.org/html/rfc7706>>.

SOBRE EL ESTUDIO

Este estudio fue realizado por el investigador Hugo Salgado, por encargo y dirección de LACNIC, entre los meses de junio y septiembre del año 2019. Hugo Salgado es un experto en DNS y nombres de dominio; y trabaja en NIC Chile, el registro del ccTLD .CL.

Fueron muy importantes los comentarios y sugerencias de Guillermo Cicileo, responsable del Programa de Seguridad y Estabilidad de Internet de LACNIC.

Si desea más información del proyecto RIPE Atlas que permitió obtener los datos para este informe u hospedar una sonda de mediciones, por favor contacte a <<https://atlas.ripe.net/>>.

Si su organización desea hospedar un root server, por favor contacte al Proyecto +RAICES de LACNIC en <<https://www.lacnic.net/993/1/lacnic/proyecto-+raices>>.

Derechos protegidos por LACNIC. Permitida su reproducción y distribución manteniendo atribuciones y referencia del informe original. Este informe y sus actualizaciones se podrán encontrar en el sitio del Proyecto +RAICES de LACNIC en <<https://www.lacnic.net/993/1/lacnic/proyecto-+raices>>.

ANEXOS

Anexo A. Ubicación de información completa

Los gráficos indicados desde cada país se encuentran disponibles en el sitio web que el proyecto +RAICES de LACNIC ha dispuesto para este estudio en:

<<https://www.lacnic.net/4288/1/lacnic/>>.

Anexo B. Información detallada de mediciones RIPE Atlas

Las mediciones recurrentes utilizadas para este estudio corresponden a los «measurement ID» 10209, 10210, 10211, 10212, 10213, 10204, 10214, 10215, 10205, 10216, 10201, 10208 y 10206 (IPv4 DNS UDP version.bind).

Las sondas utilizadas totalizan 1024 históricamente (no todas activas en este momento), disponibles desde los países mx, gt, bz, hn, sv, ni, cr, pa, cu, ky, jm, ht, do, pr, vi, bq, gp, dm, mq, lc, vc, bb, tt, cw, co, ve, gy, sr, gf, br, ec, pe, bo, cl, ar, uy y py.