

# Implementación de IPv6: El caso del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

M. C. Oscar E. Olivares Domínguez

Departamento de Redes

Dirección de Telemática

CICESE

Marzo de 2023



# Contenido

- Introducción.
- Descripción general de la red IPv4 del CICESE.
- La guía para la transición a IPv6 del gobierno Mexicano.
- La experiencia del CICESE en la implementación de IPv6.
- Contacto.

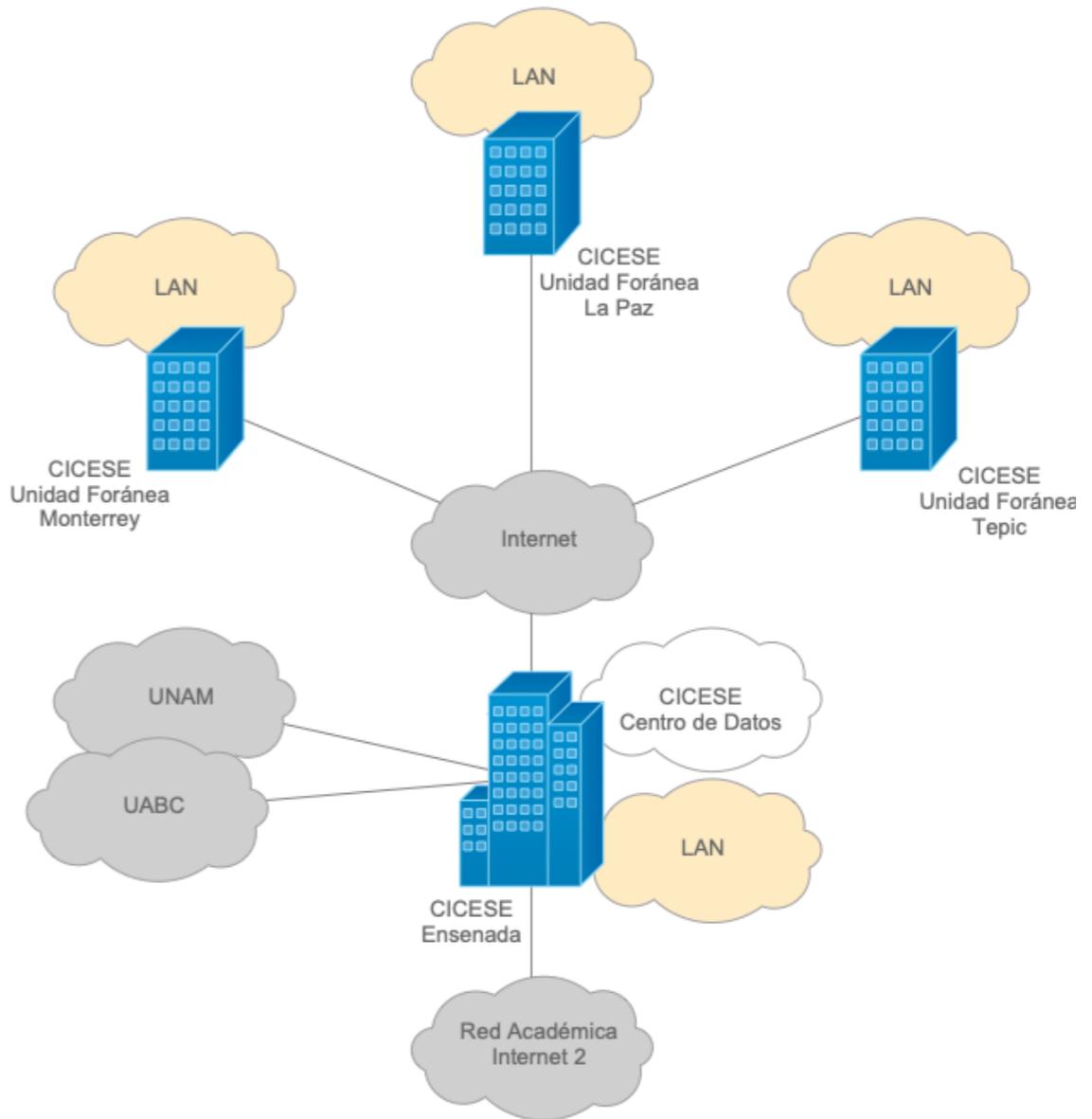
# Introducción

- El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), pertenece al Sistema de Centros Públicos de Investigación del CONACYT [1].
- El CICESE fue creado en 1973 por el gobierno federal como parte de la iniciativa para descentralizar las actividades científicas y modernizar el país.
- A lo largo de más de cuatro décadas, ha evolucionado hasta convertirse en uno de los principales centros científicos de México.
- El CICESE fue una de las primeras instituciones en conectarse a Internet en México.
  - Las direcciones IP de CICESE se registraron en 1992 y el registro [cicese.mx](https://cicese.mx) se realizó en 1995.

[1] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Febrero 2023. Centros Públicos de Investigación. Recuperado de <https://conacyt.mx/cpi/>.

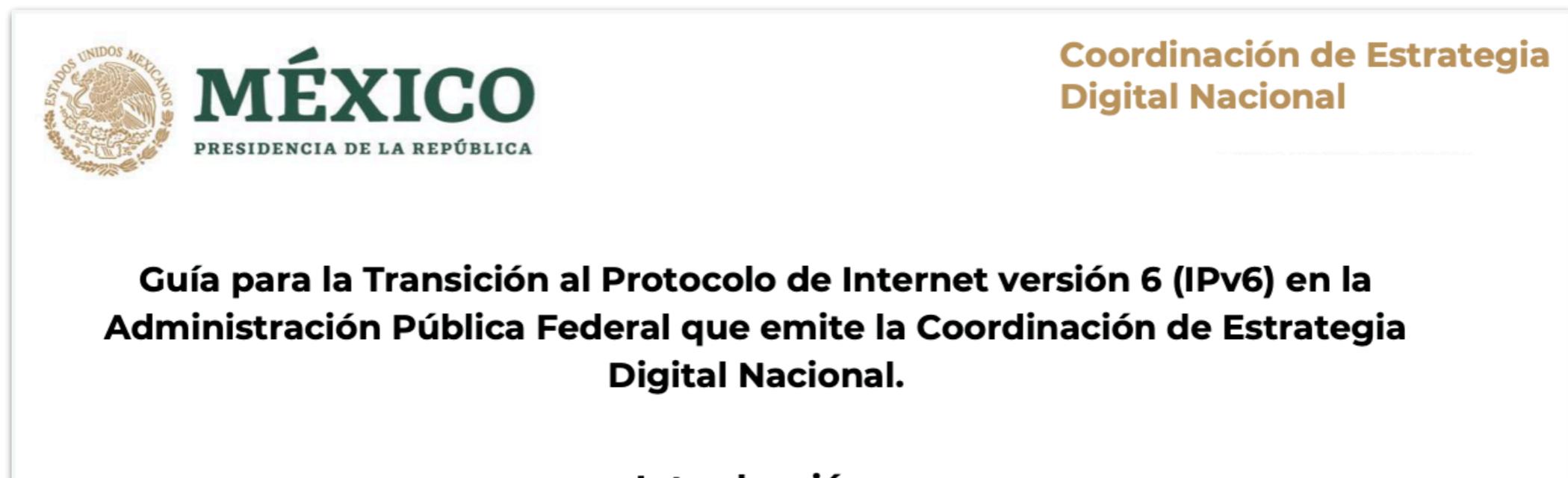
# IPv4 en el CICESE

- El CICESE tiene su sede principal en Ensenada, Baja California y 3 subsedes en las ciudades de La Paz, Apodaca y Tepic.
- En Ensenada, se cuenta con un enlace a Internet de 1 Gbps y un enlace de 10Gbps hacia redes académicas (Internet2, principalmente).
- En todas nuestras ubicaciones hacemos peering con nuestros ISPs y anunciamos prefijos IPv4.



# Transición a IPv6

- A finales de 2021 la Coordinación de Estrategia Digital Nacional (CEDN) publicó la “Guía para la Transición al Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) en la Administración Pública Federal” [2].
  - El documento define las acciones que todas las dependencias federales deberán realizar para hacer una transición hacia IPv6 en sus redes.
  - Se indica la creación de un Grupo de Trabajo para IPv6 (GTIPv6) en cada dependencia federal.



[2] Coordinación de Estrategia Digital Nacional. Enero 2022. Guía para la Transición al Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) en la Administración Pública Federal. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/686219/Gui\\_a\\_IPv6\\_-\\_v1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/686219/Gui_a_IPv6_-_v1.pdf).

# Estrategia: Planificar

- Uno de los elementos clave en la “Guía” es la elaboración de un Plan de Transición Local a IPv6:
  - Programa de capacitación para el personal técnico que participa en la administración de las redes y sistemas involucrados.
  - Planteamiento de los escenarios de coexistencia de IPv4 e IPv6.
  - Identificación de las técnicas de transición a utilizar.
  - Identificación de aplicaciones y equipos que deberán ser actualizados o sustituidos.

# Retos (algunos...)

- Los hitos planteados en la guía son ambiciosos, particularmente porque los administradores de red requerirán tiempo para capacitarse sobre IPv6.
  - LACNIC ofrece cursos sin costo sobre IPv6.
- Antes de diseñar la red en IPv6, se deben conocer aspectos básicos (al menos) del nuevo protocolo.
- Solo para solicitar las direcciones a IAR México, ya se debe tener una idea muy clara del diseño a utilizarse.

# LACNIC: Capacitación en IPv6

- Curso básico de IPv6.
- Curso avanzado tiene costo de 200 dólares y el pago es vía PayPal.



**Curso Básico IPv6**



**Curso Avanzado IPv6**

# Información Útil sobre IPv6



**Internet Society IPv6 Training**



**Web servers to work over IPv6**



**Hurricane Electric Free IPv6 Certification**



**LinkedIn Resources**

# IPv6: El caso del CICESE

- En 2021 comenzamos la capacitación de los administradores de red.
- El diseño de la implementación de IPv6 inició en Enero de 2022.
- Nuestro Plan de Transición se publicó en Junio de 2022.
- Aunque nuestra solicitud de recursos de Internet ante IAR se aceptó en junio de 2022, el trámite solo se pudo concluir hasta diciembre del mismo año.

# IPv6: El caso del CICESE

- En el caso de la administración pública federal, el presupuesto para la asignación inicial de las direcciones IPv6 se tiene que programar el año anterior a la solicitud.
  - Además, se debe contar con el permiso de TIC correspondiente.
  - La Guía establece que cada dependencia federal debe asignar presupuesto para la transición.
  - Los recursos de Internet de IAR no se asignan hasta que se paga el contrato (¡no basta con firmarlo!).
  - Se deben considerar los aspectos legales de la implementación.

# Solicitud de Direcciones a IAR México

- Originalmente y en coordinación con IAR México, solicitamos un prefijo /48 Provider Independent, para nuestra implementación de IPv6.
  - Nuestra solicitud fue aceptada y comenzamos el proceso de firma del contrato (+6 meses).
  - Al tener nuestras primeras conversaciones con los ISP tuvimos conocimiento de que el prefijo mínimo que se enruta en Internet es /48.
  - Esto nos obligó a rediseñar nuestro esquema de direccionamiento IPv6 y a practicar la reconfiguración de la red.

# Solicitud de Direcciones a IAR México

- Siguiendo las mejores prácticas, propusimos a IAR modificar nuestra solicitud de recursos a un prefijo /44 que nos proporcionaría 16 bloques /48.
- Este espacio de direcciones es suficiente para que en todas nuestras sedes podamos anunciar al menos, un prefijo /46.
  - Esta asignación cubre nuestras necesidades actuales y futuras de direccionamiento.
- En coordinación con IAR se determinó que el prefijo /44 era adecuado para las necesidades que planteamos en nuestra solicitud.

# Solicitud de Direcciones a IAR México

- CICESE contaba con “recursos legados”.
- Es conveniente tener en cuenta que al momento de solicitar direcciones IPv6 a IAR y firmar el contrato, los recursos legados dejan de serlo.
- Esto se establece claramente en el contrato y no hay un cambio de facto, es un cambio de jure (a menos que se desee devolver recursos que no se están utilizando).
- El pago anual que se hace a IAR considera todos los recursos de Internet que la institución tiene.

# Solicitud de Direcciones a IAR México

- Se debe trabajar en conjunto con las áreas administrativas y legales de la institución ya que no es posible modificar el texto del contrato que se firma con IAR.
  - El contrato se debe aceptar en todos los términos que IAR establece.
- Se debe trabajar con las áreas internas de la institución para explicar por qué IAR es un “proveedor” particular.
- El de IAR es un contrato de servicios, pero no existe otro proveedor que provea dichos servicios.

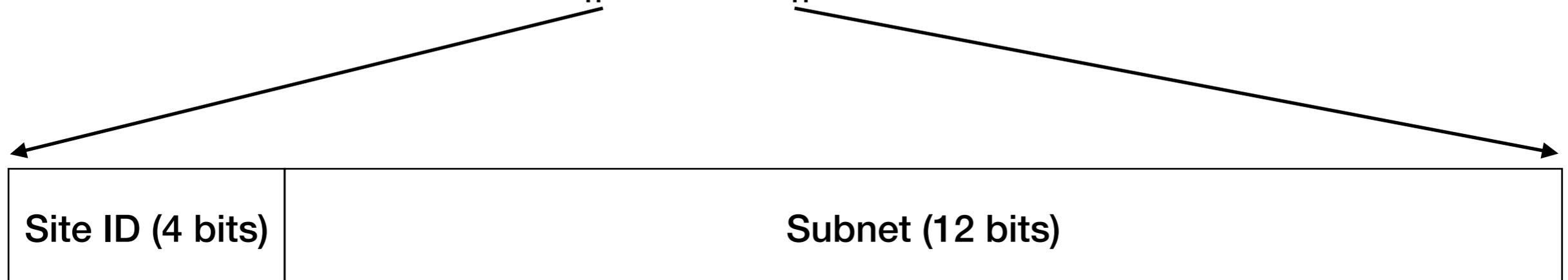
# Direccionamiento IPv6 Anterior

IPv6



2001:DB8:ABCD:F080::1/64

0010000000000001:0000110110111000:1010101111001101:1111000010000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000001



# Direccionamiento IPv6

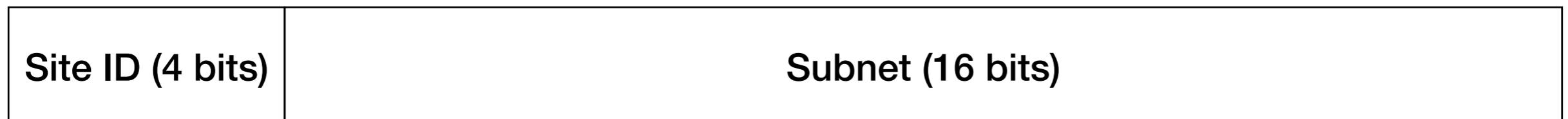
## Final

IPv6



2001:DB8:F0:80::1/64

0010000000000001:0000110110111000:0000000011110000:0000000010000000:0000000000000000:0000000000000000:0000000000000000:00000000000000001



# Solicitud de Direcciones a IAR México

- Para solicitar los recursos de Internet a IAR es necesario contar de manera previa con:
  - Portafolio de servicios que requieren el direccionamiento.
  - Topología de alto nivel en la que se describa de modo general la operación de la red y se muestre el uso que se darán a los recursos de Internet.
  - Contar con un plan de despliegue de uso de la red a 3, 6 y 12 meses.
    - Es conveniente definir las técnicas de transición a utilizar y un cronograma de actividades.
      - Esto no lo requiere IAR, pero para los administradores de la red, dibuja un panorama muy claro de la implementación.

# IPv6: Plan de Transición

- Primero, lo primero: Capacitación.
- Selección del método de transición a IPv6.
- Esquema de direccionamiento.
- Servicios de Red: Enrutamiento, DNS, DHCPv6, Seguridad.

# IPv6: Capacitación

- Por “capas”:
  - Administradores de red,
  - Personal de TIC en general,
  - Administradores de servidores y aplicaciones.
- Se acompañará de una campaña de información y un micrositio con recursos informativos y métricas.

# IPv6: Dual Stack

- Dual Stack es como la onda, ¿no? Solo tienes que agregar IPv6 a lo que ya tienes en IPv4 (“solo”...).
- Para nosotros, que no tenemos nada de NAT, ni hacemos uso de direcciones privadas, fue como una opción obvia...
- Siempre y cuando, todos nuestros equipos IPv4 soporten IPv6 también.
  - Y aquí es donde empieza la diversión...

# IPv6: Direccionamiento

- La forma más sencilla: Haz que sea tan parecido como sea posible a tu esquema IPv4.
  - Olvídate del subnetting y las limitaciones de IPv4: todas las subredes son /64.
  - Hazlo de tal forma que sea fácil de leer las direcciones:
    - 172.16.**20.245**/24
    - 2001:db8:abcd:**20::245**/64
  - Distribución de las direcciones de tal forma que se permita la sumarización, tanto como sea posible.

# IPv6: Servicios de Red

- Al igual que con el direccionamiento, mientras más se parezca a lo que ya existe en IPv4, es mejor\*.
- La implementación de IPv6 puede tentarnos a hacer cambios en la estructura de nuestra red: Hay que evaluar el riesgo/beneficio.
  - CICESE: El caso del Centro de Datos.
- Enrutamiento: MANRS.
- Con DHCPv6 y DNS la estrategia ha sido similar, implementamos lo que ya teníamos.

\* Siempre que lo que ya se tiene funcione bien. Si ya tenemos problemas en IPv4, IPv6 solo los va a potenciar.

# IPv6: Seguridad

- Antes de habilitar IPv6 en la red, Seguridad debe estar al tanto y se deben tomar las medidas adecuadas para proteger a los activos críticos.
- En realidad, lo más probable es que ya exista cualquier cantidad de tráfico IPv6 circulando en la red:
  - ¡Cuidado! Habilitar los RA en las subredes puede tener un impacto en la red\*.
- La recomendación es probar todo lo que se pueda, antes de comenzar a liberar servicios (es un poco obvio, ¿no?).

\* Sobre todo si aún no están resueltos los otros servicios de red. Esto también depende del sistema operativo de los clientes.

# IPv6: Piloto de Pruebas

- La “Guía” solicita a las Instituciones de la Administración Pública Federal realizar un piloto de pruebas de IPv6 nativo.
  - El formato de la prueba es (era) más o menos, libre, pero se debe emitir una memoria técnica de la prueba y sus resultados.
    - Idealmente, se debería probar la conexión a Internet por IPv6.
- Es la primera “prueba de fuego” del Plan de Transición.
  - En CICESE, validamos direccionamiento, enrutamiento, aplicaciones como DNS, DHCPv6 y servidores web y sobre todo, la técnica de transición seleccionada.

# IPv6: Lecciones Aprendidas (hasta el momento...)

- El tamaño de prefijo IPv6 mínimo que se puede enrutar en Internet es /48.
  - Si tienes más de una oficina que se va a conectar a Internet con IPv6, necesitarás al menos, un prefijo /48 por cada oficina.
- No todo lo que dice que soporta IPv6, soporta IPv6.
  - Hay que leer las “letras chiquitas”.
  - No todos los equipos, sistemas operativos o aplicaciones, soportan Dual Stack (aunque digan que lo hacen).

# IPv6: Lecciones Aprendidas (hasta el momento...)

- En muchas ocasiones, el sistema operativo de un equipo puede soportar IPv6, pero ciertas aplicaciones no.
  - O requieren una actualización...
  - Que puede requerir actualización de librerías...
  - Que puede requerir una actualización del kernel...
  - Esto ya requiere una evaluación profunda del impacto de los cambios requeridos y una ventana de mantenimiento para su implementación.

# IPv6: Lecciones Aprendidas (hasta el momento...)

- Seguridad:
  - Algunos firewall de host, sistemas Anti-X, etc., no están preparados para soportar IPv6.
  - Hay que evaluar el impacto de IPv6 en el árbol de dependencias de los activos (ya sean aplicaciones, sistemas operativos, servidores o equipos de red, entre otros).
  - Antes de liberar los servicios a los usuarios, todos los elementos de seguridad de la red deben estar preparados para la implementación de IPv6.
    - Misma lección: No todos los que dicen que soportan IPv6, realmente lo soportan.

# IPv6: Siguientes Pasos

- Continuar con el despliegue del Plan:
  - Lograr que el ISP pueda propagar los anuncios de nuestros prefijos IPv6.
  - Iniciar capacitación a usuarios técnicos y administradores de sistemas.
  - Comenzar a liberar servicios.

**¡Gracias!**

# Contacto

Oscar E. Olivares  
[olivares@cicese.mx](mailto:olivares@cicese.mx)

Centro de Operaciones de la Red CICESE  
[cnoc@cicese.mx](mailto:cnoc@cicese.mx)

CICESE  
[www.cicese.edu.mx](http://www.cicese.edu.mx)