

Redes

NFV – Virtualización de Funciones de Red

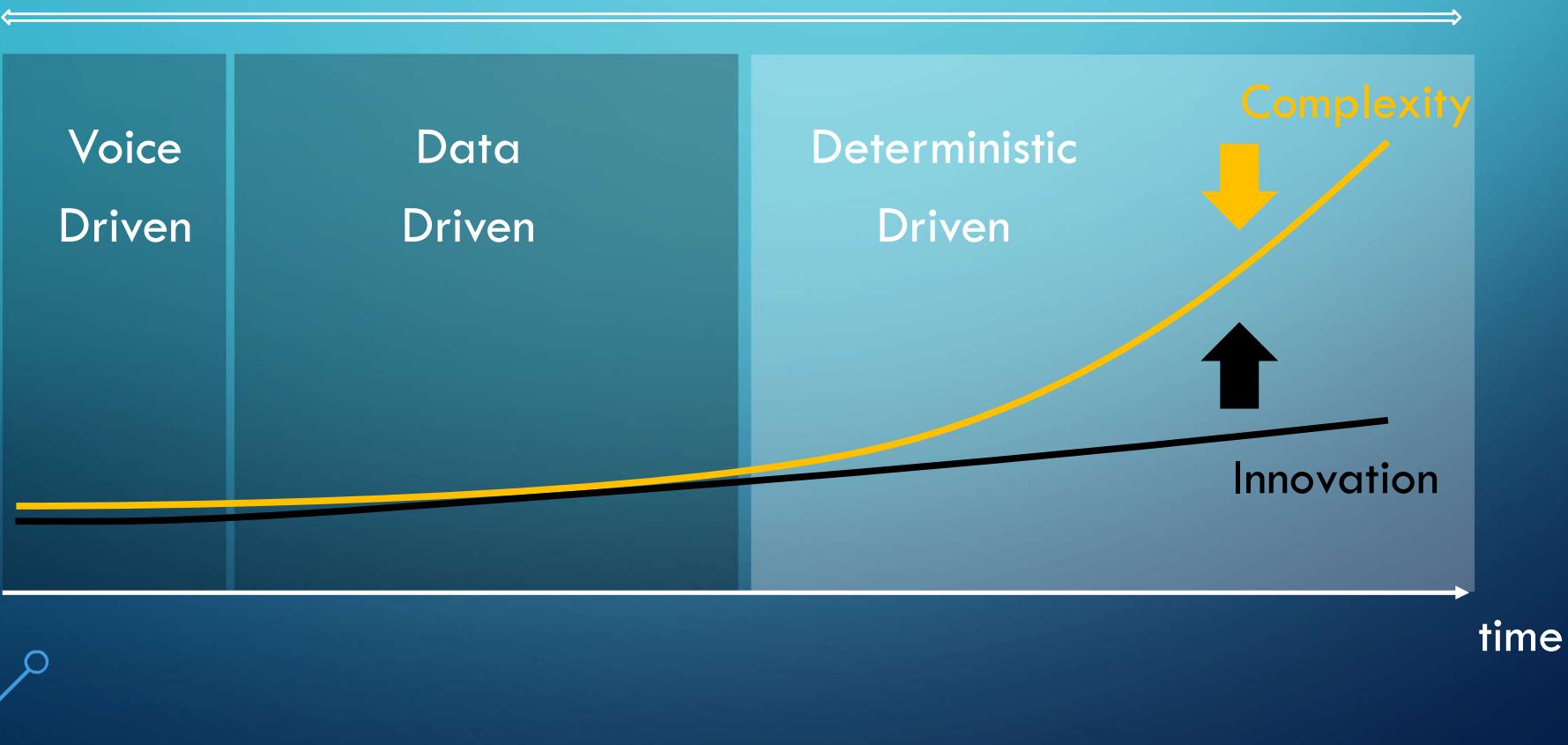
Ing. Marcelo E. Volpi

Ing. Lucas Giorgi

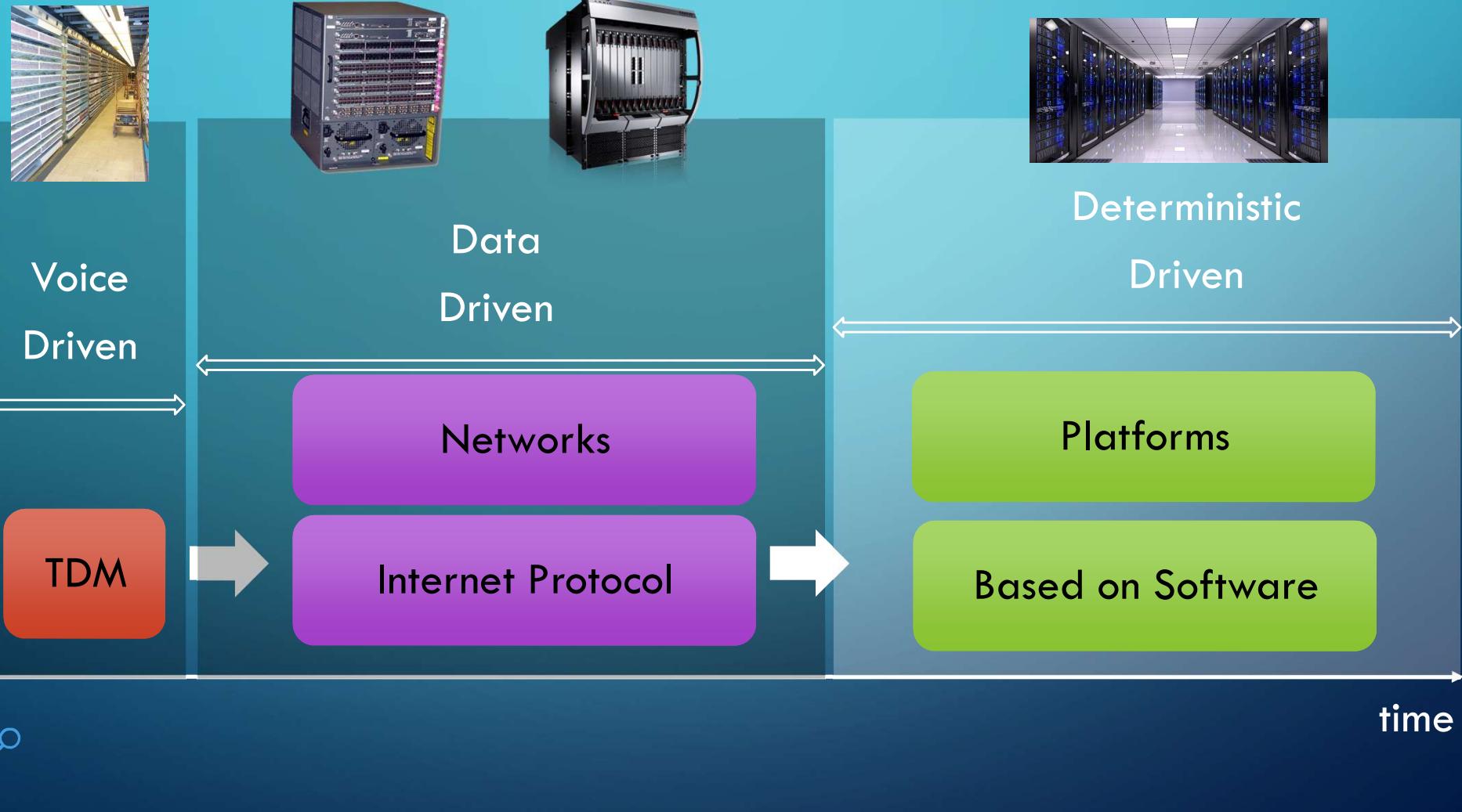
Ing. Vanesa Llasat

Recapitulando conceptos

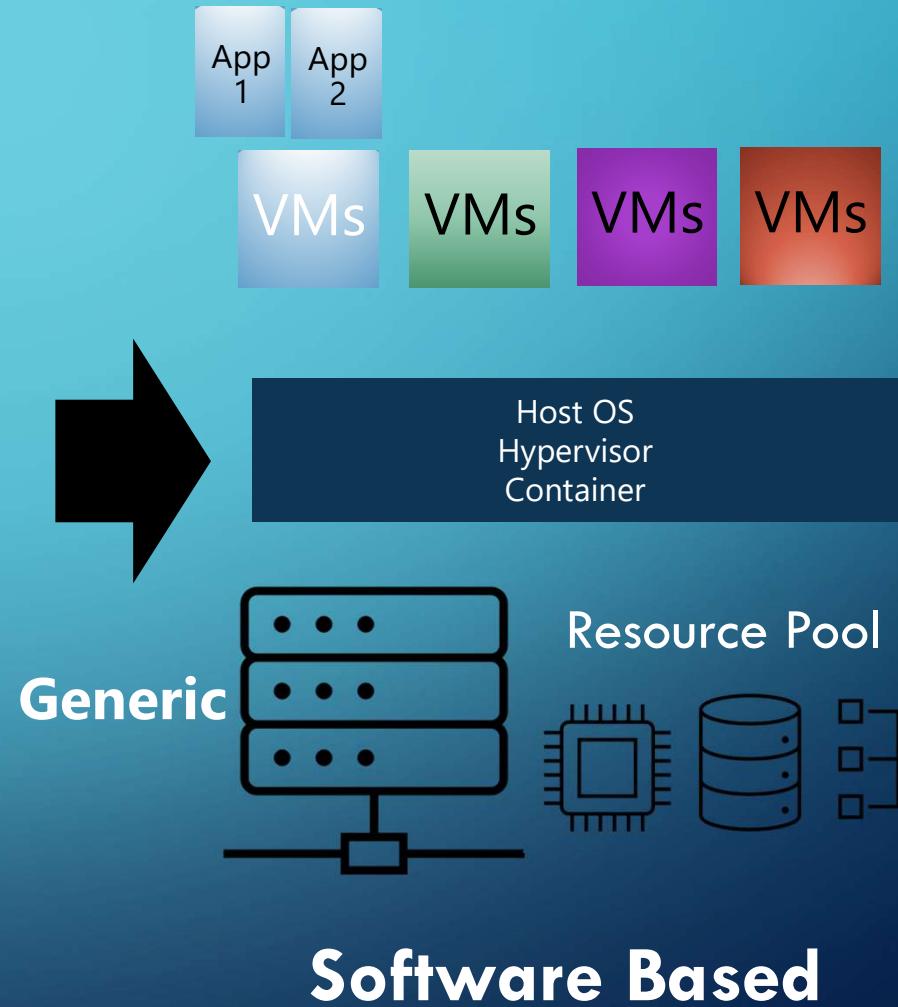
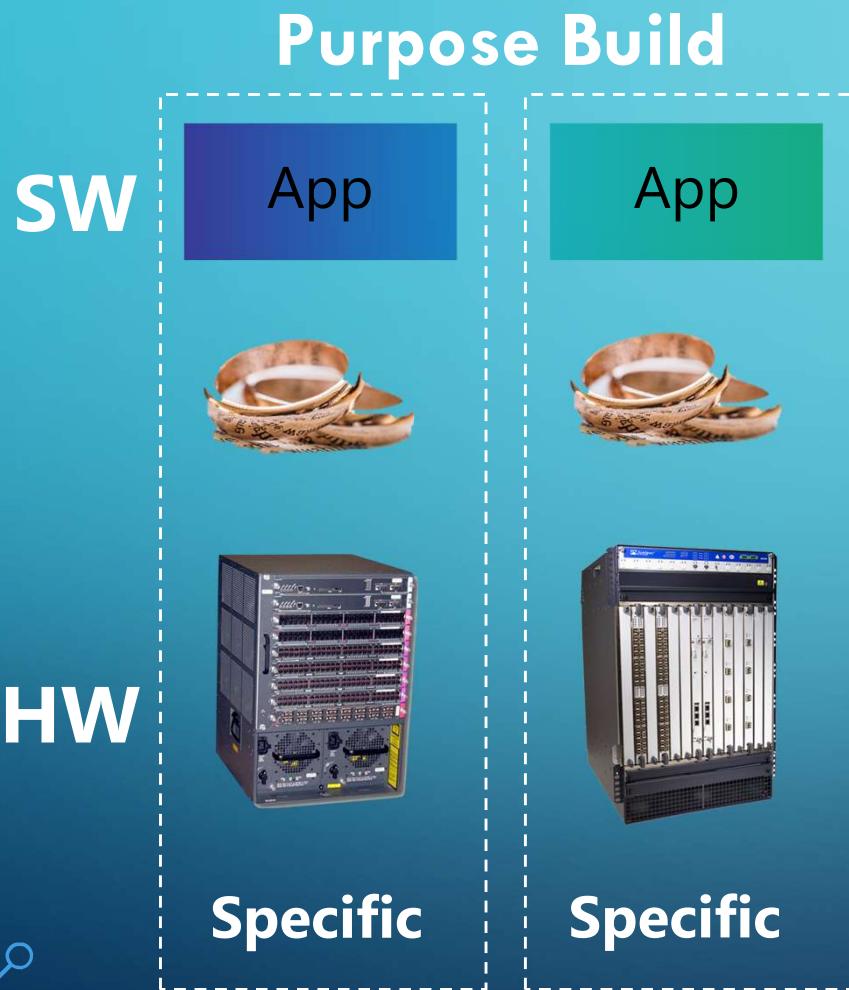
Deterministic Driven: El comportamiento de la red y de los servicios es predecible. Se garantiza calidad de servicio (QoS) con latencias, jitter y pérdidas de paquetes bajo control. Las decisiones de migración, orquestación y provisión están dirigidas por políticas y modelos predefinidos que aseguran un resultado consistente y repetible.



Recapitulando conceptos



Recapitulando Conceptos



Evolución de la Virtualización a NFV

El Viaje de la Virtualización hasta los Contenedores Nativos en la Nube en Sistemas Operativos de Nube Orquestados como Kubernetes y OpenStack.

Era de la Virtualización: La virtualización fue el primer gran salto en la infraestructura informática moderna. Permitió ejecutar múltiples sistemas operativos en una sola máquina física mediante hipervisores como VMware, Hyper-V o KVM.

Beneficios clave: Mejor utilización del hardware, Aislamiento de cargas de trabajo, Implementación y escalabilidad simplificadas. Sin embargo, aunque la virtualización mejoró la eficiencia, también introdujo cierta complejidad en la gestión y escalado de máquinas virtuales.

Evolución de la Virtualización a NFV



Era of Virtual Machines Virtualization

Efficiencies in cost sharing and RU efficiency

Isolation at the OS level

Disrupted Data Center

Blurred the network in the rack with the network in the server



Era of Clouds, Micro-Services CI/CD & Agile Infrastructure Services

Enabled by 'Cloud' frameworks running over COTS hardware

Isolation through containerization

Disrupted management plane

Networks and Applications movement to server



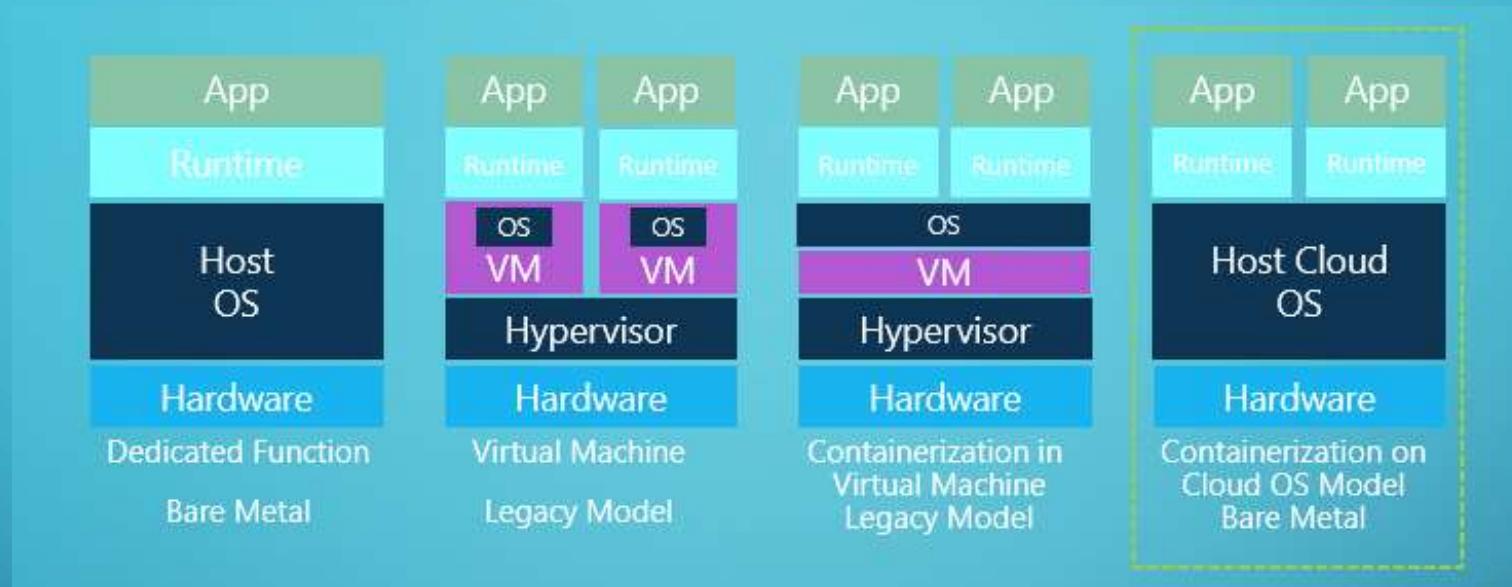
Era of Applications Platform Services

Services composed at the API level

Underlying infrastructure hidden

Business Driven Platforms

Evolución de la Virtualización a NFV



Evolución desde la virtualización hasta los contenedores
nativos en la nube sobre sistemas operativos de nube
orquestrados como Kubernetes y OpenStack.

Evolución de la Virtualización a NFV

Auge de la Nube: Infraestructura Elástica. La llegada de plataformas de nube pública como AWS, Azure y Google Cloud permitió a las empresas pasar de infraestructuras locales a servicios gestionados, escalables y bajo demanda.

Transición de VMs a servicios: Cómputo elástico (p. ej. EC2, GCE), Bases de datos, almacenamiento y redes gestionadas. Cambio de modelo de CapEx a OpEx

Aún así, muchas cargas de trabajo seguían dependiendo de máquinas virtuales y de scripts de aprovisionamiento manual.

La Revolución de los Contenedores: Ligeros y Portables. Los contenedores, popularizados por Docker, cambiaron el juego al permitir empaquetar aplicaciones con todas sus dependencias en unidades ligeras y portátiles.

Evolución de la Virtualización a NFV

Ventajas sobre las VMs: Arranque mucho más rápido, Menor consumo de recursos, Mayor eficiencia en el uso del sistema. Esto abrió el camino hacia arquitecturas de microservicios, donde las aplicaciones se dividen en componentes pequeños y desacoplados.

Orquestación y el Surgimiento de los Sistemas Operativos de Nube:

Los contenedores a gran escala requieren una capa adicional: la orquestación. Aquí es donde entran Kubernetes y OpenStack, que juntos forman la base de la infraestructura nativa en la nube. Kubernetes: Sistema de orquestación de contenedores que automatiza el despliegue, escalado y gestión de aplicaciones. OpenStack: Sistema operativo de nube de código abierto que gestiona recursos de cómputo, almacenamiento y red, comúnmente usado como solución IaaS.

La computación en el borde (Edge Computing) acerca los recursos de procesamiento y almacenamiento al lugar donde se generan los datos (por ejemplo, dispositivos IoT, sensores, usuarios móviles). Desafíos en el borde: Recursos limitados, Necesidad de baja latencia, Conectividad intermitente.

NFV (Virtualización de Funciones de Red)

NFV (Virtualización de Funciones de Red) es una tecnología que permite que funciones de red (como firewalls, routers, balanceadores de carga, etc.) que antes necesitaban hardware específico, ahora se puedan hacer por software, corriendo en servidores comunes.

Antes, para cada función o aplicación específica de red se necesitaba un equipo ad-hoc. Por ejemplo: Un firewall era un dispositivo físico. Un router era otro. Con NFV, todas esas funciones pueden estar virtualizadas, es decir, ser programas que corren en una computadora, como una app.

La principal ventaja de este enfoque es el costo y la escalabilidad. El hardware utilizado es standard, permitiendo que las funciones de red se implementen y escalen rápidamente por ser soluciones de software

NFV (Virtualización de Funciones de Red)

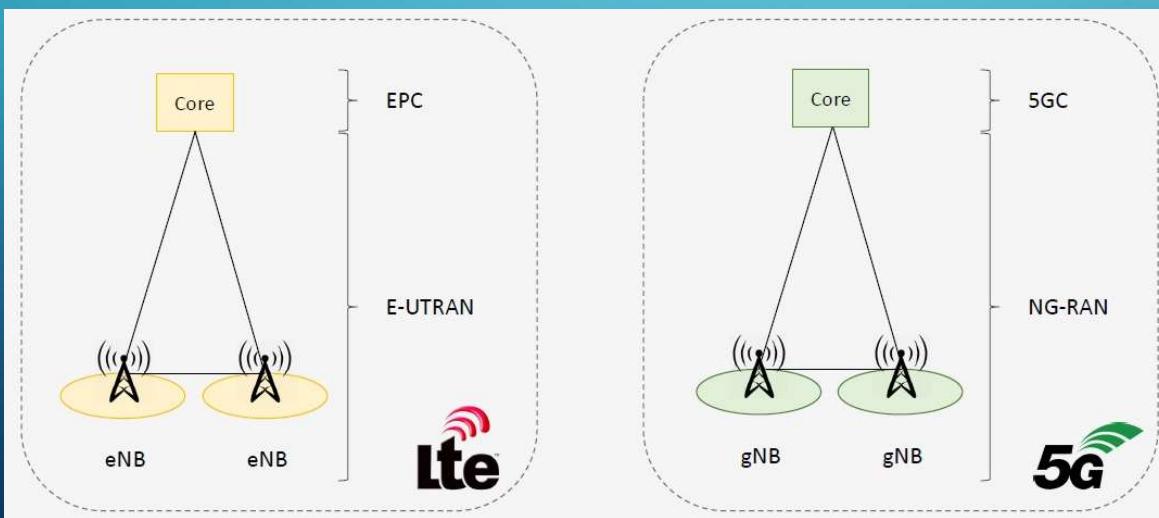
Concepto	Antes (sin NFV)	Ahora (con NFV)
Hardware	Dispositivos físicos dedicados	Software en servidores estándar
Escalabilidad	Lenta, manual	Rápida, automática
Costo	Alto	Menor
Flexibilidad	Limitada	Muy alta
5G	Difícil de adaptar	Altamente compatible

NFV (Virtualización de Funciones de Red) en Redes 5G

NFV permite una infraestructura de red más ágil y flexible, esencial para soportar las altas velocidades y la baja latencia requeridas por 5G.

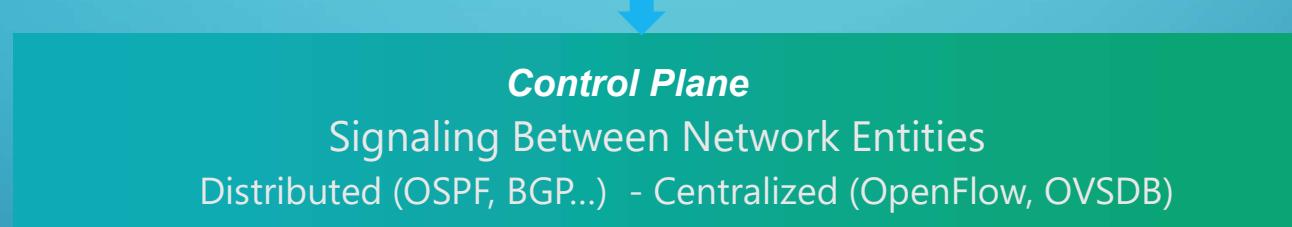
Integración con la nube: Al virtualizar las funciones de red, NFV facilita la implementación de servicios en la nube, permitiendo a las operadoras escalar y gestionar sus redes de manera más eficiente.

Orquestación y automatización: Las plataformas NFV modernas incluyen herramientas de orquestación que automatizan el despliegue y la gestión de servicios, reduciendo la complejidad operativa y mejorando la calidad del servicio.



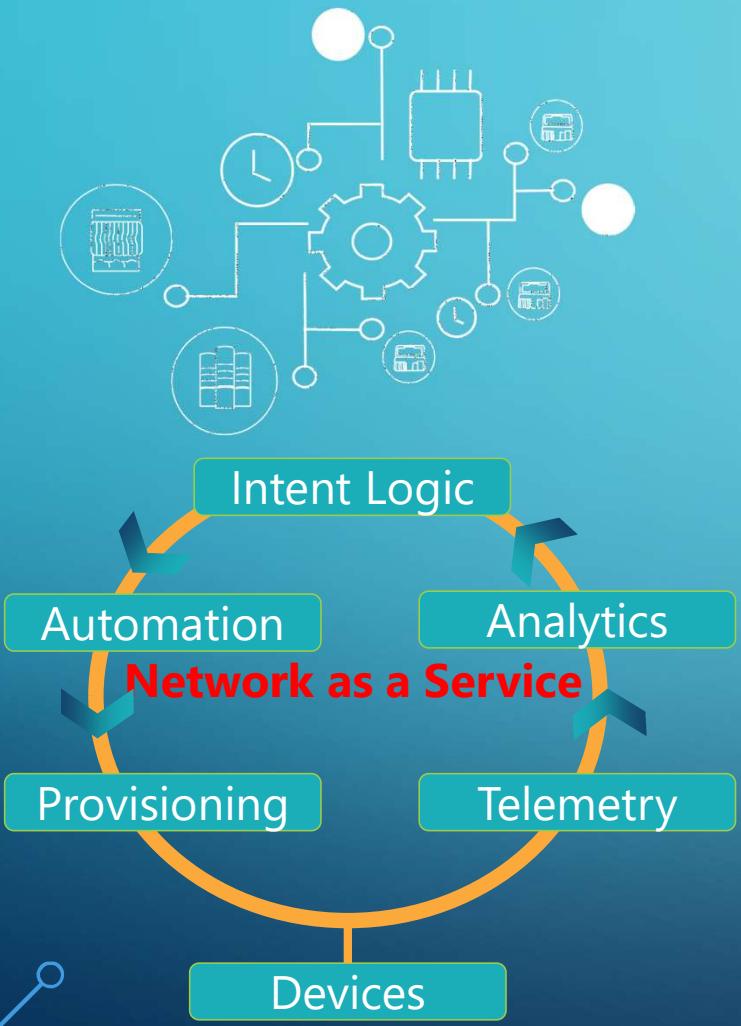
3GPP "3rd Generation Partnership Project" (Proyecto de Asociación de Tercera Generación). Es un organismo internacional que define los estándares para las redes móviles, incluyendo: 3G (UMTS), 4G (LTE), 5G (NR – New Radio)

NFV (Virtualización de Funciones de Red)



More Bandwidth

NFV (Virtualización de Funciones de Red)



Los "Servicios" son el Enfoque del Negocio, no las Redes

Modelado de un Servicio: Definir cómo debe comportarse un servicio, qué recursos necesita, sus condiciones de funcionamiento, escalabilidad, dependencias, políticas y niveles de servicio esperados (SLA).

Ejecución del Servicio: Automático, el sistema decide cuándo y cómo ejecutar el servicio, adaptándose dinámicamente a las condiciones o bajo demanda (Humano o mediante Flujo de Trabajo) donde la ejecución se activa por una solicitud humana o por un proceso automatizado previamente definido.

Solicitar a la Orquestación: automatización que satisfaga las demandas del Modelo de Servicio. Los motores de orquestación y automatización (como Kubernetes, Ansible, OpenStack Heat, etc.) se encargan de asignar los recursos, configurar redes, lanzar aplicaciones, escalar componentes, y asegurar que todo esté alineado con el modelo del servicio.

NFV (Virtualización de Funciones de Red)

La automatización de la gestión de infraestructura no es simplemente una mejora, sino una necesidad crítica para garantizar agilidad, eficiencia y escalabilidad en redes modernas.



BNG



EPC



BBU

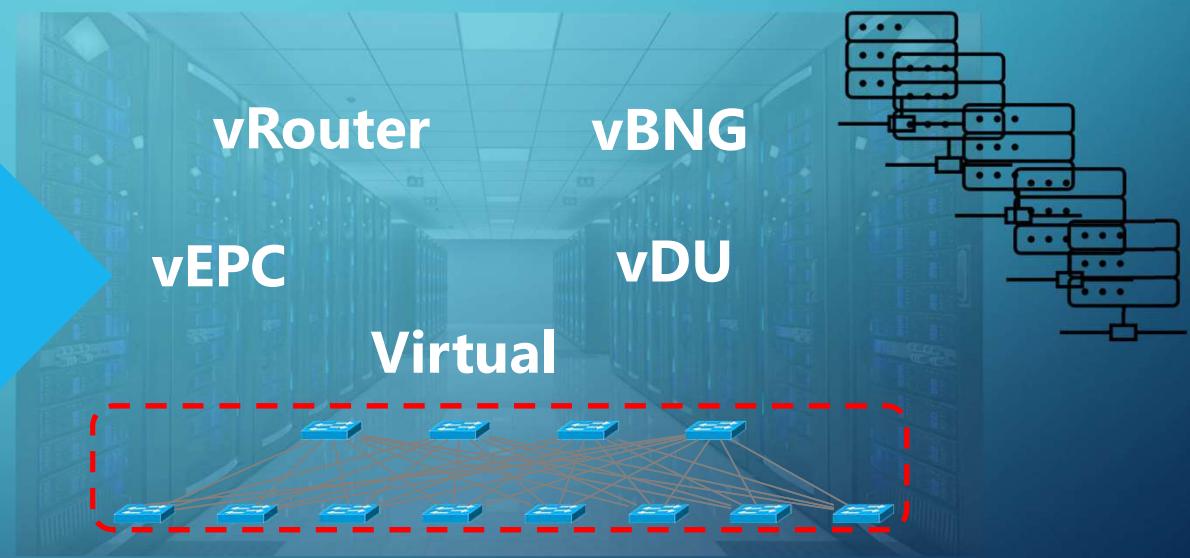


Others



Router

Infrastructure



Datacenter es el nuevo CORE del Operador

NFV (Virtualización de Funciones de Red)

BNG (Broadband Network Gateway) es un componente clave en redes de acceso a Internet de banda ancha. Su función es:

- Terminar sesiones de usuarios (por ejemplo, suscriptores de Internet residencial o empresarial).
- Asignar direcciones IP.
- Gestionar políticas de red (como QoS y seguridad).
- Autenticar y contabilizar el tráfico del usuario.

EPC (Evolved Packet Core) es el núcleo de la arquitectura de red en las tecnologías de comunicaciones móviles de 4G LTE (Long Term Evolution). Es el componente central que gestiona todo el tráfico de datos y señalización entre los dispositivos móviles (como celulares, sensores IoT, etc.) y las redes externas (como Internet o servicios cloud).

BBU se encarga del **procesamiento digital de la señal** en una estación base. Tareas principales:

- Gestión de tráfico de datos.
- Codificación y decodificación de señales.
- Control de la interfaz radioeléctrica.
- Conexión con la red de transporte o núcleo (como EPC o 5GC).
- Generalmente trabaja en conjunto con la RRU (Remote Radio Unit) o RRH (Remote Radio Head), que se encarga de la parte de radiofrecuencia.

NFV (Virtualización de Funciones de Red)

1-Desacoplamiento de hardware y funciones de red: NFV separa las funciones de red (como firewalls, routers, NATs) del hardware propietario, permitiendo que se ejecuten como VNF (Virtual Network Functions) sobre infraestructura virtualizada genérica (COTS – Commercial Off-The-Shelf hardware). Esto implica que la infraestructura física y virtual debe ser gestionada de forma dinámica y programable.

2-Complejidad y escalabilidad: Las redes NFV pueden implicar miles de VNFs desplegados sobre múltiples entornos (nube pública, nube privada, edge). La gestión manual es inviable. Se necesita automatización para Provisionamiento rápido, Escalado automático, Autosanación (self-healing), Optimización de recursos.

3-Orquestación y Automatización con MANO: NFV introduce el marco de gestión llamado MANO (Management and Orchestration) definido por ETSI. NFVO (NFV Orchestrator) orquesta el ciclo de vida completo de los servicios de red. VNFM (VNF Manager) gestiona el ciclo de vida de las funciones virtualizadas. VIM (Virtual Infrastructure Manager) gestiona la infraestructura (por ejemplo, OpenStack, VMware, Kubernetes). La automatización es implementada en estos tres niveles para permitir la entrega de servicios bajo demanda, escalamiento basado en métricas, y recuperación ante fallos.

4-Integración con tecnologías complementarias: La automatización también requiere interacción con SDN (Software Defined Networking) para configurar rutas y políticas dinámicamente. OSS/BSS para sincronizar con los sistemas comerciales y operativos del proveedor. Sistemas de monitoreo y telemetría que alimentan a los motores de orquestación con datos en tiempo real.

Edge Computing & IOT



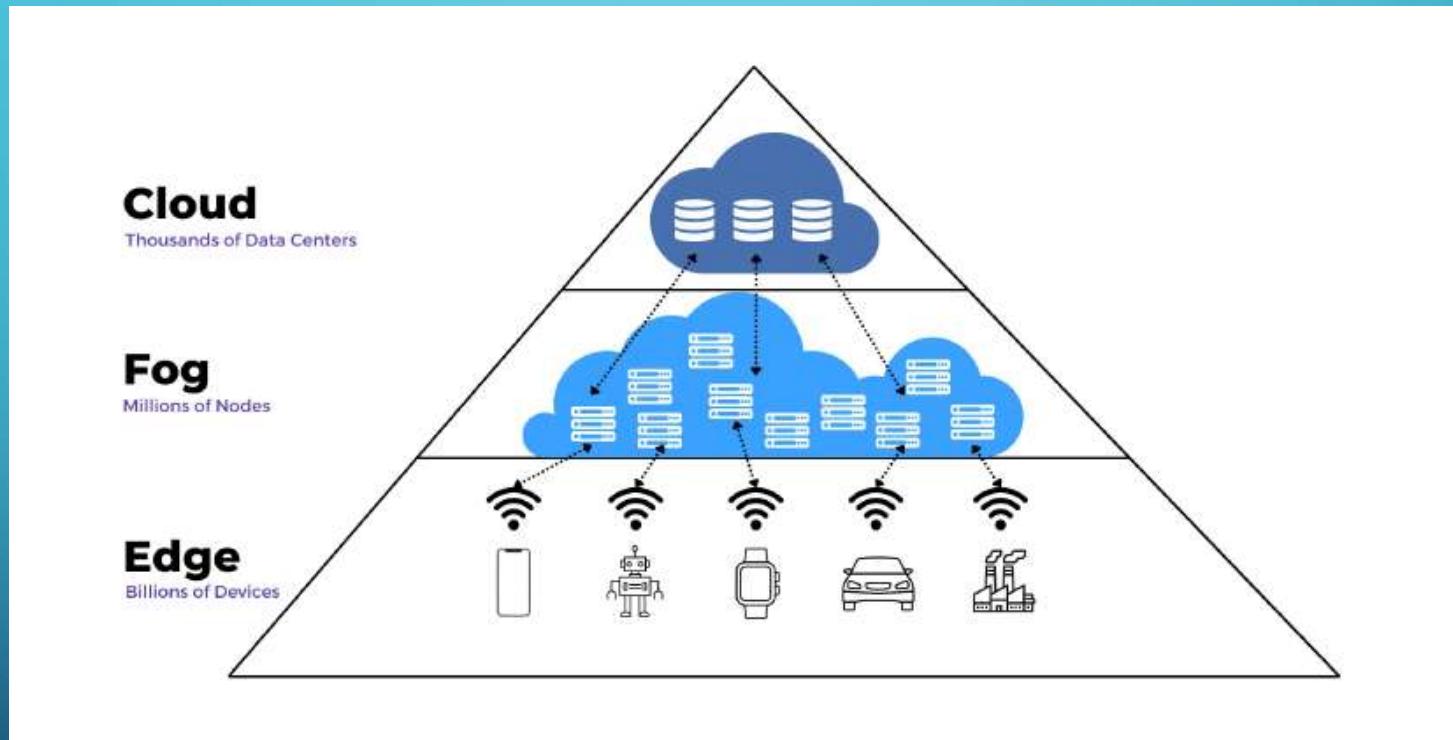
Edge Computing & IOT

La evolución hacia arquitecturas de procesamiento distribuido han introducido conceptos como Edge Computing y Fog Computing; redefinen la manera en que se procesa y analiza la información en redes IoT.

El Edge Computing implementa capacidades de procesamiento directamente en los sensores o sus microcontroladores asociados, permitiendo análisis local inmediato y toma de decisiones sin dependencia de conectividad con sistemas centralizados. Esto es especialmente útil en aplicaciones críticas que requieren respuesta en tiempo real, como seguridad industrial o control de maquinaria, donde incluso milisegundos de latencia pueden tener consecuencias.

Por su parte, el Fog Computing establece una capa intermedia entre el edge y la nube, utilizando gateways locales o servidores para agregar y analizar información proveniente de múltiples sensores antes de transmitirla a sistemas centralizados. Esta arquitectura híbrida optimiza el uso del ancho de banda, reduce la latencia de respuesta general y mejora la resiliencia del sistema ante interrupciones de conectividad, especialmente en entornos con muchos dispositivos o alto volumen de datos.

Edge Computing & IOT



Edge Computing & IoT

Las redes IoT (Internet de las Cosas) conectan millones de dispositivos heterogéneos que requieren una infraestructura ágil y escalable. Aquí es donde NFV juega un rol clave:

1. Despliegue ágil de servicios: NFV permite desplegar funciones de red rápidamente para soportar nuevos dispositivos o aplicaciones IoT sin necesidad de instalar hardware físico.
2. Escalabilidad dinámica: La virtualización posibilita aumentar o disminuir recursos según la demanda de los dispositivos IoT, especialmente útil en picos de tráfico (por ejemplo, sensores enviando datos masivos).
3. Segmentación y seguridad: Con NFV se pueden crear redes virtuales aisladas (slicing) para distintos tipos de dispositivos o servicios IoT, mejorando la seguridad y evitando interferencias.
4. Optimización del tráfico: Las funciones virtualizadas permiten procesar datos localmente (edge computing) antes de enviarlos a la nube, reduciendo la latencia y el uso de ancho de banda.
5. Reducción de costos: Al usar servidores estándar y software, disminuye la necesidad de dispositivos de red específicos, lo que reduce CAPEX y OPEX en redes IoT masivas.

Ejemplos de funciones virtualizadas en IoT

- **vFirewall:** Controla el tráfico entre dispositivos IoT y la red.
- **vRouter o vSwitch:** Gestiona el ruteo de flujos de datos.
- **vIDS/vIPS:** Sistemas de detección y prevención de intrusos.
- **vLoad Balancer:** Reparte carga entre servidores o nodos de procesamiento IoT.