

Seminario – Taller: Análisis de Sistemas Urbano-Regionales



Modelo Metodológico de Análisis de Comunicaciones Regionales



*Iván Ramírez A. PhD Eng.
Consultor CEPAL
ivanramirez@vtr.net*

La Serena, 19/20 de Enero de 2012

Agenda

1. Objetivos
2. Introducción
3. Desarrollo
 - a. Datos de Entrada, Herramientas, Procedimientos
 - b. Metodología
4. Conclusiones y Recomendaciones



Turismo



Pesca



Minería



Agricultura



Industria Pisquera

PARTE I

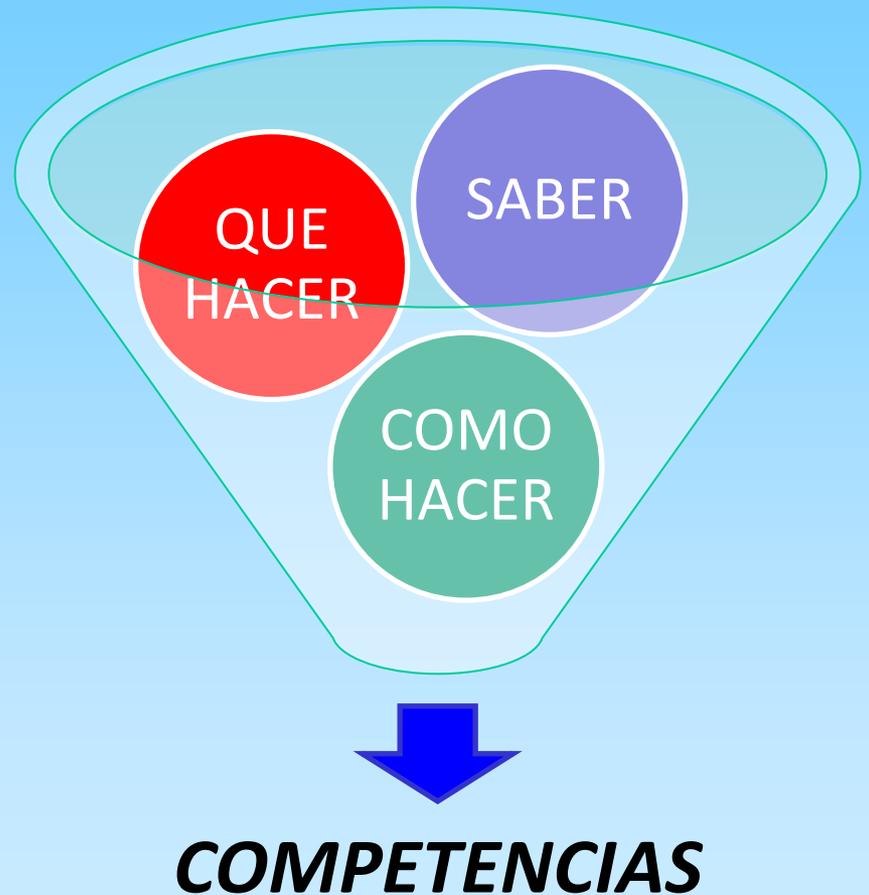
Objetivos



Objetivos

Según proceso de construcción del Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT):

1. Realizar un Diagnóstico de la infraestructura Regional de Telecomunicaciones (**SABER**).
2. Modelar los parámetros y variables (Económicos, Demanda, Capacidades, Interoperabilidad en las redes fijas, móviles e inalámbricas fijas (**QUÉ HACER**)).
3. Proponer una Metodología para estimar el crecimiento de las Redes y su Demanda, en escenarios de corto, mediano y largo plazo (**CÓMO HACER**).



Agenda

1. Objetivos
2. Introducción
3. Desarrollo
 - a. Datos de Entrada, Herramientas, Procedimientos
 - b. Metodología
4. Conclusiones y Recomendaciones



Turismo



Pesca



Minería



Agricultura

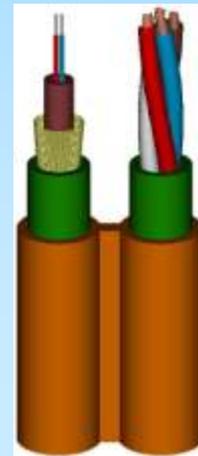


Industria Pisquera

PARTE II

Introducción Conceptual

SABER HACER





Conocimiento previo deseable:

Redes y utilización de los sistemas de telecomunicaciones cableados e inalámbricos, sus aplicaciones de acuerdo con la actual regulación y los principales avances tecnológicos, para aplicar:

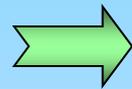
- ✓ Espectro de Radiocomunicaciones.
- ✓ Topologías, Infraestructura, Servicios y Convergencia
- ✓ Conceptos asociados a IP, banda angosta y banda ancha.
- ✓ Clasificación y Aplicaciones de sistemas cableados e inalámbricos.

Beneficios para el participante:

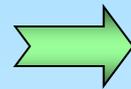
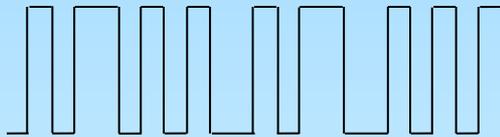
Lograr **competencias específicas básicas** en telecomunicaciones y participar en reuniones técnicas, para **Estimar, Evaluar y Proponer** estrategias que aporten a la productividad de la Región.

¿Telecomunicaciones?

Sistemas encargados del **Proceso** y **Transporte** de la **Información a distancia**, a través de un medio de Transmisión (wireline o wireless), denominado **Canal de Comunicaciones**.



10011000110101

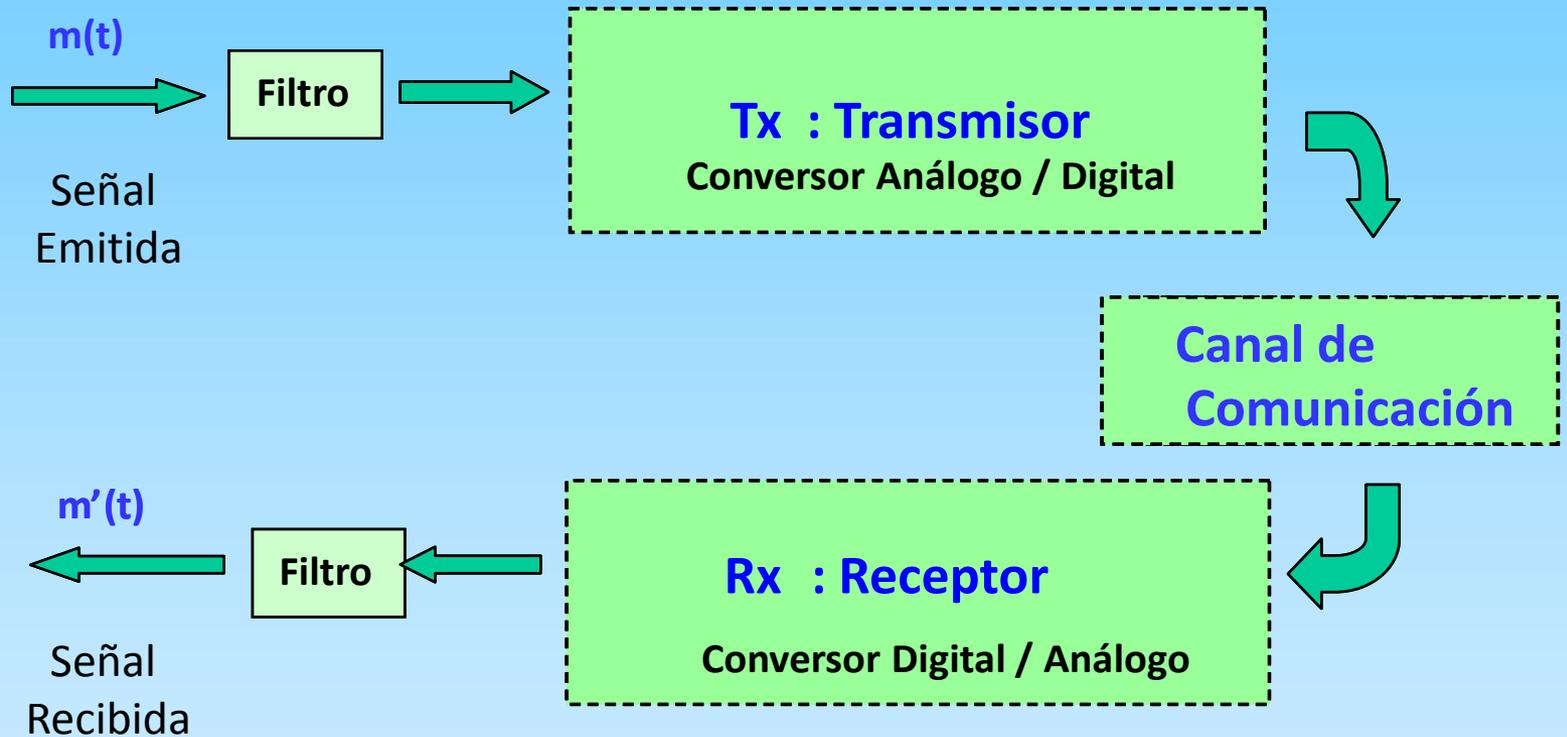


0101101010010110010101

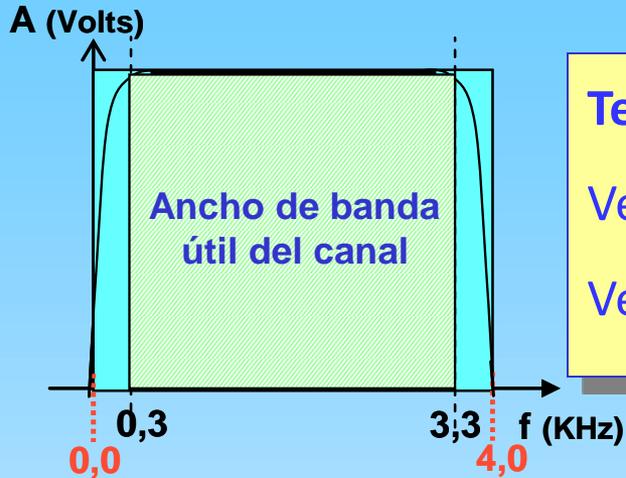
¿Misión?

Procesar y Transportar la información en el **menor tiempo** posible, con **calidad** y **seguridad**.

Modelo de Tx/Rx en Telecomunicaciones



Canal de Comunicaciones



Teorema de Nyquist: $T_s < 1 / (2 f_m)$, $f_m = 4$ KHz

Velocidad del Canal = 8000 muestra/seg x 8 bits/muestras

Velocidad del Canal = 64,000 bits/seg = 64 Kbps.

Norma Europea (Ley A)

Utiliza 30 ch muestrados a $2 f_m = 2 \times 4$ KHz, se codifica con 8 bits seguidos de 2 canales, para señalización y sincronismo de los canales, luego $n = 8$

Capacidad del canal es: $(n \times N) \times 2 f_m = 8 \times 32 \times 2 \times 4 \times 10^{-3} =$

Capacidad = 2,048 Mbps.

Paradigma de las Telecomunicaciones

El principio activo del **cambio** está compuesto por tres factores básicos:

1. La **Tecnología**: migración al mundo digital y miniaturización de los componentes.

Ejemplo: **Ley de Moore**: “el número de transistores en un “chip” se duplica cada 18 meses”.



Paradigma de las Telecomunicaciones

2. El concepto de **Internet** o de un mundo **Interconectado**
(caso de IPv4: usa 32 bits, es decir, 2^{32} direcciones).

Hoy, la **Educación** y la **Economía** son globalizadas y soportadas por una Red **Internet** muy evolucionada.

(caso de IPv6: usa 128 bits, es decir, 2^{128} direcciones).



Paradigma de las Telecomunicaciones

3. La **Convergencia** de los servicios de **Voz, Video y Datos** a través de un medio único.

Ejemplo: Ya es frecuente la comunicación entre las personas por medio de mensajes compuestos de video, voz y datos **con terminales inalámbricos**.





Tendencias en Telecomunicaciones

Inicio

Crecimiento de redes: Sostenido y relativamente constante



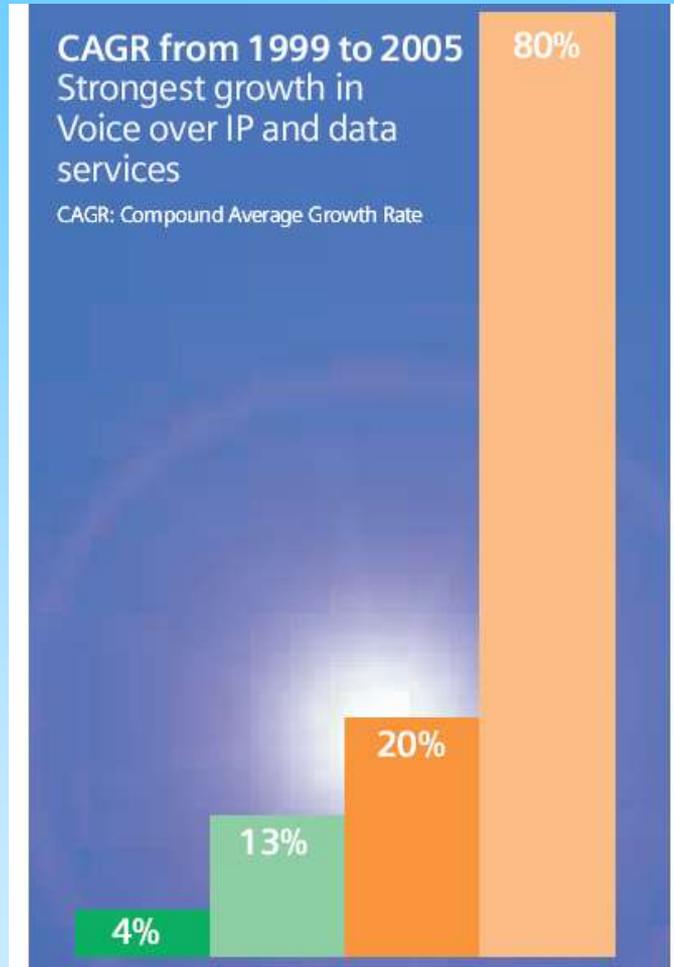
**Llegada
de
Internet**



Cambio radical en el paradigma
tradicional de las
telecomunicaciones

Rápido crecimiento del mercado
y nuevas exigencias de los
consumidores

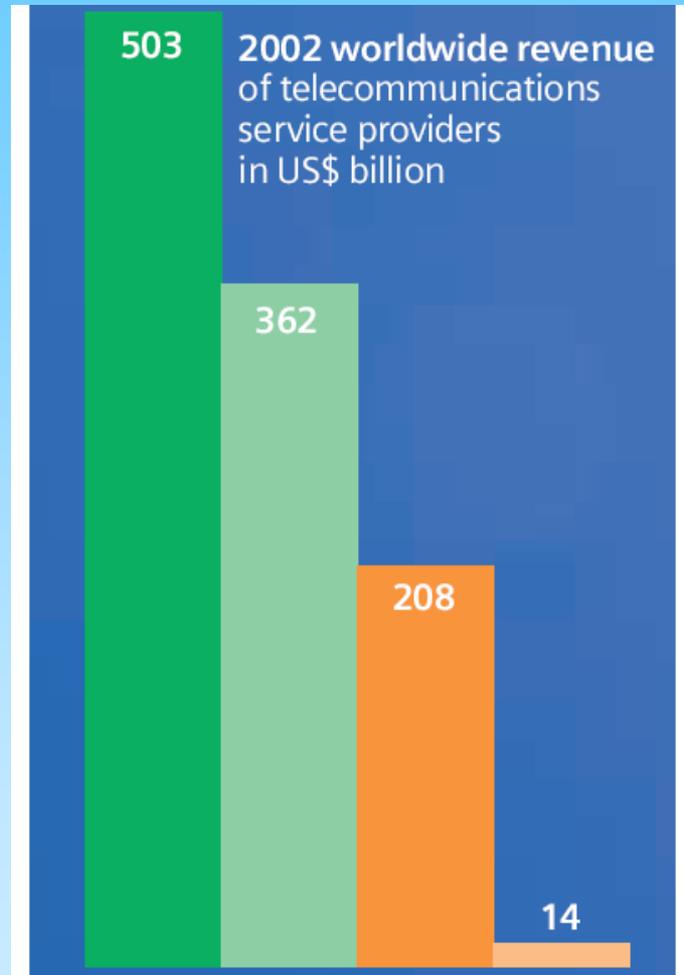
Servicios de Mayor Crecimiento



Fixed-line voice Mobile voice Data services Voice over IP

Fuente: Siemens A.G

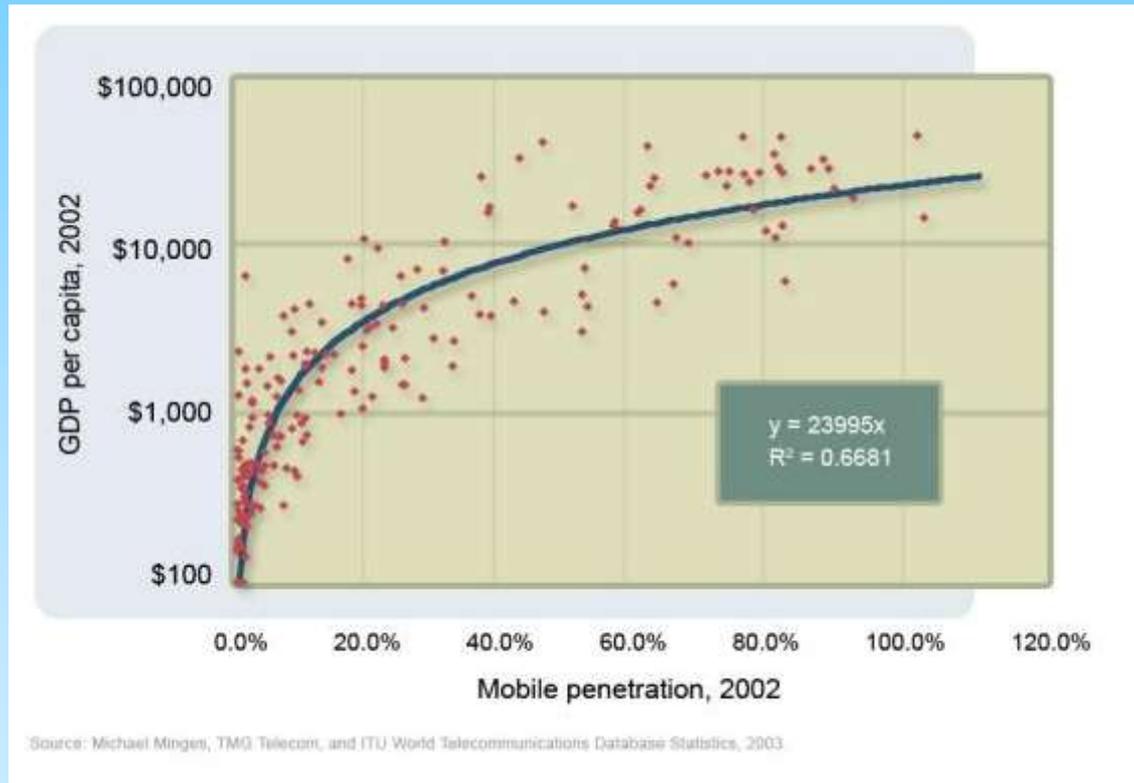
Servicios que Generan Mayores Utilidades



Fixed-line voice Mobile voice Data services Voice over IP

Crecimiento de Telefonía Móvil

Por cada 1% de incremento en la penetración de telefonía móvil, el PIB per cápita crece US\$ 240

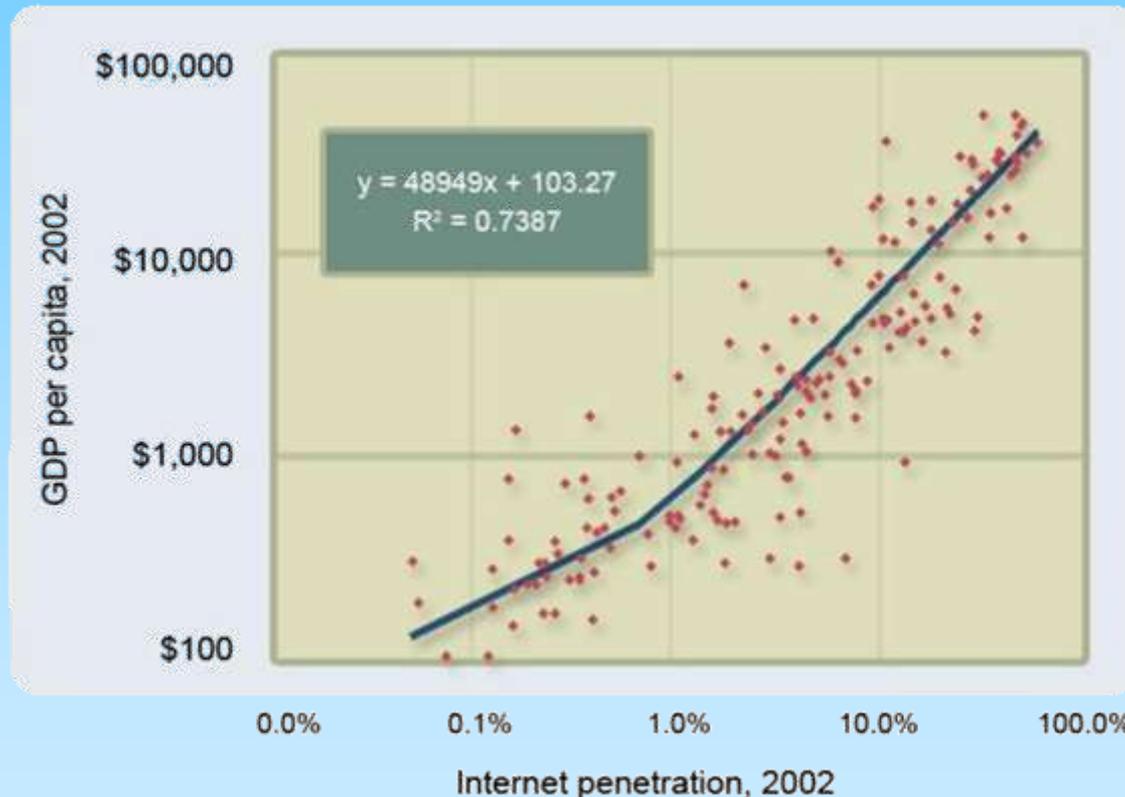


Fuente: Michael Minges, TMG Telecom and World Telecommunications Database Statistics, 2003

PIB (Producto Interno Bruto): valor monetario total de la producción corriente de bienes y servicios de un país durante un período.

Crecimiento de Internet

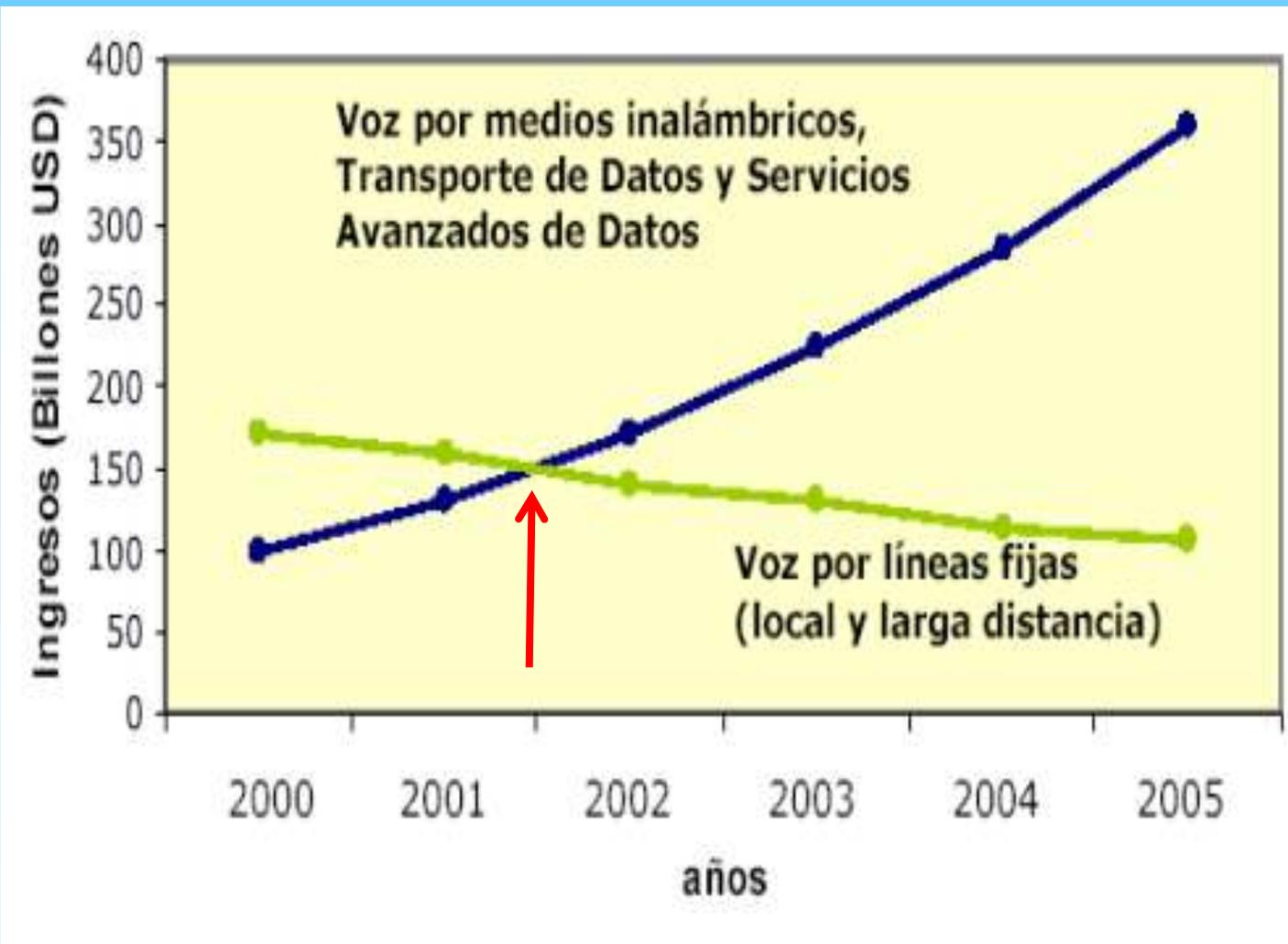
Por cada 1% de incremento en la penetración de Internet, el PIB per cápita crece en US\$ 593



Fuente: Michael Minges, TMG Telecom and World Telecommunications Database Statistics, 2003

PIB (Producto Interno Bruto): valor monetario total de la producción corriente de bienes y servicios de un país durante un período.

Proyecciones de Tráfico: Voz v/s Datos



Fuentes: McKinsey, J.P Morgan, Yankee Group, Bear Stems, IDC, Forrester, Nielsen Research

Modelo de Negocios en Telecomunicaciones



La rentabilidad ya no está solamente en la conectividad y en la transmisión

¿Cómo se Regula el Sector de las Telecomunicaciones?



www.cept.org



www.itu.int



www.fcc.gov



CITEL

www.ictregulationtoolkit.org/en/index.html



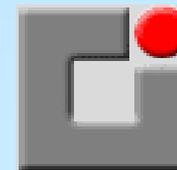
www.subtel.cl



www.regutel.org



www.ieee.org

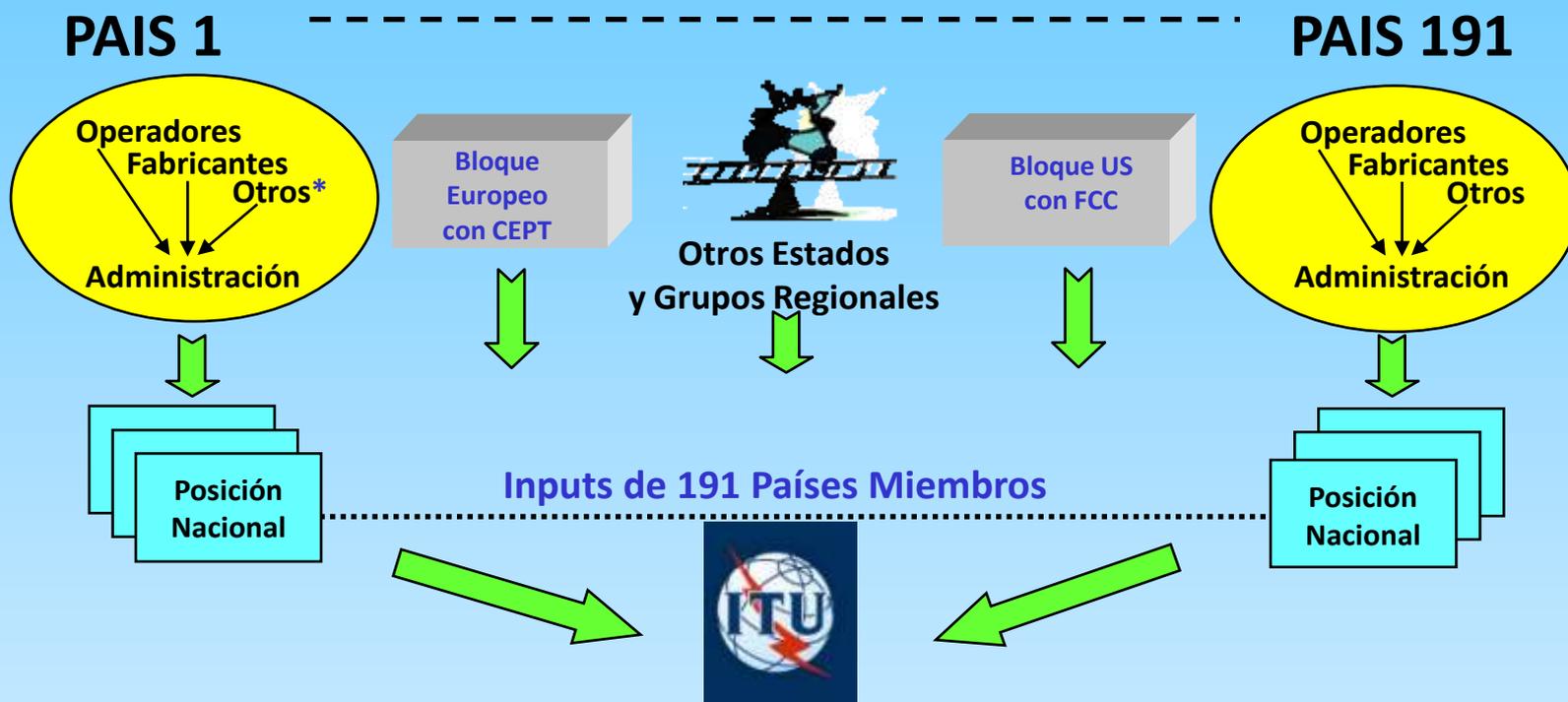


www.ingenieros.cl

Estructura



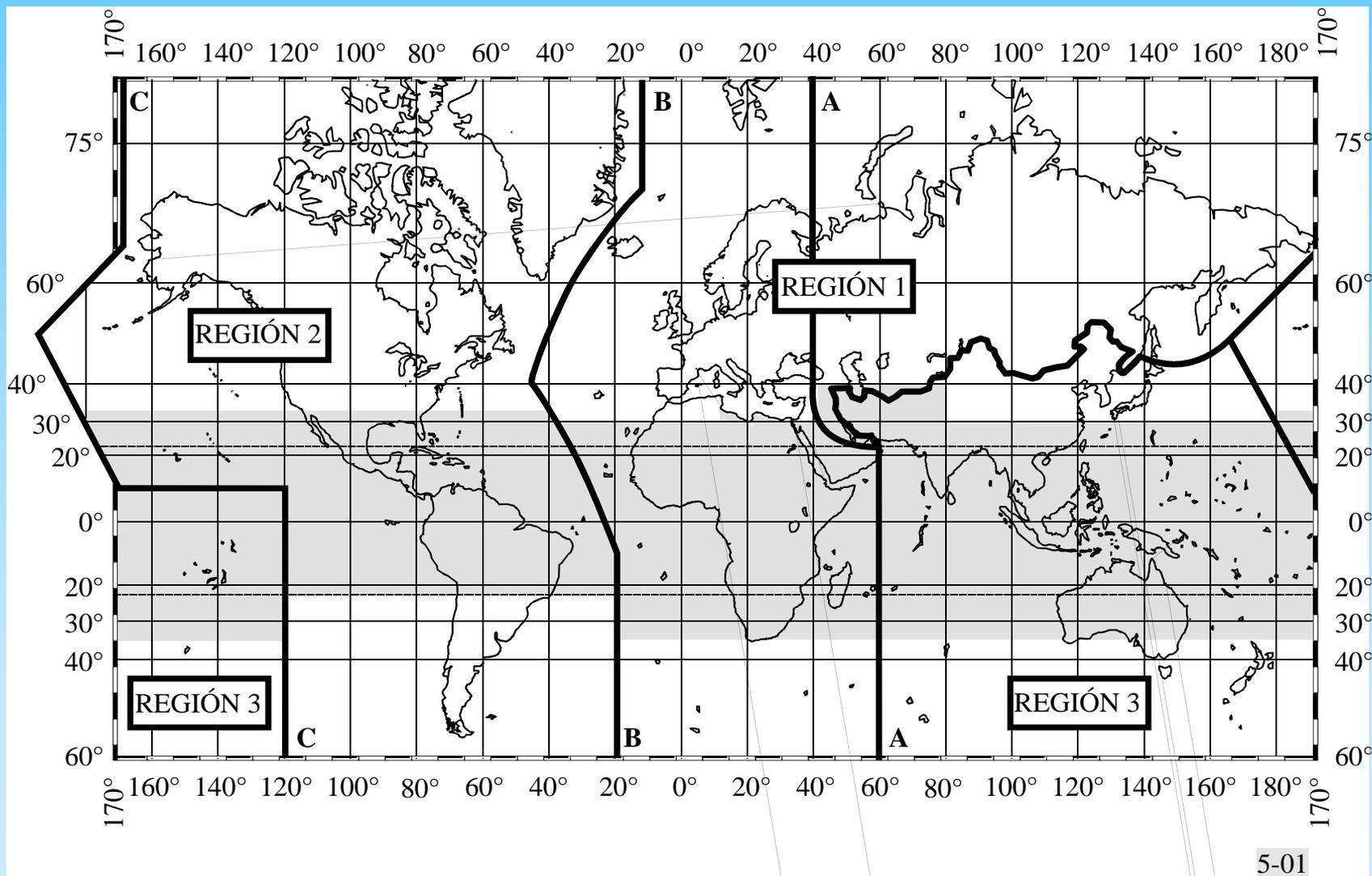
Proceso de Decisión en UIT - WRC



* Broadcasting, Servicios Públicos, Fuerzas Armadas, Instituciones Científicas, Operadores, Consultores, Proveedores, etc)

WRC: World Radio Conference

Regiones en el Mundo



5-01

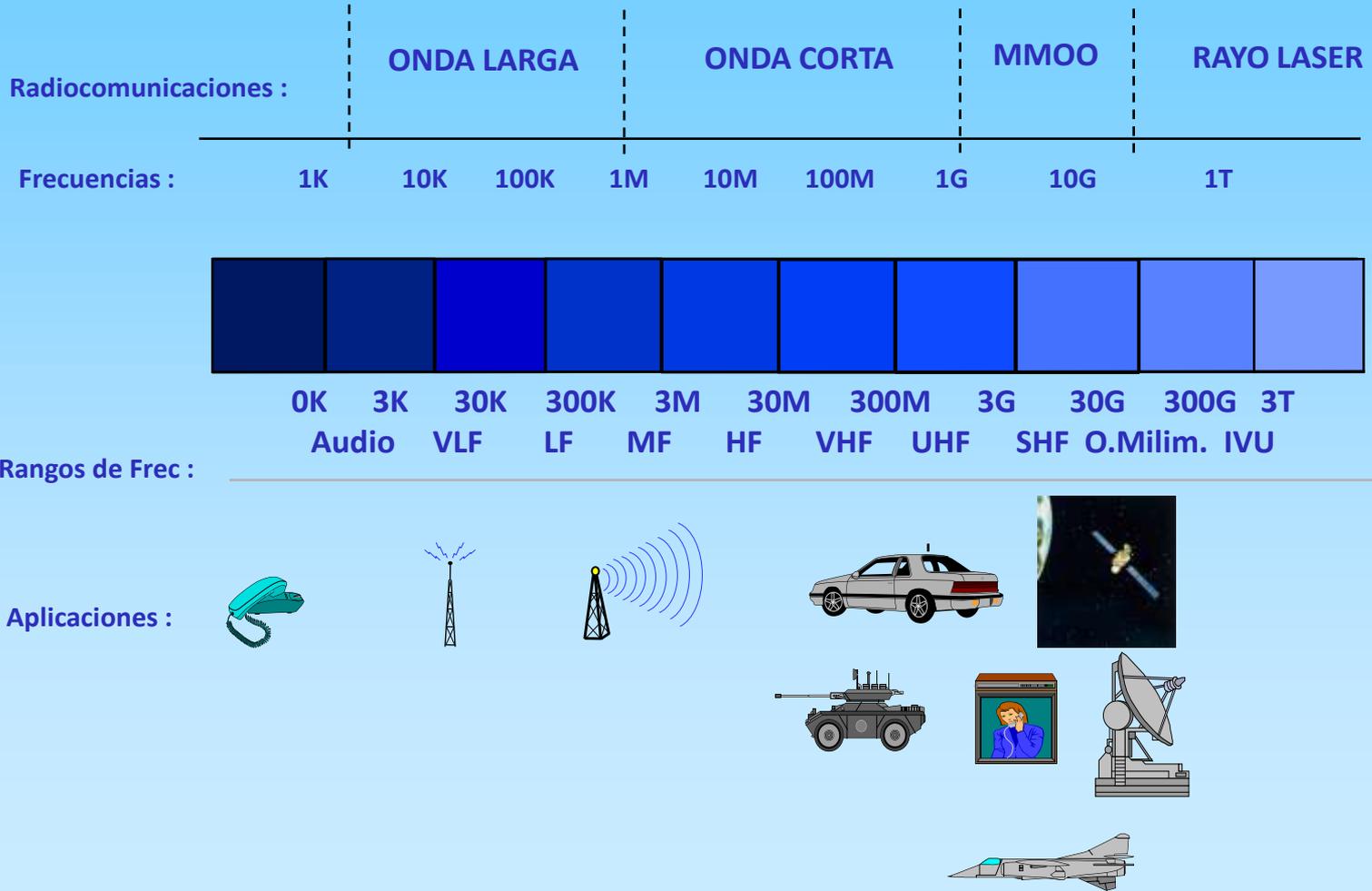
Asignación de Frecuencias en la UIT

Número de Banda	Símbolo	Rango de Frecuencia	Subdivisión Métrica	Abreviación Métrica
3	ULF	300-3 000 Hz	Ondas Hectokilométricas	B.hkm
4	VLF	3-30 kHz	Ondas Miriamétricas	B.Mam
5	LF	30-300 kHz	Ondas Kilométricas	B.km
6	MF	300-3 000 kHz	Ondas Hectométricas	B.hm
7	HF	3-30 MHz	Ondas Decamétricas	B.dam
8	VHF	30-300 MHz	Ondas Métricas	B.m
9	UHF	300-3 000 MHz	Ondas Decimétricas	B.dm
10	SHF	3-30 GHz	Ondas Centimétricas	B.cm
11	EHF	30-300 GHz	Ondas Milimétricas	B.mm
12	-	300-3000 GHz	Ondas Decimilimétricas	B.dmm

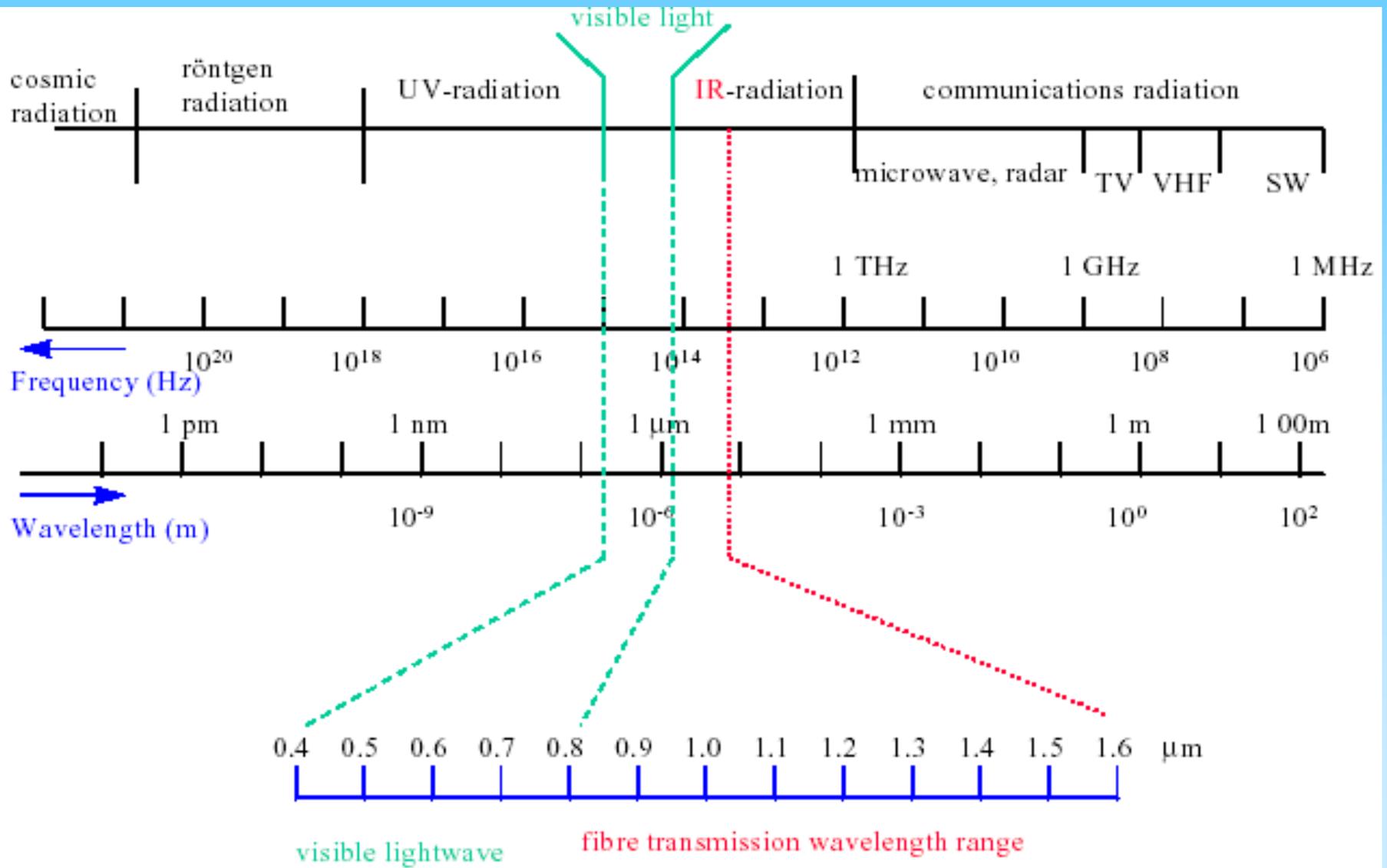
Banda (275 – 1000 GHz) aún no está atribuida.

Puede ser utilizada para: **experimentación** y desarrollo de distintos **servicios activos y pasivos**.

Espectro Radioeléctrico



Espectro Electromagnético



¿Cómo se logra la Telecomunicación?

Usando técnicas tales como:

**Modulación /
Demodulación**



AM, FM, PM, PSK, QAM, TCM..

**Codificación /
Decodificación**



Convolucional, Red Solomon..
FH/SS, Viterbi, Gold,....

Multicanalización



FDM, TDM, PCM, CDM, WDM, OFDM...

Protocolos



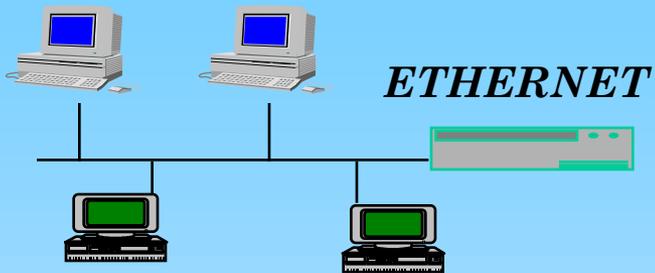
IP, H.323, H248, MEGACO....

Servicios:

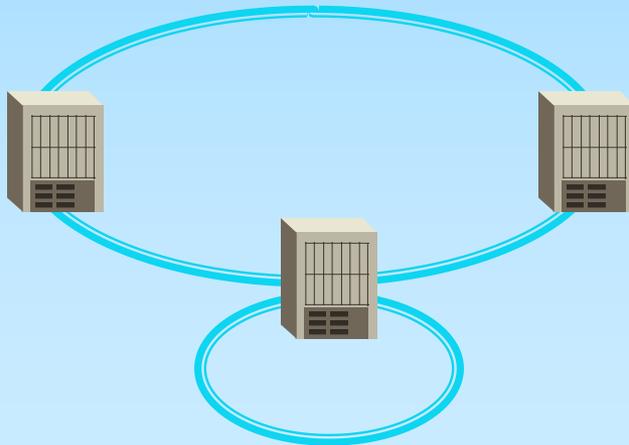


Telefonía IP, VoIP, Video sobre IP
Móviles 2G, 2.5G, 3G, 4G/LTE...

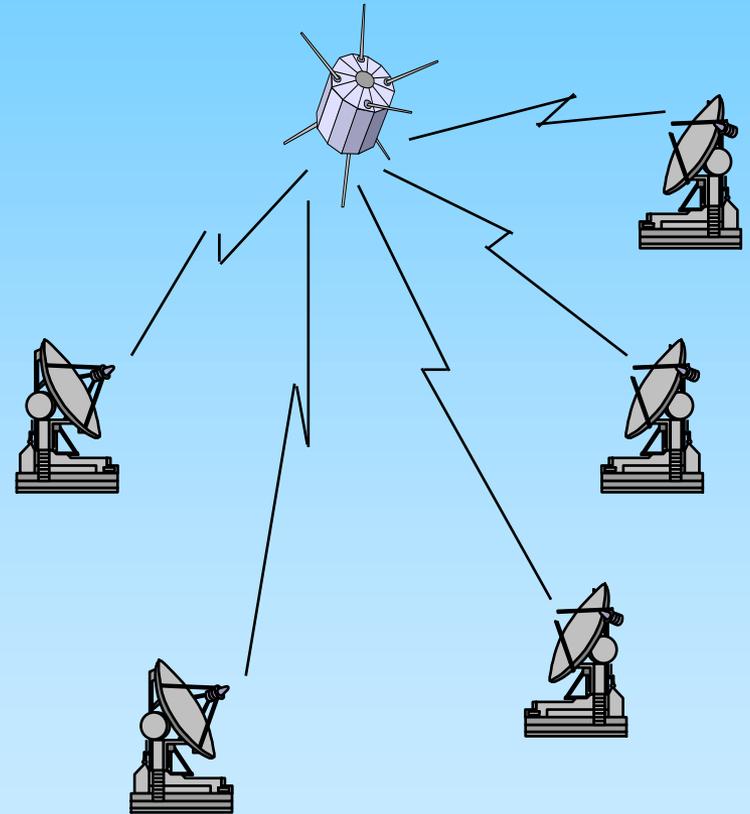
Topologías de Red



BUS

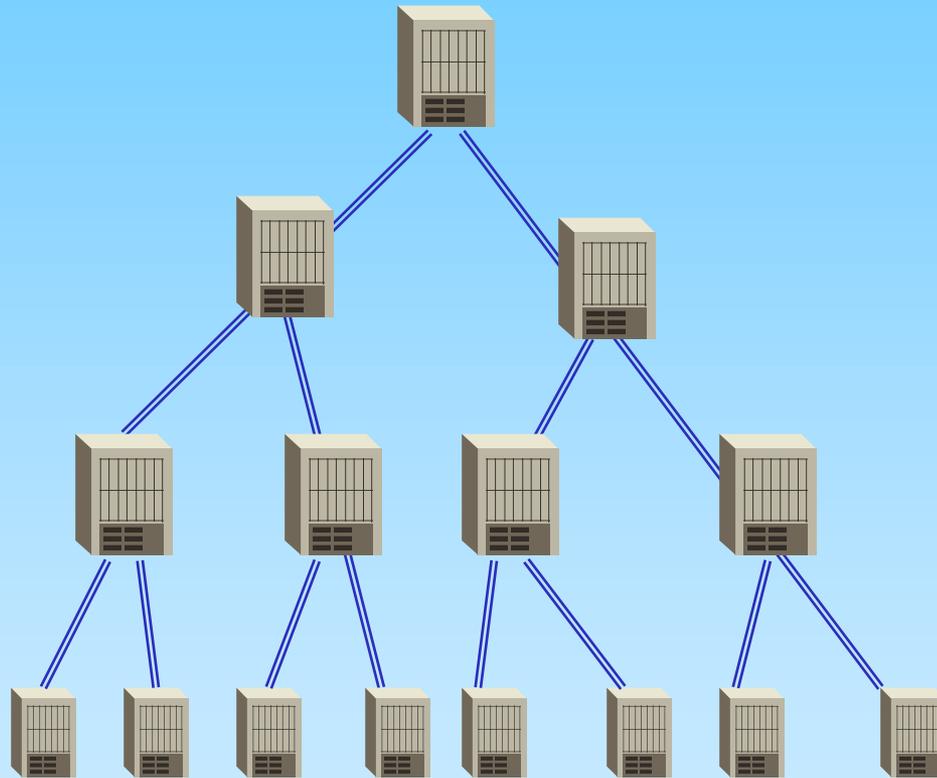


Anillo (RING)

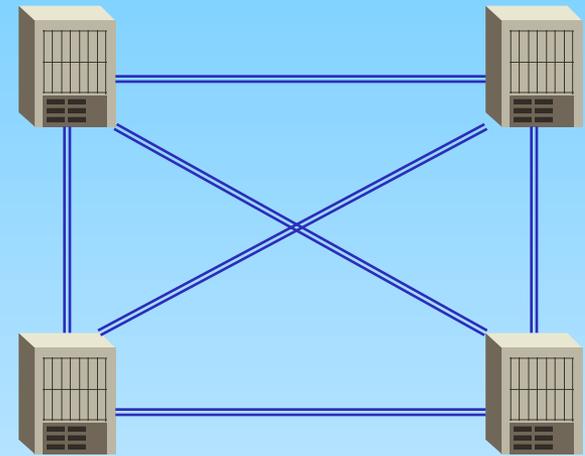


Estrella (STAR)

Topologías de Red

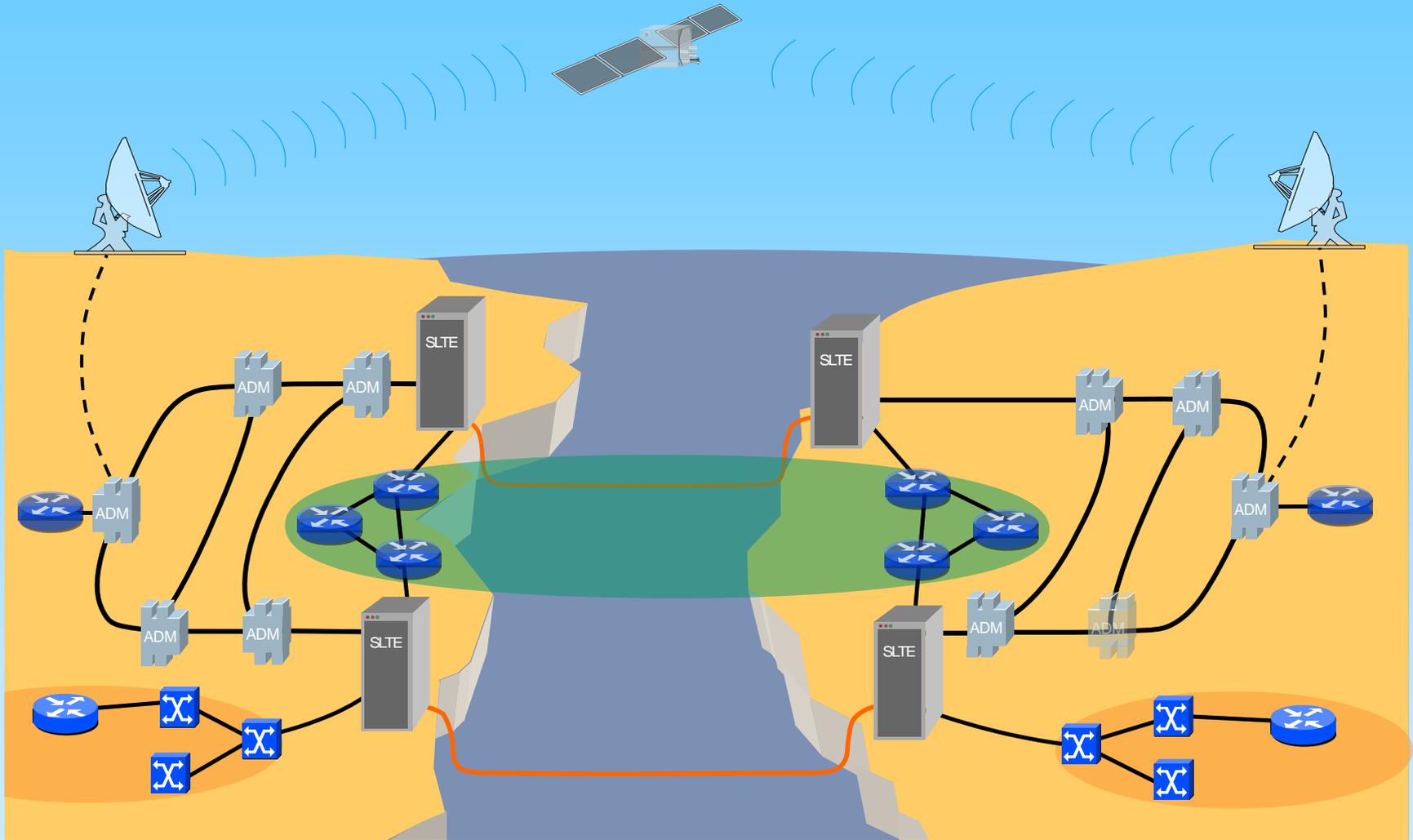


Arbol (TREE)

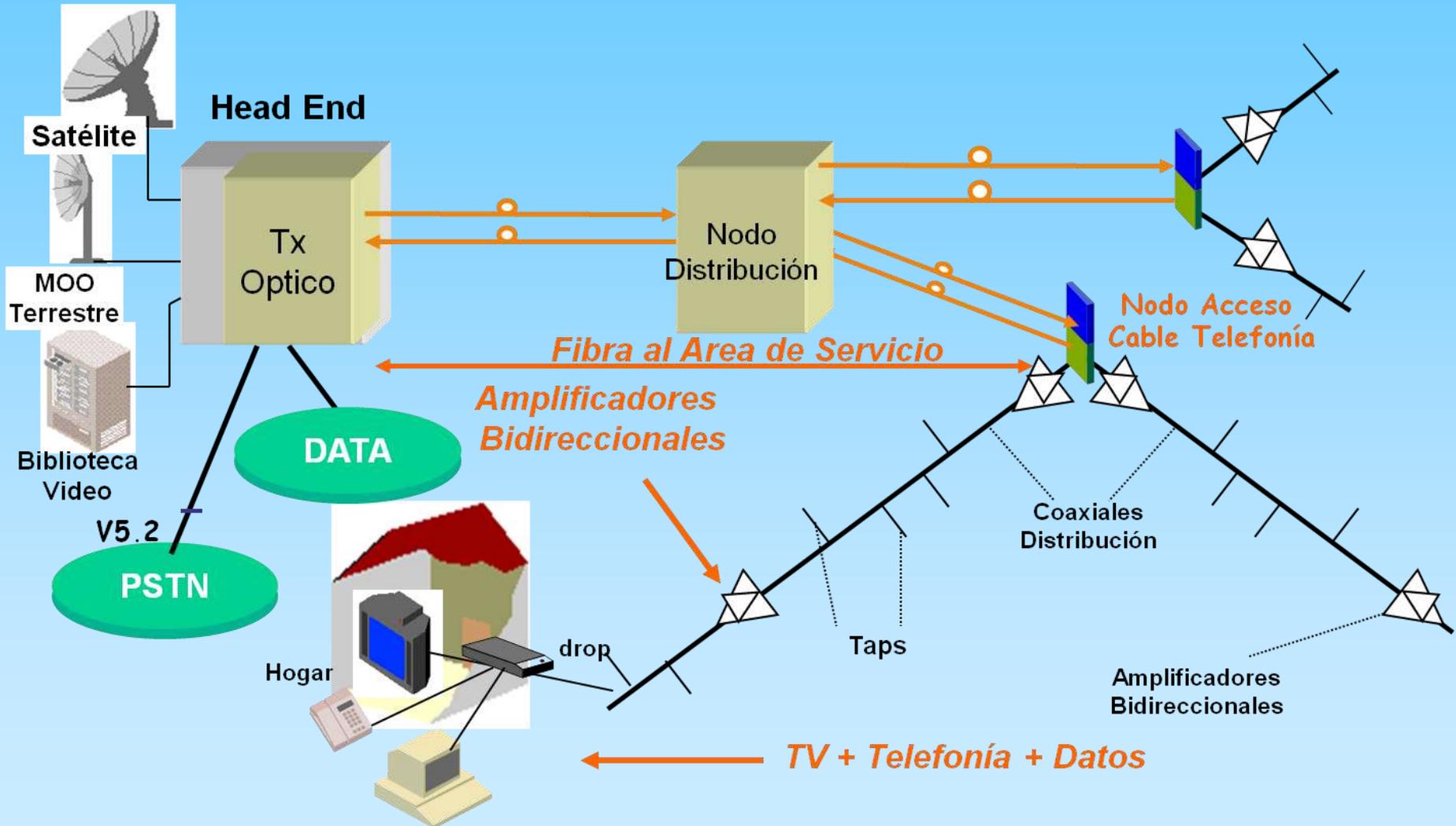


Malla (MESH)

Topologías Mixtas de Red

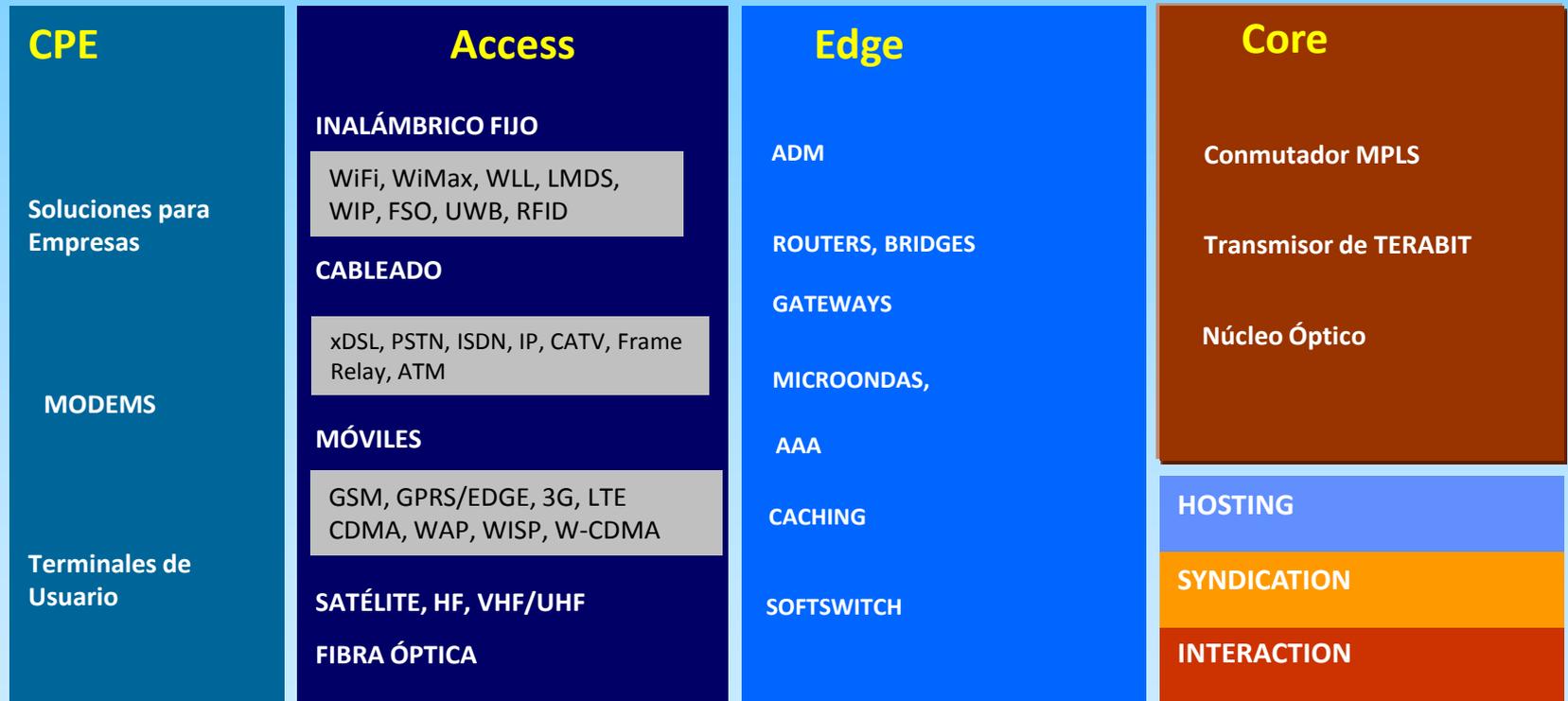


Topología de Red CATV



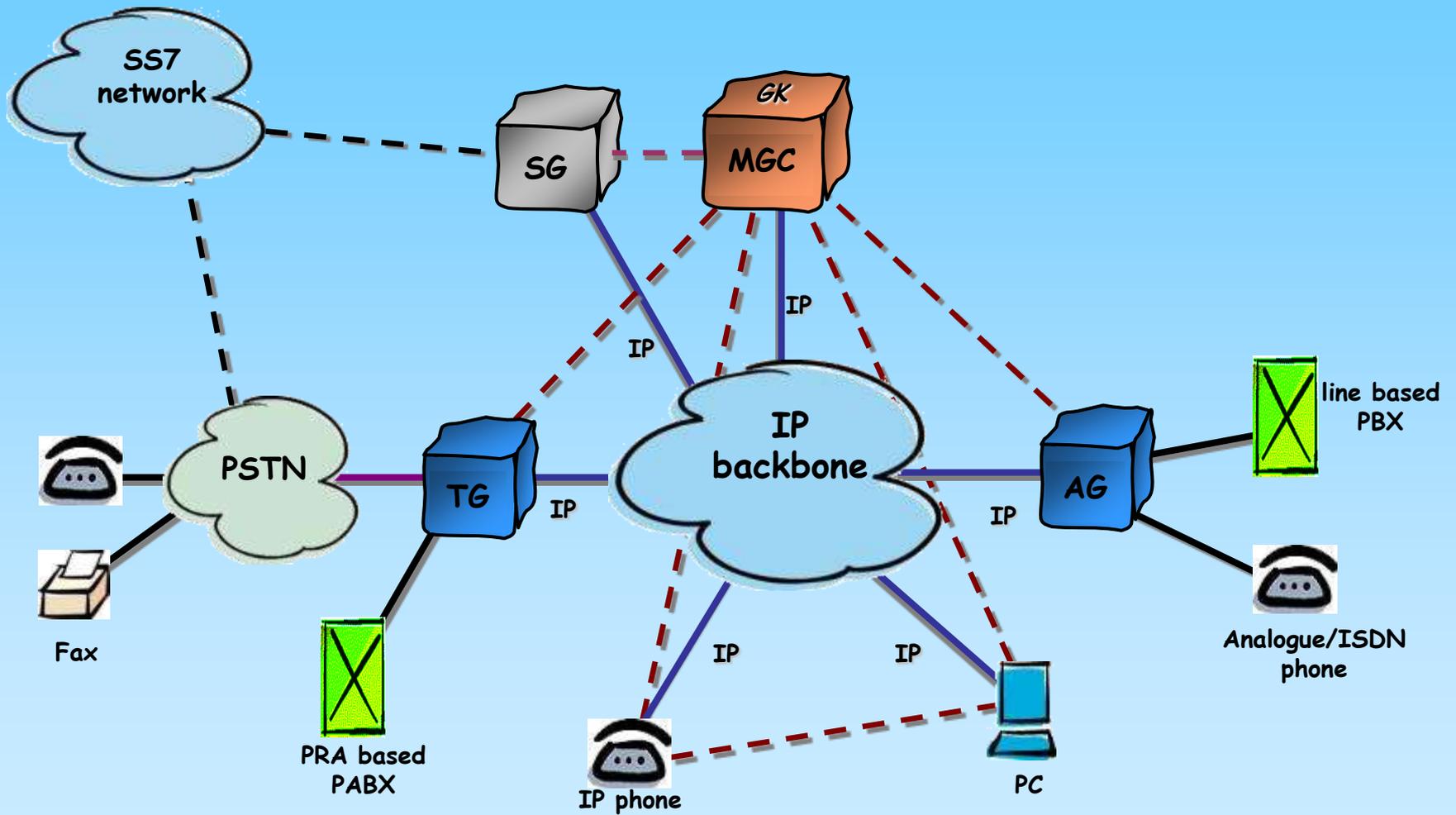
Estructura Moderna de Redes

Administrador de Redes



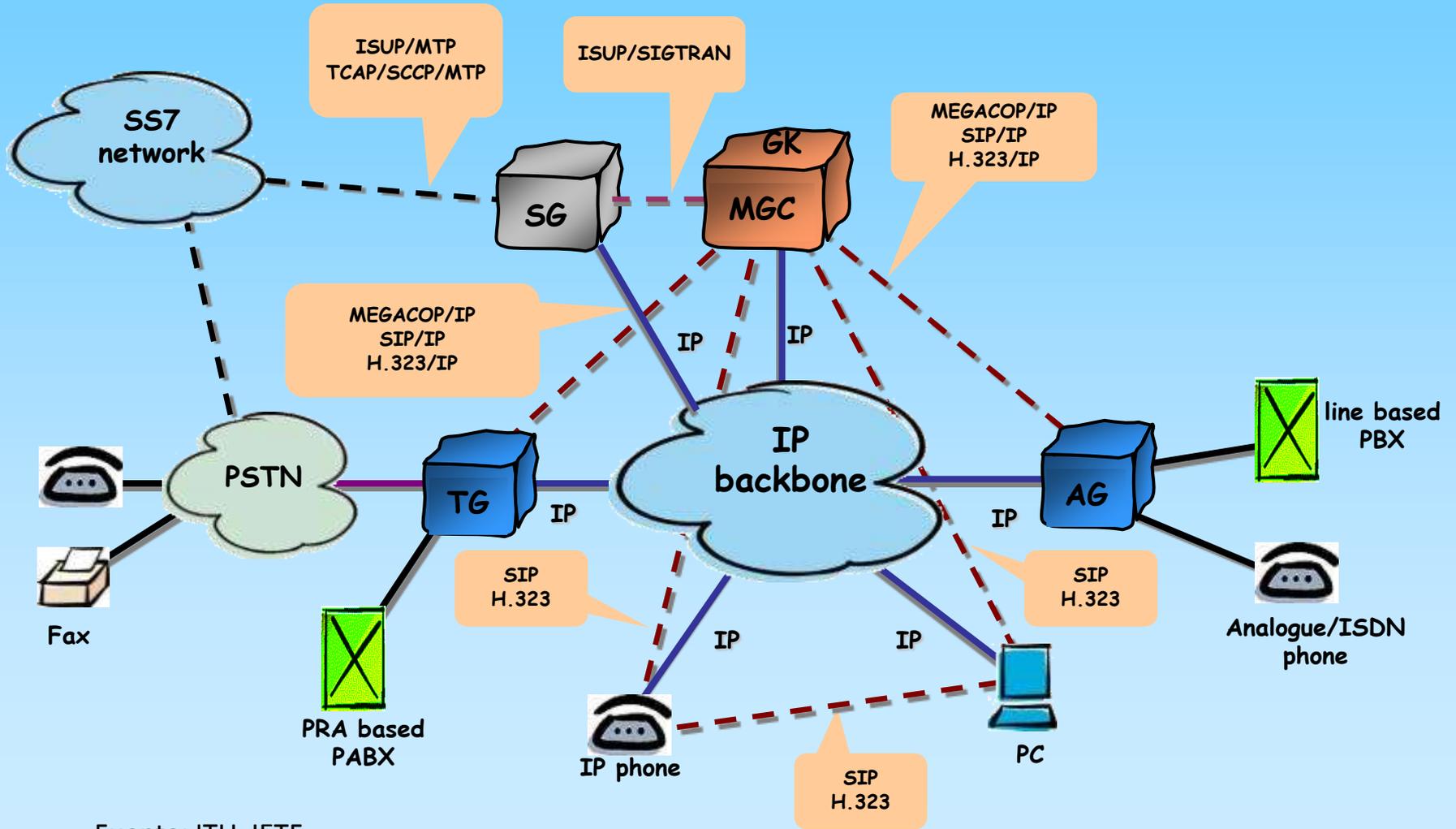
Estructura de Redes y Sistemas

Modelo de Red



Fuente: ITU, IETF

Mapa de Protocolos de Señalización



Fuente: ITU, IETF

Redes de Comunicaciones y Energía



Servicios de Comunicaciones

Video-telefonía TV Interactiva Juegos en Línea

Telefonía IP Cobertura en Interior Móvil Interactivo Comunicación Administrada

Broadband xDSL Wifi, WiP, WiMAX 2G/2,5G/3G/LTE Ethernet IP VPN

En el Hogar En Pausa En Movimiento En la Oficina



Banda Angosta y Banda Ancha

Objetivo del Teletráfico: Estimación de la Demanda

Lograr sistemas con un costo mínimo y con una capacidad que cumpla con un Grado de Servicio pre definido y satisfagan la demanda futura de tráfico.

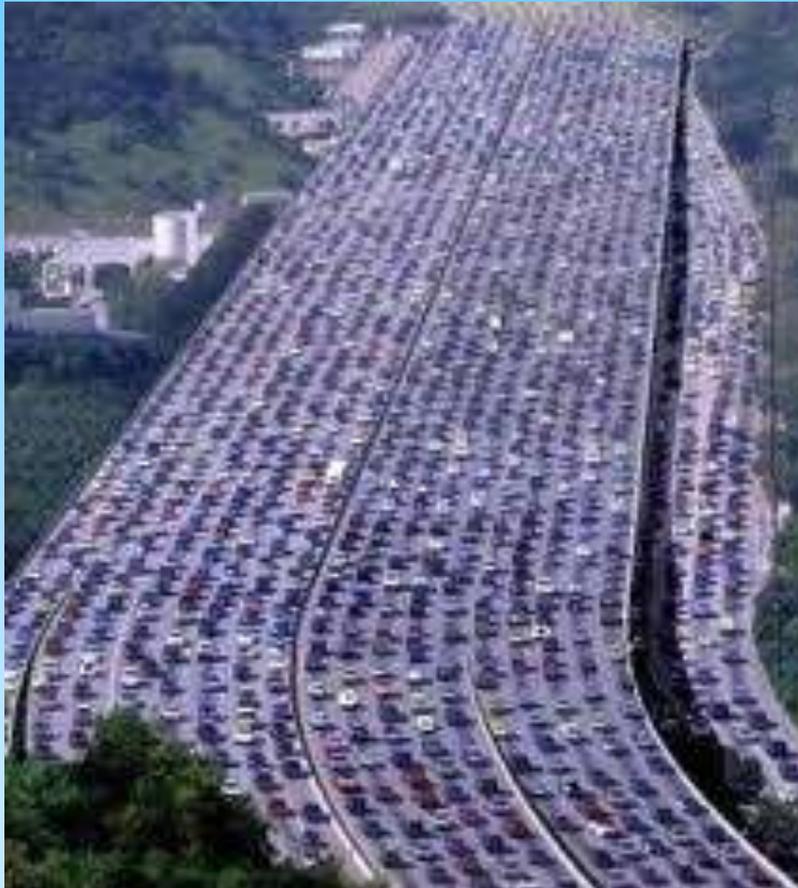
Se deben obtener modelos que satisfagan la relación entre Tráfico, QoS/GoS y Recursos de Red.



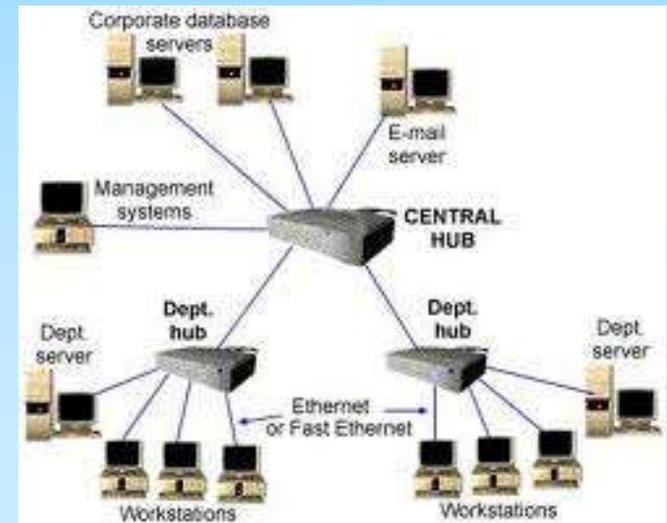
QoS: Calidad de Servicio (Soporte, Confiabilidad, Disponibilidad, Operatividad, Calidad de Tx))

GoS: Grado de Servicio (Congestión)

Congestión y Calidad en Telecomunicaciones: QoS



- ✓ Enlaces de Tx interrumpidos y Pérdidas de Tx
- ✓ Conmutador fuera de línea
- ✓ Sin Energía ni respaldo





Herramientas para Estimar el Tráfico de Comunicaciones

El tráfico varía notoriamente dependiendo de la hora, el día de la semana y la estación o temporada del año.

No es económico la instalación del equipamiento requerido para la mantención de un servicio bueno y estable por aumento de demandas temporalmente.

Herramientas del Teletráfico:

- ✓ **Procesos Estocásticos**
- ✓ **Teoría de Colas**
- ✓ **Simulación por computador**
- ✓ **Mediciones de tráfico**



Áreas de Aplicación del Teletráfico

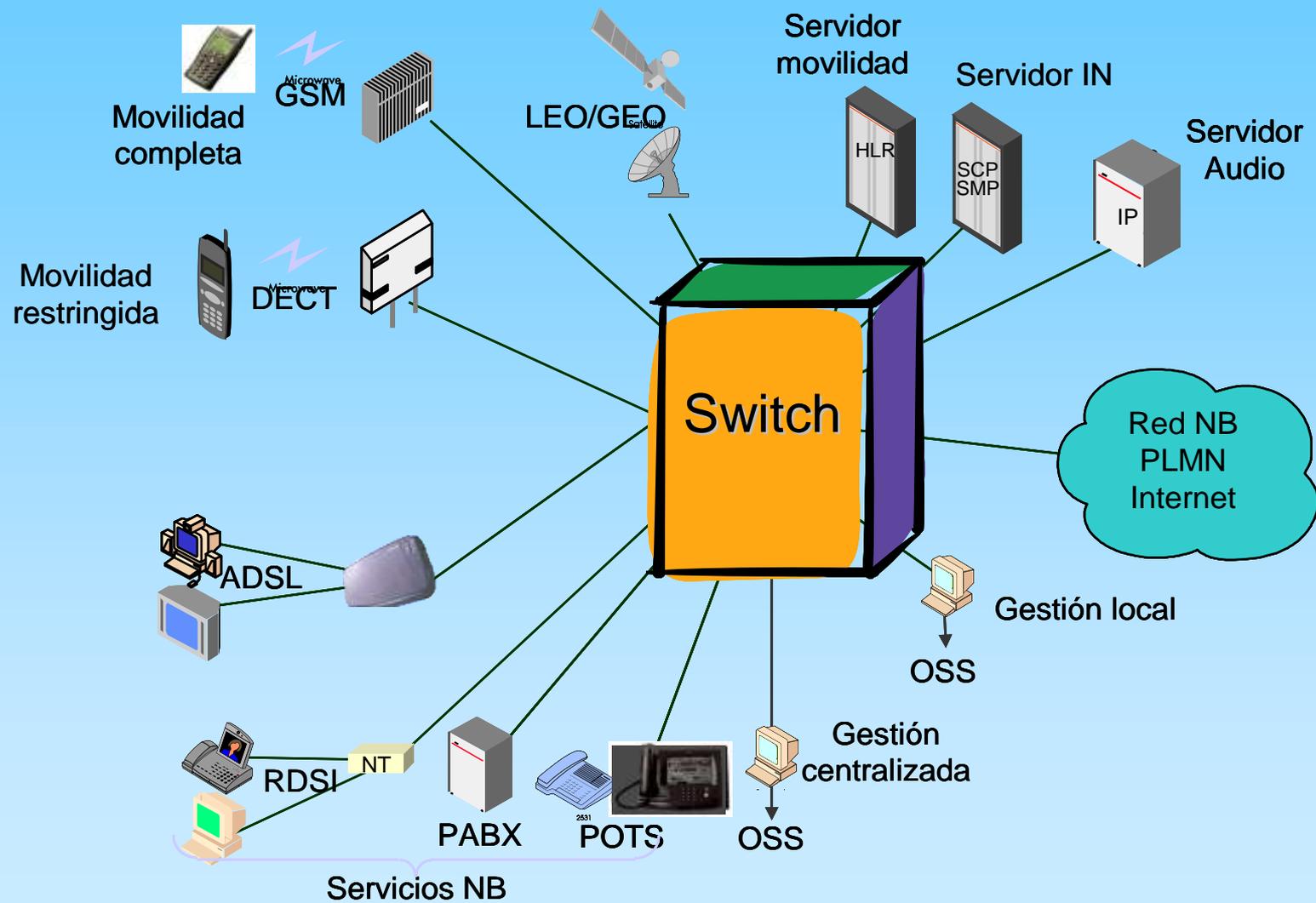
En redes de telecomunicaciones de:

- ✓ **Voz** (Conmutación de circuitos, satélites)
- ✓ **Datos** (Conmutación de paquetes, Acceso a LANs)
- ✓ **Internet** (Búsqueda de Direcciones, Planificación y Clasificación de paquetes en routers, Algoritmos de enrutamiento).
- ✓ **Redes Celulares** (Distribución de tráfico y Recursos en celdas, Métodos de Acceso, Movilidad de usuarios).

Estas herramientas también se aplican a otras áreas del conocimiento:

- ✓ **Tráfico de carreteras, Aéreo y Proceso en Manufacturas**
- ✓ **Líneas de ensamblaje, distribución y almacenamiento**

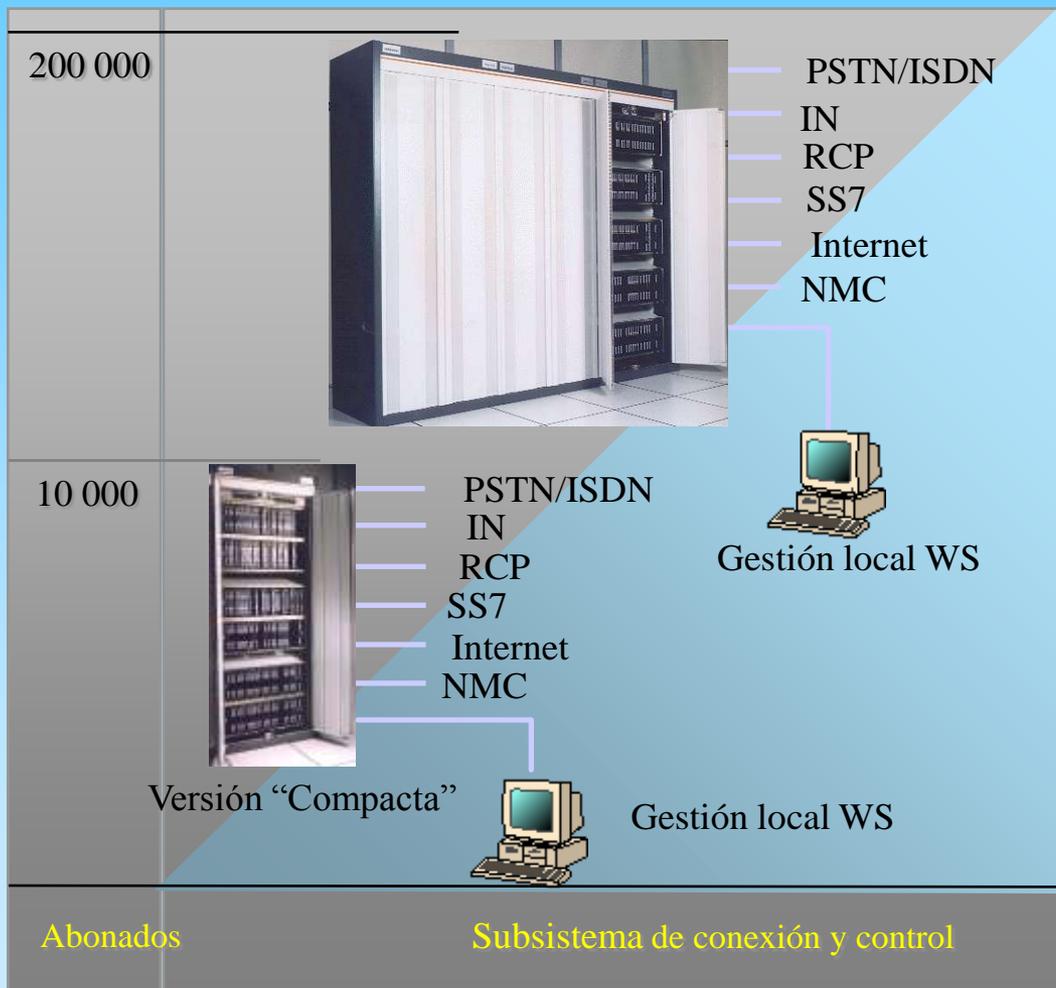
Sistema de Conmutación



Capacidad de abonados en una Central de Conmutación

Capacidad hasta de :

- 200,000 Líneas de abonados fijos
- 600,000 Abonados móviles
- 2,048 PCM
- 25,000 Erlangs
- 2,000,000 BHCA

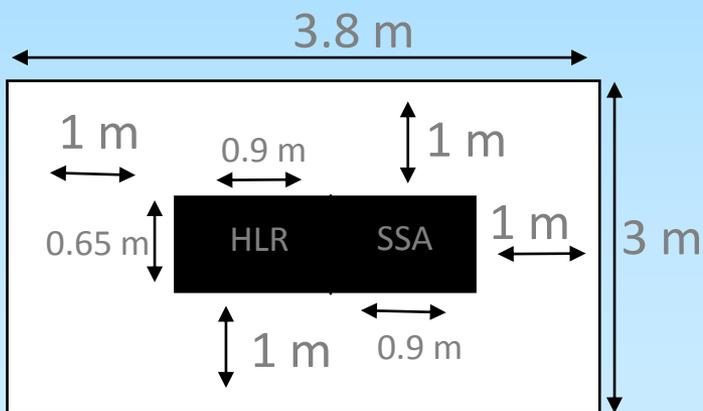


Sistema Compacto: Servicios Fijos y Móviles

100% Fijo	100% Móvil
<ul style="list-style-type: none"> • 10 000 subs • 80 PCM • 80 000 BHCA 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 000 subs • 48 PCM • 36 000 BHCA



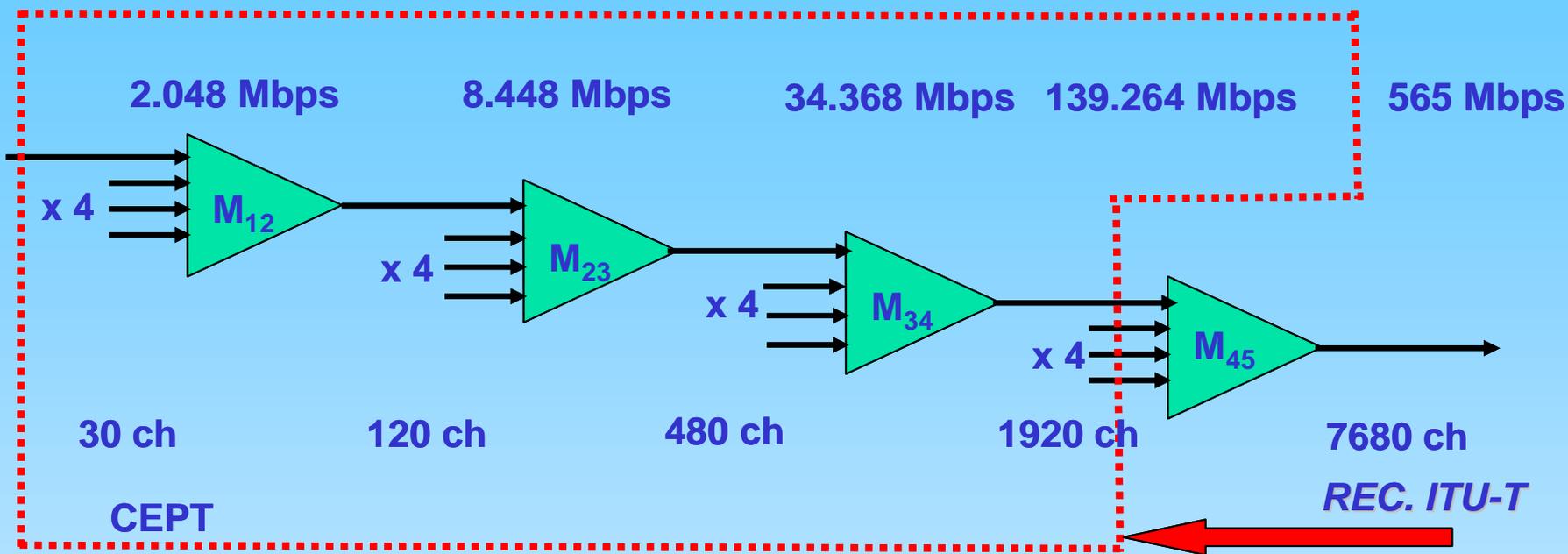
48V: 1201 W
 220 V AC: 484 W
 disipación: 1993 W



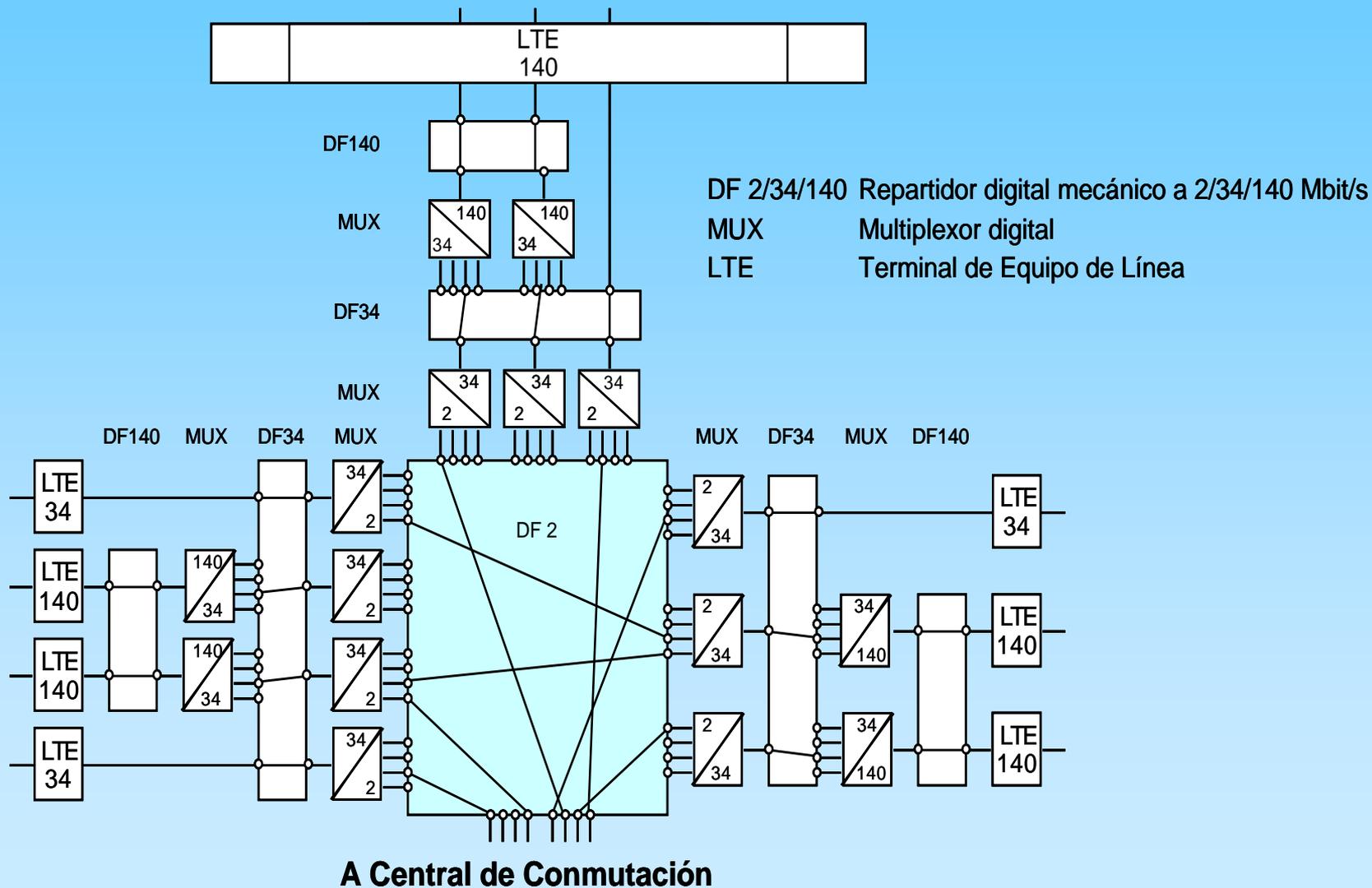
- RTC/RNIS
- IN
- RCP
- Sig. N°7
- A
- REM

HLR- AuC- RCP- SCCP-GW

Sistema de Radio y MUX de Transmisión



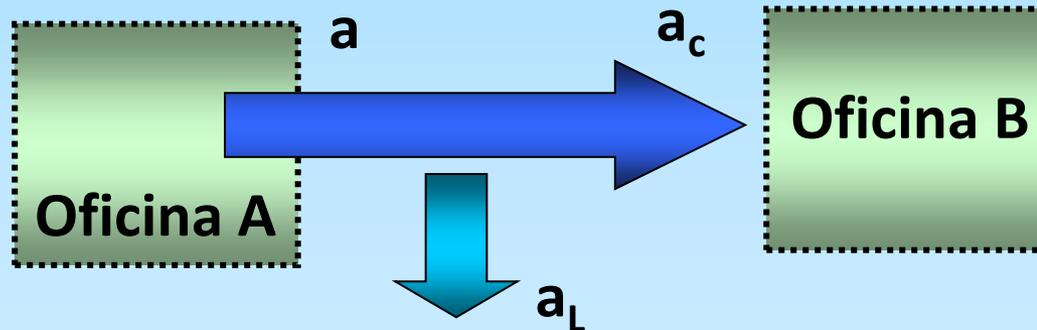
Sistema de Derivadores de Transmisión



Dimensionamiento de Tráfico

- ✓ El **tráfico transportado** (a_c) durante la **hora cargada**
- ✓ El **tráfico ofrecido** (a) tomando en cuenta el tráfico perdido o sobre flujos.
- ✓ El **tráfico perdido** (a_L) tomando la cantidad de llamadas reintentadas.

La expresión tráfico, es insuficiente para citar solamente el número de llamadas, porque cada llamada tiene un Holding Time diferente. Para expresar el tráfico con precisión, es necesario **cuantificar el número de llamadas y los elementos de Holding Time**.



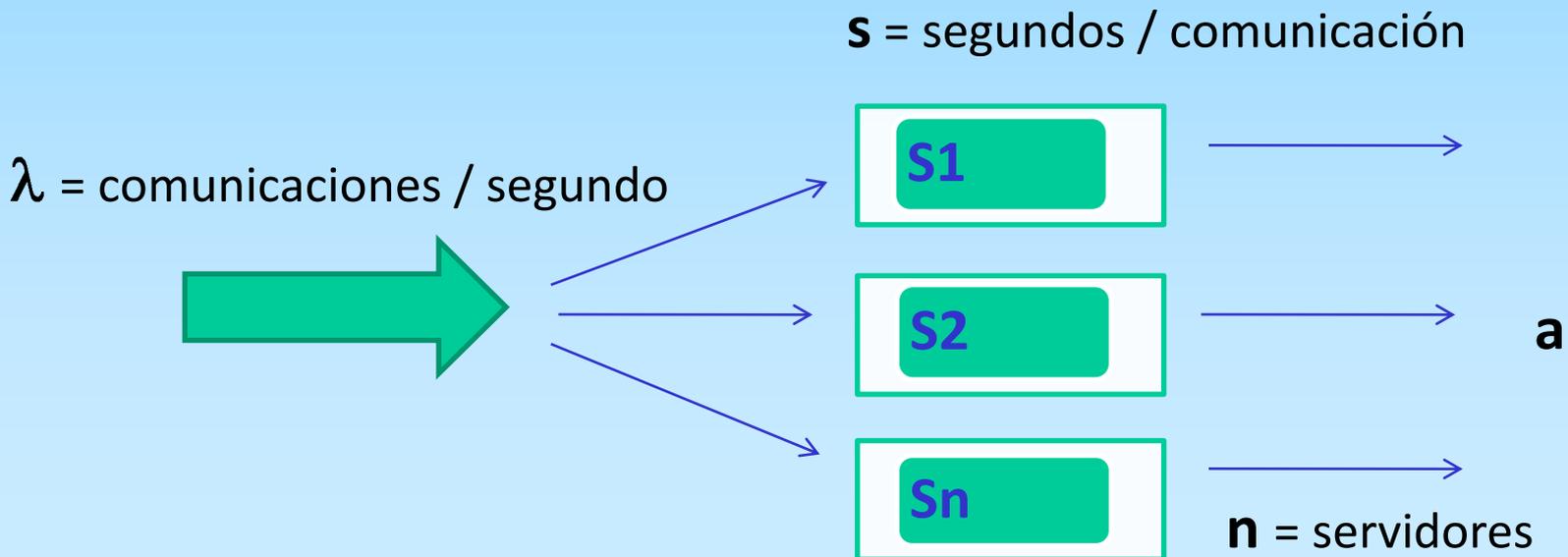
El tráfico ofrecido se calcula como:

$$a = \lambda s$$

a = Tráfico ofrecido

λ = Intensidad de llamadas o número medio de llamadas ofrecidas por unidad de tiempo

s = Tiempo medio de servicio por llamada.



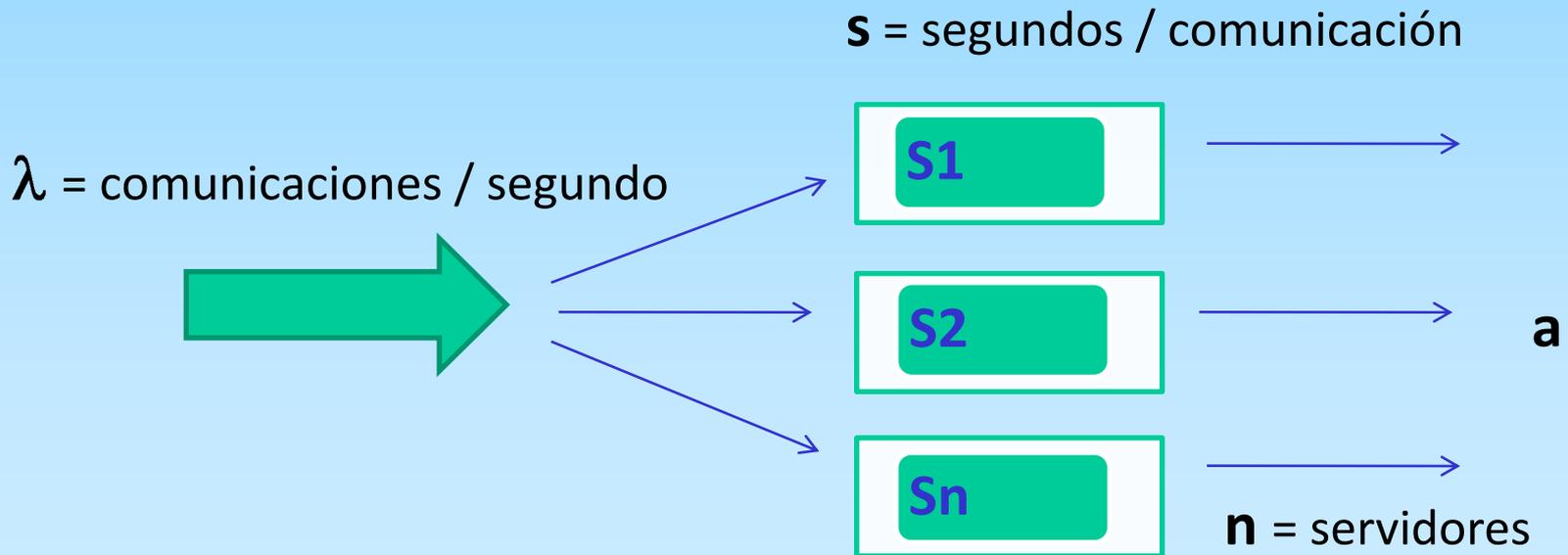


Ejemplo de Tráfico Ofrecido

Intensidad de llamadas: 5 llamadas por minuto

Tiempo medio de la llamada: 3 minutos

Tráfico ofrecido: $a = 5 \times 3 = 15$ erl





Relación entre Probabilidad de Pérdida (B) y Equipamiento

La expresión para el cálculo de B no puede ser calculada a menos que ambos tráficos (tráfico ofrecido: a y Tráfico transportado: a_c) sean conocidos.

En los sistemas de telecomunicaciones, la probabilidad de pérdida debe ser representada como la función de **Tráfico Ofrecido y la Cantidad de Equipamiento** expresada en Número de líneas troncales.

La fórmula de Erlang B representa la relación entre el Tráfico Ofrecido, la cantidad de equipamiento y la probabilidad de pérdida.

$$B = \frac{a^n / n!}{1 + a / 1! + a^2 / 2! + \dots + a^n / n!}$$



BHCA (Busy Hour Call Attemp)

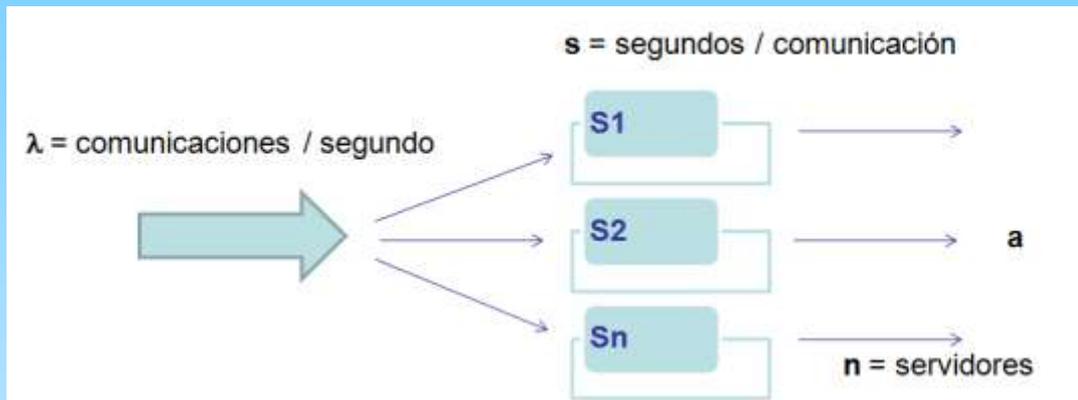
BHCA es un parámetro que indica la capacidad que tiene una central de conmutación para procesar las llamadas, e indica la capacidad que tiene la central para atender todo el número de llamadas.

$$\text{B.H.C.A.} = \text{Tráfico Total} * 3600 / h_t$$

h_t = Tiempo que demora en conectarse la llamada (holding time)

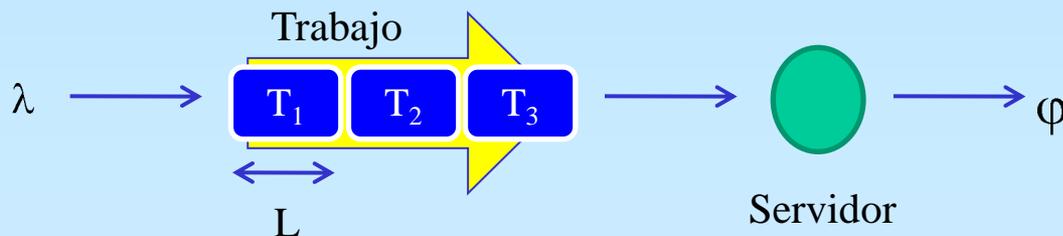
Tipos de Redes: Punto de vista de Congestión

Sistemas de Pérdidas: Una comunicación (llamada) que encuentra una situación de congestión abandona el sistema (llamada perdida): **Red Telefónica**



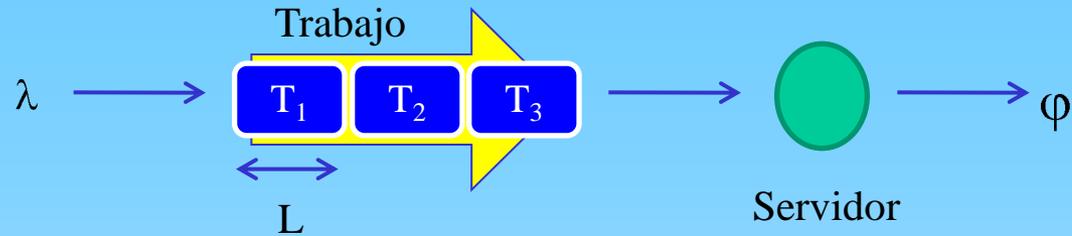
Si no hay recursos la comunicación se pierde.

Sistemas de Espera: La comunicación (tarea o trabajo) se pone en una cola de espera y se atenderá cuando se libere algún recurso. La cola de espera puede ser finita o infinita: **Red de Paquetes**



Si no hay recursos la comunicación queda en cola de espera.

Tráfico Ofrecido en Datos



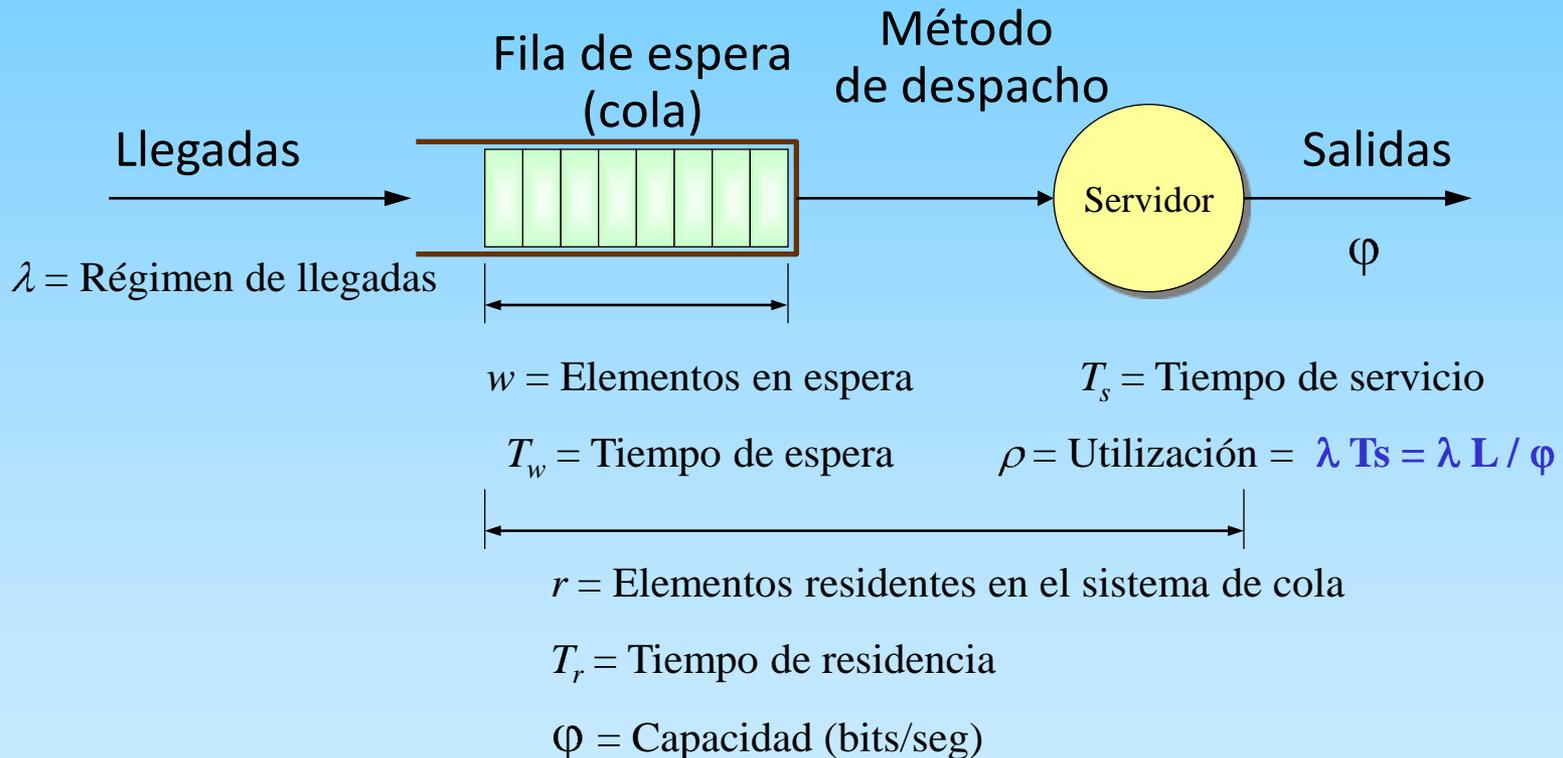
- ✓ La llegada de trabajos es λ , en datos, no se dice llamadas, sino que “Trabajos o Tareas” puestos en una cola para darles servicio.
- ✓ Un trabajo puede ser la transferencia de L unidades (bits, Bytes, etc).
- ✓ La capacidad del sistema, φ , se mide en bits/segundos
- ✓ El tiempo de servicio, T_s , es el tiempo de transmisión para un trabajo.

$$T_s = L/\varphi$$

- ✓ Si en promedio llegan λ trabajos por unidad de tiempo, entonces la utilización de sistema es:

$$\rho = \lambda T_s = \lambda L / \varphi \quad [\text{tráfico en erlang}]$$

Estructura y parámetros de un sistema de cola de un solo servidor





Parámetros de un sistema de cola

- Los parámetros primarios de un sistema de cola son:
 - Régimen medio de llegadas de los elementos al sistema, λ .
 - Número medio de elementos en espera en la cola, w .
 - Tiempo medio de espera de los elementos en la cola, T_w .
 - Tiempo medio de servicio de los elementos en el servidor, T_s .
 - Utilización del servidor, ρ .
 - Número medio de elementos residentes en el sistema, r .
 - Tiempo medio de residencia de los elementos en el sistema, T_r .

Agenda

1. Objetivos
2. Introducción
3. Desarrollo
 - a. Datos de Entrada, Herramientas, Procedimientos
 - b. Metodología
4. Conclusiones y Recomendaciones



Turismo



Pesca



Minería



Agricultura



Industria Pisquera

PARTE III

Desarrollo

División Político-Administrativa de la Región de Coquimbo

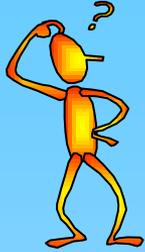
Provincia	Capital	Comuna
Choapa (3)	Illapel	1 Canela
		2 Illapel
		3 Los Vilos
		4 Salamanca
Elqui (9)	Coquimbo	5 Andacollo
		6 Coquimbo
		7 La Higuera
		8 La Serena
		9 Paihuano
		10 Vicuña
Limarí (4)	Ovalle	11 Combarbalá
		12 Monte Patria
		13 Ovalle
		14 Punitaqui
		15 Río Hurtado



- Gob. Regional
- Intendente
- Consejo Reg (16)

**QUE
HACER**

**CÓMO
HACER**



Definición Conceptual

Caracterización y Descripción Sistema de Comunicaciones

Descripción de los elementos característicos de dicho sistema, como también la identificación de las variables más relevantes que deben ser analizadas para proceder a la elaboración de un estudio sobre las restricciones, potencialidades y su influencia en el desarrollo presente y futuro del **Sistema Regional de Telecomunicaciones**.

Datos de Entrada

- Regulación a considerar
- Tipos de Redes Regionales
- Demanda, Capacidad, Espectro
- Interoperabilidad, Respaldo, Tráfico
- Herramientas de Proyección (n=10)
- Estimación de Costos

Modelo a Elaborar

Metodología
(Desarrollo de un
Plan de Acción)

Resultados & Conclusiones

- Diagnóstico de las Redes de Telecom Regional
- Grado de Interoperabilidad y respaldo de Redes de Gobierno
- Satisfacción de Demanda (Situación Normal y Emergencia)
- Proyección de necesidades futuras
- Estimación de requerimientos futuros de Redes/Servicios
- Mapa de Redes y Conectividad

Control y Apoyo

- SUBDERE, Intendencias
- Líder y Team Regional
- Consultores externos y CEPAL
- Desarrollo de Indicadores

Modelo Básico

Inicio

Regulación & Recomendaciones

- SUBTEL, ITU, IEEE, FCC, CEPT
- Sistemas operacionales y conectividad
- Parámetros Técnicos y Económicos
- Herramientas de Cálculo y Proyecciones

Reporte Final

Resultados

- Diagnóstico de Telecom Regional
- Interoperabilidad y Respaldo
- Proyección de demanda y circuitos
- Mapas de Redes y Conectividad

Situación Actual y Futura
Telecom Regional

Análisis, Cálculo & Procesos

- Infraestructura de Redes
- Demanda de Voz, Datos y Video
- Cálculo de Capacidad, Espectro, Tráfico
- Interoperabilidad y Respaldo de redes
- Proyección de Demanda, Circuitos y Servicios; Elaboración de Indicadores, y Costos

Monitoreo &
Decisiones Regionales

Validación GORE
Apoyo: CEPAL y
SUBDERE

Seguimiento del Desarrollo

- Reuniones periódicas
- Nuevas Tareas y reorientación Team

Indicadores de
Avance y
Comportamiento

Discusiones y Avances

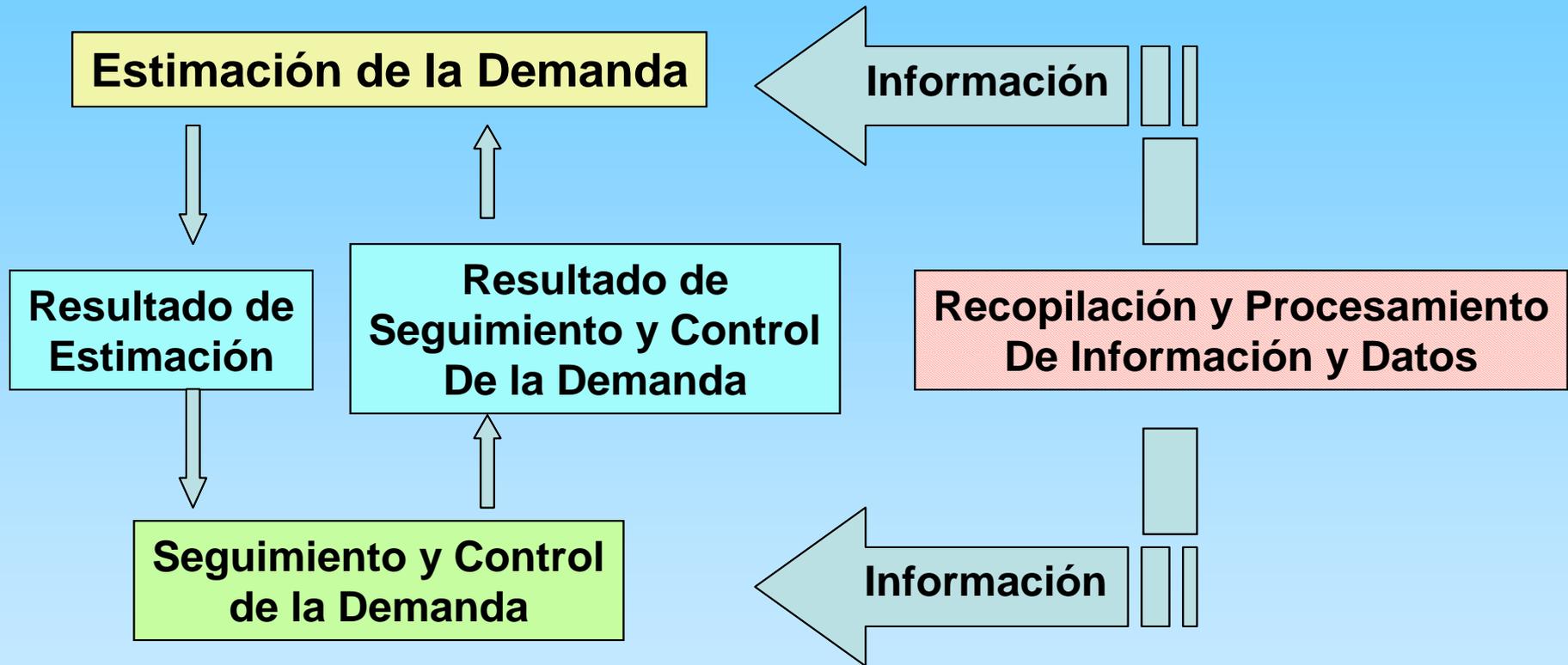
- Reporte de Avance
- Comportamiento de Indicadores
- Discusión y Comentarios
- Nuevas acciones claves



Variables y Parámetros

- **Economía Regional** (Fuente: Ministerio de Economía)
 - ✓ Turismo (Guanaqueros, Tongoy, Termas de Socos, Las Tacas)
 - ✓ Minería (manganeso, Oro, Plata, Cobre, Hierro, Plomo y minerales no metálicos)
 - ✓ Agricultura (Hortícolas, Frutícolas) y Ganadería (Caprina)
 - ✓ Pesca (Sardina, Jurel, Mariscos, Crustáceos, Algas).
 - ✓ Industrias empacadoras, disecadoras, Harina de pescado.
- **Demografía** (Fuente: INE)
- **Crecimiento de la Población** (Fuente: INE)
- **PIB** (Fuente: Ministerio de Economía)
- **Demanda por servicios de telecomunicaciones** (Fuente: Subtel)
- **Topologías e Infraestructura actual**
- **Funcionamiento de las redes**

Estimación de Demanda





Herramientas para Estimar la Demanda Corto, Mediano y Largo Plazo

Método de análisis del tiempo en serie

$$Y = f(t)$$

Y = valor de la demanda

t = tiempo (variable)

Los datos estadísticos del tiempo en serie generalmente fluctúan en una forma complicada.

Método de análisis de la regresión o Método del Mínimo Cuadrado.

$$Y = a + bt$$

Otros, que el planificador estime conveniente

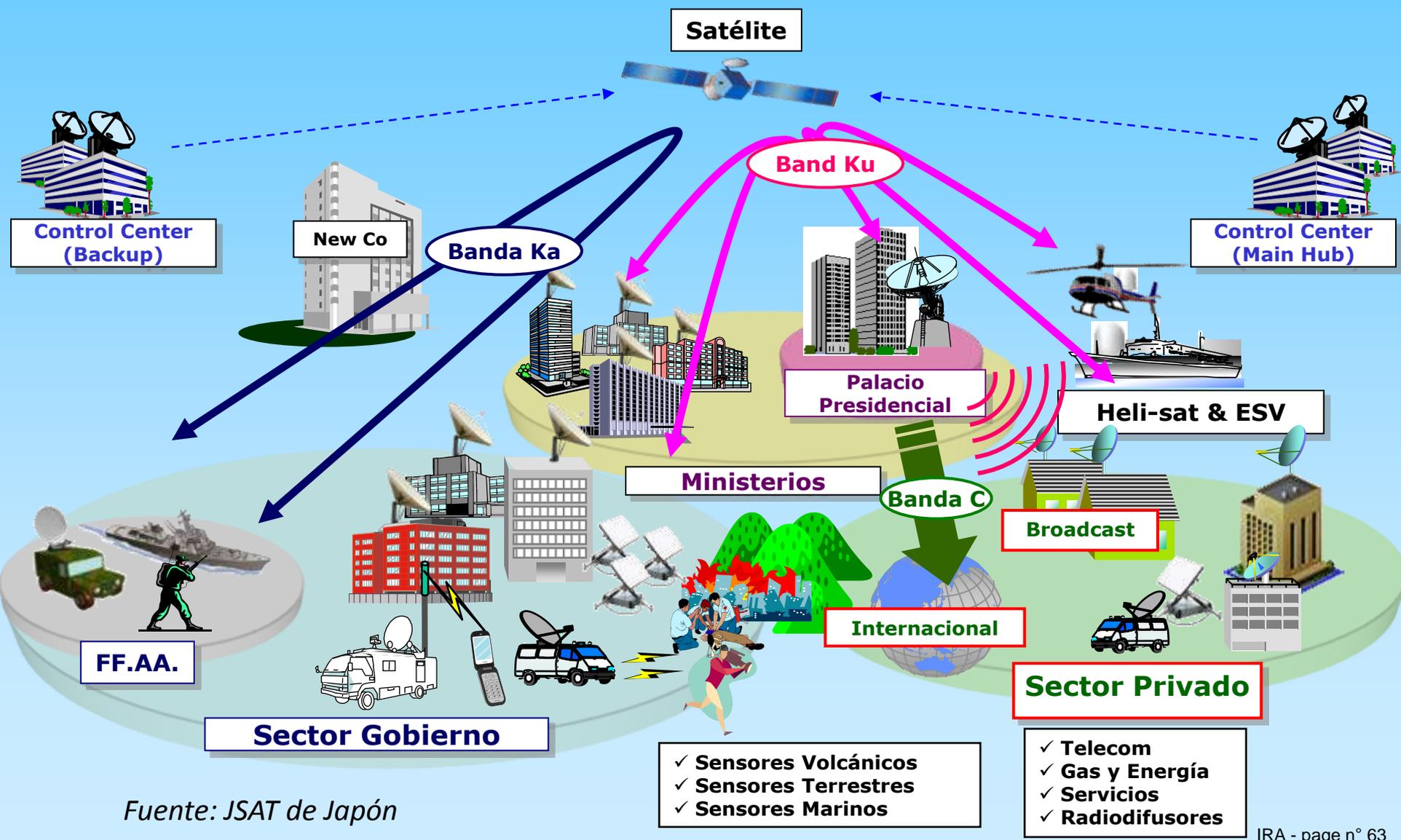
$$VF = VA (1 + i)^{\bar{n}}$$

VF: Valor futuro de tráfico o capacidad expresados en su unidad correspondiente.

VA: Valor actual de tráfico o capacidad expresados en su unidad correspondiente.

i: Corresponde a la tasa de crecimiento para la Región.

Ejemplo: Red Coordinación de Comunicaciones de Emergencia



Fuente: JSAT de Japón

Ejemplo: Tecnologías para Manejo de Desastres

Mar / Espacio



Tsunamis



Boya



Observación de Deformación de la corteza submarina

Monitoreo Vapor de Agua



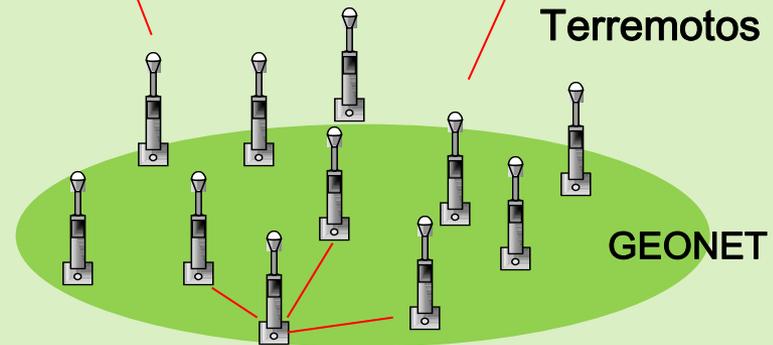
Vehículo con movimiento a baja velocidad



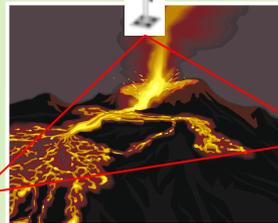
Monitoreo de grandes estructuras



Terremotos



Monitoreo de Deformación Corteza Terrestre y Submarina



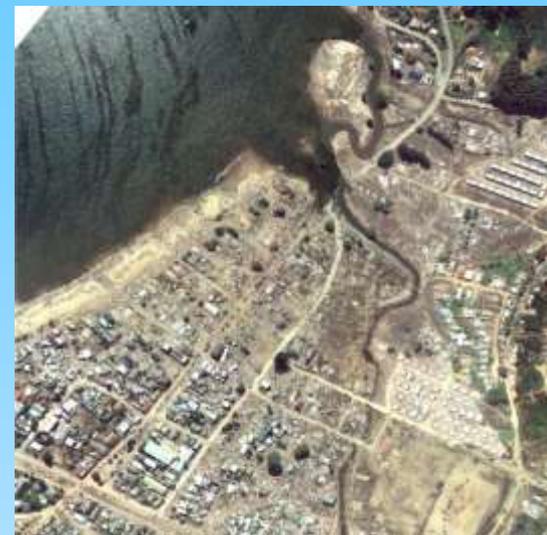
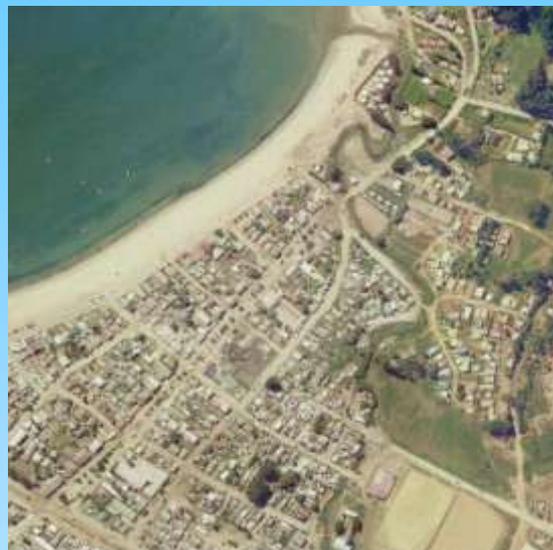
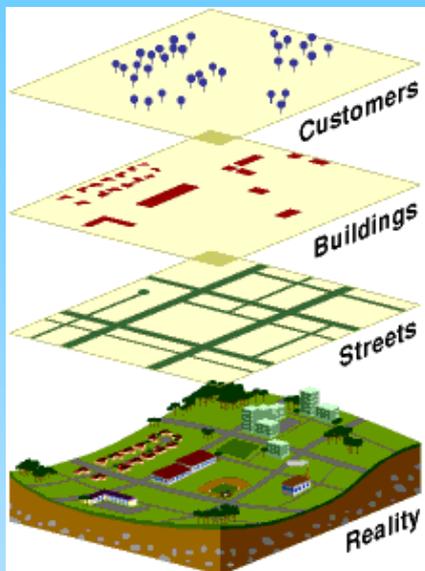
Monitoreo del Movimiento de Tierras

Monitoreo Volcánico

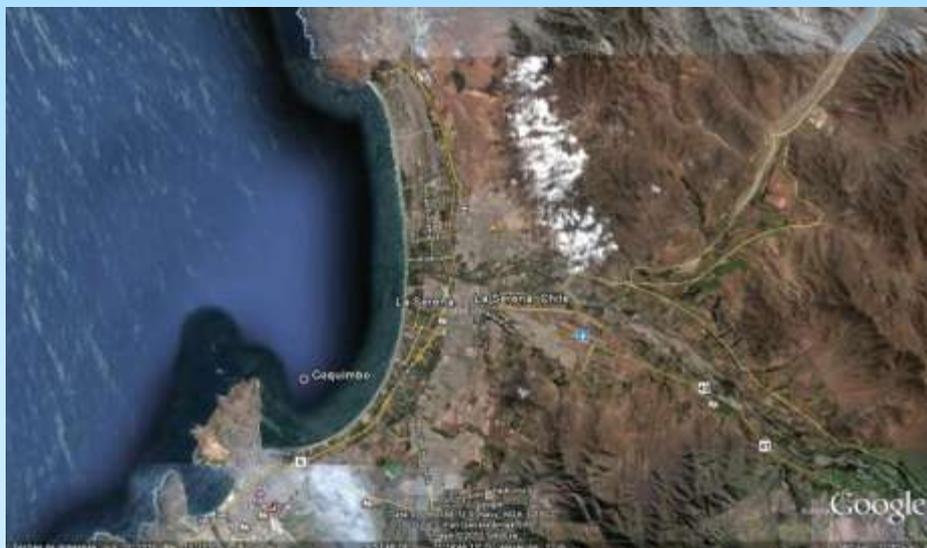


VRS-RTK Survey

Representación de la Red (Mapas Circuitales)



SSOT



Agenda

1. Objetivos
2. Introducción
3. Desarrollo
 - a. Datos de Entrada, Herramientas, Procedimientos
 - b. Metodología
4. Conclusiones y Recomendaciones



Turismo



Pesca



Minería



Agricultura

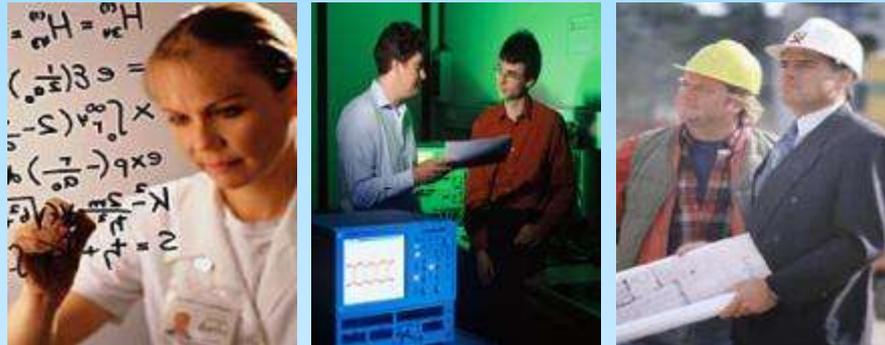


Industria Písquera



PARTE IV

Conclusiones y Recomendaciones



Ahora.....Manos a la Obra!!



Conclusiones y Recomendaciones

Transferencia tecnológica básica

Diagnóstico: Infraestructura de Telecom Regional, funcionamiento y demanda.

Metodología propuesta: Conocimientos empíricos y determinísticos para estimar una proyección de demanda de servicios e infraestructura a futuro.

Resultados:

- ✓ Actualización de la Red
- ✓ Proyección de Demanda
- ✓ Representación gráfica de Redes (SIG, Imágenes satelitales, etc).

Recomendación: Existencia de un equipo de especialistas en **telecomunicaciones, infraestructura, informática y matemática**, para modelar con la mayor precisión posible, todos los escenarios que sean deducidos del estudio.

Seminario – Taller: Análisis de Sistemas Urbano-Regionales



Modelo Metodológico de Análisis de Comunicaciones Regionales



*Iván Ramírez A. PhD Eng.
Consultor CEPAL
ivanramirez@vtr.net*

La Serena, 19/20 de Enero de 2012