



## Seminario Sub-Regional sobre Televisión Digital y Dividendo Digital

Ing. Alejandro Paz



## Agenda

- Necesidad de más espectro para BAM
- Porque evolucionar a LTE
- Interfaz de aire de LTE
- El Problema de las bandas de frecuencia
- El Problema de la Interferencia
- Conclusiones

2

## Crecimiento de la banda ancha móvil antel

- Nuevos servicios, Requerimientos
- Crecimiento de los Datos móviles

### Mobile Data Traffic Growth

The mobile data traffic footprint of a single subscriber will grow 450 times from 2005 → 2015

Year	Mobile Data Traffic (MB)
2005	30 MB
2009	1050 MB
2015	14,275 MB

Source: Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update (Jan 29, 2009)

**Bandwidth vs. Network Latency Requirements:**

- High Bandwidth (> 5 Mbps) & High Latency (> 100 ms):** Video streaming, Audio/video download, Video conferencing, m2m: robot security, video broadcast, Real-time gaming.
- High Bandwidth (> 1 Mbps) & Low Latency (< 100 ms):** Mobile office e-mail, Multiplayer games, Interactive remote games.
- Low Bandwidth (< 64 kbps) & High Latency (> 100 ms):** FTP, MMS, web-browsing, SMS, Voice mail, Voice telephony, m2m: remote control.
- Low Bandwidth (< 64 kbps) & Low Latency (< 100 ms):** Video telephony, Audio streaming.

**Growth drivers:** Interactive remote games, Multiplayer games, Video telephony, Audio streaming.

Source: IST-2003-507581 WINNER, D1.3 version 1.0, Final usage scenarios, 30/06/2005; Parameters for Tele-traffic Characterization in enhanced UMTS2, University of Beira, Portugal, 2003

## Crecimiento de datos móviles antel

### Tráfico móvil se multiplica por 39 en el Periodo 2009-2014

108% CAGR 2009-2014

Year	Mobile Data Traffic (EB per mo)
2009	0.09 EB per mo
2010	0.2 EB per mo
2011	0.6 EB per mo
2012	1.2 EB per mo
2013	2.2 EB per mo
2014	3.6 EB per mo

For more details, see Appendix B: Forecast and Methodology. Source: Cisco VNI Mobile, 2010

### Impacto de los nuevos servicios móviles

108% CAGR 2009-2014

Year	Mobile Video (%)	Mobile Web/Data (%)	Mobile P2P (%)	Mobile Gaming (%)	Mobile VoIP (%)
2009	0	0	0	0	0
2010	~10	~10	~10	~10	~10
2011	~20	~20	~20	~20	~20
2012	~30	~30	~30	~30	~30
2013	~40	~40	~40	~40	~40
2014	66	17	8	5	4

Source: Cisco VNI Mobile, 2010

Según Cisco el tráfico global móvil crecerá a un ritmo de 108% anual Compound Annual Growth Rate (CAGR) 108% entre 2009 y 2014, lo que resultará en 3.6 EB (exabytes) por mes para 2014. EB=10<sup>9</sup> GB



## Es necesario evolucionar la tecnología de acceso inalámbrico

Los usuarios aspiran a que las tecnologías de acceso inalámbrico puedan brindar servicios comparables con los accesos fijos basados en DSL. Para poder hacer frente a esta demanda es imprescindible una evolución de las tecnologías de acceso inalámbrico

Se debe lograr entonces:

- Mayor capacidad
- Más velocidad
- Mayor eficiencia espectral
- Menor latencia

5



## LTE cumple con esas necesidades

Necesidades	Características
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia espectral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OFDMA</li> <li>• Rehusó de frecuencia apretado</li> <li>• Ancho de banda Flexible</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja Latencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TTI pequeños (1 ms LTE)</li> <li>• Radiobase mas inteligente</li> <li>• Arquitectura Flat IP</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbo códigos</li> <li>• AMC Adaptative Modulation &amp; Code</li> <li>• MIMO</li> </ul>

6

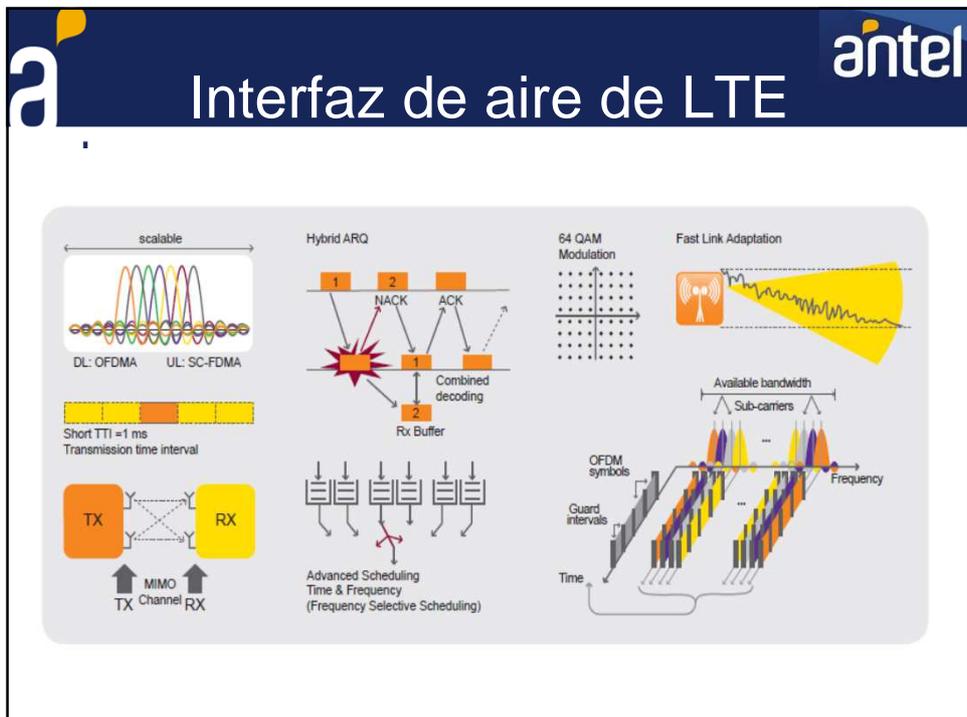
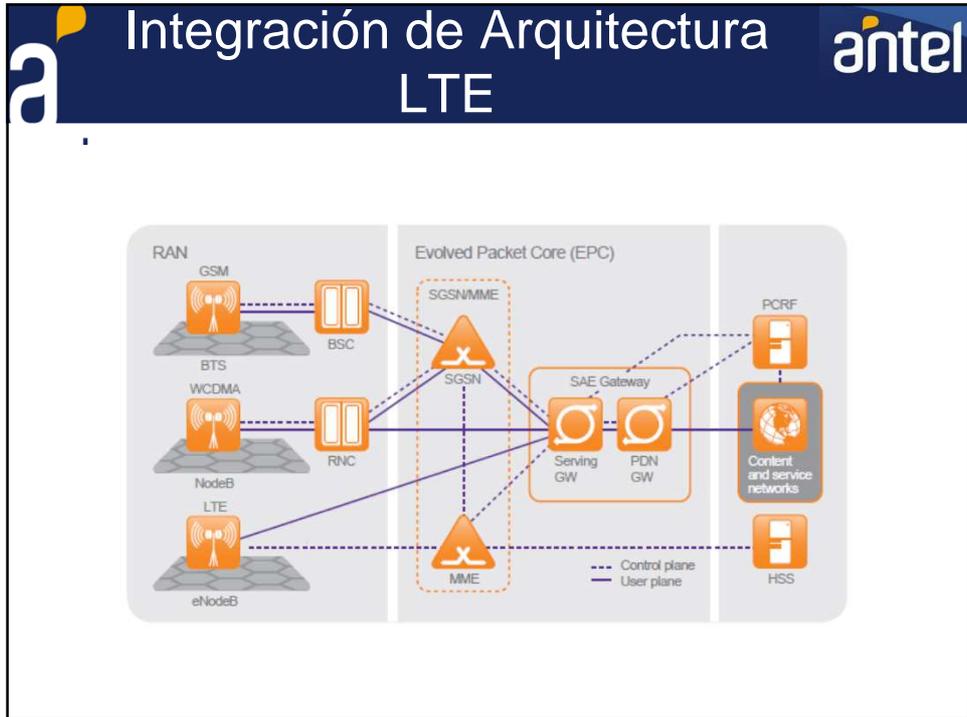
## Diseño de LTE antel

- Objetivos de LTE
  - Alta eficiencia espectral: DL 3 a 4 veces, UL 2 a 3 veces Release 6 HSDPA
  - Baja latencia: <100ms (control plane), <5ms (user plane)
  - Ancho de banda variable: soportando 1.4,3,10,15 and 20MHz para FDD y TDD
  - Velocidades de pico (para 20MHz de ancho de banda): >100Mbps para downlink y >50Mbps para uplink
  - Servicios de Circuitos son implementados en PS domain: VoIP

7

## Percepción del usuario según tecnología de acceso antel

	Estimación de Tiempo según Tecnología				
	GSM- EDGE 56 kbps	UMTS R99 256 Kbps	HSXPA 1 Mbps	HSDPA+ 5 Mbps	LTE 40 Mbps
Visita a pagina Web	36 segundos	8 segundos	2 segundo	imperceptible	imperceptible
Descargar de música 4MB	12 minutos	3 minutos	40 segundos	8 segundos	1 segundo
Descargar video 25MB	1 hora	15 minutos	3 minutos	40 segundos	5 segundos
Descargar película 750 MB	30 horas	6 a 7 h	1,7 horas	20 minutos	2.5 minutos
Descargar Video HD	varios días	varios días	más de 6 h	2 horas	15 minutos





## Interfaz de aire de LTE



- OFDMA en el Down Link
  - 1.4 a 20 Mhz, 15KHz espaciamento entre portadoras
  - CP **normal**- 4.7 $\mu$ s, **extendido**- 16.7  $\mu$ s
  - QPSK, 16-QAM y 64-QAM
- SC-FDMA en el Up link
  - BPSK, QPSK y 16-QAM
  - **Bajo PAPR**
- FDD, TDD y HD-FDD
- MIMO
  - Multiplexación espacial
  - Diversidad
- Bloques de recursos
  - 1TS y 12 Portadoras (180 Khz)
  - Granularidad 2 BR

11



## Ventajas de OFDMA



- Multi carrier-> Mejor aprovechamiento del canal (los datos se mandan en paralelo modulando varias portadoras de banda angosta)
- CP -> Eliminación de ISI (Inter Symbol Interference) producido por el multi-camino en entornos urbanos
- Ortogonalidad de las portadoras -> elimina la ICI (Inter Channel Interference)

## Manejo de recursos en OFDMA



Fuente: 3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband, Second edition: Erik Dahlman et ál.

13

## Uplink de LTE



**DFT- Pre-coded OFDM**

El resto del proceso es idéntico a OFDM.  
El muestreo a partir de una sola Portadora logra reducir el PAPR

Fuente: Freescale semiconductor

14

## El problema de la frecuencia antel

**Frecuencia alta**

2100, 2600 MHz

**Frecuencia baja**

700, 800 MHz

Dependiendo de las frecuencias y el entorno, la relación de cantidad de sitios necesarios se incrementa entre 3 y 5 veces

15

## El problema de la frecuencia antel

Poco viable implementar en bandas altas

- Adquisición del terreno
- Nuevas estructuras
- Llevar la energía eléctrica
- Tendidos de Fibra óptica
- Mas equipamiento
- Tiempos de implementación se disparan
- Mayor impacto visual
- Cada vez es más difícil conseguir un sitio

Ejemplo: en AWS 4 Km. de radio, en 700 MHz 12 Km.

16

## El problema de la interferencia antel

Si bien la cobertura de un sistema puede ser de 20, 30 o 50 Km la interferencia sobre los sistemas de telefonía móvil puede ser varios cientos de Km debido al cruce uplink con down link

Antenas con ganancia 16 – 20 dBi  
Altura de torre 50 a 100 m  
Alta potencia de Tx

Antenas con ganancia 16 – 20 dBi  
Altura de torre 50 a 100 m  
Utilización de TMA  
Receptores con mayor sensibilidad

Problemas de Interferencia 700

Antenas con ganancia 0 dB  
Transmisores de baja potencia  $\approx 24$  dBm

Ejemplo 1 CDMA Mar de Plata  
Ejemplo 2 GSM 1.900 WCDMA 2.100

17

## El problema de la interferencia antel

Ejemplos: problemas de Interferencia entre Argentina-Uruguay en telefonía celular

- GSM 1800 Montevideo Uruguay, sistema CDMA IS 95 La Plata Argentina  
Distancia entre las zonas 165 Km  
Potencia de Tx GSM 40 w, Altura de antenas promedio 50 m
- GSM 1900 Buenos Aires, Argentina, sistema UMTS 2100 Montevideo, Uruguay.  
Distancia entre las zonas 200 Km.  
Potencia de Tx GSM 40 w, Altura de antena promedio 50 m  
Nivel de potencia recibida en NodoB UMTS 2100 en el orden de los 70 dBm.

**¿Qué niveles de interferencia podemos esperar entonces de un sistema con varios Kw. de potencia radiada, frecuencia más baja y altura de antenas por sobre los 100 m.?**

18



## Conclusiones



- Es necesario más espectro para hacer frente a la demanda de Banda ancha móvil.
- Es necesario contar con una banda baja para que sea factible el desarrollo de la BAM en todo el país.
- Es necesario una coordinación del espectro con los países vecinos para que sea factible el despliegue de banda ancha inalámbrica en el interior profundo, particular en bandas bajas.

19



**Gracias por su atención !**

**[www.antel.com.uy](http://www.antel.com.uy)**

**[apaz@antel.com.uy](mailto:apaz@antel.com.uy)**

20