

# Gestión del Espectro

## Demanda y el Debate sobre sus usos Alternativos

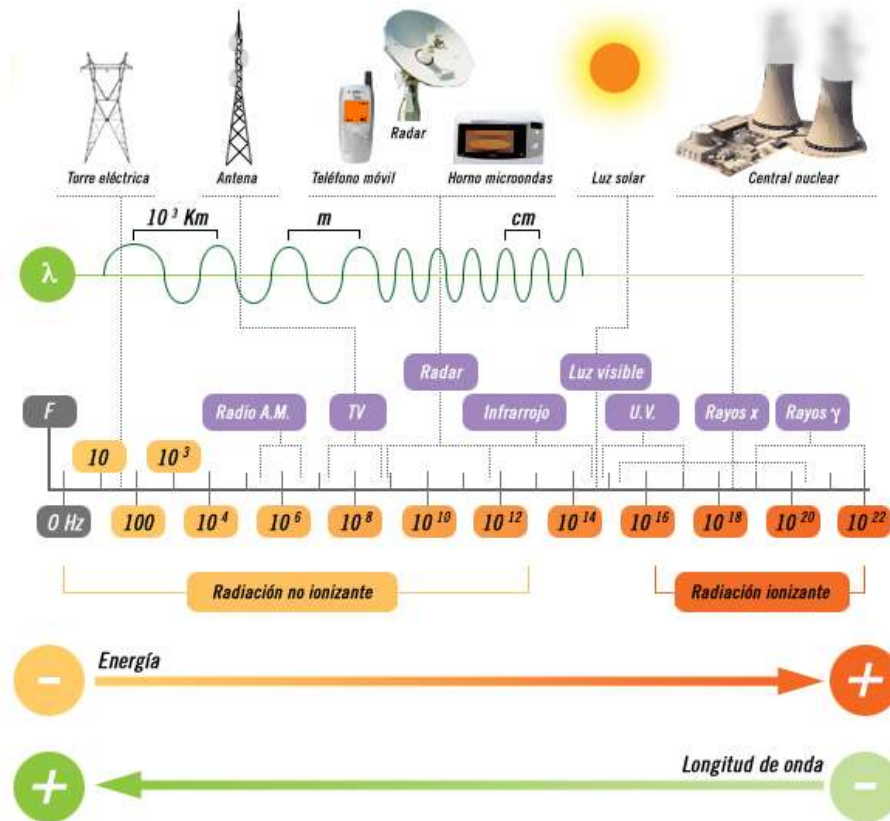
**Sebastian M. Cabello,**  
Gerente Regulatorio, Políticas Públicas, GSMA  
Investigado Asociado, CeTyS Universidad de San Andres

# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión de espectro
3. Partes interesadas y demanda de espectro
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espacios Blancos
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

# ¿Que es el Espectro Radioeléctrico?

- El espectro radioeléctrico es el subconjunto de las ondas electromagnéticas comprendidas entre las frecuencias de 9 kHz y 30 GHz.
- Dichas frecuencias soportan una amplia gama de aplicaciones para negocios, usos personales, industriales, científicos, médicos y culturales, tanto públicos como privados.
- Las comunicaciones constituyen la actividad más destacada de todas ellas y, junto con otros servicios radioeléctricos, tienen una importancia creciente para el desarrollo económico y social.



Las ondas electromagnéticas se dividen en luz visible, infrarroja, ultravioleta, rayos X, rayos gamma, radiofrecuencia y microondas.

# El Espectro como Recurso Económico I

- El espectro es un recurso limitado que se utiliza como insumo para producir una gran variedad de servicios, ya sean de comunicación u otras aplicaciones.
  - Los servicios de comunicación incluyen las telecomunicaciones móviles de banda estrecha o de banda ancha, la radiodifusión, las comunicaciones marítimas y aeronáuticas y las comunicaciones para entidades públicas (defensa o emergencia), radares , radioastronomía, etc.
- Dado que las frecuencias difieren en sus capacidades, debe identificarse la mejor correspondencia posible entre características (capacidad, alcance) y tipo de utilización (BA Móvil, voz/datos, zonas rurales/urbanas).

## El espectro como recurso económico

	Espectro	Tierra	Reservas petrolíferas	Agua
¿Es un recurso variado?	Sí	Sí	No mucho	No mucho
¿Es escaso?	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Puede hacerse que sea más productivo?	Sí	Sí	Sí	No
¿Es renovable?	Sí	Parcialmente	No	Sí
¿Puede almacenarse para su uso posterior?	No	No	Sí	Sí
¿Puede exportarse?	No	No	Sí	Sí
¿Puede comerciarse con él?	Sí	Sí	Sí	Sí

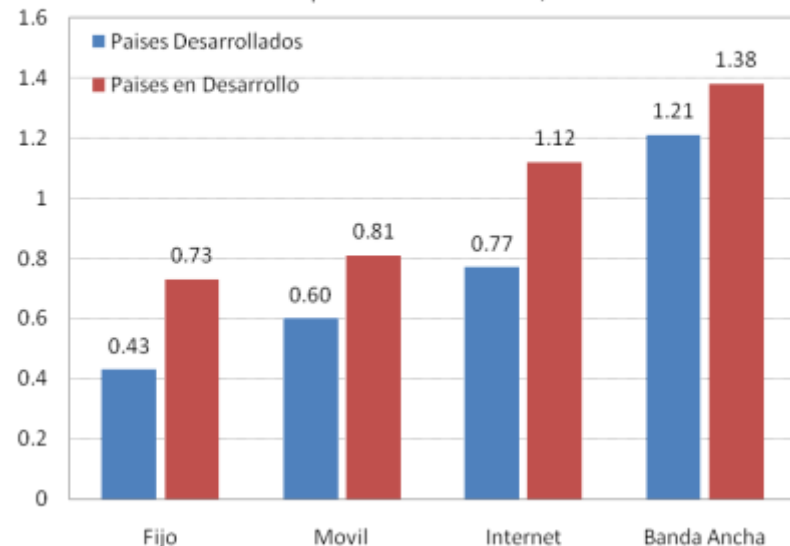
- ✓ Al ser escaso, es necesario racionalizar su utilización y dar prioridad a las aplicaciones más importantes
- ✓ El espectro es renovable y no puede almacenarse para un uso posterior.
- ✓ Es de aplicación específica a un ámbito geográfico.

# El Espectro como Recurso Económico II

- Estudios recientes han tratado de cuantificar el impacto económico y social del espectro como insumo.
  - Un grupo de economistas (Waverman, Meschi y Fuss) ha estimado un aumento del 10% en la penetración de servicios móviles tiene un impacto del 0.6% del PBI en países en desarrollo.
  - Otro estudio desarrollado por economistas del Banco Mundial (Qiang – Rossotto) muestra que el impacto sobre el PBI de un 10% de incremento en la penetración de servicios de Banda Ancha es del 1.38%.
- Más específicamente, autores como Hazlett y Muñoz han demostrado que existe una correlación positiva entre asignación de espectro y PBI per cápita.

## Efectos de crecimiento de las TIC

Aumento porcentual del PIB per cápita por cada 10% de aumento de la penetración de las TIC, 1980-2006

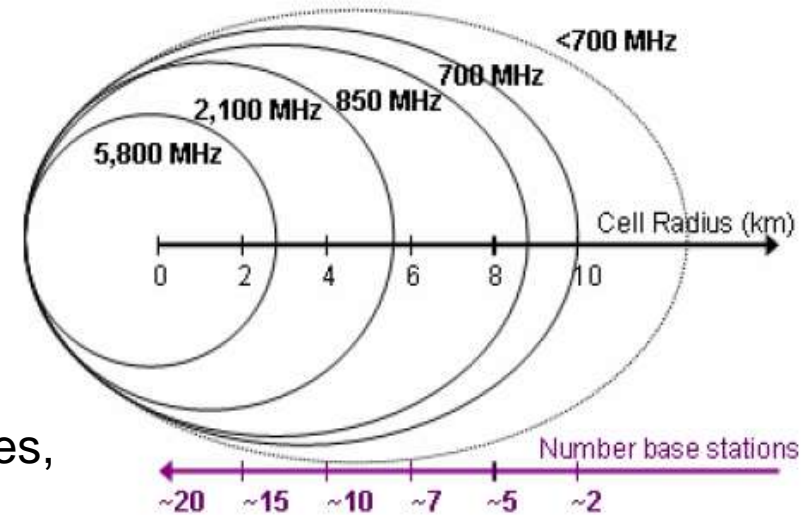


*Asignaciones adicionales de espectro móvil generan beneficios sociales medido en excedente del consumidor que suele ser superior al valor privado.*

# El Espectro como Recurso Técnico

- El espectro de radiofrecuencia es la porción del espectro electromagnético que transporta ondas de radio.
- Las características esenciales del espectro son las condiciones de propagación de las bandas de frecuencias y la cantidad de información que pueden transportar las señales en dichas bandas.
- En general, las frecuencias elevadas presentan distancias de propagación menores, pero gozan de una mayor capacidad de transmisión de datos. Y viceversa.
- Estas características físicas del espectro limitan las gamas de aplicaciones actualmente identificadas para las cuales una banda de frecuencias es adecuada.

**Bandas de Frecuencia y Cobertura**



Fuente: BBC R&D, SFC Associates "The Mobile Provide"

*Frecuencia (número de vibraciones por unidad de tiempo) y longitud (distancia entre dos ondas sucesivas) de onda son inversamente proporcionales*

# Rangos de las Radiofrecuencias

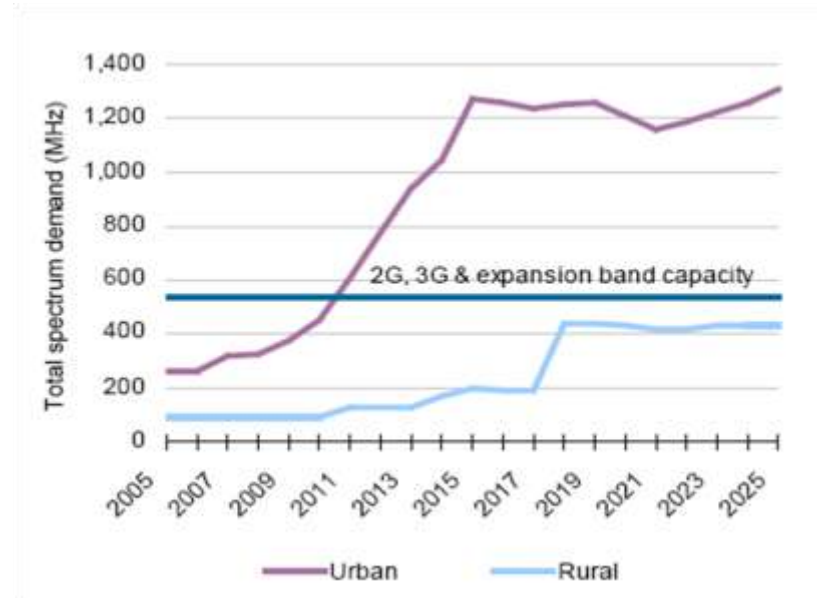
Características de propagación de las bandas de frecuencias radioeléctricas

Banda	Rango de frecuencias	Alcance	Utilización	Anchura de banda	Interferencia
Ondas miramétricas	3-30 kHz	Miles de km	Radionavegación de largo alcance	Muy estrecha	De amplia distribución
Ondas kilométricas	30-300 kHz	Miles de km	Como las comunicaciones estratégicas en ondas miramétricas	Muy estrecha	De amplia distribución
Ondas hectométricas	.3-3 MHz	2-3 000 km	Como las comunicaciones estratégicas en ondas miramétricas	Moderada	De amplia distribución
Ondas decamétricas	3-30 MHz	Hasta 1000 km	Radiodifusión y punto a punto a nivel mundial	Amplia	De amplia distribución
Ondas métricas	30-300 MHz	2-300 km	Radiodifusión, PCS, Móvil, WAN	Muy amplia	Confinada
Ondas decimétricas	.3-3 GHz	<100 km	Radiodifusión, PCS, Móvil, WAN	Muy amplia	Confinada
Ondas centimétricas	3-30 GHz	Varía de 30 km a 2 000 km	Radiodifusión, PCS, Móvil, WAN, comunicaciones por satélite	Muy amplia hasta 1 GHz	Confinada
Ondas milimétricas	30-300 GHz	Varía de 20 km a 2 000 km	Radiodifusión, punto a punto, PCS y comunicaciones por satélite	Muy amplia hasta 10 GHz	Confinada

# El Espectro es un Recurso Escaso

- La demanda del espectro es creciente y algunas bandas de frecuencias son mas demandadas que otras.
- Esto llevo a los reguladores a adoptar diversos enfoques para mejorar la eficiencia derivada de su uso (métodos administrativos, de mercado y espectro común).
- Las nuevas tecnologías suelen ser mas eficientes en el uso del espectro, con lo cual puede ser deseable promover su desarrollo con regulaciones flexibles.
- La escasez no es unidimensional, (diferencias entre zonas urbanas, mas probable, y rurales).

## Escenario de Futura Demanda de Espectro - OFCOM



Fuente: Mason Analysis, 2006 based on Ofcom's study made by Prof. Martin Cave (UK), see: [www.spectrumaudit.org.uk](http://www.spectrumaudit.org.uk)

# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión del espectro
3. Partes interesadas
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espacios Blancos
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

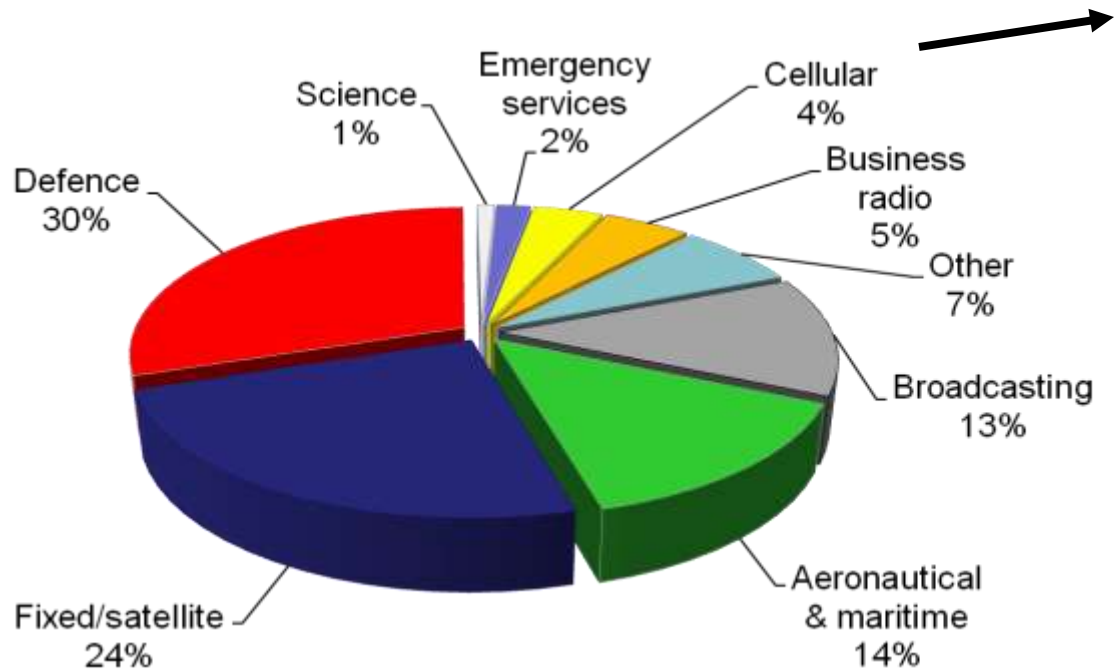
# Objetivos Generales de la Gestión de Espectro



- **Eficiencia Económica:** Garantizar el uso eficiente del espectro de radio asignado a fines públicos y privados de forma que se cumplan los objetivos del país, incluidos los relativos al crecimiento económico.
- **Eficiencia Técnica:** Maximizar la utilización del recurso evitando interferencias y separaciones (bandas de guarda) innecesarias. Asegurar que el espectro radioeléctrico es apto para nuevas tecnologías y servicios y que se preserve la flexibilidad para la adaptación de los nuevos requerimientos de los usuarios.
- **Políticos:** Consistencia con la política gubernamental de acceso a la competencia, la no discriminación, la equidad, la transparencia y justicia de la atribución y asignación entre los diversos usuarios. Asegurar la disponibilidad del espectro de radio para beneficios relevantes para el público (por ej. seguridad y salud).

# Objetivos Generales de Gestión de Espectro: Eficiencia Económica II

Uso del espectro en el Reino Unido ponderado por frecuencia y valor económico



= 50% de los beneficios económicos del uso del espectro

Fuente: Ofcom.

Note: This has been weighted such that a 1MHz allocation at 100MHz is given equal weighting to a 10MHz allocation at 1GHz.



# Objetivos Generales de Gestión de Espectro: Políticos

- Los gobiernos establecen políticas para **impulsar el desarrollo, promover la competencia y crear preferencias para equilibrar las oportunidades.**
- Las prácticas de atribución, asignación y fijación de precios del espectro deben estar **alineadas con los objetivos políticos.**
- La realidad puede frustrar los esfuerzos para mejorar la **situación competitiva** y **garantizar el acceso al espectro** (por ej: intereses contrapuestos entre usuarios actuales y nuevos entrantes).
- Un regulador del espectro radioeléctrico tendrá **múltiples interacciones** con partes que pretendan influir en sus decisiones. Por eso debe conocerlas, entender lo que esperan del régimen de gestión de espectro manteniendo la independencia necesaria para tomar la decisión final en aras del **interés público.**

# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión de espectro
3. Partes interesadas y demanda de espectro
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espacios Blancos
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

# Partes Interesadas en la Gestión del Espectro



- **Usuarios finales.** Los intereses de los usuarios finales, en su papel de compradores de servicios y beneficiarios de servicios públicos.



- **Fabricantes de equipos.** Los operadores ofrecen servicios basados en una determinada tecnología y mediante equipos de características normalizadas. Así es que los fabricantes de equipos tienen incentivos para promover tecnologías determinadas.



- **Proveedores de servicios comerciales.** Quienes consiguen una licencia tratarán de acceder a espectro radioeléctrico para su propio uso y evitar que los competidores lo consigan.

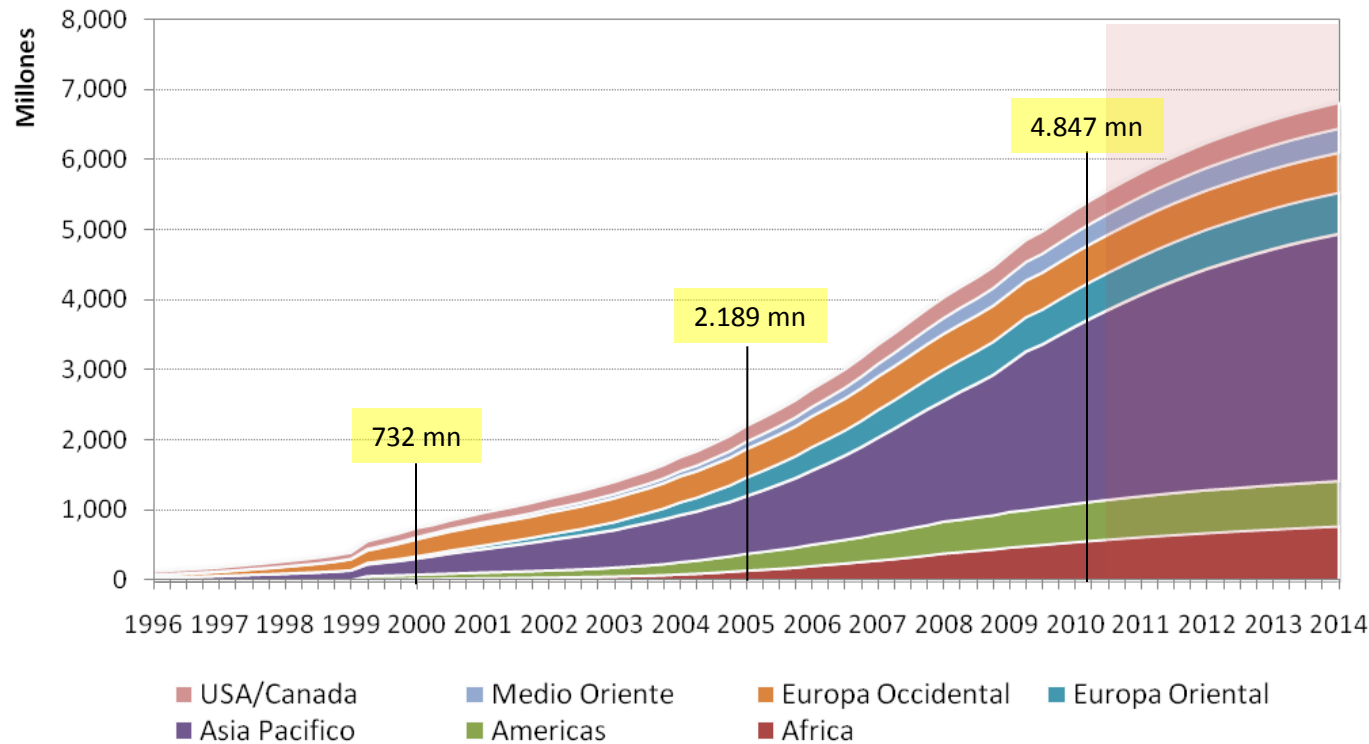


- **Proveedores de servicios públicos.** Una parte importante del espectro radioeléctrico (aproximadamente un tercio o más en muchos países) se asigna a proveedores de servicios públicos, tales como servicios de emergencia o de defensa nacional. Muchas veces utilizado de manera poco eficiente.

# Crecimiento de la Demanda por Servicios Móviles



## Evolución de Suscriptores de Telefonía Móvil por Región

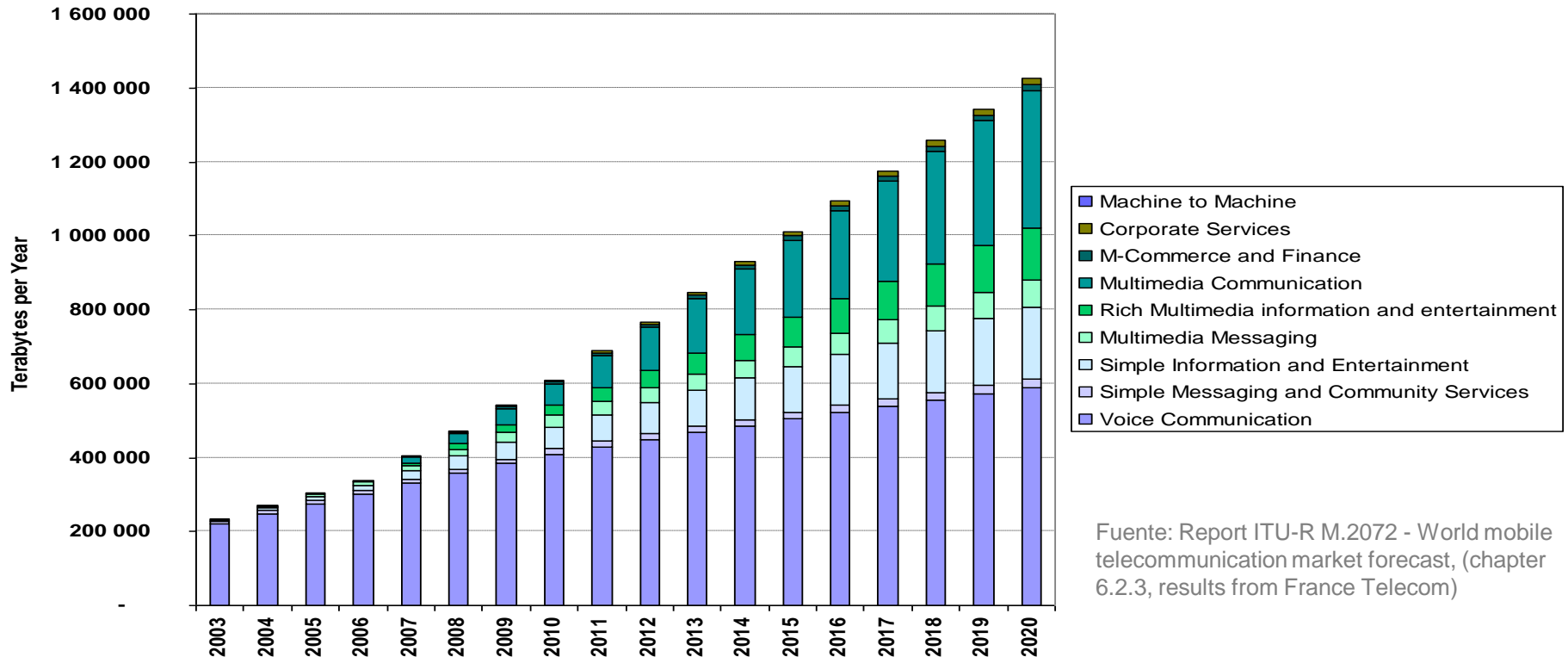


- La demanda por servicios móviles se ha disparado sobre todo en los países en desarrollo.
- En Marzo de 2010 había unos 4,8 millones de usuarios de celulares (+73% de la población mundial).
- Se estima que para 2012 los suscriptores móviles llegaran a 6.8 millones.

Fuente: Wireless Intelligence

# Evolución y crecimiento proyectado de los servicios de datos y voz

Total World Usage Forecast - Voice and Data Services



La demanda creciente de servicios de datos va a exigir las redes haciendo necesario mayores inversiones y acceso a otras bandas de espectro radioeléctrico.

# Los nuevos servicios aumentan la demanda de espectro

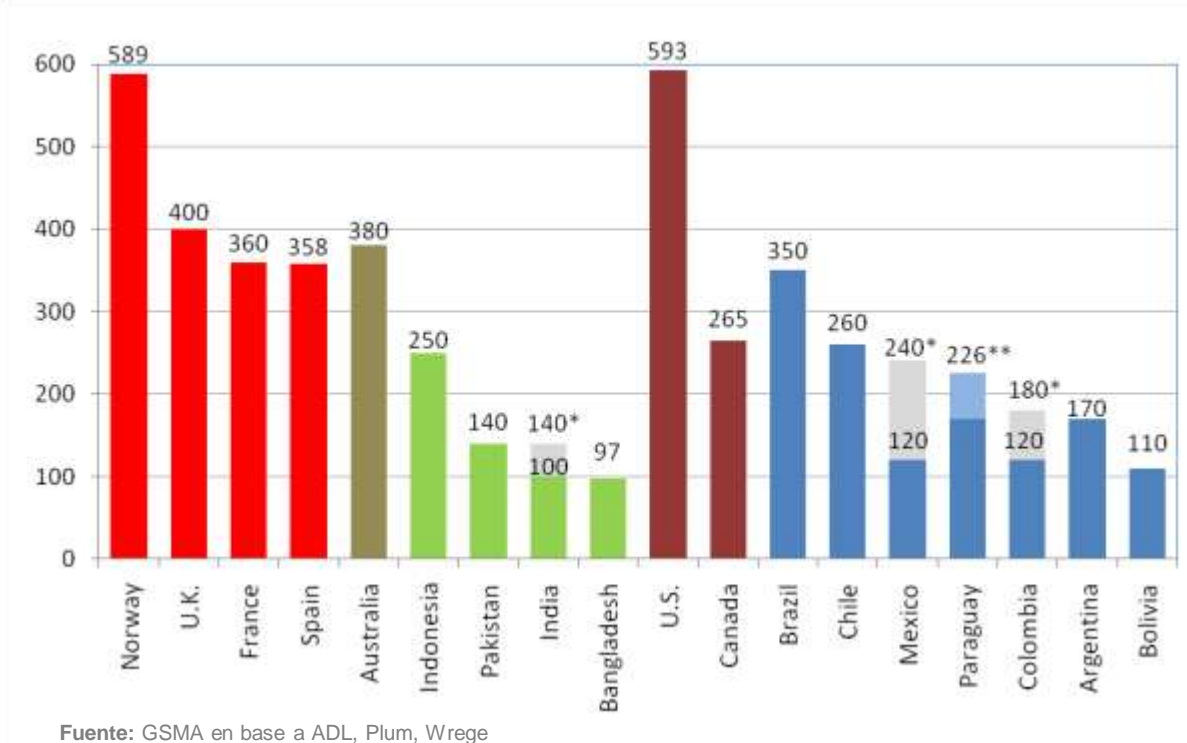
- La demanda esta aumentando muy rápidamente debido a:
  - Soluciones de acceso múltiple y movilidad
  - Nuevos modelos de conectividad y redes sociales
  - Contenidos generados por los usuarios
- Si se tiene en cuenta que el futuro de la banda ancha va a ser inalámbrico, entonces, la competencia por espectro por parte de las tecnologías/ estándares y actores será cada vez más feroz.

- Según el reporte ITU-R M.2078 para el año 2020 los servicios móviles (IMT-2000) necesitaran:
  - 1.280 MHz para mercados de baja demanda (áreas rurales)
  - 1.720 MHz para mercados de alta demanda (áreas urbanas)
- Para los países americanos, CITEI dice que se necesitaran (CCPII/Rec 70 - XXII-02):
  - 721MHz adicionales en áreas de baja demanda y
  - 1161MHz en áreas de alta demanda para 2020.



# Hay grandes asimetrías de espectro asignado, entre los países en desarrollo vs. los desarrollados

## Cantidad de espectro disponible para los operadores móviles, MHz



Fuente: GSMA en base a ADL, Plum, Wrege

Notas: \*El valor de la India es el promedio por círculo de 2G. El valor de Pakistán refiere solo a servicios de 2G.

T. Hazlett y R. Munoz (2009) han encontrado que a mayor espectro asignado a los servicios inalámbricos, mayores son los beneficios económico sociales que se reportan a los países.

# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión de espectro
3. Partes interesadas
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espacios Blancos
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

# Actualmente existen distintos modelos de gestión del espectro



+  
Regulación

-  
Regulación



## Administrativo o de “*Command & Control*”

Reglas rígidas respecto a licencias, tecnologías a utilizar y tipo de servicio ofrecido a través del espectro asignado

## Modelo orientado al mercado

Posibilidad de modificar usos o tecnologías y mecanismos de transferencia de derechos de uso de espectro

## Modelo Espectro No licenciado:

En este caso el acceso al espectro es libre y no se encuentra regulado

# Métodos para la gestión del espectro: Administrativo

- El método administrativo es el más utilizado en la gestión del espectro, puesto que la utilización del espectro comenzó mediante procesos de concesión de licencias.
- El regulador especifica reglas detalladas y limitaciones que afectan a cómo, dónde y cuándo puede utilizarse el espectro y quién tiene acceso al mismo. Existen dos fases:
  - **Atribución:** en base a las conferencias regionales y mundiales de la UIT que definen el Cuadro Nacional de Atribuciones de Frecuencias.
  - **Asignación:** una vez hecha la atribución, se concede la licencia de uso.
- **Ventajas:** Es una buena forma de controlar la interferencia, aunque dichos métodos frecuentemente son lentos y no ofrecen respuesta a nuevas oportunidades tecnológicas.
- **Limitaciones:** Asignación del espectro rígida con restricciones ex ante, poco útil para servicios convergentes. Presupone un nivel de conocimientos y de previsión que el regulador puede no poseer.

Atribuciones de Ofcom

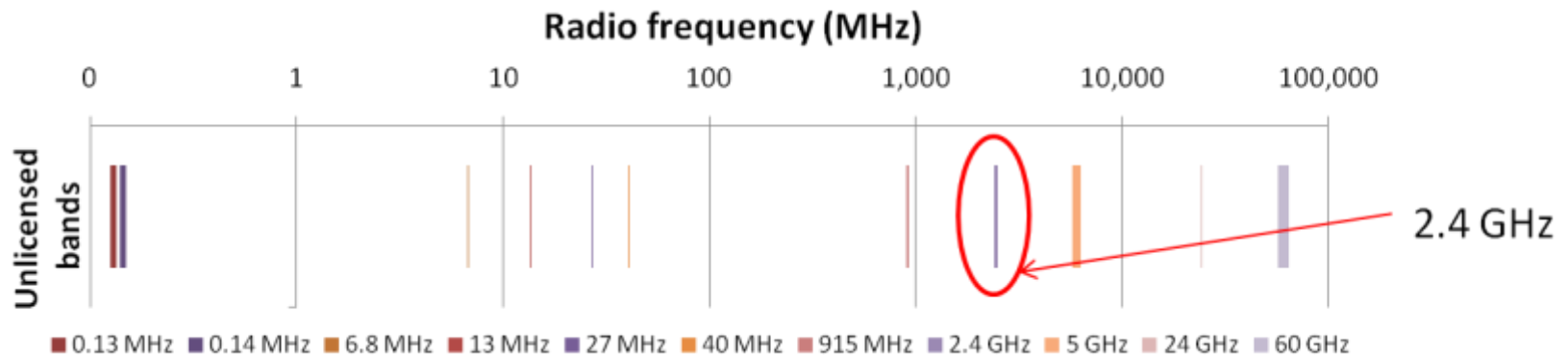
Método de gestión del espectro	% del espectro atribuido en:	
	Año 2000	Año 2010
Administrativo	96%	22%
Mecanismos de mercado	0%	71%
Uso común	4%	7%

# Métodos para la gestión del espectro: De Mercado

- Los métodos de mercado brindan **flexibilidad** para a) cambiar la titularidad del espectro (mediante subastas por ej.) y b) para la utilización el espectro de acuerdo a su elección (cambios tecnológicos contemplados).
- En la comercialización el usuario actual transfiere voluntariamente el **derecho de utilización** del espectro, por el que el nuevo usuario paga, pero manteniendo el transferente la propiedad del espectro total o parcialmente.
- La comercialización del espectro contribuye a un **uso más eficiente** porque una transacción comercial sólo se realizaría si el espectro tiene más valor para el nuevo usuario que para el usuario anterior.
- Esto no será así si el **costo de transacción** es demasiado alto, si se presenta un comportamiento anticompetitivo o surge una interferencia perjudicial.
- Existen una serie de **mecanismos** que pueden utilizarse: a) Negociación bilateral ; b) Subastas; c) Intermediación; y d) Intercambio.

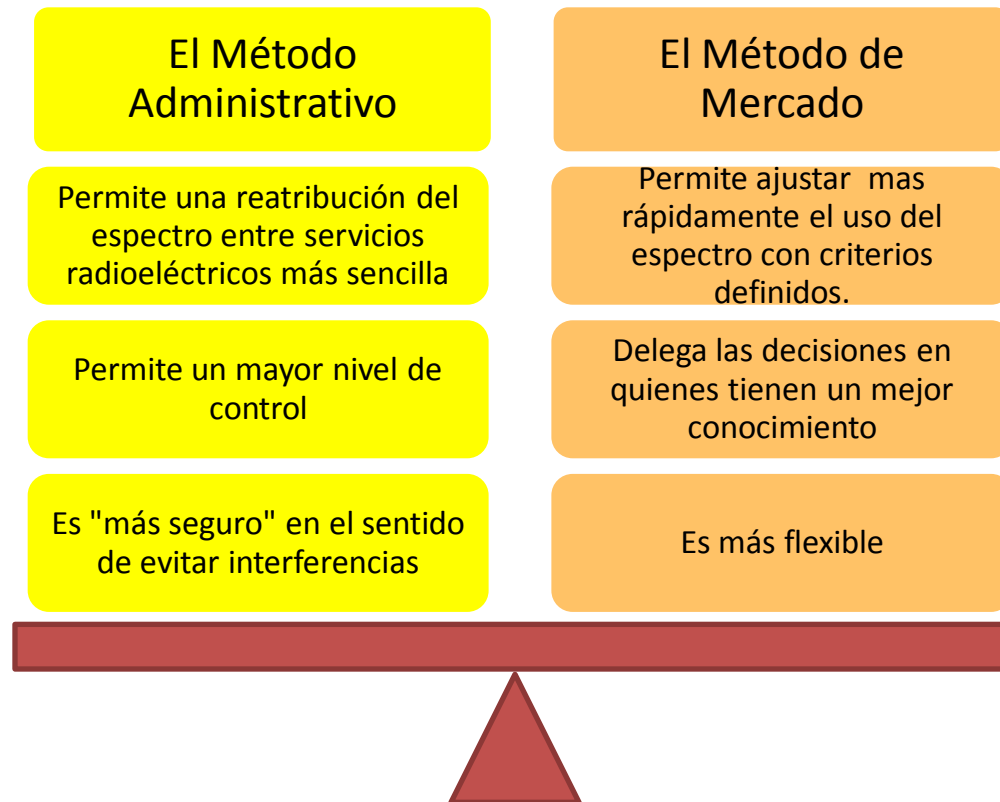
# Espectro Común o Sin Licencia

- Es aquella parte del espectro que esta libre de un control centralizado y en el que los usuarios pueden transmitir sin licencia, cumpliendo reglas diseñadas para limitar o evitar la interferencia, se lo conoce como bandas sin licencia.
- Hasta hace poco tiempo, el espectro sin licencia era de poco interés. Sin embargo, desde 2002 ha habido un amplio debate al respecto. La causa de ello han sido los desarrollos siguientes:
  - Despliegue de nuevas tecnologías, particularmente redes de área local inalámbricas (W-LAN) que se han enfocado en la banda de 2,4 GHz
  - El desarrollo de la tecnología de banda ultra ancha (UWB) y las expectativas de los equipos radioeléctricos definidos por software (SDR, *software defined radio*).



# Hacia un Método Equilibrado para la Gestión del Espectro

- Los reguladores del espectro radioeléctrico deben valorar la mejor forma de combinar los tres modelos, comenzando por los de uso común por ser menos conflictivos, al menos en primera instancia.





# Política y Planificación de Espectro

- **La Planificación:** Los reguladores del espectro deben tomar decisiones sobre cómo debe ser utilizado y quien está autorizado a utilizarlo (los usos y usuarios). Tratando de lograr un uso óptimo del recurso.
  1. ¿ Cuales son las **necesidades** de espectro?
  2. ¿ Cuanto espectro hay **disponible**?
  3. ¿ Que **opciones** de planificación hay?
  4. ¿ Como **aplicar** las opciones que hay?
  
- **La Política:** Las cuestiones importantes de naturaleza política que deben ser resueltas por los reguladores pueden resumirse en las siguientes:
  1. ¿ **Cuánto** espectro debería ser utilizado y **cómo** debe regularse?
  2. ¿ Qué **entidades** comerciales pueden utilizar el espectro y a qué **costo**?
  3. ¿ Cómo proporcionar espectro **suficiente** para utilización del gobierno?

# Asuntos Internacionales:

## La Importancia de la Armonización

- Las ondas radioeléctricas atraviesan las fronteras nacionales por lo que muchos de los usos del espectro repercuten en el fuera del territorio.
- La armonización internacional del espectro es importante debido a la itinerancia de ciertos usuarios, por ejemplo, los de la telefonía móvil, marítima, aeronáutica, etc.
  - La armonización contribuye a reducir el costo de los equipos gracias a las economías de escala y reducir la probabilidad de que se produzcan interferencias perjudiciales.
- La gobernanza de los usos espectrales a nivel mundial es una responsabilidad fundamental de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y especialmente de su Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R).
  - La UIT es un organismo especializado de las Naciones Unidas con sede en Ginebra. Existen organismos a nivel regional.



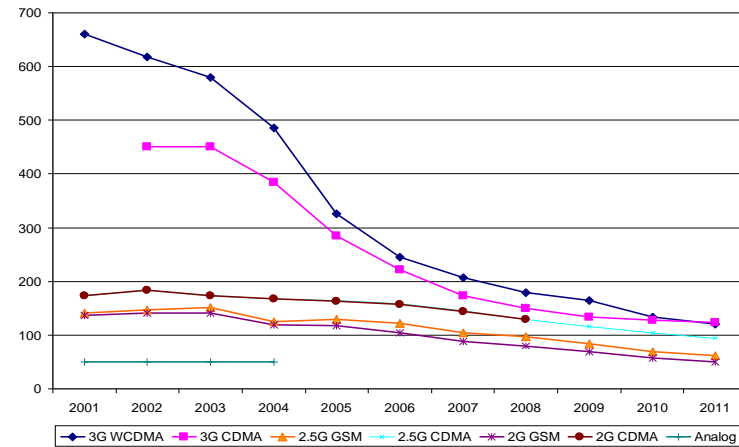
# Buenas Practicas Regulatorias

- Es deseable que los reguladores observen principios de transparencia, igualdad y celeridad, en especial debido al alto nivel de competencia que hay en el mercado TIC.
- **Flexibilización y Neutralidad:** La liberalización del uso implica la posibilidad de utilizar cualquier tecnología en una banda de espectro (**neutralidad tecnológica**) y de utilizar el espectro asignado para proporcionar cualquier servicio de comunicaciones electrónicas (**neutralidad de servicio**), para el que esté autorizado (voz, datos, multimedia).
- **Consultas Públicas:** La realización de consultas a las partes interesadas es esencial en prácticamente todos los aspectos de la gestión del espectro.
  - Puede ser de utilidad que existan intercambios de opiniones entre las partes interesadas. En este sentido, a menudo, se mantienen reuniones entre el regulador del espectro y las partes interesadas más relevantes.
  - Esto hace que los procesos de asignación se ajusten a la demanda, tengan viabilidad técnica y económica.

# La importancia de la canalización armonizada

- **Importancia de la Armonización:** Es indispensable la armonización internacional, de tal modo que sea posible aprovechar los beneficios de la escala global:
  - Esto permitirá lograr **economías de escala** en la producción de equipamiento lo cual contribuye a reducir los costos de los terminales e infraestructura de red y así aumentar el acceso.
- **Importancia de la Canalización :** Las bandas generalmente deben estructurarse previamente los modos de transmisión de manera armonizada para que todas las tecnologías puedan coexistir (algo necesario para que haya neutralidad tecnológica).
  - **FDD:** bloques pareados separan el *uplink* y el *downlink* por frecuencia (*frequency division duplex*)
  - **TDD:** bloques no pareados, separan el *uplink* y el *downlink* en el tiempo (*time division duplex*)

Precio promedio por terminal



Fuente: Análisis de LECG en base a Strategy Analytics and Yankee Group.

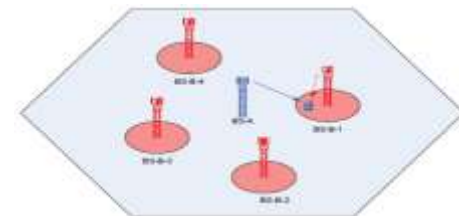
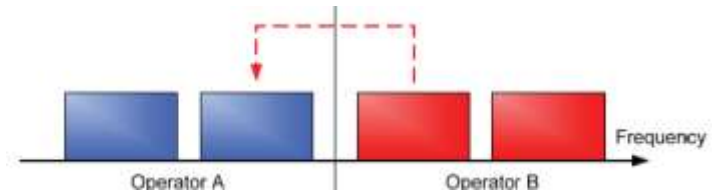
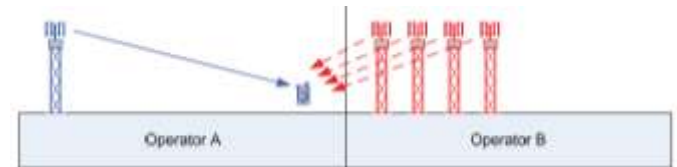
**La planeación promueve un uso más eficiente de la banda, previene la fragmentación, reduce el riesgo de interferencia, genera certidumbre, valoriza más el espectro y reduce los costos de acceso.**

# Gestión de la Interferencia I

- La interferencia perjudicial (hay admitidas y aceptadas también) aparece en los sistemas radioeléctricos cuando la capacidad de comunicación entre transmisor y receptor se ve limitada por las transmisiones de otros equipos.

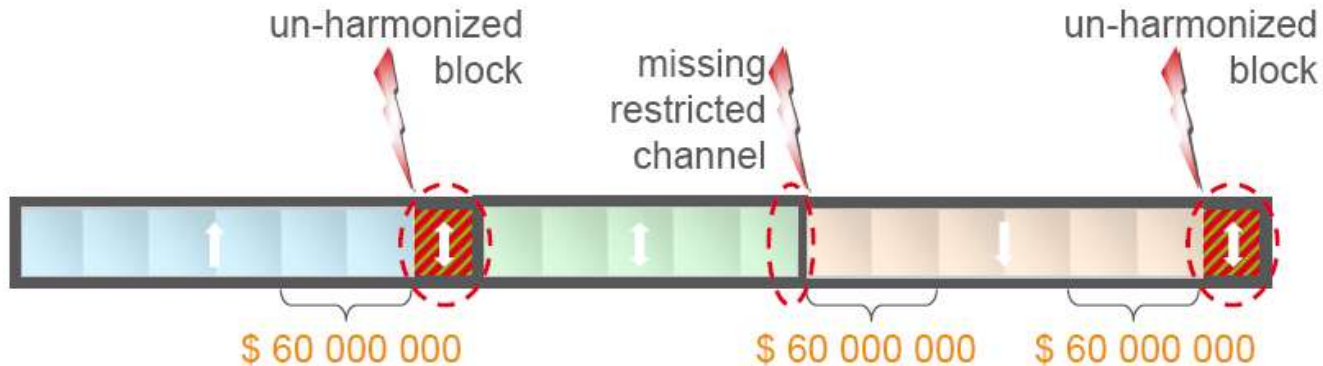
## Existen 3 categorías de interferencias:

- Interferencia dentro de la banda procedente de zonas geográficas adyacentes.
- Interferencia dentro de la banda procedente de frecuencias adyacentes.
- Interferencia fuera de banda.



# Gestión de la Interferencia I

- **Bandas de Guarda:** Limitan el efecto de posibles interferencias perjudiciales entre comunicaciones que se realicen en bandas de frecuencias cercanas. dedicar demasiado espectro a estas bandas vacías entra en conflicto con la el criterio de eficiencia.
- En caso de **desvío de la armonización** se deberá tener en cuenta los despliegues en una banda y la estimación del costo de los posibles filtros adicionales.
  - Al tratar de reducir las emisiones entre operaciones adyacentes no armonizadas, el costo podría ser de USD60 millones por “frontera de frecuencia” en un país con 15,000 sitios.



# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión de espectro
3. Partes interesadas y demanda de espectro
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espacios Blancos
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

# Atribución, Adjudicación y Asignación de frecuencias

**Atribución.** Inscripción de una banda de frecuencias determinada para que sea utilizada por uno o varios servicios en condiciones especificadas. Se especifican en el **Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias**.

- **Exclusivas:** Banda atribuida a un solo servicio de radiocomunicación. Contribuye a la armonización ya que es una banda ampliamente utilizada en el mundo para esos servicios.
- **Compartidas:** Banda atribuida a dos o mas servicios. Buscan maximizar la utilización del espectro disponible. Criterio de eficiencia.

**Adjudicación.** Inscripción de una banda determinada en un plan (en el marco de la UIT) para ser utilizado por uno o varios países para servicios de radiocomunicación, según condiciones especificadas (estos planes adjudican un bloque de frecuencias concreto a cada zona geográfica).

**Asignación.** Autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia determinada en condiciones especificadas (Asignación de frecuencia a operadores).



# Asignación Primaria del Espectro y Fijación de Precios

El regulador cuenta con diferentes formas de asignar el espectro.

- a) Si la demanda por espectro es escasa, se asignarán derechos a todos lo que lo soliciten, cumpliendo ciertas normas (*first-come-first-served*).
- b) Si la demanda es mayor que el espectro disponible el regulador debe poner un criterio de asignación.

	Sorteo	Concurso	Subasta
Caract.	Selección aleatoria de los agentes a los que se asigna el espectro.	El regulador determina al más calificado mediante proceso comparativo.	Concesión de la subasta a los solicitantes que más la valoran.
Ventajas	Sencillez y transparencia.	El espectro se asigna a agentes que demuestran tener potencial de utilizarlo de manera eficiente.	Transparencia y eficiencia en la asignación.
Riesgos	Ineficiencia y especulación (posible asignación a agentes sin intención o capacidad de incentivar su uso)	Falta de transparencia y credibilidad. Siempre existe un elemento subjetivo en la evaluación de las propuestas	Característicos de los mecanismos de mercado: colusión, especulación, concentración en el mercado...

# Asignación de Frecuencias: Fijación de Precios del Espectro

- El principal objetivo económico de cualquier recurso es la maximización de los beneficios netos que el mismo puede generar para la sociedad.
- Los métodos de fijación de precios mas utilizados en los últimos años son:

## **Audiencias Comparativas (Concursos de belleza):**

Las solicitudes se evaluaban en función de una diversidad de criterios, cobertura, precios por servicio, medioambientales, etc.).

Los beneficios en exceso se los queda el Operador.

Sigue el criterio de Asignación Administrativa.

## **Subastas:**

Los competidores por la licencia presentan ofertas competitivas, adjudicándose la licencia al mejor postor (aquel que mas dinero ofrezca).

Los beneficios en exceso se los queda el Estado.

Tipos: Autónomas, simultaneas, licitación abierta, precio mínimo.

Obedece al Método de Asignación de Mercado con reglas *a priori* del regulador.

## **Mercado Secundario:**

La venta/ alquiler de espectro por parte de los titulares del derecho de uso de espectro.

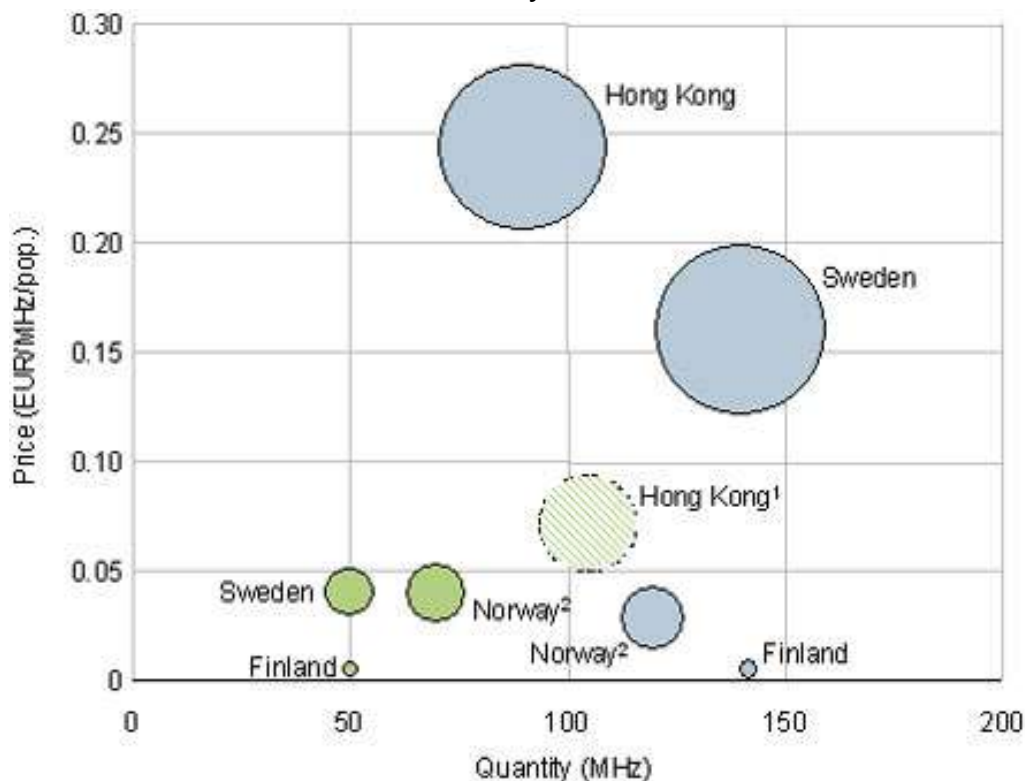
La liberalización del uso del espectro contribuye a un mayor dinamismo e innovación si es que los operadores pueden elegir el servicio a brindar con mínimas limitaciones.

Obedece al Método de Asignación de Mercado puro.

# Precios pagados por Espectro

## Precio pagado por espectro pareado vs no pareado en la banda 2500-2690 MHz

Fuente: Analysis Mason



- Paired
- Unpaired

Size of spheres corresponds to the sum of the prices (EUR/pop.) paid for the paired and unpaired spectrum licences, respectively, and is indicative for total demand relative to the population

## Precios pagados en la banda 2500-2690 MHz

Fuente: GVP

País	Fecha	Cant. De Espectro	Oferta Total (mn)	\$/MHz /pop
Noruega	Nov. 2007	190MHz	USD 47	USD 0.049
Nueva Zelanda	Dic. 2007	145MHz	USD 2.5	USD 0.004
Suecia	May. 2008	190MHz	USD 338	USD 0.20
Hong Kong	Ene. 2009	90MHz	USD 220	USD 0.34
Finlandia	Nov. 2009	190MHz	USD 6.3	USD 0.006

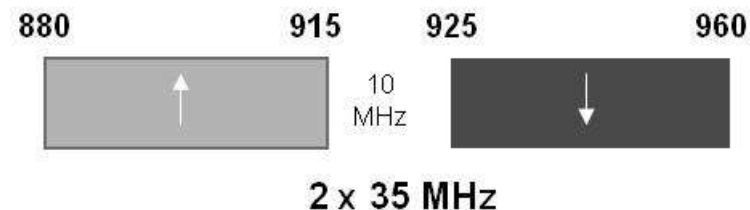
Ref: En el Reino Unido se pagaron USD4.58 (MHz/pop) por espectro en 2.1 GHz

# Reorganización del Espectro (Refarming)

*Los criterios en los que se basaba tradicionalmente la atribución del espectro radioeléctrico, sustentado en unas determinadas categorías de servicios y de usuarios se encuentran constantemente controvertidas por el avance tecnológico y la convergencia. Se ha roto el vínculo entre banda de espectro y tecnología o servicio.*

- **La reorganización o refarming** es el proceso en virtud del cual se realizan cambios básicos en las condiciones de utilización de las frecuencias en una parte del espectro, puede ser ocasionado por:
  1. Cambio de las condiciones técnicas asociadas a las asignaciones de frecuencias.
  2. Cambio de aplicación (sistema de radiocomunicaciones que utiliza la banda).
  3. Cambio de la atribución, para que la banda sea utilizada por un nuevo servicio.
- **La banda de 900 MHz** es la que está siendo objeto de procesos de este tipo en Europa ya que su uso originalmente estaba restringido (por mecanismo command & control) a servicios GSM de 2G para permitir servicios UMTS o LTE.

Las tecnologías 3G son más eficientes en el uso del espectro y generan más valor para los operadores y usuarios.





# El Mercado Secundario de Espectro

Partiendo de la consideración de que el espectro es un bien público, la posibilidad de comercialización de los derechos de uso del espectro entre los distintos agentes autorizados para la prestación de servicios de telecomunicaciones, permitiría alcanzar una mayor disponibilidad de este bien de carácter escaso y hacer un uso más eficiente del mismo.

	No permitir comercialización	Permitir comercialización
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor control sobre el uso que se le da al espectro</li><li>• Se evita acaparamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso eficiente del espectro. Utilización de excedentes de espectro.</li><li>• Efecto positivo en innovación tecnológica.</li><li>• Mayor transparencia en la fijación del valor.</li><li>• Reducción de barreras de entrada al mercado.</li><li>• Acceso al espectro de manera más rápida y reduciendo la labor administrativa.</li></ul>
RIESGOS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Barrera para obtener el espectro que se requiere para alcanzar los objetivos del negocio.</li><li>• Uso ineficiente del espectro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Riesgo de hacer un uso ineficiente del espectro por parte de posibles especuladores.</li><li>• Impacto en el logro de objetivos públicos.</li><li>• Riesgo de concentración de espectro.</li><li>• Posibilidad de costes de transacción altos.</li><li>• Riesgo de fragmentación excesiva del espectro.</li></ul>

# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión de espectro
3. Partes interesadas
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espectro común y espacio en blanco
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

# Compartición del Espectro

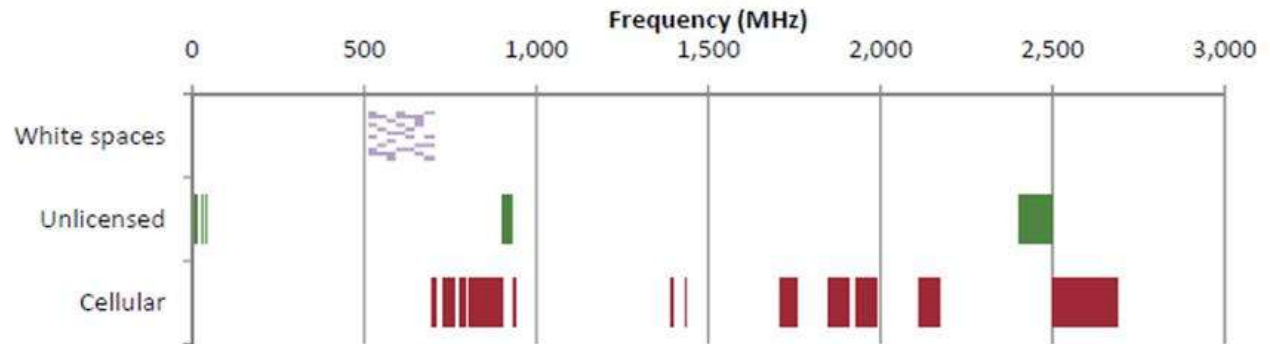
- La compartición de espectro permite que varios servicios utilicen una misma porción de espectro para aplicaciones o tecnologías diferentes. A la compartición de una banda sujeta a la concesión de una licencia se denomina compartición por superposición espectral (***spectrum overlay***).
  - Por ejemplo el espectro utilizado por servicios de radiodifusión en una zona geográfica puede ser utilizado para otra aplicación como ser Banda Ancha inalámbrica en otra área sin riesgo de interferencia.
  - Otro ejemplo son los radioaficionados que comparten el espectro con otros usos gubernamentales utilizando superposición pasiva buscando canales libres en la banda ciudadana (CB).
- **Formas de compartición del espectro:**
  - **Basada en métodos administrativos:** el regulador establece donde puede tener lugar la interferencia y las reglas aplicables.
  - **Basada en métodos de mercado:** subastas y comercialización secundaria
  - **Basada en nuevas capacidades tecnológicas:** como el acceso dinámico al espectro basado en el establecimiento de límites de potencia (**tecnologías de espectro subyacente – *spectrum underlay***) coexistiendo como usuario secundario con usuarios principales de mayor potencia.
    - Ejemplo: tecnologías de banda ancha ultra (UWB), redes malladas, o sistemas radioeléctricos definidos por software (SDR), antenas inteligentes y sistemas cognitivos (CR)

# Espacios en Blanco del Espectro

- La mayoría de los canales de radiodifusión de televisión y radio están separados por pequeños canales no utilizados, denominados espacios en blanco, que sirven para limitar la interferencia entre canales activos.
- Este espectro infrautilizado y no asignado podría utilizarse para nuevos servicios, tales como accesos inalámbricos de banda ancha (BWA).
- Los radiodifusores se oponen ya que consideran que dichas transmisiones podrían interferir sus señales.
  - En Estados Unidos existe un intenso debate entre radiodifusores y empresas de contenidos en Internet, como Google, que argumentan que dichos espacios en blanco pueden utilizarse para llevar la BA a comunidades rurales.
  - En 2008 la FCC aprobó el desarrollo de dispositivos inalámbricos que puedan utilizar los "espacios en blanco".

UHF white spaces, cellular and unlicensed allocations in the US in sub-3GHz spectrum.

The US has ~ 48-120MHz of white spaces spectrum available



Source: Perspective analysis

# Multiplicidad de Usos



	Consumer	Commercial	Educational	Healthcare	Industrial	Government
Wireless LANs 802.11/Wi-Fi	Broadband extension					
	Local area networks					
	Consumer electronics	Commercial hotspots	Campus networks	Records management	Process monitoring	Municipal networks
	Home monitoring	Card payments			Process control	Wide-area systems control
					Process automation	
Wireless PANs 802.15.1/Bluetooth	Personal area networks					
	Mobile phone headsets			Medical devices		
	Remote controls	Bluetooth marketing				
RFID	Contactless payment				Asset tracking	
	Transport payment	Supply chain		Human implants		
	Identification	In-store		Drug authenticity		
Low data rate wireless PANs 802.15.4/Zigbee	Smart metering					
	Sensor networks					
	Home control	Premises control				
					Exact process monitoring	
				Exact process control		
				Exact process automation		
Microwave	Mobile and fixed broadband					
	Point-to-point connections					
WirelessHD, WiGig	Wireless HD displays					
	Very high rate data transfer					

Nota: en color verde son las aplicaciones que pueden mejorarse con el uso de los espacios blancos.

Fuente: Ingenious – Perspective Analysis

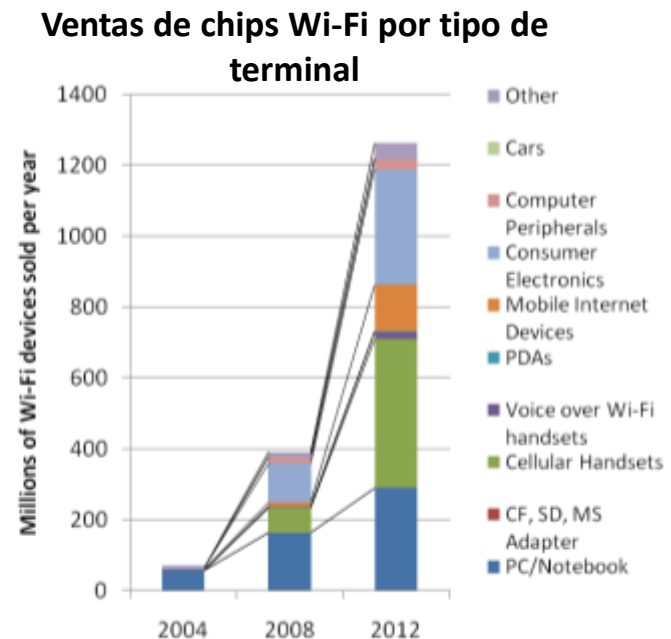
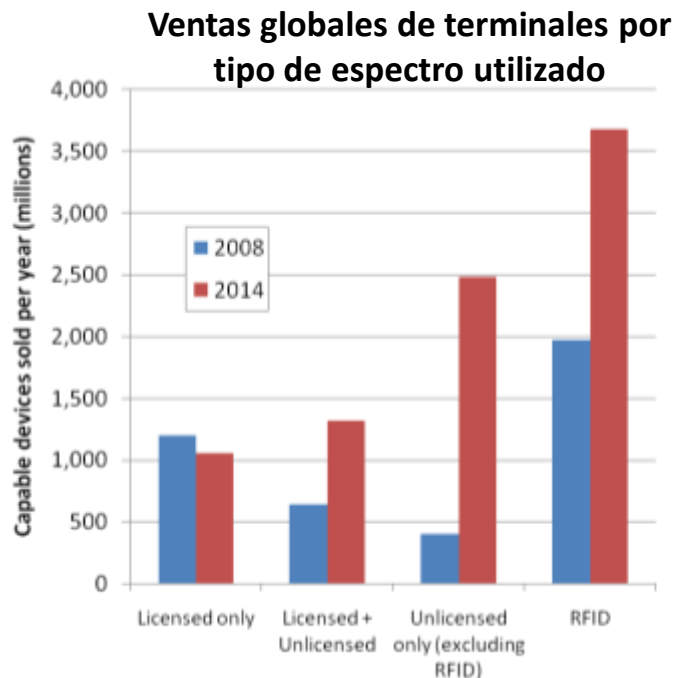
Uses improved by white spaces

Uses in development



# Proyecciones de Escala del Uso del Espectro sin Licencia

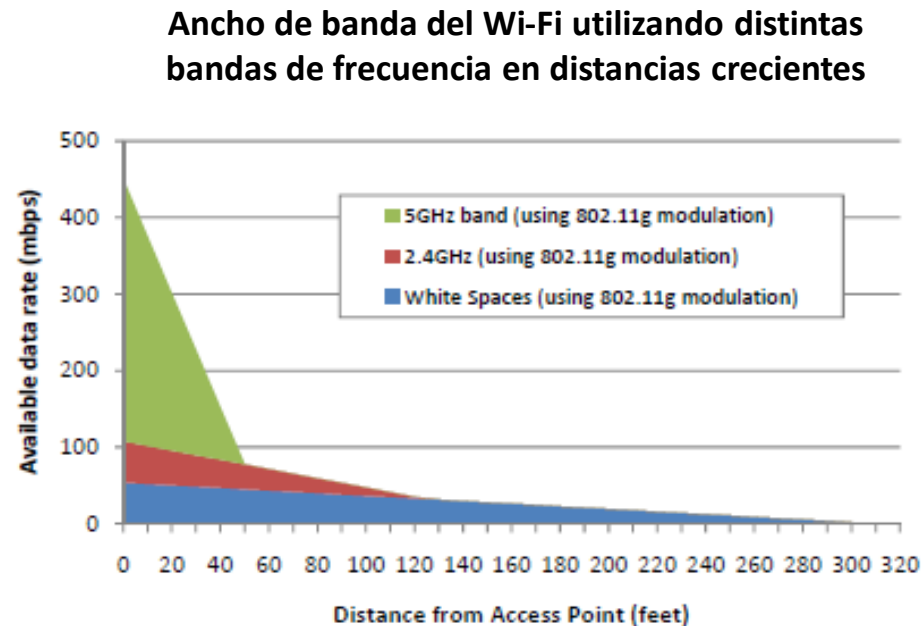
- Las proyecciones de la industria sugieren que la escala de uso del espectro sin licencia se va a expandir dramáticamente los próximos 5 años.
- Las mejoras en Wi-Fi que le permitan acceder a frecuencias bajas y con mejor ancho de banda como el espacio blanco, puede generar un valor económico agregado de entre \$3.9 – 7.3 mil millones por año en los próximos 15 años solo para la economía estadounidense.



Fuente: Ingenious – Perspective Analysis

# Potenciales beneficios de los espacios blancos sobre Wi-Fi

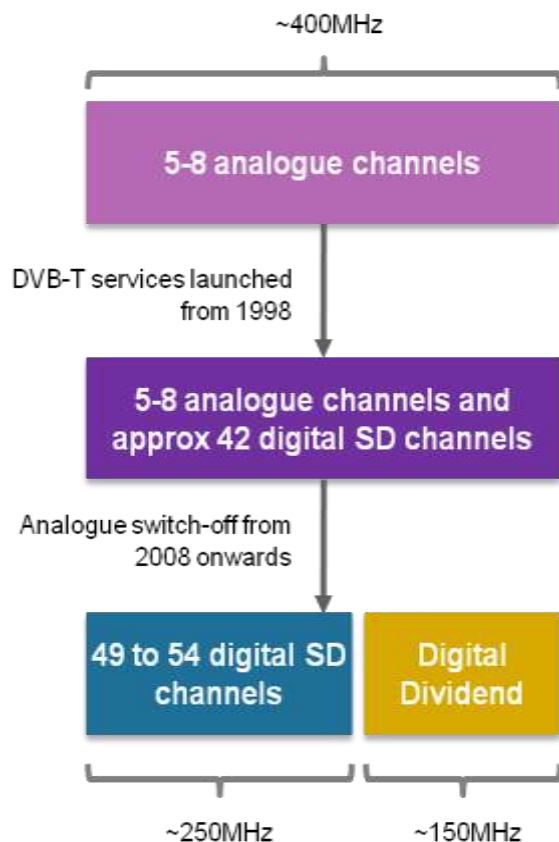
- El rango de alcance de los espacios blancos es 3x el del Wi-Fi
- La adición de los espacios blancos haría crecer la disponibilidad de espectro no licenciado para tecnología de alta transferencia de datos como Wi-Fi entre un 9 y un 22% en una locación típica.
- Esto tendría múltiples beneficios para el sector comercial, industrial, educacional, de gobierno, etc.
- Igualmente hay incertidumbre sobre las posibilidades de interferencia y se va a requerir normar su uso.



Fuente: Ingenious – Perspective Analysis

# ¿Qué es el Dividendo Digital?

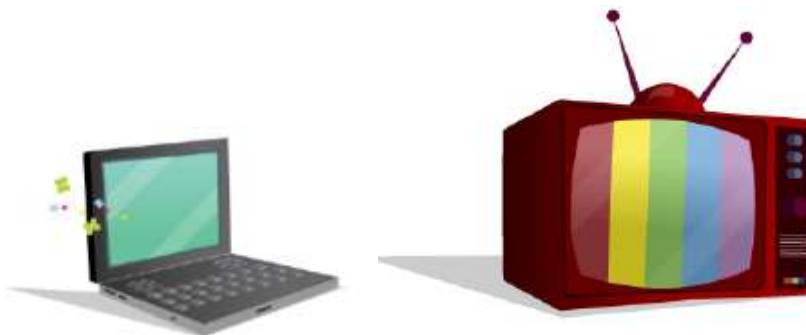
La transición de la TV de analógica a digital se está llevando a cabo alrededor del mundo.



Si 100MHz del dividendo digital se utilizaran para la banda ancha móvil se podría:

- Extender la cobertura posible de BA Móvil del 70% al 99% de la población
- Proporcionar una cobertura mucho más confiable en edificios y en zonas urbanas.

Significaría hacer realidad el poder tener **Banda Ancha en Todas Partes.**





# El Dividendo Digital: una oportunidad histórica para desarrollar la Banda Ancha

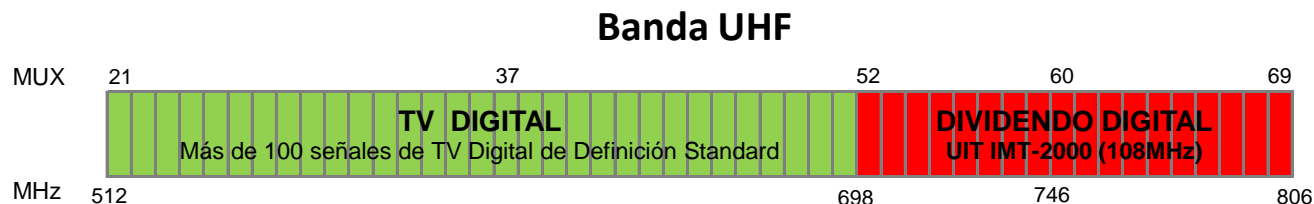
- La **banda UHF (700MHz)** presenta muy buenas características de propagación, lo que permitirá dar una mejor cobertura de banda ancha en áreas rurales y de baja densidad poblacional, contribuyendo a la reducción de la brecha digital.

- La UIT adoptó en la **CMR-2007** la **banda 698-862Mhz** como **IMT-2000** para la Región 2 (América).
  - En la Región 1 (Europa-Africa) se requieren 750-862 MHz. En la Región 3 (Asia) puede seguir a cualquiera de las dos anteriores.



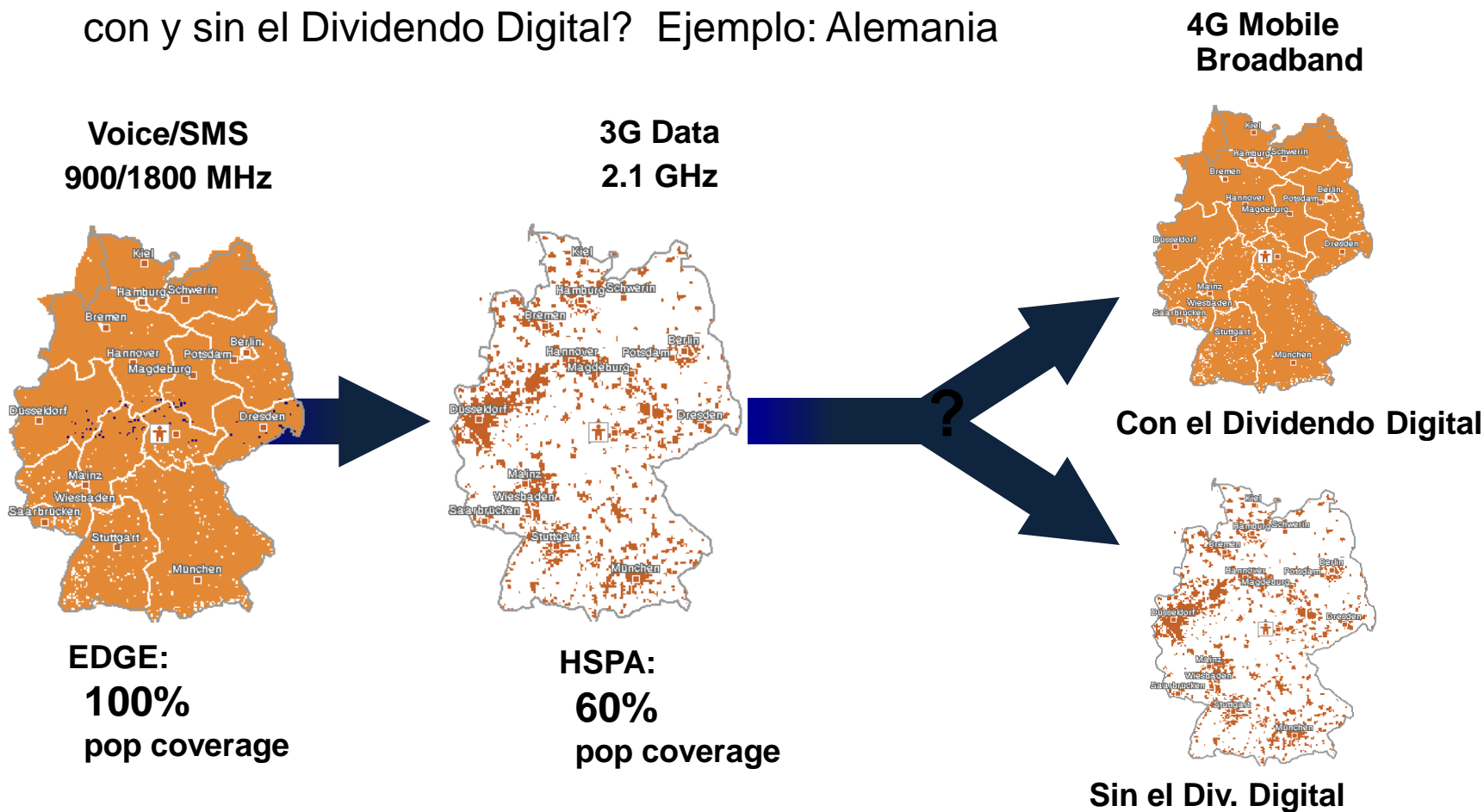
- Los **100MHz** que reclama la industria móvil representan solo el **25% del espectro actualmente utilizado** para transmisiones de TV terrestres – dejando un 75% para la radiodifusión (VHF +UHF).

- La **CITEL** en su recomendación CITEL CCP II Rec.18 ya asignaba este espectro para servicios inalámbricos avanzados (AWS). Una proposición reciente de Canadá en CITEL y las asignaciones de EE.UU. hechas por la FCC en Marzo de 2008 consideraron dos sub-bandas: alta (60-69) y baja (52-60).



# El impacto del Dividendo Digital para la Masificación de los Servicios de BA

¿Como serían las diferentes coberturas de banda ancha con y sin el Dividendo Digital? Ejemplo: Alemania



Fuente: T-mobile

# Escenarios de Uso del Espectro a partir del Apagón Analógico

Escenarios alternativos de atribuir espectro en la banda de 700 MHz a servicios de banda ancha

## Scenario 1

All DD Spectrum to Broadcasters

Digital TV infrastructure (DVB-2)

- 45 HD channels
- 135 SD channels

Mobile broadband coverage

- Possibility of signal drop-off on-the-move
- In-building coverage patchy
- Poor coverage for those in rural communities

## Scenario 2

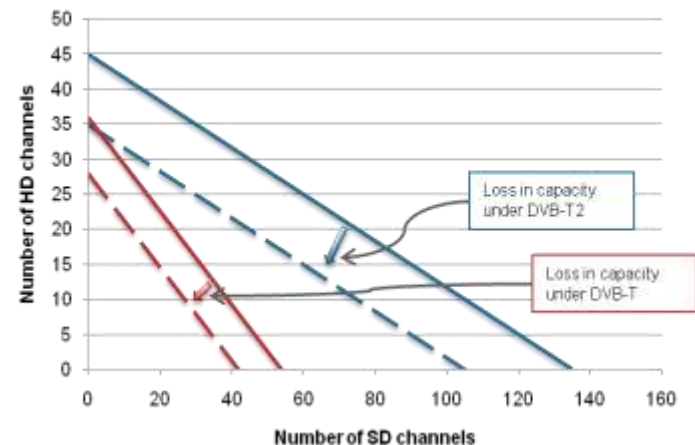
Some DD Spectrum to Next Generation Mobile

- 35 HD channels
- 105 SD channels

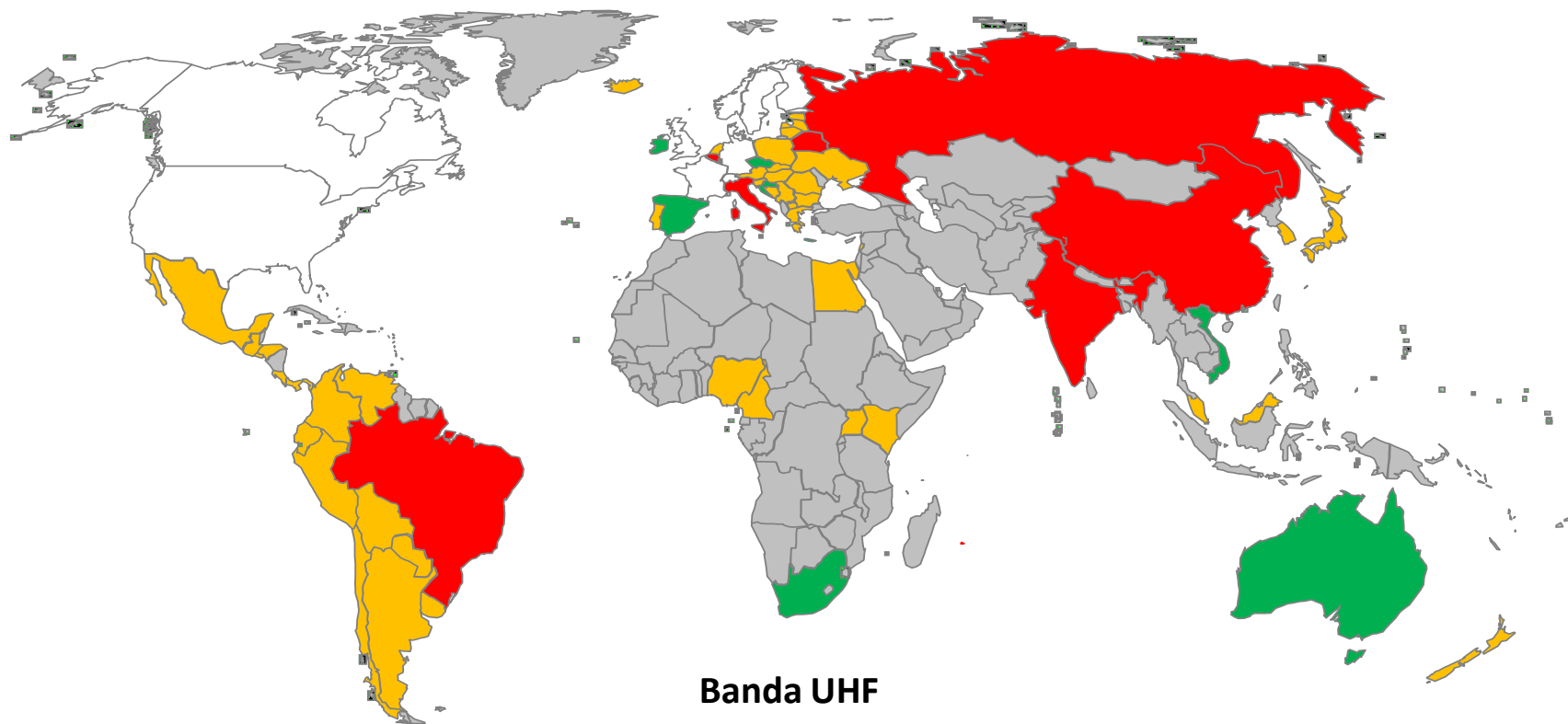
- Reliable delivery on the move
- Reliable in-building coverage
- Near 100% geographical coverage

- Con suficiente espectro del dividendo digital asignado a *Next Generation Mobile*, los radiodifusores todavía tendrían una importante capacidad de entrega adicional.
- Se están introduciendo mejoras en la tecnología de la radiodifusión digital terrestre, tales como DVB-T2 y codificación MPEG-4
- Esto resultará en una utilización más eficaz del espectro asignado a la radiodifusión

The SD/HD trade-off



# La situación internacional del Dividendo Digital

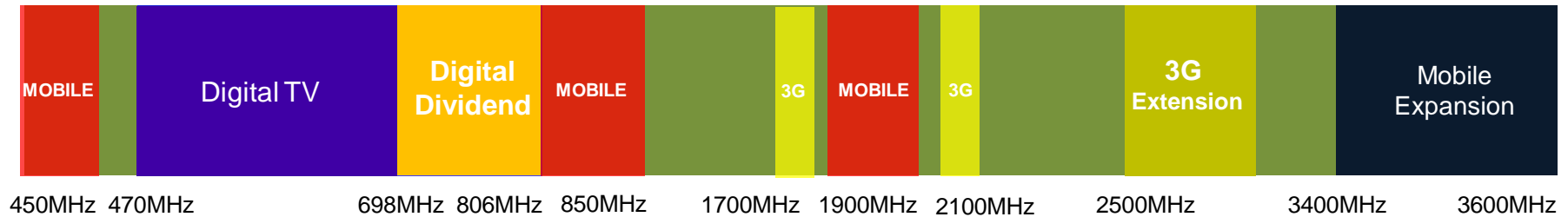


- Resultado alcanzado con éxito
- Avanzando hacia un resultado positivo, en proceso
- Avanzando lentamente debido a problemas menores, falta de motivación o conflictos internos
- Conflictos de importancia en vistas a la adjudicación de espectro podrían afectar las soluciones regionales
- Sin Información

# Agenda

1. Visión general del espectro
2. Objetivos de la gestión de espectro
3. Partes interesadas
4. Enfoques básicos para la gestión y planificación
5. Asignación de frecuencias y fijación de precios del espectro
6. Principales temas de debate actual
  - a) Compartición de espectro
  - b) Espacios Blancos
  - c) Dividendo Digital
7. La situación del espectro móvil en América Latina

# El plano del espectro desde la perspectiva móvil



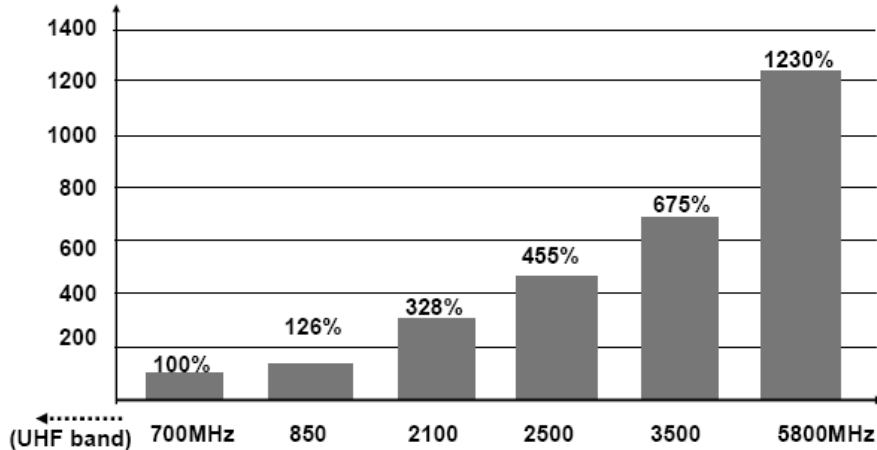
COBERTURA

Bajo Costo de Despliegue

CAPACIDAD

Alto Costo de Despliegue

Relative Capex, as a percentage, required for network infrastructure investment



- La conversión de la TV analógica por digital permitirá reorganizar el espectro en la banda UHF y asignar una porción de la misma para dar acceso universal de banda ancha.
- La cobertura en zonas rurales requiere de bandas bajas. El CaPex en 700 MHz es 70% mas barato que en 2100 MHz.
- Las áreas metropolitanas de alto trafico necesitarán de bandas altas como 2.5-2.69GHz & 1.7-2.1GHz (AWS).

# Los Topes de Espectro y la Competencia

## Europa y Estados Unidos

(incluye los resultados de la licitación de 700 MHz en 2008)<sup>1)</sup>

País/ Región / Operador	Espectro por Operador, MHz	Limite de Espectro
Europa Promedio	92.6	No
Alemania	65	No
Reino Unido	82.2	No <sup>2)</sup>
Francia	138.5	No
Italia	72.7	No
España	100.6	No
Suecia	92	No
Dinamarca	118.4	No
EEUU – Verizon Wire.	Prom. Nacional~89	No
EEUU – AT&T Mobility	Prom. Nacional~96	No
EEUU – T-Mobile	Prom. Nacional~75	No

Notas:

<sup>1)</sup> Spectrum cap of 55 MHz was abolished in 2003 (it had earlier been increased from 45 MHz), but FCC introduced a 70 MHz screening guideline for reviewing mergers, which was raised to 95MHz for the 700 MHz auction – after the 700 MHz auction AT&T Mobility and Verizon Wireless exceed this guideline in some areas (e.g. AT&T has a total of 124 MHz in the Dallas/Fort Worth area), which has led to a request from some quarters to reinstitute a spectrum cap

<sup>2)</sup> UK: “soft” cap being considered for 2.6GHz spectrum auction

<sup>3)</sup> In some countries there are other sub-caps in specific bands in addition to the general cap.

## América Latina

País	Limite, MHz <sup>3)</sup>	Comentarios
Argentina	50	A fines de 2008 se anunció un plan para adjudicar la banda 1.7-2.1GHz (AWS) y 3.5GHz en 2009.
Brasil	85	Aumentó de 50 a 85MHz el limite de espectro para la licitación de 3G (fines de 2007). Esta en discusión como estructurar la banda de 2.6GHz
Chile	60	Operadores incumbentes quedaron afuera de la licitación de banda 1.7-2.1GHz para 3G.
Colombia	40>65	La banda AWS ha sido reservada para servicios de banda ancha. Lanzó consulta pública para la banda 2.6GHz.
México	65>80	La Comisión Federal de Competencia (CFC) subastará un remanente en 1900MHz y 1.7-2.1GHz (AWS). El limite aumentaría a 80MHz por operador

Fuente: GSMA en base a Arthur D. Little estimado

**En la mayoría de los países de la región los operadores móviles ya tienen asignado espectro hasta el tope permitido.**

# Distintas realidades regulatorias

## Antes (mercados en crecimiento)

### *Predominio regulación ex-ante*

- Se aplicaban topes de espectro para garantizar que un operador no se hiciera de todo el espectro e imposibilite la entrada de nuevos operadores.
- Se establecían limitaciones antes para que no se afecte la competencia como resultado de una fusión de operadores. Se debe devolver el espectro excedente.
- Sin embargo, otras medidas se han utilizado por separado y/o en paralelo para alcanzar objetivos similares:
  - ▶ Adjudicación de un número determinado de licencias separadas (ejemplo: Europa)
  - ▶ Reserva de espectro para operadores entrantes (ejemplo: Reino Unido, Canadá)
  - ▶ Evaluaciones caso por caso de las fusiones en el contexto de las Políticas de Competencia que pudieran requerir modificaciones al acuerdo previo a ser aprobado (ejemplo: EEUU).

## Ahora (mercados maduros)

### *Predominio regulación ex-post*

- El desarrollo de la telefonía móvil en los últimos años ha sido fenomenal, en Latinoamérica se paso de 100 millones de conexiones en 2002 a 450 millones en 2008.
  - Ha habido un buen nivel de competencia (la cobertura y los servicios han aumentado, los precios han bajado).
  - No se han hecho muchos concursos de espectro en ese tiempo.
  - No hay modelo de negocios viable para muchos entrantes en mercados maduros.
- La presencia de topes son una dificultad administrativa que no esta siendo fácil de modificar y los reguladores han tenido que buscar “soluciones creativas” para hacer concursos y evitarlos.
- La regulación ex post a través de las leyes marco antimonopolio es más práctica.

La tendencia actual es a eliminar o flexibilizar esos limites, apoyándose en otros mecanismos para resolver eventuales problemas de competencia

# Atribuciones potenciales de espectro a futuro en Latinoamérica para servicios IMT-2000

Bandas de Frecuencia a Concursar	Espectro disponible	Proximos Concursos	
		Region	Mundo
1710-2170MHz (AWS-1)	90MHz	Mexico, Argentina	
2500-2690MHz (3G extension)	190MHz de los cuales típicamente FDD 140 y TDD 50	Brasil, Colombia (solo 60 MHz), Chile	Holanda, Alemania, Dinamarca, Malasia, Belgica
700MHz (Dividendo Digital)	108MHz <sup>[1]</sup>	Chile	Alemania
<b>Total Nuevas Bandas</b>	<b>362MHz</b>		

Fuente: GSMA en base a Arthur D. Little

Notas: <sup>[1]</sup> La UIT en la CMR2007 identificó el espectro de 698-862MHz para servicios IMT-2000 en la Región 2 (Americas), que en la práctica son 108MHz en total (698-806MHz), un 25% del total de la banda UHF. Para más información del Dividendo Digital visitar: [http://www.gsmworld.com/digital\\_dividend/](http://www.gsmworld.com/digital_dividend/)

Un plan claro de licenciamiento de espectro con bandas de frecuencia comunes y consistentes otorga previsibilidad para promover inversiones que desarrollen la banda ancha móvil.

# Referencias Bibliográficas

- InfoDev ICT Regulation Toolkit: Module 5: [www.ictregulationtoolkit.org](http://www.ictregulationtoolkit.org)
- ITU-Radiocommunication Sector (ITU-R): [www.itu.int/ITU-R](http://www.itu.int/ITU-R)
- GSMA Website Spectrum Resources: [www.gsmworld.com/spectrum](http://www.gsmworld.com/spectrum)
- IEE Spectrum: <http://spectrum.ieee.org/>
- OFCOM: <http://www.ofcom.org.uk/radiocomms/>
- FCC: <http://www.fcc.gov/spectrum/>
- Hazlett / Munoz (2009): “Spectrum allocation in Latin America: An economic analysis” <http://mason.gmu.edu/~thazlett/pubs/Hazlett.Munoz.SpectrumAllocationinLatinAmerica.pdf>
- Perspectives (2009): “Economic value of unlicensed spectrum” <http://perspectiveassociates.co.uk/publications/918>
- Arthur D. Little (2009): “Mobile Broadband, Competition and Spectrum Caps” [http://www.gsmworld.com/documents/Spectrum\\_Caps\\_Report\\_Jan09.pdf](http://www.gsmworld.com/documents/Spectrum_Caps_Report_Jan09.pdf)

## Autores:

**Sebastian M. Cabello**

[scabello@gsm.org](mailto:scabello@gsm.org)

**Matias Fernandez Diaz**

[mdiaz@gsm.org](mailto:mdiaz@gsm.org)



***GSM Association***

: 7th Floor, 5 New Street Square,  
London, EC4A 3BF- UK  
Tel: +44 (0)207 356 0600  
Fax: +44 (0)20 7356 0601

[info@gsm.org](mailto:info@gsm.org)  
[www.gsmworld.com](http://www.gsmworld.com)



***Diálogo Regional sobre  
Sociedad de la Información***

Horacio Urteaga 694  
Jesús María, Lima - PERU  
Teléfonos: ( 51-1) 3326194 / 4244856  
Fax: (51-1) 3326173

[info@dirsi.net](mailto:info@dirsi.net)  
[www.dirsi.net](http://www.dirsi.net)



*Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de fondos asignados al IEP por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo y de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, Ottawa, Canadá.*

Este documento cuenta con una licencia Creative Commons del tipo: Reconocimiento - No comercial - Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú



Usted puede: copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra y hacer obras derivadas, bajo las condiciones establecidas en la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/legalcode>

Se sugiere citar este documento de la siguiente forma:

*Cabello, Sebastian. Evaluación de impacto de políticas públicas [diapositivas]. Brasilia: DIRSI, 2010.*