



México, D.F., a 12 de septiembre de 2012

**ANEXO 1**

Conforme a la atribución establecida en el Artículo 23, sección A, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Unidad de Prospectiva y Regulación realizó diversos estudios e investigaciones relacionados con el tema:

**VIABILIDAD PARA EL DESPLIEGUE DE REDES COMERCIALES EN MÉXICO CONFORME A LOS ESQUEMAS DE SEGMENTACIÓN A4 Y A5 PARA LA BANDA 698-806 MHz.**

Con base en dichos estudios e investigaciones, mismos que se describen en la siguiente sección del presente documento, la Unidad de Prospectiva y Regulación emite el siguiente

**DICTAMEN**

Para el despliegue de redes LTE en el Distrito Federal, como caso de estudio, la inversión inicial para cubrir a todos los usuarios potenciales en el esquema de segmentación A4 (plan EUA) será cuando menos 3.7 veces mayor que en el esquema A5 (plan APT). Asimismo, bajo el esquema de segmentación A4 el despliegue de la red requerirá 3 veces más radiobases que en segmentación A5.

- La inversión necesaria para el despliegue de las redes LTE en el esquema de segmentación A4 sería de 1586 millones de USD en el Distrito Federal, mientras que con el plan A5 esta inversión sería de 424 millones de USD.
- El elevado costo social de adoptar el esquema de segmentación A4 tendría un impacto directo en la economía de los ciudadanos mexicanos de menos recursos. Asimismo, el efecto repercutirá negativamente en el desarrollo de servicios como la teleeducación, la telesalud y el gobierno electrónico, especialmente en las zonas marginadas.

**Luis Felipe Lucatero Govea**  
**Jefe de Unidad de Prospectiva y Regulación**

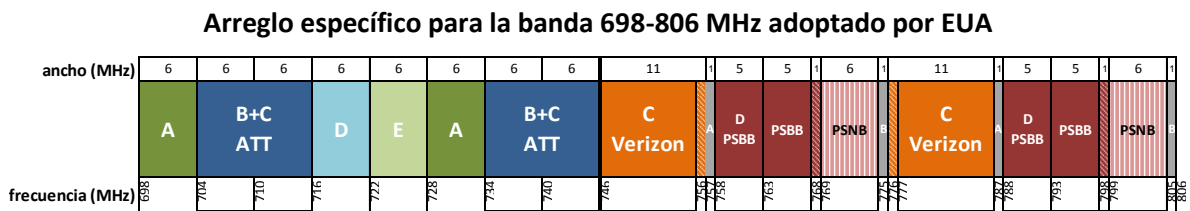
## **Contenido del estudio**

I.	Condiciones y supuestos.....	3
II.	Caso de negocios para los esquemas de segmentación A4 y A5.....	9
III.	Análisis comparativo.....	14
	Referencias.....	17

## I. Condiciones y supuestos

Este estudio muestra la diferencia entre los planes de segmentación A4 y A5 para la banda de 698-806 MHz (Banda 700 MHz), en términos del despliegue hipotético de una red comercial para operadores que tengan concesiones en la citada banda de frecuencias. Los planes de segmentación A4 y A5 difieren en sus características técnicas; por lo cual el despliegue de una red LTE bajo estos dos modelos implica diferencias significativas en lo que se refiere a requerimientos de capital y tiempo.

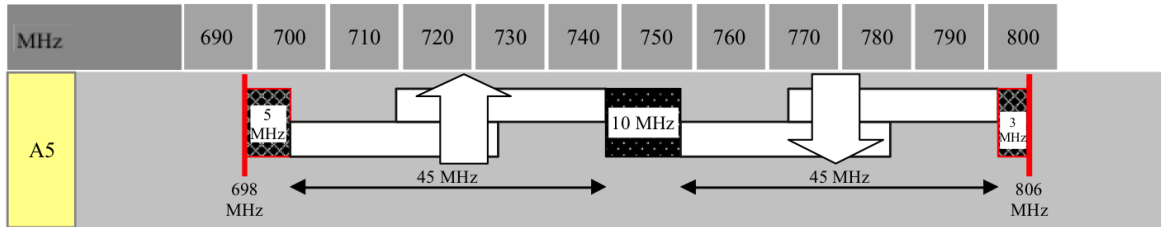
En la gráfica siguiente se muestra de manera detallada el esquema de segmentación adoptado por los EUA, en el cual se observa su equivalencia con el esquema A4 especificado en la Recomendación UIT-R M.1036 para aplicaciones IMT, conforme a lo siguiente:



El esquema de segmentación A5 para la banda 698-806 MHz de acuerdo con la Recomendación UIT-R M.1036 (3/2012) “*Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identifies for IMT in the Radio Regulations (RR)*” (Rec. UIT-R M.1036) y “Opción 2” de acuerdo con la Recomendación CCP.II/REC. 30 (XVIII-11) “Disposiciones de frecuencias de la banda 698-806 MHz en las Américas para servicios móviles de banda ancha” (Rec. CCP.II/REC. 30 (XVIII-11)), contempla un arreglo de frecuencias que favorece el desarrollo e implementación de sistemas de telecomunicaciones con tecnología FDD (*Frequency Division Duplex*), con dos bloques de espectro contiguo de 45 MHz apareados que atienden la estructura convencional para el desarrollo de sistemas móviles terrestres, donde los segmentos de frecuencias bajas es utilizado para la transmisión desde las estaciones móviles hacia las estaciones base (uplink o enlace de subida), en tanto que las frecuencias del bloque superior son utilizadas para la transmisión desde las estaciones base hacia las estaciones móviles (downlink o enlace de bajada).

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

**Esquema de segmentación A5 según la Recomendación UIT-R M.1036**



Para establecer la validación de la hipótesis de las ventajas que ofrece la segmentación A5, se realizaron diversos cálculos para determinar con la mayor precisión posible cual es el costo y en cuanto tiempo se podría desplegar una red. Se eligió el caso de despliegue de redes para el Distrito Federal dadas sus características en cuanto a penetración de los servicios y usuarios potenciales, y por ser la ciudad donde se concentra la mayor demanda de servicios móviles.

El análisis de los casos en las ciudades seleccionadas parte de un criterio fundamental en el cual el factor preponderante para efectos del cálculo es la capacidad total requerida para cubrir a una población determinada en un área específica, esto debido a que bajo un esquema de operación de redes móviles de banda ancha, la capacidad de brindar una tasa de transferencia de datos a cierta cantidad de usuarios al mismo tiempo por cada radiobase define la cantidad de infraestructura que debe ser desplegada para asegurar que se cumplan los supuestos descritos a continuación.

**Supuestos básicos**

- Se considera el despliegue de redes LTE que en el mediano plazo atiendan una demanda de conectividad muy alta.
- Caso A5: Tres operadores con bloques de 15+15 MHz cada uno.
- Caso A4: Dos operadores con bloques de 10+10 MHz cada uno replicando el escenario actual de los Estados Unidos de América, utilizando las bandas 17 y 13 respectivamente.
- El porcentaje de cobertura territorial en el Distrito Federal es del 100%.

Cabe señalar que si bien las asignaciones de espectro para los operadores que utilizan las bandas 13 y 17 en EUA comprenden un total de 11+11 y de 12+12 MHz, el estándar LTE establece que el ancho de las portadoras en canales de 5 MHz o más, son en múltiplos de 5, es decir, 5MHz, 10MHz, 15 MHz y 20MHz. En virtud de lo cual, para este caso de análisis se consideran portadoras de 10+10 MHz, por ser el canal de más anchura que podría operar en plataforma LTE para las clases de banda 13 y 17.

Asimismo, se contempla el hecho que en lugares como el Distrito Federal la provisión de servicios móviles no se ve limitada por cuestiones de cobertura, sino por limitaciones de capacidad de las redes con congestión.

### **Supuestos demográficos**

Para el cálculo de la base de suscriptores que demandan servicios, se ha tomado en cuenta la población flotante del Distrito Federal, integrada por aquellas personas que sin ser habitantes permanentes, durante las horas hábiles del día desarrollan sus actividades dentro del Distrito, en este caso se asume que la población flotante equivale para efectos prácticos a la mitad de la población permanente del Distrito Federal. Esto hace que se incremente el número de usuarios conectados a la red en el territorio de la ciudad, incrementándose por lo tanto la demanda de capacidad máxima.

Tabla 1: Supuestos demográficos		
Población del Distrito Federal	8,851,080	Dato de INEGI
Superficie del Distrito Federal en km <sup>2</sup>	1,485	Dato de INEGI
Densidad promedio de población, personas/km <sup>2</sup>	5,862	Dato de INEGI
Densidad pico de población (en horas hábiles incluyendo población flotante), personas/km <sup>2</sup>	11,724	Se asume que la mitad del área del Distrito Federal (en el centro) cuenta con el doble de la población en horas hábiles debido a la población flotante
Densidad de población ajustada, personas/km <sup>2</sup>	8,793	Se calcula como la media aritmética de la densidad pico de población y la densidad promedio de población en el Distrito Federal

### **Supuestos técnicos**

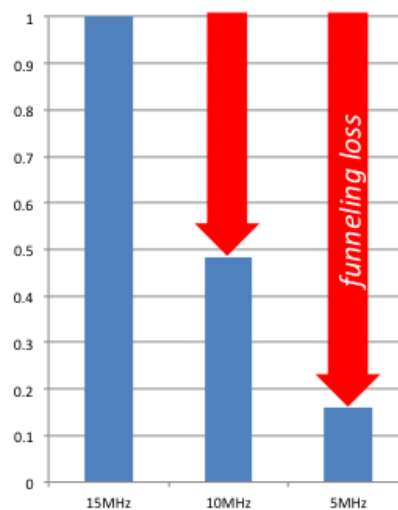
Se tomó en consideración un escenario realista a futuro en el que una red comercial de estas características estaría operando con una penetración de terminales inteligentes del 100%. Del mismo modo, de acuerdo a las estimaciones, la demanda de capacidad a la red por cada usuario será del orden de 0.8 Mbit/s. Esta velocidad de transmisión es la requerida para contenidos como un video de baja resolución en formato alto de compresión (un archivo MPEG4 con resolución de 320x240@36.0 fps requiere una capacidad mínima de 768 Kbit/s para asegurar una bajada sin interrupciones de este video. Este formato de video cuenta con mucha aplicación a nivel mundial)

Dado a que estadísticamente es poco probable que todos los usuarios se conecten simultáneamente a una red, las redes se dimensionan considerando lo que es estadísticamente factible como consumo simultaneo de conectividad. Esto da lugar a una sobre-subscripción, la cual se dimensiona considerando la probabilidad de colisión de envíos de paquetes de los usuarios.

Dada una probabilidad de colisión de paquetes para un ancho de canal determinado, al duplicar o triplicar el ancho del canal, la probabilidad conjunta de colisión para un canal con doble o triple de ancho de banda tiene como resultado una disminución en la probabilidad de colisión, lo que da lugar a que se pueda contar o con sobre-subscripciones más altas, o con flujos de paquetes mas densos y por ende una capacidad más alta agilizando las filas de espera para enviar y recibir paquetes.

El parámetro más importante considerado para este estudio es el de la ganancia por multiplexaje y gestión de colas que se tiene en redes con congestión, dada la organización del acomodo de paquetes de información que se genera en las radiobases. Un estudio realizado por Ericsson [1], demuestra que cuando se pasa de canales de 10 MHz a canales de 15 MHz de ancho de banda en el sentido de descarga, la ganancia en la tasa de transmisión es de 3 veces en lugar de 1.5 veces, lo anterior significa que el utilizar canales de 15 MHz en lugar de canales 10 MHz multiplica la capacidad de una red LTE por un factor de 2.

#### **Pérdida relativa por multiplexaje y gestión de colas**



La eficiencia espectral de la tecnología LTE es una característica técnica que indica cuanta información es posible transmitir por unidad de espectro, típicamente se utiliza la medición de bits transmitidos por Hz.

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

<b>Supuestos Técnicos</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Comentarios</b>
Porcentaje pico de conexiones simultáneas a la red	20%	Se asume que 1 de cada 5 equipos estarán conectados a la red de manera simultánea
Penetración de dispositivos inteligentes (teléfonos, tabletas, dongles, etc.)	15%, 45% y 100%	
Demanda de capacidad por usuario, Mb/s	0.768	Velocidad de transmisión requerida para un video de baja resolución en formato alto de compresión (ej. MPEG4)
Eficiencia espectral de la tecnología LTE, bits/sec/Hz	3	Característica técnica de la tecnología LTE
Coefficiente de ganancia por multiplexaje y gestión de colas (comparando LTE en canales de 10+10MHz con canales de 15+15 MHz)	2	Obtenido de la gráfica 1

**Supuestos del caso de negocios**

En lo que se refiere a los aspectos del caso de negocios, se asume que el costo de construir y equipar un nuevo emplazamiento es del orden de USD 100,000.00; se asume también que el costo de equipar un emplazamiento existente con equipo LTE es del orden de USD 50,000.00. Por lo tanto, en el caso de compartición de infraestructura para un nuevo emplazamiento el costo para cada operador será USD 66,666.00 en el caso de 3 operadores (segmentación A5) y de USD 75,000.00 en el caso de 2 operadores (segmentación A4). Esto se debe a que cada operador tiene que desplegar su propio equipo aun cuando los costos de construcción del sitio son compartidos. Para efectos de este análisis, se parte de la premisa de que cada operador tendría 4,000 emplazamientos en el D.F. antes de iniciar sus despliegues en la banda de 700 MHz.

Asimismo se han hecho suposiciones respecto los límites temporales del despliegue de los emplazamientos. Estos tiempos están limitados por la velocidad con la que los operadores pueden obtener los permisos legales para la construcción del sitio, el tiempo requerido para la instalación de los equipos y en segundo lugar por el número total de sitios en los que un operador puede estar desplegando al mismo tiempo.

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

<b>Supuestos del caso de negocios</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Comentarios</b>
Participación en el mercado para 2 operadores. Caso A4	50% c/u	
Participación en el mercado para 3 operadores. Caso A5	33% c/u	
Tamaño del canal por operador [MHz]. Caso A4	10x2	
Tamaño del canal por operador [MHz]. Caso A5	15x2	
Inversión de capital para el desarrollo de uno nuevo emplazamiento (miles de USD)	100	Valor revisado con varios proveedores de infraestructura.
Inversión de capital para una emplazamiento existente (miles de USD)	50	Valor revisado con varios proveedores de infraestructura.
Inversión de capital para la compartición de emplazamiento existente (miles de USD). Caso A4	75	Calculado como el costo de una radiobase LTE más el costo de la construcción de un nuevo emplazamiento que será compartido entre dos operadores (A4)
Inversión de capital para la compartición de emplazamiento existente (miles de USD). Caso A5	66.6	Calculado como el costo de una radiobase LTE más el costo de la construcción de un nuevo emplazamiento que será compartido entre tres operadores (A5)
Número de emplazamientos existentes (por operador)	4000	Datos de la propia Comisión con información de los concesionarios (escenario optimista respecto de la experiencia reportada).
Tiempo de desarrollo de un nuevo emplazamiento (semanas)	52	
Tiempo de desarrollo en un emplazamiento ya existente (semanas)	3	
Número máximo de instalaciones de radiobases LTE simultáneas en sitios existentes por operador (sitios a la vez)	100	
Número máximo de instalaciones de nuevos emplazamientos por semana, por operador	50	

**Representatividad del D.F. como caso de estudio**

El Distrito Federal es un escenario de alta demanda de conectividad, tanto en zonas de altos ingresos como en otras zonas de alta afluencia de personas, presentando al mismo tiempo escenarios de utilización de la capacidad de las redes con condiciones de uso más parecidas a lo que se observa en otras ciudades del país como por ejemplo Monterrey, Guadalajara, Tijuana, Puebla, León, Querétaro y Cuernavaca, entre otras. Por lo tanto, se considera que el D.F. es un caso representativo de la realidad de demanda de capacidad de las zonas urbanas del país.

De igual forma, es relevante el hecho de que prácticamente el 70% de la población de México radica en zonas urbanas y las condiciones de demanda de conectividad serán muy similares.



Además, se tomó en cuenta la importancia que el Distrito Federal representa para los operadores de servicios móviles, ya que alrededor del 50% de los ingresos de éstos, provienen del D.F. y su zona conurbada.

Adicionalmente, en las redes de nueva generación el paradigma que prevalecerá será la forma en la que se satisfará la demanda de conectividad en las redes, ya que para el caso de entornos de alta demanda, como es el caso de las ciudades antes descritas, las redes ya no tienen en su mayoría un desafío de cobertura.

Por otra parte, para el caso de los entornos rurales no atendidos con servicios de conectividad, la capacidad de las redes de nueva generación también juega un papel relevante. En casos como el de Francia operadores móviles han manifestado que en las zonas rurales los usuarios presentan una alta demanda, por lo que aún en zonas rurales el paradigma no es exclusivamente de cobertura, sino también de capacidad. Lo anterior debido a que no existen otros medios de acceso a la conectividad cuando los medios inalámbricos hacen su aparición.

Aunado a lo anterior es importante mencionar que existirán despliegues en áreas que ciertamente no requerirán de una alta capacidad, como es el caso de otorgar cobertura en tramos carreteros.

## **II. Caso de negocios para los esquemas de segmentación A4 y A5**

Como un siguiente paso, se calculó cuantas radiobases serán requeridas por cada operador para desplegar su red en el Distrito Federal. Para calcular el número de radiobases  $N$  que serán necesarias en el Distrito Federal por kilómetro cuadrado, se usará la siguiente fórmula para el caso del esquema A5:

$$N_{A5} = \frac{\frac{a}{3} * b * c * d}{e * \frac{f}{3}}$$

Por otra parte, para el caso del esquema de segmentación A4, se utilizará la siguiente fórmula:

$$N_{A4} = \frac{\frac{a}{2} * b * c * d}{e * \frac{f}{2}}$$

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

---

Donde:

a - densidad poblacional  $\left[ \frac{\text{hab}}{\text{km}^2} \right]$

b – conexiones simultáneas [%]

c – penetración de smartphones [%]

d – demanda de la capacidad por usuario  $\left[ \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} \right]$

e – eficiencia espectral de LTE  $\left[ \frac{\text{bit}}{\text{sec} \cdot \text{Hz}} \right]$

f – espectro total en la banda [MHz]

Número de radiobases requeridas para LTE		
Eficiencia espectral, bits/s/Hz	3	Característica técnica de la tecnología LTE
Radiobases por km <sup>2</sup> (A4)	10	Calculado según fórmula para número de radiobases
Radiobases por km <sup>2</sup> (A5)	2.3	Calculado según fórmula para número de radiobases
Total de radiobases (A4)	30085	Cálculo obtenido de la multiplicación del número de radiobases por km <sup>2</sup> por el área total del Distrito Federal
Total de radiobases (A5)	10028	Cálculo obtenido de la multiplicación del número de radiobases por km <sup>2</sup> por el área total del Distrito Federal

El número total de radiobases calculadas tanto para el esquema de segmentación A4 como para el esquema A5 (30085 y 10028 radiobases respectivamente), representa la magnitud correspondiente a todos los operadores. Como habíamos mencionado, en el esquema de segmentación A4 participan 2 operadores y en el caso A5 participan 3 operadores. Por lo tanto:

- El número de radiobases por operador en el esquema de segmentación A4 es de 15042.
- El número de radiobases por operador en el esquema de segmentación A5 es de 3343.

Ahora analicemos como se traduce esto en tiempo y dinero. Durante este estudio nos hemos ubicado en tres escenarios distintos: **1)** los operadores no comparten sus emplazamientos (escenario que históricamente en México siempre ha sido el mismo y es probable que ocurra), **2)** los operadores comparten sus emplazamientos, **3)** los operadores comparten parcialmente sus sitios.

En el caso del esquema A5, el número de radiobases necesarias no excede el número de las ya existentes, por lo tanto, el uso de esas torres es viable económicamente en vez de tener que acudir a opciones de compartición de infraestructura.

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

---

Conforme a lo anterior, la Opción 1 contempla ambos esquemas de segmentación (A4 y A5), mientras que las Opciones 2 y 3 sólo requieren contemplar el esquema A4.

En todos los casos, la velocidad del despliegue de las redes está limitada por nuestros supuestos iniciales. El fondo de inversión para las redes se asume de manera conservada para que el costo del desarrollo de las radiobases sea igual.

Se han considerado tres valores para la penetración de *smartphones*, esto con la finalidad de calcular la sensibilidad de los resultados ante este parámetro, los valores son 15%, 45% y 100%. El valor de 15% es una cifra pesimista hacia el año 2015 en México; el valor de 45% corresponde a la cifra que se percibe como la más realista; el valor de 100% es una cifra agresiva que vale la pena sea considerada al momento de realizar el diseño de políticas públicas. Recordemos que este parámetro toma en cuenta todos los tipos de dispositivos de banda ancha que envían datos a través de las redes móviles (es decir, *smartphones*, *tablets*, USBs, dispositivos M2M, etc). Es claro que bajo las circunstancias y supuestos dados, la proporción de las inversiones necesarias y el tiempo de despliegue que son arrojados por el estudio no son dependientes del escenario de penetración. Los resultados presentados en este estudio corresponden al escenario en el que la penetración de *smartphones* es del 45%. Para otros escenarios de penetración el lector puede consultar los cálculos detallados contenidos en el archivo adjunto.

Los cálculos detallados pueden ser consultados haciendo doble click al siguiente ícono:



modelo A4, A5 en DF  
v9.0.xlsx

A continuación se presentan los resultados de los cálculos para todos los casos y escenarios que han sido analizados.

**Opción 1: Sin compartición de sitios**

Opción 1 – Caso A5				
A5 (3343 radiobases por operador)				
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	1700	85
2 años	1642	82.1	3342	167.1

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

<b>Opción 1 – Caso A4</b>						
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)						
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	6000	430
3	600	30	2600	260	9200	720
4	0	0	2600	260	11800	980
5	0	0	2600	260	14400	1240
<b>5 años 1 mes</b>	0	0	642	64.2	15042	<b>1304</b>

**Opción 2: Compartición total**

En este caso, tenemos tres opciones distintas: **2a)** los operadores construyen torres compartidas y usan sus torres existentes, **2b)** los operadores construyen torres compartidas, rentan estas torres y usan sus torres existentes, **2c)** los operadores solamente rentan las torres compartidas y usan sus torres existentes.

<b>Opción 2 - Cálculos</b>								
Escenario 2a: Compartición total (Operadores construyen torres)								
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)								
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Sitios nuevas	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]		
1	1700	85	0	0	1700	85		
2	1700	85	5200	390	8600	560		
3	600	30	5200	390	14400	980		
<b>3 años 1 mes</b>	0	0	642	48.15	15042	<b>1028</b>		
Escenario 2b: Compartición total (Operadores rentan y construyen torres)								
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)								
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	5200	390	2600	130	11200	690
<b>2 años 5 meses</b>	600	30	2161	162.075	1081	54.05	15042	<b>936</b>
Escenario 2c: Compartición total (Operadores rentan torres)								
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)								

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	0	0	2600	130	6000	300
3	600	30	0	0	2600	130	9200	460
4	0	0	0	0	2600	130	11800	590
5	0	0	0	0	2600	130	14400	720
<b>5 años 3 meses</b>	0	0	0	0	642	32.1	15042	<b>752</b>

A pesar de que el desplazamiento mostrado en el escenario 2c tiene la inversión de capital más baja, dicha opción es económicamente menos viable comparada con el escenario 2b el cual solo requiere de un desarrollo por 2 años 5 meses en comparación con los 5 años y 3 meses de la opción 2c. Durante esos 3 años de diferencia, los operadores estarían imposibilitados de poder recaudar ingresos por parte de los usuarios y además serían vulnerables al desarrollo de futuras tecnologías. Por lo tanto, la vía económica más viable para los operadores es el uso de los sitios existentes y renta de torres compartidas.

### Opción 3. Participación parcial de emplazamientos

En este caso existen tres escenarios: **3a)** los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres existentes, **3b)** los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres y usan sus torres existentes, **3c)** los operadores construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres compartidas.

Tabla 8: Opción 3 - Cálculos										
Escenario 3a: Participación parcial (los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres existentes)										
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)										
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos Sitios propios	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	5200	390	2600	130	13800	950
<b>2 años 1 mes</b>	174	8.7	267	26.7	534	40.05	267	13.35	15042	<b>1039</b>
Escenario 3b: Participación parcial (los operadores construyen torres compartidas, construyen sus propias torres y usan sus torres existentes)										
Esquema A4 (15042 radiobases por operador)										
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos Sitios propios	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

1	1700	85	0	0	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	5200	390	0	0	11200	820
<b>2 años 5 meses</b>	600	30	1081	108.1	2161	162.075	0	0	15042	<b>1120</b>
<b>Escenario 3c: Compartición parcial (los operadores construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus torres compartidas)</b>										
<b>Esquema A4 (15042 radiobases por operador)</b>										
Año	Sitios existentes	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos Sitios propios	Costo [millones de USD]	Construcción de nuevos sitios compartidos	Costo [millones de USD]	Sitios nuevos rentados	Costo [millones de USD]	Sitios totales	Costo total [millones de USD]
1	1700	85	0	0	0	0	0	0	1700	85
2	1700	85	2600	260	0	0	2600	130	8600	560
3	600	30	2600	260	0	0	2600	130	14400	980
<b>3 años 1 mes</b>	0	0	321	32.1	0	0	321	16.05	15042	<b>1028</b>

A pesar de que el escenario 3a y 3c implican casi misma inversión de capital, el despliegue ocurre más rápido en el escenario 3a, requirieron 2 años y 1 mes en lugar de 3 años y 1 mes. Por lo tanto, la opción más viable para los operadores es la opción en la que construyen torres compartidas, construyen sus propias torres, rentan torres compartidas y usan sus propias torres existentes.

### III. Análisis comparativo

Para calcular de forma correcta la magnitud de las inversiones que serán requeridas para el despliegue de las redes LTE que aseguren la prestación de servicios de telecomunicaciones a toda la población del Distrito Federal, es necesario hacer el cálculo de los valores actuales que representen la inversión futura de los operadores, tanto para el caso de la segmentación A5 como para la segmentación A4. Para poder realizar este cálculo se aplica una tasa de descuento del 12% y se calculan los valores actuales de las inversiones totales. La cifra de 12% se asemeja a la de los modelos implementados por los operadores móviles en el mercado de telecomunicaciones en México para el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC por sus siglas en inglés).

Para consultar los cálculos detallados, favor de referirse a la hoja “Valores actuales pen.45%” del documento “modelo A4, A5 en DF v9.0.xlsx”

Haciendo un resumen de los resultados, tendremos lo siguiente para las inversiones totales en el Distrito Federal:

**DICTAMEN: Viabilidad para el despliegue de redes comerciales en México conforme a los esquemas de segmentación A4 y A5 para la banda 698-806 MHz.**

Tabla 9: Resultado de los cálculos				
Sin compartición				
	Tiempo	Gastos de capital (millones de USD)	Comparativo	
A4	5 años y 1 mes	1862	Tiempo	Costo
A5	2 años	424	260%	440%
Compartición total				
	Tiempo	Gastos de capital (millones de USD)	Comparativo	
A4	2 años y 5 meses	1586	Tiempo	Costo
A5	2 años	424	125%	370%
Compartición parcial				
	Tiempo	Gastos de capital (millones de USD)	Comparativo	
A4	2 años y 1 mes	1704	Tiempo	Costo
A5	2 años	424	105%	402%

Con el propósito de analizar el mismo caso de estudio partiendo del estado actual de despliegue de sitios en el D.F.; se calcula a continuación la cantidad de usuarios que pueden ser soportados por un sistema instalado en A4 y en A5 dada la cantidad de radiobases existentes en el D.F.

Actualmente existen en el Distrito Federal aproximadamente 12,000 radiobases desplegadas por los operadores actuales. Dado lo anterior, con la siguiente fórmula se calcula el número de usuarios soportados en cada plan:

$$N_{usuarios} = \frac{f * e}{d * 20\% * 45\%} * 12000$$

En donde:

d – demanda de la capacidad por usuario  $\left[ \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} \right]$

e – eficiencia espectral de LTE  $\left[ \frac{\text{bit}}{\text{sec*Hz}} \right]$

f – espectro disponible por operador [MHz]

20% corresponde al porcentaje pico de conexiones simultáneas a la red y el factor de 45% es la penetración de *smartphones*.

En el caso de A4  $N_{usuarios}$  tiene un valor de 5 208 333 usuarios y en el caso de A5 de 15 625 000. El resultado anterior resulta significativo porque demuestra que con la infraestructura existente es posible bajo A5 conectar a la población actual del D.F. y más, mientras que bajo A4 una gran proporción de los ciudadanos del D.F. no tendrían posibilidad de contar con la conectividad requerida.

De conformidad con los cálculos anteriores, el despliegue de redes en el esquema A5 se traduce en costos de inversión inicial menores para los operadores, los cuales representan un excedente del productor. Es razonable pensar que una parte de este excedente se trasladará a los usuarios convirtiéndose en menores precios al consumidor final. Además, se prevé que el usuario experimentará mayores beneficios al posibilitar bajo el esquema de segmentación A5 la existencia de 3 operadores, contra dos operadores en el esquema A4.

Lo anterior implica que ante un mercado con la concentración de servicios de telecomunicaciones como la que presenta el mercado mexicano, se considera que una decisión de política pública respecto a la utilización de la banda de frecuencias en cuestión, debe realizarse tomando en cuenta no solo la eficiencia técnica en el uso del espectro, sino también buscando el mejor entorno competitivo en el mercado. La diferencia en la competencia del mercado de las telecomunicaciones al pasar de dos operadores bajo el esquema A4, a 3 operadores con el esquema A5, resulta en un diferenciador enorme en términos de estrategias para equilibrar el mercado potencial de uso y explotación de esta banda de frecuencias, con los consecuentes beneficios a los usuarios por contar con mayores opciones de elección de servicios en un mercado competitivo.

Tales objetivos, se logran de manera más eficaz con la utilización del esquema de segmentación A5, tal como ha quedado de manifiesto en el ejercicio objeto de este dictamen.

Otro beneficio que puede lograrse con la utilización del esquema de segmentación A5 desde la perspectiva del usuario de los servicios, es que el usuario podrá portar su número y mantener la conectividad de cuarta generación bajo el esquema de Asia Pacífico, utilizando el mismo dispositivo para redes diferentes, situación que no se replicará en el esquema A4.

La falta de portabilidad en el esquema A4 genera costos adicionales a los usuarios: Por ejemplo, si un usuario de un iPad LTE no está satisfecho con el servicio que provee su operador móvil, tendrá que comprar una iPad LTE nueva para tener conectividad con otro operador. Esto, puede potencialmente inhibir la portabilidad de usuarios entre las redes.

En el mismo sentido, y gracias al uso de canales de 15 MHz la experiencia de navegación y de uso de aplicaciones de datos será mejor para el usuario, debido a las ventajas del *scheduling gain* que en la práctica significa para la percepción del usuario un servicio con tasas de conexión más rápidas y con menos tiempos de espera de respuesta ante una solicitud de servicio generada por éste o por alguna aplicación.

Un beneficio más hacia el usuario, es que en el mediano plazo, se espera que a medida que se incrementa el tamaño del mercado de A5, se incrementará el ecosistema y las economías de escala alcanzarán un grado de desarrollo tal, que se verán reducidos los precios de los equipos



terminales, facilitando a los usuarios la adquisición de terminales, logrando que muchos mexicanos accedan por primera vez a un *Smartphone* con servicios avanzados de conectividad.

## **Referencias**

[1] Ericsson Australia and New Zealand submission to ACMA Discussion paper. ACMA Spectrum Reallocation in the 700 MHz digital dividend band.