



Universidad de
San Andrés

UNIVERSIDAD DE SAN ANDRÉS

MAESTRÍA Y ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Y DE TELECOMUNICACIONES

La factibilidad de Implementación de RAN Sharing en Argentina

MAESTRIA

Autor: Nicolás Ponte

Legajo: 31208561

Tutor: Martín Wesel

Cotutor: Enrique Hofman

Buenos Aires, 16 de Mayo de 2016.

Índice

Parte I: El Problema.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	5
Parte II: Marco Teórico.....	6
Capítulo I: La Tecnología.....	6
2.1.1 Introducción a la <i>Compartición</i> de Infraestructura.....	6
2.1.2 La red de Acceso Móvil.....	7
2.1.3 Los diferentes niveles de la compartición de Infraestructura.....	10
2.1.4 RAN Sharing.....	18
2.1.5 MORAN: Multiple Operator Radio Access Network - <i>Network Sharing</i>	18
2.1.6 MOCN: Multiple Operator Core Network - <i>Spectrum Sharing</i>	23
Capítulo II: El contexto de las comunicaciones móviles.....	26
2.2.1 El estado del arte: la adopción de RAN Sharing en el Mundo.....	26
2.2.2 El contexto de las comunicaciones en el Mundo.....	34
2.2.3 El contexto de las comunicaciones en Argentina.....	41
2.2.4 El problema de la falta de sitios en Argentina.....	51
2.2.5 Los <i>drivers</i> que impulsan el <i>RAN Sharing</i>	53
2.2.6 Ventajas y desventajas de la implementación del <i>RAN Sharing</i>	54
Capítulo III: La estructura de Costos de los Operadores Móviles.....	56
Capítulo IV: Los supuestos para la implementación de <i>RAN Sharing</i> en Argentina.....	61
Parte III: Análisis de Datos.....	63
Parte IV: Conclusiones.....	74
4.1 Predicción de la viabilidad de implementación de <i>RAN Sharing</i> en el país.....	74
4.2 Conclusiones Finales.....	79
Parte V: Bibliografía.....	- 1 -
Anexo I: La licitación del espectro radioeléctrico.....	- 4 -
Anexo II: La presencia del Ente Regulador y los lineamientos existentes.....	- 8 -

Anexo III: Cuestionario para CTO Operador Móvil Argentina.- 13 -
Anexo IV: La visión de los operadores móviles de Argentina.....- 16 -
Anexo V: El ciclo económico de la Industria de las Comunicaciones- 22 -



Universidad de
SanAndrés

Índice de Figuras

Figura 1: Red de Acceso Móvil.....	7
Figura 2: Primer Nivel de Compartición de Infraestructura – Site Sharing	11
Figura 3: Segundo Nivel de Compartición de Infraestructura – Network Sharing	11
Figura 4: Tercer Nivel de Compartición de Infraestructura – Spectrum Sharing.....	12
Figura 5: Cuarto Nivel de Compartición de Infraestructura – MVNOs	12
Figura 6: MORAN (Portadoras Dedicadas)	19
Figura 7: Selección de red en RAN Sharing con Portadoras Dedicadas	20
Figura 8: Ventajas de la Movilidad con MORAN.....	21
Figura 9: Arquitecturas híbridas permitidas para desplegar MORAN	22
Figura 10: Diferentes técnicas de transmisión.....	23
Figura 11: MOCN (Portadoras Compartidas)	24
Figura 12: Selección de Red en MOCN	25
Figura 13: Movilidad en MOCN	26
Figura 14: Transmisión en MOCN	26
Figura 15: Evolución de la distribución de nuevas líneas post-pagas en Canadá	30
Figura 16: Participación del Mercado Español en 3G y 4G por Operador a fin de 2015.....	32
Figura 17: Participación del Mercado Polaco en 3G y 4G por Operador a fin de 2015.....	34
Figura 18: ARPU por Continente – años 2010 a 2015	35
Figura 19: Ganancias Netas por Continente	36
Figura 20: Penetración del Servicio 3G respecto de la Población.....	36
Figura 21: Penetración del Servicio 4G respecto de la Población.....	37
Figura 22: Gastos de Operación (OPEX) sobre ganancias netas.....	38
Figura 23: Inversiones (CAPEX) sobre ganancias netas.....	38
Figura 24: Evolución de la población mundial.....	39
Figura 25: Cantidad de Líneas promedio por persona.....	40
Figura 26: Proporción de Usuarios sobre el total del mercado por Operador	42
Figura 27: Evolución de Usuarios Únicos y Totales por año	43
Figura 28: Penetración del Internet Móvil en la población total	44
Figura 29: Cobertura de red 3G & 4G respecto de la población	45

Figura 30: Facturación total versus evolución del dólar.....	46
Figura 31: Evolución de dólar e inflación en Argentina versus ARPU Promedio	47
Figura 32: Evolución de las Ganancias Netas de Telecom Personal en ARS y USD	48
Figura 33: Evolución del consumo de min. de voz, cantidad de SMS y tráfico de Datos. ..	49
Figura 34: Comparativa entre Facturación, CAPEX y OPEX.....	50
Figura 35: Ahorro en el TCO de una red en función del crecimiento de la red objetivo	71
Figura 36: Ahorro total de CAPEX y OPEX función de α (eje X) y β (parametrización) ...	73
Figura 37: Requerimientos de Cobertura para Rutas Argentinas en 5 Etapas (60 meses) -	6 -



Universidad de
San Andrés

Índice de Tablas

Tabla 1: Comparativa entre los diferentes niveles de Compartición de Infraestructura	14
Tabla 2: Listado de países con implementación de RAN Sharing	28
Tabla 3: Promedio de Operaciones Móviles Mundiales	40
Tabla 4: Promedio de Operaciones Móviles Mundiales	41
Tabla 5: CAPEX por Sitio en USD	59
Tabla 6: OPEX por Sitio en USD anualizado	60
Tabla 7: Proporción CAPEX versus OPEX a 5 Años para un Operador	61
Tabla 8: Proporción CAPEX versus OPEX a 5 Años para dos Operadores con Implementación RAN Sharing	61
Tabla 9: Inversión Total de un Operador para construir una red de 8000 Sitios	66
Tabla 10: Inversión Total de un Operador para construir una red de 8000 Sitios con Implementación RAN Sharing	66
Tabla 11: Evolución Sitios Propios y Compartidos e impacto en el OPEX anual	68
Tabla 12: CAPEX y OPEX anualizado para construcción de red en formato RAN Sharing	68
Tabla 13: CAPEX y OPEX anualizado para construcción de red en formato tradicional	69
Tabla 14: Costo Total (CAPEX + OPEX) requerido para una implementación de RAN Sharing con diferentes proporciones de crecimiento de red modelo	70
Tabla 15: Costo Total (CAPEX + OPEX) requerido para una implementación de un operador independiente con diferentes proporciones de crecimiento de red modelo	71
Tabla 16: CAPEX requerido para modernización de un sitio propio	72
Tabla 17: Inversión Total de un Operador para construir una red de 8000 Sitios	73
Tabla 18: Definición de Lotes y Precios de Referencia	- 5-
Tabla 19: Tabla de requerimientos de cobertura según licitación espectro radioeléctrico Diciembre 2014	- 5-

Parte I: El Problema

1.1 Introducción

En la actualidad, el despliegue de las redes móviles en Argentina se encuentra en una fase de crecimiento producto de la última licitación de frecuencias que se llevara a cabo a finales de 2014, en donde todos los operadores incumbentes lograron nuevas porciones del espectro radioeléctrico. Este hecho les ha permitido ampliar sus recursos para mejorar la calidad de los servicios de tercera generación (3G) así como comenzar a brindar servicios de cuarta generación (4G). Esta fase de expansión, como se explicará más adelante, puede completarse en una gran proporción de casos sobre sitios existentes, facilitando rápidamente la mejora de las comunicaciones en el país. Sin embargo, los años previos a la subasta de frecuencias pusieron de manifiesto diversos problemas por los que debieron atravesar los operadores móviles para construir apropiadamente una red de alta calidad y ampliar así su cobertura. Desde la escasez de recursos calificados para la construcción de las redes, hasta la dificultad para conseguir sitios físicos en los que apalancar el crecimiento de la misma, e incluso la asimetría entre la distribución actual del espectro y la de clientes por región, son algunos de los factores que se conjugan para que la cobertura de las redes móviles sea deficiente. Asimismo, es posible mencionar adicionalmente factores externos a la red de acceso móvil como las falencias en las redes de transporte construidas hasta el momento, cuya dificultad técnica y operativa de actualización para soportar mayores anchos de banda y nuevas tecnologías restringe el progreso de la telefonía móvil.

Adicionalmente, existen otros factores macroeconómicos que dificultan el despliegue de las redes y sus respectivas expansiones. Por un lado, la dificultad para importar equipamiento e infraestructura del exterior, que si bien ha mejorado desde Diciembre de 2015 a la fecha, aún persiste bajo procesos de licencias automáticas, en conjunto con la imposibilidad de transferir libremente divisas al exterior para poder adquirir la tecnología necesaria para construir o ampliar las redes existentes, generan problemas adicionales a los ya mencionados en el párrafo anterior y que son inherente a la tecnología en particular.

Finalmente, si se suma a este hecho la falta de coordinación existente entre los diferentes proveedores de servicios móviles del país, y por lo tanto, la ausencia de sinergia entre los distintos requerimientos que se les plantean, pero que suelen estar conectados entre sí, puede evidenciarse como los operadores se encuentran desperdiciando una oportunidad única de *coopetir* entre ellos para alcanzar más rápidamente sus objetivos. Este término, que hace referencia a la posibilidad de *competir* entre los operadores por sus usuarios finales y, al mismo tiempo, *compartir* los recursos básicos entre ellos para acelerar el despliegue de las redes, desarrollado por *Markendahl* y *Molleryd* en su ensayo *On co-opetition between mobile network operators: Why and how competitors cooperate*, pone de manifiesto una nueva forma de sinergizar los esfuerzos de todos los operadores móviles para maximizar sus rendimientos, distribuyendo tanto los costos operativos como los de inversión en sus diferentes redes.

Apalancados en un requerimiento global, los diferentes proveedores de tecnología como *Huawei*, *Ericsson* y *Nokia Siemens* han desarrollado una solución de compromiso que les permita a los diferentes operadores desplegar redes de forma conjunta, a partir de compartir los distintos recursos que estas necesitan para brindar sus respectivos servicios. Basándose en las especificaciones detalladas por la *3GPP* – por sus siglas en inglés, *3rd Generation Partnership Project*, es decir, una asociación de grupos vinculados con las *Telecomunicaciones* - es que se desarrolló la tecnología de *RAN Sharing* o *Radio Access Network Sharing*, cuya función primaria es la de permitirles a los operadores móviles compartir sus redes con diferentes niveles de profundidad.

Sin embargo, es menester recalcar que el modelo de negocios a implementar por los distintos competidores, que de alguna forma *cooperarían* entre sí, debe ser revisado para adecuarse al nuevo paradigma de implementación de redes a fin de evitar todo tipo de colusión. Asimismo, es necesario también analizar la viabilidad de dicha aplicación tecnológica en cada país en particular, puesto que tanto los costos como las decisiones de la ejecución, operación y mantenimiento de la red deben ser tomados por los distintos actores involucrados en la compartición de la infraestructura.

1.2 Justificación

Los servicios de comunicaciones móviles son un motor fundamental en el desarrollo de las economías de los diferentes países. Por un lado, estos habilitan un sinnúmero de transacciones comerciales y laborales alrededor del mundo, convirtiéndose en fuentes de transmisión de información vital para el movimiento económico mundial. Mientras que por el otro, generan a su vez una gran cantidad de servicios secundarios que se brindan por sobre la telefonía móvil, capaces de multiplicar exponencialmente las fuentes de trabajo asociadas a estos últimos así como el movimiento económico resultante de esta actividad.

Analizando el mercado de la telefonía móvil en la Argentina a partir de estadísticas reportadas a través de GSMA¹, se puede observar que durante 2015 la facturación total de los cuatro operadores móviles existentes – *Telecom Personal, Movistar, Claro y Nextel* – a resultado ser de 6.170 millones de dólares, es decir, casi el 1.14% del PBI del país. Con un rendimiento total promedio del 9,89%, las ganancias de los diferentes operadores superaron los 610 millones de dólares. Asimismo, si bien la penetración de este tipo de comunicaciones en la población total fue de 90,05% para finales de 2015, con un total de usuarios cercanos a 39.2 millones, la proporción de clientes que utiliza los servicios de banda ancha móvil totaliza únicamente 71,29%. En resumen, los 54.8 millones de abonados para fines de 2015, junto con el bajo nivel de penetración del servicio de Internet Móvil en la población total, resaltan aún más la relevancia de esta industria y el potencial de crecimiento existente en el mediano plazo para los diferentes operadores.

Sin embargo, si se tiene en cuenta la evolución de los beneficios de los operadores móviles a nivel mundial, es posible observar que mientras el resultado es en general positivo, su tendencia en los últimos años ha resultado ser de un decrecimiento sostenido. Para poner de manifiesto esta situación puede analizarse un parámetro significativo en la industria, conocido como *ARPU* – por sus siglas en inglés *Average Revenue per User* – que indica la facturación promedio por usuario. Este valor que ascendía a nivel mundial a 28,53 USD por usuario para Q1 2006, decayó hasta 15.19 USD para fines de 2015, y de acuerdo al *GSMA*, se espera que para fines del 2020 este valor no supere los 13,55 USD.

¹ GSMA – *Groupe Speciale Mobile Association* – es una asociación de operadores móviles y compañías relacionadas al campo de las telecomunicaciones cuya finalidad, entre otras, es la de definir normas relativas a la industria.

Más específicamente, si se observa el rendimiento del servicio de las comunicaciones de voz, la tendencia es solo positiva si se consideran en la estadística los países en vías de desarrollo, como el bloque compuesto por el BRIC y el resto de Latinoamérica. Estos mercados, que evidencian una adopción de la tecnología levemente más retrasada que los países desarrollados de Europa y Estados Unidos, resultan beneficiados por el impacto de un fuerte crecimiento en la utilización de los servicios móviles. No obstante esto, es de esperar que la tendencia que se ha puesto de manifiesto en los países en desarrollo se replique en los que actualmente tienen tasas de crecimiento positivas en sus beneficios netos.

Por otra parte, si se consideran los servicios de datos en este análisis, es posible inferir de reportes de *Statista* que este tipo de tráfico es el que en la actualidad apalanca las rentabilidades de los operadores móviles en general. Tanto la mensajería de texto instantánea como la navegación por internet son servicios de bajo costo y gran margen de ganancia. Sin embargo, y de acuerdo a las proyecciones mundiales, es de esperar que la rentabilidad de este tipo de servicio siga, en el largo plazo, el mismo patrón que el de las comunicaciones de voz, erosionado por la aparición de aplicaciones OTT que podría sustituir a los SMS.

Otro punto importante a destacar para remarcar la importancia de la implementación de esta solución de *RAN Sharing*, que permitiría a priori reducir los costos total de adquisición y operación de una red móvil, es el elevado costo de las inversiones que deben llevar a cabo los operadores para mejorar sus respectivas capacidades y calidades en sus redes. Resulta de suma importancia evaluar una alternativa como la que propone la solución de compartición de infraestructura, en donde las inversiones de los distintos operadores móviles se puede sinergizar y, por ende, se puede limitar la inversión necesaria para desplegar las expansiones de las redes.

La ventaja descrita anteriormente en lo que se refiere a la reducción de la inversión en equipos e infraestructura – conocida como *CAPEX*, sumado a la tendencia que se evidencia en los países desarrollados, cuyas rentabilidades tienden a estancarse, resalta aún más la relevancia de la aplicación de este tipo de tecnología en el despliegue de las redes de telefonía celular. Este hecho justifica plenamente el motivo de estudio de esta tesis.

1.3 Objetivos

En la presente tesis se analizará si es posible hacer más eficiente el despliegue de las redes de telefonía móvil a partir de la implementación de *RAN Sharing* en Argentina, y de esta forma, mejorar la calidad de servicio ofrecida a los diferentes usuarios finales.

Para ello, se pretende:

- ✓ *Describir* cómo *RAN Sharing* podría ser una solución tecnológica que permite resolver los problemas de la coyuntura actual en la Argentina.
- ✓ *Identificar* cómo el nuevo modelo de implementación planteado amerita un cambio en la estructura del negocio de las comunicaciones, lo que requeriría una mejor regulación por parte del Estado.
- ✓ *Evaluar* cuantitativamente el impacto de la adopción de esta tecnología, definiendo en qué casos podría esta sinergia materializar resultados positivos.

En definitiva, las preguntas que se desean responder al cierre del presente trabajo son:

1. ¿Puede esta tecnología resolver los problemas de contexto planteados anteriormente y facilitar el despliegue de las redes móviles?
2. ¿Es factible implementar un nuevo modelo de negocios entre los operadores que aproveche esta tecnología?
3. ¿Qué tipo de operadores puede participar en despliegues de *RAN Sharing* y cuáles son los ahorros esperados de la sinergia entre diferentes prestadores de servicios?

La hipótesis preliminar que se plantea es que esta nueva tecnología desarrollada para que los operadores móviles puedan compartir infraestructura y recursos permitirá acelerar los despliegues en las redes, impactando positivamente en la calidad del servicio percibida por el cliente, y permitiendo al mismo tiempo salvaguardar la rentabilidad del negocio de las telefónicas. Sin embargo, deberá tenerse especial cuidado en la metodología a implementar para operar y mantener las redes, evitando posibles conflictos entre los operadores que se encuentren en el proceso de compartir dicha infraestructura.

Parte II: Marco Teórico

Capítulo I: La Tecnología

2.1.1 Introducción a la *Compartición de Infraestructura*.

Se define a la compartición de infraestructura como una técnica de despliegue en la que diferentes partes utilizan de manera conjunta uno o más recursos para brindar sus respectivos servicios, ya sea para clientes internos como externos, de forma tal de obtener alguna ventaja a partir de dicha compartición. Existen un gran número de variantes de compartición, dependiendo del nivel de relación que los participantes quieran desarrollar.

Desde los niveles más básicos, que incluye únicamente la explotación conjunta del sitio, hasta la conformación de operadores virtuales, que rentan la totalidad de la red a otros operadores móviles, la definición de la estrategia a adoptar - que determina el nivel de profundidad con el que se quiere compartir la infraestructura - dependerá en gran medida de la situación presente de los operadores móviles que decidan implementar este tipo de tecnologías de despliegue y del contexto de la telefonía móvil en el lugar en que estos operen. De acuerdo al reporte de *Mobile Infrastructure Sharing* del GSMA, en países desarrollados con mercados maduros, la utilidad fundamental de esta tecnología podría mejorar la capacidad en zonas congestionadas así como reducir los costos operativos. Por otra parte, en países en vías de desarrollo, esta metodología de despliegue podría expandir la cobertura y compartir los costos de despliegue de redes desde el comienzo. Meddour, Rasheed y Gourhant también desarrollan el mismo concepto en su ensayo *On the Role of Infrastructure Sharing for Mobile Operators in Emerging Markets*, agregando además que esta tecnología es de suma importancia para los países emergentes en todos sus escenarios de despliegue – urbano y rural – para construir un mercado de las telecomunicaciones con un crecimiento sostenible en el tiempo.

Por el contrario, Pereira y Ferreira describen en su escrito *Infrastructure Sharing as an Opportunity to Promote Competition in Local Access Networks* como esta técnica de despliegue puede utilizarse con mejores perspectivas en zonas rurales, en donde la densidad poblacional es sensiblemente más baja que en zonas urbanas. Considerando los mayores costos de instalación para proveer servicios de comunicaciones en zonas alejadas de los

centros urbanos y su respectiva escasez en la demanda producto de poblaciones pequeñas, los largos periodos que se necesitan para recuperar la inversión hacen inviable los despliegues masivos incluso en países desarrollados.

Es importante describir los diferentes niveles de *compartición* de infraestructura que podemos encontrar en los despliegues móviles. De acuerdo a Chanab, El-Darwiche, Hasbani y Mourad en su ensayo titulado *Telecom Infrastructure Sharing: Regulatory Enablers and Economic Benefits*, es posible clasificar la compartición en 6 niveles: *Site Sharing, Network Sharing, Spectrum Sharing, MVNOs, National Roaming y Tower Companies*. Es menester aclarar que cada uno de los 6 niveles mencionados anteriormente se incluyen entre sí a medida que se profundiza el nivel de *compartición* de infraestructura.

Para poder ejemplificar de forma adecuada cada uno de los niveles descriptos anteriormente, es necesario desarrollar cómo se conforma una red de telefonía móvil, de forma tal de comprender la importancia y la diferencia que existe entre cada formato propuesto por Chanab et al.

2.1.2 La red de Acceso Móvil

A continuación, se incluye un diagrama básico de una red de telefonía móvil. Como puede observarse a partir de él, los terminales – llamados UE por sus siglas en inglés *User Equipment* – utilizan las respectivas radiobases simbolizadas a partir de antenas (figuras triangulares de color rojo) para comunicarse con otros terminales dentro de la red, o bien con teléfonos fijos de la red pública y/o servidores que permiten el acceso a páginas web y aplicaciones, entre otras cosas.

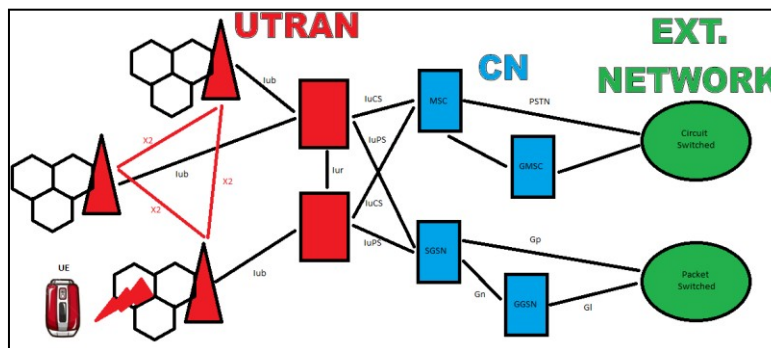


Figura 1: Red de Acceso Móvil

El conjunto de elementos de red marcados en rojo, que incluyen los nodos terminales que se comunican con los equipos móviles – llamados *eNodeB* para el caso de sitios con equipamiento electrónico de cuarta generación (4G) ó *NodeB* para los de segunda y tercera generación (2G & 3G) – así como los nodos controladores de dichas radiobases, llamadas *BSC – Base Station Controllers (2G)* – o *RNC – Radio Network Controllers (3G)* – conforman en su conjunto la red de acceso móvil, conocida por la literatura como la *UMTS Terrestrial Radio Access Network - UTRAN*. La función principal de estos Nodos es la de brindar la conexión final entre los distintos usuarios o clientes de cada operador móvil entre sí. Por este motivo, el tamaño y la capacidad que estas redes puedan alcanzar, definidos en términos de la cantidad de nodos que componen la red y la capacidad de los enlaces que los comunican hacia el *Core de Paquetes*, determinarán en gran proporción la percepción final de los usuarios de la red en cuanto a accesibilidad y capacidad de comunicación.

Por otra parte, para poder proveer movilidad a cada uno de los terminales, estos nodos autónomos no pueden funcionar de manera independiente. Para garantizar entonces que un usuario que ha establecido una llamada y que está desplazándose físicamente de un lugar a otro pueda tener continuidad, se han desarrollado las controladoras (Base Station Controllers – BSC, para GSM ó bien Radio Network Controller – RNC, para UMTS), cuya función es la de coordinar a las distintas radiobases, establecer su sincronismo, definir parámetros comunes de red, y garantizar que la conmutación de los usuarios en desplazamiento entre los diferentes nodos de la red sea exitosa. Es importante destacar aquí que los nodos de las tecnologías 2G, 3G y 4G, que suele instalarse todos juntos en el mismo sitio y de forma integrada, no funcionan exactamente de la misma manera. Los únicos que requieren de un controlador son aquellos que pertenecen a tecnologías desarrolladas más lejos en el tiempo – las de segunda y tercera generación. La nueva arquitectura plana propuesta para la evolución de estas redes les permite a los nodos 4G tener mayor nivel de procesamiento y, por lo tanto, prescindir de un controlador que concentre ciertas funciones de varios grupos de nodos que se encuentran físicamente cercanos entre sí. Esta es una de las principales ventajas de la nueva arquitectura, pero su desarrollo excede los límites de la presente tesis.

Es importante destacar aquí que los nodos llamados radiobases se comunican con los terminales móviles (UE) a través del espacio radioeléctrico. Esta aclaración es de suma importancia, ya que la compartición de este recurso es uno de los niveles descritos anteriormente por Chanab et al. En líneas generales, el espacio radioeléctrico está regulado por cada uno de los países en donde los operadores móviles tienen incumbencia, y es a través de subastas que estos últimos logran obtener licencias para brindar servicios de telefonía y datos a sus usuarios finales. Por lo tanto, cada operador deberá contar, de alguna manera, con una porción de dicho espectro para poder comunicar sus radiobases con los equipos móviles.

Por otra parte, los nodos en azul conforman otro grupo de equipos denominado *Core Network* cuyas funciones principales, entre otras cosas, son la de habilitar a los usuarios de telefonía móvil a realizar llamadas hacia la red pública de telefonía, autenticar y validar la provisión de servicios por parte del operador al usuario final, registrar la utilización de los recursos para su posterior facturación de servicios, y establecer el control y el flujo de las llamadas.

Finalmente, los nodos representados en color verde en la figura anterior representan la red externa, que incluye la red pública y servidores de Internet. Si bien parte de esta red puede ser de incumbencia de un operador móvil, no forma parte de la red de operación y por lo tanto quedará fuera del análisis. Se ha incluido únicamente para resaltar las funciones e importancia del *Core Network* en la red que debe manejar un operador.

Vale destacar en este punto que si bien ambas partes de la red son necesarias para la provisión de los servicios de comunicaciones móviles – tanto la red de acceso como el *core de paquetes*, las diferentes funciones que cumplen cada una de ellas ponen de manifiesto distintos requerimientos al momento de diseñar la estrategia de despliegue de la red. La principal diferencia entre ambos elementos es que, por un lado, el tamaño de la Red de Acceso crece de manera proporcional con la extensión geográfica que se quiera abarcar. Esto quiere decir que a mayores necesidades de cobertura – zonas geográficas en las que se quiera dar servicio – será necesario desplegar un mayor número de nodos, y por ende, de

controladoras². Mientras que, por el otro lado, el *Core de Paquetes* suele estar centralizado, es decir, contenido geográficamente en pocas zonas, aunque suele ser de buenas prácticas de implementación que su despliegue se desarrolle con un elevado nivel de redundancia, ya que una falla en esta parte de la red puede inhabilitar la totalidad de los nodos de acceso, mientras que un evento anormal en una única radiobase no pone en peligro el funcionamiento completo de la red.

En la práctica, debido a la asimetría en el costo del despliegue de ambas partes de la red – siendo mucho mayor el de la red de acceso por su gran capilaridad – es esperable que los operadores móviles estén interesados en compartir la infraestructura de esta última, reduciendo de esta manera la inversión necesaria para expandir sus redes, mejorando a la vez su capacidad y cobertura. Por otra parte, por el nivel de criticidad que tiene el *Core de Paquetes* en la operación de la red, es esperable también que los proveedores de servicios deseen mantener controlada la operación y mantenimiento de los elementos de red que lo componen, evitando de esta forma tener que compartir las decisiones con otros operadores de la red. En la siguiente sección se realiza, sin embargo, un análisis de todos los niveles de compartición de infraestructura que existen en la actualidad y que los distintos operadores móviles podrían adoptar para reducir sus inversiones.

2.1.3 Los diferentes niveles de la compartición de Infraestructura

Habiendo desarrollado brevemente cómo se conforma una red de telefonía móvil, es importante analizar entonces cuál es el área de influencia de cada nivel de compartición de infraestructura. En primer lugar, la utilización simultánea del sitio físico – o *Site Sharing* - es la forma más sencilla de optimizar el uso de los recursos disponibles. Sin perder control sobre la red que se desea operar, este tipo de compartición contempla únicamente la reutilización de estructuras – torres, mástiles y terrazas - así como plantas de energización de equipos, y hasta recursos de transmisión. Esto quiere decir que todas las obras civiles y sus respectivos contratos de alquiler son compartidos por todos los operadores que utilizan el mismo sitio como nodo de su red. Relacionando esto último con la figura 1, este nivel implica compartir los lugares físicos en donde cada operador pondrá sus propios equipos de

²La cantidad de Nodos B por controladora suele estar en el orden de los 100, dependiendo de la eficiencia y la capacidad de cada controladora. Sin embargo, todos los nodos que se incluyan en una controladora deben estar, por diseño, en una zona geográfica cercana.

la UTRAN. En líneas generales, este nivel de compartición es usado masivamente en el mundo, siendo también de gran implementación en Argentina. En la figura que se incluye debajo queda de manifiesto que el único elemento que se comparte es la estructura específicamente, es decir, aquella figura que está en negro. Cada operador tiene sus propios equipos y explota su propio espectro radioeléctrico.

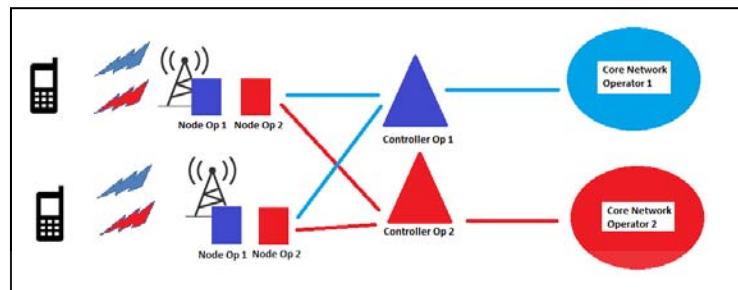


Figura 2: Primer Nivel de Compartición de Infraestructura – Site Sharing

En un nivel más profundo, la compartición de la red – o *Network Sharing* – consiste en compartir los elementos comunes de red necesarios para brindar los servicios al consumidor final, es decir, no sólo los lugares físicos, si no el equipamiento propio – electrónica – de la red de acceso o UTRAN. Como se verá más adelante, este es uno de los dos esquemas de compartición de infraestructura más desarrollados por los diferentes *proveedores o vendedores*, en donde se requieren mayores esfuerzos por parte de los operadores para integrarse en un nivel de relación mayor que en el caso de *Site Sharing*, pero con la consecuente ventaja de poder sinergizar aún más los despliegues conjuntos.

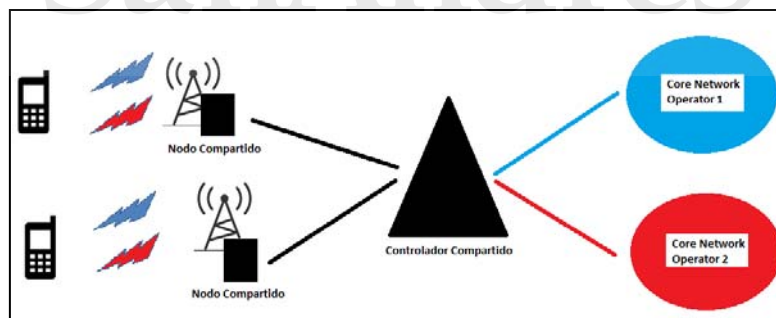


Figura 3: Segundo Nivel de Compartición de Infraestructura – Network Sharing

En tercer lugar, es posible mencionar la compartición del espectro radioeléctrico – o Spectrum Sharing. Este nivel de compartición implica que los operadores móviles exploten de manera conjunta a partir de unificar las respectivas frecuencias que le fueran asignadas por el ente regulador del país, con el fin de brindar servicios a sus clientes finales. Es

importante aclarar aquí que para poder materializar este nivel es necesario que los operadores compartan los mismos equipamientos electrónicos, por lo que nuevamente es necesario que se desarrolle el segundo nivel de compartición de infraestructura para implementar el siguiente nivel.

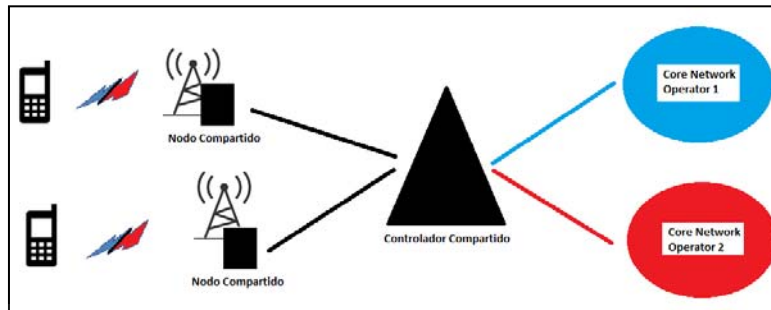


Figura 4: Tercer Nivel de Compartición de Infraestructura – Spectrum Sharing

Los operadores virtuales – *MVNOs* por sus siglas en inglés: Mobile Virtual Network Operators – son aquellos proveedores de servicios de telefonía que no tienen elementos de red propios para gestionar. Esto quiere decir que utilizan al mismo tiempo los sitios físicos, infraestructura y espectro de otro prestador de servicios, que simplemente alquila su red a este operador virtual por un valor consensuado previamente. Este último sólo se focaliza en el cuidado y la atención del cliente, delegando la construcción íntegra de la red a otra compañía. Esto quiere decir que en este punto también se compartirá hasta el *Core Network* del operador que construye la red.

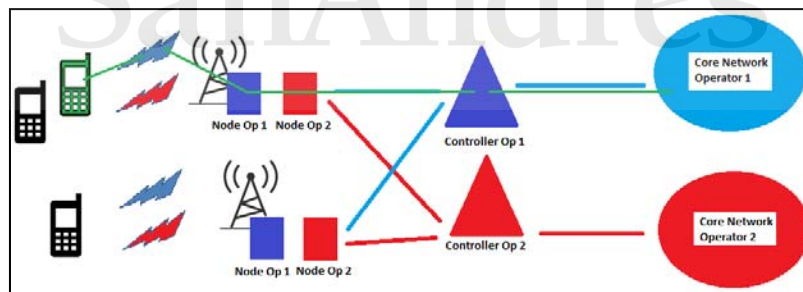


Figura 5: Cuarto Nivel de Compartición de Infraestructura – MVNOs

El siguiente nivel de compartición que propone Chanab et al, llamado *National Roaming*, hace referencia a un acuerdo en donde un operador nuevo o existente utiliza toda la infraestructura de acceso – UTRAN – de un incumbente de forma temporal o permanente. En el primer caso, un nuevo proveedor de servicios puede solicitar a uno ya establecido que temporalmente le facilite la prestación de servicio en aquellas localidades donde no tiene

presencia física, de forma tal de conseguir cobertura a nivel nacional. En el segundo de los casos, puede que un operador existente, a raíz de falta de cobertura en algunas localidades por imposibilidad de expandir su red, le solicite a otro incumbente la utilización de su red para prestar servicios a sus clientes. En cualquier caso, esta forma de compartición de infraestructura está regulada por el Estado en el caso de Argentina, que prohíbe a un operador negarse a brindar este tipo de acuerdos, siempre y cuando el interesado cumpla con las condiciones de arrendamiento del servicio. A nivel estructural, es similar al diagrama de *Spectrum Sharing*, ya que utiliza todos los recursos de un operador existente, y luego el usuario es enrutado a través del core del operador que solicita el *roaming*.

Finalmente, el último de los escalones propuestos en el escrito de Chanab es en realidad un caso particular del primero de los niveles detallados anteriormente. En el caso de las *Tower Companies*, estas compañías independientes buscan generar una base de sitios físicos, compuestos de miles de estructuras para ser subarrendados a los operadores móviles, que no tendrán que preocuparse por todas las actividades asociadas a la adquisición de nuevas radiobases a su plantilla. Es decir que, la búsqueda de sitios, negociación de contratos y las correspondientes obras civiles serán responsabilidad de este tipo de compañías de manera integral, que por ser tan específicas en sus alcances, tendrán un grado de experiencia suficiente para incrementar fácilmente los nodos componentes de una red. Estos potenciales nuevos puntos serán ofrecidos a los diferentes operadores a cambio de un alquiler, dejando únicamente como tarea pendiente para los prestadores de servicios móviles la instalación del equipamiento específico de la tecnología a desplegar.

Por otra parte, es posible clasificar también a la *compartición* de infraestructura de una forma más sencilla, diferenciándose entre activa y pasiva. De acuerdo a la definición de la *Unión Internacional de Telecomunicaciones – ITU –* en su documento titulado *Trends in Telecommunication Reform 2008*, la *compartición* de los elementos pasivos incluye principalmente todos los equipos no-eléctricos. Entre ellos, es posible mencionar las torres, postes, salas de equipamiento, energía, sistemas de seguridad y ductos. Por otra parte, la *compartición* activa de recursos incluye aquellos equipos electrónicos que están asociados con la lógica e inteligencia de la red. Ellos incluyen las radiobases de telefonía móvil, nodos de acceso o de conmutación, entre otros, y todos sus componentes primarios.

Trazando un paralelismo entre ambas clasificaciones, el primer nivel propuesto por Chanab et al, es decir, el *Site Sharing*, es aquel que comparte únicamente los elementos pasivos, mientras que el resto – *Network Sharing*, *Spectrum Sharing* y *MVNOs* - incluyen la compartición de elementos activos. En la siguiente tabla se comparan las ventajas y desventajas de cada uno de los diferentes niveles de compartición de infraestructura.

Tipo de Compartición	Ventajas	Desventajas
Site Sharing	<ul style="list-style-type: none"> - Independencia de los operadores móviles en la gestión de la red - Acuerdos dinámicos en función de las necesidad de cobertura de cada operador - Variable adicional que tiene un operador para diferenciarse respecto de sus competidores 	<ul style="list-style-type: none"> - Los operadores no logran ahorros de inversión y mantenimiento significativos - Al ser los sitios elementos diferenciadores, las aprobaciones para instalar equipos de los competidores suele ser lenta y dificultosa.
Network Sharing	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción significativa de Inversión en Infraestructura (CAPEX) y en operación (OPEX) de la red - Aumento de la velocidad de despliegue de las redes 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de Independencia en la gestión de la red - Disminución en la competitividad de los operadores (<i>comoditización de la red</i>) - Diferenciación únicamente por posesión de espectro - Dificultad en la generación de acuerdos para la operación y desarrollo de la red
Spectrum Sharing	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción significativa en el CAPEX y OPEX, aún mayor que en el caso de Network Sharing - Incremento de la velocidad de despliegue - Mejor utilización de los recursos del espectro 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor dependencia de los operadores asociados para la gestión de la red - Menor posibilidad de diferenciación con los competidores - Diferencia de usuarios de cada operador puede generar asimetrías en el uso del espectro.
MVNOs	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción total del CAPEX y OPEX por parte del operador virtual - Permite la focalización del operador en el usuario final y sus respectivos servicios 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida total del control en el desarrollo de la red móvil - Comercialización de servicios depende íntegramente del departamento técnico de otro operador
National Roaming	<ul style="list-style-type: none"> - Útil para nuevos o pequeños operadores, con falta de cobertura a nivel nacional - Permite acelerar significativamente despliegues y/o <i>Start Ups</i> temporalmente 	<ul style="list-style-type: none"> - Genera asimetría y dependencia de pequeños en grandes operadores - Solución temporal para resolver problemas puntuales
Tower Companies	<ul style="list-style-type: none"> - Resuelve uno de los principales inconvenientes de los operadores: la adquisición de sitios nuevos - Si tienen buena eficiencia, puede acelerar y mejorar significativamente los despliegues de nuevas tecnologías - Elimina las trabas entre competidores al momento de negociar la colocalización de sitios 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere igualmente de obras costosas para poder acomodar la carga de todos los operadores al mismo tiempo - No hay reducciones significativas en el CAPEX ni el OPEX de la red

Tabla 1: Comparativa entre los diferentes niveles de Compartición de Infraestructura

Debido a que en la presente tesis se analizará únicamente la compartición de infraestructura entre operadores existentes en Argentina, se hará foco principalmente en las primeras tres posibilidades que desarrolla Chanab et al. en su ensayo. *Site Sharing* es una forma de compartir infraestructura que ya se está llevando a cabo en Argentina. Sin embargo, si bien los resultados son en cierta medida positivos y existe una ventaja en el despliegue de la red que evidencian los operadores que se colocalizan en un mismo sitio físico, la práctica demuestra que por un problema de carga estructural – necesidad de grandes cantidades de equipamiento de radiofrecuencia en cada sitio para poder brindar los servicios de 2G, 3G y 4G en todas las bandas operativas en el país – los niveles de aprobación que las empresas se otorgan entre sí para realizar las debidas modernizaciones y expansiones son escasos, y muchas veces, demasiado lentos. En consecuencia, en lugar de actuar como facilitadores del despliegue de nuevas tecnologías, los operadores móviles se ven privados de mejorar sus redes. Es decir, la principal desventaja indicada en la Tabla 1 tiene un mayor peso que todas las ventajas allí enumeradas.

Por otra parte, repasando las correspondientes ventajas y desventajas del *Network Sharing*, parecería que este tipo de compartición de infraestructura podría eliminar los problemas que trae aparejado el *Site Sharing*, ya que los elementos de radiofrecuencia pueden ser explotados de forma conjunta por los operadores que suscriben al acuerdo. Es decir, sin necesidad de competir por el espacio en la estructura, se obtiene además una ventaja adicional en la sinergia que se produce al compartir esta infraestructura: la inversión necesaria para desplegar una red se reducirá producto de que varios elementos comunes de la red de acceso no serán duplicados. Sin embargo, habrá que considerar aquí el estado de madurez de las compañías de telefonía móvil respecto de la comprensión de este tipo de acuerdos, ya que, como se verá más adelante en la sección donde se enumeren los casos de éxito en el mundo en donde se han desarrollado este tipo de acuerdos, es necesaria una gran cooperación de las partes en lo que respecta a la construcción de las redes y su respectiva operación. En líneas generales, las actividades de *Marketing* y promoción de los servicios suelen ser los *drivers* que impulsan el desarrollo de las redes. Por lo tanto, sin la posibilidad de controlar unilateralmente el crecimiento de la totalidad de la red – debido a que esta debe hacerse en conjunto con el otro operador, que puede tener

otros intereses comerciales – es necesario entonces desarrollar acuerdos claros que eviten conflictos entre las partes.

En última instancia, el *Spectrum Sharing* puede considerarse un paso más profundo que el *Network Sharing*, en donde los operadores móviles no sólo podrían sinergizar sus respectivos despliegues y obtener así ahorros significativos en sus inversiones y costos de operación, sino que además, podrían mejorar el rendimiento del uso del espectro radioeléctrico. Sin ser objeto de estudio de la presente tesis, es posible verificar en la literatura técnica de las redes de cuarta generación que una portadora de 20MHz puede lograr mejores resultados en cuanto a capacidad que dos portadoras separadas de 10MHz. Por lo tanto, es posible que dos operadores con espectro contiguo puedan adicionalmente a las ventajas que otorga el compartir la infraestructura, obtener mejores resultados de *performance* que si implementaran su red por separado. Sin embargo, debe considerarse que a medida que los recursos se van utilizando de manera conjunto, la interdependencia de los operadores se hace más estrecha y la red construida se *comoditiza*. Esto quiere decir que, al ser exactamente igual en su estructura y capacidad, la posibilidad de diferenciarse que tienen los operadores que acuerdan este formato de despliegue conjunto es cada vez más difícil.

Asimismo, otra desventaja que debe considerarse en esta topología, y que se desarrollará en profundidad en la siguiente sección, es el hecho de que la operación de la red se torna aún más compleja que en los niveles inferiores. Si la proporción de usuarios que tiene cada operador resultase ser asimétrica, y cada uno de ellos aportara la mitad de los recursos para la construcción de la red, se generaría un desbalance en la utilización de la infraestructura que podría resentir los acuerdos alcanzados. Es por este motivo que se necesita con mayor énfasis contar con un extenso y detallado acuerdo sobre cómo invertir y operar este tipo de redes, siendo esto muy difícil de alcanzar debido a la cantidad de escenarios que deben predecirse al momento de firmar un convenio para realizar un despliegue del tipo *Spectrum Sharing*.

Es importante destacar que, en cualquier caso, la construcción de las redes que los operadores móviles desarrollarán será de común acuerdo. Dependiendo del caso que se trate, estos deberán compartir la inversión, ya sea en la adquisición del sitio o de la

infraestructura móvil, junto con los costos de operación y mantenimiento. En particular, el objetivo de la tesis, como ya fue descrito con anterioridad, es el de estudiar la factibilidad de la adopción de *RAN Sharing*, es decir, de la compartición de los recursos de la red de acceso - aquellos nodos que conforman a la UTRAN. Para ello, los únicos niveles de compartición de infraestructura que aplican son los primeros tres que se describieron anteriormente, ya que se parte de la base de que todos los operadores son incumbentes y por lo tanto no tienen necesidad de compartir la infraestructura del *Core Network*. En la siguiente sección se realizará un análisis más profundo de las variantes del *RAN Sharing*, analizando su complejidad de implementación.

Es necesario remarcar que para el caso de *RAN Sharing*, las decisiones en lo que se refiere al despliegue y a la operación deberán, en líneas generales, ser compartidas por las partes involucradas. Esta definición puede aplicarse tanto a las redes móviles como fijas, aunque en la actualidad esta terminología suele asociarse con la red de telefonía móvil, ya que esta se encuentra en una fase de expansión mayor que la última.

Para finalizar, la compartición de infraestructura podría entenderse como un proceso de cooperación entre competidores. Por este motivo, es necesario destacar el rol que debe tener el ente regulador en el proceso de fiscalización de este tipo de despliegues, de forma tal de garantizar la competencia y evitar los monopolios u oligopolios en el mercado. Bengt Molleryd establece también una definición del término *co-opetition*³, con 4 diferentes niveles de competencia y cooperación posibles.

1. Un espíritu de competencia y cooperación focalizado en principios de trabajo que facilitan el uso compartido de recursos.
2. Cooperación a nivel de infraestructura con terceros, cuyo objeto fundamental es el de reducir los costos de operación de los involucrados y tener una solución unificada.
3. Cooperación a nivel de Infraestructura a través de un *joint venture*, encargado únicamente del despliegue y la operación.
4. Cooperación a nivel de Infraestructura a través de un *joint venture*, encargado del despliegue, la operación y la provisión de servicios de forma conjunta.

³ Por su mezcla de palabras en Inglés: *Competition* y *cooperation*.

El mismo autor pone en evidencia esta evolución paulatina del entorno de cooperación entre competidores, destacando el estado inicial de los operadores móviles, quienes estaban encargados de desarrollar los equipos móviles, citando como ejemplo la asociación entre *TeliaSonera* y *Ericsson*, para resaltar la posterior evolución de los proveedores de servicios de comunicaciones a su situación actual, en donde ciertos servicios son delegados directamente a los *vendors* bajo el formato de *Managed Services*, hasta la reciente materialización de las primeras redes completamente compartidas a través de *Joint Ventures* en el mundo.

2.1.4 RAN Sharing

De igual forma, tanto el segundo – *Network Sharing* – como el tercero – *Spectrum Sharing* – de los niveles antes descritos son los que despiertan, en la actualidad, mayor interés entre los operadores móviles. Esto se debe a que, en primera instancia, permite aprovechar los recursos entre las diferentes partes involucradas de una forma más eficiente, ya que la red de acceso es la que más número de elementos de red posee. El primero de los niveles – el *Site Sharing* – ya se aplica en la actualidad, y si bien ha tenido resultados positivos, con el requerimiento de un despliegue veloz de la tecnología 4G, se han presentado trabas estructurales que impide que en algunos sitios colocalizados se agregue carga adicional.

Estas dos variantes tienen un nombre particular dentro de la 3GPP: por un lado, *MORAN* ó *Multiple Operator Radio Access Network* es aquella que se desarrolla con portadoras dedicadas, mientras que *MOCN* ó *Multiple Operator Core Network* es aquel formato en el que los operadores comparten sus frecuencias. Para poder comprender en detalle ambas metodologías y su complejidad de implementación, se desarrollarán en las siguientes secciones una breve explicación del funcionamiento de ambas opciones de compartición de infraestructura.

2.1.5 MORAN: Multiple Operator Radio Access Network - Network Sharing

En la primera de las soluciones antes mencionada, cada operador que decide compartir infraestructura con otro – *Network Sharing*, tiene su propio *core de paquetes* independiente del de su socio en el despliegue. Esto quiere decir que únicamente se comparten aquellos elementos de la red de acceso móvil – controladoras para el caso de 2G

y 3G, y nodos 2G, 3G y 4G – detallados en la sección *La red de Acceso Móvil*, sin llegar a compartir el espectro radioeléctrico. Es decir, cada operador debe tener su propia licencia para operar y explotar una porción de este recurso. En definitiva, se compartirán todos los elementos de la UTRAN que están encargados de irradiar las diferentes portadoras de los operadores participantes del acuerdo, utilizando en conjunto y de forma dinámica la capacidad del nodo y la estructura del sitio.

La figura 6 ejemplifica cómo se vinculan dos operadores móviles que comparten la infraestructura de acceso, sin compartir el *Core de Paquetes* ni la frecuencia de operación.

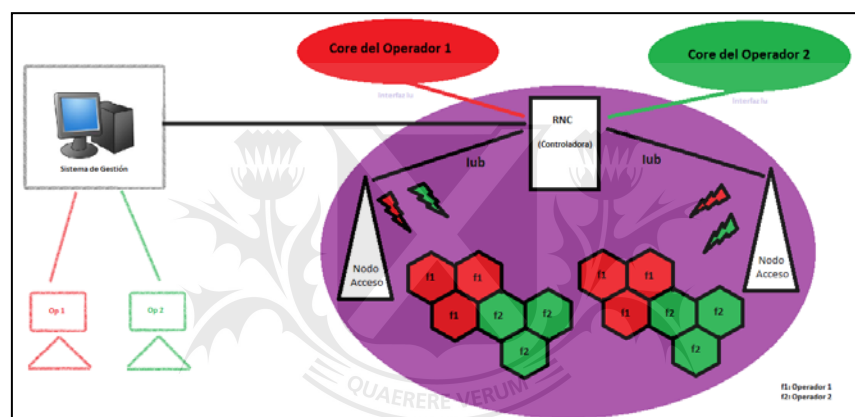


Figura 6: MORAN (Portadoras Dedicadas)

Como es posible observar en el esquema anterior, ambos operadores – llamados A y B – tienen frecuencias diferentes para explotar el espectro radioeléctrico (f1 y f2). El nodo se encarga de irradiar ambas y, de esta forma, los operadores que realizan *RAN Sharing* logran compartir el sitio propiamente dicho, así como el *Hardware* específico utilizado en la radiobase en conjunto con sus licencias de capacidad, interfaces de transmisión, y las respectivas controladoras, dependiendo de la tecnología que se desee compartir.

Es importante destacar aquí que no es necesario que se comparta el equipamiento para todas las tecnologías a desplegar. Esto quiere decir que es posible, por ejemplo, que los operadores decidan compartir la infraestructura para una nueva tecnología a desplegar – por ejemplo, la de cuarta generación – manteniendo el control total de sus redes ya desplegadas.

Asimismo, este tipo de solución les permite a los operadores compartir el sistema de gestión de la red, que podrá controlar el nodo unificado y los recursos que este tiene,

pudiendo separar las estadísticas de cada portadora en sub-sistemas diferentes para una verificación independiente de los indicadores de calidad del sitio. Este punto es muy importante ya que todo operador desea visualizar cuál es la *performance* de su red, para poder entender cómo es la calidad de su servicio y qué necesita mejorar. Esta herramienta llamada OSS es la que, entre otras cosas, le permite satisfacer esta necesidad.

Por otra parte, como es posible inferir del mismo diagrama, los *Core de Paquetes* se mantienen independientes uno del otro, ya que las controladoras y/o nodos unificados podrán conectarse a dos *Cores* en simultáneo. Un punto fundamental a destacar en este tipo de soluciones es que la operación del nodo será de forma conjunta y que, por lo tanto, al compartir los recursos de *Hardware* del nodo, los operadores involucrados bajo esta modalidad de provisión de Servicios no podrán separar sus decisiones en lo que respecta a la configuración del nodo. Para ejemplificar esta situación, es posible resaltar la imposibilidad de ajustar la inclinación – *tilt* – de los sistemas radiantes para optimizar las diferentes coberturas. Por ende, estos parámetros deberán ser consensuados por ambas partes al momento de materializar el despliegue.

A continuación, se adjunta otro diagrama de donde puede desprenderse el funcionamiento independiente de ambas redes.

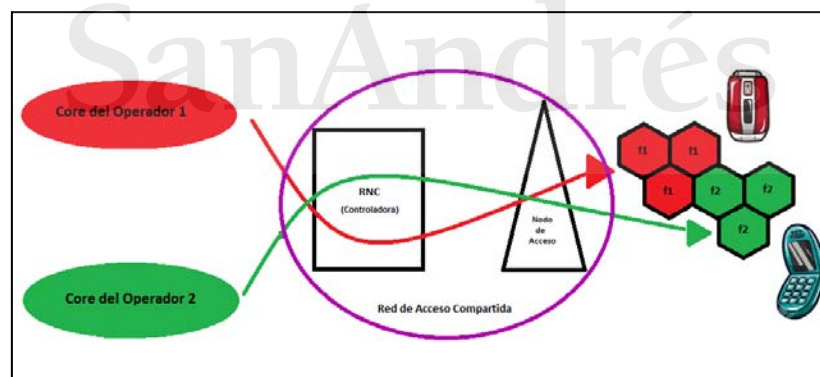


Figura 7: Selección de red en RAN Sharing con Portadoras Dedicadas

De la figura 7 se desprende que cada usuario podrá indistintamente seleccionar la red del operador que sea su proveedor de servicios de comunicaciones, sin importar que los nodos estén siendo utilizados de forma unificada. En el caso de las tecnologías 2G y 3G, la controladora será el elemento de red encargado de desagregar el tráfico hacia cada *Core de Paquetes*, mientras que para el caso de los nodos 4G, esta función la llevará adelante el

propio nodo. Desde el punto de vista del usuario, todas las funciones que debe cumplir la red de acceso se mantienen sin alteraciones, lo que convierte al *RAN Sharing* como una solución transparente para el usuario final y a su vez, efectiva en costos para los operadores que deciden avanzar con esta modalidad de despliegue.

Desde el punto de vista de la movilidad, detallado en la Figura 8, los usuarios también verán un funcionamiento similar al de cualquier otra red que no esté construida bajo este formato de compartición de infraestructura. Esta tecnología les permite, incluso, poder hacer *handover* – intercambio del nodo que presta el servicio al usuario final en un momento determinado – entre porciones de red desplegadas por un único operador y aquellas partes de la red de acceso que son compartidas con otros proveedores de servicios. Esta versatilidad es posible ya que la tecnología de *RAN Sharing* permite hacer despliegues con arquitecturas flexibles, como se puede observar en la Figura 9.

En este tipo de arquitecturas híbridas, es posible que cada operador tenga en su red controladoras y nodos dedicados a irradiar únicamente su porción del espectro radioeléctrico asignado con su licencia de operador, junto con otras controladoras y nodos compartidos con otros prestadores de servicios. Las combinaciones posibles en lo que respecta a posibilidades de interconexión son variadas, pudiendo interconectar nodos compartidos y dedicados a una controladora compartida, controladoras compartidas con controladoras dedicadas, pero sin poder hacerlo con nodos compartidos a controladoras dedicadas, ya que estas últimas no podrían enviar el tráfico a los dos *Cores de Paquetes* involucrados en la estructura de *RAN Sharing*.

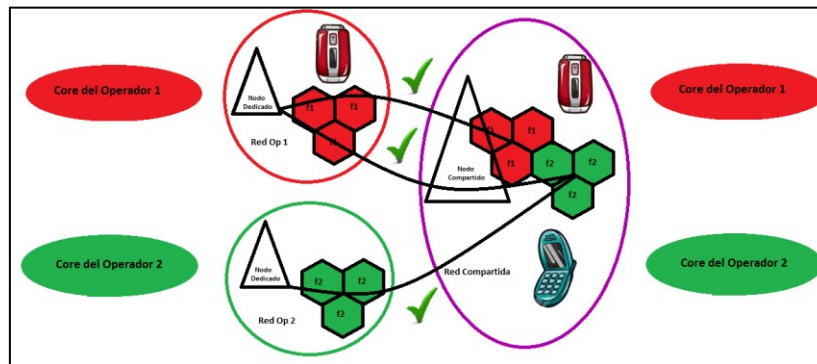


Figura 8: Ventajas de la Movilidad con MORAN

Finalmente, respecto de la movilidad, vale destacar que es posible permitir a los clientes de uno de los operadores involucrados en *RAN Sharing* hacer una transición desde la frecuencia que le corresponde a su propio prestador de servicios hacia la del operador que se encuentra compartiendo los recursos con él. La ventaja de este tipo *handovers* es que la red compartida ya se encuentra directamente conectada al *Core de Paquetes* al que pertenece el usuario final, lo que mejora la *performance* de los usuarios considerados como *roamers*. Esta funcionalidad podría habilitarse de forma independiente por operador, es decir, permitiéndole únicamente a uno de los usuarios que efectúa el *RAN Sharing* – o a aquellos que quieran, en función de los acuerdos desarrollados entre ellos – tener la posibilidad de que sus usuarios utilicen la frecuencia de operación del otro proveedor de servicios.

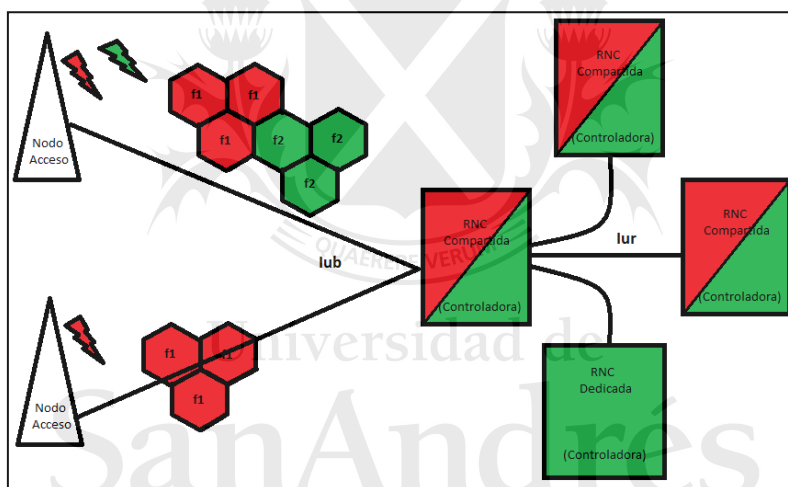


Figura 9: Arquitecturas híbridas permitidas para desplegar MORAN

En última instancia, para comprender en su totalidad el funcionamiento de este tipo de arquitectura, es importante resaltar qué variantes existen para interconectar los nodos de acceso con su respectiva controladora – para el caso 2G y 3G – o directamente con el *Core* – para el caso de 4G, ya que estos elementos de red son compartidos y por ende visibles por ambos operadores. Como puede observarse en la figura 10, el enlace físico – link – de la primera metodología de interconexión entre el nodo B y su respectiva controladora o *core* es a través de un mismo medio físico. Al ser unificado, la gestión de esta interfaz no puede ser independiente, lo que imposibilita a cada operador otorgar calidad de servicio diferente para cada tipo de paquete transmitido. Sin embargo, con esta metodología de trabajo es

posible mejorar la operación de la red, haciéndola más sencilla y a su vez más económica, ya que se comparten también los recursos físicos de transmisión o *backhauling*.

Por otra parte, existe la posibilidad de que los enlaces entre ambos elementos de red sean independientes, como se muestra en el segundo caso de la figura 10. Aquí, cada operador podrá definir la calidad de servicio que cada uno desee para su red de transporte. Sin embargo, se incrementarán sensiblemente los costos de operación y mantenimiento de cada uno de ellos, ya que serán necesarias dos redes de transmisión diferentes, que cubran los mismos puntos. Esta redundancia puede ser, a priori, un elemento de diferenciación de cada operador respecto del servicio provisto a sus usuarios finales, ya que prestador podrá definir las políticas de calidad de servicio que desee para transmitir el tráfico por su red.

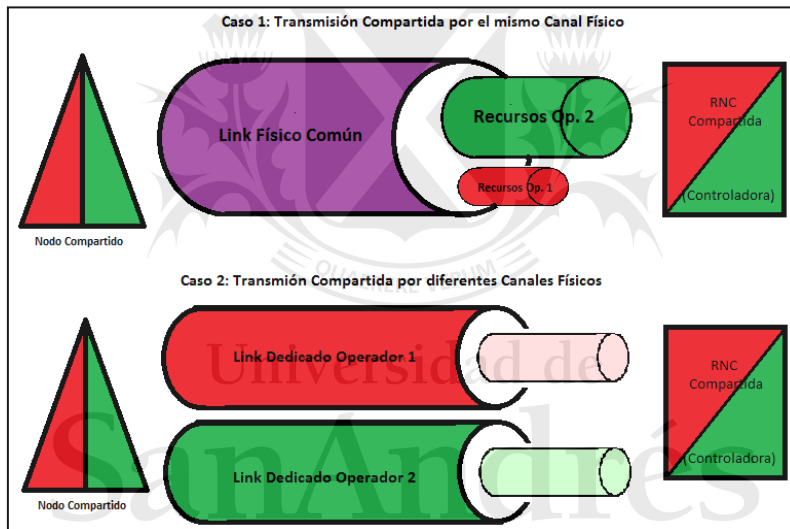


Figura 10: Diferentes técnicas de transmisión

2.1.6 MOCN: Multiple Operator Core Network - Spectrum Sharing

La segunda de las opciones que se analizará en detalle en esta tesis es la que conforma el tercer estrato de la compartición de infraestructura – denominado genéricamente *Spectrum Sharing* – o reconocida como *Multiple Operator Core Network*. En este caso en particular, los operadores móviles que deciden compartir su infraestructura no sólo despliegan en conjunto los recursos de la red de acceso, como ser los sitios, las estructuras físicas, y el *hardware* específico de la red de acceso móvil, sino que además deciden compartir la frecuencia con el otro proveedor de servicios que suscribe al acuerdo.

El funcionamiento de esta metodología de compartición de infraestructura se basa en que los dos identificadores de red de los operadores que hacen *MOCN* – denominados PLMN ID – son irradiados a través de la misma porción del espectro radioeléctrico, como se muestra en la figura 11. Esta diferencia es la única que existe entre esta figura y la número 6, en donde se describe la solución de *MORAN*. La metodología de compartición del espectro puede ser o bien una combinación de ambas portadoras – que deben ser consecutivas – o bien que uno de los dos operadores decida compartir su propia frecuencia a partir de obtener algún tipo de renta, de acuerdo al modelo de negocios planteado con su socio, y a la holgura de este recurso respecto de los usuarios asociados a su red.

Para el usuario final, esta tipología de red tampoco presupone un cambio en los hábitos de consumo de los servicios ni tampoco en la percepción del funcionamiento de la misma. Cada terminal perteneciente a los operadores que se encuentran compartiendo la red de acceso ingresa al sistema por la misma frecuencia, para luego ser direccionada al *Core* de paquetes propio de cada operador a partir de un *set* de parámetros predeterminado en los diferentes elementos de red. Vale destacar que a pesar de ser la misma frecuencia la que utilicen ambos operadores, los indicadores – PLMN id – que aparecerán en la pantalla de cada terminal que se encuentre utilizando esta red compartida será el que corresponda para cada usuario. En la figura incluida debajo es posible reconocer el funcionamiento antes descripto.

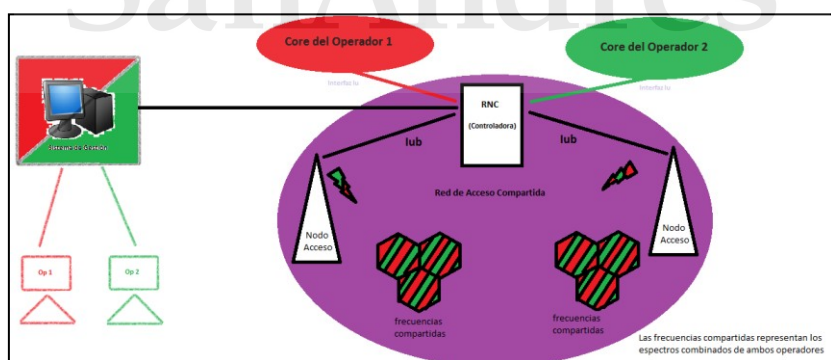


Figura 11: MOCN (Portadoras Compartidas)

Respecto de la movilidad, es importante comentar que, análogamente al caso de *MORAN*, el usuario final no percibe ningún cambio en lo que respecta al servicio y su posibilidad de desplazarse territorialmente. De acuerdo a las especificaciones de *handover* estipuladas por cada operador, los usuarios podrán residir alternativamente en un nodo en

donde se esté efectuando *RAN Sharing*, pudiendo trasladarse luego, en función de la necesidad del terminal, a otro nodo que sea explotado únicamente por su propio operador. El pasaje opuesto de usuarios – es decir, de un nodo con único operador a nodo con frecuencia compartida – también está permitido. En definitiva, son los elementos de la red de acceso quienes definen el camino del tráfico hacia el *Packet Core*, independientemente del nodo o la frecuencia en donde se origine la sesión.

Por otra parte, es relevante destacar que la arquitectura híbrida especificada en la figura 9 para la solución *MORAN* no es válida para *MOCN*: una controladora – para los casos de 2G y 3G, que necesariamente debe ser compartida por ambos operadores para soportar la compartición del espectro radioeléctrico en un único nodo, no puede soportar la interconexión con nodos dedicados o compartidos. Todos estos deben ser igualmente híbridos, por lo que si un operador en particular desea hacer una expansión mayor de sitios a la acordada bajo el formato de *RAN Sharing*, deberá desplegar una controladora adicional.

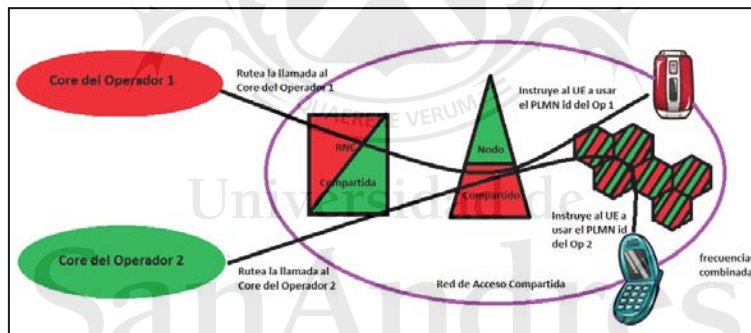


Figura 12: Selección de Red en MOCN

Para concluir con la descripción de la solución de *Spectrum Sharing*, es menester mencionar que en los casos de las tecnologías de segunda y tercera generación, la transmisión entre los nodos con frecuencias compartidas y sus respectivas controladoras es necesariamente a través de un mismo enlace físico. Es la controladora quien, una vez que recibe la información de ambos operadores, es capaz de desagregar el tráfico entre los dos *Core de Paquetes*. En la figura 14 se pone de manifiesto esta forma de operación. Para el caso de la tecnología de cuarta generación, este requerimiento se mantiene vigente, sólo que la red de transporte es la que direccionará los paquetes a sus respectivos *Core de Paquetes*.

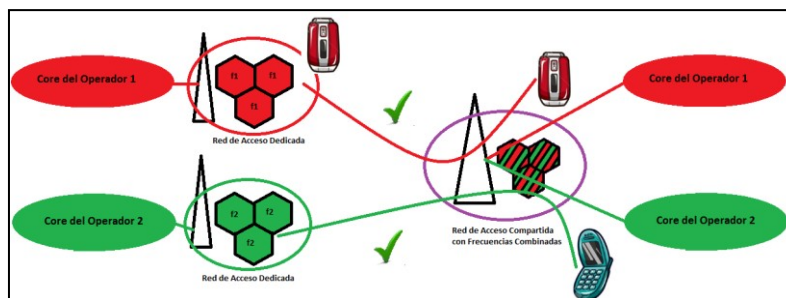


Figura 13: Movilidad en MOCN

Asimismo, ambos proveedores de servicios deberán acordar cómo optimizar la red de transmisión, puesto que en los casos de compartición de espectro es imposible desagregar el tráfico que cursa cada operador antes de las controladoras. En consecuencia, la operación de la red será aún más trabajosa en este caso que para las implementaciones de *MORAN*, ya que no sólo se acumulará la optimización de los parámetros de radio frecuencia de los sistemas radiantes, si no que a su vez, se deberá gestionar la compartición de la configuración de la red de transmisión junto con las portadoras combinadas.

Otro punto fundamental a tener en cuenta es que en el contexto de Argentina, la posibilidad de explotar de forma conjunta y combinada las frecuencias depende de la aprobación del ente regulador, lo que hace aún más difícil de utilizar este tipo de tecnologías. En la actualidad, cada operador debe explotar el espectro que le fuera asignado durante la subasta, y por cuestiones de defensa de la competencia, no existe autorización hasta la fecha que habilite la explotación conjunta de este recurso.

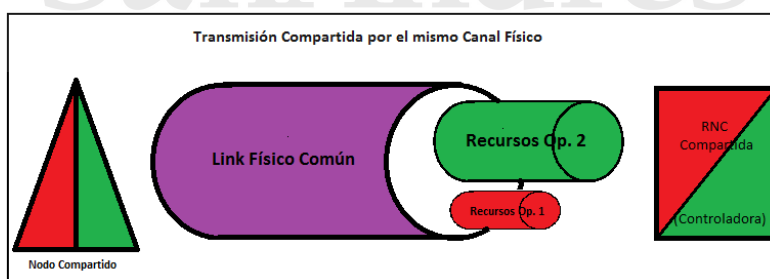


Figura 14: Transmisión en MOCN

Capítulo II: El contexto de las comunicaciones móviles.

2.2.1 El estado del arte: la adopción de RAN Sharing en el Mundo.

La tecnología de *RAN Sharing* ha sido desarrollada ampliamente por los diferentes proveedores de tecnología móvil durante los últimos años, apalancados por las necesidades

del negocio de los operadores. En la actualidad, existen una gran cantidad de despliegues en el mundo que han utilizado esta tecnología de compartición de infraestructura, más allá de la colocación de sitios, alternativa utilizada en la mayoría de los países del mundo.

En líneas generales, todas las operaciones conjuntas nacen como alianzas estratégicas entre los operadores de menor importancia de un país para enfrentar al proveedor de servicios que se encuentra en la posición dominante. Su objetivo, en la mayoría de los casos, es incrementar la cobertura y calidad del servicio a gran velocidad para acortar la brecha que los separa del primer operador. A partir de dividir al país en diferentes áreas se logran alcanzar ritmos de despliegue más veloces y con mayor eficiencia que los convencionales. Otro objetivo fundamental para estos pequeños operadores es lograr también un ahorro de *CAPEX* y *OPEX*, hecho que suele ser importante luego de la adquisición de las licencias para explotar el espectro radioeléctrico debido al impacto significativo que esta erogación causa en las finanzas de pequeñas compañías.

Vale destacar que si bien la mayoría de los acuerdos de *RAN Sharing* suelen darse entre dos operadores, hay casos de estudio en países – como por ejemplo Irán, con MCCI, Irancell y Taliya – donde se está estudiando la factibilidad de hacer acuerdos entre más de dos partes. En la actualidad, los proveedores de infraestructura tienen la facultad tecnológica de soportar hasta 4 operadores bajo esta modalidad, lo que les otorga la posibilidad de evaluar modelos de negocios diferentes. Tal es el caso de una compañía de Rusia llamada *Yota*, que de forma conjunta con Huawei, ha decidido construir una red de acceso para 4G con el objetivo de ser alquilada a operadores virtuales. Este tipo de proveedor de servicios se encargará únicamente de la adquisición de clientes y comercialización de los diferentes productos, delegando en *Yota* la responsabilidad de construir, operar y mantener la totalidad de la red.

Se enumeran debajo en la tabla 2 una gran cantidad de casos registrados a la fecha donde se ha implementado *RAN Sharing* a lo largo del mundo. La diferencia entre las distintas estrategias y decisiones dependen exclusivamente de los contextos específicos de los operadores involucrados en cada país. En las siguientes secciones se profundizará el análisis del contexto de algunos de estos casos.

País	MOC		MORAN	
	Operador 1	Operador 2	Operador 1	Operador 2
Canadá	Bell	Telus		
Dinamarca	Telia	Telenor		
España			Orange	Vodafone
Gran			Vodafone	O2
Gran			H3G	T-Mobile
Holanda			KPN	Telefort
Suecia	Telenor	Tele2		
Polonia	T-Mobile / Orange			
Austria	T-Mobile	Hutchinson (3)		
Australia	H3GA	Telstra		
Australia			Optus	Vodafone
Colombia			Movistar	Tigo
Brasil			Oi	TIM
Brasil			Claro	Vivo
Hong Kong	Hutchinson (3)	PCCW		
Indonesia			ExcelCom	Hutchinson (3)
Thailand			True	Cat

Tabla 2: Listado de países con implementación de RAN Sharing

El caso de Bell y Telus

El caso de los operadores Bell y Telus en Canadá ejemplifica claramente la causa que suele motivar a los operadores a implementar este tipo de tecnologías. Siendo ampliamente superados por el primer prestador de servicios móviles de Canadá – Rogers – y con deficientes niveles de cobertura en un vasto territorio, ambos operadores deciden firmar un acuerdo para mejorar su posición en el mercado.

El mercado de comunicaciones de Canadá es significativamente complejo, ya que con un área aproximada de 10 Millones de kilómetros cuadrados, y una población de 35 Millones de habitantes, la densidad poblacional promedio apenas alcanza los 4 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta situación dificulta la provisión de un servicio de alta calidad, puesto que la cobertura de todo el país es sumamente dificultosa y costosa, hecho que se pone de manifiesto con los elevados plazos del retorno de las inversiones en áreas despobladas.

Previo a la firma del acuerdo de *RAN Sharing* entre ambos proveedores de servicios móviles, la penetración de la telefonía en el país alcanzaba únicamente al 70% de la

población, cifra que para un país desarrollado era sumamente baja. Por lo tanto, el objetivo de estas compañías fue el de consolidar su posición en el mercado a partir de un acuerdo que les permitiera desplegar masivamente una mayor cantidad de sitios a lo largo del país, habilitándolos a competir de una forma eficiente contra el líder del mercado.

Su estrategia de implementación consistió en la división del país en 2 regiones – Este y Oeste – asignados respectivamente a Bell y Telus. Cada operador se encargó de construir y administrar una red completamente compartida, incluyendo el espectro radioeléctrico, sin priorización en la atención de usuarios. Con el fin de evitar asimetrías en el uso de los recursos compartidos, ambos operadores decidieron medir la utilización de cada uno de ellos en las diferentes porciones de la red, estableciendo umbrales que le permitieran definir el costo de la sobreutilización de la infraestructura desplegada por su socio, y poder así realizar una ecualización de los recursos consumidos.

El acuerdo, firmado en 2007, tardó 3 años en materializarse para las tecnologías de tercera y cuarta generación, alcanzándose resultados positivos recién en el año 2010. En primer lugar, la cobertura de ambos operadores se incremento del 65% del país hasta el 98%. Sin embargo, para alcanzar este objetivo, no fue necesario que ambas compañías incorporasen una gran cantidad de sitios a su red: en rigor de verdad, ambos operadores lograron desprenderse del 50% de sus sitios, ya que la otra región del país era operada por su socia, quien desplegaba todos los sitios necesarios para alcanzar la mejora de cobertura deseada.

Asimismo, lo antedicho impactó significativamente en la velocidad de despliegue y crecimiento de la red, permitiéndoles a ambos operadores mejorar su respuesta a nuevos clientes. De acuerdo a un reporte propio de *Bell Canada Enterprise* de 2010, del total de nuevas líneas que se incorporaban al mercado Canadiense ese año, el mayor número de usuarios elegía a esta compañía (41%) respecto de sus competidores Telus (34%) y Rogers (26%). Si se comparaba dicha cifra con los valores del 2007 puede verse claramente como la estrategia unificada de Bell y Telus les permitió a ambos operadores acaparar entre ambos el 75% de los nuevos usuarios que se incorporaron al mercado de las comunicaciones en Canadá durante 2010, resultado significativamente menor al que conseguían en 2007 por separado, en donde se quedaban con el 50% de los nuevas líneas.

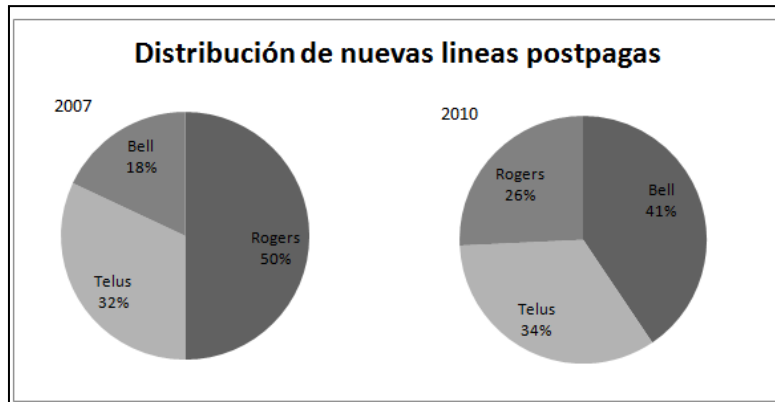


Figura 15: Evolución de la distribución de nuevas líneas post-pagas en Canadá

En conclusión, la estrategia adoptada por ambos operadores les permitió posicionarse de una manera más eficiente en el mercado, alcanzando una cobertura significativamente más alta que la que tenían por separado, y logrando así incorporar más usuarios nuevos a sus clientes que su principal competidor.

El caso Orange y Vodafone

En España, Orange y Vodafone tenían un inconveniente similar al que presentaban Bell y Telus en Canadá: siendo los segundos y terceros operadores en importancia del país, detrás de Telefónica, el operador incumbente y con fuerte penetración en todo el país, estos tenían serias deficiencias para poder brindar un servicio de calidad en todo el territorio Español. Si bien la cobertura de la tecnología UMTS era de más del 80% en las ciudades, la situación en áreas rurales era crítica: la cobertura no superaba el 50% del territorio.

Esta situación les generó un inconveniente con el Gobierno español, que para fin de 2007 requería que el 80% de la población estuviera cubierta con servicios de UMTS. Con el objeto de cumplir con dicho requerimiento, ambas compañías desarrollaron un acuerdo específico para poder brindar servicios a través de *RAN Sharing* con portadoras dedicadas en ciudades de menos de 25 mil habitantes. La implementación se llevó a cabo a partir de dividir el país en 2 regiones, administradas de forma separada para este tipo de localidades, aunque manteniendo la autonomía de aquellas zonas con mayor población. Esta estrategia estaba orientada a mejorar el retorno de inversión en las zonas con menor cantidad de usuarios potenciales, garantizándoles a su vez la posibilidad de tomar las decisiones en lo que a construcción y desarrollo de redes se refería en aquellas ciudades densamente pobladas.

El acuerdo, que en un principio cubría mil estaciones base, tenía como objetivo incrementar la cobertura de cada operador en un 25% y reducir un 40% de la grilla de cada uno de ellos. Sin embargo, en los 4 años subsiguientes este número se elevó a 5 mil radiobases, según lo reportado por ambas compañías y publicado en los medios de comunicación.

En Abril de 2015, estos operadores firmaron un acuerdo para extender su vínculo a la tecnología de cuarta generación en las mismas zonas rurales de baja densidad poblacional, y así acelerar su despliegue de este nuevo servicio. Esta extensión surgió como respuesta a otro acuerdo firmado por sus competidores Telefónica de España y Xfera Mviles (Yoigo), quienes cerraron previamente las condiciones para construir de manera conjunta su propia red.

Los resultados de este contrato firmado para 3G fueron muy positivos para Orange. Tomando como referencia las cifras del *GSMA*, esta compañía ha logrado incrementar su *Market Share* en 3G de 9.14% a fines de 2007 a 23.59% para fin de 2015, atravesando un pico de 23.99% para el Q3 de 2014. Esta situación le ha permitido posicionarse como uno de los principales proveedores de la tecnología 4G en España desde los comienzos de esta, a mediados del 2013, con 35.59% de los usuarios finales registrados al fin de 2015. Este logro no hubiera sido posible si Orange no hubiera mejorado su penetración en 3G desde el 2007 y previo al lanzamiento de 4G, ya que con una base de clientes más pequeña, hubiera sido imposible adquirir más de un tercio de los usuarios de esta nueva tecnología.

La situación respecto a la participación de mercado era sensiblemente diferente para Vodafone. A principios de 2005, esta operadora contaba con 70% del *Market Share* en 3G. Sin embargo, su porción de mercado disminuyó significativamente en los años siguientes con la aparición de nuevos jugadores. Al momento de firmar el acuerdo, a fines de 2007, su cartera de clientes continuaba contrayéndose velozmente, alcanzando en ese momento un valor del 50.18%. Para fines de 2015, su participación total de mercado fue del 24.07%. Sin embargo, en la provisión de los servicios de 4G – aquellos que hoy tienen mejor ARPU – su valor alcanzó en la misma fecha el 34.37% de *Market Share*, un valor similar al de su competidor Orange.

Si se compara la situación actual de ambos operadores en 3G respecto de su principal competidor Telefónica Móviles, esta se encuentra todavía por debajo de la del principal operador, que cuenta con el 41.14% de la participación total del mercado, valor superior al de Orange y Vodafone. Sin embargo, para la provisión de servicios de cuarta generación, esta compañía se encuentra con un porcentaje de participación de mercado muy bajo, cercano al 23.38% para fines de 2015. Este motivo es el que probablemente haya sido determinante en la consideración de la firma de un acuerdo de *RAN Sharing* con el cuarto operador del mercado español, ya que de ser el primer proveedor de servicios en 3G, quedó relegado a la tercera posición en 4G.

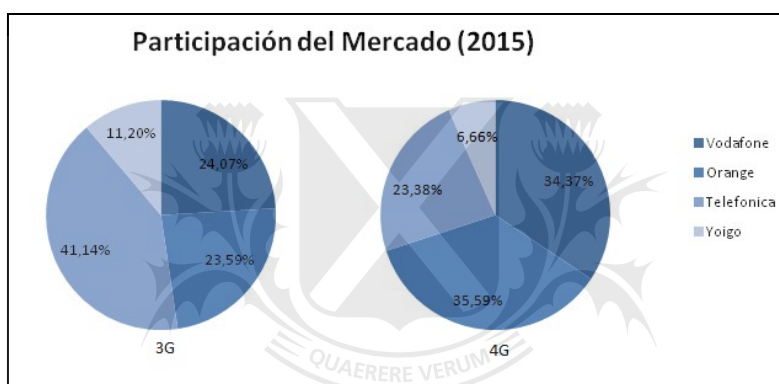


Figura 16: Participación del Mercado Español en 3G y 4G por Operador a fin de 2015

El caso T-Mobile y Orange

Polonia es un país con una oferta de operadores similar a la de España, que cuenta con 4 proveedores de Servicios. En el 2009, T-Mobile se encontraba en plena caída en lo que respecta a participación en el mercado de 3G: mientras que en 2005 contaba con más del 55% de los usuarios totales, su situación para el momento en el que decide emprender una red conjunta con Orange – 2009 – indicaba una caída del *Market Share* al 18.75%, situación similar a la evidenciada por Vodafone en España. Por otra parte, Orange era un nuevo operador que comenzó a brindar servicios de tercera generación en 2006, y contaba apenas con 16.45% del mercado, clientes mayoritariamente provenientes de su competidor T-Mobile. En el año 2009, la situación de Orange era significativamente mejor que la de T-Mobile, con un total del 28.34% del mercado de 3G. Sin embargo, su tendencia era negativa, pues esta compañía había logrado obtener un 35% del mercado para fin de 2007. Por otra parte, el principal proveedor de Servicios de 3G – Play – que había comenzado a

brindar servicios a comienzos de 2007, mostraba un incremento constante desde su salida al mercado, con una participación de 32.01%.

Con una estructura de red similar en cuanto a obsolescencia tecnológica, distribución del espectro radioeléctrico, y cantidad de usuarios, ambas compañías firmaron un acuerdo a largo plazo – 15 años – para poder, en este caso, reducir CAPEX y OPEX y así hacer más eficiente la operación de sus compañías, hecho sumamente importante en un contexto de precios de venta decreciente. En consecuencia, ambos operadores decidieron generar un *Joint Venture* llamado NetWorkS!, cuya participación de ambos operadores era en igual proporción.

En este caso, los operadores de Polonia T-Mobile y Orange desplegaron una estrategia combinada entre ambos tipos de tecnologías: por un lado, para la banda de 900MHz y el desarrollo de su servicios de UMTS, se decidieron por implementar MOCN; mientras que para la implementación de GSM (tanto 900MHz como 1800MHz) así como para el despliegue de UMTS en 2100MHz, lo hicieron a través de MORAN. El motivo de la utilización de una estrategia mixta en este caso fue la de poder brindar cobertura de UMTS en la zona Rural, en donde ambos operadores contaban con deficiencias en su servicio.

Al no tener frecuencias suficientes para desplegar una portadora de UMTS propia, mediante la unión de sus respectivas porciones de espectro radioeléctrico pudieron definir una portadora compartida capaz de atender sus usuarios simultáneamente, mejorando significativamente su servicio. Para el resto de las bandas, su estrategia apuntaba únicamente a hacer un manejo más eficiente y efectivo de los recursos disponibles. Con la formación del *Joint Ventures* que ambos operadores esperaban reducir sus costos operativos en un 29%, sirviendo a sus clientes con un total de 10 mil radiobases, número significativamente mayor al que ambas compañías tenían originalmente por separado: T-Mobile con 7.000, y Orange, con 6.400. Ambos operadores lograron aumentar su cantidad de sitios en más de un 30%.

Los resultados de este *Joint Venture* mostraron ser nuevamente positivos: la estrategia le permitió a Orange mantener su número de usuarios que ostentaba desde fin de

2009 – alrededor del 28.18% del *Market Share*, frenando así su sostenida caída, y permitiéndole a su vez convertirse en el primer proveedor de servicios de tercera generación de Polonia. Por otra parte, este acuerdo le permitió a T-Mobile crecer desde su 18% inicial a 24.29% y alcanzar así a Play en el segundo lugar, cuya participación se redujo en casi 8 puntos para quedar con 24.31% de participación de mercado.

En el caso de la tecnología de cuarta generación, Orange logró mantener casi en su totalidad la misma proporción que en 3G, es decir, un 27.35%, mientras que T-Mobile apenas alcanzó 14.60% del mercado, quedando detrás de Play (28.45%) y Plus (26.03%). Con el objeto de adquirir nuevos usuarios de 4G, y balancear su participación en el mercado, es que ambos operadores decidieron extender su acuerdo para las nuevas frecuencias adquiridas para brindar servicios de LTE en Febrero de 2016.

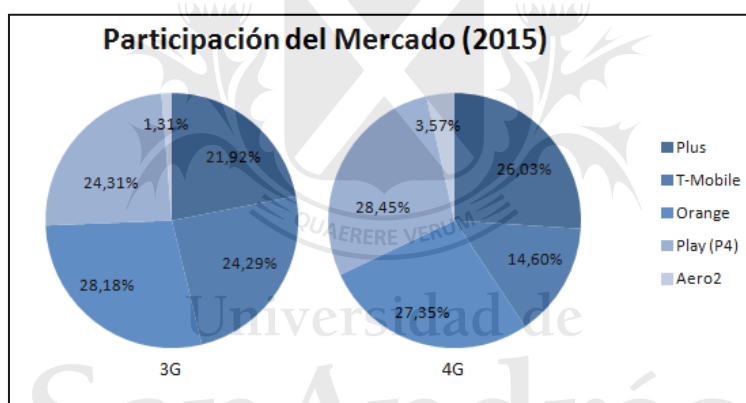


Figura 17: Participación del Mercado Polaco en 3G y 4G por Operador a fin de 2015

2.2.2 El contexto de las comunicaciones en el Mundo

Con el objeto de comprender el contexto de las comunicaciones móviles en el mundo para luego analizar la situación particular en el país, es importante reconocer cómo ha sido la evolución de las ganancias promedios por usuario en los diferentes continentes y a nivel global. De acuerdo a las estadísticas del GSMA, este valor muestra una tendencia claramente negativa en los últimos 5 años, con pendientes similares en todas las regiones del mundo. Sin embargo, mientras que el acumulado global indica una pérdida de 5 dólares en dicho período, la situación de cada continente es diferente. Por un lado, Europa ha sufrido mayores decrementos en igual período de tiempo, es decir, casi 10 dólares por usuario. América y Oceanía, a su vez, han sufrido reducciones de alrededor de 5 dólares en el mismo lapso de tiempo. Asia y África, en contrapartida, han mermado sus ingresos

promedio en apenas dos dólares, a pesar de que en promedio, sus ingresos absolutos están más de un 50% debajo que lo del resto de los continentes.

La caída de este indicador a nivel mundial establece una reducción en la rentabilidad de la industria de las comunicaciones, hecho que obliga a los diferentes operadores a evaluar cómo restringir sus gastos operativos y a optimizar sus inversiones de capital, a fin de maximizar sus ganancias. En la siguiente gráfica es posible observar la evolución del ARPU en los distintos continentes, así como su promedio global.

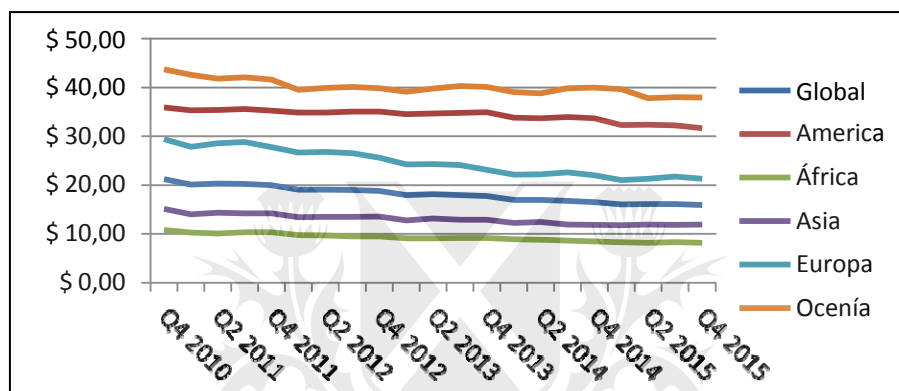


Figura 18: ARPU por Continente – años 2010 a 2015

Por otra parte, es necesario evaluar la evolución de las ganancias netas de los operadores móviles por continente en el mismo período de 5 años. La tendencia global indica un incremento del 20% en dicho período de tiempo, con picos positivos en cada último cuatrimestre del año, y una subsiguiente reducción de las ganancias en el período inicial del siguiente año. Esta evolución positiva no puede evaluarse por sí sola, ya que como hemos visto en el gráfico anterior, el rendimiento promedio por usuarios ha caído significativamente durante los últimos 5 años. Esto puede indicar o bien un claro incremento en los costos que atraviesan los operadores móviles, así como también una gran incorporación de nuevos usuarios al sistema de comunicaciones, que de forma combinada, producen mayores ganancias pero peores rendimientos promedio. A continuación se adjunta la curva de ganancias netas por continente y agrupadas en un promedio global, de acuerdo a las estadísticas relevadas en el GSMA.

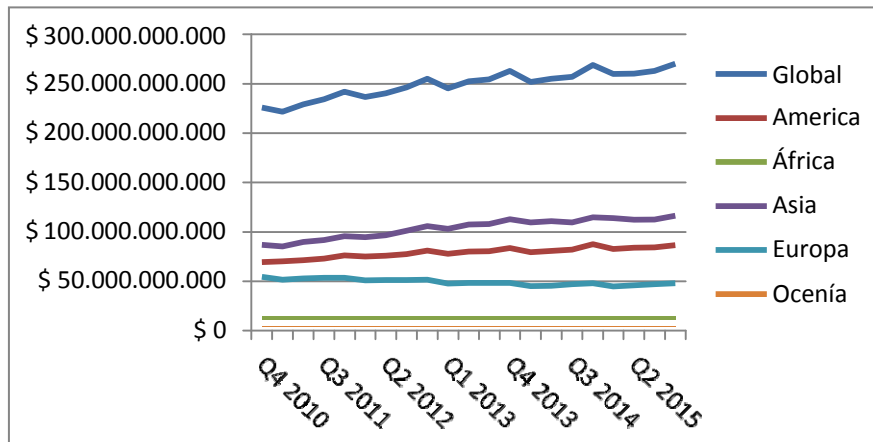


Figura 19: Ganancias Netas por Continente

Para obtener una visión global del motivo por el cual puede decaer el ARPU mientras las ganancias netas aumentan, es importante visualizar lo que sucede con la penetración de las diferentes tecnologías en la población, para determinar cómo es la adopción de cada una de ellas en los respectivos continentes. En la siguiente gráfica es posible ver cómo la mayoría de ellos – Europa, América, Oceanía y Asia – alcanzan valores superiores al 80% respecto de la penetración de las tecnologías de tercera generación. El único continente que se encuentra con un bajo nivel en este indicador es el africano, con apenas 55%. Asimismo, es posible identificar también una tendencia creciente en la penetración de este servicio en los últimos 5 años. Considerando un mayor número de usuarios incorporándose al sistema de comunicaciones, es esperable que la ganancia neta aumente a pesar de que el rendimiento promedio decrezca.

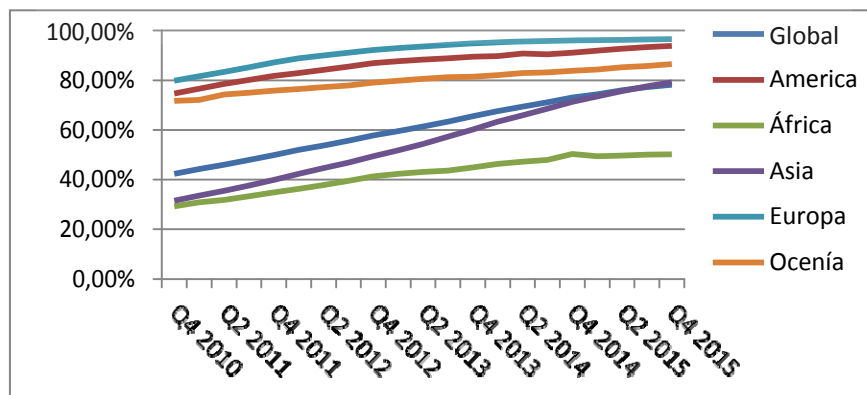


Figura 20: Penetración del Servicio 3G respecto de la Población

Como era de esperarse, la situación en los servicios de cuarta generación se encuentra significativamente retrasada respecto a la tecnología de mayor madurez: todas las

curvas que se muestran en la figura 21 – obtenida de estadísticas de la GSMA – muestran pendientes positivas que, en el caso de Europa, Oceanía y América, podrían alcanzar una etapa de desaceleración, ya que su adopción es superior a las dos terceras partes de la población. A nivel mundial, los servicios de cuarta generación aún no han alcanzado a la mitad de la población, lo que demuestra que esta tecnología tiene un espacio de crecimiento que permitiría a los operadores recuperar parte del ARPU perdido en los últimos años.

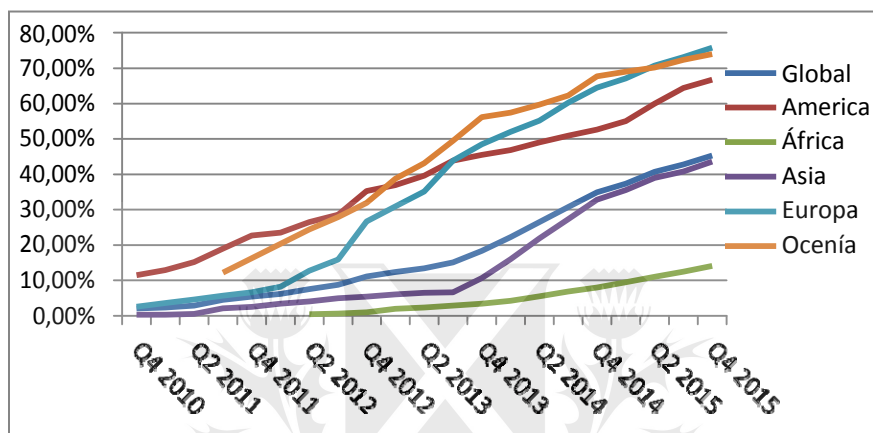


Figura 21: Penetración del Servicio 4G respecto de la Población

Con incrementos visibles en el número de usuarios que adoptan la tecnología – respecto de la población total mundial – es posible inferir que la reducción del ARPU que se pudo observar en los últimos 5 años pueda explicarse a partir de dos motivos fundamentales. Por un lado, es probable que a partir de la competencia entre los operadores existentes, y la aparición de algunos nuevos jugadores, estos hayan tenido que disminuir las diferentes cuotas y precios en sus abonos, afectando su rendimiento promedio por usuario, pero no así el rendimiento total, que aumentó producto de los nuevos consumidores incorporados al sistema de comunicaciones. Por otra parte, es posible también que las inversiones requeridas por los prestadores de servicios hayan tenido que aumentar para satisfacer la creciente demanda, así como sus gastos operativos. Para poder graficar esto último se adjuntan debajo dos curvas que relacionan tanto el CAPEX como el OPEX respecto de las ganancias netas de los operadores móviles.

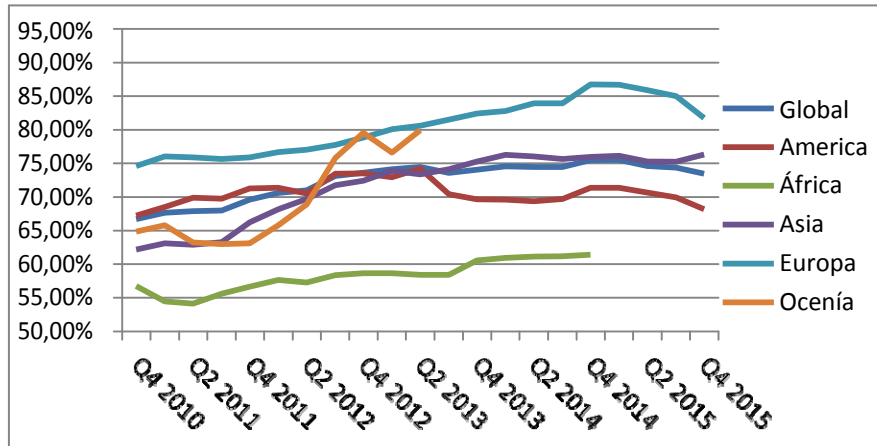


Figura 22: Gastos de Operación (OPEX) sobre ganancias netas

En la gráfica anterior es posible observar una tendencia creciente en esta relación de OPEX sobre ganancias netas desde 2010 hasta 2014. A partir de 2015, se evidencia una leve caída en todos los continentes sobre los que hay estadísticas – a excepción de África, en donde sólo pudieron obtenerse hasta fin de 2014, con una media global también en caída, apenas por debajo del 75%.

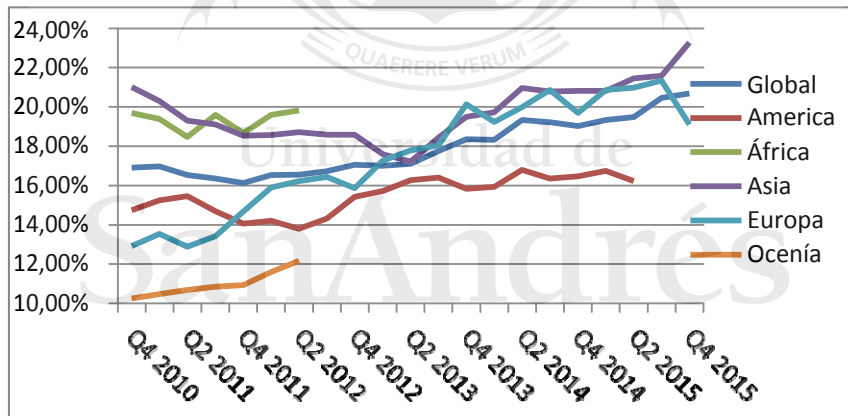


Figura 23: Inversiones (CAPEX) sobre ganancias netas

Respecto de la proporción de inversiones sobre las ganancias netas, las estadísticas no son completas para África y Oceanía. Sólo fue posible obtener dicha información hasta 2015 para los continentes de América, Asia y Europa. Cabe destacar en primera instancia que todas las relaciones entre inversión y ganancia neta se encuentran debajo del 22%, a excepción de Asia, y con un promedio global cercano al 20%. La primera conclusión importante que se obtiene de combinar ambas relaciones – tanto de CAPEX como de OPEX – es que la proporción de OPEX es sustancialmente más importante que la del

CAPEX. Otro punto importante a considerar es que el rendimiento promedio final de los operadores móviles oscila alrededor del 5%.

Finalmente, para obtener un panorama global de la situación de las comunicaciones en el mundo es importante conocer la evolución de la población mundial así como la cantidad de líneas promedio que tiene cada usuario. La primera de las curvas que se adjunta debajo muestra la evolución de los habitantes a nivel global, en el mismo período de tiempo que el resto de los indicadores antes analizados.

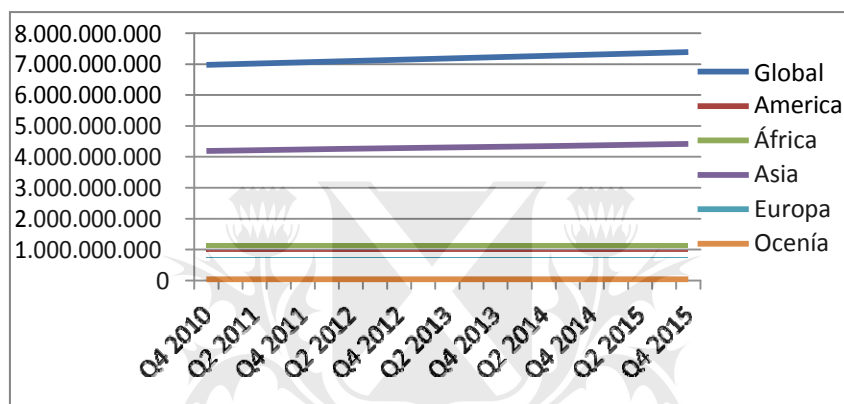


Figura 24: Evolución de la población mundial

Por otra parte, en la gráfica 25 es posible ver cómo la cantidad promedio de líneas oscila alrededor de 1,5 unidades por persona. Relacionando esta información con la obtenida anteriormente en las curvas de las figuras 20 y 21, en donde se mostraba una penetración en los servicios de tercera y cuarta generación del 75% y 45% respectivamente como promedio global, es posible inferir que el espacio de crecimiento para los operadores móviles es aún mayor que el mencionado anteriormente, ya que existe un mayor número de personas sin acceso a estos servicios que los que indican dichas figuras.

Respecto del nivel de operaciones móviles por país, de acuerdo a las estadísticas obtenidas por el GSMA después del primer cuarto de 2016, sobre un total de 239 países relevados, el promedio mundial de operadores resulta ser de 4,05. En un extremo, es posible encontrar países con un único prestador de servicios, como el caso de Etiopía, Andorra ó Mónaco. En algunos casos, esto se debe a la concentración de poder y a la falta de determinación política de permitir la aparición de prestadores de servicios privados, como es el caso de Etiopía, donde el Gobierno Nacional impide la creación de nuevos

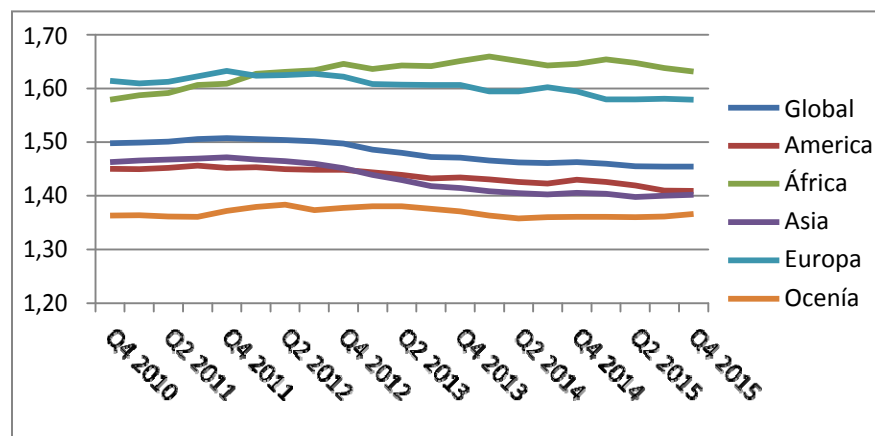


Figura 25: Cantidad de Líneas promedio por persona

jugadores para que el prestador de servicios del Estado pueda subsidiar otros proyectos no relacionados con las telecomunicaciones. En otras oportunidades, como el caso de Mónaco o Andorra, la escasez de prestadores se debe a la pequeña población y superficie territorial que debe cubrirse.

Por otra parte, es posible encontrar casos opuestos como el de Estados Unidos, en donde considerando los operadores nacionales y regionales, el total de prestadores de servicios asciende a 103. Sin embargo, el número total de Operaciones – sobre el total de 239 países – que exceden el promedio de 4 son sólo 58, es decir, el 25% del total de los países en el mundo.

De la siguiente tabla, que incluye los promedios del número de operadores móviles en las diferentes regiones en el mundo, es posible observar cómo América supera en un punto al promedio mundial producto de la influencia de Estados Unidos, con su gran cantidad de prestadores de servicios regionales. Sin embargo, si se excluyera a este país del análisis, el promedio disminuiría a 3,20 operadores por país, hecho que ubicaría a Asia, Europa, e incluso África, por sobre el continente americano.

Región	Operadores Móviles
África	3,65
America	5,02
Asia	4,52
Europa	3,75
Oceanía	1,83
Promedio Mundial	4,05

Tabla 3: Promedio de Operaciones Móviles Mundiales

Sin embargo, la región de Sudamérica específicamente se encuentra más cerca del promedio mundial, en 3,92 operadores por país. En la tabla 4 se incluye el detalle de la región. Es importante destacar que el motivo por el cual existe dicha asimetría entre todos los distintos países del continente radica en la diferencia de maduración de cada uno de los mercados: los pequeños países de Centro América oscilan en valores de entre 2 y 3 operadores por país, mientras que Estados Unidos alcanza un valor superior a los 100 oferentes de Servicios. Brasil, con una población total cercana a los 200 millones de habitantes, lidera la región con 8 prestadores de servicios, mientras que Argentina se encuentra entre el promedio mundial y regional.

País	Operadores Móviles
Argentina	4
Bolivia	3
Brazil	8
Chile	5
Colombia	5
Ecuador	3
French Guiana	3
Guyana	3
Paraguay	4
Peru	5
Suriname	2
Uruguay	3
Venezuela	3
Promedio	3,92

Tabla 4: Promedio de Operaciones Móviles Mundiales

2.2.3 El contexto de las comunicaciones en Argentina

Para poder analizar en detalle hasta qué punto es aplicable el *RAN Sharing* en Argentina, y poder seleccionar a su vez qué nivel es el apropiado para el país, es necesario introducir la situación actual que vive la industria, y cómo fue su evolución en los últimos años. En la actualidad, existen cuatro operadores de telefonía móvil brindando servicios en Argentina. Los primeros tres - Claro, Personal y Movistar - se encuentran dominando el mercado, con porciones similares en lo que respecta a usuarios, mientras que el cuarto – Nextel – está muy alejado del resto, ya que provee, en cierta forma, otro tipo de tecnología para el mismo fin. En el siguiente gráfico es posible observar la evolución del *Market Share* de estos operadores desde 2011, de acuerdo a las estadísticas del *GSMA*.

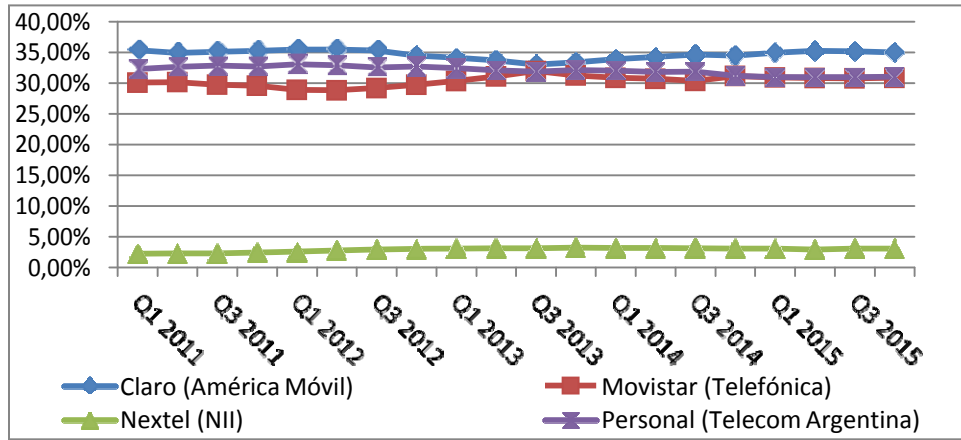


Figura 26: Proporción de Usuarios sobre el total del mercado por Operador

La estructura actual del mercado lo convierte en un oligopolio homogéneo, en donde unos pocos, apalancados por la explotación de un recurso escaso – el espectro radioeléctrico, tienen porciones similares de mercado y de rentabilidad.

Analizando a su vez la situación general de la industria en Argentina, es posible observar un claro incremento de líneas móviles totales por usuario, cuyo crecimiento sostenido se ha mantenido positivo en los últimos 5 años. Sin embargo, es necesario destacar aquí es que este crecimiento no se produjo de manera constante, ya que como puede verse en la curva azul de la figura 27, la pendiente fue significativamente más pronunciada hasta mediados de 2012, con picos de incremento que alcanzaron los 700.000 en algunos trimestres del período. A partir de fines de 2012, este rápido crecimiento se redujo a un promedio de 60.000 nuevos usuarios por cuarto de año, hecho que se pone de manifiesto con el cambio de pendiente en dicha curva. En la misma puede identificarse también un crecimiento total de clientes móviles de 6.5 millones entre 2011 y 2015. A su vez, es menester destacar que la cantidad de líneas por usuario se mantuvo oscilando alrededor de un promedio de 1.4 por persona, pudiéndose visualizar esto en la curva roja del mismo gráfico – eje secundario. Sin embargo, producto de la multiplicidad de líneas por usuario, la cantidad total de consumidores percibidos por el sector ha crecido en aproximadamente 8 millones (curva verde).

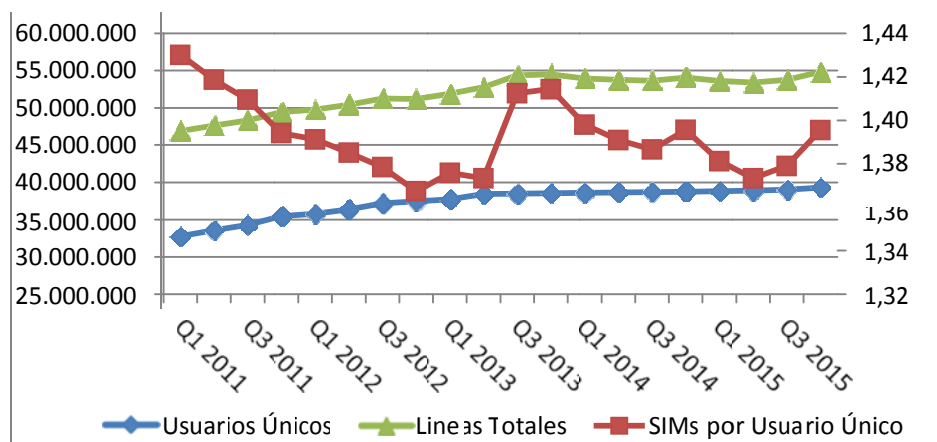


Figura 27: Evolución de Usuarios Únicos y Totales por año

Debe tenerse en cuenta que este incremento de usuarios no se debe únicamente al crecimiento demográfico natural de la población – que es de un 5% de acuerdo a estimaciones del GSMA en el período 2011-2015. El incremento proyectado porcentual en los usuarios únicos para el mismo período de tiempo alcanza el 19.8%, lo que denota un crecimiento en la población alcanzada por los servicios de comunicaciones móviles. Este indicador es conocido como penetración, e indica en gran medida el estado de madurez de los servicios en el país y su potencial de crecimiento. Con una población estimada de más de 43.6 millones de habitantes para fin de 2015, y una cantidad de usuarios únicos que se encuentran apenas por encima de 39 millones, existe aún una porción de población que queda por cubrir y que podría engrosar la facturación total del sector.

Otro indicador del potencial existente en el mercado argentino es la penetración del servicio de Internet móvil respecto de la población total, tomando en consideración también aquellos potenciales clientes que hasta la fecha no han accedido al servicio de comunicaciones móviles. En Argentina, este valor se encuentra a fines de 2015 cercano al 63%, de acuerdo a las mismas estadísticas del GSMA. Esto quiere decir que aún existe un mercado que no ha sido explotado y que en los próximos años, dependiendo de la evolución económica del país, podrá generar mayores oportunidades para los operadores móviles. Si se compara la penetración del servicio de Banda Ancha Móvil respecto de los usuarios únicos actuales de los diferentes operadores, este indicador eleva su valor a 70,65%, lo que indica que aun existe un 30% de usuarios que no utilizan servicio de datos y sólo hacen uso del servicio de llamadas de voz.

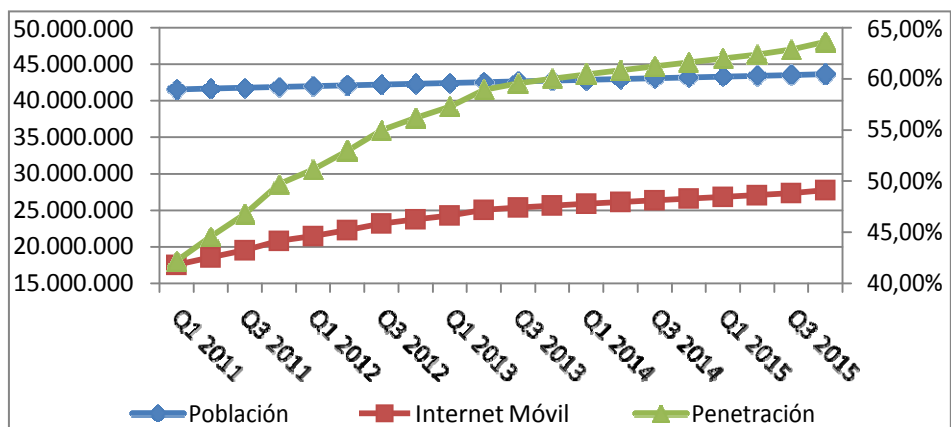


Figura 28: Penetración del Internet Móvil en la población total

Del mismo modo, es posible observar la cobertura de las redes 3G (UMTS) y 4G (LTE) respecto de la población total del país. En la actualidad, 90,3% de la población se encuentra alcanzada por las redes móviles de tercera generación, mientras que debido a las demoras en las asignaciones de espectro para tecnologías de 4G, sólo 63,9% posee cobertura de esta nueva tecnología. Esto indica, en una primera instancia, la posibilidad que tienen los operadores móviles para continuar con su crecimiento y alcanzar así nuevos usuarios con tecnologías que permiten brindar servicios de valor agregado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el vasto territorio argentino y la baja densidad demográfica de algunas áreas pueden tornar proyectos de cobertura inviables desde el punto de vista económico. Es por esto que la pendiente de la curva que mide la penetración de los servicios de tercera generación está tendiendo a un valor cercano a 0, sin incrementos significativos durante 2015. Es altamente probable que una vez que la curva de la adopción de 4G alcance a la de 3G, esta adquiera la misma tendencia en su pendiente. En consecuencia, este amesetamiento en el crecimiento de la red debería ser un indicador para los operadores móviles que los incentive a analizar otro tipo de técnicas de despliegues – como *RAN Sharing* – para alcanzar aquellas zonas en donde puede ser muy costoso brindar servicio de telefonía móvil (el 10% de la población faltante) así como la posibilidad de acelerar los despliegues que se han demorado para las tecnologías de cuarta generación y así alcanzar un nivel de cobertura similar a las redes 3G en el corto plazo.

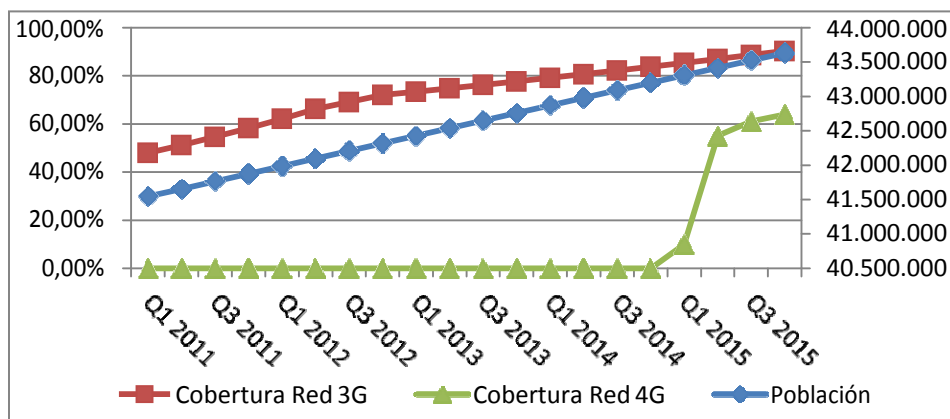


Figura 29: Cobertura de red 3G & 4G respecto de la población

El crecimiento sostenido de las redes de tercera y cuarta generación, que fueron paulatinamente incluyendo nuevos usuarios, no sólo a raíz del incremento poblacional, sino también a partir de la inclusión de nuevos consumidores que han ingresado a lo largo de los años al mercado de las comunicaciones móviles – en otras palabras, aumento de la penetración del servicio – tiene una clara correlación con el nivel de facturación total de las compañías, como se muestra en la figura 30. Este hecho se condice de alguna manera con lo que sucede a nivel mundial, que ya se ha puesto de manifiesto anteriormente en la gráfica 19: a pesar de existir algunas oscilaciones dentro de los últimos 5 años, la facturación total de las compañías ha crecido levemente en dólares americanos. Sin embargo, si se observa esta figura en términos de pesos argentinos – al valor de su cotización oficial – puede verse un incremento significativamente mayor, hecho que se relaciona positivamente con la evolución del dólar.

La explicación detrás de esta diferencia entre facturaciones radica en el alto índice inflacionario del país, que les ha permitido a los diferentes operadores ajustar sus tarifas. A través del incremento de este valor durante los últimos 5 años es que ellos han logrado sostener un nivel de facturación estable, y en algunos tramos, hasta positivo. Sin embargo, con saltos tan marcados en la cotización del dólar es improbable que se logre evitar las oscilaciones existentes en la facturación total en dólares estadounidenses, ya que estos ajustes suelen ser posteriores a las devaluaciones de la moneda, y se realizan de forma escalonada. Por otra parte, si bien se espera un incremento de la facturación para el 2016, debe tenerse en cuenta que esto no contempla una posible devaluación adicional de la

moneda argentina, lo que implicaría una caída adicional de esta figura si no logran ajustarse las tarifas consecuentemente.

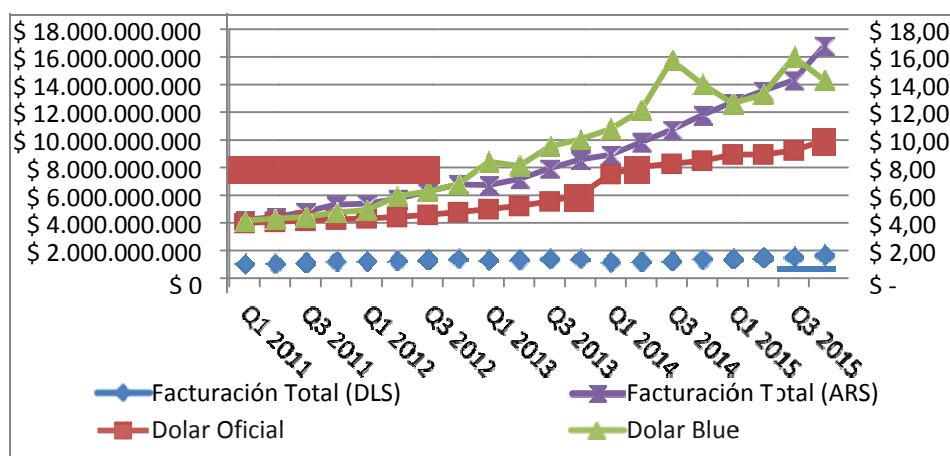


Figura 30: Facturación total versus evolución del dólar

Es importante destacar en este segmento que si bien todas las comparativas se realizan con la cotización del dólar oficial, existía hasta fines de 2015 un impedimento impuesto por el Gobierno de Argentina respecto del giro de divisas al exterior. Este factor, de alguna manera, influía negativamente en el natural funcionamiento del negocio, ya que por un lado resultaba imposible a las empresas enviar dividendos a sus casas matrices – teniendo en cuenta que todas las compañías son de capitales extranjeros, este factor es extremadamente importante para el funcionamiento del negocio – mientras que por el otro, la inversión en infraestructura resultaba dificultosa, puesto que el pago de equipos que necesariamente son fabricados en el extranjero también se realizaba de forma esporádica o con técnicas complejas de financiamiento que incrementan los costos de inversión – como por ejemplo, las cartas de crédito. En la actualidad, a pesar de haberse levantado las restricciones, el mercado no sea ha regularizado completamente y existen restricciones de hecho que imposibilitan aún el flujo de dividendos fuera del país.

La existencia de un mercado informal del dólar, surgido a partir de la restricción de operar libremente con la moneda de referencia mundial, hace muy dificultosa la comparativa de los resultados económicos de Argentina con los del resto de los países de la región. Esto se debe a que principalmente, la cotización del dólar oficial – según especialistas en economía – debía ubicarse en un valor intermedio entre su valor presente y el valor en el mismo período del llamado *blue*. La creciente inflación en el país, que se

pone de manifiesto en el gráfico debajo, permite estimar también el incremento de las tarifas de los servicios en general dentro del país. De acuerdo a estudios privados, este valor se ha ubicado en torno al 25% ó 30% en los últimos 5 años. Sin embargo, el incremento del dólar oficial no ha seguido la misma proporción anual, por lo que es posible que esta distorsión en el mercado haya afectado en alguna medida la facturación total de las compañías móviles.

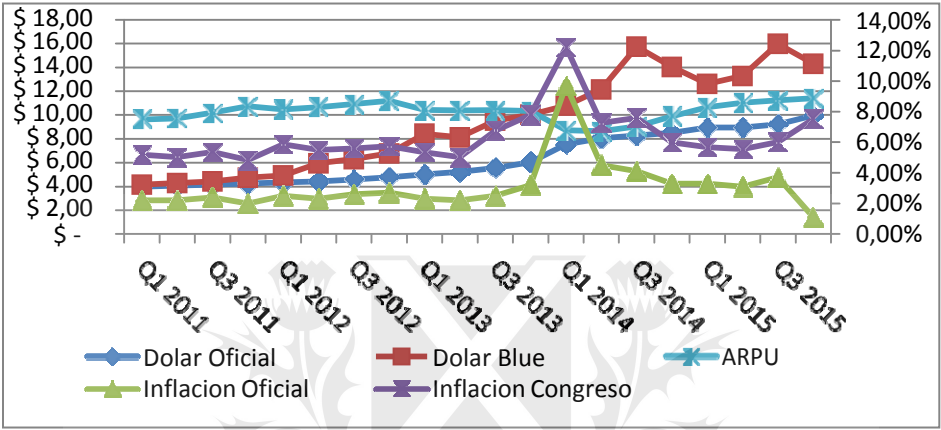


Figura 31: Evolución de dólar e inflación en Argentina versus ARPU Promedio

Asimismo, como puede observarse del gráfico 31, existe una estimación de inflación realizada por entes dependientes del Estado, y otros realizados por consultoras privadas y utilizados por el Congreso Nacional para medir la misma variable. De dicha figura puede desprenderse claramente que existe una diferencia significativa entre ambos, que junto a la marcada diferencia ya evidenciada entre el dólar oficial y restringido con aquel del mercado informal, pueden ser claros generadores de distorsión de las tarifas de los servicios, y por lo tanto, las causas de las fluctuaciones en los niveles de facturación de las compañías de servicios móviles.

Del mismo gráfico puede también analizarse la evolución del ARPU promedio en dólares de los cuatro operadores móviles existentes en el país, cuyo valor ha oscilado cerca de los 10 dólares en los últimos 5 años. Sin embargo, a mediados de 2014 se alcanzó un mínimo local de 8,64. Este salto negativo se condice con el pico de devaluación que sufrió la moneda argentina para esa fecha, hecho que derivó en la disminución del rendimiento de cada usuario en la moneda de referencia mundial. No obstante esto, con el siguiente ajuste – que se pone de manifiesto en la misma gráfica con el pico de inflación de 2014 – las

tarifas fueron recuperando su competitividad para alcanzar paulatinamente los valores previos y, a posterior, con la aparición de 4G, incrementar nuevamente el rendimiento promedio por usuario alcanzando los niveles máximos dentro de estos últimos 5 años.

Debido a la dificultad para conseguir la totalidad de los datos estadísticos de todos los operadores móviles en Argentina, se hará una breve descripción de uno de ellos. Esto permitirá comprender la situación general de los proveedores de servicios, así como los indicadores más importantes que afectan su facturación total. En primera instancia, se incluye a continuación la evolución de las ganancias netas de Telecom Personal en forma trimestral desde 2011.

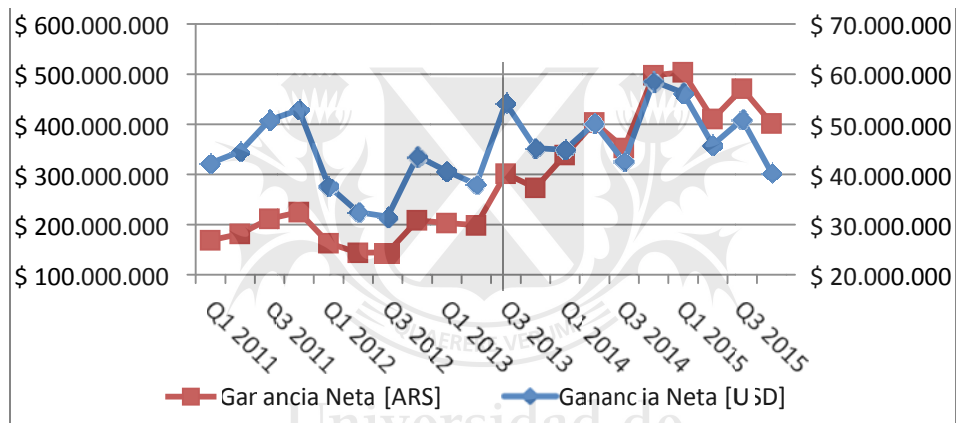


Figura 32: Evolución de las Ganancias Netas de Telecom Personal en ARS y USD

De la figura 32 se desprende que existe una importante variabilidad entre trimestres consecutivos de la rentabilidad neta de Telecom Personal, tanto en dólares americanos como en pesos argentinos tomados al tipo de cambio oficial. Asimismo, se evidencia también una fuerte disminución de este indicador a partir del último período de 2011 producto de la introducción de *WhatsApp* en el mercado. Esta aplicación modificó significativamente el paradigma de consumo de la mensajería de texto, una de las principales fuente de ingreso de los operadores móviles hasta ese momento. En la figura 33 puede visualizarse claramente la evolución de este servicio de mensajería en Telecom Personal.

Luego, es posible observar como si bien existe una fluctuación en las ganancias netas de este operador entre trimestres consecutivos, la tendencia de esta variable se torna ascendente a partir del mínimo local que se produce en 2011. Sólo a fines de 2014 se

experimenta un nuevo valor mínimo respecto de años anteriores, posiblemente debido a la gran erogación de dinero que realizó Personal para adquirir el espectro radioeléctrico sobre el cual montar los servicios de cuarta generación. Sin embargo, este no es el único factor que pudo haber influido negativamente en los resultados de 2014: se debería correlacionar este comportamiento tanto con la evolución del dólar como de la inflación en Argentina. En la figura 31 puede comprobarse que el mayor salto discreto en la moneda de referencia mundial de los últimos 5 años se produce en 2014, así como también es aquí cuando se registra el pico de inflación en el país. Es por este motivo que si bien la rentabilidad en pesos argentinos mantiene una tendencia general creciente, la curva en dólares no tiene la misma pendiente que su par.

Asimismo, en el gráfico 33 puede observarse no sólo la disminución del uso total de los servicios de mensajería de texto en Argentina, si no que puede evidenciarse también una caída en el consumo promedio de minutos en las llamadas de voz.

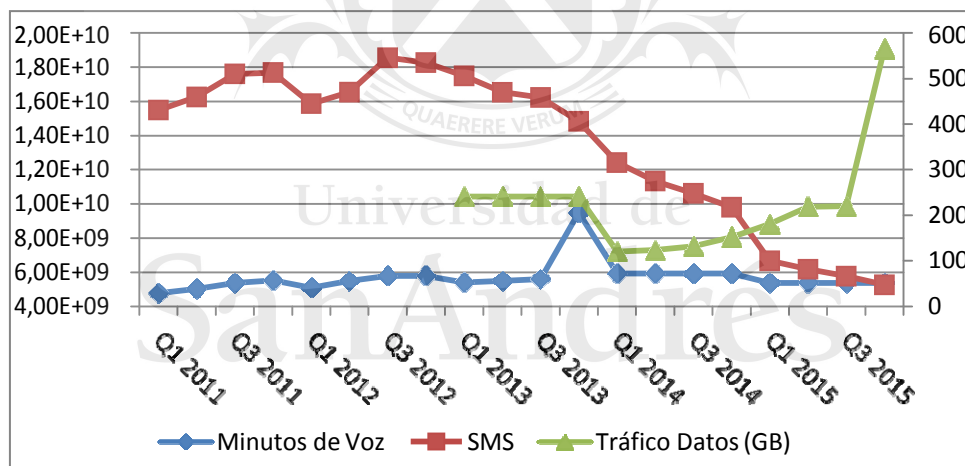


Figura 33: Evolución del consumo de min. de voz, cantidad de SMS y tráfico de Datos.

En contrapartida, y reafirmando lo antedicho sobre cómo las aplicaciones que corren por sobre la red móvil – por ejemplo, *WhatsApp* - erosionan las ganancias de los operadores, puede verse en la misma gráfica 33 como crece exponencialmente el tráfico de datos a partir de 2014. La tendencia de este tipo de servicios es completamente opuesta a la que atraviesan las comunicaciones de voz o la mensajería de texto, que evidencian un claro decrecimiento en los últimos años. Esta diferencia se agudiza a partir del comienzo del despliegue de las redes de cuarta generación a finales de 2014, puesto que la posibilidad de alcanzar velocidades más altas en los terminales ha impulsado a los usuarios de la banda

ancha móvil a consumir mayor contenido en sus equipos móviles, acelerado el consumo de datos en las redes.

Para finalizar con los indicadores de interés, se incluye debajo un gráfico que permite comparar tantos los gastos de operación y mantenimiento de Telecom Personal, así como sus inversiones, respecto de la facturación total de la compañía, en dólares americanos.

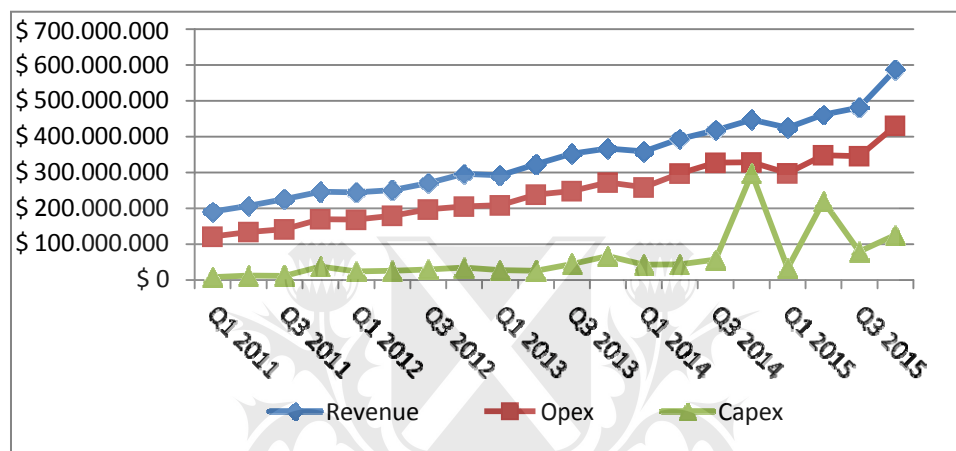


Figura 34: Comparativa entre Facturación, CAPEX y OPEX

En primer lugar, el OPEX manifiesta una pendiente positiva constante, con un aumento del 350% en los últimos 5 años. Los posibles factores detrás de este crecimiento en el gasto de operación de la red podrían vincularse principalmente a la inflación y a un valor del dólar distorsionado. La mayor proporción de OPEX de una compañía está relacionado con los gastos que esta realiza en el país para operar la red, como aquellos directamente vinculados con su personal, costos de alquiler de sitios y de energía, entre otros. Sin embargo, la inversión en infraestructura – CAPEX – que se realiza en su mayor medida en dólares estadounidenses, ha evidenciado un leve incremento durante 2014 – apalancado tal vez por el salto discreto del dólar a comienzos de ese año – ya que en líneas generales se ha mantenido con un valor constante desde comienzos de 2011. El pico que se presenta a fin de 2014 puede deberse a la necesidad de una mayor erogación de dinero para adquirir el espectro radioeléctrico vinculado a la prestación de servicios de la nueva tecnología de cuarta generación, que surge a partir de la licitación y posterior adjudicación del espectro por parte del gobierno. Luego, durante 2015, la inversión de esta compañía se

mantiene por sobre sus niveles históricos producto de la necesidad de instalar equipamiento moderno capaz de soportar los nuevos servicios de 4G.

2.2.4 El problema de la falta de sitios en Argentina

De acuerdo a las estadísticas de GSMA, Telecom Personal contaba para fines de 2015 con 4200 estaciones bases tanto de 2G como de 3G para cubrir una extensión territorial de 2.8M km². Esto quiere decir que, en promedio, el país cuenta con una radiobase cada 756 km². Asimismo, la proporción de la población que está alcanzada con servicios de tercera generación es del 85%.

Comparando esta relación entre población, territorio y sitios con la que existe en otros países importantes de la región, podemos observar como esta se mantiene dentro de valores similares. En el caso de Brasil, la población alcanzada con el mismo servicio de tercera generación es del 82% en la actualidad, con unas 10.400 radiobases totales para una superficie de 8.5M km², lo que establece un promedio de una radiobase cada 820 km². Sin embargo, si se compara esta situación con la de países desarrollados, como Alemania o Francia, los resultados son significativamente inferiores. En el primer caso, la población alemana alcanzada por servicios de 3G es del 95%. Con un total de 90.000 radiobases para una superficie de 357.000 km², el promedio resulta ser de una radiobase cada 4 km². El segundo de los países antes mencionado, a su vez, tiene una cobertura poblacional del 99% alcanzada con servicios de 3G, y cuenta con unas 18.738 radiobases para una superficie 549.000 km², lo que promedia como resultado una radiobase cada 29.2 km².

Analizando la situación de los países arriba mencionados, es posible concluir que existe una deficiencia importante en la cobertura de los servicios de comunicaciones móviles en Argentina. En primer lugar, la vasta superficie del país dificulta de manera significativa el despliegue de radiobases para alcanzar la totalidad de la población. En líneas generales, la superficie total de Argentina puede hasta sextuplicar la de muchos de los países europeos. Sin embargo, si se compara la población total de estos países, puede verse que tanto la de Argentina, como la de Alemania y Francia son comparables entre sí. Este hecho, en definitiva, impacta en la densidad de usuarios por radiobase, lo que determina la inviabilidad económica de instalar sitios para alcanzar zonas de baja densidad poblacional, ya que el retorno de la inversión puede ser extremadamente largo y difícil de

alcanzar, con proyectos de escasa o nula rentabilidad. Este es una de las principales características destacadas por el representante de un operador durante su entrevista, en el Anexo IV, en donde reconoce la dificultad que tiene el país para ser cubierto de forma eficiente por los prestadores de servicios incumbentes.

A su vez, existe otra problemática al momento de comparar la cantidad de radiobases móviles en las principales ciudades del país. En la actualidad, puede encontrarse una marcada dificultad para acordar nuevos contratos de alquiler en distintos edificios o inmuebles públicos y privados. Esta situación impacta negativamente en el desarrollo de las redes móviles, que no pueden sumar nuevos nodos a su grilla, y por lo tanto, no logran crecer para alcanzar la capacidad y cobertura deseada. Ya sea por problemas con las habilitaciones municipales, por desinterés por parte de los locadores para ofrecer sus inmuebles, o por el alto nivel de los alquileres exigidos por aquellos que sí están interesados en alquilar sus espacios, la adquisición de nuevos sitios es cada vez más dificultosa para los operadores móviles. Por este motivo, estos se han volcado a la compartición de los sitios existentes, colocándose en más de una oportunidad con otros operadores. Sin embargo, el despliegue de nuevas tecnologías que requieren de una mayor cantidad de equipamiento en las estructuras comunes, dificultan también que este tipo de solución se masifique, ralentizando el despliegue de 4G. En el Anexo I relacionado con la licitación del espectro radioeléctrico se ha desarrollado de forma extensa el concurso de asignación de frecuencias, quedando debidamente resaltado el compromiso que han tomado los diferentes operadores para con el Gobierno Nacional en lo que respecta a la oferta de cobertura de LTE en el país en un plazo no mayor a 60 meses.

Vale destacar que si bien las zonas descritas en el párrafo anterior no son áreas de bajo rendimiento, si no que por el contrario, los operadores móviles tienen una real necesidad de ampliar sus redes en las ciudades principales del país, para poder dar un mejor servicio a los usuarios existentes y por ende, mejorar su rentabilidad a partir de cursar más tráfico en la red, la imposibilidad física de incrementar rápidamente el tamaño de sus redes también existe en estas zonas. Con el objeto de incrementar la capacidad de las redes, los operadores han tenido que aplicar técnicas innovadoras en los sitios existentes, como la doble sectorización de un sitio tradicional, que inicialmente está compuesto únicamente de

tres sectores, para llevarlo a un sitio de seis, con una antena de mayor ganancia direccional. Sin embargo, y a pesar de estar buscando constantemente la aplicación de técnicas para aumentar la eficiencia espectral, hoy en día existe una problemática en la adquisición de sitios que ralentiza los despliegues e impide alcanzar los niveles de capacidad y cobertura deseados.

2.2.5 Los *drivers* que impulsan el *RAN Sharing*

La necesidad de crecimiento de la red producto de un incremento en la cantidad de usuarios y un cambio en el paradigma de consumo de datos es el primero de los motores que impulsan este tipo de inversiones conjuntas. A partir de una necesidad real por parte de los operadores de satisfacer una creciente demanda de tráfico que ha crecido exponencialmente en los últimos 10 años, y ante un elevado costo de inversión al que estos se deben enfrentar para satisfacer este crecimiento – con la consecuente incertidumbre en lo que respecta al retorno de dicha inversión – se concluye que el *RAN Sharing* puede ser una formato eficiente de despliegue que permita resolver este nuevo contexto que atraviesan los operadores móviles. De acuerdo a lo establecido en el Anexo correspondiente sobre la visión de los operadores móviles de Argentina, el Director de Tecnología de Movistar ha mencionado este punto como el principal impulsor de la tecnología en Argentina.

Asimismo, debido a la *comoditización* de los servicios ofrecidos por los operadores móviles y a la severa competencia a la que estos se ven enfrentados a diario, es de esperar que el *ARPU* se encuentre en descenso en los próximos años. En consecuencia, y para evitar que las ganancias de las empresas se vean severamente dañadas – el riesgo es mucho mayor cuando se suma a este punto el mencionado en el párrafo anterior: mayores necesidades de inversión para satisfacer mayores requerimientos de tráfico – es posible inferir entonces cómo se acentúa aún más la necesidad de disminuir los costos de inversión y operación. La *compartición* de infraestructura se presenta nuevamente como una respuesta a este nuevo contexto desfavorable para los proveedores de servicios de comunicaciones.

Adicionalmente, otro punto que impulsa al *RAN Sharing* como una solución a ser considerada por los operadores móviles es la escasez de algunos recursos claves para la operación de la red, como el espectro radioeléctrico y la energía. En aquellas circunstancias

donde los proveedores de servicios de comunicaciones móviles puedan compartir el espectro radioeléctrico y por ende, todas sus portadoras, podrán hacer un uso más eficiente de este recurso, ya que absorberán picos de demanda con el espectro de sus socios estratégicos, mejorando así la experiencia de usuario. Es usual que los diferentes operadores móviles de un determinado país se complementen en diferentes regiones, es decir, tengan mayor cantidad de usuarios en una parte del país, y menos en otras. Por lo tanto, eligiendo un socio de implementación complementario, la posibilidad de mejorar el servicio y la experiencia de usuario se multiplican rápidamente.

Por otra parte, otro motivo relevante que justifica la asociación de operadores móviles bajo este formato de implementación se sucede cuando dos proveedores de servicios pequeños evidencian cómo su posición en el mercado se reduce significativamente con el paso del tiempo. Para poder hacer frente de una manera más eficiente a los grandes jugadores del mercado y evitar así monopolios, es posible que los operadores más pequeños sinergicen sus despliegues, compartiendo de una forma estratégica sus recursos, en un mercado con rentabilidades cada vez más pequeñas.

2.2.6 Ventajas y desventajas de la implementación del *RAN Sharing*

Como se ha mencionado en las secciones anteriores, existe una ventaja diferencial al momento de aplicar las técnicas de *compartición* de infraestructura. En líneas generales, la posibilidad de compartir la inversión entre diferentes proveedores de servicios es el disparador fundamental para poder desplegar redes de manera conjunta. De esta forma, en un contexto en donde las ganancias tienden naturalmente a reducirse producto de la *comoditización* de la provisión de servicios de comunicaciones, el rendimiento de los operadores móviles podría mejorarse significativamente.

Asimismo, es posible destacar que los costos de operación y mantenimiento de las redes móviles también tienden a repartirse en partes iguales por todos aquellos que llevan adelante dicho formato de despliegue. Esto se debe a que, al compartir la totalidad del *Hardware* con el que se construyen las redes, su operación, que incluye actividades como el ajuste de las características de instalación de las antenas – *tilt*, *azimuth* – así como los costos de energización y alquiler del sitio, entre otros, junto con el mantenimiento, que incluiría actividades de recambio y refacción del equipamiento, se desarrollarán de forma

conjunta entre todos los operadores involucrados en el despliegue. Este hecho entonces también mejoraría los rendimientos esperados de cada una de los participantes en la construcción y explotación de la red móvil.

Los operadores móviles podrán también beneficiarse a partir de la implementación de esta tecnología no solo por la reducción del CAPEX y del OPEX mencionados en los párrafos anteriores, si no que podrán maximizar el uso de la red y aquellos recursos escasos – como el espectro radioeléctrico, mejorando así el retorno de la inversión. A su vez, a partir de efectuar despliegues conjuntos, los proveedores de servicios de comunicaciones móviles lograrán hacer foco en la construcción de la red propiamente dicha, siendo esta la actividad más compleja a la que estos deben enfrentarse. Al dividir el esfuerzo en varias partes, se consigue compartir el riesgo que conlleva la construcción de la red así como reducir el tiempo de salida al mercado de los operadores. Este último es un factor determinante al momento de posicionar a las diferentes marcas como líderes en cada país, permitiéndoles obtener así una ventaja competitiva respecto de sus competidores.

Desde el punto de vista de los entes reguladores, la principal ventaja que puede obtenerse al permitir aplicar este tipo de tecnología en el despliegue de redes móviles es la posibilidad de mantener la competencia más equitativa para los pequeños operadores, que podrían asociarse y sinergizar sus esfuerzos, compitiendo más eficientemente contra los operadores de posición dominante en el mercado. Este hecho redundará en definitiva también en un beneficio para los clientes de todos los proveedores de servicios móviles, que podrán acceder a precios reducidos producto de una mayor competencia en el mercado en general. Asimismo, los usuarios de la telefonía móvil verán una mayor oferta de servicios, de mejor calidad, lo que mejorará significativamente su experiencia final.

Sin embargo, existe una desventaja fundamental al tener que operar la red de manera conjunta si el tipo de *compartición* de infraestructura es del tipo *MOCN* o si bien, en menor medida, en el formato *MORAN* se desea compartir el sistema radiante. En este caso, donde los operadores comparten las mismas antenas, los parámetros físicos también serán compartidos, por lo que será imposible cubrir necesidades contrapuestas – de acuerdo al ejemplo mencionado en la sección anterior. Esto pone de manifiesto una pregunta que

aún se encuentra bajo análisis en los casos en donde se ha implementado en la actualidad esta tecnología: ¿cómo y quién debe operar una red compartida entre varios operadores?

De esta forma, existe una relación de compromiso entre las ventajas y las desventajas mencionadas en la presente sección. Si bien por un lado, el operador logrará hacerse más eficiente en lo que respecta a utilización de recursos, división de costos de inversión y operación, junto con el porcentaje de explotación y ritmo de construcción de la red, la necesidad de consensuar todas las decisiones puede ralentizar la velocidad del despliegue y aumentar los costos de operación de la misma. Para evitar que estos últimos superen a los beneficios que trae aparejado la implementación de la solución de *RAN Sharing*, es necesario hacer una evaluación anticipada y precisa de los objetivos y las metodologías de los operadores involucrados.

Capítulo III: La estructura de Costos de los Operadores Móviles

Con el objeto de determinar si la implementación de esta tecnología tendrá una ventaja significativa en lo que respecta al ahorro de inversión y operación en las redes móviles, es importante conocer claramente la estructura de costos que estos operadores deben afrontar para brindar sus respectivos servicios. Sin embargo, como establecen Meddour, Rasheed y Gourhant en su análisis *On the Role of Infrastructure Sharing for Mobile Operators in Emerging Market*, la definición de los componentes que conforman tanto el CAPEX como el OPEX de los proveedores de servicios puede variar de país en país.

En la figura 7 de dicho ensayo se observa la variación de los diferentes componentes del CAPEX entre países desarrollados y en vías de desarrollo. Los componentes involucrados en ambos casos son los mismos 8 elementos, pero la influencia de cada uno de ellos varía significativamente. Por ejemplo, en ambos tipos de países la mayor proporción del CAPEX se relaciona con la inversión en infraestructura, es decir, la creación del sitio y su obra civil. No obstante esto, el peso de esta variable en los países desarrollados es mayor que en los países en vías de desarrollo, probablemente por el resto de los costos asociados, que crecen significativamente para el segundo tipo de países. La justificación de lo antedicho radica en la importancia que tiene el acceso a la energía en países en vías de desarrollo, que requiere de obras de mayor envergadura y por lo tanto, en

promedio, impacta negativamente en una mayor proporción que en aquellos países desarrollados.

Un punto importante que se menciona en este artículo a su vez, respecto del CAPEX, es la importancia que parecería tener el *RAN Sharing* para los países emergentes, en donde el 87% del costo total de adquisición del sitio podría cubrirse con la sinergia entre obras civiles (41%), de energía (31%) y compra de equipamiento de electrónica (15%). Esto podría ser, además, la forma más eficiente para que un nuevo operador comience a brindar servicios de manera costo-efectiva.

Respecto de los costos de operación de la red – OPEX – los mismos autores especifican, de acuerdo a las cifras provistas por *Mason*, que los factores más influyentes en países desarrollados se conforman a partir del alquiler de los sitios (42%), los contratos de soporte del equipamiento y el *software* de la red (15%), y el mantenimiento de la red de transporte (12%). Sin embargo, nuevamente para los países en vías de desarrollo vuelve a aparecer la energía como el principal factor del OPEX (20%) debido a los elevados costos que esta tiene en algunos países emergentes, así como los contratos de soporte de las plataformas (20%), y luego el alquiler de los sitios (15%). De este punto puede desprenderse como resulta más importante al menos la compartición de sitios en países desarrollados en relación a los países emergentes, puesto que el peso del alquiler de los sitios es mucho mayor para los primeros que para los últimos.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que con la implementación de *RAN Sharing*, no todos los componentes de los costos se podrán sinergizar. Algunos de ellos se incrementarán por el sólo hecho de tener que construir sitios capaces de soportar la agregación del tráfico de los operadores móviles involucrados en el acuerdo. El análisis de datos relativo, como el que se realiza en el ensayo de Meddour, Rasheed y Gourhant, puede derivar en conclusiones erróneas. Por ejemplo, el costo de una obra civil y sus respectivos materiales, que tiene un peso relativo del 37% en países emergentes, se verá necesariamente incrementado en este tipo de acuerdos, ya que la estructura que se necesita para soportar el equipamiento de los operadores móviles involucrados en un despliegue en formato de *RAN Sharing* debe ser necesariamente reforzada. Esto hecho hará que el monto absoluto de esta variable se incremente, afectando el peso relativo de dicha componente

respecto del total. Por lo tanto, es imperativo realizar un análisis con valores de referencia absolutos, que permitan a su vez comprender cuál es el incremento real de la implementación conjunta entre dos o más operadores. Una vez obtenido este cálculo, siempre y cuando el costo no se duplique, se podrá conocer fehacientemente el ahorro que significa la implementación conjunta de una red móvil.

Por otra parte, otro punto importante que debe tenerse en cuenta también es el costo de inversión en los equipos móviles (radiobases), que se indica como un 15% de la erogación total de CAPEX tanto para los países desarrollados como para los emergentes. Es de suma relevancia mencionar aquí que, si no hubiera potencia excedente en este *hardware*, es probable que la inversión en electrónica se duplique, teniendo un mayor peso final en el esquema conjunto. Es altamente posible que el resto de las variables mencionadas en el ensayo que componen al nodo sufran un incremento absoluto menor al 100%. Su porcentaje de variación dependerá de cada caso exclusivamente. Sin embargo, es seguro que el peso relativo de cada variable se ajustará, reacomodando la importancia relativa de cada una de las componentes de la inversión.

Adicionalmente, es posible concluir de esos gráficos que los costos totales de operación de las redes en los países emergentes podrían verse incrementados en un formato de *RAN Sharing*, sin obtener los beneficios de la sinergia esperados. Es correcto asumir que los costos de alquiler de sitios podrían mantenerse constantes, sin importar la cantidad de operadores localizados en un sitio ni la cantidad de equipamiento que se quisiera instalar. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo esta variable representa sólo un 15% del porcentaje de los costos de operación, mientras que los costos de energía (20%) y soporte de equipamiento (20%) pueden verse incrementados e incluso duplicados, como en el caso de ingeniería, si el equipamiento de radiofrecuencia del sitio se duplica con el fin de acomodar todas las portadoras de los operadores que intervendrán en el sitio. En este caso, es importante comprender como se afectaría el costo total de operación de la red, que puede no duplicarse, pero que elevará su valor por sobre la referencia de un único operador.

Para poder hacer un análisis respecto del incremento del costo total de inversión y operación por sitio, para luego determinar el ahorro relativo de la implementación conjunta de una red, se buscó estimar con valores de referencia del mercado, validando luego estos

resultados con información provista por operadores móviles, cuál sería el CAPEX y el OPEX por cada sitio instalado. Vale destacar aquí que estos valores son promedio, y que pueden variar incluso entre los operadores móviles de un mismo país, dependiendo de los contratos que estos tengan con sus prestadores de equipos y servicios, así como de su estructura interna de costos que deberán prorratear en sus gastos de operación.

En la siguiente tabla se incluyen los costos de adquisición de un sitio móvil, y su respectivo incremento si se considerase un sitio para dos operadores con una proporción de espectro similar (100MHz), e igual densidad de potencia irradiada por Mega-Hertz.

Detalle	Monto Total [USD]	Incremento por Segundo Operador
Equipamiento Movil (Hardware y Software)	\$82.500,00	\$82.500,00
Infraestructura (Obra Civil, Herrajes y otros)	\$60.000,00	\$5.000,00
Transmisión (No Incluye Backhauling)	\$35.000,00	\$-
TOTAL	\$177.500,00	\$87.500,00

Tabla 5: CAPEX por Sitio en USD

De la tabla 5 es posible determinar que la inversión necesaria para instalar un sitio nuevo en la red móvil para los dos operadores podrá costar aproximadamente un 50% más que si esta instalación se hiciera para un único prestador de servicios. Esto se debe a que si bien sería necesario realizar la inversión en equipamiento de radio (radiobase) por duplicado - con el fin de tener la misma densidad de potencia irradiada para los dos operadores - el refuerzo de la estructura, en promedio, no representará más de un 10% de la construcción inicial. Asimismo, es de esperar que la obra necesaria para construir la transmisión del sitio, sin incluir el *Backhauling*, represente el mismo nivel de inversión ya sea para acomodar alternativamente uno o dos operadores en el sitio. Otro punto importante para confirmar aquí es que el peso del equipamiento móvil, que inicialmente era del 46% del total de la obra, asciende al 62% cuando se considera el despliegue de ambas redes en conjunto, tal y como se mencionó anteriormente. Esto se explica a partir de que la sinergia existente entre los otros componentes del CAPEX reduce la inversión total, y por lo tanto, generará un reajuste de los valores relativos de la erogación total.

A su vez, si se realiza una apertura de la estructura de costos operativos que deben afrontarse por cada sitio instalado, se puede también calcular el incremento relativo y absoluto de acomodar un segundo operador en el mismo sitio.

Detalle	Monto Total [USD]	Incremento por Segundo Operador
Mantenimiento de Sitio	\$ 750,00	\$ 150,00
Alquiler de Sitios	\$ 1.500,00	\$ -
Impuestos y Tasas	\$ 100,00	\$ -
Energía	\$ 175,00	\$ 125,00
Personal	\$ 335,00	
TOTAL	\$ 2.860,00	\$ 275,00

Tabla 6: OPEX por Sitio en USD anualizado

En primer lugar, es importante destacar que el caso de Argentina es particular respecto del resto de los países en vías de desarrollo, en donde el peso de la energía respecto del total del OPEX del sitio representa apenas un 6%. Esto se debe a los subsidios del Estado en esta área, que podrán cambiar en el corto plazo con el nuevo esquema de tarifas presentado por el nuevo Gobierno Nacional. Sin embargo, teniendo en cuenta las proporciones actuales, es posible ver que en lo que respecta a la operación del sitio, las sinergias parecen ser significativamente mayores que en el caso de las inversiones, ya que acomodar un nuevo operador sobre el mismo sitio implicará únicamente un 10% de incremento total de OPEX.

Finalmente, para comprender como se relacionan CAPEX y OPEX, y poder definir el peso relativo total de ambos en el sitio, es menester establecer alcances temporales que guarden una relación lógica entre sí, ya que el costo de operación mostrado en la tabla 6 es anualizado, y la inversión en equipamiento y estructura, que es mucho mayor, tiene un período de amortización más largo. Esto se debe a que las diferentes inversiones en un sitio se relacionan íntimamente con los ciclos de modernización de la tecnología. Si bien las estructuras podrían amortizarse en períodos de 20 años, del orden de magnitud de los inmuebles, se tomará a fines prácticos el período de amortización de la tecnologías, y su respectivo proceso de renovación, que en los últimos años, desde la aparición de la tecnología de segunda, tercera y cuarta generación, ha resultado ser de aproximadamente 5 años en promedio.

A continuación se adjuntan dos tablas en donde se calcula el peso absoluto de ambas variables en un período de tiempo de 5 años. En ambos casos, por cuestiones de simplicidad, y asumiendo una inflación en dólares despreciable, la tasa de descuento será tomado como nula.

Año	0	1	2	3	4	5	TOTAL	Peso CAPX/OPEX
CAPEX	\$177.500						\$177.500	92,54%
OPEX		\$2.860	\$2.860	\$2.860	\$2.860	\$2.860	\$14.300	7,46%

Tabla 7: Proporción CAPEX versus OPEX a 5 Años para un Operador

Año	0	1	2	3	4	5	TOTAL	Peso CAPX/OPEX
CAPEX	\$265.000						\$265.000	94,42%
OPEX		\$3.135	\$3.135	\$3.135	\$3.135	\$3.135	\$15.675	5,58%

Tabla 8: Proporción CAPEX versus OPEX a 5 Años para dos Operadores con Implementación RAN Sharing

Como puede inferirse de las tablas 7 y 8, la inversión requerida en cada sitio es significativamente mayor a los gastos de operación, factor que será determinante al momento de calcular el ahorro total para la implementación de *RAN Sharing*. Mientras que el costo combinado de ambos factores a 5 años suma \$191.800 para la implementación de un sitio para un único operador, en una inversión conjunta, el costo total será de \$ 280.675, es decir, un 46% más. Esto implica que ambos operadores deberían afrontar únicamente \$ 140.337,50, un 26% menos de costo total que si hicieran una red de manera individual.

Capítulo IV: Los supuestos para la implementación de *RAN Sharing* en Argentina

En esta sección se desarrollarán brevemente los supuestos que se utilizarán luego para analizar los datos y extraer las conclusiones del presente trabajo. En primer lugar, es importante definir la saturación del mercado local en cuanto a la cantidad de operadores móviles. En las secciones previas se identificó claramente el número de operadores promedio en la región y el mundo. Argentina, con sus 4 prestadores de servicios, se encuentra dentro de este promedio y producto de la madurez del mercado, se trabajará bajo el supuesto de que no es probable que un nuevo operador pueda surgir como proveedor de servicios móviles. Esto queda a su vez de manifiesto si se considera que la población total cubierta – contando líneas duplicadas – del servicio de tercera generación alcanza un valor cercano al 90%. En el Anexo IV, a su vez, un representante de los operadores incumbentes

reconoce esta misma situación durante su entrevista, argumentando la falta de movimiento y el elevado grado de madurez presente en el mercado.

Un hecho que refuerza la anterior suposición es la compra del operador de Televisión Satelital DirecTV por uno de los prestadores de servicios móviles más grandes del continente: AT&T. Con posibilidad de obtener el espectro radioeléctrico que *ArLink* devolvió al Estado en 2015, y establecer así una operación móvil en Argentina, esta compañía norteamericana decidió poner en venta la región latinoamericana de DirecTV en su totalidad, incluyendo la Argentina, sin considerar la posibilidad de brindar servicios móviles y expandir sus negocios. Por otra parte, las compañías de Internet Facebook y Google aún no aparecen como candidatos fuertes a brindar servicios móviles en el mundo, y por lo tanto, no se consideran en el corto ni mediano plazo como eventuales jugadores que puedan introducirse en el mercado argentino.

Respecto de la situación general del mercado local de comunicaciones, existen fuertes rumores de integración entre los diferentes operadores móviles y prestadores de servicios de Televisión – ya sea Satelital o Cable – que tenderán a consolidar el mercado en una menor cantidad de participantes. Lejos de abrir el juego a nuevos potenciales participantes, estas uniones podrían generar barreras de ingreso aún más altas para nuevos aspirantes a brindar servicios de Televisión, Telefonía e Internet de manera combinada. Por un lado, un grupo inversor de la empresa Cablevisión, que recientemente adquiriera al operador móvil Nextel Comunicaciones, compró la mayoría de la operación de Telecom Personal. Si bien no se habla aún de una unión de compañías en el corto plazo, el presidente de *FinTech Group AG* reconoció que en el largo plazo puede existir sinergia entre las tres compañías, lo que reduciría aún más el mercado de las comunicaciones móviles en el país.

Por otro lado, Telefónica de Argentina anunció recientemente su interés de adquirir la operación en Argentina del grupo DirecTV, de forma tal de poder brindar cuádrupleplay y prepararse para competir con Telecom Personal y Cablevisión. En última instancia, Claro Argentina también informó su interés de comprar la operación de Telecentro, la segunda cable-operadora en importancia de Argentina. Este movimiento que se produce entre los operadores móviles y de televisión tienden, a priori, a consolidar sus posiciones y establecer una barrera de entrada más elevada para un potencial competidor, que debería

afrontar no sólo una puja por los clientes móviles si no que deberá proveer servicios de Televisión para poder competir con paquetes de productos similares a los prestadores incumbentes.

A su vez, se presupone también que la ENACOM, es decir, el Ente Regulador de la telefonía móvil en el país, permitirá que se implementen este tipo de acuerdos en Argentina. En el Anexo correspondiente a este organismo se desarrollará no sólo lo establecido hasta el momento en las regulaciones vigentes del país, si no que se presentarán distintos casos en otros lugares del mundo en donde se ha ejecutado el *RAN Sharing* y el ente regulador local ha participado como organismo de control.

Finalmente, es importante recordar que el ARPU de los operadores móviles ha caído sensiblemente en los últimos 5 años, tanto a nivel global como a nivel local, de acuerdo a los gráficos incluidos en el capítulo anterior. Esto indica que el mercado de las telecomunicaciones ha alcanzado un nivel de madurez relativo que acota su rentabilidad, puesto que ya se ha alcanzado niveles de penetración de servicio cercanos al 90% en los casos de tecnologías como las de segunda y tercera generación. Este hecho, sumado a aquellos descriptos en el párrafo anterior, dificulta la aparición de un nuevo operador móvil que modifique la fisonomía del mercado actual. Esta situación será tomada en cuenta al momento de plantear el escenario de análisis propuesto en el presente trabajo.

Parte III: Análisis de Datos

Para poder determinar la conveniencia de la implementación de *RAN Sharing* entre operadores móviles, es necesario realizar un análisis de la situación específica de cada prestador de servicios candidato a participar del acuerdo. Sin embargo, este análisis no debe ser estático, como se destacó en la sección de la estructura de costos de los operadores, sino que debe contemplar variables específicas de la situación tecnológica de cada uno de ellos. Para el caso de que se realizara un análisis sobre proveedores de servicios que pretenden comenzar a ser operadores móviles y no cuentan al momento con una red existente, es probable que el ahorro total que se alcance en este caso se componga de la multiplicación directa entre los costos antes mencionados por el tamaño de la red objetivo. Sin embargo,

para el caso de que se analicen dos operadores con redes comerciales establecidas, es necesario realizar una evaluación dinámica de la red.

A tal efecto, se propone entonces considerar al menos 2 factores fundamentales que modificarán los resultados y el análisis sobre la conveniencia de la implementación de la tecnología de *RAN Sharing*. Por un lado, es necesario dimensionar la red modelo a la que cada operador involucrado en el acuerdo quiere llegar. Esto permitirá calcular la brecha entre los sitios que actualmente tiene cada prestador de servicios y su red objetivo, y podrá calcularse entonces la inversión adicional en radiobases nuevas. La segunda de las variables a considerar es el grado de modernización de la red, cuya importancia radica en la determinación de la inversión necesaria para utilizar eficientemente el espectro adquirido por cada operador en los sitios actuales y soportar así toda la capacidad potencial de cada uno de ellos.

Analizando con mayor profundidad la primera de las dimensiones establecida en el párrafo anterior, es posible inferir que dependiendo de la red modelo que cada operador desee alcanzar, la diferencia entre los sitios existentes y los deseados afectará significativamente la proporción del ahorro que se pueda alcanzar a través de la sinergia de la construcción de una red bajo un formato de implementación conjunta. Comparando los datos entre países emergentes y desarrollados, es posible concluir que en países como Argentina, las redes móviles deben al menos duplicar la cantidad de radiobases existentes para obtener experiencias de usuario como las que los operadores móviles de primer nivel brindan a sus clientes. Mientras que en países como Estados Unidos la distancia entre sitios promedio en zonas urbanas oscila entre los 300 y 500 metros, la situación en Latinoamérica empeora drásticamente, obteniendo distancias entre radiobases de entre 450 y 1000 metros. Esto quiere decir que, dependiendo el caso la red debería al menos duplicar la cantidad de sitios. A su vez, la proporción de nodos por cada millón de habitantes es de 1036 unidades en países desarrollados, mientras que esta cifra apenas alcanza las 328 unidades para Latinoamérica, con una diferencia entre usuarios conectados de 10 a 25 versus 33 a 70.

En consecuencia, a partir de las variables antes descriptas, las redes móviles en Argentina deberían incrementarse alrededor del 100% en los próximos años, con el objeto de alcanzar los niveles de cobertura y capacidad de los países desarrollados. Considerando

que en la actualidad, el número de nodos por operador oscila en promedio alrededor de las 4000 unidades, es de esperar que se construyan la misma cantidad de sitios en el plazo indicado en el pliego de la licitación del espectro radioeléctrico de fines de 2014. Esto quiere decir que para el 2020, los operadores en el país deberían alcanzar las 8000 radiobases aproximadamente. La red modelo final, en definitiva, impactará significativamente en el posible ahorro de inversión que los diferentes operadores móviles involucrados puedan alcanzar, ya que la construcción de 4000 sitios para un operador incumbente no representa el mismo nivel de inversión que para un nuevo operador, que deberá desplegar 8000 sitios, y en consecuencia, tendrá un mayor eficiencia con la implementación de *RAN Sharing*.

Por otra parte, considerar el grado de modernización de la red es también otro punto importante al momento de determinar si la implementación de esta tecnología de compartición de infraestructura puede ser beneficiosa para un operador. Esto quiere decir que si al momento de firmar el acuerdo, uno de los operadores involucrados ya posee todas sus radiobases modernizadas, es decir, con toda la capacidad requerida para brindar los servicios de cuarta generación en todas las nuevas bandas de frecuencia adquiridas, así como con la potencia suficiente para irradiar toda la evolución de su espectro radioeléctrico de tecnologías más viejas como 2G en las nuevas de 3G, la ventaja de la implementación de *RAN Sharing* será más reducida que en aquellos casos donde los operadores deben todavía realizar un mayor número de adecuaciones para alcanzar el mismo objetivo. Esta otra variable es dinámica y depende exclusivamente de la situación de cada operador, por lo que análisis estáticos como los realizados por Gourhant, Meddour y Rasheed no son concluyentes para determinar el nivel de ahorro alcanzado por los operadores móviles involucrados en el acuerdo. Es posible que incluso los distintos miembros del acuerdo alcancen diferentes niveles de ahorro de acuerdo a su situación particular.

A continuación, se incluye un análisis paramétrico en donde se muestra la influencia de los diferentes niveles de crecimiento de la red requerido, como porcentaje de incremento de la red objetivo respecto de la existente (α), así como el grado de modernización que tenga la red actual (β) de un operador involucrado en el acuerdo. Para estimar los diferentes ahorros finales para cada combinación de variables, se tomarán los valores absolutos de las

tablas 7 y 8, considerando también una inversión proporcional de 5 años que le permita al operador alcanzar su objetivo final.

Cálculo de Ahorro de Inversión Total para Operadores Entrantes.

En el caso de que los operadores a analizar sean completamente nuevos y deseen desarrollar de manera conjunta una nueva red de comunicaciones móviles, el cálculo que permite determinar el nivel de ahorro de inversión y operación de la red puede resumirse simplemente a la adquisición de sitios nuevos con infraestructuras compartidas, y equipamiento electrónico necesario para acomodar la potencia requerida por ambos prestadores de servicios. De acuerdo a la tabla 7, es posible obtener el Costo Total de Obtención de la red deseada de 8000 sitios de un nuevo operador, que construirá todos sus nodos de manera independiente, distribuyendo la creación de los mismos homogéneamente durante 5 años, a razón de 1600 radiobases por periodo. La inversión total se resume en la tabla 9.

Año	1	2	3	4	5	TOTAL
CAPEX	\$284.000.000	\$284.000.000	\$284.000.000	\$284.000.000	\$284.000.000	\$1.420.000.000
OPEX	\$4.576.000	\$9.152.000	\$13.728.000	\$ 18.304.000,00	\$22.880.000	\$68.640.000
INVERSION TOTAL	\$288.576.000	\$293.152.000	\$297.728.000	\$302.304.000	\$306.880.000	\$1.488.640.000

Tabla 9: Inversión Total de un Operador para construir una red de 8000 Sitios

Análogamente, es posible obtener el Costo de Adquisición total de una red de similar magnitud, considerando que la construcción de la misma será compartida entre dos operadores, utilizando la información de la tabla 8.

Año	1	2	3	4	5	TOTAL
CAPEX	\$212.000.000	\$212.000.000	\$212.000.000	\$212.000.000	\$212.000.000	\$1.060.000.000
OPEX	\$2.508.000	\$5.016.000	\$7.524.000	\$10.032.000	\$12.540.00	\$37.620.000
INVERSION TOTAL	\$214.508.000	\$217.016.000	\$219.524.000	\$ 222.032.000	\$224.540.000	\$1.097.620.000

Tabla 10: Inversión Total de un Operador para construir una red de 8000 Sitios con Implementación RAN Sharing

De la comparación de ambos resultados es posible concluir fácilmente que existe un ahorro de inversión y operación de una red a 5 años que asciende a los 391 millones de dólares, si esta se construye bajo un acuerdo de *RAN Sharing*. Esta sinergia representa una proporción del 26% sobre el total de la erogación que un único operador debería asumir si quisiera montar una red de manera independiente. A su vez, es importante destacar que si el objetivo fuera el de construir un número mayor de sitios, o bien se hiciera un análisis de

operación de la red con un plazo mayor de tiempo, este porcentaje crecería sin dudas en su valor absoluto, aunque el crecimiento porcentual sería mucho menor que el esperado, ya que el ahorro de CAPEX entre ambos modelos se encuentra fijo en 25.3%, y la única variable que impactaría con el acumulado de sitios, de forma creciente, sería el OPEX.

Cálculo de Ahorro de Inversión Total para Operadores Existentes con red modernizada.

Como se esbozó anteriormente en esta misma sección de análisis de datos, es imperativo realizar un estudio del costo total de adquisición y operación de la red de forma dinámica, es decir, contemplando la situación real de cada operador. Para ello, es importante determinar el grado de modernización de la red actual de los prestadores de servicios involucrados en el acuerdo de *RAN Sharing*, ya que si uno de ellos parte de una cantidad de sitios definida – en este ejemplo se tomará un promedio de 4000 sitios – para plantear un incremento de sitios del 100%, es decir, un número adicional de 4000 sitios, la inversión que este deba realizar en sus sitios existentes cambiará drásticamente el resultado del análisis de conveniencia del proyecto conjunto.

Partiendo del supuesto en el que el operador cuente con sus 4000 sitios existentes con la configuración final deseada para brindar toda la capacidad a sus actuales clientes y sus potenciales nuevos consumidores de acuerdo al plan de *Marketing* (β igual al 100%), este operador no deberá realizar inversiones adicionales en sus sitios para brindar mayor capacidad, y sólo deberá contemplar aquel equipamiento necesario para acomodar el tráfico de su socio tecnológico en el acuerdo de *RAN Sharing*. Asimismo, partiendo de un segundo supuesto en el que la distribución de sitios es homogénea a lo largo del país, el operador deberá ceder la mitad de sus radiobases al otro miembro del acuerdo de manera paulatina, es decir, a razón de 400 unidades por año, reduciendo el OPEX asociado a estos nodos, que pasará a ser asumido por su *cooperador*. Finalmente, se supone además que la construcción de los sitios faltantes para alcanzar la red modelo, es decir, de los 4000 sitios adicionales (α igual a 100%), serán distribuidos también de manera homogénea en el país, lo que implica que deberán ser construidos en partes iguales por cada operador.

En resumen, cada prestador de servicios deberá entonces construir 400 sitios nuevos por año con la capacidad necesaria para ambos operadores. Esto implica que, considerando la tabla 5, ellos deberán desembolsar en forma de CAPEX 106 millones de dólares anuales,

por 5 años. A su vez, la inversión anual requerida en el mismo período de tiempo antes especificado para acomodar al nuevo socio tecnológico, de acuerdo a la tabla 5, puede estimarse también en 35 millones de dólares anuales, incluyendo los refuerzos de estructura y el equipamiento adicional. La inversión de OPEX será variable en función de la evolución de la red, ya que esta irá modificando su constitución de la siguiente forma:

- 400 sitios por año serán transferidos al otro operador (socio), lo que reducirá el gasto de OPEX de acuerdo a la tabla 6 en 2.860 dólares anuales por nodo.
- 400 radiobases nuevas por año serán construidos para irradiar las frecuencias de ambos prestadores de servicio, lo que implicará un incremento en el OPEX de 3.135 dólares por año y elemento de red.
- 400 sitios por año serán adecuados para irradiar la potencia requerida por ambos operadores del acuerdo, lo que implica un incremento del mismo monto que el punto anterior.

En la siguiente tabla se adjunta la evolución de los sitios por año, así como la evolución del OPEX para este escenario en particular.

Año	1	2	3	4	5	Costo Unitario OPEX Anual
Evolución Sitios Propios	3200	2400	1600	800	0	\$2.860
Evolución Sitios Compartidos (Auto)	800	1600	2400	3200	4000	\$3.135
Sitios Operados por Socio Tecnológico	800	1600	2400	3200	4000	\$ -
TOTAL Sitios Red	4800	5600	6400	7200	8000	
OPEX Anual	\$11.660.000	\$11.880.000	\$12.100.000	\$12.320.000	\$12.540.000	

Tabla 11: Evolución Sitios Propios y Compartidos e impacto en el OPEX anual

De la tabla anterior, es posible observar como la red evoluciona para en el quinto año estar conformada por 4000 sitios propios e igual cantidad de radiobases operadas por el socio en el acuerdo de *RAN Sharing*, totalizando un OPEX acumulado en los 5 años de 60.5 millones de dólares.

Año	1	2	3	4	5	TOTALES
OPEX	11.660.000	\$11.880.000	\$12.100.000	\$12.320.000	\$12.540.000	\$60.500.000
CAPEX	141.000.000	\$141.000.000	\$141.000.000	\$141.000.000	\$141.000.000	\$705.000.000

Tabla 12: CAPEX y OPEX anualizado para construcción de red en formato RAN Sharing

En resumen, de la tabla 12 es posible concluir que la inversión total para alcanzar una red de 8000 sitios en formato *RAN Sharing* será de 765,5 millones de dólares por operador. Para conocer el ahorro neto de esta implementación, es menester calcular la inversión necesaria para construir y operar los 4000 sitios adicionales, siendo estos construidos por un único operador, y sin necesidad de invertir en la adecuación de sitios existentes para su *cooperador*. Para ello, se asume que la totalidad de sitios a construir – de 800 sitios anuales – será asumida por un único operador, quien desembolsará el monto requerido para irradiar su propia frecuencia únicamente y para operar dicha red. En la siguiente tabla se incluyen los cálculos análogos al de la tabla 12 pero para una implementación sin compartición de infraestructura, de donde se puede obtener que el costo total para la construcción y operación de una red similar para un único operador asciende a 801.5 millones de dólares.

Año	1	2	3	4	5	
Evolución de Sitios Propios	4800	5600	6400	7200	8000	TOTALES
OPEX Anual	\$13.728.000	\$16.016.000	\$18.304.000	\$20.592.000	\$22.880.000	\$91.520.000
CAPEX Anual	\$142.000.000	\$142.000.000	\$142.000.000	\$142.000.000	\$142.000.000	\$710.000.000

Tabla 13: CAPEX y OPEX anualizado para construcción de red en formato tradicional

De la comparación de las últimas tablas incluidas en esta sección, se puede concluir que existe un ahorro para un operador que desea implementar una red de 8000 sitios de forma compartida de 36 millones de dólares, lo que representa apenas un 4.5% del costo total para un único prestador de servicios móviles que implementase la misma red por cuenta propia. La justificación de que este ahorro sea pequeño en comparación con el valor total de la inversión radica en que se parte de una premisa real en donde el propio operador, en un formato de *RAN Sharing*, debe hacer un desembolso adicional para acomodar a su *cooperador* en sus sitios ya modernizados. De otra manera, la inversión en estas radiobases, si quisiera construir la red por su cuenta, sería nula. Este hecho hace que los CAPEX requeridos para alcanzar la red final sean similares, y que el ahorro provenga en mayor medida de la operación únicamente.

Sin embargo, es importante mencionar que tanto la variación inicial del grado de modernización de la red como la dimensión objetivo de la misma pueden afectar sensiblemente el resultado final del análisis. Por ejemplo, si el grado de modernización de

la red existente fuese bajo, y por lo tanto, el operador debiera realizar una inversión mayor en sitios existentes, y a su vez la red objetivo tuviese una brecha mayor con la deseada, la situación podría asemejarse a aquella desarrollada en la sección anterior, puesto que la fisonomía de los operadores serían similares al de uno nuevo. En la siguientes secciones se buscará parametrizar los diferentes escenarios en función del los grados de modernización y la brecha existente en entre red existente y deseada.

Cálculo de Ahorro de Inversión Total para Operadores Existentes con red modernizada en función de la variación de la red objetivo.

En esta sección, se propone demostrar el efecto que tiene el tamaño de la red objetivo en el cálculo del ahorro final que tiene una implementación conjunta. Para ello, se calculará de la misma manera que se hizo en la sección anterior, cuál es el costo de construir una red con un crecimiento determinado, partiendo de la base que el operador que realiza la evaluación del proyecto ya cuenta con su red modernizada. Asumiendo los mismos costos de las tablas 5 y 6, es posible calcular el costo total requerida para construir y operar una red por 5 años, como función del porcentaje de incremento de la red (α).

Año	1	2	3	4	5	Inversion TOTAL
$\alpha=10\%$	\$ 56.131.400	\$ 55.222.800	\$ 54.314.200	\$ 53.405.600	\$ 52.497.000	\$ 271.571.000
$\alpha=20\%$	\$ 66.856.800	\$ 66.073.600	\$ 65.290.400	\$ 64.507.200	\$ 63.724.000	\$ 326.452.000
$\alpha=30\%$	\$ 77.582.200	\$ 76.924.400	\$ 76.266.600	\$ 75.608.800	\$ 74.951.000	\$ 381.333.000
$\alpha=40\%$	\$ 88.307.600	\$ 87.775.200	\$ 87.242.800	\$ 86.710.400	\$ 86.178.000	\$ 436.214.000
$\alpha=50\%$	\$ 99.033.000	\$ 98.626.000	\$ 98.219.000	\$ 97.812.000	\$ 97.405.000	\$ 491.095.000
$\alpha=60\%$	\$ 109.758.400	\$ 109.476.800	\$ 109.195.200	\$ 108.913.600	\$ 108.632.000	\$ 545.976.000
$\alpha=70\%$	\$ 120.483.800	\$ 120.327.600	\$ 120.171.400	\$ 120.015.200	\$ 119.859.000	\$ 600.857.000
$\alpha=80\%$	\$ 131.209.200	\$ 131.178.400	\$ 131.147.600	\$ 131.116.800	\$ 131.086.000	\$ 655.738.000
$\alpha=90\%$	\$ 141.934.600	\$ 142.029.200	\$ 142.123.800	\$ 142.218.400	\$ 142.313.000	\$ 710.619.000
$\alpha=100\%$	\$ 152.660.000	\$ 152.880.000	\$ 153.100.000	\$ 153.320.000	\$ 153.540.000	\$ 765.500.000

Tabla 14: Costo Total (CAPEX + OPEX) requerido para una implementación de RAN Sharing con diferentes proporciones de crecimiento de red modelo

A su vez, siguiendo el mismo modelo de cálculo realizado en el inciso anterior para un crecimiento del 100% de la red, puede calcularse el costo total de adquisición de la red para un único operador en un formato de construcción independiente, como función de (α).

Año	1	2	3	4	5	Inversion TOTAL
$\alpha=10\%$	\$ 25.868.800	\$ 26.097.600	\$ 26.326.400	\$ 26.555.200	\$ 26.784.000	\$ 131.632.000
$\alpha=20\%$	\$ 40.297.600	\$ 40.755.200	\$ 41.212.800	\$ 41.670.400	\$ 42.128.000	\$ 206.064.000
$\alpha=30\%$	\$ 54.726.400	\$ 55.412.800	\$ 56.099.200	\$ 56.785.600	\$ 57.472.000	\$ 280.496.000
$\alpha=40\%$	\$ 69.155.200	\$ 70.070.400	\$ 70.985.600	\$ 71.900.800	\$ 72.816.000	\$ 354.928.000
$\alpha=50\%$	\$ 83.584.000	\$ 84.728.000	\$ 85.872.000	\$ 87.016.000	\$ 88.160.000	\$ 429.360.000
$\alpha=60\%$	\$ 98.012.800	\$ 99.385.600	\$ 100.758.400	\$ 102.131.200	\$ 103.504.000	\$ 503.792.000
$\alpha=70\%$	\$ 112.441.600	\$ 114.043.200	\$ 115.644.800	\$ 117.246.400	\$ 118.848.000	\$ 578.224.000
$\alpha=80\%$	\$ 126.870.400	\$ 128.700.800	\$ 130.531.200	\$ 132.361.600	\$ 134.192.000	\$ 652.656.000
$\alpha=90\%$	\$ 141.299.200	\$ 143.358.400	\$ 145.417.600	\$ 147.476.800	\$ 149.536.000	\$ 727.088.000
$\alpha=100\%$	\$ 155.728.000	\$ 158.016.000	\$ 160.304.000	\$ 162.592.000	\$ 164.880.000	\$ 801.520.000

Tabla 15: Costo Total (CAPEX + OPEX) requerido para una implementación de un operador independiente con diferentes proporciones de crecimiento de red modelo

Como puede desprenderse de las tablas 14 y 15, a medida que la red existente que se toma como punto de partida se acerca a la deseada, el *RAN Sharing* no es conveniente e incluso puede llevar al mismo operador a invertir mayor dinero y a incrementar sus costos de operación por encima del valor que debería asumir en una estrategia de despliegue independiente. Existe un punto de quiebre que determina que un proyecto se vuelva viable y exista al menos un ahorro mínimo en el costo total de adquisición de la red. Haciendo la diferencia entre ambas tablas puede encontrarse el ahorro en función del crecimiento de la red modelo (α). A continuación se incluye la gráfica que permite calcular el ahorro como función de α , manteniendo el grado inicial de la red constante (β) e igual al 100%.

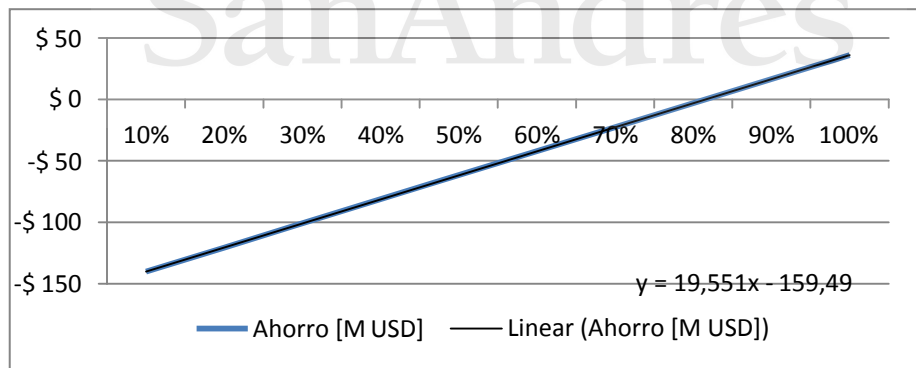


Figura 35: Ahorro en el TCO de una red en función del crecimiento de la red objetivo

De la gráfica anterior es posible concluir que la relación existente entre el ahorro en la inversión y operación de una red en formato individual en contraposición de la implementación conjunta es lineal, y que a mayor incremento de sitios de la red objetivo, se evidenciará un mayor incremento del ahorro, y por lo tanto, el proyecto será más

provechoso para operadores que están lejos de su red deseada. El punto de inflexión en este caso es del 81.57%. Esto quiere decir que, si el operador deseara construir 3260 sitios nuevos, el costo asociado total - considerando tanto CAPEX como OPEX – será el mismo tanto para una implementación conjunta como para otra independiente.

Cálculo de Ahorro de Inversión Total para Operadores Existentes con porcentaje de modernización variable, en función de la variación de la red objetivo.

Con el objeto de calcular el ahorro total en la construcción y operación de la red como función del porcentaje de modernización de la misma, es necesario en primera instancia poder valorizar la inversión necesaria que cada operador deberá realizar no sólo para adecuar un sitio existente para cumplir con los requerimientos de su nuevo socio tecnológico, si no que también deberá considerar el costo adicional para adecuar dichos nodos a sus propios objetivos. Es probable que aquí el monto requerido no sea constante para todos las radiobases, y que este dependa de cada sitio en particular. Sin embargo, para poder realizar una estimación de cómo afecta esta variable en el cálculo del ahorro total de un operador al momento de implementar *RAN Sharing*, se trabajará bajo el supuesto que el porcentaje de los sitios a modernizar deberá sufrir similares adecuaciones.

Para esto, se trabajará también con los valores presentados en las tablas 5 y 6, y se asumirá que el costo adicional de CAPEX para modernizar un sitio propio se compondrá de los factores considerados en la tabla 16, que incluyen inversión en equipamiento de cuarta generación, así como un prorrateo de modernizaciones de equipamiento de tercera generación. Respecto del OPEX, se supondrá que el incremento es despreciable para el operador existente.

Detalle	Monto Total [USD]
Equipamiento Movil (Hardware y Software)	\$ 30.000
Infraestructura (Obra Civil, Herrajes y otros)	\$ 2.500
Transmisión (No Incluye Backhauling)	\$ -
TOTAL	\$ 32.500

Tabla 16: CAPEX requerido para modernización de un sitio propio

Considerando el incremento de CAPEX por sitio no modernizado, se buscará obtener una curva similar a la especificada en la figura 35, en donde se pueda confirmar la influencia positiva que tiene la no modernización de los nodos en la conveniencia de una

implementación de red bajo el formato de *RAN Sharing*. Es importante destacar aquí que la principal diferencia con el cálculo anterior radica en que en un escenario de compartición de infraestructura, se espera que la modernización de la mitad de los sitios pendientes queden en la región de incumbencia del socio, y que sea este el que se haga cargo de dicha inversión. En contraposición a esto, en un escenario de despliegue autónomo, será el propio operador interesado en realizar la modernización el que deba invertir la totalidad del dinero necesario para adecuar los sitios a su requerimiento objetivo. En la siguiente tabla es posible observar cómo a menor grado de modernización de la red existente, mayor es el ahorro del costo total de la misma para alcanzar un mismo nivel de sitios objetivo.

		Grado de Modernización de la Red Existente										
Porc		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Grado de Incremento de la red	10%	-\$74,94	-\$81,44	-\$87,94	-\$94,44	-\$100,94	-\$107,44	-\$113,94	-\$120,44	-\$126,94	-\$133,44	-\$139,94
	20%	-\$55,39	-\$61,89	-\$68,39	-\$74,89	-\$81,39	-\$87,89	-\$94,39	-\$100,89	-\$107,39	-\$113,89	-\$120,39
	30%	-\$35,84	-\$42,34	-\$48,84	-\$55,34	-\$61,84	-\$68,34	-\$74,84	-\$81,34	-\$87,84	-\$94,34	-\$100,84
	40%	-\$16,29	-\$22,79	-\$29,29	-\$35,79	-\$42,29	-\$48,79	-\$55,29	-\$61,79	-\$68,29	-\$74,79	-\$81,29
	50%	\$3,27	-\$3,24	-\$9,74	-\$16,24	-\$22,74	-\$29,24	-\$35,74	-\$42,24	-\$48,74	-\$55,24	-\$61,74
	60%	\$22,82	\$16,32	\$9,82	\$3,32	-\$3,18	-\$9,68	-\$16,18	-\$22,68	-\$29,18	-\$35,68	-\$42,18
	70%	\$42,37	\$35,87	\$29,37	\$22,87	\$16,37	\$9,87	\$3,37	-\$3,13	-\$9,63	-\$16,13	-\$22,63
	80%	\$61,92	\$55,42	\$48,92	\$42,42	\$35,92	\$29,42	\$22,92	\$16,42	\$9,92	\$3,42	-\$3,08
	90%	\$81,47	\$74,97	\$68,47	\$61,97	\$55,47	\$48,97	\$42,47	\$35,97	\$29,47	\$22,97	\$16,47
	100%	\$101,0	\$94,52	\$88,02	\$81,52	\$75,02	\$68,52	\$62,02	\$55,52	\$49,02	\$42,52	\$36,02

Tabla 17: Inversión Total de un Operador para construir una red de 8000 Sitios

Para una mejor visualización de lo antedicho, se incluye a continuación una gráfica que permite visualizar paramétricamente la evolución del ahorro en función de α y β .

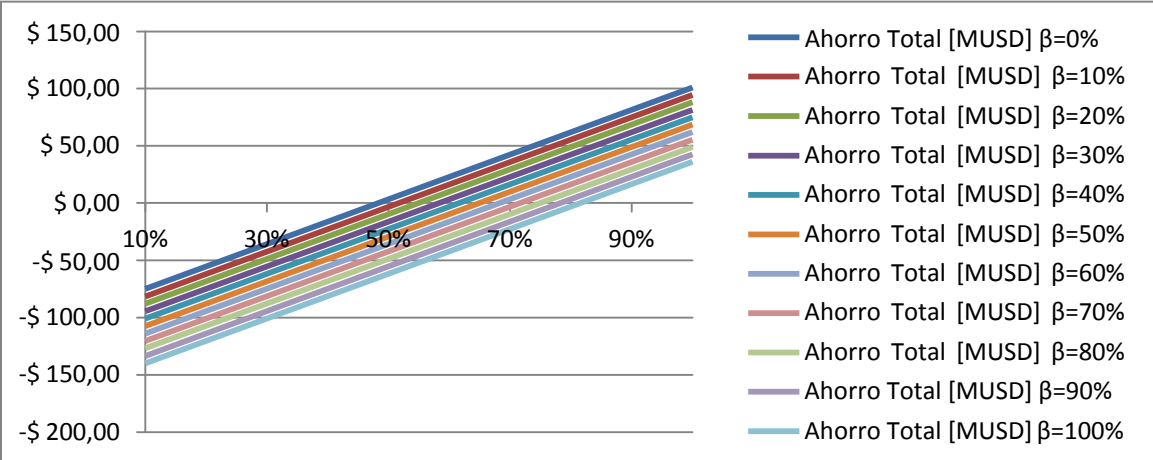


Figura 36: Ahorro total de CAPEX y OPEX función de α (eje X) y β (parametrización)

En la figura 36 es posible observar como la conveniencia de la implementación de *RAN Sharing* aumenta a menores grados de modernización de la red. Esto se debe a que los costos de modernizar la proporción de la red que construya el segundo operador del acuerdo serán asumidos por este último, mejorando la factibilidad de la compartición de infraestructura.

Parte IV: Conclusiones

4.1 Predicción de la viabilidad de implementación de *RAN Sharing* en el país.

La implementación de *RAN Sharing* en Argentina parece a priori una solución de suma importancia a considerar para cubrir eficientemente con servicios de comunicaciones móviles el vasto territorio que conforma el país. Como fue especificado en secciones anteriores, existe un déficit de capacidad y cobertura en la actualidad, hecho que apalancará el crecimiento de las redes móviles de los diferentes operadores en los próximos 5 años. A raíz de la dificultad en la adquisición de nuevos sitios, la compartición pasiva de los mismos es una solución imperativa que debe replicarse a lo largo del país. Sin embargo, la compartición de los elementos activos de la red de acceso debe analizarse con un mayor nivel de detalle.

Esto se debe básicamente a que la implementación de la tecnología bajo estudio tiene un componente dinámico que dificulta el análisis necesario para garantizar que su adopción tendrá un ahorro significativo para los operadores móviles involucrados en el acuerdo. Bajo el supuesto que en cualquiera de los dos formatos de implementación de la red, el operador alcanzará la misma cantidad de sitios que necesita en un período de tiempo determinado – por ejemplo, los 5 años de duración del pliego que adjudicara a fin de 2014 los nuevos lotes de frecuencias para LTE – el usuario final no apreciará ningún beneficio adicional por la utilización de dicha tecnología. Sin embargo, es menester resaltar que la factibilidad de completar un plan agresivo que consista en duplicar la cantidad de sitios por operador se incrementa cuando los esfuerzos se dividen entre diferentes partes. No obstante esto, la posibilidad de mensurar esta probabilidad es prácticamente inviable, por lo que queda fuera del análisis del impacto, y se menciona como un factor adicional subjetivo en apoyo de los despliegues conjuntos.

En la bibliografía en general, la tecnología de *RAN Sharing* se estudia de una forma estática, analizando la inversión que debe realizar cada operador para desplegar una red móvil, para luego agregar los costos de operación de la misma, siempre como una magnitud relativa al costo de adquisición total del sistema. Sin embargo, este análisis resulta únicamente efectivo cuando se trata de redes que se desplegarán íntegramente desde sus comienzos a partir de la compartición de infraestructura, ya que se deja de lado en este tipo de estudios factores importantes como el grado de modernización de la red, así como la diferencia existente entre las radiobases objetivo y las que ya conforman la red del operador que analiza la factibilidad del proyecto. Estas omisiones en el análisis pueden derivar en conclusiones erróneas, que serán inexactas desde el punto de vista del ahorro en el costo total de adquisición de una red.

A su vez, ha quedado en evidencia a partir de los ejemplos presentados en este trabajo que la factibilidad legal de la adopción de esta tecnología no ha sido generalizada en ninguno de los países que han implementado *RAN Sharing*. El ente regulador de cada país ha dejado en claro a partir del estudio particular de cada caso que es necesario analizar la situación de cada operador involucrado en un posible acuerdo de compartición de infraestructura. Este comportamiento tiene como objetivo el de garantizar la transparencia del vínculo entre los prestadores de servicios, evitando que exista colusión entre ellos, y en última instancia, salvaguardando los intereses de los consumidores finales del servicio móvil. Sin embargo, la existencia de varios casos de *RAN Sharing* en el mundo indica que la tecnología es lo suficientemente madura como para ser implementada satisfactoriamente, y que además, con las herramientas y mecanismos de control adecuados, esta puede desarrollarse sin inconvenientes, beneficiando tanto a operadores como a clientes.

Con el objeto de determinar empero, los casos de aplicación más beneficiosos para los operadores móviles, es necesario estudiar las variables indicadas en la sección de análisis de datos de esta tesis. Allí se ha puesto de manifiesto claramente como la realidad específica de cada proveedor de servicios móviles puede determinar la factibilidad del proyecto. De dicho análisis se desprende que para operadores nuevos, cuya disponibilidad de red actual es nula – es decir, $\alpha = \infty$ - y por ende, su grado de modernización es también nulo – $\beta = 0$ – la conveniencia de la adopción de esta tecnología es sustancial, ya que se

podrá obtener un ahorro cercano al 50% con respecto a una inversión bajo el formato de construcción tradicional. No obstante esto, consultando la visión de los operadores móviles del país, queda en evidencia que en líneas generales, los prestadores de servicios incumbentes no perciben ninguna ventaja en realizar un acuerdo de *RAN Sharing* con potenciales nuevos jugadores del mercado. El motivo fundamental detrás de esta visión es que los nuevos operadores no podrán contribuir en el crecimiento de la red en el corto plazo, ya que estos carecen de sitios propios. A su vez, la asimetría de tráfico entre ambos haría que el costo de arrendamiento de la infraestructura que los nuevos prestadores de servicios deberían asumir para con los incumbentes se elevase significativamente, generando una gran erogación de dinero que puede afectar en última instancia la situación económico financiera de los operadores entrantes. Para este tipo de oferentes de servicios, el costo de alquiler de una red existente debería ser una variable adicional a tener en cuenta para verificar si la tecnología de *RAN Sharing* con un prestador incumbente es un modelo de implementación viable.

En consecuencia, la implementación de la compartición de infraestructura tendría sentido únicamente entre operadores que se encuentran en similares condiciones de provisión de servicios. Considerando dos prestadores incumbentes, habría que analizar específicamente el grado de modernización de la red de cada uno de ellos, así como la brecha existente entre la red deseada por cada operador y su composición actual. A mayor porcentaje de avance en el nivel de modernización de cada red, se necesita de una brecha más grande de nodos para justificar la implementación de *RAN Sharing*. Y a su vez, para un determinado grado de modernización constante, se requiere también de un mayor nivel de crecimiento de radiobases previsto, de forma tal de poder obtener mayores ventajas en la compartición de la inversión y la operación de la red. Asimismo, a pesar de que para ambos operadores que realizan el estudio de factibilidad de implementación de dicha tecnología considerando sus propias variables, la evaluación del proyecto de implementación resulte positivo, es altamente probable que la magnitud del beneficio no sea igual para ambos, hecho que genere diferente nivel de interés en el proyecto.

Vale destacar en esta sección que existen dos variables adicionales complejas de medir que deben considerarse para el análisis de la factibilidad del *RAN Sharing*, y que por

tratarse de información sensible que únicamente cada operador conoce, no ha podido ser desarrollado en el cuerpo de la tesis. Por un lado, es importante comprender el grado de distribución del *Market Share* de cada operador en las diferentes regiones del país. Este hecho se convierte en un factor de aún mayor nivel de criticidad cuando la asignación de espectro no se otorga a nivel nacional para todas las frecuencias. Durante el análisis de los datos presentados en la tesis, se trabajó bajo la premisa de que los dos prestadores de servicios móviles involucrados en el acuerdo de *RAN Sharing* construirían una red homogénea y de igual envergadura en cada una de las regiones que se repartieran en dicho contrato. Sin embargo, con distribuciones espectrales diferentes, es posible que el *Market Share* de un operador en particular sea mayor al de otro en una determinada región, por lo que la homogeneización de la red puede llevar a la pérdida de ventajas competitivas que en la actualidad pueden ser un diferencial para alguno de los miembros del acuerdo.

Un claro ejemplo de esta situación puede evidenciarse tanto en la zona del Área Múltiple de Buenos Aires como en el Norte del país. En el primer caso, siendo el AMBA una de las áreas más importantes del país, el operador Claro podría estar interesado en realizar un acuerdo de *RAN Sharing* con cualquiera de los otros prestadores de servicios, ya que su situación espectral por no tener banda de cobertura - es decir, bajas frecuencias - lo ubica en una posición de desventaja frente a sus competidores. Del mismo modo, en el Norte del país, esta situación es experimentada por Movistar, quien no posee bandas de frecuencias de cobertura y por lo tanto, podría estar interesado en promediar su red con la de otro operador. La situación en el Sur podría ser desfavorable para Personal, que tampoco cuenta con bandas de baja frecuencia en dicha zona. Sin embargo, es de público conocimiento que la densidad poblacional que existe en esta región es menor, por lo que tiene una menor importancia que la zona del AMBA y el Norte del país.

En consecuencia, entender la distribución del *Market Share* por zonas geográficas cuando las bandas de operación de los servicios no son nacionales es de suma importancia para comprender cómo puede afectarse la cantidad de clientes finales de cada operador. En resumen, si la implementación de *RAN Sharing* pone en riesgo la posición dominante de un prestador de servicios en una determinada región estratégica, es necesario evaluar cómo podría verse afectado la distribución final de usuarios para calcular no sólo el ahorro de

inversión que este podría obtener mediante una implementación compartida de la red, si no también considerar las eventuales ganancias que no se percibirán producto de la homogeneización de la red de acceso.

En sintonía con lo antedicho, es necesario que cada uno de los operadores involucrados en el acuerdo analice el impacto que este podría generar en sus ingresos netos. Vale destacar que, en líneas generales, los acuerdos de *RAN Sharing* que se han presentado en la sección del Estado del Arte de la tecnología incluían casos en los que los operadores que se encontraban en la segunda o tercera ubicación respecto del *Market Share*, tomaban la decisión de combinar sus esfuerzos para quitarle porción de mercado al operador que mantenía la posición dominante. Por lo tanto, es probable que sea necesario analizar nuevamente aquí como la homogeneización de la red podría impactar en el negocio general. Para poder avanzar con esta variable, sería mandatorio contar con la información específica de distribución del *Market Share* por región de cada operador, y conocer a su vez la facturación que se tiene en cada una de estas áreas. De esta manera, y planteando los supuestos de cómo se movería la distribución de los usuarios, se podría estimar el impacto total del *RAN Sharing*.

Para finalizar, sería oportuno analizar también un caso de implementación de compartición de infraestructura únicamente para algunas localidades específicas. Si bien no existen una gran cantidad de casos registrados al momento de despliegues parciales en zonas de bajo retorno de inversión, habría que considerar este formato de desarrollo de red para aquellas partes del país en donde la implementación de sitios nuevos para los operadores incumbentes por separado resulta económicamente inviable. En la actualidad, existe un compromiso de despliegue en las Etapas 4 y 5 acordadas en la última licitación del espectro radioeléctrico, en donde los operadores garantizarán la cobertura de localidades de entre 500 y 3000 habitantes. En estos casos, es altamente probable que la inversión por separado de los 3 operadores en lo que respecta a obras de transporte y despliegue del sitio tenga un período de repago superior a los 100 años. En consecuencia, para garantizar la viabilidad del negocio y a su vez cumplir con la universalidad del servicio, sería necesario evaluar la implementación de esta tecnología para al menos este tipo de requerimientos puntuales.

Durante el análisis de datos quedó claramente demostrado que existen beneficios significativos en lo que respecta al ahorro de costos de operación y mantenimiento cuando se despliega una red desde sus orígenes de manera conjunta. Si se considera que aquellas localidades que se incluyen en las etapas 4 y 5 del despliegue forman una nueva red de cobertura, ya que estas áreas aún no tienen servicio de ninguno de los operadores existentes por ser zonas de baja rentabilidad, estas nuevas porciones de la red podrían construirse íntegramente bajo el formato de *RAN Sharing*. En este caso, los operadores no sufrirán perjuicios desde el punto de vista del funcionamiento y operación de la red, ya que estas zonas están aisladas de otras regiones pobladas alcanzadas con los servicios móviles de manera individual. Y a partir de implementar la compartición de infraestructura es que ellos podrían cumplir con las condiciones establecidas en el pliego sin perjudicar significativamente su rentabilidad. Por lo tanto, en este caso se recomienda consolidar el despliegue conjunto, sin necesariamente vincular el *RAN Sharing* a toda la red.

4.2 Conclusiones Finales

En base a lo expuesto en la sección anterior, se pretende destacar el concepto de que la implementación del *RAN Sharing* depende exclusivamente de los operadores involucrados. El análisis debe contemplar al menos el grado de modernización de la red, la brecha existente entre la red objetivo y la red actual, y la distribución del *Market Share* de los operadores involucrados. Un análisis de costos únicamente podría derivar en una conclusión errónea respecto de la viabilidad y ventajas del proyecto, ya que la última de las variables puede afectar la operación de la red. Asimismo, debe tenerse en cuenta que las redes móviles se encuentran en constante evolución. En consecuencia, realizar un análisis estático de todas las variables antes mencionadas tampoco aseguraría la exactitud de las conclusiones. Otro punto a resaltar es que sólo se puede garantizar la conveniencia de esta metodología de implementación de redes para aquellas áreas de baja rentabilidad, donde los operadores móviles estén obligados a realizar despliegues producto de la universalización del servicio de comunicaciones móviles.

Sin embargo, en respuesta a las preguntas que se plantearan al comienzo del trabajo, es menester resaltar que más allá de la conveniencia económica que esta pueda traerle a los operadores involucrados en un acuerdo de *RAN Sharing*, los casos prácticos mencionados

durante la tesis avalan la teoría de que los despliegues pueden facilitar sensiblemente un despliegue más veloz de las redes, mejorando capacidad y cobertura más rápidamente. A su vez, es posible, mediante acuerdos apropiados, establecer vínculos entre operadores que no requieran necesariamente de un cambio en el paradigma del modelo de negocios. Desde el punto de vista de comercialización, no se han detectado cambios entre los operadores que realizan despliegues conjuntos, ya que la presencia de las diferentes entidades de regulación permite garantizar la no colusión de los miembros del acuerdo de compartición de infraestructura.

Respecto de los operadores que pueden participar en acuerdos de *RAN Sharing*, se concluye que si bien desde el punto de vista técnico no existe ninguna limitación para que un entrante forme parte de un proyecto de estas características, los operadores incumbentes no están en líneas generales predispuestos a trabajar en conjunto con otros que no les permitan desplegar velozmente las redes deseadas. Por este motivo, así como por lo antedicho en el primer párrafo de esta sección, es de suma importancia que los proveedores de servicios móviles que decidan sinergizar sus esfuerzos para la construcción de sus respectivas redes tengan un grado de similitud en cuanto al tamaño de su red actual y objetivo, así como en su grado de modernización.

Para finalizar, es importante destacar que la aplicación de *RAN Sharing* resulta más efectiva en la etapa de expansión de la tecnología. Como se desarrolla oportunamente en el Anexo 5 de la presente tesis, el ciclo económico de la industria cuenta con 4 fases, que se repiten con la aparición de nuevos desarrollos tecnológicos. Por lo tanto, es de esperar que en las etapas de consolidación y equilibrio, en donde los despliegues ya estén prácticamente concluidos y en situación de estabilidad, no resulte provechoso desarrollar la compartición de infraestructura. Este mecanismo, que se viene repitiendo periódicamente cada 5 años aproximadamente, permanecerá con validez siempre y cuando se mantenga el proceso de evolución tecnológica que se sucede desde la aparición de las comunicaciones móviles.

Parte V: Bibliografía

- Ang, Frisanco, Lurin y Tafertshofer (2008). Infrastructure Sharing and Shared Operations for Mobile Network Operators – From a Deployment and Operations View, IEEE.
- Belgian Institute for Postal Services and Telecommunications (2012). COMMUNICATION OF THE BIPT OF 17 JANUARY 2012 CONTAINING GUIDELINES FOR INFRASTRUCTURE SHARING, Bélgica, Bruselas.
- Bhardwaj, S. (2013). Infrastructure Sharing in Telecom Industry: Growth of New Business Models & their Prospective Trends, Symbiosis Institute of Telecom Management, India, Pune.
- Chanab, L., El-Darwiche, B., Hasbani, G., y Mourad, M. (2007). Telecom Infrastructure Sharing. Regulatory Enablers and Economic Benefits, Estados Unidos.
- Chapin, J., y Lehr, W. (2011). Mobile Broadband Growth, Spectrum Scarcity and Sustainable Competition, MIT, Estados Unidos, Arlington.
- Ferreira, P., y Pereira, J. (2012). Infrastructure Sharing as an Opportunity to Promote Competition in Local Access Networks, Polytechnic Institute of Braganca, Portugal, Braganca.
- Frost & Sullivans (2011). Wireless Technology: Breaking the limits of TCO Reduction in Mobile Networks.
- Gourhant, Y., Meddour, D., y Rasheed, T., On the Role of Infrastructure sharing for Mobile Network Operators in Emerging Markets, Cornell University, Estados Unidos, Nueva York.

- Gourhant, Y., Venmani, D., y Zeghlache, D. (2012). Infrastructure Sharing: A cost effective alternative for resiliency in 4G-LTE Mobile Networks, International Journal on New Computer Architectures and their applications, Francia, Lannion.
- GSMA (2015), Benefits of network competition and complementary policies to promote mobile broadband coverage, Reino Unido, Londres.
- GSMA (2014), Government intervention in the South African Broadband Market, Reino Unido, Londres.
- GSMA, Mobile Infrastructure Sharing, Reino Unido, Londres.
- GSMA, Comparison of fixed and mobile cost structures, Reino Unido, Londres.
- Guitton, J., Hristova, B., Pozzato, V. (2010). Of spectrum and Radio Access Networks: the T-Mobile/Orange joint venture in the UK, United Kingdom.
- Haardt, M., Jorswieck, E., Roemer, F., y Zhang, J. (2010). Spectrum and Infrastructure Sharing in Wireless Networks: A case study with Relay- Assisted Communications, Germany.
- Hangjung Zo, Sungjoo Lee y Young-Keun Song. (2012). Analyzing the Economic effect of Mobile Network Sharing in Korea, ETRI Journal, Corea del Sur, Daejeon.
- International Telecommunications Union (ITU). (2008). Trends in Telecommunications, Six degrees of Sharing, Suiza.
- Markendahl, J., y Molleryd, B. (2012). On co-opetition between mobile network operators: Why and how competitors cooperate, Econstor, Tailandia, Bangkok.

- Norman, Terry (2010). Transform the economics of your wireless business with infrastructure sharing, Reino Unido, Londres.
- OECD (2014), “Wireless Market Structures and Network Sharing”, OECD Digital Economy Papers, No. 243, OECD.
- Orange and Vodafone make 3G network sharing pact. [en línea]. Nueva York. TeleGeography. 12 Octubre 2007. [fecha de consulta: 2 Febrero 2016]. Disponible en <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2007/10/12/orange-and-vodafone-make-3g-network-sharing-pact/>
- Orange, T-Mobile Poland using new LTE bands. [en línea]. Nueva York. TeleGeography. 9 Febrero 2016. [fecha de consulta: 12 Febrero 2016]. Disponible en <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2016/02/09/orange-t-mobile-poland-using-new-lte-bands/>
- Orange, Vodafone to extend Spanish network sharing – report. [en línea]. Holanda. Telecompaper. 6 Abril 2015. [fecha de consulta: 4 Febrero 2016]. Disponible en <http://www.telecompaper.com/news/orange-vodafone-to-extend-spanish-network-sharing-report--1075115>
- Sung, N. The Determinants of Market Share for Mobile Telecommunications Operators, Corea del Sur, Seul.
- T-Mobile and Orange ShArE! Their NetWorks!. [en línea]. Nueva York. TeleGeography. 22 Julio 2011. [fecha de consulta: 8 Febrero 2016]. Disponible en <https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2011/07/22/t-mobile-and-orange-share-their-networks/>
- The Telecom Regulatory Authority of India (TRAI) (2014). TRAI Guidelines on Spectrum Sharing, India.

Anexo I: La licitación del espectro radioeléctrico

Durante el segundo semestre de 2014, el gobierno argentino condujo un proceso licitatorio de una nueva porción del espectro radioeléctrico para brindar servicios de cuarta generación. Además, este proceso se utilizó para permitir a los operadores móviles existentes, que no habían podido adquirir hasta el momento el máximo de este recurso para brindar los servicios existentes de 2G y 3G, completar su capacidad espectral para equiparar sus oportunidades con las de los operadores que si contaban con el máximo lote de frecuencias permitido. Sin embargo, el pliego de condiciones reservaba un espacio de frecuencias específico para un posible nuevo operador, que podría adquirir una gran porción de espectro para brindar servicios de 2G, 3G y 4G.

En el documento en donde se especificaban las condiciones de adquisición del espectro radioeléctrico, se estableció como primera medida que el período de explotación inicial sería de 15 años – pasado este período de tiempo, debería recomprarse este recurso – así como un valor máximo a adquirir por cada operador incumbente. Para el caso de las frecuencias de 850MHz y 1900MHz, se mantuvo este valor límite – denominado CAP – en 25MHz, mientras que para las nuevas bandas a licitar, es decir, la de AWS y la de 700 APT, este CAP se definió en 30MHz adicionales.

Con dichas restricciones, se armó una tabla con 10 Lotes a licitar, como se demuestra en la Tabla 18. La particularidad de este agrupamiento fue que, como se comentó al comienzo de este anexo, el Lote 1 se reservó exclusivamente para un nuevo operador, con grandes porciones de todas las bandas en todas las áreas del país. Luego, del Lote 2 a Lote 7, se definieron pequeñas porciones en diferentes partes del país, que le permitirían a cada uno de los operadores incumbentes completar su CAP por región para los servicios de segunda y tercera generación. Mientras que finalmente, se definieron los últimos Lotes – 8, 9 y 10 – de alcance Nacional para que los operadores existentes puedan brindar servicios de cuarta generación.

En cada uno de los casos, se determinó el precio base de cada uno de los lotes para que durante el proceso de compulsas, estuviera claramente definido el punto de partida pretendido por el Gobierno por la explotación de cada uno de los bloques del espectro radioeléctrico.

Type	Lote	AREA	Band	Band	Band	Band	With	Price per MHz [MUSD]	Band Price [MUSD]	Lote Price [MUSD]
Reserved For New Entrant	1	Nacional	1745	1755	2145	2155	10	\$ 9.44	\$ 188.80	\$ 506.20
		Nacional	738	748	793	803	10	\$ 9.87	\$ 197.40	
		I	1895	1905	1975	1985	10	\$ 1.00	\$ 20.00	
		II	1890	1900	1970	1980	10	\$ 4.40	\$ 88.00	
		III	1880	1890	1960	1970	10	\$ 0.60	\$ 12.00	
Open	2	II	830.25	834	875.25	879	3.75	\$ 6.00	\$ 45.00	\$ 45.00
Open	3	II	1870	1875	1950	1955	5	\$ 4.40	\$ 44.00	\$ 44.00
Open	4	I	1892.5	1895	1972.5	1975	2.5	\$ 1.00	\$ 5.00	\$ 5.00
Open	5	I	1890	1892.5	1970	1972.5	2.5	\$ 1.00	\$ 5.00	\$ 5.00
Open	6	III	1862.5	1867.5	1942.5	1947.5	5	\$ 0.60	\$ 6.00	\$ 6.00
Open	7	III	1867.5	1870	1947.5	1950	2.5	\$ 0.60	\$ 3.00	\$ 3.00
Open	8	Nacional	1730	1745	2130	2145	15	\$ 9.44	\$ 283.20	\$ 480.60
			713	723	768	778	10	\$ 9.87	\$ 197.40	
Open	9	Nacional	1720	1730	2120	2130	10	\$ 9.44	\$ 188.80	\$ 484.90
			723	738	778	793	15	\$ 9.87	\$ 296.10	
Open	10	Nacional	1710	1720	2110	2120	10	\$ 9.44	\$ 188.80	\$ 386.20
			703	713	758	768	10	\$ 9.87	\$ 197.40	

Tabla 18: Definición de Lotes y Precios de Referencia

Asimismo, el pliego de condiciones era extremadamente estricto en lo que se refiere a cobertura de las diferentes áreas geográficas del país: se requería de un total de 60 meses, divididos en 5 fases, para cubrir con servicios de segunda y tercera generación a todas las ciudades del país con más de 500 habitantes, así como las principales rutas del país. A continuación, se detalla brevemente el requerimiento de cada una de estas fases.

Fase	Duración [meses]	Requerimientos de Cobertura	Cobertura de Rutas
I	18	Capitales de Provincias, Mar del Plata, Rosario y Bahía Blanca.	En Negro, Figura 35
II	9	Ciudades de más de 50.000 habitantes.	En Marrón, Figura 35
III	9	Ciudades de más de 10.000 habitantes.	En Rojo, Figura 35
IV	9	Ciudades de más de 3.000 habitantes.	En Naranja, Figura 35
V	6	Ciudades de más de 500 habitantes.	En Amarillo, Figura 35

Tabla 19: Tabla de requerimientos de cobertura según licitación espectro radioeléctrico Diciembre 2014

Se adjunta a continuación un diagrama del país mostrando el requerimiento de cobertura de las rutas nacionales y provinciales establecido por el pliego.

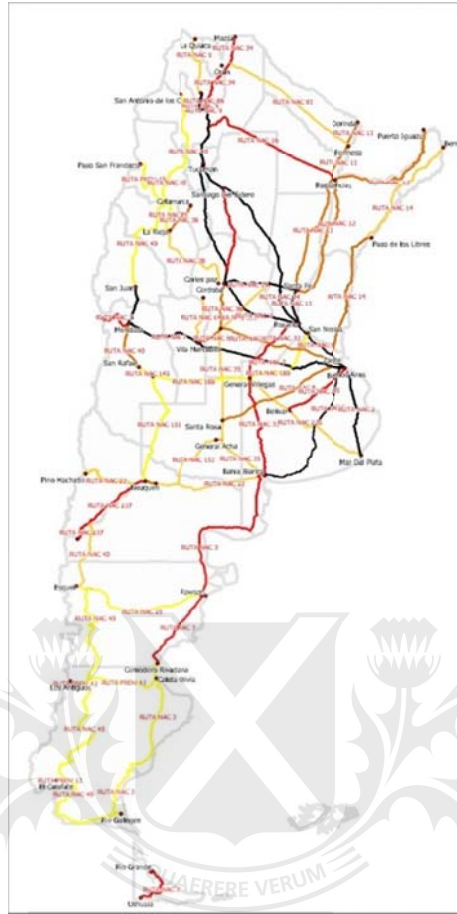


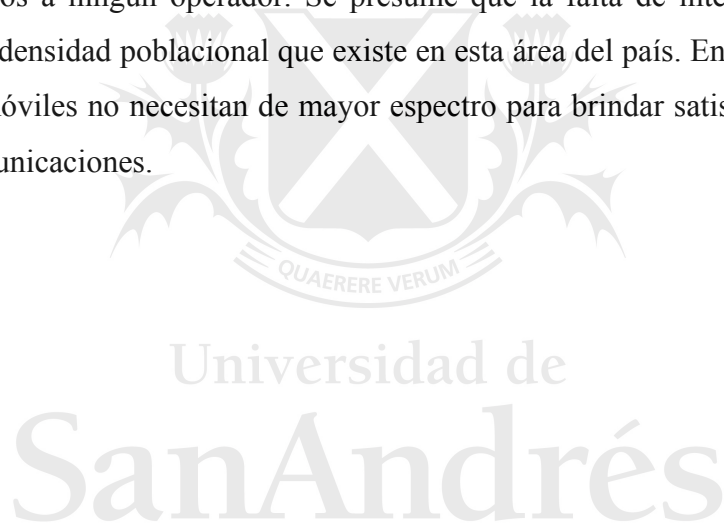
Figura 37: Requerimientos de Cobertura para Rutas Argentinas en 5 Etapas (60 meses)

Es importante destacar en esta instancia que este documento habilitaba a los operadores móviles a utilizar la tecnología de *RAN Sharing* para completar satisfactoriamente los requerimientos de cobertura en las rutas, ya que la extensa dimensión del país hace extremadamente dificultoso un despliegue exitoso en tan poco tiempo. Sin embargo, no se establecía específicamente cuál era el formato de esta tecnología que debía implementarse en cada caso, dejando abierto a los operadores móviles su definición.

La adjudicación del espectro radioeléctrico se completó exitosamente para Septiembre de 2014, en donde un nuevo operador llamado *ArLink* consiguió el primer Lote garantizado para un prestador de servicios entrante. Sin embargo, para fin de 2015, y sin que este hubiera hecho uso de la opción de explotación de estas frecuencias, el Estado Nacional recuperó dicho lote y se encuentra aún en fase de definición sobre quién podrá utilizar – y a qué costo – estos recursos. Por otra parte, el octavo lote definido en el pliego

fue adjudicado a Telecom Personal, mientras que el noveno y el décimo fueron adjudicados a Claro y Movistar respectivamente. Respecto de los restantes lotes que repartían el remanente de las frecuencias para los operadores incumbentes y la prestación de servicios de segunda y tercera generación, para la región del Área Múltiple de Buenos Aires, el segundo lote fue asignado a Telecom Personal, mientras que el tercero se lo adjudicó a Claro.

Para el Interior del país, específicamente en el norte del mismo, el cuarto lote fue adjudicado a Claro, mientras que el quinto se asignó a Telecom Personal. En ningún caso podía Movistar acceder a una nueva porción del espectro radioeléctrico por haber alcanzado ya los 25 MHz de CAP. Para la región del Sur – Lotes 6 y 7 – no hubo compulsa y no fueron adjudicados a ningún operador. Se presume que la falta de interés en estos lotes radica en la baja densidad poblacional que existe en esta área del país. En estas localidades, los operadores móviles no necesitan de mayor espectro para brindar satisfactoriamente sus servicios de comunicaciones.



Anexo II: La presencia del Ente Regulador y los lineamientos existentes

De acuerdo a la información que se encuentra disponible actualmente en el Ente Regulador de las comunicaciones móviles en Argentina – denominado ENACOM, proveniente del AFTIC y previamente de la SECOM – la autoridad de aplicación no ha definido aún los lineamientos generales para la compartición activa de equipos de acceso móvil. La ley 27078, en su artículo 81, puntos B y LL, instruye a la Autoridad de Aplicación – desde comienzos de 2016 la ENACOM – a definir el formato del *RAN Sharing* previamente a ser aplicado por los operadores móviles.

Sin embargo, la resolución 37/2014 de la ex Secretaría de Comunicaciones (SECOM) se mantiene aún vigente como el reglamento general del Servicio de Comunicaciones Móviles Avanzadas. Dentro de su cuerpo, el inciso 6.2 establece que *el equipamiento utilizado deberá estar preparado para compartir la red de acceso en cada estación base que se implemente*. Si bien no se determina fehacientemente una regulación específica para brindar servicios a partir de infraestructura compartida, se menciona explícitamente que los operadores móviles deberán instalar infraestructura tecnológicamente preparada para soportar este tipo de despliegues compartidos. En una segunda regulación que se genera para los servicios de cuarta generación –Resolución 38/2014 – no se establece ninguna normativa adicional sobre la prestación de servicios con infraestructura compartida, lo que deja vigente la normativa anterior.

Es importante destacar que es necesario empero la intervención activa de la Autoridad de Aplicación para regular la provisión de servicios móviles a través de la compartición de infraestructura. Si bien esta tecnología puede tener un impacto positivo en lo que respecta a ahorros de inversión y operación de una red, *driver* fundamental al momento de decidir si esta tecnología debe ser implementada, debe estudiarse y definirse claramente el formato de la aplicación de esta compartición, ya que puede afectarse seriamente la competencia del mercado. El GSMA establece en su ensayo *Mobile Infrastructure Sharing* que los intereses regulatorios deben focalizarse en tres aspectos principales: inversión, competencia e impacto ambiental. Y a su vez, este mismo escrito resalta que esta tecnología ha sido permitida en líneas generales en lugares donde las condiciones de cobertura son críticas, y su completitud puede llevarse a cabo únicamente de

manera eficiente y efectiva a través de esta tecnología. La OECD, asimismo, establece en su escrito titulado *Wireless Market Structures and Network Sharing*, que los beneficios potenciales del *RAN Sharing* impactan también en una mejora en la cobertura y el servicio final que obtienen los usuarios, que se ven beneficiados por despliegues de red más ágiles; tarifas reducidas, producto de los ahorros de inversión de los operadores móviles; así como modernizaciones más veloces, también producto de despliegues compartidos.

La participación de los diferentes Entes de Regulación y Defensa de la Competencia ha suscitado distintas repercusiones en el mundo. En Marzo de 2013, la Autoridad de Competencia Francesa se expidió en su Opinión 13-A-08 determinando las condiciones por las cuales se podría permitir *Network Sharing* entre diferentes operadores móviles. En este escrito determinó que esta tecnología es necesaria para disminuir las barreras de entrada a un nuevo competidor en el marco de un mercado estable. Sin embargo, pone de manifiesto que para garantizar el proceso de innovación y desarrollo, y la diferenciación entre los productos y servicios ofrecidos por los operadores móviles, cada uno de ellos cuenta únicamente con su propia red para lograr un nivel de competencia adecuado. Por ende, cada acuerdo a desarrollarse debe examinarse exhaustivamente y de forma particular, para evitar reducir de esta forma el nivel de competencia en el mercado. Para ello, y en sintonía con la Unión Europea, este análisis deberá centrarse entonces en tres aspectos fundaméntales de la competencia: el grado de cooperación entre las partes involucradas en la compartición de infraestructura, el mercado adquirido de forma conjunta por dichas partes, y las características del área a cubrir con el acuerdo.

En definitiva, la Autoridad de Competencia de Francia no establece reglas generales ni avala acuerdos sin estudios previos particulares, ya que entiende que la independencia de los operadores es necesaria para permitir un progreso tecnológico continuo a partir de la diferenciación de las redes móviles. Incluso, esta organización establece que los acuerdos de *Roaming* deberían ser temporales e improrrogables, de forma tal de solventar temporalmente algún inconveniente que pueda generarle una barrera de entrada a una determinada región a un operador móvil. Sin embargo, en el largo plazo, este último deberá contar con la posibilidad de suplir por sus propios medios estas deficiencias de cobertura.

La OFCOM - por sus siglas en inglés Office of Communications – el ente regulador y la autoridad en materia de Competencia del Reino Unido, tuvo una participación activa durante el acuerdo de *RAN Sharing* que llevaron a cabo las subsidiarias en Inglaterra de *France Telecom (Orange)* y *Deutsche Telekom (T-Mobile)*. El caso fue estudiado en detalle por esta Oficina, quien determinó que para evitar monopolios en el servicio y mantener la competencia equitativa del mercado, se requería definir nuevos límites en el espectro radioeléctrico disponible para este tipo de despliegues conjuntos, que evitasen desequilibrar la situación del mercado. Para ello, las partes involucradas se comprometieron a devolver parte de las licencias del Espectro Radioeléctrico obtenidas hasta el momento y así garantizar la competencia entre los diferentes actores. A su vez, el Gobierno de Inglaterra estableció que en caso de que se determinara que se hubiera producido una consolidación asimétrica del mercado, las autoridades de Defensa de la Competencia podrían tomar acciones para remediar la situación, más allá de los límites al espectro definidos hasta el momento. Años más tarde, el mismo órgano intervino en la unión entre Vodafone y O2, revisando al igual que en Francia, las particularidades de la asociación entre ambos operadores móviles.

Por otra parte, en el mercado de telecomunicaciones de India, el agente regulador - Telecom Regulatory Authority of India (TRAI) – generó un reporte en 2014 con la guía para permitir la compartición de infraestructura, incluyendo el espectro radioeléctrico. En este caso, y a diferencia de sus pares europeos, esta agencia determinó que la ganancia que se puede obtener de unir los espectros de los operadores móviles que conforman el acuerdo podrían, en ciertos casos, cursar mayor tráfico y obtener una mayor eficiencia espectral que si ambas partes explotasen el espectro de forma aislada. Sin embargo, para permitir este tipo de uniones, el ente regulador afirma que se deben cumplir ciertos requisitos. En una primera medida, sólo está permitida la compartición de espectro cuando los dos operadores tienen una porción dentro de la misma banda. De esta forma, se garantiza que esta actividad sólo se lleve a cabo cuando puede existir una ganancia real y significativa de la unión de estos activos.

Asimismo, otro punto importante que especifica la TRAI es que está prohibido el subalquiler del espectro a otro operador, imposibilitando cambios de espectro que tiendan a

favorecer a los que conforman dicho acuerdo. A su vez, el ente regulador establece un nuevo límite a la totalidad del espectro en formato de *RAN Sharing*, que no puede superar al que ya tenía el operador previamente al acuerdo, más un 50% de adición proveniente del operador con el que se cierra el contrato de compartición de espectro. Y finalmente, el costo de la utilización del espectro que deben abonar en India los operadores móviles creció en un 0.5% para el caso en que este se utilice bajo el formato de *RAN Sharing*.

Dentro de la región de Latinoamérica, ANATEL, el ente regulador de Brasil en lo que respecta a los servicios de telecomunicaciones, aprobó en Abril de 2013 la aplicación realizada por los operadores Oi y TIM para compartir infraestructura en los servicios de cuarta generación por un período de 15 años, con posibilidad de renovación sujeta al acuerdo entre las partes. A su vez, en este país se aprobó incluso la compartición temporal de las frecuencias del espectro radioeléctrico, lo que profundiza el alcance de los acuerdos realizados en los países de Europa. Sin embargo, ANATEL estableció que los contratos propuestos por los diferentes prestadores de servicios móviles se revisarían caso por caso, ya que el país no cuenta con una regulación abierta que contemple todas las posibilidades de los eventuales acuerdos entre operadores. En Mayo de 2014, esta misma comisión aprobó un nuevo despliegue conjunto entre las restantes compañías más grandes del país: Claro y Vivo. En este acuerdo se les permitió también a estos proveedores de servicios móviles compartir las frecuencias de mayor cobertura – 850MHz – en aquellas regiones donde sólo uno de los operadores posee licencia para explotar esta banda.

En conclusión, es posible observar que si bien existen posiciones contrapuestas entre los diferentes entes reguladores del mundo respecto de la compartición de infraestructura en términos de qué se puede compartir y cuándo un acuerdo de estas características puede considerarse un abuso para el mercado, existe un lineamiento común en todos los países. Todos los organismos de control han coincidido en que cada acuerdo debe estudiarse en detalle para ser aprobado, y que las restricciones deben analizarse caso por caso, ya que es muy complejo generar una regulación amplia que abarque todas las singularidades que pudieran presentarse. El único mercado en donde se pudo encontrar una serie de lineamientos estándar para la compartición de infraestructura, y específicamente para la compartición del espectro radioeléctrico, fue en India. La principal diferencia entre este

país y el resto es su grado de fragmentación respecto de la cantidad de operadores móviles totales: India posee en la actualidad 14 operadores móviles. El nivel de distribución de las diferentes bandas entre dicha cantidad de proveedores de servicios les imposibilita contar con grandes porciones de espectro radioeléctrico de forma continua, lo que en consecuencia, les priva a estos operadores, y a sus respectivos clientes, de alcanzar tasas de transferencia de datos elevadas. Los sistemas de comunicaciones resultan ineficientes ante una fragmentación de dicha magnitud. Por otra parte, el resto de los países citados se mantiene cercano al promedio de operadores móviles en el mundo, que es de 4: Francia, por un lado, cuenta con 4 prestadores de servicios móviles, mientras que Inglaterra, con 5, y Brasil, con 8, se mantienen por debajo de la gran cantidad de prestadores que operan en India.

En definitiva, es posible que regular de forma genérica este tipo de acuerdos sea complejo. La práctica indicaría hasta el momento que el mismo formato utilizado en los países descritos en este anexo anteriormente, que tienen una cantidad de operadores móviles similares al de Argentina, lleven a este país a regular este tipo de acuerdos bajo el mismo formato que sus pares. En conclusión, si bien la ENACOM no se ha expedido respecto de la habilitación de *RAN Sharing*, se presupone que esta secretaría estudiará cada caso en forma específica.

Universidad de
San Andrés

Anexo III: Cuestionario para CTO Operador Móvil Argentina.

Se adjunta debajo el conjunto de preguntas que fueron seleccionadas para ser realizadas a un Director de Tecnología de un operador incumbente de Argentina.

- 1) ¿Aplicaría la tecnología de RAN Sharing en su red?
- 2) ¿Cuál de ambas opciones – MOCN o MORAN – aplicaría? ¿Por qué motivos?
- 3) ¿Cuál es el motivo por el cual implementaría esta tecnología? ¿Está relacionado a un ahorro de Inversión, de Operación, una mejora en la calidad del servicio?
- 4) ¿Qué ventajas esperaría obtener al aplicar dicha tecnología?
- 5) ¿Prevee alguna desventaja en la aplicación de esta tecnología?
- 6) ¿Qué resultados esperaría obtener? ¿Qué indicadores planea mejorar?
- 7) ¿Cree que los operadores de Argentina están preparados para implementar RAN Sharing?
- 8) ¿Cómo afecta la cultura organizacional de trabajo en Argentina a la adopción de una tecnología que requiere una gran interacción entre competidores?
- 9) ¿Cuáles son los principales aspectos técnicos que hay que tener en cuenta para firmar un acuerdo de RAN Sharing? ¿Alcanza con solicitar y acordar capacidad y cobertura entre los operadores involucrados?
- 10) ¿Cómo se acuerda el crecimiento de la red entre los operadores involucrados?
- 11) ¿Debe dissociarse el tratamiento Indoor o corporativo del tratamiento Outdoor?

- 12) ¿Cómo afecta la asimetría de usuarios y tráfico entre los involucrados en el acuerdo de RAN Sharing?
- 13) ¿Cuál es el criterio por el cual debería dividirse el país entre los diferentes operadores?
- 14) ¿Cuál es el criterio que debería utilizarse para compensar las diferentes inversiones de los operadores para satisfacer la demanda cruzada?
- 15) ¿Cómo valorizaría el tráfico – ya sea de voz (Erlangs) o de Datos (Mbps) – en caso de que fuera necesario realizar inversiones cruzadas?
- 16) ¿Conoce alguna red que haya implementado esta tecnología? ¿Sus resultados fueron los esperados?
- 17) ¿Cree que esta tecnología es la adecuada para operadores existentes, o para una alianza entre un operador incumbente y uno nuevo?
- 18) En el contexto argentino, en donde existen 3 operadores fuerte y relativamente equilibrados entre sí, y un cuarto operador como Nextel, significativamente relegado en cuanto a Market Share, pero con posibilidades de adquirir espectro, con cuál buscaría cerrar un acuerdo de RAN Sharing y por qué?
- 19) La aparición de un nuevo jugador, ¿cambiaría el escenario antes mencionado? (acuerdo con nuevo operador)
- 20) ¿Cambiaría la forma de comunicar a sus clientes la estrategia de despliegue conjunto? ¿Cómo esperaría manejar los incidentes en la zona que no controla para evitar que se incremente el *churn*?
- 21) ¿Existe algún potencial inconveniente para los usuarios finales respecto de la ausencia de competencia para la creación de las redes? ¿Podría impactar

negativamente en el servicio? ¿Debe el Estado Nacional, por ejemplo, a través de la ENACOM, participar activamente en el monitoreo de este tipo de acuerdos? (En caso de no haber diferencial en el servicio para los usuarios, y no haber competencia entre operadores, ¿podrían los usuarios finales obtener un servicio de baja calidad?)



Universidad de
San Andrés

Anexo IV: La visión de los operadores móviles de Argentina

Con el objeto de evaluar la apertura de los operadores móviles en el mercado argentino a la adopción de *RAN Sharing*, se entrevistó a Adrián di Meo, Director de Tecnología de Movistar, una de las compañías móviles con operación en el país. En el anexo III se adjuntan las preguntas específicas sobre las que se le consultó durante la hora de duración de la entrevista. Es importante destacar aquí que Adrián di Meo fue impulsor y tuvo una amplia participación en el acuerdo de compartición de infraestructura firmado por otra compañía del Grupo Telefónica – O2 – y Vodafone en el Reino Unido. Por este motivo, se considera que su experiencia en el tema debido a esta implementación, que consistió en la partición completa de la red de acceso del Reino Unido, incluyendo Inglaterra, Gales, Irlanda del Norte y Escocia, es de gran aporte para la presente investigación. En este caso, las redes de ambos operadores lograron alcanzar un volumen de 18000 sitios – partiendo inicialmente de 12000 cada uno – aunque cada una de las compañías se concentró en la construcción de 9000 radiobases únicamente.

En primer lugar, consultado sobre la posibilidad de implementación de esta tecnología en el país, Adrián estableció claramente que adoptaría un formato de despliegue conjunto con otros operadores, de una forma similar al aplicado en el Reino Unido, es decir, sin compartir el espectro radioeléctrico. Los *drivers* más importantes que lo llevan a recurrir a este formato de operar redes móviles se basan tanto en el ahorro de Inversión como en el de Operación. En la actualidad, la obtención de transmisión e infraestructura para desplegar los sitios produce los mayores costos a los operadores, ya sea en relación a su CAPEX como a su OPEX. De este modo, compartiendo la tecnología íntegramente en los sitios, les permitiría reducir sensiblemente los costos de adquisición y gestión de las redes a las partes involucradas en el acuerdo.

Por otra parte, si bien el Director de Tecnología de Movistar planteó que para alcanzar una operación transparente de la red es necesario trabajar en un ámbito de confianza con su respectivo socio, ya que este será el encargado de definir y operar la mitad de la red por la que su propia compañía brindará servicios de comunicaciones, él establece claramente que esto no es un inconveniente y que no habría desventajas visibles en la aplicación de esta tecnología. En términos de competencia, la justificación que brinda se

sustenta en la madurez del mercado. En una situación de estabilidad, la colusión entre dos partes no es más probable ni depende necesariamente de la implementación de esta tecnología. Esto puede evidenciarse claramente en los diferentes planes de adquisición de nuevos clientes que lanzan todos los operadores en distintas fechas comerciales: las promociones suelen hoy ser similares y, a través de diferentes estrategias, brindar los mismos niveles de descuentos. En relación a la cultura organizacional de trabajo, está claro que no sólo se necesita trabajar en un ámbito de confianza, sino que también debe existir una buena predisposición entre ambas compañías para lograr el objetivo común de construir una red de mayor capilaridad que la actual.

Los resultados que esperaría obtener en el país, de acuerdo a sus estimaciones, incluyen la reducción significativa tanto de CAPEX como de OPEX a un 65% de su valor actual. A su vez, con la operación de una menor cantidad de sitios de forma individual, pero con un mayor volumen a nivel general, el porcentaje de cobertura de las diferentes localidades podría alcanzarse más rápidamente y de una forma eficiente, lo que colaboraría con la universalización del servicio.

Respecto de quiénes podrían participar en un acuerdo de RAN Sharing, si bien desde el punto de vista técnico Adrián reconoce que un nuevo operador podría formar parte de él, establece también que los costos que debería asumir este prestador de servicios entrante durante los primeros años de operación producto de la compensación de tráfico harían de una sociedad de características asimétricas completamente inviable. Asimismo, en base a su explicación, el objetivo de una compañía que realiza este tipo de acuerdos no es el de obtener dinero a cambio de la prestación de un servicio a un operador virtual: el fin principal es aumentar la capilaridad de la red lo más rápido posible, y de esta forma, poder brindar un mejor servicio. En consecuencia, al no ver que su objetivo pueda alcanzarse si hiciera un acuerdo con un nuevo operador móvil, sólo ve viable este tipo de despliegues, en concordancia con sus objetivos, entre operadores existentes. La aparición de un nuevo jugador en la industria no cambiaría en su opinión, la aplicación de esta tecnología, ya que sería un nuevo jugador con posibilidad de adquirir espectro a través de una fuerte inversión, pero que no tendría mayores activos a nivel de infraestructura con los que aportar a una sociedad que se basa en la compartición de infraestructura. Asimismo, si bien es posible

desde el punto de vista técnico implementar esta tecnología entre 3 operadores móviles, la complejidad que tendría dicha implementación podría crecer exponencialmente, por lo que, de comenzar un acuerdo de *RAN Sharing* en el país, se centraría en uno compuesto por dos prestadores de servicios únicamente.

Para construir las redes móviles de común acuerdo, Adrián explica cómo el formato desarrollado en el Reino Unido puede replicarse en el país. El crecimiento de la red se debería basar en 4 pilares fundamentales a incluirse en el contrato. Por un lado, ambos deberían compartir sus planes de capacidad y cobertura, de forma tal de cumplir con los requerimientos básicos impuestos por un lado por unidad de *Marketing*, y por el otro, por los requisitos establecidos por la ENACOM, respectivamente. Con estos planes, se determinarían los sitios que cada operador debería construir en sus respectivas regiones, y que debería equipar con equipos y tecnología suficiente para acomodar los requerimientos de su socio. Sin embargo, deberían replicarse dos figuras adicionales que deben considerarse para cuando pudiera surgir algún requerimiento específico de un operador en la zona que no construye directamente.

En aquellos casos donde uno de los socios tenga un compromiso especial, ya sea de un cliente con una gran flota de terminales, u otro cliente *VIP*, como podría ser uno gubernamental, el operador puede contar con una figura adicional denominada *discrecionalidad* para elegir un porcentaje fijo – como por ejemplo el 2% del total del plan – para solicitar localizaciones específicas de capacidad o cobertura al otro operador que construye la red. En estos casos, sin necesidad de recibir explicaciones, el encargado de construir y operar la red deberá cumplir con el encargo de su socio, sin posibilidad de reusarse a dicho requerimiento. Por otra parte, el acuerdo entre Vodafone y O2 utilizado como referencia por el Director de Tecnología de Movistar establecía una figura adicional denominada *unilateral*, en donde el operador que no tenía influencia directa sobre el área donde le surgía un requerimiento especial podría construir por sí mismo una solución particular, ya sea de cobertura dentro de un edificio – interior – o una zona exterior que no fuera de interés de su socio. Aquí la inversión podría ser absorbida por el operador interesado, quien pagaría por la construcción y operación de dicha red a un valor estipulado - de libro – o bien podría directamente hacerse cargo por sí mismo de la construcción. En

cualquier caso, si el prestador de servicios no interesado en la cobertura especial quería a posteriori utilizar dicha infraestructura, debería hacerse cargo del 50% del valor residual de la obra y equipamiento, a modo de resarcimiento, siempre y cuando esta no estuviera amortizada. Vale aclarar que los valores de libros, períodos de amortización de la inversión, y otras figuras se definieron claramente en el acuerdo firmado por ambas operadores participantes.

Sin embargo, y a pesar de que ambos operadores se encargasen de construir la mitad de la red de telefonía móvil del país, con el objetivo de evitar grandes desajustes en las tarifas propuestas por *Marketing* que tuvieran consecuencias en una excesiva portabilidad de clientes e importantes consumos asimétricos de datos, se estableció un límite del 2% por sobre el cual, de existir un consumo mayor a dicho porcentaje por parte de uno de los miembros del acuerdo, el que se hubiera excedido debería pagar un valor fijo por cada *Megabyte* adicional al 2% cursado por la red de su cooetidor. El objetivo de dicho compromiso era evitar una guerra de precios que llevará a brindar planes de navegación ilimitado a tarifas irrisorias en zonas operadas por el otro prestador de servicios, quien vería un incremento significativo en el tráfico a cursar y, con cierto grado elevado de probabilidad, una reducción de los indicadores de calidad de su porción de red operada. Vale destacar aquí que, al no prever grandes incrementos en los consumos de los servicios de voz, el acuerdo entre O2 y Vodafone incluyó únicamente la cláusula orientada al consumo de datos en Internet.

Consultado sobre cómo deberían dividirse los dos potenciales operadores de Argentina que quisieran brindar sus servicios bajo el formato de *RAN Sharing*, Adrián expuso que este acuerdo debiera analizarse teniendo en cuenta la incumbencia de los diferentes participantes. Por ejemplo, si el acuerdo incluyera Movistar con Personal, sería más claro que la línea divisoria debiera trazarse entre Sur y Norte respectivamente, ya que ambas compañías tienen una fuerte incumbencia en la telefonía fija y por lo tanto la posibilidad de tener mejores redes de transporte y *Backhauling* en ese esquema de división (Telefónica en el sur del país, Telecom en el Norte). En un esquema de compartición de Infraestructura entre Movistar y Claro, la situación debería analizarse con mayor detenimiento, ya que no existe una predominancia geográfica tan marcada como en el

primero de los casos mencionados. Sin embargo, se dejó en claro que los 3 factores que intervienen claramente en la definición de la división de operación de cada prestador de servicios participante del acuerdo deben ser tanto el tráfico cursado, como la población de usuarios a servir, así como las estructuras disponibles para construir la totalidad de sitios de la red. En definitiva, todas las variables deben quedar equilibradas en torno al 50%, con un 2% de desviación máxima, ya que por ejemplo, no es útil dividir el tráfico y la población a la mitad, si la mayoría de las torres disponibles quedan del lado de un sólo operador. Esta división perjudicará significativamente al que no tenga estructuras, puesto que le será más difícil alcanzar el objetivo de sitios planteado. Por este motivo, es de suma importancia que las 3 variables queden equilibradas entre sí.

Desde el punto de vista tecnológico, el Director de Tecnología de Movistar no cree que las diferencias existentes entre las bandas de frecuencias sobre las que cada operador tiene su licencia para brindar servicios de comunicaciones móviles pueda ser una limitante para acordar una apropiada construcción de la red que satisfaga la demanda de ambos prestadores de servicios. En una situación de asimetría de espectro, es probable que aquel que cuenta con mayor porción de frecuencias en bandas bajas tenga menor cantidad de sitios, mientras que el que cuente con frecuencias más altas aporte un mayor número de radiobases. Pero a modo de ejemplo, si el primer operador aporta con 5 sitios en el área para hacer *RAN Sharing*, mientras que el segundo operador aporta otros 8 sitios adicionales, el resultado de la combinación de ambas grillas debería dar como resultado 10 radiobases candidatas para la implementación de la red conjunta. En resumen, ambos operadores se verán beneficiados de la combinación de sitios, y si por algún motivo, aquel con peor distribución espectral en la zona quedase con alguna deficiencia en su cobertura, Adrián mencionó que este puede acudir a las figuras contractuales de crecimiento discrecional o demanda unilateral para mejorar su situación en una localidad en particular.

Finalmente, respecto de la operación de la red en un formato conjunto, el Director de Movistar estableció que sería necesario conformar un grupo de *Governance* neutral, del mismo modo que se generó en el Reino Unido, que fuera capaz de articular los requerimientos de un operador para con su socio, y que pueda garantizar la transparencia en la operación de la red. Asimismo, estableció la importancia de la regularidad de reuniones

tanto a altos niveles directivos, como en los grupos operativos de trabajo, que pudieran garantizar desde el traspaso de conocimientos para optimizar la operación de la red, hasta que los indicadores de cada uno de los nodos se mantuvieran dentro de los niveles esperados por ambos operadores.

Desde el punto de vista del usuario final, Adrián comenta que no existen riesgos adicionales a los ya presentes para garantizar la transparencia del servicio, ya que existe un Departamento de Defensa de la Competencia que debe evitar la colusión entre los diferentes operadores. En un mercado saturado, esta situación de pacto entre operadores podría suscitarse incluso de manera independiente al formato de construcción de la red. Por lo que esta tecnología no representa, a prior, un factor de riesgo adicional para los consumidores, desde el punto de vista de Adrián. Luego, para garantizar la evolución tecnológica de la red y la cobertura mínima que establece el pliego de la licitación del espectro radioeléctrico, existe un Ente Regulador llamado ENACOM, que deberá controlar el accionar de los operadores y garantizar la universalidad del servicio. Esto quiere decir que, estando claramente estipulada la red objetivo, los usuarios finales se beneficiarán significativamente porque lograrán alcanzar el servicio deseado con mayor rapidez.

Para finalizar con la visión del Director de Tecnología de Movistar, este no prevé que la compartición de infraestructura acelere la rotación de usuarios entre las compañías que conformen el acuerdo de *RAN Sharing*. En los últimos años, desde que se implementó la portabilidad numérica en el país, la migración de usuarios entre operadores no se aceleró respecto de años anteriores. Por lo tanto, y conociendo que ambos prestadores de servicios despliegan una red en conjunto, la elección de la red por parte del consumidor final pasaría en mayor medida a estar conformado por los servicios de valor agregado que cada operador pueda brindar.

Anexo V: El ciclo económico de la Industria de las Comunicaciones

El ciclo que atraviesa la industria de las comunicaciones móviles está conformado claramente por las cuatro etapas de Expansión, Consolidación, Equilibrio y Crecimiento de la demanda junto con Disrupción tecnológica e Innovación, y se relaciona estrechamente con los períodos de madurez por los que atraviesan las diferentes tecnologías involucradas. Desde la evolución de la telefonía analógica a la digital (GSM, o segunda generación), con su consecuente cambio hacia la tercera generación, así como con la última transformación a 4G, la industria ha pasado sucesivamente por las diferentes etapas antes mencionadas.

En un comienzo, con el advenimiento de una nueva tecnología, que amplía las capacidades disponibles que los diferentes operadores móviles pueden proveer a los usuarios finales, y con ello, la calidad y el tipo de servicios ofrecidos, se produce una etapa de expansión, en donde paulatinamente los usuarios finales van migrando sus terminales para adoptar la nueva tecnología disponible. Es durante este proceso que los prestadores de servicios, a partir de las mejoras ofrecidas, y en líneas generales, de un incremento en las tarifas de los planes presentados a sus clientes, inician la etapa de recuperación del capital invertido.

A posteriori, en la etapa de consolidación del mercado, la madurez alcanzada por la tecnología ofrecida acelera el ritmo de recupero del capital e invierte la proporción de usuarios que adopta la nueva tecnología en detrimento de su predecesora. Ya en la etapa final, a medida que los usuarios de la tecnología anterior – en el caso de las comunicaciones móviles, las de primera generación o DAMPS – van dejando de lado su uso, se ingresa en un proceso de equilibrio. En última instancia, y en el mejor de los casos, se elimina por completo la tecnología obsoleta para dar posibilidad a los operadores móviles de ofrecer el nuevo servicio de forma plena con las nuevas técnicas y desarrollos, que brindan mejores experiencias de uso.

Sin embargo, y como es esperable en todos los rubros de tecnología, los procesos de investigación y desarrollo continúan en paralelo, incluso una vez adoptada otra nueva forma de manejo de la información. Este proceso, apalancado por el incremento en la demanda y los límites tecnológicos imperantes, deriva en la creación de una nueva tecnología que permite un mejor aprovechamiento de los recursos escasos existentes - el

espectro radioeléctrico. La disrupción tecnológica da pie a un nuevo inicio del ciclo económico en las comunicaciones, con una nueva etapa de expansión a partir de inversiones de capital en infraestructura, para luego, derivar en las etapas de consolidación y equilibrio.

El entendimiento del ciclo económico de las comunicaciones es extremadamente importante, ya que les permite tanto a los operadores incumbentes como a aquellos nuevos aspirantes a ingresar al negocio determinar cuál es el momento propicio para, por un lado, efectuar el movimiento necesario para ingresar en la industria o bien, por el otro, prepararse para el *ataque* de un jugador entrante. En el caso particular de la República Argentina, a diferencia de otros países con un grado de desarrollo mayor en las comunicaciones móviles, podría decirse que aún se encuentra en la etapa de transición desde la expansión a la consolidación de la tecnología de tercera generación. Esto se debe principalmente a que el recambio de terminales ha sido, en cierta forma, más lento que en otros países, que han comenzado incluso con la implementación de UMTS con antelación a los despliegues ejecutados en Argentina. Esto trae aparejado como consecuencia que el uso de la tecnología de segunda generación aún sea masivo en el país, cuyos operadores mantienen a comienzos de 2016 aproximadamente el 50% del espectro radioeléctrico utilizado para brindar estos servicios. El mayor proceso de *refarming*⁴ es esperado para fines de 2016.

En definitiva, si bien ya se ha desarrollado la tecnología de cuarta generación (ó LTE), no es esperable que su explotación en la Argentina se desarrolle con un gran nivel de masificación en el corto plazo. Si bien LTE tiene un uso sensiblemente más eficiente del espectro radioeléctrico⁵, lo que impacta directamente en la calidad del servicio brindado hacia los clientes, el proceso de amortización de las redes existentes de tercera generación aún no se ha completado. Si bien este hecho no impediría el comienzo de un despliegue selectivo de esta nueva tecnología, una adopción masiva de la misma no debería darse antes de fines de 2016, ya que por un lado, los usuarios no estarán listos para el uso de la misma

⁴ El proceso de *refarming* implica un cambio en la forma de explotar el espectro radioeléctrico que tienen los operadores móviles. Esto quiere decir que, en el caso particular de la República Argentina, de acuerdo a las tecnologías existentes que son utilizadas para dar servicios de comunicaciones móviles, el proceso de *refarming* implica dejar de utilizar cierta porción del espectro con la tecnología de segunda generación (GSM) para implementar aquella de tercera generación (UMTS).

⁵ La eficiencia espectral es un parámetro fundamental en las comunicaciones móviles, ya que impacta directamente en la capacidad – medido en Mbps – que se puede otorgar hacia los clientes finales, y que, por lo tanto, impacta directamente en la calidad de servicio ofrecida.

(terminales no disponibles en el mercado) así como los operadores móviles entrarían en un nuevo ciclo de inversión, sin haber finalizado por completo la amortización de la tecnología que aún se encuentran desplegando.⁶

En definitiva, de acuerdo a lo esbozado en el párrafo anterior y a la situación actual por la que están transitando las comunicaciones móviles dentro del ciclo económico de la industria, no sería esperable que un nuevo jugador ingrese en el mercado móvil con un despliegue de tercera generación, ya que este se iniciaría con una gran desventaja respecto de sus competidores, que se encuentran en la etapa de consolidación. Por otra parte, como ya se ha mencionado con anterioridad, podría preverse un despliegue prematuro de las redes de cuarta generación, pensando en acelerar el proceso de adopción de la misma, aunque sin esperar retornos en el corto plazo por el estado de madurez del parque de terminales.



⁶ En la actualidad, se encuentran haciendo despliegues de la tecnología de tercera generación en zonas donde aún no hay cobertura o bien en otras donde la capacidad es baja (a través del *refarming*).