



**CONSULTORÍA PARA ADELANTAR EL ESTUDIO QUE PERMITA
DETERMINAR LA VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA, EN
TÉRMINOS DE EQUILIBRIO FINANCIERO, DE IMPLEMENTAR EL
SERVICIO DE PORTABILIDAD NUMÉRICA EN EL SERVICIO DE
TELEFONÍA FIJA EN LAS ACTUALES CONDICIONES DEL MERCADO Y
DE SER PERTINENTE ESTABLECER LAS CONDICIONES DE SU
IMPLEMENTACIÓN**

Documento de Consulta Pública

Bogotá, 10 de noviembre de 2014

Unión Temporal TACHYON - ZAGREB

Calle 57B # 37-21, Bogotá, Colombia

Teléfono: +57 (1) 3150550

Correos electrónicos de contacto:

julian.gomez@tachyonweb.com

www.tachyonweb.com

www.zagrebconsultores.cl

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	15
2	Comparación internacional	17
2.1	Mejores Prácticas de la Portabilidad Numérica	17
2.2	Algunas consideraciones sobre la implementación de la PN en Europa	18
2.3	Australia.....	19
2.4	Brasil	19
2.5	Chile	20
2.6	España.....	21
2.7	Estados Unidos	21
2.8	México	22
2.9	Perú.....	22
2.10	Reino Unido	23
2.11	Suecia.....	24
2.12	Conclusiones de la revisión de la experiencia internacional.....	24
3	Análisis regulatorio y de estudios previos.....	27
3.1	Normatividad Andina.....	27
3.2	Normatividad Nacional.....	27
3.3	Acuerdos bilaterales y recomendaciones internacionales.....	32
3.4	Análisis del alcance de la obligación legal de la implementación de la portabilidad numérica en telefonía fija.....	34
4	Estudio de mercado para la implementación del servicio de portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija.....	37
4.1	Estudio de mercado para el servicio de portabilidad numérica en el servicio de TPBCL en el sector hogares	37
4.2	Estudio de mercado para el servicio de portabilidad numérica en el servicio de TPBCL Fija en el sector empresarial.....	51
4.3	Preguntas al sector en relación al análisis de mercado para el servicio de portabilidad numérica en la TPBCL fija.....	65
5	Análisis del mercado del servicio TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones.....	66
5.1	Evolución histórica.....	66
5.2	Descripción de la competencia en los mercados de TPBCL, TPBCLE, LDN, internet y TV	74

5.3	Empaquetamiento de servicios	92
5.4	Análisis de la estructura del mercado	96
5.5	Churn	99
5.6	Conclusiones en relación al análisis del mercado de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones	100
5.7	Preguntas al sector en relación al análisis del mercado de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones.....	101
6	Análisis técnico	103
6.1	Análisis de la situación actual de las redes de TPBCL y TPBCLE del país.....	103
6.2	Modelos de encaminamiento y viabilidad técnica de implementar la PN fija en Colombia.....	136
6.3	Expectativas de los operadores frente a la implementación de la portabilidad numérica fija en Colombia.....	140
6.4	Opiniones sobre los municipios donde se debería implementar PN fija	150
6.5	Preguntas al Sector en relación al análisis técnico de redes.....	153
7	Análisis de costos.....	154
7.1	Estimativos de costos de inversión reportados por los PRST para adecuar sus redes de TPBCL y TPBCLE a la PN Fija	154
7.2	Estimación de costos de capital recomendados por la Consultoría para la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija en Colombia	158
7.3	Resultados de los estimativos de costos de inversión de capital promedio por municipio	168
7.4	Impacto de los Costos de Operación (OPEX).....	177
7.5	Preguntas al sector en relación al análisis de costos de implementación de la portabilidad numérica fija	181
8	Estimación de beneficios de la Portabilidad Numérica en telefonía fija.....	182
8.1	Beneficios tipo 1	183
8.2	Beneficios tipo 2	189
8.3	Beneficios tipo 3	191
8.4	Churn	193
8.5	Preguntas al sector en relación al análisis de beneficios de la portabilidad numérica fija.....	195
9	Resultados del análisis costo beneficio	196
9.1	Preguntas al sector en relación al análisis de costo beneficio de la portabilidad numérica fija y las recomendaciones de la consultoría	199

10	Elementos a considerar en una propuesta de implementación de la portabilidad numérica fija	201
10.1	Preguntas al sector en relación a los elementos a considerar en la propuesta de implementación de la portabilidad numérica fija	202
11	Participación del Sector	204
12	Anexos	205
12.1	Tasas anuales de PN de TF Fija en los distintos países analizados	205
12.2	Anexos relacionados con la Encuesta a hogares	205
12.3	Anexos relacionados con la Encuesta a empresas	213
12.4	Anexos relacionados con el análisis técnico	220
12.5	Acrónimos	242
12.6	Autores del documento	245
13	Bibliografía	246

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Línea de tiempo de implementación de la PN en telefonía fija	17
Figura 2. Valor de la factura que reciben por el plan de telefonía fija contratada	39
Figura 3. Antigüedad	40
Figura 4. Comparación entre la disposición a cambiarse de PRST sin y con portabilidad numérica fija	46
Figura 5. Curvas de la regresión logit	48
Figura 6. Problema más importante para cambiarse (porcentajes generales)	49
Figura 7. Beneficios de cambiarse	49
Figura 8. Valor de las facturas	53
Figura 9. Antigüedad	54
Figura 10. Comparación entre la disposición a cambiarse de PRST sin y con PN	60
Figura 11. Proporción de aceptación con y sin portabilidad	62
Figura 12. Problemas de cambiarse	63
Figura 13. Beneficios de cambiarse	64
Figura 14. Líneas TPBCL	67
Figura 15. Suscriptores internet	69
Figura 16. Suscriptores TV	71
Figura 17. Factores tecnológicos que han cambiado la dinámica y estructura de los mercados	72
Figura 18. Municipios por nivel de HHI	76
Figura 19 Distribución HHI por tamaño de municipio, según numero de líneas al 31 de diciembre de 2013	77
Figura 20. Mapa con nivel de HHI en líneas en los municipios	82
Figura 21 HHI ponderado por origen-destino en TPBCLE	83
Figura 22 Distribución en niveles de HHI de origen-destino TPBCLE (Diciembre de 2013)	83
Figura 23 HHI ponderador por origen-destino LDN	84
Figura 24 Distribución en niveles de HHI de origen-destino LDN - Diciembre de 2013	84
Figura 25 . Municipios por nivel de HHI	85
Figura 26. Mapa con nivel de HHI de internet en los municipios	88
Figura 27 Distribución de municipios por nivel de HHI en televisión por suscripción a 31 de diciembre de 2013	90

Figura 28 Market share - HHI de la televisión por suscripción por ciudad a diciembre 31 de 2013	91
Figura 29 . Proporción de los planes empaquetados 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo)..	93
Figura 30. Proporción de los planes empaquetados en Bogotá 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo).....	93
Figura 31. Proporción de los planes empaquetados en Medellín 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo).....	94
Figura 32. Proporción de los planes empaquetados en Cali 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo).....	94
Figura 33. Proporción de los planes empaquetados en Barranquilla 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo).....	95
Figura 34 HHI por plan en principales ciudades 3/4T2012.....	96
Figura 35. Transformación de las arquitecturas de las redes	106
Figura 36. Arquitectura genérica de las redes de TPBCL y/o TPBCLE que utilizan tecnología TDM	107
Figura 37. Conexiones típicas entre concentradores remotos y centrales de mayor jerarquía	108
Figura 38. Topologías de las redes de transmisión que utilizan tecnología TDM	109
Figura 39. Arquitectura genérica de las redes de TPBCL y/o TPBCLE que utilizan tecnologías de próxima generación (NGN y/o IMS)	111
Figura 40. Tecnologías de acceso banda ancha en redes de TPBCL y/o TPBCLE	114
Figura 41. Arquitectura genérica híbrida de las redes de TPBCL y/o TPBCLE	115
Figura 42. Clases de centrales de conmutación TDM en servicio en los municipios donde existe competencia.....	117
Figura 43. Fabricantes predominantes en Colombia de centrales de conmutación TDM en los municipios donde existe competencia	118
Figura 44 Clases de elementos de red de próxima generación en servicio en las redes de TPBCL y/o TPBCLE en los municipios donde existe competencia	120
Figura 45. Fabricantes predominantes en Colombia de elementos de red de núcleo de red NGN e IMS en los municipios donde existe competencia.....	120
Figura 46. Evolución de las tecnologías TDM y de próxima generación en Colombia.....	124
Figura 47. Arquitectura genérica Tipo I de la red de señalización SS7 donde existen PTS y PS	126
Figura 48. Arquitectura genérica Tipo II de la red de señalización SS7 donde no existen PTS	127

Figura 49. Arquitectura genérica Tipo III de la red de señalización SS7 donde existen PTS y PS en distintos municipios de un mismo departamento	128
Figura 50. Arquitectura genérica Tipo IV de la red de señalización SS7 donde existen PTS y PS en municipios de distintos departamentos.....	128
Figura 51. Arquitectura genérica de la red de interconexión en los municipios donde existe competencia	130
Figura 52. Proveedores de sistemas de sistemas de información y soporte operacional en los municipios donde existe competencia	131
Figura 53. Número total de líneas de telefonía fija para los grupos uno al cuatro en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013	133
Figura 54. Tráfico total saliente de telefonía fija (minutos) para los grupos uno al cuatro en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013	133
Figura 55. Tráfico promedio saliente de un usuario de telefonía fija en hora pico para los grupos uno al cuatro en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013	134
Figura 56. Interés de tráfico saliente de telefonía fija en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013.....	134
Figura 57. Opiniones sobre los modelos de encaminamiento más apropiados y eficientes	141
Figura 58. Estimativos iniciales (primera ronda) y finales (segunda ronda) del costo total de inversión (en USD) reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija	155
Figura 59. Estimativos porcentuales del costo total de inversión reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija, de acuerdo con el tipo de elemento de red o sistemas de información.....	156
Figura 60. Economías de escala en los costos por línea para diferentes operadores	162
Figura 61. Estimativos de costos de inversión reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija	163
Figura 62. Estimativos de costos de inversión reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija, excluyendo cinco PRST que se encuentran por fuera de la línea de tendencia	164
Figura 63. Costo promedio por líneas en [USD] como función del número de líneas fijas en servicio y línea de tendencia	168
Figura 64. Algoritmo para estimar los costos de implementación de la PN fija por municipio	169

Figura 64. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio	171
Figura 65. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 70/línea)	171
Figura 66. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 20/línea)	172
Figura 67. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con más de 10.000 líneas en servicio).....	172
Figura 68. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio	175
Figura 69. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 70/línea).....	175
Figura 70. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 20/línea).....	176
Figura 71. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con más de 10.000 líneas en servicio)	176
Figura 72. Costo total de inversión y operación recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija.....	179
Figura 73. Costo total de inversión y operación reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija.....	180
Figura 74. Beneficios tipo 1	184
Figura 75. Curvas de regresión logit	186
Figura 76. Cálculo de Beneficios tipo 3.....	192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de PN en TF Fija países analizados	26
Tabla 2 Cantidad de encuestas por grupos de municipios	37
Tabla 3. Número de municipios donde se realizaron encuestas.....	38
Tabla 4 Cantidad de respuestas sobre el cambio de operador en el pasado (Porcentajes por cada grupo)	41
Tabla 5 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado...	42
Tabla 6 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado, discriminadas por grupo	43
Tabla 7 Razones dadas por los encuestados que han mantenido el servicio con el mismo PRST	44
Tabla 8 Razones dadas por los encuestados que han mantenido el servicio con el mismo PRST, discriminadas por grupo	44
Tabla 9 Disposición a cambiar de PRST sin portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)	45
Tabla 10 Disposición a cambiar de PRST con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)	45
Tabla 11 Satisfacción del usuario con el operador según la disposición al cambio con PN	47
Tabla 12 Tiempo estimado para cambiar con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)	47
Tabla 13 Cantidad de encuestas por Tamaño de empresa	51
Tabla 14 Cantidad de empresas encuestadas con PRST adicional (Porcentajes con base en cada grupo)	52
Tabla 15 Cantidad de respuestas acerca de la cantidad de líneas (Porcentajes con base en cada grupo)	52
Tabla 16 Respuestas sobre el grado de satisfacción con el PRST (Porcentajes por cada grupo)	54
Tabla 17 Cantidad de respuestas sobre el cambio de operador en el pasado (Porcentajes por cada grupo)	55
Tabla 18 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado.	56
Tabla 19 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado, discriminadas por grupo	57
Tabla 20 Razones dadas por los encuestados que siempre han mantenido el servicio con el mismo PRST	58

Tabla 21 Razones dadas por los encuestados que han mantenido el servicio con el mismo PRST, discriminadas por grupo	59
Tabla 22 Satisfacción del usuario con el operador según la disposición al cambio con PN	61
Tabla 23 Tiempo estimado para cambiar con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)	61
Tabla 24 Respuestas sobre el problema más importante al cambiarse (Porcentajes por cada grupo).....	63
Tabla 25 Respuestas sobre el beneficio más importante al cambiarse (Porcentajes por cada grupo)	64
Tabla 26. Grupos y Empresas TPBCL a 31 de diciembre de 2013.....	68
Tabla 27 Ingresos TPBCL y TPBCLE e Internet año 2013 (Millones de COP)	70
Tabla 28. Suscriptores empresas de internet a 31 de diciembre de 2013	70
Tabla 29. Empresas TV a 31 de diciembre de 2013.....	71
Tabla 30. HHI TPBCL.....	74
Tabla 31. HHI ponderado TPBCL.....	75
Tabla 32. Operador de mayor tamaño en líneas.....	75
Tabla 33. Operador de mayor tamaño en tráfico.....	76
Tabla 34. Municipios como mayor operador (Líneas).....	78
Tabla 35. Municipios como mayor operador (Tráfico).....	78
Tabla 36. Mayor operador en municipios con más de 50.000 líneas (Líneas)	79
Tabla 37. Evolución de la estructura del mercado en Bogotá.....	79
Tabla 38. Evolución de la estructura del mercado en Medellín	80
Tabla 39. Evolución de la estructura del mercado en Cali	80
Tabla 40. Evolución de la estructura del mercado en Barranquilla	81
Tabla 41. HHI internet	85
Tabla 42. HHI ponderado Internet.....	86
Tabla 43. Operador de mayor tamaño en internet.....	86
Tabla 44. Municipios como mayor operador	87
Tabla 45 . Mayor operador en municipios con más de 10.000 suscriptores	87
Tabla 46. HHI Televisión por suscripción.....	89
Tabla 47. Operador mayor Televisión por suscripción.....	89
Tabla 48 HHI por ingresos y servicio.....	92

Tabla 49. Correlación Cuota de mercado internet vs. Cuota de mercado TPBCL 2012-2014	97
Tabla 50. Correlación HHI Internet vs. HHI TPBCL 2012-2014	97
Tabla 51. Correlación Cuota de mercado en Internet vs. TPBCL por empresa 2012-2014..	98
Tabla 52. Regresiones Tarifas - HHI	99
Tabla 53 Promedio del Churn	100
Tabla 54. PRST que reportaron información detallada sobre sus redes de TPBCL y TPBCLE	104
Tabla 55. Modelos de centrales de conmutación TDM en servicio en las redes de TPBCL y TPBCLE en los municipios donde existe competencia.....	119
Tabla 56. Modelos de elementos de próxima generación en servicio en las redes de TPBCL y/o TPBCLE en los municipios donde existe competencia	122
Tabla 57 Número de municipios por grupo de clasificación	132
Tabla 58 Opiniones de los PRST sobre los modelos de encaminamiento para implementar la PN fija.....	142
Tabla 59. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con obsolescencia de sus equipos	145
Tabla 60. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con adecuaciones de las redes de señalización e interconexión	145
Tabla 61. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con la implementación y adecuación de plataformas de servicios	146
Tabla 62. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con la adecuación de sistemas de información y de sistemas de soporte	146
Tabla 63. Inconvenientes administrativos reportados por los PRST para implementar la PN fija	147
Tabla 64. Factores identificados por los PRST que impactan negativa y positivamente la efectividad de la implementación de la PN fija	148
Tabla 65. Sinergias técnicas identificadas por los PRST que están integrados con telefonía fija y móvil.....	149
Tabla 66. Sinergias administrativas y comerciales identificadas por los PRST que están integrados con telefonía fija y móvil	150
Tabla 67. Opiniones de los PRST sobre los municipios donde se debería implementar la PN fija	151
Tabla 68. Resultados para los costos de inversión en las 30 ciudades con mayor número de líneas en Colombia, con base en los valores reportados por cada PRST para adecuar sus redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija	169

Tabla 69. Resultados para los costos de inversión en las 30 ciudades con mayor número de líneas en Colombia, con base en los valores recomendados por la Consultoría para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija.....	173
Tabla 70 Regresión Logit de la encuesta de hogares	186
Tabla 71 Estimaciones para el modelo	187
Tabla 72 Penetración de la PN.....	194
Tabla 73 Proyecciones de aumento del churn	194
Tabla 74 Regresión churn/HHI Coltel	195
Tabla 75 Resultados de la totalidad de municipios	196
Tabla 76 Resultados para los municipios de más de 200 mil líneas.....	197
Tabla 77 Resultados para los municipios de entre 50 y 200 mil líneas	197
Tabla 78 Resultados para los municipios de entre 10 mil y 50 mil líneas	198
Tabla 79 Resultados para los municipios de menos de 10 mil líneas	198
Tabla 80 Resultados de todo el país y los municipios de más de 50 mil líneas (millones de COP)	199
Tabla 81 Tasas anuales de PN de TF Fija en los distintos países analizados	205
Tabla 81 Cantidad de encuestas por estrato socio económico.....	207
Tabla 82 Cantidad de encuestas por cada Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones	207
Tabla 83 Cantidad de encuestas por cada PRST desglosado por grupos de municipios.....	208
Tabla 84 Cantidad de respuestas sobre servicios en paquete (Porcentajes calculados dentro de cada grupo)	209
Tabla 85 Detalle de respuestas sobre el modo de facturación de servicios	209
Tabla 86 Cantidad de respuestas sobre el valor de la factura que reciben por el plan telefonía fija contratada (Porcentajes calculados por cada grupo)	210
Tabla 87 Respuestas sobre la antigüedad del usuario con la línea telefónica (Porcentajes por cada grupo)	210
Tabla 88 Respuestas sobre el grado de satisfacción con el PRST (Porcentajes por cada grupo)	211
Tabla 89. Respuestas sobre la preferencia del teléfono para ser contactado (Porcentajes por cada grupo)	211
Tabla 90 Respuestas sobre el problema más importante al cambiarse (porcentajes por cada grupo)	211

Tabla 91 Respuestas sobre el beneficio más importante al cambiarse (Porcentajes por cada grupo)	212
Tabla 92 Cantidad de empresas por ciudad y por tamaño registradas en las respectivas cámaras de comercio.....	214
Tabla 93: Cantidad de encuestas realizadas por ciudad y por tamaño de empresa.....	215
Tabla 94. Cantidad de encuestas por ciudad – sector empresarial	216
Tabla 95 Cantidad de encuestas por cada Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones principal	217
Tabla 96 Cantidad de encuestas por cada PRST y distribución porcentual por grupos	217
Tabla 97 Cantidad de respuestas sobre el gasto de telefonía (Porcentajes con base en cada grupo)	218
Tabla 98 Respuestas sobre la antigüedad de la línea telefónica (Porcentajes por cada grupo)	218
Tabla 99 Disposición a cambiar de PRST sin portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)	219
Tabla 100 Disposición a cambiar de PRST con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)	219

1 Introducción

Este documento de consulta pública, presenta los resultados y recomendaciones presentados por la Unión Temporal Tachyon - Zagreb como parte de la ejecución del contrato 039 de 2014 con la Comisión de Regulación de Comunicaciones, cuyo objeto es adelantar el estudio que permita a la entidad determinar la viabilidad técnica y económica, en términos de equilibrio financiero, de implementar el servicio de portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija en las actuales condiciones del mercado y de ser pertinente establecer las condiciones de su implementación.

El documento comienza en la sección 2 con una comparación internacional, que incluye un análisis de mejores prácticas de la portabilidad numérica y una compilación de las principales experiencias de implementación de la portabilidad numérica fija en diez países de América y Europa.

La sección 3 contiene un recuento de la normatividad andina y nacional así como los principales acuerdos bilaterales y recomendaciones internacionales y termina con un análisis del alcance de la obligación legal de la implementación de la portabilidad numérica en telefonía fija.

A continuación, en la sección 4 se realiza un estudio de mercado para la implementación del servicio de portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija, donde se presentan los resultados de las encuestas realizadas a nivel nacional para los segmentos residencial y empresarial.

La sección 5 analiza el mercado del servicio de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones, mediante una descripción de su evolución histórica y la competencia en los mercados de TPBCL, TPBCLE, LDN, internet y TV. Se estudia el efecto que sobre el servicio de telefonía fija tiene el empaquetamiento y se realiza un análisis de la estructura del mercado y el *churn*.

Posteriormente el documento presenta, en la sección 2, un análisis técnico de la situación actual de las redes de TPBCL y TPBCLE del país, así como una revisión de los modelos de encaminamiento y la viabilidad técnica de implementar la portabilidad numérica fija en Colombia. La sección finaliza con un recuento de las expectativas de los operadores frente a la implementación de la portabilidad numérica fija en Colombia.

Los análisis de costos de inversión para la implementación de la portabilidad numérica fija se presentan en la sección 7, donde se plantean dos escenarios, el primero con base en los reportes de los PRST y el segundo a partir de las recomendaciones de la Consultoría para ajustar algunos de los datos reportados. De esa forma, se construyen los estimativos de costos de inversión promedio por ciudad.

La estimación de los beneficios de la portabilidad numérica en telefonía fija se presentan en la sección 8 y se agrupan conceptualmente en beneficios de tipo 1, 2 y 3 acorde con la literatura internacional estándar en el tema.

Los análisis anteriores culminan con los resultados obtenidos por la Consultoría para el análisis costo beneficio y las recomendaciones que surgen del mismo, puntos que se presentan en la sección 9.

Finalmente, se presenta un esbozo inicial de la propuesta de implementación de la portabilidad numérica fija en Colombia en la sección 10.

La participación del sector en esta consulta pública es muy importante. Se han planteado un conjunto de preguntas en varias de las secciones descritas previamente. De manera concreta, y para facilitar la lectura del documento, pueden consultarse en las secciones que se indican en la tabla siguiente.

Tipo de preguntas al sector	Sección
Preguntas en relación al análisis de mercado para el servicio de PN en la TPBCL fija	4.3
Preguntas en relación al análisis de mercado de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones	5.7
Preguntas en relación al análisis técnico de redes	6.5
Preguntas en relación al análisis de costos de implementación de la PN fija	7.5
Preguntas en relación al análisis de beneficios de la PN fija	8.5
Preguntas en relación al análisis de costo beneficio de la PN fija y las recomendaciones de la consultoría	9.1
Preguntas en relación a la propuesta de implementación	10.1

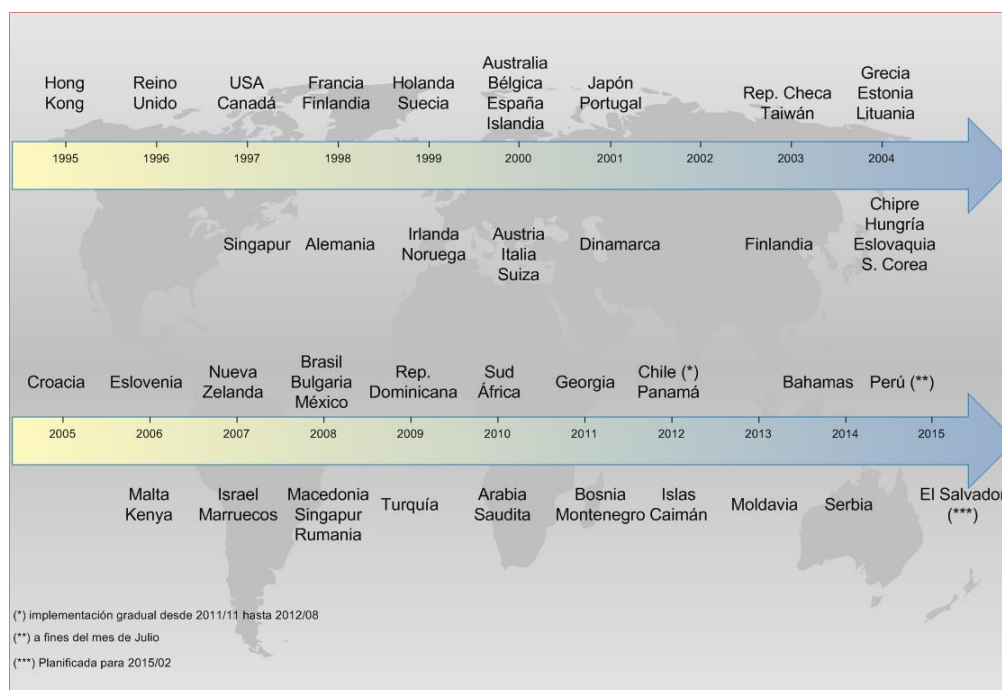
Las indicaciones para la participación del sector se dan en la sección 11.

Finalmente, la sección 12 contiene los anexos, incluyendo aquellos relacionados con las encuestas y el análisis técnico, la tabla de acrónimos y la lista de autores de este documento y la sección 13 corresponde a la bibliografía.

2 Comparación internacional

La Portabilidad Numérica (PN), se origina en la segunda mitad de la década de 1990 en los mercados más desarrollados del mundo en: Estados Unidos, Europa, Asia y Oceanía. En cambio, las economías en desarrollo de América Latina, África y Asia han hecho sus apuestas por la PN desde mediados de la década del 2000. En general, en Europa se implementa primero la portabilidad en telefonía fija y después en telefonía móvil; en cambio en América Latina se implementó primero la portabilidad en telefonía móvil y después en telefonía fija, o ambos servicios al mismo tiempo.

Figura 1. Línea de tiempo de implementación de la PN en telefonía fija



Fuente: elaboración propia de la UT Tachyon – Zagreb, a partir de información obtenida de diferentes documentos.

2.1 Mejores Prácticas de la Portabilidad Numérica

La Comisión de Comunicaciones Europea - ECC recomienda a sus miembros aplicar las siguientes mejores prácticas [1]:

1. Que el proceso de PN sea liderado por el operador receptor.
2. Que el suscriptor pueda portar aunque no haya terminado un eventual contrato con su actual proveedor.
3. Que la activación de la portabilidad sea considerada como una obligación por el operador donante para dar término al servicio que se presta al número portado.
4. Que el proceso de PN sea lo más corto y eficiente posible.

5. Que los tiempos para portar un número deben ser periódicamente revisados y si es posible reducirlos.
6. Los motivos de rechazo de una portación deben estar claramente establecidos en las reglas de la PN y cumplir lo siguiente: Evitar el rechazo por parte del operador donante; evitar portaciones no solicitadas; y garantizar los deseos del suscriptor
7. El operador receptor debe autenticar la solicitud de portación solicitando identificación escrita y/o autorización del suscriptor antes de iniciar la portación.
8. La aceptación de una solicitud de portación por entidades distintas al operador donante, como por ejemplo del Administrador de la Base de Datos, se hará solo en casos excepcionales.
9. El ente regulador debe velar para que los procesos estén sincronizados y facilitar la portación de servicios en paquetes que involucren la portabilidad numérica.
10. Que la implementación técnica de la PN debe estar basada en principios de encaminamiento directo, como *All Call Query* o métodos equivalentes.

2.2 Algunas consideraciones sobre la implementación de la PN en Europa

La ECC realizó una investigación en 31 países de la comunidad europea, publicando sus conclusiones en marzo del 2014, las que se resumen a continuación.

Los plazos para portar un número en telefonía fija, varían según cada país. En Bélgica, el tiempo es de dos días laborables para instalaciones simples y de tres para aquellas más complejas; en Croacia, de 5 a 15 días laborables; en Italia, de 68 horas laborables; en Holanda, en promedio 10 días laborables; en Irlanda, todo el proceso se completa en un plazo de 7 horas hábiles después que el operador donante reciba la solicitud de portación.

En general no existen cargos al usuario, pero en algunos casos como Austria, puede llegar a ser de 30 euros; en Eslovenia, 5 euros por portar un número y no puede exceder 200 euros para el caso de múltiples números. Además, en Bélgica, Croacia, y Alemania no hay cargos entre operadores; en Dinamarca y Chipre el valor corresponde a acuerdos comerciales entre los operadores; en Italia, el operador receptor paga una tarifa al operador que se le asignó originalmente el número (2 euros) y otro valor al operador donante (2,30 euros).

En las secciones siguientes se entrega información específica de las experiencias en PN para el servicio de telefonía fija en diez países, seleccionados teniendo en cuenta la solicitud de la CRC.¹

¹ En la Tabla 1 que figura al final de este capítulo, se incluye un resumen con los principales parámetros de cada país, entre ellos la tasa anual de PN del último año disponible. Además, en el Anexo Sección 12, se encuentra la Tabla 81 con las tasas anuales de PN de varios años para cada país.

2.3 Australia

En Australia, para la portabilidad en telefonía fija, se tomó la decisión que la industria se auto regulara, dejando a los operadores que escogieran la solución técnica, según el estado de desarrollo de la industria al momento de implementar la portabilidad. No existe una solución única para la portabilidad, la que puede considerarse del tipo “*Onward Routing*” (OR).

El proceso de portar un número en telefonía fija, está regido por acuerdos entre los operadores involucrados en cada portabilidad y se intenta que no exista interrupción del servicio para el usuario. El tiempo que toma el proceso de portar un número no está definido y depende de la demora del operador receptor en crear una nueva línea fija.

Las tasas anuales de portabilidad en telefonía fija son relativamente elevadas, lo cual se ve facilitado por la presencia de diversos proveedores de servicio que se apoyan en la desagregación de la red.

2.4 Brasil

La Portabilidad Numérica para teléfonos fijos y móviles fue implantada en Brasil de manera gradual en el período de Septiembre 2008 a Febrero del 2009. A partir de Marzo del 2009 la portabilidad numérica pasó a estar disponible en todo el país.

Es posible utilizar la portabilidad numérica cuando se cambia de: Operador de celular en una misma área local (mismo DDD); operador de telefonía fija en una misma área local; y de dirección dentro de la misma área local

Las principales características de la portabilidad numérica en Brasil son:

- Su costo es de R\$ 4,00 (aproximadamente USD 2), aunque los operadores subsidian este valor a pagar al administrador de la base de datos centralizada.
- La solicitud de portabilidad debe ser encaminada al nuevo operador y sólo podrá ser recusada si contiene datos incorrectos o si está en proceso otra solicitud de portabilidad. El usuario puede portar el número cuantas veces quiera.
- Por la portabilidad se acaba la relación contractual del usuario con el antiguo operador, sin eximirlo de pagar las multas de término previstas en contrato, en el caso de que él posea un contrato de 12 meses de duración.
- Desde marzo del 2010, el plazo para que el número sea portado es de 3 días hábiles desde la solicitud del usuario, antes era de 5 días. El período de transición (sin servicio) debe ser de 2 horas en el 99% de los casos.
- Se utiliza una entidad administradora de la portabilidad contratada por las prestadoras, que es ABR Telecom; y el proveedor de la solución tecnológica es Cleartech, que tiene acuerdos con Neustar con funciones similares en USA.

Brasil se considera un caso exitoso de implementación de la portabilidad en un corto período de tiempo (18 meses), debido a un cuidadoso plan de implementación, un equipo

de trabajo con experiencia y a un conjunto de multas a los operadores por no cumplir con los plazos estipulados.

Las tasas de portabilidad de telefonía fija no son altas debido a la falta de operador alternativo en gran parte de los municipios del interior del país. En las zonas con mayor competencia en la telefonía fija, las tasas de portabilidad son mayores.

2.5 Chile

La portabilidad en telefonía fija se inició gradualmente en diciembre 2011 finalizando en Agosto 2012 para los servicios básicos, mientras que para los servicios de voz sobre Internet, complementarios, y telefonía Rural estuvo disponible a partir de febrero 2013.

El Organismo Administrador de Portabilidad (OAP) es una Persona jurídica constituida en Chile y con domicilio en el país, sin participación de los operadores, encargada de la administración de la base de datos de numeración. Su financiamiento se basa en un sistema proporcional y mixto, fiscalizable por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, SUBTEL, que considera:

1. Costos de inversión financiados por aportes de los concesionarios según su participación en la numeración asignada, pagaderos en 10 cuotas semestrales. La participación en la numeración se revisa cada seis meses.
2. Costos de explotación en base a las transacciones de portabilidad cobradas por el OAP a la Receptora mensualmente, previo informe consolidado de servicios prestados. El detalle es el siguiente: Solicitudes de portabilidad (Altas), independiente del resultado de la transacción, valor: CLP 377 (USD 0,70)²; reversión de un proceso de portabilidad, valor: CLP 754 (USD 1,32); consultas de pre-validación sin solicitud ingresada, valor: CLP 113,1 (USD 0,20); venta de la Tabla de Encaminamiento de Portabilidad Propia, TEPP, a terceros, valor: CLP 37.700 (USD 66,1).

El OAP es designado por los operadores, constituidos en un Comité Representativo que reúna al menos el 90% de la numeración asignada, mediante una licitación pública³. En agosto del 2011 se adjudicó a la empresa Telcordia Technologies, Inc.⁴ el contrato por cinco años.

El valor semestral de cada una de las diez cuotas correspondiente al costo de inversión al día de hoy equivale a USD 145.242, más IVA.

Los motivos de rechazo están definidos en el reglamento de portabilidad y son: Que la portabilidad no haya sido solicitada por el titular que tiene el contrato con la empresa

² Se usó la tasa de paridad al 31/07/2014 de 1 USD = CLP 570,51

³ Este Comité Representativo está constituido por el conjunto de operadores que tienen asignado más de 1% de la numeración, permitiéndose también que operadores con menos de 1% se agrupen para tener un representante en el Comité.

⁴ Actualmente Iconectiv

donante; que existan facturas impagas; que se encuentre en curso otra solicitud de portabilidad del mismo número o que no hayan pasado 60 días desde la última portabilidad del número en cuestión.

La tasa de portabilidad de telefonía fija acumulada en el periodo abril 2013 a marzo 2014, que corresponde a los últimos 12 meses con información completa, es de 3,73%.

2.6 España

El 5 de abril del 2001 se aprueba la atribución de costos para la portabilidad fija, en el que los operadores debían asumir los costos de establecimiento del sistema y los usuarios podrían tener que contribuir únicamente a los costes variables. Esto finalmente no ocurrió, ya que se aplica solamente un cargo entre operadores de 3,09 euros por cada número que se porta, y es sin costo para el suscriptor.

El año 2004 se formula una revisión de las especificaciones para la portabilidad en telefonía fija. El tiempo total del proceso de portabilidad inicialmente era de cinco días laborables, el que a partir del 11 de noviembre del 2013 se cambió a un día por cada línea telefónica y máximo 6 días para servicios que contemplen línea fija y servicio de ADSL.

La solución técnica implementada para la portabilidad es en base a ACQ con un modelo centralizado y compartido entre los operadores, cofinanciada por todos los operadores y acuerdan entre ellos la forma concreta. Si no hay acuerdo, interviene la autoridad.

Las tasas de rechazo de la PN fueron de un 11% en la móvil y de un 5,2% en la fija durante el año 2013.

2.7 Estados Unidos

En Estados Unidos, el ente regulador decidió aplicar el principio de neutralidad tecnológica para la definición del método técnico a emplear en la portabilidad, tanto en telefonía fija como móvil, sin embargo estableció criterios de carácter permanente para la compatibilidad del sistema de portabilidad del número, y que son los siguientes:

- El sistema debe soportar los servicios actuales y futuros y proveer un uso eficiente del recurso de numeración.
- No se pueden usar facilidades de una empresa competidora para efectuar el encaminamiento de una llamada.
- Que no exista una degradación importante en el servicio.

Otra característica de la portabilidad en este país es que existe portabilidad entre el servicio de telefonía móvil y telefonía fija. La portabilidad numérica en Estados Unidos es técnicamente posible debido a la existencia del “*Location Routing Number*”, LRN, conjunto de 10 dígitos que contiene toda la información para direccionar una llamada. El método de encaminamiento utilizado con portabilidad numérica es del tipo de consulta a base de datos (ACQ) basado en el número de ubicación de encaminamiento (LRN), ACQ/LRN.

Las compañías pueden cobrar a sus clientes una tarifa para recuperar los costos que incurren en proveer la portabilidad. Las tarifas pueden variar entre distintas compañías y algunas pueden hacerlo sin costo para el usuario.

La empresa Neustar fue seleccionada en 1996 por la industria de telecomunicaciones, (y aprobado por el FCC), para actuar como *Local Number Portability Administrator* (LNPA). Neustar desarrolló el *Number Portability Administration Center* (NPAC) en 1997, el que atiende más de 500 millones de requerimientos al año y está conectado con más de 2.000 proveedores de servicios.

Las tasas de PN anuales son altas, en especial las de telefonía fija que sobrepasan a las de la telefonía móvil, a diferencia de lo que ocurre en la mayoría de los países del mundo.

2.8 México

La portabilidad está vigente desde julio del 2008, siendo junto a Brasil los primeros en América Latina en implementarla. Desde el inicio de su implementación, la empresa Telcordia Technologies México, S. de R.L. de C.V. fue seleccionada para administrar la base de datos de portabilidad. En junio del presente año, el Comité Técnico de Portabilidad, constituido por los proveedores de servicio de telecomunicaciones decidió que esta empresa continuará en ese rol por un periodo de 3 años adicionales.

Con respecto al costo de la PN, hasta la fecha no existen costos para el usuario.

La operación de la PN en México no ha estado exenta de problemas, por lo que la Cofetel ha aplicado sanciones a cuatro empresas de telefonía móvil, luego de que se detectaron impedimentos en el libre derecho a la portabilidad que tienen los usuarios de prepago.

Las tasas de portabilidad en México son en general bajas. En lo que va corrido del año 2014, la cantidad de números portados en telefonía fija fue de 138.339, que es un 16 % mayor que la cantidad de líneas portadas en el primer semestre del 2013.

El resultado obtenido por la PN en el segmento fijo se debe, fundamentalmente, a la ausencia de tarifas asimétricas entre las llamadas *on-net* y *off-net*; y a que Telmex no tiene concesión para ofrecer paquetes de triple o cuádruple *play*, generando así la migración de usuarios hacia ofertas de otros competidores que sí pueden hacerlo.

2.9 Perú

La solución técnica de portabilidad numérica en el servicio público móvil y en el servicio de telefonía fija es “*All Call Query*” con una Base de Datos Centralizada Principal y con Bases de Datos Locales correspondientes a cada Concesionario Móvil y Concesionario Fijo.

OSIPTEL informó recientemente que el administrador inicial, el consorcio IECISA – INDRA, será sustituido por la empresa Iconectiv Perú S.A.C. (ex Telcordia).

La portabilidad fija y móvil es sin costo para el usuario. El tiempo sin servicio será como máximo 3 horas y se estipula un mínimo de dos meses antes que el usuario pueda ejercer nuevamente la portabilidad.

El Congreso aprobó la ley de Portabilidad Numérica (Ley N° 29956) que para los servicios de telefonía fija entrará en vigencia a más tardar el 28 de julio del 2014. Consultas realizadas indican que efectivamente la portabilidad para los servicios de telefonía fija fue lanzada oficialmente el día 26 de julio y que está en marcha.

2.10 Reino Unido

El Reino Unido fue uno de los primeros países en implementar la PN en el año 1999, cuando a la fecha existía muy poca experiencia mundial en el tema. Tempranamente decidió que la solución técnica de portabilidad debía ser la denominada *Onward Routing* (OR), de menor costo y más rápida de implementar desde la perspectiva del operador. En un mercado altamente competitivo como éste, se ha transformado en un problema.

En 2007, Ofcom reconociendo las limitaciones de la solución, (a través de un proceso de portabilidad superior a una semana, reclamos de suscriptores y operadores que no podían completar los traspasos, y un bajo porcentaje de conocimiento de la población), intentó cambiar la arquitectura y pasar de OR a ACQ tanto para telefonía móvil como fija. Sin embargo, el año 2008 el Tribunal de la Competencia sentenció que Ofcom no entregó argumentos que justifiquen el cambio de arquitectura a un costo razonable

La solución implementada por el Reino Unido es una advertencia para el resto del mundo en los siguientes aspectos:

- Escoger la solución técnica en forma inteligente, la solución más rápida y de menor costo puede ser un problema en el largo plazo.
- Los cambios de arquitectura presentan más problemas y toman mucho más tiempo que el destinado a pensar e implementar una solución robusta desde el primer momento.
- El trabajo conjunto entre la entidad reguladora y los proveedores de servicio es esencial para el éxito de la implementación de la portabilidad.

Al año 2013, el Reino Unido es el único país en el cual los suscriptores deben obtener del donante un Código de Autorización de Portabilidad, mediante el cual pueden iniciar el proceso de portabilidad.

El documento de procesos del *NP Industry Forum* especifica el plazo mínimo de 4 días hábiles, es decir la portabilidad no se puede iniciar antes de ese plazo. El tiempo máximo sin servicio garantizado durante el proceso de portabilidad, es de 15 minutos para el 95% de los casos y de 20 minutos para el 99% de los casos. Si transcurridos 20 minutos aún no finaliza el proceso de portación, se debe escalar al contacto definido en la empresa donante.

Los operadores principales cobran €0.59 por portar un número geográfico, asociado con una línea de telefonía fija.

No existen estadísticas relacionadas con el proceso de portabilidad, ya que al no haber un sistema centralizado, para obtenerlas se debería consultar a cientos de operadores de

telefonía fija que prestan servicio en el Reino Unido. Ofcom estimó la cantidad acumulada de números portados hasta el año 2008, en base a la información de llamadas encaminadas a números portados; dicha estimación fue de 13,5% del total de líneas existentes a esa fecha, lo que equivale a 4.615.000 portaciones acumuladas

2.11 Suecia

La solución técnica de PN existente en Suecia a partir del 2009 está basada en ACQ, aunque en sus inicios en julio 1999 se implementó una combinación de ACQ para los principales operadores y OR para los pequeños; de esta forma se disminuían los costos para estos últimos. Posteriormente el regulador llegó a la conclusión que la solución OR no era escalable ni viable en el largo plazo y la existencia de dos soluciones producía problemas de incompatibilidad en los encaminamientos.

El Centro de Administración de PN SNPAC (*Swedish Number Portability Administrative Centre AB*), fue formado a fines del 2000 comenzando a operar en septiembre 2001. Este grupo está formado por las empresas más grandes del sector sueco, que son: *TDC Sverige AB*, *Tele2 Sverige AB*, *Telenor Sverige AB*, y *TeliaSonera AB*.

Para minimizar los riesgos y garantizar la mejor entrega de servicios, todas las tareas operacionales son externalizadas y adjudicadas a través de procesos de adquisición abiertos. Todos los servicios y soluciones tecnológicas son adquiridas a proveedores externos, por lo tanto SNPAC AB no posee infraestructura técnica; sin embargo posee los derechos de propiedad sobre la información.

Después de los primeros años de implementación, las tasas de portabilidad tanto de la telefonía fija como de la móvil han alcanzado valores en torno al 5% anual.

2.12 Conclusiones de la revisión de la experiencia internacional

La Portabilidad Numérica (PN) se postula como una herramienta para favorecer la competencia porque reduce las barreras del usuario para el cambio de operador y estimula indirectamente la eficiencia de los competidores para retener a sus clientes.

La arquitectura tecnológica de la PN forma parte de otro debate, debido a las grandes diferencias en los montos de inversión involucrados entre las diferentes opciones, sin embargo la industria terminó por consensuar en torno a la conveniencia del sistema *All Call Query* (ACQ) .

Las reglas que gobiernan la PN, sea esta en el ámbito fijo como móvil, varían de un país a otro, inclusive en Europa donde existen reglas generales dentro de la comunidad europea pero con bastante libertad en su implementación.

En general, en los distintos países se puede observar una tendencia a preocuparse y mejorar la PN en telefonía móvil, incluso algunos países aún no la implementan en telefonía fija, como por ejemplo India o Ecuador. Las razones de esto probablemente se deban al estancamiento o disminución que ha experimentado la telefonía fija a nivel

mundial y a que las zonas donde existe competencia son reducidas y normalmente se tiene la presencia de un operador con participación mayoritaria.

Si bien la portabilidad numérica elimina una barrera importante para cambiarse de operador, ya sea en el ámbito de la telefonía fija como móvil, obligando a los proveedores a ofrecer un mejor servicio, sea éste en calidad de red, atención y precios, no se tiene conocimiento de estudios que cuantifiquen la mejora del servicio como resultado de la entrada en vigencia de la portabilidad en el mercado de telefonía fija.

En Chile, México y España, los que más se cambian en telefonía fija son los usuarios que tienen varios servicios y aprovechan de obtener mejores ofertas tanto de televisión, como una mayor velocidad en internet, conservando además su número telefónico.

Se obtienen altas tasas de portabilidad en aquellos países que, junto a una normativa de portabilidad de bajo costo y cortos tiempos del proceso de portabilidad, tienen implementada una buena regulación de desagregación de la red fija, que facilita la existencia de operadores sin red de bucle de abonado asimilándolo a los operadores virtuales de la telefonía móvil. El ejemplo más destacado es España seguido por Australia y aunque el plazo sea mayor, también puede mencionarse el caso de Suecia; por el contrario, México corresponde a un caso donde hay problemas en la regulación para la desagregación de red y presenta una de las tasas más bajas de portabilidad en telefonía fija. En Chile, la desagregación de la red se encuentra poco desarrollada debido a los altos precios establecidos, lo que explicaría que la tasa de portabilidad no sea alta, a pesar de una buena implementación de ella y su nulo costo para el usuario.

En la Tabla 1 se muestra un resumen que contiene los principales parámetros de la PN en telefonía fija para los países analizados.

Tabla 1: Parámetros de PN en TF Fija países analizados

País	Año PN todo el país	Solución de encaminamiento	Tasa PN TF Fija últimos 12 meses	Tarifa al usuario por portar en USD	Tiempo proceso líneas residenciales	Tiempo sin servicio
Australia	2000	OR	7,52% (año fiscal 2012-2013)	No definido por regulador ⁵	No definido por regulador	Objetivo sin interrupción
Brasil	2009	ACQ	3,99% (año 2013)	2	3 días hábiles	2 horas 99% de los casos
Chile	08/2012	ACQ	3,73% (04/2013-03/2014)	0,7 ⁶	< 24 horas ⁷	Máximo 2 horas
España	2000	ACQ	10,27% (año 2013)	Sin costo	1 día ⁸	Máximo 3 horas
EEUU	1997	ACQ/LRN	7,39% (año 2009)	No definido por regulador	1 día	Objetivo sin interrupción
México	2008	ACQ	1,3% (año 2013)	Sin costo	13 días hábiles	30 ' 95% de los casos; < 120 ' resto
Perú	07/2014	ACQ	0,19% ⁹	Sin costo	1 día	Máximo 3 horas
U.K.	1996	OR	No disponible	0,8	4 a 25 días	Máx. 20 minutos
Suecia	1999	ACQ	5,51% (año 2013)	Sin costo	3 días hábiles ¹⁰	30 minutos

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

⁵ Definido en acuerdo comercial entre cliente y proveedor.

⁶ Costo lo absorbe el operador receptor.

⁷ No considera tiempo de análisis factibilidad e implementación técnica que puede ser de 10 a 15 días.

⁸ Y 6 días para servicios empaquetados, todo a partir del 11/2013.

⁹ La PN en TF Fija se inició el 28 de Julio del 2014, la cifra corresponde solamente al período hasta fines de octubre.

¹⁰ No considera tiempo de análisis factibilidad e implementación técnica que puede ser de 10 a 15 días.

3 Análisis regulatorio y de estudios previos

El marco legal y jurídico que sustenta la portabilidad numérica se estructura teniendo en cuenta las normas nacionales que desarrollan su contenido y alcance, la base normativa de las telecomunicaciones en el marco del Mercado Común Andino de Servicios de Telecomunicaciones de la Comunidad Andina y, además, las obligaciones que el Estado Colombiano ha adquirido mediante acuerdos bilaterales que profundizan en la importancia de garantizar la portabilidad numérica, bajo el enfoque de derecho de los usuarios y, a la vez, como una obligación de los proveedores de servicios públicos de telecomunicaciones.

3.1 Normatividad Andina

Respecto del marco jurídico desarrollado en la Comunidad Andina, debe indicarse que la Decisión 638 de 2006, en la cual se fijan las directrices para la protección al usuario de telecomunicaciones, desarrolla el concepto de portabilidad numérica en el artículo 2 numeral 3. En la referida disposición, los Países Miembros de la Comunidad Andina se comprometieron a garantizar, a través de sus normativas internas, no sólo la efectiva protección de los derechos de los usuarios sino también la elección libre del prestador del servicio y del proveedor de los bienes necesarios para su utilización.

En tal sentido, y con el propósito de armonizar los ordenamientos internos de los países miembros en relación con la prestación de los servicios de telecomunicaciones, la norma andina incluyó el concepto de la portabilidad como un derecho del usuario asociado con la elección libre del prestador del servicio y del proveedor de bienes, a fin de fomentar la creación de un Mercado Común Andino de servicios de telecomunicaciones.

Por ello, debe resaltarse la existencia de una relación entre la aplicabilidad del derecho de portabilidad incluida en la norma citada, derivado de los principios de supranacionalidad, preeminencia, aplicación directa y complemento indispensable. Lo anterior, dado que el Derecho Comunitario Andino no sólo crea relaciones entre Estados Miembros, sino que despliega relaciones jurídicas entre Estados y sus ciudadanos, por lo que las normas se dirigen directamente a los individuos que pertenecen al marco de la comunidad, sin ser transformados en normas internas, en razón a que no requieren de su incorporación en el ordenamiento jurídico nacional para garantizar su aplicabilidad directa e inmediata.

3.2 Normatividad Nacional

En Colombia, la Constitución Política de 1991 dio gran importancia al desarrollo de un Estado Social de Derecho y al papel que éste debía cumplir en la prestación de servicios públicos, con el fin de promover la competencia y proteger a los consumidores y usuarios. Es así, como la Carta Política, a través de su artículo 365, establece que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado, que están sometidos al régimen que establezca la Ley y que pueden ser prestados por el Estado en forma directa o indirecta, pero también por las comunidades organizadas y los particulares, lo cual propició la consolidación de la competencia en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

Ahora bien, siendo los servicios públicos generadores de bienestar social, así como un elemento esencial para el impulso de los mercados, la regulación de los mismos se ha convertido en un propósito fundamental del Estado, que se desarrolla a través de la intervención de los mercados con el objeto de corregir las fallas que se originen en éste.

Por lo anterior, la función regulatoria se caracteriza por perseguir aquellos fines estatales que el mercado en sí mismo no sule y por satisfacer aquellos tendientes a que éste opere correctamente en beneficio de la colectividad y no sólo de aquellos con predominio financiero o técnico. En ese marco, la regulación tiene el reto de encontrar y mantener el equilibrio entre distintos intereses que pueden resultar contrapuestos, de tal forma que se proteja el interés general de conformidad con los principios del Estado Colombiano.

Así las cosas, la Resolución 087 de 1997 incluyó el concepto de portabilidad numérica como *“el servicio mediante el cual un usuario de TPBC puede mantener el mismo número o identificación telefónica aun cuando cambie de operador o de domicilio”*. Allí se estableció que cuando ello sea técnicamente posible, y en todo caso para los servicios de red inteligente, antes del 31 de diciembre de 1999, los operadores de TPBC deberán facilitar la portabilidad de números telefónicos a otros operadores, incluyendo aquellos en los que el pago de la tarifa la cubre el destinatario de la llamada y aquellos en los que quien llama acepta una tarifa especial¹¹. Lo anterior no fue objeto de desarrollo en la práctica.

Posteriormente, se expidió el Decreto 25 de 2002, por el cual se ajustan los Planes Técnicos Básicos de numeración, marcación y señalización, el cual en su artículo 22 estableció las categorías de indicativos nacionales de destino (NDC), siendo este último el código que combinado con el número de abonado (SN) constituye el número nacional (significativo), teniendo como función identificar y/o seleccionar dentro del Plan de Numeración regiones geográficas, redes, telecomunicaciones personales universales (UPT) o servicios.

A su vez, en el artículo 40, se previó la portabilidad numérica *“entendida ésta como la posibilidad de conservar su número telefónico, aún en el evento que cambie de un operador a otro en un mismo servicio de telecomunicaciones”*, de manera obligatoria para numeración de servicios (cobro revertido, tarifa con prima, etcétera) y telecomunicaciones personales universales –UPT- y, a su vez, se determinó que a la CRC le

¹¹ En el Título III - Régimen de Competencia, artículo 3.3.9 - Portabilidad Numérica – de la mencionada resolución se estableció que:

“Cuando ello sea técnicamente posible, y en todo caso para los servicios de red inteligente, antes del treinta y uno (31) de diciembre de 1999, los operadores de los servicios de TPBC deberán facilitar la portabilidad de números telefónicos a otros operadores, incluyendo aquellos en los que el pago de la tarifa la cubre el destinatario de la llamada y aquellos en los cuales quien llama acepta una tarifa especial. Para efectos de determinar las posibilidades técnicas de portabilidad numérica a que hace referencia el presente Artículo y coordinar la implementación de la misma, los operadores de los servicios de TPBC en coordinación con el Ministerio de Comunicaciones podrán crear una entidad de carácter independiente, la cual se encargará de dicha gestión”

correspondía determinar el esquema de portabilidad numérica en los diferentes indicativos nacionales de destino (NDC) y la viabilidad técnica y financiera¹².

Acorde con lo establecido en el artículo 40 del Decreto 25 de 2002 y en relación con la necesidad de adelantar un estudio para la evaluación de las condiciones en que debe darse la portabilidad numérica, la CRT (hoy CRC) contrató en 2004 el estudio “Revisión, estudio y análisis de la información y teorías aplicadas y desarrolladas a nivel mundial sobre la portabilidad numérica en servicios de telecomunicaciones tanto de TPBC, como de móviles”.

Como manifestación normativa adicional, debe indicarse que el espíritu de la implementación de la portabilidad numérica también se encuentra en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 Estado Comunitario y en el Decreto 2870 de 2007. También se menciona en el documento Visión Colombia 2019. En el Plan de Desarrollo se indica que la regulación se debe fortalecer en un marco de convergencia tecnológica, que tenga en cuenta las necesidades de los usuarios y se configura como un instrumento de intervención económica. Por su parte, el Decreto 2870 de 2007 dictó la adecuación del marco regulatorio en un ambiente convergente en las redes y el mercado de los servicios de telecomunicaciones incluidas las redes de telefonía fija y móvil.

Posteriormente, el Congreso de la República aprobó la Ley 1245 de 2008, la cual estableció que los operadores de telecomunicaciones que tengan derecho a asignación directa de numeración, se obligan a prestar la portabilidad numérica, entendida ésta como la posibilidad del usuario de conservar su número telefónico sin deterioro de la calidad y confiabilidad, en el evento de que cambie de operador, de conformidad con los requerimientos prescritos por la CRC, con lo cual el concepto sobre portabilidad numérica, la obligación sobre la prestación de este servicio y su alcance tuvieron un nuevo giro.

Si bien la mencionada Ley estableció la obligación de la implementación de la portabilidad numérica en el servicio de telefonía móvil, para el caso del servicio de telefonía fija dispuso que la obligación de la implementación la portabilidad está sujeta a la determinación previa, por parte de la CRC, de su viabilidad técnica y económica, en términos de equilibrio financiero, y de serlo, sólo cuando el usuario se mantenga dentro del Distrito o Municipio, en el cual se presta el servicio. En el mismo sentido, estableció que la determinación de la plataforma tecnológica para la implementación de la portabilidad numérica, está sujeta a los estudios técnicos y de impacto económico a los usuarios que realice la CRC.

¹² "En los demás casos, la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones determinará, a solicitud de uno o más operadores de telecomunicaciones o de oficio, la aplicación del esquema de portabilidad numérica para cada mercado en particular y mediante un estudio que considere: La necesidad de aplicación de portabilidad numérica para los abonados de un indicativo nacional de destino (NDC), la viabilidad técnica y financiera, la no aplicación de la portabilidad numérica como una barrera técnica fundamental para la competencia en dicho mercado, el esquema técnico que mejor se adecue a cada caso y el plan de migración más adecuado, tendiente a asegurar la continuidad en la prestación del servicio y el menor impacto tanto a los operadores del servicio como al usuario"

Al revisar lo dispuesto en esa Ley, se observa que la misma precisó tres (3) aspectos fundamentales que son base primordial para la agenda regulatoria de la CRC para los años venideros: a) Obliga a los operadores móviles a prestar el servicio de portabilidad numérica, particularmente en este caso *“se facilitará la conservación del número al usuario, aun cuando modifiquen la modalidad tecnológica de la prestación del servicio”*; b) en la telefonía fija *“procederá la conservación del número cuando, previamente, se determine su viabilidad técnica y económica, en términos de equilibrio financiero, por la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, y de serlo, sólo cuando el usuario se mantenga dentro del Distrito o Municipio, en el cual se le presta el servicio”*; y c) los costos de adecuación de las redes y de los sistemas para implementar la portabilidad numérica, serán sufragados por sus operadores, y en ningún caso se trasladarán al usuario.

A manera de consideraciones relevantes a tenerse en cuenta para el desarrollo del análisis sobre portabilidad numérica fija, es importante resaltar algunos apartes que fueron incluidos dentro de la exposición de motivos del proyecto de Ley presentado en su momento al Congreso de la República y que dio origen a la mencionada Ley 1245 de 2008:

“(…) Generar mayor competencia en el mercado de las telecomunicaciones, lo que traduce una mejoría en la prestación de los servicios por parte de los distintos operadores de telefonía móvil y fija.

La portabilidad numérica se refiere a la posibilidad de cambiarse de operador de telefonía móvil y fija, manteniendo el mismo número. La mayoría de individuos comerciantes, políticos, abogados, médicos, etc., y las diferentes empresas, se identifican por el número telefónico, el cambio de este, podría en algunas ocasiones generar perjuicios irreparables en las actividades económicas que desarrollan y llegar incluso a generar altos costos.

Aunque la calidad del servicio del operador de telefonía móvil al que se está afiliado presente algunas deficiencias¹, al usuario no se le brinda la posibilidad de cambiar de proveedor, pues se encuentra amarrado a su operador de telefonía en razón al número, que en ocasiones es de gran importancia mantener.

Teniendo en cuenta la relevancia internacional del tema de portabilidad numérica en los mercados de telecomunicaciones de los diferentes países no solo de Europa, sino los del Continente Americano, el Tratado de Libre Comercio, TLC, con los Estados Unidos contempla la facilitación del acceso al servicio, por lo que se requiere de una regulación jurídica interna estricta, que impida que los operadores tengan la facultad de abstenerse de permitir la portabilidad y contraer los beneficios que le generaría esta posibilidad al mercado de las telecomunicaciones y a los diferentes usuarios.

La implementación de la portabilidad numérica en Colombia, permitiría al usuario de telefonía local y móvil, mantener el mismo número, pero cambiarse al proveedor que mejor servicio, calidad y eficiencia ofrezca, es decir, facilita la opción de elegir el operador que se desee para prestar el servicio de telefonía, en las condiciones que le convenga al usuario.

La portabilidad numérica implica una realidad y un desafío para el país en la medida que puede mejorar las condiciones de prestación de los servicios, incrementar la competencia,

el libre comercio, la liberalización comercial, generar incentivos a la oferta de servicios y proporcionar diversidad de opciones para el usuario, lo que se traduce en mayores beneficios económicos para el país y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Con la implementación de la portabilidad numérica, también se busca crear estímulos para la promoción en la innovación y el desarrollo tecnológico en el mercado de las telecomunicaciones, con el reto de que el país pueda aprovechar esta inclusión de tecnología para el desarrollo de otros sectores como el financiero por ejemplo.

El hecho de que no exista portabilidad implica costos importantes para los usuarios cuando estos deciden cambiar el concesionario quien les presta el servicio telefónico. Esto ocurre porque el usuario incurre en costos al tener que informar a todos sus contactos del nuevo número telefónico, como por ejemplo al actualizar tarjetas de presentación y, en su caso, los programas publicitarios en los que previamente se haya incluido el número telefónico como medio de contacto. Los costos se incrementan en el caso de los usuarios comerciales, debido a que el cambio del número telefónico puede representar pérdida de ventas o de contacto con un número importante de clientes. Dados los inconvenientes que puede generar el cambio de número telefónico, algunos usuarios prefieren mantenerse con su operador telefónico sin importar la calidad y precio con la que presta el servicio, lo cual va en detrimento de la sana competencia en la prestación de los servicios (...)"

Con posterioridad, fue expedida la Ley 1341 de 2009, y en su artículo 2 señaló que el Estado *"propiciará escenarios de libre y leal competencia que incentiven la inversión actual y futura en el sector de las TIC y que permitan la concurrencia al mercado, con observancia del régimen de competencia, bajo precios de mercado y en condiciones de igualdad (...)"*.

A su vez, en el artículo 19 indicó que *"(...) la Comisión de Regulación de Comunicaciones es el órgano encargado de promover la competencia, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones; con el fin que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente, y refleje altos niveles de calidad"*.

El numeral 1 del artículo 22 señaló que es función de la CRC, *"establecer el régimen de regulación que maximice el bienestar social de los usuarios"*.

Y, finalmente, dentro del régimen de protección al usuario se incluyó otro elemento importante para consolidar la implementación de la portabilidad numérica como lo es el derecho de los usuarios de elegir y cambiar libremente el proveedor y los planes de precios de acuerdo con lo autorizado por la CRC¹³.

A partir de lo establecido en las Leyes 1245 de 2008 y 1341 de 2009, la CRC realizó los estudios técnicos y económicos pertinentes, entre junio y diciembre de 2009, de acuerdo con las condiciones del país y la experiencia internacional en la materia, entre otros. A su vez, en cumplimiento de lo previsto en el inciso 4° del artículo 1° de la Ley 1245 de 2008,

¹³ De conformidad con el numeral 1 del artículo 53 de la Ley 1341 de 2009.

la CRC desarrolló los estudios técnicos y de impacto económico a los usuarios, para determinar la plataforma tecnológica para la implementación de la Portabilidad Numérica.

Como producto de los estudios efectuados, la CRC expidió la Resolución 2355 de 2010, en la cual se establecieron *“las condiciones regulatorias y reglas generales aplicables a la implementación y operación de la Portabilidad Numérica para la telefonía móvil en Colombia. Las disposiciones establecidas en la presente resolución aplican a todos los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones que sean asignatarios directos de recursos de Numeración No Geográfica de acuerdo con el Plan Nacional de Numeración, así como a los demás agentes involucrados en las comunicaciones con destino a números portados, a aquellos que sean responsables del enrutamiento de dichas comunicaciones, y a los usuarios de números portados, de acuerdo con el ámbito de aplicación contemplado en la presente resolución”*.

En esa determinación regulatoria, la CRC estableció el conjunto de reglas técnicas, comerciales, operativas y de protección a los usuarios para la implementación de la portabilidad numérica móvil en Colombia, la cual fue ordenada directamente en la Ley 1245 de 2008, además del procedimiento y plazos de implementación.

Por otra parte, respecto de la portabilidad numérica fija, y una vez efectuados los estudios técnicos y financieros de viabilidad y de impacto ordenados en la Ley 1245 de 2008, la CRC adoptó la decisión de no proceder a declarar su obligatoriedad en su momento y, por ende, a no implementarla en razón a los argumentos señalados por la propia CRC en el documento de respuestas a comentarios que acompañó la Resolución 2355 de 2010.

3.3 Acuerdos bilaterales y recomendaciones internacionales

En lo que respecta a acuerdos bilaterales que profundizan en la importancia de garantizar la portabilidad numérica, y una vez revisados los diferentes acuerdos comerciales suscritos por Colombia y los cuales se encuentran vigentes a la fecha según información del Ministerio de Comercio, debe indicarse que en el texto del Tratado de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos de América, el cual fue aprobado mediante la Ley 1143 de 2007, se hace referencia a disposiciones y compromisos relativos a la portabilidad numérica.

En efecto, en el capítulo catorce del citado Tratado de Libre Comercio, artículo 14.3 numeral 3, se dispone la portabilidad numérica como una obligación relativa a los proveedores de servicios públicos de telecomunicaciones, a través de la cual Colombia como Estado signatario se compromete a garantizar que los proveedores que operen en su territorio suministren, como una obligación, la portabilidad del número a sus usuarios. No obstante, y en el mismo sentido indicado en la Ley 1245 de 2008, la implementación de la referida obligación no solo se supedita a que la misma sea técnicamente factible, sino también a que una vez implementada la misma sea oportuna y en términos y condiciones razonables.

Por una parte, dicha norma define un objeto, promueve una finalidad, establece deberes y fija condiciones. El objeto de tal disposición es el suministro de la portabilidad numérica.

La finalidad es que los proveedores de servicios públicos de telecomunicaciones en cada uno de los territorios de los países Partes la suministren. El deber es que las Partes contratantes del Acuerdo de Promoción Comercial garanticen tal suministro. Y, finalmente, las condiciones es que tal garantía que actúa como deber de las Partes sea posible desde un punto de vista técnico, oportuno y razonable. Frente a este último punto, el pie de página número 3 que se incluye dentro del referido artículo 14.3 (3) dispone otra condición de la norma que aplica a Colombia, pues el mismo le permite tener en cuenta la factibilidad económica para garantizar el suministro de la portabilidad numérica en su territorio.

Del análisis literal del referido artículo se puede sostener que el Estado colombiano debe garantizar que los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones suministren en su territorio la portabilidad numérica, en la medida en que sea técnicamente factible, en términos oportunos y razonables, pudiendo también para cumplir su objeto, finalidad y deber, tener en cuenta la factibilidad económica del suministro de la portabilidad.

Por otra parte, y desde un análisis sistemático del referido artículo 14.3 (3) del Capítulo Catorce del Acuerdo de Promoción Comercial, se arriba a la misma conclusión. Al punto, el artículo 1 de la Ley 1245 de 2008 ciertamente dispone que la portabilidad numérica en telefonía fija procederá cuando, previamente, “se determine su viabilidad técnica y económica, en términos de equilibrio financiero”. Así las cosas, se observa que tal artículo implementó la facultad que el Gobierno colombiano adquiere de tener en cuenta la factibilidad económica para efectos de garantizar el suministro de la portabilidad numérica por parte de los proveedores de redes y servicios en su territorio.

Teniendo en cuenta tanto el análisis literal como sistemático del referido artículo 14.3(3) del Acuerdo de Promoción Comercial, existe consistencia entre la norma de derecho público internacional dispuesta en el artículo 14.3(3) del Capítulo Catorce del Acuerdo de Promoción Comercial y el artículo 1 de la Ley 1245 de 2008, toda vez que la norma de derecho público internacional expresamente faculta a Colombia, como Parte Contratante, a tener en cuenta la factibilidad económica para garantizar el suministro de la portabilidad numérica y, en el desarrollo de la misma, el artículo 1 de la Ley 1245 de 2008 implementa tal facultad para efectos de condicionar la portabilidad numérica fija no solamente a su viabilidad técnica, sino también económica en términos de equilibrio financiero.

Por otra parte, en lo que respecta a las recomendaciones emitidas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos –OCDE- como resultado de la evaluación realizada del sector de las TIC en Colombia, y para lo cual existe interés por parte del Gobierno Nacional de seguir los lineamientos y recomendaciones internacionales referentes a las mejores políticas y buenas prácticas regulatorias que en la materia han implementado los países miembros de la OCDE, se incluyeron recomendaciones con el fin de adoptar medidas regulatorias que estimulen la competencia y la inversión en el sector, incluyendo de manera concreta medidas para incentivar el mercado de telefonía fija dada su baja penetración, inclusive en razón a la concentración y bajo nivel de competencia existente en determinados mercados geográficos asociados a la prestación del servicio de telefonía fija en el país, según lo indicado por la OCDE en su informe de recomendaciones.

Al respecto, al analizar la participación de mercado de algunos operadores de telefonía fija en determinados mercados geográficos del país, en su informe la OCDE señala que “(...) Tales cifras ponen de manifiesto la falta de competencia efectiva en el mercado de acceso fijo. Además, la portabilidad numérica fija no se ha implementado en Colombia, lo que incrementa las barreras para cambiar de operador. La CRC decidió en 2009 que no merecía la pena aplicarla en Colombia, aunque en 2014 llevará a cabo una nueva evaluación”.

En esa línea, la OCDE considera la necesidad de hacer el mercado fijo más competitivo con la necesidad de aumentar los indicadores de adopción y penetración de la telefonía fija, eliminando barreras de entrada para el cambio de operador, por lo que la OCDE incluyó la recomendación relativa a la implementación de la portabilidad numérica fija en el país para facilitar tales cambios, en todo caso reconociendo el marco jurídico que sustenta dicho servicio en Colombia conforme lo expuesto previamente, de la siguiente manera:

“La portabilidad numérica ha desempeñado un papel fundamental para facilitar al usuario el cambio de proveedor en los países de la OCDE y ha coadyuvado a la mejora de la competencia en el sector de la telefonía móvil de Colombia. Sin embargo, no se dispone de portabilidad numérica fija porque, hasta la fecha, las autoridades colombianas se han centrado en los mercados móviles.

Como se recomienda a lo largo de este informe, el desarrollo del mercado de servicios fijos, debe ser una prioridad para Colombia, dado que la red móvil depende en gran medida de la infraestructura fija, por lo que promocionar la adopción de redes y servicios fijos facilitará considerablemente la transición a redes de próxima generación. En consecuencia, la CRC debe dictar normas que permitan la portabilidad numérica fija, como medida para promover la competencia en los mercados de telefonía fija.

La CRC debe garantizar una regulación que permita la portabilidad numérica fija y garantizar su adecuada aplicación”.

3.4 Análisis del alcance de la obligación legal de la implementación de la portabilidad numérica en telefonía fija

De conformidad con la Ley 1245 de 2008, en la telefonía fija procede la implementación de la portabilidad numérica cuando, previamente, se determine su viabilidad técnica y económica, en términos de equilibrio financiero, por parte de la CRC, así:

“Artículo 1º. Portabilidad numérica. Los operadores de telecomunicaciones que tengan derecho a asignación directa de numeración se obligan a prestar el servicio de portabilidad numérica, entendida esta como la posibilidad del usuario de conservar su número telefónico sin deterioro de la calidad y confiabilidad, en el evento de que cambie de operador, de conformidad con los requerimientos prescritos por la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.

En la telefonía fija procederá la conservación del número cuando, previamente, se determine su viabilidad técnica y económica, en términos de equilibrio financiero, por la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, y de serlo, sólo cuando el usuario se mantenga dentro del distrito o municipio, en el cual se le presta el servicio (...).”

A su vez, se explicó con antelación el alcance de la obligación sobre portabilidad numérica (i) en el Acuerdo de Promoción Comercial Suscrito entre Colombia y los Estados Unidos de América, así como (ii) en el marco de las recomendaciones emitidas por parte de la OCDE, además como resultado (iii) de la aplicación de las normas comunitarias andinas que prevén el derecho del usuario a la portabilidad numérica y el carácter supranacional y de aplicación directa en los ordenamientos jurídicos internos de sus países miembros.

Ahora bien, en lo relativo de manera específica al equilibrio financiero al que hace referencia el artículo 1° de la Ley 1245 de 2008, y el cual caracteriza a la determinación de la viabilidad técnica y económica que debe efectuar la CRC para efectos de la implementación de la portabilidad numérica fija, debe indicarse que en el documento de respuestas a comentarios publicado por la Comisión al momento de expedición de la Resolución 2355 de 2010, indicó que *“(…) como punto de partida que a nivel conceptual dicha condición para un proyecto implica de manera general que los ingresos sean iguales o superiores a los egresos, considerando dentro de dicho cálculo la obtención de la respectiva rentabilidad esperada.*

Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que la implementación de la Portabilidad Numérica es una iniciativa de carácter social, según lo reconoce el texto del Proyecto de Ley 147 de 2007, previo a la sanción de la Ley 1245 de 2008, el cual afirma que la portabilidad estimula “una mayor competencia entre los operadores que se espera se traduzca en mejoras en la calidad de la prestación de los servicios”.

*En forma complementaria, debe tenerse en cuenta que el objetivo de este tipo de evaluación debe orientarse a medir la contribución del proyecto al bienestar económico del país y, por consiguiente, analizar el flujo de fondos reales del proyecto en su conjunto, cuantificando de esta manera la contribución neta del proyecto a la generación de valor o utilidad para toda la sociedad. En particular, la PN debe responder a los fines del servicio público al que se encuentra asociada, esto es, al interés general, **por lo cual el análisis de viabilidad económica en términos de equilibrio financiero corresponde al valor agregado que pueda o no generar la implementación de la medida para la sociedad en general.***

En tal sentido, la CRC sustentó su propuesta regulatoria en un modelo costo-beneficio a través del cual se estableció el valor presente neto de los costos de implementación para los proveedores, concentrados al inicio de la implementación, así como también los costos y gastos recurrentes, y los beneficios generados para los usuarios en el largo plazo con ocasión de la portabilidad. (...).”

Adicionalmente, en dicha ocasión la Comisión señaló que:

“Teniendo en cuenta lo expuesto en los numerales precedentes, resulta claro para la CRC que con la información y evidencia empírica disponible, bajo las condiciones actuales del mercado y sus previsiones para el mediano plazo respecto de la migración hacia NGN, no se encuentra sustento con el grado de robustez y certidumbre necesarios para determinar la viabilidad económica para efectos de implementar la portabilidad numérica fija en este momento. Lo anterior sin perjuicio de la posibilidad de implementar la misma más adelante, cuando la información y el comportamiento del mercado permitan a la CRC

establecer que los análisis de sensibilidad se alejan del borde y, por lo tanto, arrojan resultados robustos.

Lo observado anteriormente, aunado a la evolución y el estado de la industria de telefonía fija en ambiente de convergencia y competencia, y a la recomposición de la estructura competitiva que se vislumbra en tal industria, exige la realización de análisis prospectivos de la prestación de la telefonía fija, en la medida que dichos elementos representan hechos que en general pueden implicar cambios significativos en la dinámica de competencia en dicho mercado y, por ende, obligan a la Comisión a continuar efectuando estudios y monitoreando con mayor detalle el comportamiento del sector en términos de oportunidad de mercado para los fines regulatorios a que haya lugar”.

En línea con lo anterior, la Consultoría realizó un modelo costo-beneficio con el propósito de establecer el valor presente neto de los costos de inversión de capital (CAPEX) realizados al inicio de la implementación de la portabilidad numérica por parte de los proveedores, así como de la cuantificación de los beneficios generados para los usuarios, en el largo plazo, con ocasión del funcionamiento del servicio de portabilidad numérica. El modelo también consideró los costos de operación y mantenimiento (OPEX) relacionados con los costos de inversión de capital antes mencionados así como los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) de una base de datos de portabilidad numérica centralizada, como se detalla en la Sección 7.

4 Estudio de mercado para la implementación del servicio de portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija

Se diseñó y realizó una encuesta a los suscriptores del servicio de telefonía fija en los sectores residencial y empresarial de Colombia, con el objetivo de realizar un estudio para medir el nivel de aceptación e interés que genera la portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija. Los resultados se analizaron por separado para cada sector y se estos se presentan en: la Sección 4.1 para el sector residencial y Sección 4.2 para el sector empresarial. En la parte final de esta sección, se encuentran la Sección 4.3 con las preguntas al sector en relación al análisis de mercado para la portabilidad numérica en el servicio de TPBCL fija.

4.1 Estudio de mercado para el servicio de portabilidad numérica en el servicio de TPBCL en el sector hogares

La Tabla 2 presenta la cantidad de encuestas por grupo de municipios y da cuenta del tamaño de la muestra total y del error muestral para cada grupo de municipios considerado. Como puede apreciarse, la encuesta fue diseñada para tener un error muestral máximo del 6% en cada uno de los grupos analizados y un error total máximo del 3%.

Tabla 2 Cantidad de encuestas por grupos de municipios

Grupos de municipios	Líneas residenciales al 31 de diciembre de 2013	Conteo de Encuestas realizadas	Porcentaje por grupo del total de encuestas	Error Muestral
1 - Mayor a 200 mil líneas	2.926.786	302	27,2%	5,64%
2 - Entre 50-200 mil líneas	1.360.491	267	24,1%	6%
3 - Entre 10-50 mil líneas	787.370	272	24,5%	5,94%
4 - Menor a 10 mil líneas	581.611	268	24,2%	5,98%
TOTAL	5.656.258	1109	100%	2,94%

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon-Zagreb a partir de [2].

El diseño de la encuesta no buscaba garantizar un número mínimo de personas encuestadas por municipio y correspondieron a una selección aleatoria dentro de cada grupo a partir de los bloques de numeración. Como resultado, el número de municipios donde se realizaron encuestas para cada uno de los grupos de municipios, se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Número de municipios donde se realizaron encuestas

Grupos	Municipios en el grupo	Municipios donde se realizaron encuestas	Porcentaje por grupo [%Mun. encuestados / Mun. del grupo]
1 - Mayor a 200 mil líneas¹⁴	14	13	93%
2 - Entre 50-200 mil líneas¹⁵	13	13	100%
3 - Entre 10-50 mil líneas¹⁶	29	26	90%
4 - Menor a 10 mil líneas¹⁷	923	88	10%
TOTAL	979	138	14,1%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb a partir de [3] y [4].

El diseño de la encuesta se resume en la ficha técnica presentada en el anexo Sección 12.2.1.

La encuesta proporcionó información sobre algunas características generales del mercado de telefonía fija, en especial sobre los valores promedio de las facturas en el sector hogar, la antigüedad de la línea telefónica, el grado de satisfacción con los prestadores del servicio y la preferencia entre usar telefonía fija o telefonía móvil. Esta información se resume en las Secciones 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 y 4.1.4.

Se analizaron los motivos de cambio de proveedor en el pasado o, en caso contrario, de permanencia con el actual operador, según lo reportado por los encuestados. Lo cual se presenta en las Secciones 4.1.5 y 4.1.6.

¹⁴ Al grupo uno pertenecen las tres (3) ciudades con más de 200 mil líneas residenciales en cada una, que son Bogotá, Cali y Medellín; e incluye además once (11) municipios del Valle de Aburrá aledaños a Medellín, a saber: Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Ceja, La Estrella, Sabaneta y Santa Rosa de Osos. Fue necesario incluir estos municipios aledaños a Medellín como parte de la categoría "Mayor a 200.000 líneas", por cuanto la CRC realiza las asignaciones de bloques de numeración de telefonía fija de manera indiferenciada para toda esta área geográfica del Valle de Aburrá. Por lo tanto en el 'Grupo 1' se tienen en cuenta estos catorce (14) municipios, de los cuales se obtuvo respuesta de encuesta por parte de todos excepto de Sabaneta.

¹⁵ Existen en total 16 municipios en Colombia que tienen entre 50 mil y 200 mil líneas residenciales, de estos hay tres municipios: Bello, Itagüí y Envigado, que fueron incluidos en el Grupo 1, por las razones explicadas en la nota de pie de página previa. Por lo tanto en el 'Grupo 2' se tienen en cuenta trece (13) municipios, donde en todos ellos se obtuvo respuesta a la encuesta.

¹⁶ Existe un total de 35 municipios en el país que tienen entre 10 mil y 50 mil líneas residenciales, de estos, hay seis municipios: Copacabana, Sabaneta, Caldas, La Estrella, La Ceja y Girardota que fueron incluidos en el Grupo 1, como parte del Valle de Aburrá. Por lo tanto en el 'Grupo 3' se tienen en cuenta veintinueve (29) municipios, de los cuales se obtuvo respuesta de encuesta en veintiséis (26) de ellos.

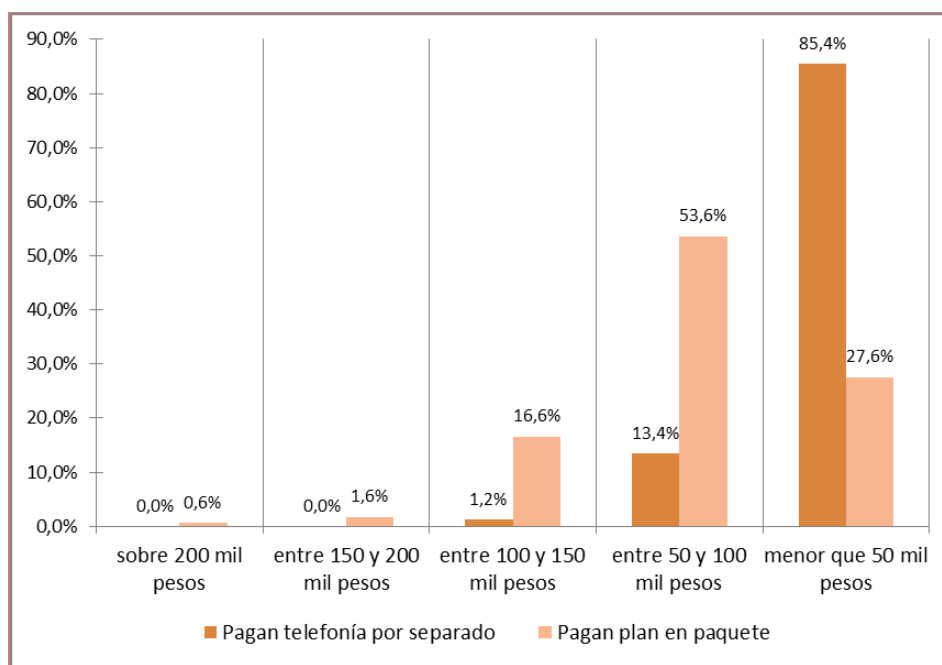
¹⁷ Existen en Colombia 925 municipios con menos de 10 mil líneas residenciales, de estos, hay dos municipios: Barbosa y Santa Rosa de Osos, que fue incluido en el Grupo 1, como parte del Valle de Aburrá. Por lo tanto en el 'Grupo 4' se tienen en cuenta novecientos veintitrés (923) municipios, de los cuales se obtuvo respuesta de encuesta en ochenta y ocho (88) de ellos.

La información que más directamente influye en la decisión sobre la portabilidad numérica se analizó en las Secciones 4.1.7, 4.1.8, 4.1.9 y 4.1.10, para finalmente presentar en la Sección 4.1.11 las conclusiones de los resultados de encuestas al sector residencial.

4.1.1 Facturación promedio de la telefonía fija en hogares

Los encuestados reportaron¹⁸ en su gran mayoría que pagan facturas por el plan¹⁹ de telefonía fija entre cincuenta mil y cien mil pesos en promedio (el 44,4% de todos los encuestados). Sin embargo, al hacer un análisis diferenciando los encuestados que tienen el servicio en paquete, de aquellos que pagan la factura de telefonía fija por separado, se obtiene que el 85,4% de quienes no están empaquetados pagan menos de 50 mil, mientras que el 53,6% de quienes tienen el plan en paquete pagan en un rango de 50 mil a 100 mil pesos. Solamente quienes tienen el servicio en paquete pagan más de 150 mil pesos por el plan y corresponde al 2,2% de ellos. (Ver Figura 2).

Figura 2. Valor de la factura que reciben por el plan de telefonía fija contratada



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Sin embargo, al revisar los resultados por tipo de municipios, resulta evidente que en aquellos con más de 200.000 líneas hay una fracción mayor de encuestados que indican que pagan facturas por encima de los cien mil pesos (el 32% de quienes tienen paquete en el grupo 1 de municipios), estos detalles se pueden apreciar en la Tabla 87 del Anexo

¹⁸ Respuestas de los encuestados ante la pregunta de ¿Cuál es el gasto promedio mensual de esta línea telefónica? Si la línea telefónica forma parte de un paquete o plan, entonces tomar el valor del paquete.

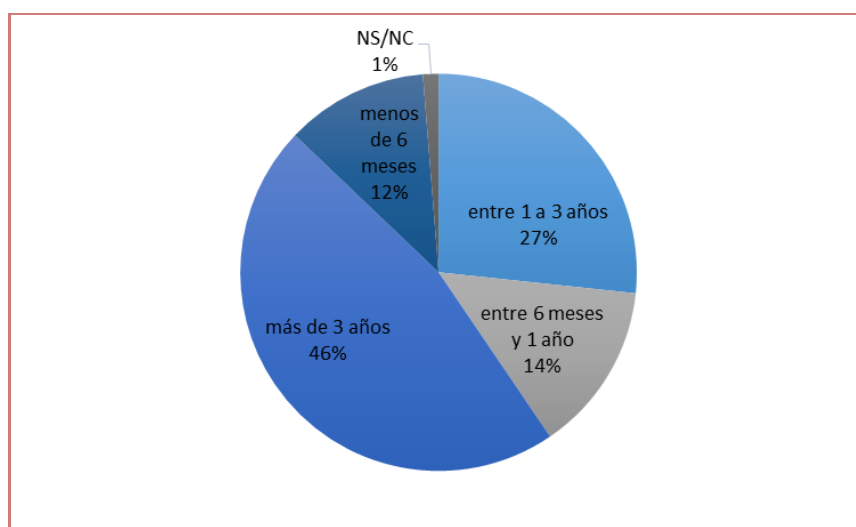
¹⁹ Se toma el valor del paquete para los casos en que se reciba el servicio de telefonía empaquetada en un plan con otros servicios.

Sección 12.2.3. Se debe tener en cuenta que, en los casos donde la línea telefónica formaba parte de un paquete o plan, se tomaba el valor del paquete completo facturado.

4.1.2 Antigüedad de la línea telefónica fija residencial con el usuario

Los encuestados indicaron en forma mayoritaria (46,6%) que tenían su línea de telefonía fija desde hace más de tres años. Este porcentaje es mayor en los municipios con más de 200.000 líneas (57%). Un 25,4% de las líneas telefónicas tiene menos de un año. Este porcentaje es mayor en los municipios que tienen entre 50.000 y 100.000 líneas telefónicas²⁰. Estos valores tabulados por grupos de municipios se pueden consultar en la Tabla 88 del Anexo Sección 12.2.3.

Figura 3. Antigüedad



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.1.3 Grado de satisfacción con el operador

La encuesta también muestra que en promedio el 78,3% de todos los encuestados se encuentra satisfecho o muy satisfecho con su actual operador, mientras que un 14,8% indicó que está insatisfecho o muy insatisfecho y un 6,9% que le es indiferente. Las cifras y porcentajes detallados por grupos se pueden consultar en la Tabla 89 del Anexo Sección 12.2.3. Cabe resaltar que a pesar de dicha satisfacción, existe una buena disposición a cambiar de PRST en el caso hipotético de que existiese portabilidad numérica fija, esta afirmación está basada en los resultados de las encuestas, lo cual puede observarse en la Tabla 11 de la Sección 4.1.7, donde se presentan los datos concluyentes de la comparación entre la disposición a cambiarse y el nivel de satisfacción del usuario.

²⁰ Este porcentaje es consistente con las tasas de churn estimadas, que muestran una alta rotación de usuarios entre operadores a lo largo de un año.

4.1.4 Preferencia en el uso de las líneas fijas

A los encuestados se les preguntó su preferencia respecto al uso de líneas fijas o móviles a la hora de ser contactados. En promedio el 28,8% de los encuestados indicó que prefería el uso del móvil sobre el fijo, mientras que el 23,9% dijo lo contrario. Un 46,7% de los encuestados indica que puede ser por cualquiera de los dos medios. El resultado muestra que, a pesar de que el móvil ha ganado gran cantidad de espacio en el mercado, el teléfono fijo se sigue considerando un medio importante. Las cifras y porcentajes detallados por grupos se pueden consultar en la Tabla 90 del Anexo Sección 12.2.3.

4.1.5 Cambio de PRST en el pasado y razones que lo motivaron

Las respuestas en relación a si los encuestados han cambiado previamente de operador muestran que un 64% no lo había hecho.

Tabla 4 Cantidad de respuestas sobre el cambio de operador en el pasado (Porcentajes por cada grupo)

GRUPO	Cambio de operador anteriormente			Total base
	NO	SÍ	NS/NC	
1 - Mayor a 200 mil líneas	65%	35%	0%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	66%	33%	0%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	56%	43%	1%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	70%	29%	1%	268
Total respuestas	710	392	7	1109
Porcentaje del total	64,0%	35,3%	0,6%	100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Para aquellos casos, donde los encuestados habían cambiado de operador de telefonía fija en el pasado, se les permitió que reportaran más de una razón del cambio. De esa manera un 38% de los encuestados indicaron razones de precio, un 29% la provisión de servicios adicionales y un 22% mejor atención al cliente. Los encuestados dieron también razones que no estaban predefinidas, entre los que se destacan el cambio de ubicación y la mejor calidad del servicio. Este resultado es consistente con los hallazgos en otros países donde se ha analizado la portabilidad numérica y se ha encontrado que el precio es el principal factor de cambio.

Tabla 5 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado

razones de cambio	Cuenta de Razones ²¹	% sobre 392 encuestados ²²	Observación
bajos precios	150	38%	Opciones predefinidas
servicios adicionales (TV cable; internet; otros)	113	29%	
mejor atención a clientes	86	22%	
cambio de ubicación	33	8%	Opciones dadas por los encuestados
mejor calidad del servicio	32	8%	
fusión de empresas proveedoras	8	2%	
Otro	37	9%	
NS/NC	14	4%	
Total general	473		

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Cuando las razones de cambio se analizan para los diversos grupos que componen la encuesta, se encuentra que los bajos precios y los servicios adicionales son un factor más importante respecto del promedio en los municipios con más de 200.000 líneas. A su vez el cambio de ubicación es más importante en los municipios con entre 200.000 y 50.000 líneas, una mejor atención a clientes en municipios con entre 50.000 y 10.000 líneas y una mejor calidad del servicio en los municipios con menos de 10.000 líneas.

²¹ La pregunta se le realizó a los 392 encuestados que indicaron que se habían cambiado de Operador de telefonía fija en el pasado. En total se recibieron 473 respuestas porque se le permitió a los encuestados que dieran más de una razón de cambio.

²² La suma de esta columna da mayor a 100% porque se permitió a los encuestados dar más de una razón.

Tabla 6 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado, discriminadas por grupo

GRUPO	bajos precios	servicios adicionales	mejor atención a clientes	Cambio de ubicación	mejor calidad del servicio	Otro	NS/ NC	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas ²³	45,4%	34,1%	20,8%	2,8%	6,6%	12,3%	5,7%	106
2 - Entre 50-200 mil líneas ²⁴	39,7%	21,6%	25,0%	15,9%	4,5%	9,1%	6,8%	89
3 - Entre 10-50 mil líneas ²⁵	40,2%	27,4%	30,8%	6,0%	1,7%	2,6%	1,7%	118
4 - Menor a 10 mil líneas ²⁶	25,7%	33,5%	7,7%	11,6%	24,4%	27,0%	19,3%	79
TOTAL	150	113	86	33	32	45	14	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.1.6 Razones de no cambio de PRST en el pasado

En cuanto a los usuarios encuestados que han mantenido el servicio con el mismo operador un 63% indicó que estaba satisfecho con la empresa que actualmente le provee el servicio, un 17% indicó que no lo hacía por el cambio de número, un 9% por los costos del cambio y un 9% porque no existía otro operador en el área donde vive. Como en el caso previo, a estos encuestados también se les permitió que dieran más de una razón si así lo querían.

²³ La suma de porcentajes en esta fila da mayor a 100% porque se permitió a los usuarios seleccionar más de una razón

²⁴ ídem

²⁵ ídem

²⁶ ídem

Tabla 7 Razones dadas por los encuestados que han mantenido el servicio con el mismo PRST

Razones de NO cambio	Cuenta de Razones	% de 710 encuestados ²⁷	Observación
satisfecho con empresa actual	445	63%	Opciones predefinidas
cambio de número	122	17%	
costos del cambio	66	9%	
no hay otras empresas en mi área	65	9%	
Falta de tiempo	15	2%	Opciones dadas por los encuestados
cláusula de permanencia	10	1%	
Otro	40	6%	
NS/NC	28	4%	
Total general	791		

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 8 Razones dadas por los encuestados que han mantenido el servicio con el mismo PRST, discriminadas por grupo

Grupo	satisfecho con empresa actual	cambio de número	costos de cambio	no hay otras empresas en mi área	falta de tiempo	cláusula de permanencia	Otro	NS/NC	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas²⁸	70,3%	20,9%	13,8%	4,1%	1,0%	0,5%	3,1%	2,0%	195
2 - Entre 50-200 mil líneas²⁹	56,7%	26,1%	14,8%	2,3%	1,1%	2,8%	5,7%	10,2%	177
3 - Entre 10-50 mil líneas³⁰	64,3%	17,1%	5,3%	9,8%	0%	0,7%	2,6%	2,0%	151
4 - Menor a 10 mil líneas³¹	58,1%	4,8%	2,7%	20,3%	5,9%	1,6%	10,7%	1,6%	187
TOTAL	445	122	66	65	15	10	40	28	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

²⁷ La suma de esta columna da mayor a 100% porque se permitió a los encuestados dar más de una razón.

²⁸ La suma de porcentajes en esta fila da mayor a 100% porque se permitió a los usuarios seleccionar más de una razón

²⁹ ídem

³⁰ ídem

³¹ ídem

El análisis de las razones de no cambio para los diversos grupos que componen la encuesta, muestra que en el grupo de las ciudades con más de 200.000 líneas, los usuarios están más satisfechos con su operador actual que en el promedio, mientras que la ausencia de más empresas en el área resulta una causa más importante en las ciudades con menos de 50.000 líneas. El cambio de número es una razón importante para mantener el servicio con el mismo operador en los municipios con más de 10.000 líneas y el costo de cambio es una razón de más peso en los municipios con más de 50.000 líneas que en el promedio.

Un análisis más detallado muestra que, entre los 122 encuestados que reportan que han mantenido el servicio con el mismo PRST porque quieren evitar el cambio de número, el 64,8% corresponde a personas cuya línea tiene una antigüedad mayor a 3 años. Este porcentaje es significativamente mayor que el de las líneas con menos de 3 años. Se puede esperar, que cuando las líneas son más antiguas, sus propietarios le den mayor valor al número.

4.1.7 Disposición al cambio de Proveedor e influencia de la portabilidad numérica

Se le preguntó a los encuestados por su disposición a cambiar de operador sin portabilidad numérica (ver Tabla 9) y con portabilidad numérica (ver Tabla 10).

Tabla 9 Disposición a cambiar de PRST sin portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)

Grupo de municipios	NO está dispuesto	algo dispuesto	indiferente	bastante dispuesto	NS/NC	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	54%	24%	6%	15%	1%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	48%	22%	15%	13%	3%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	35%	25%	30%	10%	0%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	52%	27%	11%	8%	2%	268
Total respuestas	47%	24%	15%	11%	2%	1109

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

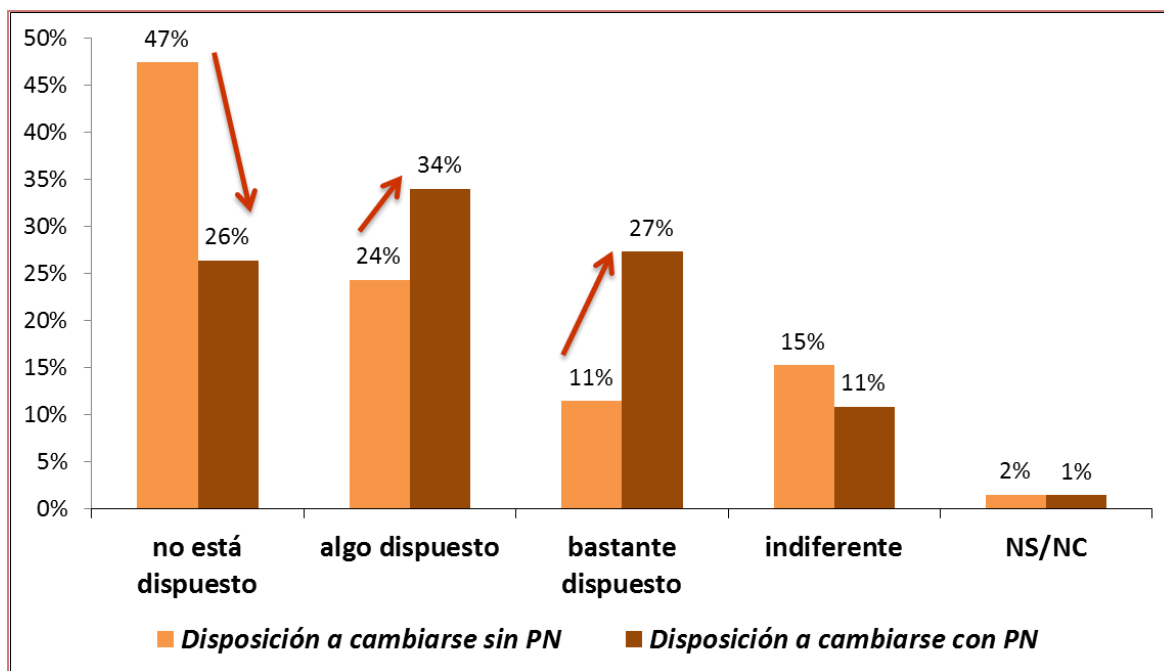
Tabla 10 Disposición a cambiar de PRST con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)

Grupo de municipios	algo dispuesto	bastante dispuesto	NO está dispuesto	indiferente	NS/NC	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	34%	27%	32%	6%	1%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	37%	23%	24%	14%	2%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	33%	24%	24%	18%	0%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	31%	36%	25%	5%	3%	268
Total respuestas	34%	27%	26%	11%	1%	1109

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

La Figura 4 muestra una comparación entre los dos casos descritos en las tablas previas y muestra un claro corrimiento en la disposición a cambiarse de PRST cuando la portabilidad numérica está disponible. Esto se verifica en el total de respuestas como en los grupos de análisis.

Figura 4. Comparación entre la disposición a cambiarse de PRST sin y con portabilidad numérica fija



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Un aspecto interesante del análisis es que el 58,7% de los encuestados que se encuentran satisfechos con su operador actual y un 49,6% de los que se encuentran muy satisfechos con su operador actual, estarían bastante o algo dispuestos a cambiarlo en un escenario con PN. Estos porcentajes muestran que la PN realmente modifica la disposición de los individuos hacia el cambio de operador (ver Tabla 11).

Tabla 11 Satisfacción del usuario con el operador según la disposición al cambio con PN

Disposición al Cambio con PN	satisfecho	insatisfecho	muy satisfecho	indiferente	muy insatisfecho	Total base	Porcentaje del total
algo dispuesto	265	42	38	23	9	377	34%
bastante dispuesto	170	58	25	29	21	303	27%
no está dispuesto	213	18	49	9	4	293	26%
indiferente	85	9	11	13	2	120	11%
NS/NC	8	1	4	2	1	16	1%
Total respuestas	741	128	127	76	37	1109	100%
Porcentaje del total	67%	12%	11%	7%	3%	100%	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

En el escenario con portabilidad numérica fija, un 36,5% de los encuestados indicó que cambiaría de operador antes de 6 meses. En los municipios entre 10.000 y 200.000 líneas es donde el mayor porcentaje de los encuestados realizaría el cambio en el corto y mediano plazo, es decir, antes de un año (ver Tabla 12).

Tabla 12 Tiempo estimado para cambiar con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)

Grupo de municipios	antes de 6 meses	entre 6 meses y un año	más de un año	NS/NC	No cambia	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	21%	7%	8%	33%	32%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	47%	8%	9%	12%	24%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	42%	13%	17%	4%	24%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	38%	10%	13%	14%	25%	268
Total respuestas	36,5%	9,4%	11,4%	16,3%	26,4%	1109

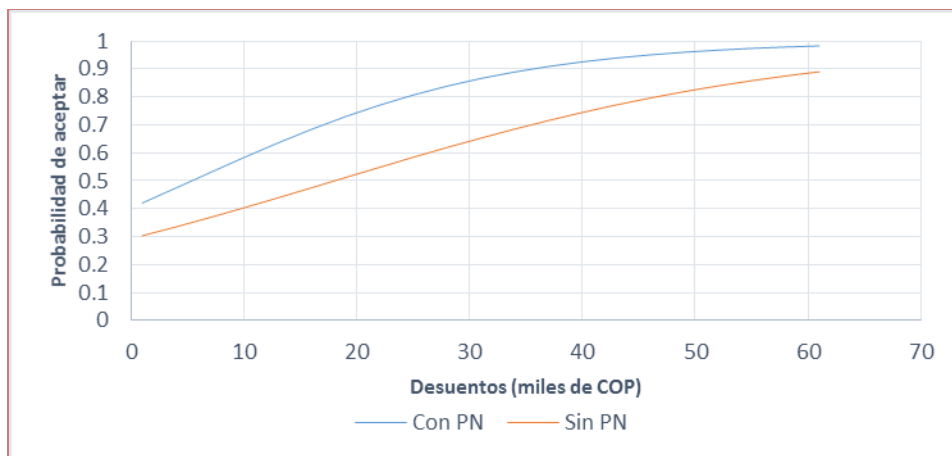
Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.1.8 Valoración del número telefónico

Se utilizó un método de preferencias declaradas para auscultar la valoración subjetiva que los encuestados le otorgan a su número telefónico. Se planteó a los encuestados un caso hipotético en el cual un operador les ofrece las mismas condiciones de servicio y un descuento sobre su factura mensual. A cada encuestado se le propuso un descuento monetario aleatorio en el intervalo entre 1 y 31 mil pesos (con incrementos de 3 mil) por cambiar de operador. El encuestado debía, entonces, responder si aceptaba o no la propuesta. El ejercicio se realizó, para cada encuestado, en dos escenarios; uno con portabilidad y otro sin portabilidad.

A partir de este ejercicio, es posible caracterizar la función de distribución de la probabilidad de aceptar la oferta de cambio de operador en función del descuento³². En la Figura 5 siguiente, se observan las distribuciones para los dos escenarios. Como se observa, la Portabilidad Numérica aumenta considerablemente la probabilidad de cambio. El cambio en la distribución de probabilidad nos permite, a partir de la diferencia en los puntos medios, estimar la valoración mensual que dan los encuestados de su número telefónico. Estos resultados se utilizarán en el modelo de Beneficio-Costo.

Figura 5. Curvas de la regresión logit



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.1.9 Problemas más importantes para cambiarse de PRST

Se preguntó, cuál sería el problema más importante que podría experimentar al cambiarse de operador de telefonía fija. Se le indicaron al encuestado opciones específicas de selección pero con la opción abierta de que él mismo pudiera dar respuestas alternativas. Los resultados en los cuatro grupos analizados indicaron que el principal problema era el cambio de número. Luego, en orden de importancia: perder calidad de servicios, pérdida de tiempo por gestiones, tarifas más altas y costo por cambio de contrato. Es de resaltar que los encuestados en general no encontraron mayores barreras en la posibilidad de perder servicios adicionales. El porcentaje de personas que le da importancia al número en este caso se acerca más al de otros estudios en el ámbito internacional que, en general, encuentran que el cambio de número es la principal barrera para cambiar de operador.

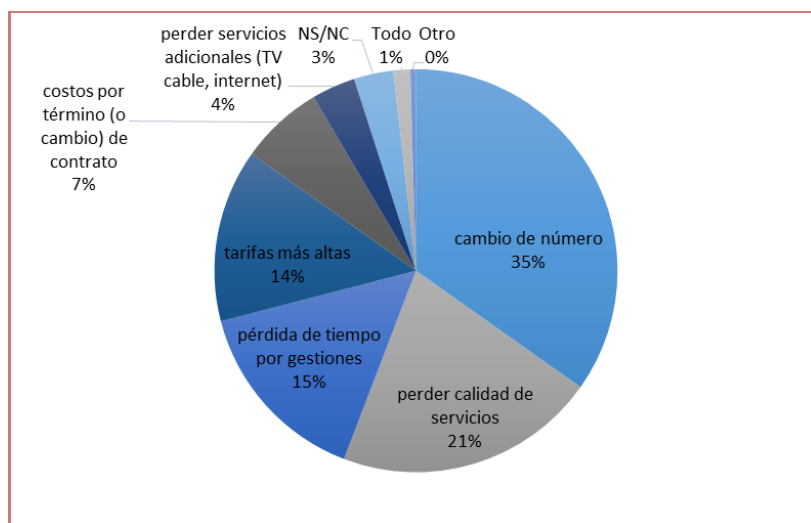
³² Para hacer esta caracterización se estimó una función logística acumulada que explica la probabilidad de aceptar el cambio de operador en función del descuento (d):

$$P(Y = Aceptar) = \frac{e^{\alpha + \beta d}}{1 + e^{\alpha + \beta d}}$$

En esta distribución la media, es decir, el valor del descuento en el cual el 50% de los usuarios acepta el cambio de operador está dado por la siguiente ecuación:

$$P(Y = Aceptar) = 0,5 = \frac{-\alpha}{\beta}$$

Figura 6. Problema más importante para cambiarse (porcentajes generales)

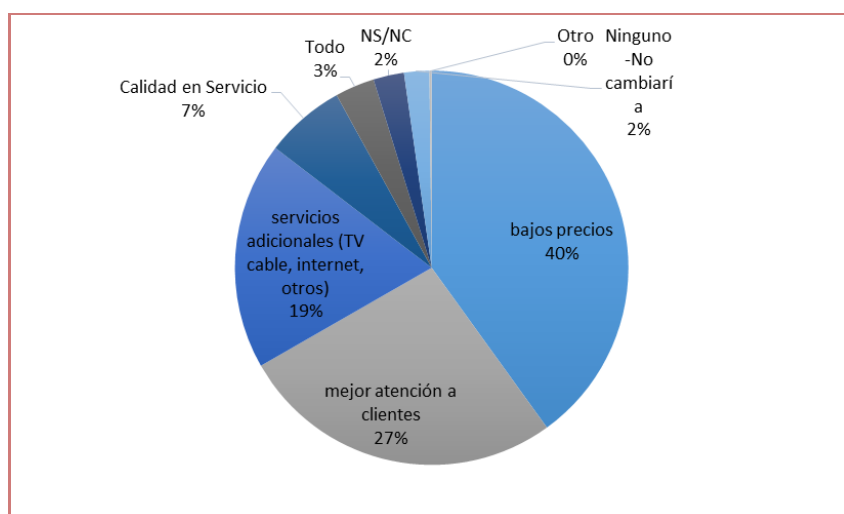


Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.1.10 Beneficio más importante por cambiarse de PRST

Ante la pregunta sobre cuál sería el beneficio más importante al cambiarse de operador, los encuestados identificaron como el principal beneficio los bajos precios, seguido por mejor atención a los clientes y por la posibilidad de servicios adicionales. Obtener mejoras en la calidad del servicio, así como servicios adicionales, tiene más importancia en los municipios con menos de 10.000 líneas. Se encuentra por tanto cierta similitud entre estos beneficios identificados (ver Tabla 92 del Anexo Sección 12.2.3) y las razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado (ver Tabla 6 de la Sección 4.1.5).

Figura 7. Beneficios de cambiarse



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.1.11 Conclusiones de la encuesta al sector residencial

Es relevante mencionar que los resultados de la encuesta son consistentes con otros estudios de portabilidad numérica (por ejemplo, Hong Kong (1998) [5] y México (2006) [6]) y con los datos agregados del mercado colombiano. De la encuesta del sector residencial se destacan las siguientes conclusiones:

- En efecto, la telefonía fija se contrata, cada vez más, empaquetada con otros servicios. Desde esta perspectiva, la PN incide no sólo en el desarrollo de la competencia en el mercado de TPBCL sino en el de Internet e incluso en la TV por suscripción.
- Se observó que en los municipios más pequeños el principal problema es la calidad del servicio y que, dada la falta de operadores alternativos, las personas no tienen la opción de cambiarse. Aunque en sus primeras etapas la PN tendrá más importancia en los municipios grandes, esta podría promover la competencia en los municipios pequeños. Lo último se debe a que en los municipios grandes hay más competencia y, por lo tanto, existen diferentes opciones de proveedor de servicios a las que los usuarios podrían cambiarse portando su número.
- Un porcentaje relativamente alto de las líneas tiene menos de un año en servicio. Este resultado es consistente con las altas tasas de *churn* estimadas en este estudio, a partir de la información reportada por los operadores. Por otra parte, el indicador es señal de dinamismo en el mercado.
- La encuesta permitió mostrar que el número telefónico efectivamente constituye una barrera al cambio de operador e incide en la disposición al mismo. Si bien este factor sólo influyó en un 17% de las decisiones pasadas de mantenerse con el mismo operador, es el problema más grande para un 35% de los encuestados en el momento de considerar este cambio hacia el futuro.
- En el segmento residencial, la probabilidad de cambiarse de operador ante la oferta de un descuento es una función estadísticamente significativa de la magnitud del mismo; tanto en el escenario con PN como en el escenario sin PN. No obstante, ante un mismo descuento la probabilidad de aceptación es considerablemente mayor en un ambiente de PN.
- Lo anterior sugiere que la portabilidad numérica tendrá un impacto importante en la intensidad de la competencia en telefonía fija y, presumiblemente, en los otros servicios empaquetados.

Se puede ver, agregando los que están algo dispuestos o bastante dispuestos a cambiarse, que la disposición varía en un 26% para toda la muestra. Cifra que podría ser un estimativo del aumento en el *churn* por la implementación de la portabilidad numérica fija. Si se analiza esta misma variación para los diferentes grupos, resulta mayor para los municipios de menos de 10.000 líneas que para los otros grupos, y menor para el grupo de municipios más grandes que para todos los demás.

4.2 Estudio de mercado para el servicio de portabilidad numérica en el servicio de TPBCL Fija en el sector empresarial

La Tabla 13 presenta la cantidad de encuestas por tamaño de empresa y el tamaño de la muestra total. Se presenta el porcentaje por grupo con respecto al total de encuestas y el error muestral para cada grupo empresas. Como puede apreciarse, la encuesta fue diseñada para tener un error muestral máximo del 5,92% para cada uno de los grupos analizados y un error muestral máximo para todas las empresas de 2,98%.

Tabla 13 Cantidad de encuestas por Tamaño de empresa

Grupos de empresas	Conteo de Encuestas	Porcentaje	Error Muestral
Grande = Activos > \$18.480MM	259	23,9%	5,92%
Mediana = 3.080MM<Activos<=18.480MM	273	25,2%	5,87%
Pequeña = 308MM<Activos<=3.080MM	275	25,4%	5,90%
Micro = Activos<=308MM	276	25,5%	5,90%
Total general	1083	100,0%	2,98%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Sobre lo anterior, se puede consultar la ficha técnica de la encuesta presentada en la Sección 12.3.1.

La encuesta proporcionó información sobre algunas características generales del mercado de telefonía fija, en particular sobre el uso de dos o más PRST para la provisión del servicio de telefonía fija, el número de líneas fijas en cada empresa, el gasto promedio en el servicio de telefonía, la antigüedad de la línea telefónica y el grado de satisfacción con los prestadores del servicio. Ver Secciones 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 y 4.2.5.

Se analizaron los motivos de cambio de proveedor o de permanencia con el actual operador, reportados por los encuestados. Lo cual se presenta en las secciones 4.2.6 y 4.2.7.

Adicionalmente, se indagó por la disposición a cambiar de operador y la forma en que la ausencia o existencia de la portabilidad numérica podía influenciar tal decisión entre las empresas. Ver Secciones 4.2.8 y 4.2.9.

También se exploraron los beneficios y problemas más importantes al cambiarse de operador en opinión de los encuestados y se estableció en qué medida resultaba importante para los mismos el cambio de número al tomar la decisión de cambio de operador. Ver Secciones 4.2.10 y 4.2.11.

4.2.1 Resultado sobre la cantidad de PRST contratados por empresa

Uno de los aspectos que se preguntó durante la encuesta está relacionado con la cantidad de PRST que prestaban el servicio de telefonía fija a las empresas. Los resultados se presentan en la Tabla 14 y muestran que en promedio el 78% de las

empresas tiene un sólo PRST, siendo menor este porcentaje en las grandes empresas (75,3%) y mayor en las micro (83,3%). Un 18,9% de empresas contrata con 2 PRST, un 2,4% con 3 PRST y un 0,6% con 4 o más PRST. Tener dos o más PRST es una tendencia más definida en las empresas medianas y grandes.

Tabla 14 Cantidad de empresas encuestadas con PRST adicional (Porcentajes con base en cada grupo)

Tamaño	4 o más PRST por empresa	3 PRST por empresa	2 PRST por empresa	1 PRST por empresa	Total base
Grande	0,4%	3,1%	21,2%	75,3%	259
Mediana	1,5%	3,7%	23,4%	71,4%	273
Pequeña	0,7%	1,8%	15,6%	81,8%	275
Micro	0,0%	1,1%	15,6%	83,3%	276
Total general	0,6%	2,4%	18,9%	78,0%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.2 Resultados sobre la cantidad de líneas fijas por empresa

A las empresas encuestadas se les preguntó la cantidad de líneas telefónicas de las cuales disponían con su operador principal y los resultados se presentan en la Tabla 15. Como es de esperarse, las empresas grandes y medianas tienen en promedio un mayor número de líneas que las pequeñas y micro empresas.

Tabla 15 Cantidad de respuestas acerca de la cantidad de líneas (Porcentajes con base en cada grupo)

Tamaño	1 línea	2 a 5 líneas	6 a 10 líneas	11 a 30 líneas	más de 30 líneas	Total base
Grande	10%	31%	22%	25%	13%	259
Mediana	15%	49%	23%	11%	3%	273
Pequeña	28%	60%	8%	3%	0%	275
Micro	50%	45%	3%	1%	1%	276
Total general	26%	47%	14%	10%	4%	1083

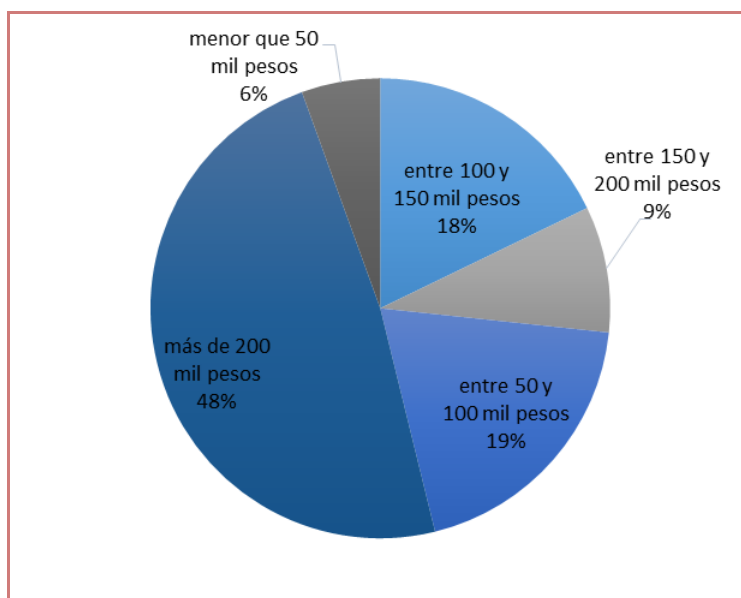
Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.3 Valor promedio de la factura de telefonía fija

Los encuestados reportaron³³ en su gran mayoría (48%) que pagan facturas de telefonía fija por valor de COP 200.000 ó más. Estos porcentajes son mayores en el caso de las grandes (79%) y medianas empresas (64%).

En el caso de las pequeñas empresas un 51% paga facturas de telefonía fija por valor de COP 150.000 ó más. En cambio en las micro-empresas un 80% paga facturas de telefonía fija por valor de menos de COP 150.000.

Figura 8. Valor de las facturas



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.4 Antigüedad de la línea telefónica con el usuario

Los encuestados con líneas de telefonía fija empresarial, indicaron en forma mayoritaria (80%) que tienen más de 3 años con sus líneas telefónicas³⁴. Este porcentaje es mayor en las empresas grandes (87%) y medianas (82%). En promedio el 94% de las líneas telefónicas empresariales tiene más de un año de antigüedad con el mismo operador.

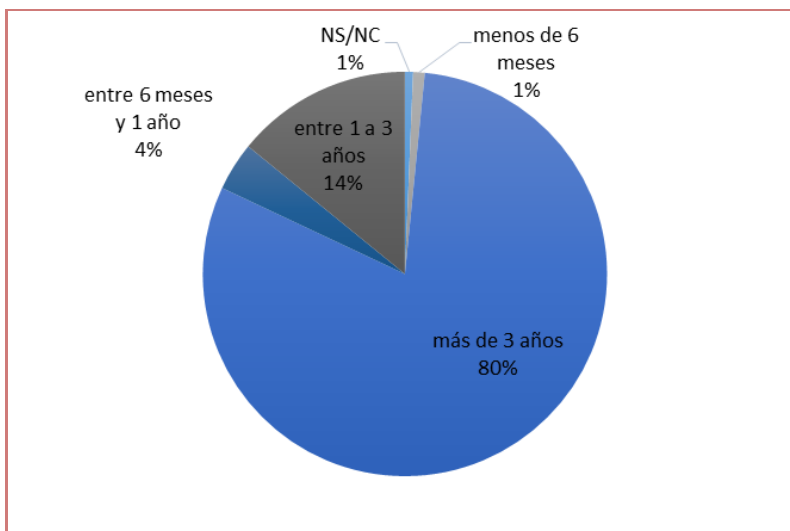
Al comparar lo anterior con el resultado de encuestas en el sector hogar, el cual mostró que el 46% de encuestados han mantenido su línea telefónica residencial por más de 3 años, se concluye que las empresas tienen una propensión más alta a mantener su

³³ Respuestas de los encuestados ante la pregunta de ¿Cuál es el gasto mensual promedio de todas las líneas telefónicas fijas bajo su decisión en la empresa con este operador?

³⁴ Asociadas a quien identificaron como su proveedor principal de telefonía fija en los casos en que había más de uno.

número telefónico. Se espera de esta forma que el *churn* empresarial sea menor en las empresas que en el sector residencial.

Figura 9. Antigüedad



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.5 Grado de satisfacción con el operador

Los encuestados indicaron además que en su mayoría se encuentran muy satisfechos (15%) o satisfechos (71%) con su actual proveedor de telefonía fija (ver Tabla 16), siendo sólo un 8% de los encuestados quienes expresaron estar insatisfechos o muy insatisfechos.

Tabla 16 Respuestas sobre el grado de satisfacción con el PRST (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	muy satisfecho	satisfecho	indiferente	insatisfecho	muy insatisfecho	Total base
Grande	12%	74%	6%	8%	0%	259
Mediana	17%	70%	5%	6%	2%	273
Pequeña	15%	71%	6%	7%	2%	275
Micro	15%	70%	5%	9%	1%	276
Total general	15%	71%	5%	7%	1%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.6 Cambio de PRST en el pasado y razones que lo motivaron

Las respuestas con relación a si los encuestados han cambiado previamente de operador muestran que en promedio un 87% no lo había hecho, un 9% había cambiado una vez y un 3% dos o más veces.

Tabla 17 Cantidad de respuestas sobre el cambio de operador en el pasado (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	ninguna vez	una vez	dos veces	tres veces	cuatro veces	NS/NC	Total base
Grande	86%	12%	1%	0%	0%	0%	259
Mediana	90%	7%	1%	0%	0%	2%	273
Pequeña	88%	8%	3%	1%	0%	0%	275
Micro	85%	10%	4%	1%	0%	1%	276
Total general	87%	9%	2%	1%	0%	1%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Para aquellos casos, donde los encuestados habían cambiado de operador de telefonía fija en el pasado, se les permitió dar más de una razón de su cambio. De esa manera un 34% de los encuestados indicó razones de precio; un 30%, la provisión de servicios adicionales; y un 25%, mejor atención al cliente. Los encuestados dieron también razones que no estaban predefinidas, sobresaliendo cambio de ubicación, mejor calidad del servicio y mejor tecnología. Es de anotar que la encuesta permitía múltiples respuestas a los usuarios para este punto.

Tabla 18 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado

Razones de cambio	Cuenta de Razones ³⁵	% de 128 encuestados ³⁶
bajos precios	43	34%
servicios adicionales	39	30%
mejor atención a clientes	32	25%
cambio de ubicación	13	10%
mejor calidad de servicio	10	8%
por tecnología	7	5%
todas las anteriores	1	1%
otro	12	9%
NS/NC	3	2%
Total general	160	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Cuando las razones por las cuales las empresas se cambiaron de operador en el pasado, se analizan para cada grupo que compone la población objetivo, se encuentra que los servicios adicionales fueron un factor más importante en las pequeñas y medianas empresas (45% de pequeñas y 41% de medianas) respecto al porcentaje de empresas que dieron esta misma razón en cada uno de los otros grupos (17% de grandes y 25% de micros), mientras que la mejor atención a clientes fue más importante para las microempresas (33% de micro empresas dieron este motivo, comparado con 16% de pequeñas, 27% de medianas y 23% de grandes). Finalmente, la tecnología fue más importante en las empresas grandes (11% de grandes) de lo que representó este mismo motivo para los otros grupos de empresas (9% de medianas y 3% de pequeñas). En general, para los cuatro grupos, los bajos precios también motivaron de manera significativa el cambio de operador en el pasado.

³⁵ La pregunta se le realizó a los 128 encuestados que indicaron que se habían cambiado de Operador de telefonía fija en el pasado. En total se recibieron 160 respuestas porque se le permitió a los encuestados que dieran más de una razón de cambio.

³⁶ La suma de esta columna da mayor a 100% porque se permitió a los encuestados dar más de una razón.

Tabla 19 Razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado, discriminadas por grupo

Tamaño	bajos precios	servicios adicionales	mejor atención a clientes	cambio de ubicación	mejor calidad de servicio	por tecnología	otro	Total base (empresas que han cambiado)
Grande ³⁷	37%	17%	23%	11%	6%	11%	14%	35
Mediana ³⁸	41%	41%	27%	0%	14%	9%	14%	22
Pequeña ³⁹	26%	45%	16%	13%	6%	3%	3%	31
Micro ⁴⁰	33%	25%	33%	13%	8%	0%	8%	40
Total razones	43	39	32	13	10	7	12	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.7 Razones de no cambio de PRST en el pasado

En cuanto a los usuarios encuestados que han mantenido el servicio con el mismo operador, y que en total correspondieron a 947 de los 1083 encuestados, un 63% indicó que estaba satisfecho con la empresa que actualmente le provee el servicio, un 53% indicó que no lo hacía por el cambio de número, un 6% por los costos del cambio y un 1% porque no existía otro Operador en el área donde está localizada la empresa o por tecnología. Como en el caso previo, a estos encuestados también se les permitió que dieran más de una razón si así lo querían. Con estos porcentajes se constata que la necesidad de conservar el número telefónico en las empresas es uno de los motivos principales por los cuales no se han cambiado de operador.

El 47% de las grandes empresas, el 58% de las medianas, el 43% de las pequeñas y el 55% de las microempresas reportaron la pérdida del número como una de las razones para no haber cambiado de operador.

³⁷ La suma de porcentajes de esta fila da mayor a 100% porque se permitió a los encuestados dar más de una razón.

³⁸ ídem

³⁹ ídem

⁴⁰ ídem

Tabla 20 Razones dadas por los encuestados que siempre han mantenido el servicio con el mismo PRST

Razones de NO cambio	Cuenta de Razones ⁴¹	% de 947 encuestados ⁴²
satisfecho con Operador actual	595	63%
pérdida del número	480	51%
costos del cambio	59	6%
no hay otras empresas en mi área	11	1%
por tecnología	10	1%
otro	29	3%
Total general	1184	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

⁴¹ La pregunta se le realizó a los 947 encuestados que indicaron que ninguna vez se habían cambiado de Operador de telefonía fija en el pasado. En total se recibieron 1184 respuestas porque se le permitió a los encuestados que dieran más de una razón de cambio.

⁴² La suma de esta columna da mayor a 100% porque se permitió a los encuestados dar más de una razón.

Tabla 21 Razones dadas por los encuestados que han mantenido el servicio con el mismo PRST, discriminadas por grupo

Tamaño	satisfecho con Operador actual	pérdida del número	costos del cambio	no hay otras empresas en mi área	por tecnología	otro	Total base (empresas que no han cambiado)
Grande ⁴³	63%	47%	6%	1%	1%	4%	224
Mediana ⁴⁴	67%	58%	10%	2%	1%	2%	246
Pequeña ⁴⁵	66%	43%	4%	2%	2%	3%	243
Micro ⁴⁶	55%	55%	6%	0%	0%	3%	234
Total razones	595	480	59	11	10	29	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Un análisis más detallado muestra que, entre los 480 encuestados que reportan que han mantenido el servicio con el mismo PRST debido a que quieren evitar el cambio de número, el 87,3% corresponde a personas cuya línea tiene una antigüedad mayor a 3 años. Esto es significativo si se considera que el 80% de todos los encuestados indicaron que su línea tenía una antigüedad mayor a 3 años. Como se mencionó, las empresas parecen darle una mayor importancia al número telefónico que las residencias. Esto se traduce en una antigüedad promedio más alta en las líneas empresariales y, probablemente, un menor churn.

4.2.8 Disposición al cambio de Proveedor e influencia de la portabilidad numérica

Se preguntó a los encuestados por su disposición a cambiar de operador sin portabilidad numérica (ver Tabla 100 al Anexo) y con portabilidad numérica (ver Tabla 101 al Anexo).

La Figura 10 muestra una comparación entre los dos casos descritos y un claro corrimiento en la disposición a cambiarse de PRST cuando la portabilidad numérica está disponible. Esto se verifica tanto para el total de respuestas como para cada uno de los grupos de análisis.

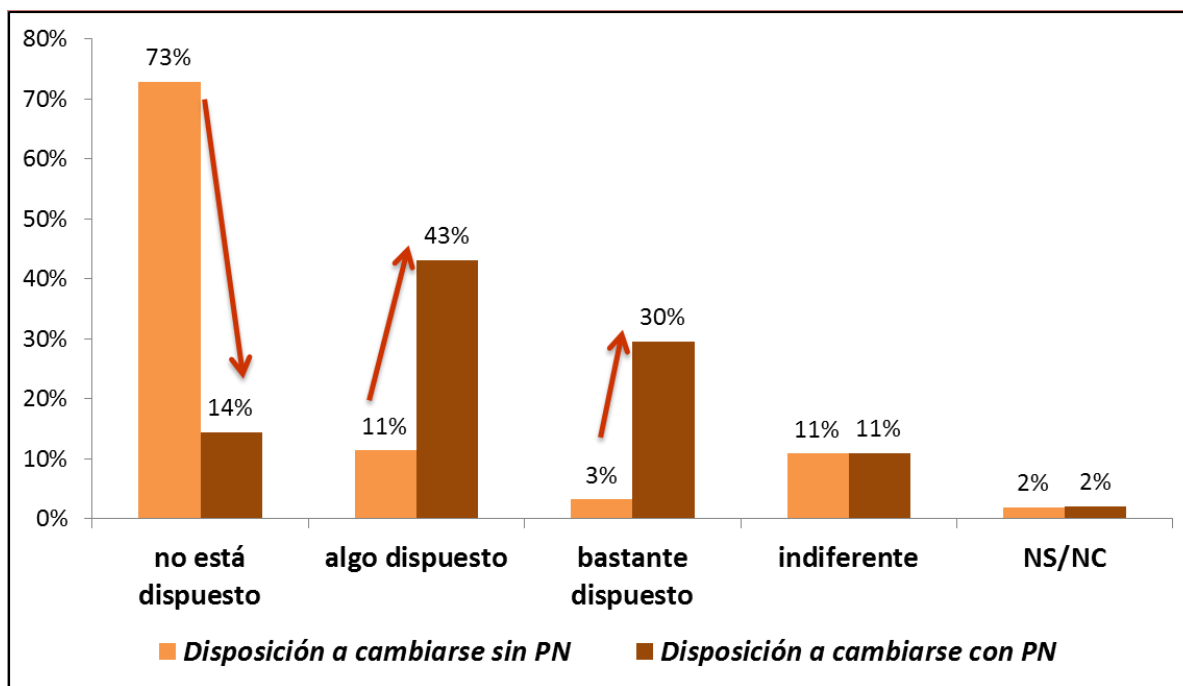
⁴³ La suma de los porcentajes en esta fila da mayor a 100% porque se permitió a los usuarios seleccionar más de una razón

⁴⁴ Ídem

⁴⁵ Ídem

⁴⁶ Ídem

Figura 10. Comparación entre la disposición a cambiarse de PRST sin y con PN



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Un aspecto interesante del análisis, es que el 86% de los encuestados se encuentra satisfecho o muy satisfecho con su operador actual. El 58,4% de los que dijeron estar muy satisfechos con su operador actual estaría bastante dispuesto o algo dispuesto a cambiarlo en un escenario con PN. De acuerdo con estos resultados, la implementación de la PN hace más elástica la demanda, lo que se traduce en un mercado más contestable. Aún usuarios que están satisfechos con su servicio están dispuestos a analizar nuevas ofertas de los proveedores rivales.

Tabla 22 Satisfacción del usuario con el operador según la disposición al cambio con PN

Disposición al Cambio con PN	satisfecho	muy satisfecho	insatisfecho	indiferente	muy insatisfecho	Total base	Porcentaje del total
algo dispuesto	347	67	33	18	2	467	43%
bastante dispuesto	220	26	40	23	11	320	30%
no está dispuesto	103	39	5	7	2	156	14%
indiferente	82	24	2	10	0	118	11%
NS/NC	17	3	1	1	0	22	2%
Total respuestas	769	159	81	59	15	1083	100%
Porcentaje del total	71%	15%	7%	5%	1%	100%	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

En el escenario con portabilidad numérica fija, un 36% de los encuestados indicó que cambiaría de operador antes de 6 meses. En los casos de medianas y pequeñas empresas un mayor porcentaje de encuestados, 64% y 52% respectivamente, realizaría el cambio en el corto y mediano plazo, es decir, antes de un año.

Tabla 23 Tiempo estimado para cambiar con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	antes de 6 meses	entre 6 meses y un año	más de un año	NS/NC	(No cambia)	Total base
Grande	36%	18%	23%	11%	12%	259
Mediana	45%	19%	18%	7%	11%	273
Pequeña	40%	12%	26%	8%	13%	275
Micro	23%	13%	13%	30%	21%	276
Total general	36%	15%	20%	14%	14%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.9 Valoración del número telefónico

Se utilizó un método de preferencias declaradas para auscultar la valoración subjetiva que los encuestados le otorgan a su número telefónico. Se planteó a los encuestados un caso hipotético en el cual un operador les ofrece las mismas condiciones de servicio y un descuento sobre su factura mensual. A cada encuestado se le propuso un descuento

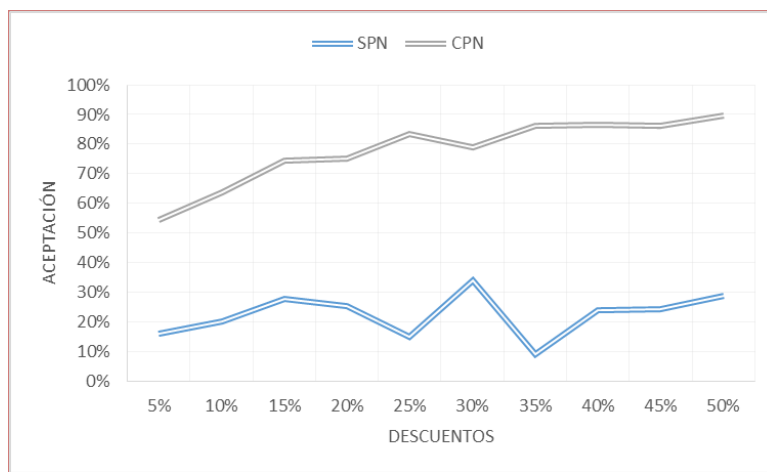
porcentual aleatorio en el intervalo entre 5 y 50 por ciento (con incrementos de 5%)⁴⁷ por cambiar de operador. El encuestado debía, entonces, responder si aceptaba o no la propuesta. El ejercicio se realizó, para cada encuestado, en dos escenarios; uno con portabilidad y otro sin portabilidad.

Las respuestas de las empresas al escenario sin portabilidad se mostraron muy inelásticas. La proporción de aceptación a lo largo de la serie de descuentos se mantiene relativamente constante. Este resultado es consistente con la alta importancia del número manifiesta en las preguntas anteriores y con la antigüedad promedio de la línea.

En el escenario con PN se observa que las proporciones se invierten. Hay una mayor disposición de los encuestados a cambiar su operador; precisamente porque pueden conservar su número telefónico. Por otra parte, como se ha encontrado en estudios internacionales, el valor del descuento tiene poca incidencia en la disposición al cambio. Este resultado se explica en parte por el bajo valor de la factura telefónica con relación a los gastos totales de las empresas.

Por la baja sensibilidad del porcentaje de aceptación al precio, en el caso de las empresas, la estimación econométrica de la función de probabilidad no da estadísticamente satisfactoria. Es decir, la aceptación de los operadores no parece responder al nivel de descuento. Sin embargo, la aceptación está determinada por la existencia o ausencia de la portabilidad numérica, como se observa en la Figura 11, donde se ilustra la proporción de aceptación en los diferentes descuentos para los dos escenarios.

Figura 11. Proporción de aceptación con y sin portabilidad



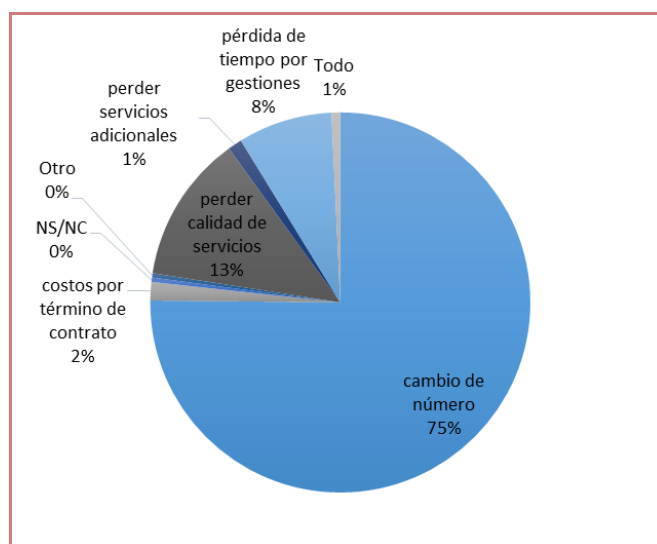
Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

⁴⁷ Se estructuró con descuentos porcentuales, a diferencia de la encuesta de hogares, debido a la varianza en el valor que pueden tener las facturas empresariales.

4.2.10 Problema más importante para cambiarse de PRST

Se preguntó a los encuestados, cuál era el problema más importante al cambiarse de operador, permitiendo elegir sólo una opción. Los resultados en los cuatro grupos de empresas que fueron analizados indicaron que el cambio de número era el problema más importante, aunque en el caso de las microempresas está por debajo del promedio. Luego en orden de importancia: perder calidad de servicios, perder tiempo por gestiones y el costo por la terminación del contrato. Es de resaltar que los encuestados en general no encontraron mayores barreras en la posibilidad de perder servicios adicionales.

Figura 12. Problemas de cambiarse



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 24 Respuestas sobre el problema más importante al cambiarse (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	cambio de número	perder calidad de servicios	pérdida de tiempo por gestiones	costos por término de contrato	perder servicios adicionales	Todo	NS/NC	Otro	Total base
Grande	79%	14%	5%	0%	0%	1%	0%	0%	259
Mediana	73%	12%	10%	2%	1%	1%	0%	1%	273
Pequeña	80%	8%	7%	2%	2%	0%	0%	0%	275
Micro	69%	17%	9%	1%	1%	1%	0%	0%	276
Total general	75%	13%	8%	2%	1%	1%	0%	0%	1083

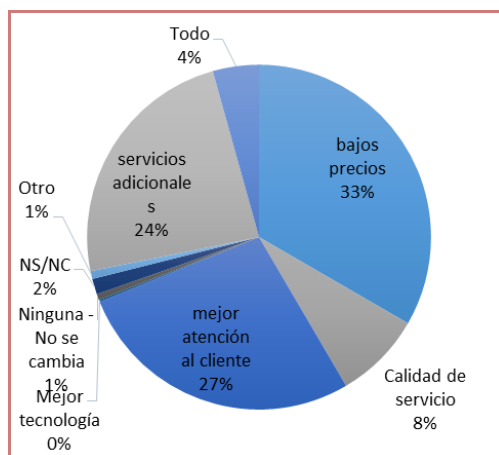
Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.11 Beneficio más importante por cambiarse de PRST

Los encuestados identificaron como el principal beneficio para cambiarse de operador, los bajos precios, seguido por mejor atención a los clientes y la posibilidad de servicios

adicionales. Obtener mejoras en la calidad del servicio, así como servicios adicionales, tiene más importancia en las empresas pequeñas. Se encuentra por tanto cierta similitud entre estos beneficios identificados (ver Tabla 25) y las razones dadas por los encuestados que hicieron cambio de PRST en el pasado (ver Tabla 18).

Figura 13. Beneficios de cambiarse



Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 25 Respuestas sobre el beneficio más importante al cambiarse (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	bajos precios	atención al cliente	servicios adicionales	Calidad de servicio ⁴⁸	Todo	NS/NC	Otro	Total base
Grande	35%	29%	22%	6%	5%	1%	0%	259
Mediana	36%	30%	19%	5%	7%	1%	2%	273
Pequeña	29%	26%	28%	13%	2%	1%	1%	275
Micro	34%	25%	26%	8%	4%	3%	1%	276
Total general	33%	27%	24%	8%	4%	1%	2%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

4.2.12 Conclusiones de la encuesta al sector empresarial

Cabe resaltar en los resultados de esta encuesta que el número telefónico guarda gran relevancia para el sector empresarial e incide fuertemente en la decisión de no cambiar de operador. Se validan, entonces, los resultados reportados por otros estudios sobre el tema. Lo anterior se puede traducir en un bajo *churn* del sector empresarial y, por lo tanto, en una mayor antigüedad de las líneas instaladas. Como en el estudio de Hong Kong [5]⁴⁹, también se encontró que mayores descuentos explican poco la decisión de las

⁴⁸ Opción propuesta por usuario, no incluida en las alternativas predefinidas.

⁴⁹ Si bien dicho estudio es sobre portabilidad numérica móvil, muchos de sus análisis y metodologías siguen siendo relevantes para este análisis.

empresas a cambiarse, sin embargo, la existencia o ausencia de portabilidad es un factor muy relevante en este sentido. De hecho, si se agregan los algo dispuestos y los bastante dispuestos a cambiarse, entre el escenario sin portabilidad y el escenario con portabilidad, entonces se puede ver que la disposición pasa del 14% al 73%. En el caso de los hogares esta diferencia es del 26%, mientras que para las empresas es del 59%. Lo último indicaría que el aumento en el *churn* para las empresas, con la implementación de la portabilidad, sería mayor que para los hogares. También es posible concluir que las empresas valoran más el número que el sector residencial.

La encuesta muestra que la implementación puede implicar un dinamismo importante en la competencia de telefonía fija porque reduce los *switching costs* de los usuarios empresariales, ya que se ha demostrado que su número tiene un valor implícito muy alto que las empresas no están dispuestas a sacrificar fácilmente.

4.3 Preguntas al sector en relación al análisis de mercado para el servicio de portabilidad numérica en la TPBCL fija

1. En el caso del sector residencial, la encuesta realizada permitió mostrar que el número telefónico efectivamente constituye una barrera al cambio de operador e incide en la disposición al mismo. Si bien este factor sólo influyó en un 17% de las decisiones pasadas de mantenerse con el mismo operador, se presenta como el problema más grande para un 35% de los encuestados en el momento de considerar este cambio hacia el futuro. La encuesta también mostró que ante un mismo descuento la probabilidad de cambiarse de operador es considerablemente mayor en un ambiente de PN. ¿Considera que la portabilidad numérica puede aumentar la intensidad de la competencia en telefonía fija en el sector hogares y, presumiblemente, en los otros servicios empaquetados?
2. En el caso del sector empresarial, la encuesta permitió mostrar que el número telefónico efectivamente constituye una barrera al cambio de operador e incide en la disposición al mismo. Este factor influyó en un 40% de las decisiones pasadas de mantenerse con el mismo operador y es el problema más grande para un 75% de los encuestados en el momento de considerar este cambio hacia el futuro. La encuesta también mostró que ante un mismo descuento la probabilidad de cambiarse de operador es considerablemente mayor en un ambiente de PN y que las empresas valoran más el número que el sector residencial. ¿Considera que la portabilidad numérica puede aumentar la intensidad de la competencia en telefonía fija en el sector empresas?

5 Análisis del mercado del servicio TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones

Esta sección contiene el análisis de la situación actual del servicio de telefonía fija local y local extendida, y su relación con otros servicios de comunicaciones. Esto incluye, los efectos del empaquetamiento sobre el mercado de telefonía fija.

En la Sección 5.1 se hace una presentación histórica en cuanto al tamaño del mercado y los factores de oferta que inciden en la competencia, tales como la estructura de redes y estructura de costos.

En la Sección 5.2, se presenta la descripción de la competencia en los mercados de telefonía pública básica conmutada local, local extendida, larga distancia nacional, junto con los mercados de internet y televisión nacional por suscripción.

En la Sección 5.3, se presenta el análisis en cuanto al empaquetamiento de servicios, se muestran las diferentes formas de empaquetamiento entre telefonía, internet y televisión, así como la proporción de cada plan a nivel nacional y en las cuatro principales ciudades, Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. Se analizan los resultados según el índice de Herfindahl e Hirschman (HHI) por plan en las principales ciudades.

En la Sección 5.4, se presenta el análisis de la estructura del mercado, donde se muestran las correlaciones entre las cuotas de mercado para los servicios TPBCL e internet.

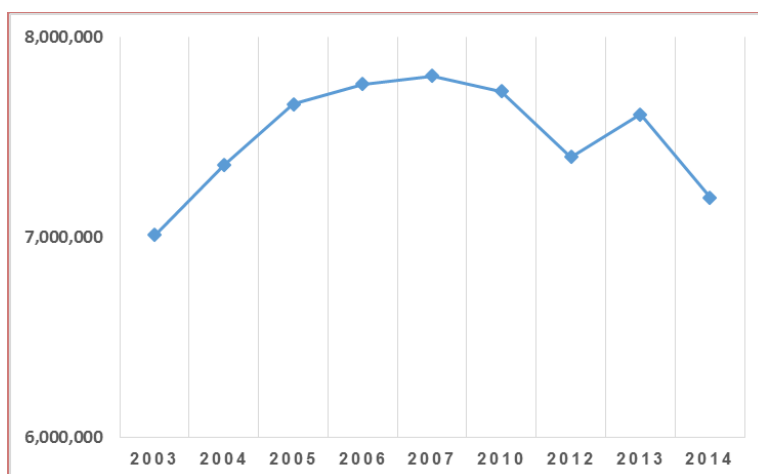
En la Sección 5.5 se presenta el Churn trimestral y anual para Colombia, con los valores promedio, discriminados por operador y por plan.

5.1 Evolución histórica

5.1.1 Tamaño del mercado

En Colombia el servicio de TPBCL se ha estabilizado en los últimos años alrededor de 7.5 millones de líneas (Figura 14). Esto, basándose en las proyecciones de población del Dane y tomando un promedio de 4.1 personas por hogar, significa que la telefonía fija tiene un nivel de penetración cercano al 65% que equivale a 15.7 líneas por cada 100 habitantes. El estancamiento, como en otros países, está explicado por la expansión de la telefonía móvil cuya cobertura es prácticamente universal, y los precios muy competitivos.

Figura 14. Líneas TPBCL



Fuente: SIUST - Colombia TIC

En 2013 se cursaron por las redes de TPBCL 30.300 millones de minutos, que representa apenas un 80% del tráfico registrado en el 2006. De igual forma, los consumos promedio por línea/mes se redujeron de 404 minutos en el 2006 a 331 en el 2013. Esta reducción se produce en un ambiente comercial en el cual un porcentaje importante de los usuarios está suscrito a un plan de minutos ilimitados y, por lo tanto, el precio no actúa como un factor de demanda. Como en el caso de las líneas, la caída de los tráficos presumiblemente está asociada al crecimiento de la telefonía móvil.

Con anterioridad al proceso de integración de las teleasociadas de TELECOM en COLTEL (2002), en el país había 45 empresas⁵⁰ de TPBCL. Se trataba, en su mayoría, de monopolios públicos municipales o de teleasociadas⁵¹ adscritas a Telecom, que prestaban el servicio a nivel departamental. La ley abrió la competencia en el servicio, lo que condujo a cambios importante en la estructura del sector. Se presentaron fusiones, adquisiciones y liquidaciones de empresas en todo el territorio nacional, además de nuevas empresas que entraron al mercado como Telmex. Luego de 20 años, el país registra 21 operadores de TPBCL en 14 grupos empresariales. Cuatro grupos con participación mayoritaria en el sector concentran el 86% de las líneas (UNE, COLTEL, ETB y TELMEX). Esta transformación del sector, en la cual se redujo el número de empresas, podría ser vista como una disminución en la competencia. No obstante, se trata de un proceso natural en busca de explotar economías de escala y, en cualquier caso, se ha traducido en mayor competencia al interior de varias ciudades, que anteriormente operaban como monopolio. En la Tabla 26 se muestran las empresas de TPBCL, agrupadas en su respectivo grupo y con el número de líneas.

⁵⁰ Información de la SSPD de Colombia. Corresponde a la estructura de mercado antes del 2002, año en el cual las teleasociadas de TELECOM fueron absorbidas por COLTEL.

⁵¹ Empresas conformadas por capital del municipio y de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (TELECOM).

Tabla 26. Grupos y Empresas TPBCL a 31 de diciembre de 2013

Grupo	Líneas	Empresa	Líneas
EPM	1,945,081	EPM UNE	1,587,975
		ETP	142,584
		EDATEL	214,522
COLTEL	1,500,961	COLTEL	1,500,961
ETB	1,488,898	ETB	1,488,898
TELMEX	1,249,989	TELMEX	1,249,989
EMCALI	368,102	EMCALI	368,102
TELEB/MANGA	198,047	TELEB/MANGA	198,047
TRANSTEL	197,353	BUGATEL	18,574
		CAUCATEL	14,930
		ETG	27,291
		TELECARTAGO	19,582
		TELEJAMUNDI	6,124
		TELEPALMIRA	62,204
		UNITEL	48,648
METROTEL	134,220	METROTEL	134,220
EMTEL	28,715	EMTEL	28,715
ERT	26,024	ERT	26,024
UNIMOS	10,780	UNIMOS	10,780
TELEORINOQUIA	3,136	TELEORINOQUIA	3,136
TELINTEL	1,244	TELINTEL	1,244
Cooperativa BA	189	Cooperativa BA	189
S3 WIRELESS	35	S3 WIRELESS	35

Fuente: Colombia TIC - MINTIC

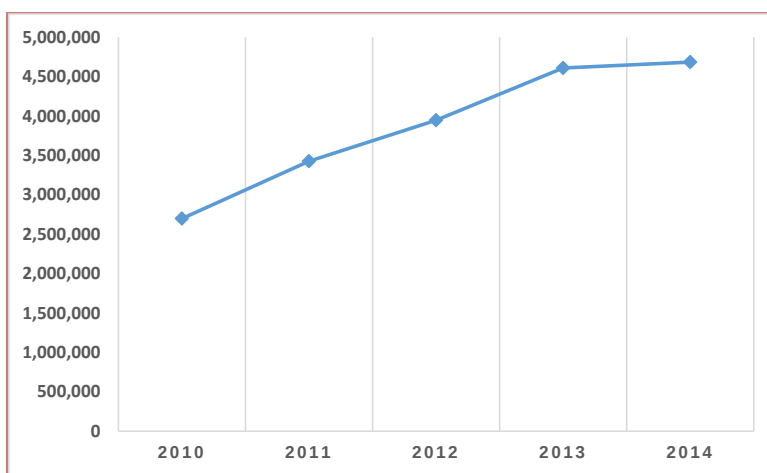
La CRT (hoy CRC) a mediados de la década pasada, en respuesta a la intensa competencia de la telefonía móvil a la fija, desreguló las tarifas de TPBCL, pero impuso la obligatoriedad de ofrecer planes tarifarios en una gama amplia que incluyese servicios sin cargo fijo para estratos bajos y planes tarifarios con consumos muy altos e incluso ilimitados. La respuesta comercial de las empresas a estas medidas regulatorias consistió en una gran oferta comercial de planes que, en general, ha beneficiado a los usuarios. Por ejemplo, para enero del 2014 entre todas las empresas sumaban 216 planes activos diferentes en el país⁵². Esta variedad de ofertas hace difícil obtener estimativos de la evolución de las tarifas en telefonía fija y comparar los niveles entre mercados. Sin embargo, fue posible obtener dos promedios del valor por minuto a partir de los diferentes planes. El primero de estos no incluye los planes con minutos ilimitados ni los planes sin cargo fijo (se asumió que el consumo equivale a la cantidad contratada); esta estimación arroja un valor promedio por minuto en planes limitados de 129 pesos. El segundo calcula el valor promedio del minuto en los planes ilimitados a partir de un consumo promedio 331 minutos/mes y se obtiene que el valor promedio del minuto en estos es de 81 pesos.

⁵² De acuerdo con la información reportada por los PRST según el Formato 30 contenido en la Resolución CRC 3496 de 2011.

Por otra parte, dada la convergencia tecnológica, como se explica en la sección 5.1.2, las redes de TPBCL actualmente están habilitadas para prestar servicios de valor agregado. Por su parte, redes que inicialmente se instalaron para prestar otros servicios ahora se utilizan para TPBCL. En este contexto, las compañías de telecomunicaciones, aprovechando las economías de alcance, empaquetan diferentes servicios en un solo plan. Resulta, entonces, adecuado analizar el mercado de telefonía fija en conjunto con otros como el de internet y TV por suscripción. Adicionalmente, el mercado de la telefonía fija se correlaciona con el de otros servicios, debido a que este cada vez resulta menos atractivo para el consumidor por sí sólo y a que las empresas han tratado de combatir el estancamiento de la telefonía fija a través del empaquetamiento con internet y TV por suscripción.

De este modo, parece pertinente también observar el tamaño del mercado de internet y su desarrollo, junto con el de TPBCL. Como se puede ver en la Figura 15, a diferencia del mercado de telefonía fija, el de internet ha venido creciendo constantemente a lo largo de los años. Si exceptuamos 2014, donde se observa una desaceleración y para el cual sólo se dispone de información del primer trimestre, obtenemos una tasa de crecimiento promedio anual en el número de suscriptores de 20%, que pasaron de 2.7 millones en 2010 a 4.6 millones en 2013. En menos de cuatro años el número de suscriptores ha estado cerca de duplicarse. Con el dato de suscriptores para el primer trimestre de 2014 y el número de hogares calculado para este mismo año, se obtiene una tasa de penetración en internet de alrededor del 40%, lo cual resulta sorprendente si consideramos que se trata de un mercado relativamente inmaduro en el país.

Figura 15. Suscriptores internet



Fuente: Colombia TIC - MINTIC

La Tabla 27 muestra los ingresos desagregados por servicios de telefonía local y local extendida e internet en el año 2003. Cabe resaltar que los ingresos por internet son más altos que los ingresos de telefonía local y local extendida para todos los operadores. Para los principales operadores, los ingresos por TPBCL y TPBCLE son aproximadamente un 72%

de los ingresos obtenidos por el servicio de internet. Esto refleja la importancia del mercado de internet en relación al de telefonía.

Tabla 27 Ingresos TPBCL y TPBCLE e Internet año 2013 (Millones de COP)

Ingresos	Acceso fijo a Internet	TPBCL & TPBCLE	TOTAL
COLTEL	\$ 982,520	\$ 331,602	\$ 1,091,040
ETB	\$ 338,660	\$ 597,379	\$ 517,340
TELMEX	\$ 657,900	\$ 395,728	\$ 790,700
UNE	\$ 603,400	\$ 534,807	\$ 638,246
Otros	\$ 392,965	\$ 287,034	\$ 679,999
TOTAL	\$ 2,975,445	\$ 2,146,550	\$ 5,121,995

Fuente: Colombia TIC -CRC

El internet se presta a través de distintas plataformas tecnológicas, lo que ha permitido un mayor número de operadores en el mercado. Actualmente están registrados, en el sistema Colombia TIC - MINTIC, 64 empresas que prestan servicios de internet. No obstante, el 89% de los suscriptores están concentrados en los mismos cuatro operadores de telefonía fija. En el siguiente cuadro se muestra el número de suscriptores para cada una de estas empresas.

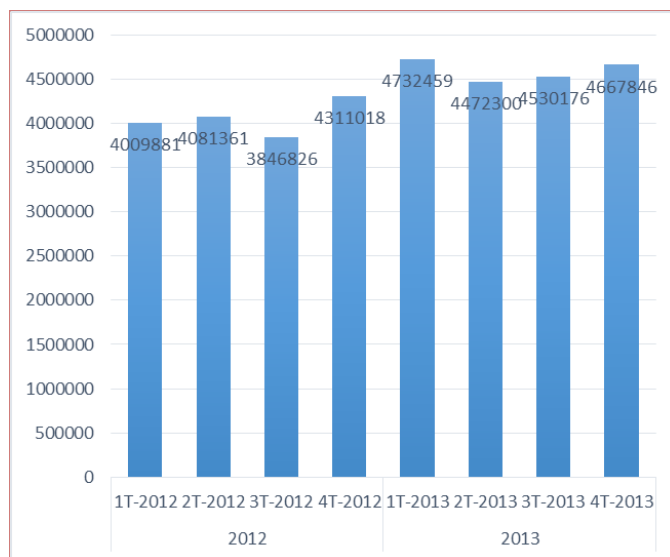
Tabla 28. Suscriptores empresas de internet a 31 de diciembre de 2013

Empresa	Suscriptores
TELMEX	1,494,665
EPM	1,249,293
COLTEL	893,895
ETB	530,497
Otros	442,139

Fuente: Colombia TIC - MINTIC

Por su lado, la televisión por suscripción, otro servicio al cual se ata la telefonía fija en algunos casos de empaquetamiento, creció a una tasa promedio anual del 9% entre el año 2012 y 2013, y alcanzó en el último trimestre del 2013 un nivel de 4.7 millones de suscriptores, con una penetración del 41%.

Figura 16. Suscriptores TV



Fuente: ANTV

Este mercado se encuentra correlacionado fuertemente con el de TPBCL si tenemos en cuenta que TELMEX inició una adquisición masiva de operadores de cable; estrategia que luego fue mimetizada por UNE. Estos operadores convirtieron las redes de televisión en redes bidireccionales con capacidad de ofrecer TPBCL. Los cuatro mayores oferentes de TV por suscripción concentran el 96% del mercado. De estos, los tres operadores que participan en telefonía fija (TELMEX, UNE y COLTEL) tienen un 77% del mercado.

Tabla 29. Empresas TV a 31 de diciembre de 2013

Empresas	suscriptores
TELMEX	2,040,502
EPM	1,059,787
DIRECTV	868,978
COLTEL	336,150
GLOBAL TV	168,444
SUPER CABLE	14,108
Otras	179,877
Total	4,667,846

Fuente: ANTV

5.1.2 Factores de oferta que inciden en la competencia - estructura de las redes

Como se mencionó anteriormente, la convergencia tecnológica ha modificado significativamente la estructura de los mercados de telecomunicaciones y la intensidad en la competencia. En las tres (3) últimas décadas varios factores técnicos han cambiado la dinámica de las telecomunicaciones en Colombia.

En cuanto a la evolución de la estructura de las redes de telecomunicaciones, el país inicia la década de los años 80 con una red de telecomunicaciones del Estado que comprende principalmente las redes conmutadas por circuito (exclusivamente diseñadas para la transmisión conmutada de voz) desplegadas en diferentes municipios del país y termina la década complementando dichas redes con otras redes públicas de TV y de transmisión de datos nacional soportada en pares aislados. Los principales factores de desarrollo de esta década se muestran en la Figura 17.

Figura 17. Factores tecnológicos que han cambiado la dinámica y estructura de los mercados



Fuente: Elaboración propia de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

A lo largo de la década de los 90, como consecuencia de la reorganización del sector, la eliminación del monopolio estatal y la apertura de los mercados, la red de telecomunicaciones del Estado se complementa con nuevas redes, autorizadas a personas públicas y privadas, particularmente para el uso y explotación de servicios portadores, de telefonía fija y móvil, de difusión, de valor agregado y telemáticos, así como de servicios auxiliares de ayuda y especiales. Como se puede observar en la Figura 17, la mayor dinámica y transformación de la estructura de los mercados del sector ocurrió en esta década.

Como consecuencia de lo anterior, el sector inició el nuevo milenio con la coexistencia de redes híbridas (conmutadas por circuitos y por paquetes) e integradas verticalmente, las cuales soportaban, con la tecnología disponible en esta época, no solamente la emisión, transmisión o recepción de señales de voz, sino también de datos, imágenes, videos o información de cualquier naturaleza. En la primera década del siglo XXI los principales factores dinamizadores del sector fueron la masificación del servicio móvil, el cual a

mediados del 2007 superó el número de líneas fijas en servicio, y el servicio de Internet cuyo vertiginoso crecimiento impactó positiva y transversalmente a los distintos sectores de la economía nacional.

La demanda creciente de mayores anchos de banda por parte de los usuarios y la competencia en los servicios motivó, en los últimos años, a que los diferentes proveedores de redes y servicios busquen nuevos ingresos que les permiten compensar, por una lado, la caída de los mismos por los servicios tradicionales de voz y, por otro, competir, en iguales o mejores condiciones, con aquellos proveedores que han integrado horizontalmente sus redes y con los nuevos competidores que han iniciado operaciones desplegando redes de última tecnología.

En esa búsqueda, los proveedores de redes y servicios han puesto en marcha estrategias tendientes a la optimización de su operación y la diversificación de su portafolio de servicios, para lo cual necesariamente deben migrar paulatinamente sus redes tradicionales, soportadas en la tecnología TDM, hacia redes de próxima generación (NGN) obteniendo así reducciones sensibles en su OPEX, maximización de sus recursos (de red y su CAPEX disponible), aseguramiento de ingresos, disponibilidad de servicios diferenciadores y mejora de su eficiencia y participación en el mercado.

En 34 años, el sector pasó de tener una infraestructura de telecomunicaciones conformada principalmente por redes independientes diseñadas para transmitir exclusivamente señales de voz en determinados mercados a una infraestructura de telecomunicaciones híbrida compuesta de diversas redes. En un primer conjunto de redes se encuentran las redes verticalmente integradas las cuales se caracterizan por combinar funcionalidades de red (por ejemplo conmutación, transmisión, gestión, etc.) para proveer un conjunto de servicios para las cuales fueron inicialmente diseñadas. Estas redes verticales se han adaptado para brindar otros servicios que demanda el mercado. En un segundo grupo, se encuentran las redes de próxima generación (NGN y/o IMS) que por su arquitectura se consideran redes horizontalmente integradas, esta idea se ilustra en la Figura 35. Estas redes se caracterizan por sus funcionalidades separadas en capas independientes, para dar mayor flexibilidad en la provisión de múltiples servicios y ofrecer mayores capacidades de ancho de banda.

En la actualidad estas dos arquitecturas de redes coexisten en Colombia y se espera una migración más agresiva de las redes integradas verticalmente hacia una arquitectura de red multi-servicio integrada horizontalmente.

La convergencia y el cambio técnico son determinantes del nivel de competencia y de la estructura de mercado. Se desprende de esta síntesis que actualmente es posible competir en el mercado de TPBCL a partir de plataformas tecnológicas diferentes. Por esta razón, en los últimos años, han incursionado en el mercado operadores cuya fuente principal de ingresos era distinta al servicio de TPBCL. Por otra parte, se evidencia que las economías de escala y las ventajas de integración vertical hacen que el mercado se consolide, cada vez más, en pocos jugadores. Este análisis es pertinente para la Portabilidad Numérica en telefonía fija, porque muestra que existe una competencia potencial que puede ser estimulada por la regulación.

5.2 Descripción de la competencia en los mercados de TPBCL, TPBCLE, LDN, internet y TV

5.2.1 TPBCL, TPBCLE, LDN

En esta sección se estiman algunos indicadores que miden la concentración del mercado en telefonía fija en los últimos años. Los indicadores se construyeron a partir de la información provista por la CRC, basada en los informes trimestrales del Sistema de Información Integral SII Colombia TIC de MINTIC. La caracterización del grado de concentración es importante para soportar las decisiones en términos de portabilidad: en mercados donde no hay tanta concentración, se aumenta la competencia, en mercados monopólicos, se reducen las barreras de entrada.

En la Tabla 30 se muestra el HHI⁵³ calculado a nivel nacional, es decir, tomando la participación de todas las empresas de TPBCL en el número total de líneas y tráfico del país. Una lectura rápida del índice mostraría que este es un mercado relativamente competido, sobre todo si se considera el número de líneas. El índice calculado para 2014 es el equivalente al de un mercado donde concurren casi 6 firmas simétricas. Sin embargo, no es correcto analizar el grado de competencia a partir del HHI estimado a nivel nacional. Cada localidad representa un mercado geográfico relevante y, por lo tanto, el grado de concentración se debe medir a este nivel de desagregación. En términos de competencia es muy diferente tener dos monopolios en mercados locales a un duopolio en la agregación de estas localidades. Los modelos de organización industrial arrojarían equilibrios económicos diferentes, en términos de precios y penetración, en uno y otro caso.

Tabla 30. HHI TPBCL

Telefonía fija	Líneas	Variación	Tráfico	Variación
2012	1775	-	2191	-
2013	1686	-5%	2115	-3%
2014	1723	2%	2145	1%

Fuente: Cálculos Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de los datos de Colombia TIC - MINTIC

Una forma de presentar un índice que refleje el grado de concentración a nivel nacional, sin incurrir en el problema de agregación descrito, es ponderar el HHI a partir del tamaño

⁵³ El índice Herfindahl-Hirschman (HHI) es un indicador de concentración en un mercado, que se calcula como la suma del cuadrado de las participaciones de los diferentes competidores en un mercado. Este resultado se multiplica por 10.000. Esta es una forma de reducir a un solo índice no solamente el número de firmas sino, también, sus participaciones relativas. En un monopolio el valor del índice es equivalente a 10.000. En un duopolio con participaciones iguales, el índice es de 5.000. Si en el mercado concurren cuatro firmas simétricas el indicador es de 2.500. Según el Departamento de Justicia de Estados Unidos. Un índice con un valor menor a 1.500 indica la existencia de un mercado poco concentrado. Entre 1.500 y 2.500 se supone como un mercado con concentración moderada. Mercados con índices superiores a 2.500 se consideran altamente concentrados.

de mercado geográfico en el que se estima. En este caso, el indicador efectivamente refleja el grado de concentración municipal promedio en Colombia. La Tabla 31 nos indica que el país tiene un promedio ponderado de los HHI municipales de concentración alta; por encima del que arrojaría una estructura duopólica. Se observa, por otra parte, que en los últimos años este índice ha venido disminuyendo, lo que muestra que la estructura de la TPBCL se vuelve cada vez más competitiva.

Tabla 31. HHI ponderado TPBCL

Telefonía fija	Líneas	Variación	Tráfico	Variación
2012	6249	-	6262	-
2013	5741	-8%	5686	-9%
2014	5629	-2%	5518	-3%

Fuente: Cálculos Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de los datos del sistema Colombia TIC - MINTIC

Otro indicador que normalmente se utiliza para caracterizar la estructura de los mercados es la participación del operador de mayor tamaño. A continuación se presenta el dato a nivel nacional que, en algún grado, enfrenta el problema de agregación descrito para el HHI, en el sentido en que la competencia se da en cada mercado geográfico. No obstante, en este caso, el indicador es útil para analizar el desempeño de los distintos agentes a nivel nacional e incorpora alguna información de la dinámica de la telefonía fija en el país. En particular, se observa que UNE, el mayor operador de TPBCL, concentra algo menos que la cuarta parte de las líneas del país. Es interesante observar, además, que entre el 2012 y el 2013 el liderazgo del mercado se desplazó de un agente (ETB) a otro (UNE). Además, se registra una caída en la importancia relativa del operador de mayor tamaño. Este comportamiento evidencia cierto dinamismo en la estructura del mercado que la portabilidad podría acentuar.

Tabla 32. Operador de mayor tamaño en líneas

Operador mayor (Líneas)	2012	2013	2014
Líneas	1,820,387	1,697,886	1,588,672
Market share	0.25	22%	22%
Empresa	ETB	UNE	UNE
Cambio	-	-10%	-1%

Fuente: Colombia TIC - MINTIC

El mercado luce más concentrado si se mira el operador de mayor tamaño por tráfico. En este caso, también es UNE pero su participación en el mercado es mucho mayor, al punto que la empresa concentra una tercera parte del tráfico de TPBCL en el país. Adicionalmente, es posible observar que UNE mantiene esta posición durante los tres años analizados. Este fenómeno está asociado a una estrategia de precios bajos en telefonía fija por parte de UNE y, probablemente, una mayor disposición al uso del teléfono en las regiones donde tiene presencia.

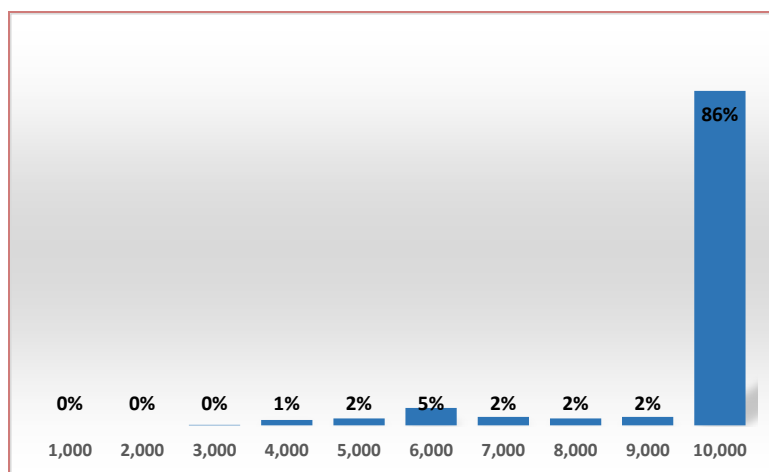
Tabla 33. Operador de mayor tamaño en tráfico

Operador mayor (Tráfico)	2012	2013	2014
Tráfico (millones de min.)	11,200	9,900	2,430
Market share	0.34	0.33	0.34
Empresa	UNE	UNE	UNE
Cambio	-	-5%	3%

Fuente: Colombia TIC - MINTIC

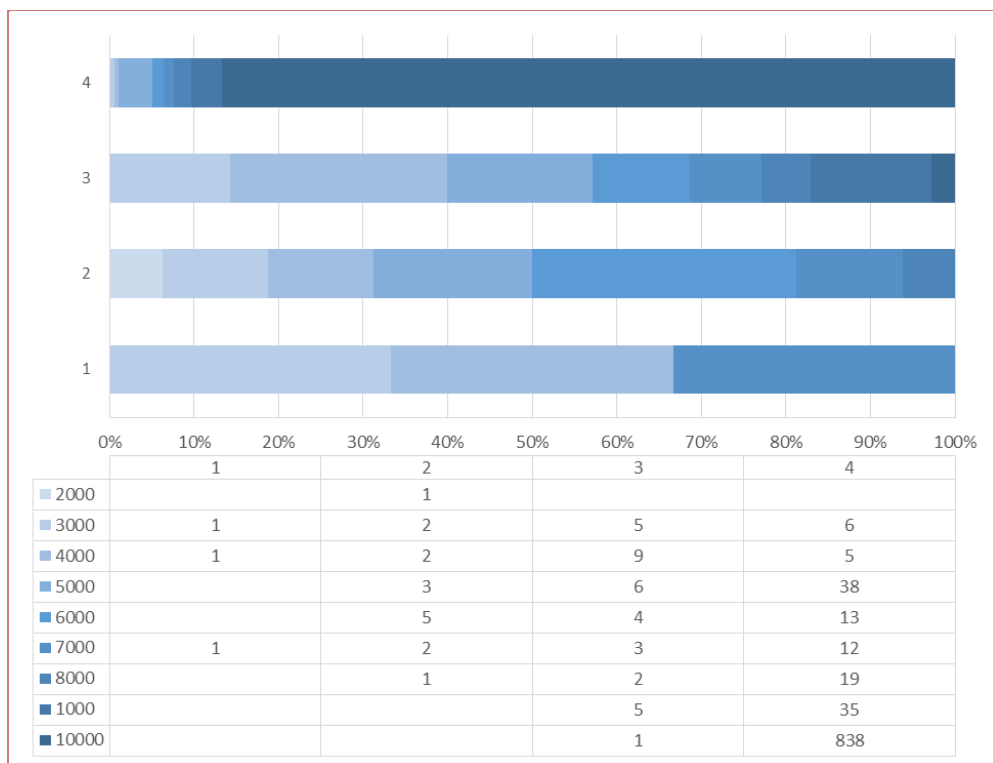
La Figura 18 muestra la distribución del HHI en los diferentes municipios. En el 86% de los municipios colombianos el HHI es de 10.000. En estos municipios el servicio es prestado por un monopolio y los usuarios no tienen un operador alternativo al cual cambiarse. En estos municipios, la Portabilidad Numérica, al menos en los primeros años de implementación, podría no tener efecto alguno. El 12% de los mercados se caracteriza por HHI's en el rango equivalente entre duopolio y monopolio. Finalmente, hay un 1% de los municipios con un HHI menor a 5.000.

Figura 18. Municipios por nivel de HHI



Fuente: Colombia TIC – MINTIC – Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Figura 19 Distribución HHI por tamaño de municipio, según número de líneas al 31 de diciembre de 2013⁵⁴



Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Si se analiza la distribución del índice por el tamaño de los municipios, se puede observar que la concentración aumenta en tanto los municipios disminuyen su tamaño, en términos de líneas. En la Figura 19 (el grupo 4 corresponde a los municipios con menos de 10.000 líneas residenciales, el 3 a un número de líneas entre 10.000 y 50.000, el grupo 2 de 50.000 a 200.000 y el 1 a más de 200.000 líneas) el grupo con los municipios más grandes tiene proporcionalmente los niveles de HHI más bajos. Por su lado, el grupo con los municipios más pequeños, que constituye la mayoría de estos, está compuesto en una gran mayoría por monopolios. Esto tiene sentido pues los mercados más grandes tienden a ser más atractivos y sus economías de escala son mayores.

La Tabla 34⁵⁵ ayuda a entender la complejidad de la conformación de los mercados geográficos en TPBCL. Así como UNE es el mayor operador en términos de tráfico y líneas a nivel nacional, sólo es el operador de mayor tamaño en 21 municipios. COLTEL, por su parte, es el mayor operador de TPBCL en 834 municipios que representan el 81% de las localidades con el servicio. Como se mencionó en el capítulo anterior, esta empresa integró todos los antiguos mercados de Telecom y sus teleasociadas. En muchos casos, se trata de mercados pequeños con un solo operador y donde los rivales, probablemente, no

⁵⁴ El grupo 4 corresponde a los municipios con menos de 10.000 líneas residenciales, el 3 a un número de líneas entre 10.000 y 50.000, el grupo 2 de 50.000 a 200.000 y el 1 a más de 200.000.

⁵⁵ Se incluyen sólo las 7 empresas más grandes.

han encontrado rentable competir. La empresa que le sigue a COLTEL en este sentido es EDATEL; la cual se conformó como una empresa de TPBCL y TPBCLE para los municipios de Antioquia y posteriormente se expandió a departamentos de Córdoba, Sucre, Santander y Cesar. En el otro extremo se ubica TELMEX que, aun cuando tiene una gran participación nacional en términos de líneas, sólo es el operador con participación mayoritaria en un municipio (Mosquera).

Tabla 34. Municipios como mayor operador (Líneas)

Empresa	2012	% Municipios	2013	% Municipios	2014	% Municipios
Coltel	834	81%	837	81%	822	81%
Edatei	135	13%	140	14%	142	14%
UNE EPM	21	2%	21	2%	21	2%
ETB	8	1%	7	1%	8	1%
Emcali	3	0%	3	0%	3	0%
Teleb/manga	3	0%	3	0%	3	0%
Telmex	2	0%	1	0%	1	0%

Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Cuando se mira el mismo indicador para tráfico, se observa que las empresas con amplia cobertura geográfica pierden el primer lugar en varios de los municipios, lo que sugiere que las entrantes capturan los usuarios de mayor demanda. Este fenómeno es consistente con estrategias de desceme del mercado, bajo las cuales los competidores ingresan al mercado concentrando su atención en los usuarios de mayor tráfico. Es interesante, por ejemplo, ver como TELMEX que tenía participación mayoritaria solamente en un municipio, al considerar el número de líneas, es el operador de mayor tamaño en 5 municipios, cuando el cálculo se hace a partir del tráfico.

Tabla 35. Municipios como mayor operador (Tráfico)

Empresa	2012	% Municipios	2013	% Municipios	2014	% Municipios
Coltel	794	81%	768	80%	726	79%
Edatei	119	12%	130	13%	130	14%
UNE EPM	23	2%	23	2%	23	3%
ETB	13	1%	15	2%	15	2%
Telmex	3	0%	6	1%	5	1%
Emcali	3	0%	3	0%	3	0%
Teleb/manga	3	0%	3	0%	3	0%

Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Se constata, además, que cuando el análisis se lleva a cabo para la muestra de municipios con más de 50.000 líneas, la distribución se vuelve más uniforme. Así, por ejemplo, COLTEL continúa siendo el operador con dominancia en el mayor número de municipios, pero el porcentaje de municipios baja del 81% al 32%.

Tabla 36. Mayor operador en municipios con más de 50.000 líneas (Líneas)

Empresa	2012	% Municipios	2013	% Municipios	2014	% Municipios
COLTEL	7	32%	7	32%	7	32%
UNE EPM	5	23%	5	23%	5	23%
ETB	2	9%	2	9%	2	9%
Teleb/manga	2	9%	2	9%	2	9%
METROTEL REDES	0	0%	0	0%	2	9%
ET PEREIRA	1	5%	1	5%	1	5%
ET POPAYAN	1	5%	1	5%	1	5%
ET PALMIRA	1	5%	1	5%	1	5%
EMCALI	1	5%	1	5%	1	5%
METROTEL	2	9%	2	9%	0	0%

Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Pensando en la probable implementación de la Portabilidad Numérica en telefonía fija, conviene hacer un análisis con más detalle en las mayores ciudades del país.

En Bogotá⁵⁶ el grado de concentración es alto, similar al de un duopolio, pero se ha venido reduciendo. ETB, la empresa con mayor número de líneas y tráfico ha venido cediendo participación. En términos de líneas, el operador que más ha ganado es TELMEX y, en términos de tráfico, es UNE.

Tabla 37. Evolución de la estructura del mercado en Bogotá

BOGOTA					
Año	Empresa	Market share (líneas)	Market share (tráfico)	HHI (líneas)	HHI (tráfico)
2012	ETB	68.2%	59.9%	5063	4386
2012	Telmex	17.5%	26.5%	5063	4386
2012	Coltel	7.2%	6.8%	5063	4386
2012	UNE EPM	7.0%	6.6%	5063	4386
2013	ETB	63.4%	57.8%	4593	4194
2013	Telmex	21.6%	27.2%	4593	4194
2013	Coltel	7.6%	7.2%	4593	4194
2013	UNE EPM	7.3%	7.6%	4593	4194
2014	ETB	59.9%	56.5%	4286	4025
2014	Telmex	23.7%	26.2%	4286	4025
2014	UNE EPM	8.2%	9.3%	4286	4025
2014	Coltel	8.1%	8.0%	4286	4025

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

El grado de concentración en Medellín es muy elevado, si se tiene en cuenta el tamaño del mercado. Para el 2012 el HHI de Medellín era casi el de un monopolio. En los tres últimos años TELMEX ha competido activamente, incrementando su participación del 7% al 11%

⁵⁶ Se excluyeron del análisis operadores con menos del 1% del mercado.

en líneas y del 3% al 14% en tráfico. No obstante, el HHI para el primer trimestre del 2014 sigue siendo muy elevado.

Tabla 38. Evolución de la estructura del mercado en Medellín

MEDELLIN					
Año	Sigla	Market share (líneas)	Market share (tráfico)	HHI (líneas)	HHI (tráfico)
2012	UNE EPM	93%	97%	8692	9391
2012	Telmex	7%	3%	8692	9391
2013	UNE EPM	90%	90%	8185	8137
2013	Telmex	10%	10%	8185	8137
2014	UNE EPM	88%	86%	7937	7533
2014	Telmex	11%	14%	7937	7533

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

En Cali también la empresa con mayor participación en el mercado es de carácter municipal. En este municipio, sin embargo, la presencia de los competidores es más fuerte, lo que se traduce en un HHI más bajo que las ciudades anteriormente reportadas y, además, decreciente. EMCALI ha cedido participación especialmente a TELMEX.

Tabla 39. Evolución de la estructura del mercado en Cali

CALI					
Año	Empresa	Market share (líneas)	Market share (tráfico)	HHI (líneas)	HHI (tráfico)
2012	Emcali	65%	61%	4647	4317
2012	Telmex	15%	23%	4647	4317
2012	Coltel	8%	11%	4647	4317
2012	Unitel	8%	2%	4647	4317
2012	UNE EPM	3%	4%	4647	4317
2013	Emcali	60%	55%	4048	3883
2013	Telmex	18%	26%	4048	3883
2013	Coltel	8%	10%	4048	3883
2013	Unitel	7%	1%	4048	3883
2013	UNE EPM	7%	7%	4048	3883
2014	Emcali	57%	53%	3844	3684
2014	Telmex	20%	27%	3844	3684
2014	Coltel	8%	9%	3844	3684
2014	UNE EPM	7%	10%	3844	3684
2014	Unitel	7%	1%	3844	3684

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

De las ciudades analizadas, Barranquilla es la que presenta un menor grado de concentración y es la única en la que TELMEX no es el segundo operador de mayor tamaño⁵⁷. Metrotel ha venido perdiendo participación frente a TELMEX y UNE.

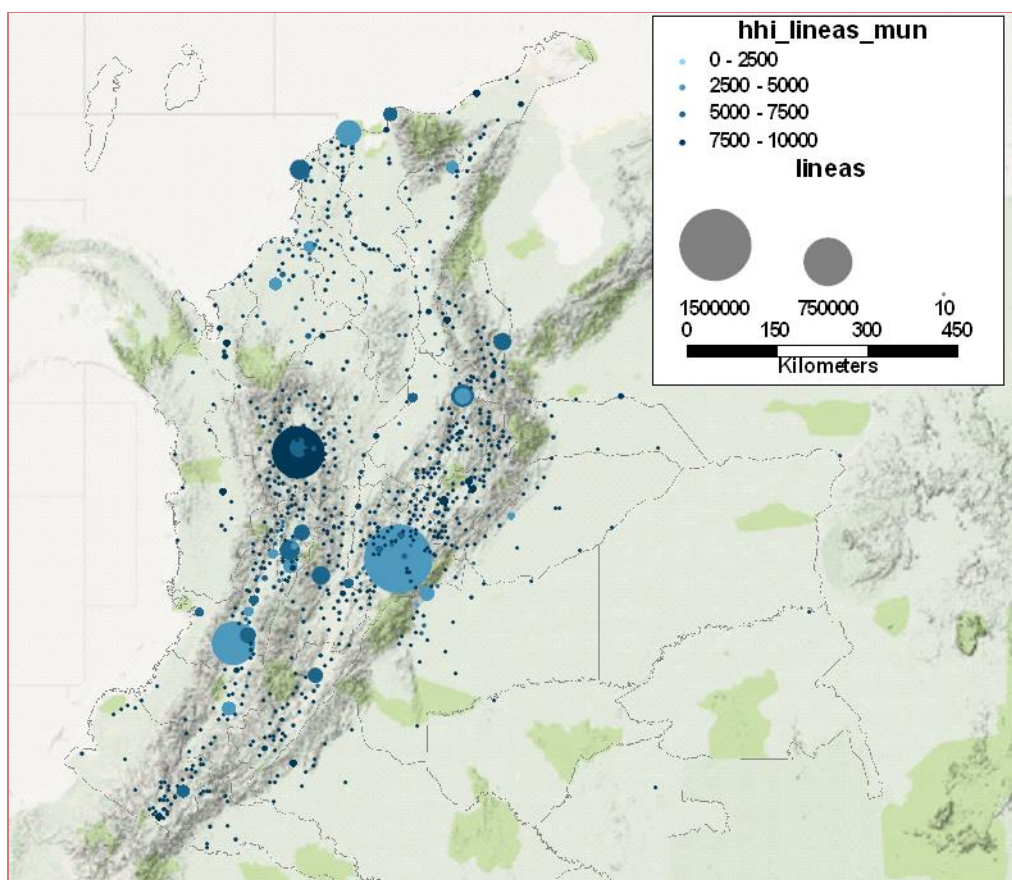
Tabla 40. Evolución de la estructura del mercado en Barranquilla

BARRANQUILLA					
Año	Sigla	Market share (líneas)	Market share (tráfico)	HHI (líneas)	HHI (tráfico)
2012	Metrotel	44%	45%	3391	3444
2012	Coltel	33%	31%	3391	3444
2012	Telmex	18%	20%	3391	3444
2012	UNE EPM	5%	3%	3391	3444
2013	Metrotel	58%	43%	2358	2871
2013	Coltel	21%	28%	2358	2871
2013	Telmex	14%	22%	2358	2871
2013	UNE EPM	7%	7%	2358	2871
2014	Metrotel	40%	42%	2978	3057
2014	Coltel	29%	28%	2978	3057
2014	Telmex	20%	21%	2978	3057
2014	UNE EPM	11%	9%	2978	3057

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Para formarse una idea del nivel de concentración a lo largo de todo el territorio nacional, En la Figura 20, se incluyó el mapa que ilustra el HHI en el servicio de TPBCL en las distintas cabeceras municipales. A medida que se oscurece el color, el indicador es más alto y, a medida que el círculo es más grande, indica un mayor número de líneas en el municipio. En general, los municipios periféricos, como se ha mencionado, tienen una concentración alta y, los municipios cercanos a las ciudades grandes tienden a tener concentraciones menores. Sin embargo, el caso de Antioquia es particular, en la medida que la cocentración alta se mantiene para casi todos los municipios; incluso Medellín. Se observan mercados más desconcentrados en el Valle del Cauca, la zona cafetera, Cundinamarca y algunas zonas de la costa atlántica.

Figura 20. Mapa con nivel de HHI en líneas en los municipios

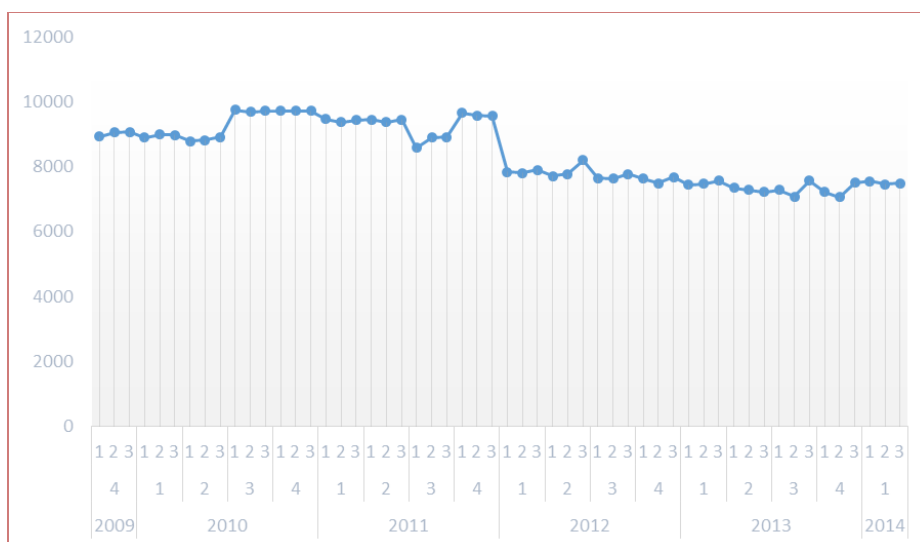


Fuente: Mapa elaborado por Unión Temporal Tachyon - Zagreb, a partir de los datos del sistema SII Colombia TIC - MINTIC

Como conclusión, el mercado de TPBCL es bastante concentrado pero está expuesto a un creciente nivel de competencia, sobre todo en los mercados grandes. La concentración está determinada por las economías de escala de este negocio, bajo las cuales la prestación por un solo operador genera menores costos unitarios. La competencia, por su parte, está determinada por la convergencia tecnológica y la posibilidad de que redes destinadas a otros servicios se habiliten para prestar telefonía fija. De cualquier forma, el análisis muestra que la Portabilidad Numérica puede tener un espacio importante para dinamizar los procesos de competencia que se evidencian en los mercados.

Por otro lado, ampliando el análisis del mercado de telefonía fija más allá de la local, se observa que, por ejemplo, el mercado de TPBCLE es más concentrado. Los niveles de HHI en las diferentes rutas origen-destino ponderados por tráfico son más altos que en la telefonía fija local por municipio. Aunque hay una tendencia a la baja, en el periodo entre el 2009 y el primer trimestre de 2014, los niveles siguen manteniéndose del orden de 8.000, lo cual es casi un monopolio.

Figura 21 HHI ponderado por origen-destino en TPBCLE



Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Sin embargo, si se analiza la distribución de las rutas por niveles de HHI, estas parecen estar mejor distribuidas que en TPBCL. El porcentaje de rutas monopólicas es del 59% que, a pesar de ser un porcentaje alto, es mucho menor que en telefonía local. Este fenómeno de un HHI ponderado más alto pero una mejor distribución en los niveles de HHI por origen-destino puede explicarse si las rutas con mayor tráfico están distribuidas hacia la derecha del gráfico, a saber, están más concentradas. Es decir que, si bien en TPBCLE hay un menor porcentaje de rutas con niveles de HHI altos que en TPBCL, estas rutas tienden a ser más importantes y, por tanto, ponen más peso en el ponderador.

Figura 22 Distribución en niveles de HHI de origen-destino TPBCLE (Diciembre de 2013)

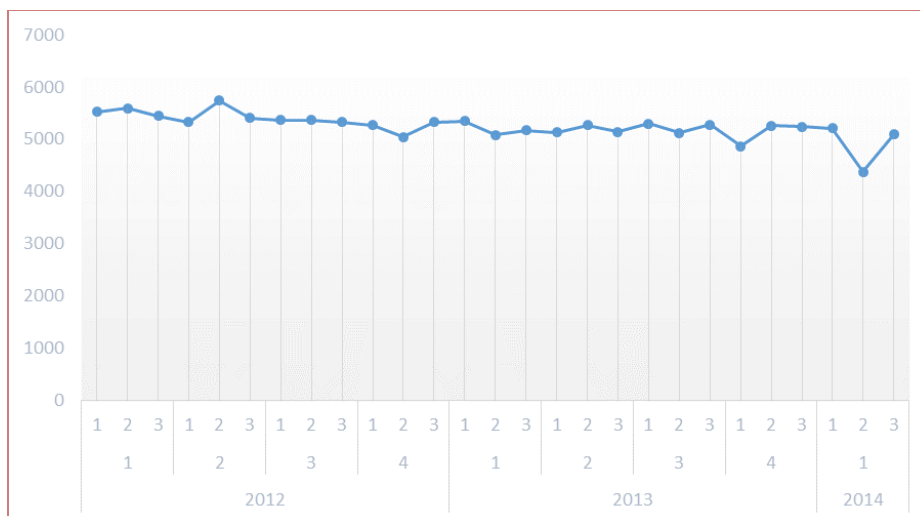


Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Por otro lado, los niveles ponderados de HHI por tráfico de rutas en larga distancia nacional son similares a los de la telefonía local. El índice de concentración se mantiene relativamente constante a lo largo del periodo comprendido entre enero del 2012 y marzo

del 2014; alrededor de 5.500. Si se tiene en cuenta este indicador ponderado, la LDN en el país se asemeja a la estructura de un duopolio en los diferentes pares de origen-destino.

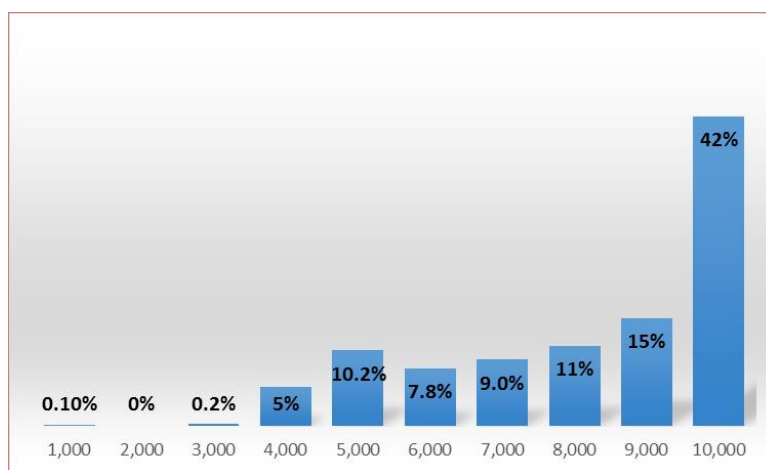
Figura 23 HHI ponderador por origen-destino LDN



Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

El mercado de la larga distancia nacional es el que mejor está distribuido por niveles de HHI. Como se ve en la Figura 24, el porcentaje de rutas monopólicas es casi la mitad que en TPBCL y en todos los niveles inferiores el porcentaje es mayor. Sin embargo, el hecho de que el nivel de HHI ponderado esté en el mismo nivel que la telefonía fija indica que, así como en la LE, hay rutas importantes que tienen alta concentración.

Figura 24 Distribución en niveles de HHI de origen-destino LDN - Diciembre de 2013



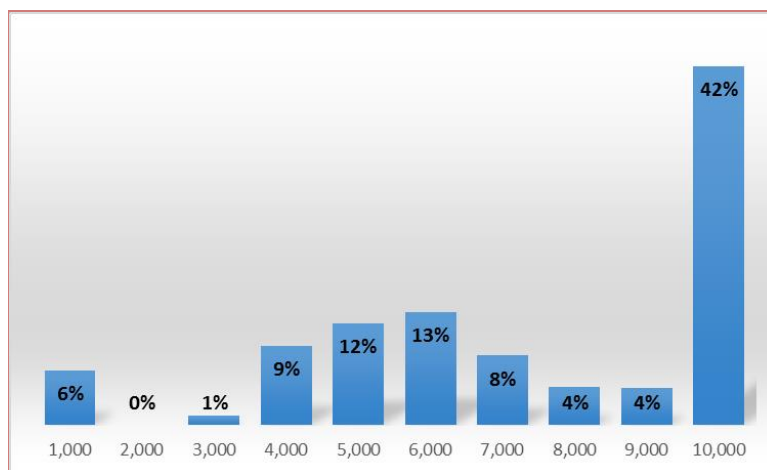
Fuente: Colombia TIC – MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon – Zagreb

5.2.2 Internet Fijo

Para el caso de Internet, el 42% de los municipios tiene un HHI de 10.000. Como se dijo, en estos municipios los usuarios no tienen un operador alternativo al cual cambiarse. Por

otro lado, el 42% de los mercados se caracteriza por HHI's en niveles en el rango entre duopolio y monopolio. Finalmente, un 17% de los municipios presenta un HHI menor a 5.000. Esto muestra una menor concentración en el caso de internet que en el de TPBCL; el porcentaje de municipios con estructura monopólica se reduce a menos de la mitad.

Figura 25 . Municipios por nivel de HHI



Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

El HHI a nivel nacional en internet es muy similar al que se ve en telefonía fija pero, como se ha dicho, este indicador no es diciente sobre el nivel de concentración real en los diferentes mercados relevantes. Sin embargo, se presenta como referencia.

Tabla 41. HHI internet

Internet	HHI	Variación
2010	1,805	-
2011	1,970	9%
2012	2,128	8%
2013	2,149	1%
2014	2,242	4%

Fuente: Cálculos Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de los datos del sistema Colombia TIC - MINTIC

El siguiente cuadro presenta el indicador ponderado por suscriptores. La Tabla 42 indica que el país tiene un promedio ponderado de los HHI municipales de concentración alta. Sin embargo, este nivel es más bajo que en el caso de la telefonía fija, con HHI's, en los últimos años, por debajo del nivel duopólico. Se observa que el índice ha venido disminuyendo, lo que indica que también está aumentando la competencia en este mercado.

Tabla 42. HHI ponderado Internet

Internet	HHI	Variación
2010	5,008	-
2011	4,886	-2.4%
2012	4,798	-1.8%
2013	4,669	-2.7%
2014	4,678	0.2%

Fuente: Cálculos Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de los datos del sistema Colombia TIC - MINTIC

Actualmente, el mayor operador (según número de conexiones) en el caso de internet es TELMEX, que superó a UNE en el 2012. Esto indica dinamismo en el mercado, especialmente si se tiene en cuenta que TELMEX es un competidor relativamente nuevo. Por otra parte, ha crecido la participación que le corresponde al operador dominante, pero este aumento ha venido desacelerando.

Tabla 43. Operador de mayor tamaño en internet

Operador mayor (Internet)	2010	2011	2012	2013	2014
Suscriptores	634,218	926,473	1,161,993	1,432,867	1,494,665
Market share	0.24	0.27	0.29	0.31	0.32
Empresa	UNE	UNE	Telmex	Telmex	Telmex
Cambio	-	15%	9%	6%	3%

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

En la Tabla 44 se valida el resultado según el cual el mercado de internet está mejor repartido que en telefonía fija. COLTEL pierde su posición como la empresa con más municipios como operador con participación mayoritaria y el número de municipios es considerablemente menor. Un caso particular es el de Azteca Comunicaciones que parece estar ganando terreno en el mercado rápidamente⁵⁸; pasa de 75 municipios a 239 en dos años y supera a COLTEL en el 2014 (228 municipios). Cabe mencionar, además, que Azteca tiene más presencia que COLTEL. El primero está presente en 876⁵⁹ municipios y, el segundo en 429. Luego de estos dos sigue EDATEL con 142 municipios. UNE, por su parte, tiende a perder municipios a lo largo del tiempo. En general, se puede decir que el mercado de internet parece ser más dinámico que el de TPBCL, en este caso, por las amplias variaciones en municipios a lo largo del tiempo.

⁵⁸ Azteca Comunicaciones fue adjudicatario de la concesión para extender el *backbone* de Fibra Óptica a todos los municipios del país. Como parte de sus obligaciones contractuales, la empresa debe ofrecer internet gratuito en algunas comunidades a las que, en su mayoría, accede por medio de tecnologías inalámbricas. Desde este punto de vista, la participación de Azteca Comunicaciones no responde a una estrategia de mercado sino a unos requisitos de cobertura y en un entorno subsidiado. Por otra parte, estrictamente hablando, la empresa no compete en el mercado de internet fijo.

⁵⁹ Azteca comunicaciones aparece reportado como dos empresa, Azteca Comunicaciones y TV Azteca. Cada una está reportada como presente en 346 municipios y 530 municipios, respectivamente.

Tabla 44. Municipios como mayor operador

Empresa	2012	% Municipios	2013	% Municipios	2014	% Municipios
Azteca	75	8%	126	12%	239	24%
COLTEL	218	23%	224	21%	228	23%
EDATEL	141	15%	142	13%	142	14%
AXESAT	61	6%	15	1%	38	4%
UNE EPM	70	7%	31	3%	36	4%
TELMEX	29	3%	33	3%	29	3%
ETB	6	1%	74	7%	10	1%
GILAT	118	12%	132	12%	0	0%

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

La Tabla 45 aplica un filtro que toma sólo los municipios con más de 10.000 suscriptores a internet. La tabla muestra que el número de municipios por operador es más estable a lo largo de los años que en la Tabla 44 anterior. Esto puede mostrar que en estos mercados el agente con participación mayoritaria está más consolidado. Adicionalmente, cuando se aplica este filtro, COLTEL deja de ser la empresa con mayor participación en más municipios y este puesto pasa a ser ocupado por UNE. Esto tiene sentido, si se considera que internet está basado en tecnologías más nuevas y las redes de TPBCL no dan una ventaja absoluta. Adicionalmente, Azteca se excluye de la lista pues sólo tiene 1371 suscriptores entre todos los municipios donde es el mayor operador⁶⁰.

Tabla 45 . Mayor operador en municipios con más de 10.000 suscriptores

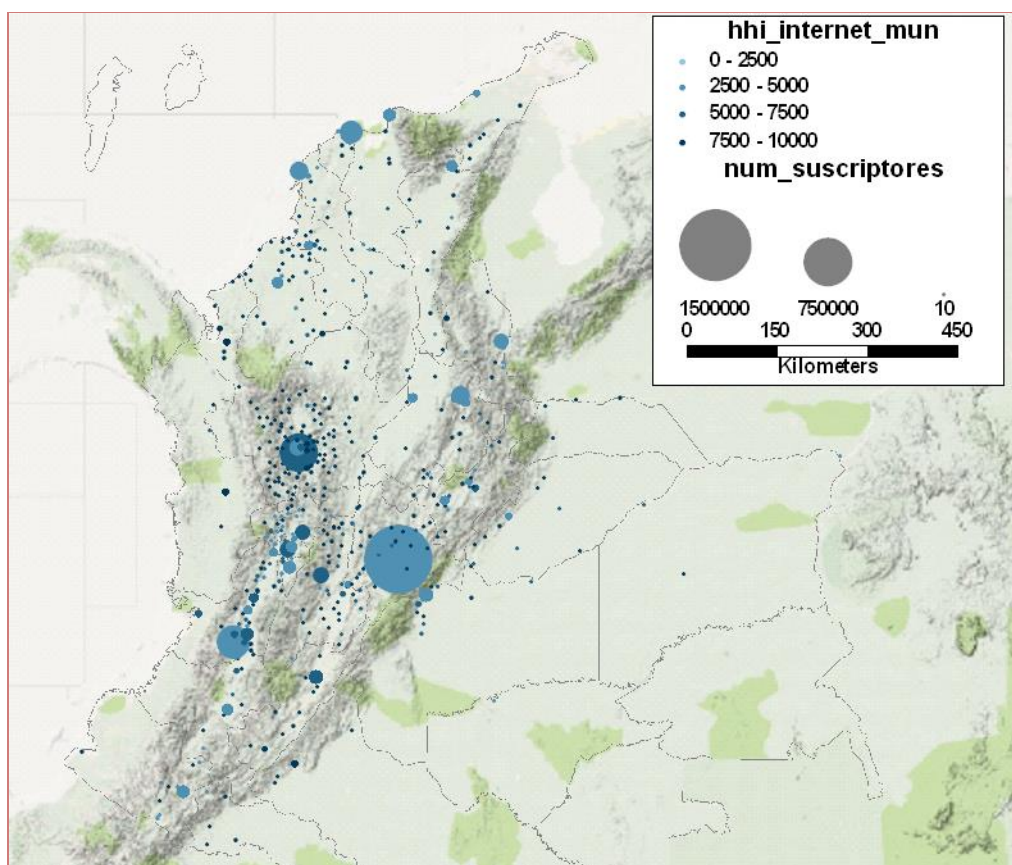
Empresa	2012	% Municipios	2013	% Municipios	2014	% Municipios
COLTEL	13	30%	18	33%	19	35%
UNE EPM	15	34%	16	30%	16	6%
TELMEX	9	20%	15	28%	15	27%
Teleb/manga	3	7%	3		3	5%
METROTEL REDES	2	5%	2	4%	2	4%
ETB	2	5%	0	0%	0	0%
ET PEREIRA	0	0%	0	0%	0	0%
EMCALI	0	0%	0	0%	0	0%

Fuente: Colombia TIC - MINTIC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

En la Figura 26, se puede ver, al igual que en telefonía, el nivel de HHI en los diferentes municipios y su distribución geográfica. Se observa que hay una cobertura geográfica menor en internet que en TPBCL. Además, hay una menor cantidad de municipios con estructuras monopólicas. Como en el caso de la TPBCL, los municipios con menor concentración se agrupan alrededor de ciudades como Bogotá, Barranquilla y Cali. Así mismo, se ve una concentración relativamente baja en las ciudades más importantes de los santanderes y, de nuevo, los municipios alrededor de Medellín, en su mayoría, presentan estructuras altamente concentradas.

⁶⁰ En promedio, en estos municipios, tiene una participación del 72%, lo cual indica que son municipios pequeños.

Figura 26. Mapa con nivel de HHI de internet en los municipios



Fuente: Elaborado por Unión Temporal Tachyon - Zagreb, a partir de los datos del MINTIC

Como conclusión, el mercado de internet está menos concentrado que el de TPBCL. Sin embargo, la concentración sigue siendo alta y el análisis de las economías de escala se mantiene. En general, y como es de esperarse, los principales operadores de internet son los mismos que los de TPBCL, lo cual puede ser explicado por las economías de alcance. Este mercado es más dinámico y presenta más cambios en la estructura de los mercados de las grandes ciudades. Esto refuerza la hipótesis según la cual la Portabilidad Numérica puede promover el dinamismo de la competencia en los mercados de telecomunicaciones por redes, sobre todo en un ambiente de empaquetamiento.

5.2.3 Televisión por suscripción nacional

Para los años 2012 y 2013 sólo se pudo calcular un HHI nacional. Aunque este por sí mismo no aporta mucha información, sí permite constatar que este servicio está aún más concentrado que telefonía fija e Internet. Si bien es posible observar que el índice disminuye entre 2012 y 2013, esta particularidad no es muy dicente de la estructura del mercado por las razones antes explicadas y porque la serie de tiempo es muy corta. No obstante, para el año 2014 sí se pudo calcular un HHI ponderado que da un mejor indicio del nivel de concentración en este mercado. Este indicador ponderado está en un nivel de

5.310 y muestra niveles de concentración más altos que en internet pero similares a los de TPBCL; incluso un poco más bajos.

Tabla 46. HHI Televisión por suscripción

TV	HHI	HHI P
2012	2,971	-
2013	2,853	-4%
2014		5,310

Fuente: ANTV – CRC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

En este caso, el operador más grande de televisión por suscripción es TELMEX con una participación del 44% en 2013, probablemente porque su entrada al mercado se dio a través de la compra de redes de televisión que luego adaptó para otro tipo de servicios. La participación del mayor operador en este caso es la más alta de los tres mercados. Cabe decir que el tercer operador más grande en este servicio es DIRECTV, el cual se basa en tecnologías satelitales que no le permite ser competitivo para prestar los servicios de TPBCL e internet⁶¹.

Tabla 47. Operador mayor Televisión por suscripción

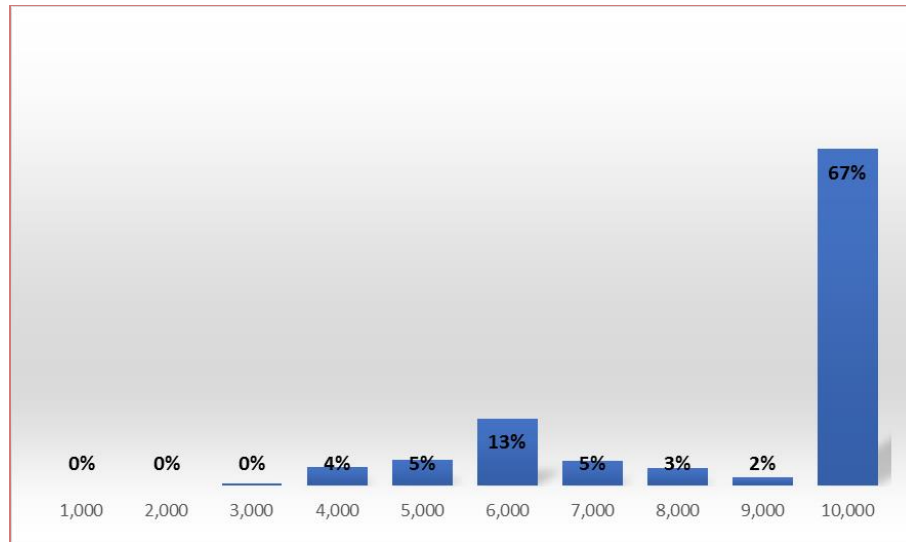
Operador mayor	2012	2013
Market share	0.45	0.44
Empresa	TELMEX	TELMEX
Cambio	-	-4%

Fuente: ANTV – CRC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

En cuanto a la distribución de los municipios para este mismo año en niveles de HHI, se observa que efectivamente la televisión parece ser un punto medio entre la telefonía fija y el internet. Sigue existiendo, en este caso, una gran cantidad de municipios con estructura monopólica, pero el porcentaje es menor que en telefonía fija local. De hecho, la forma de la distribución es más similar a la de internet, lo cual podría ser explicado por una relación entre estos dos servicios a nivel del empaquetamiento.

⁶¹ Si bien, puede anotarse que el año pasado DIRECTV obtuvo licencia para uso de espectro radioeléctrico 4G, lo cual podría permitirle la provisión de servicios de TPBCL e internet para complementar su oferta.

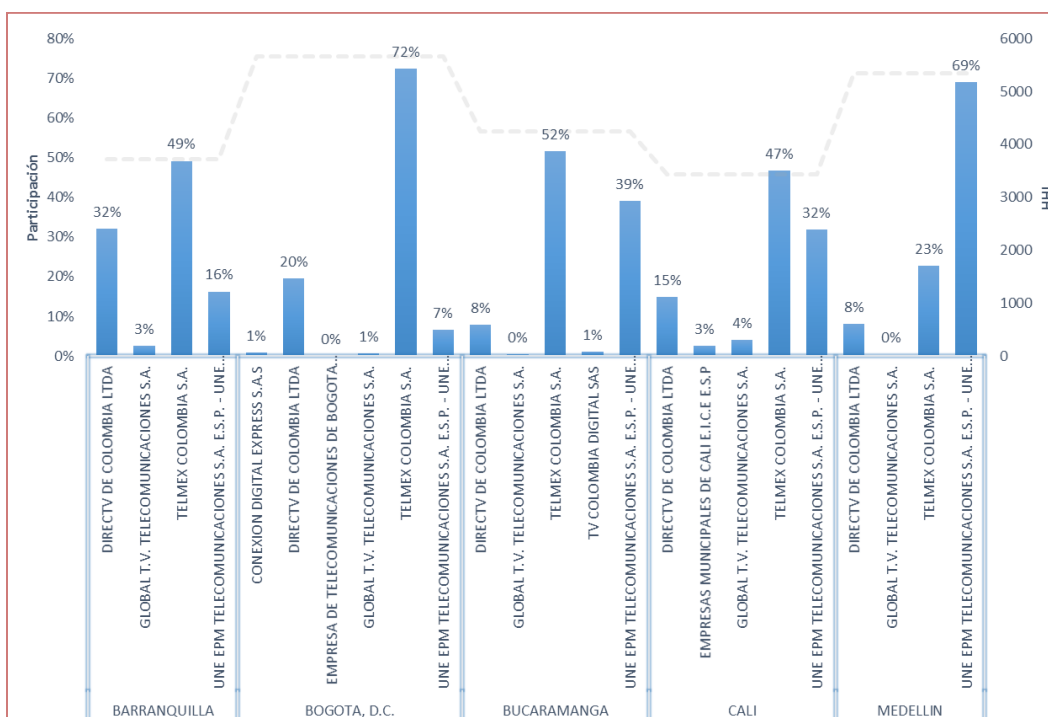
Figura 27 Distribución de municipios por nivel de HHI en televisión por suscripción a 31 de diciembre de 2013



Fuente: CRC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Si se mira, de forma más detallada, la estructura de mercado para este servicio en las principales ciudades, se confirma que el gran jugador en televisión por suscripción es Telmex. Salvo por Medellín donde es UNE, este operador es el más grande en las principales ciudades. Adicionalmente, dado que estos dos jugadores compiten en otros mercados como el de internet, se podría sostener la hipótesis de una relación entre estos dos servicios a través del empaquetamiento.

Figura 28 Market share - HHI de la televisión por suscripción por ciudad a diciembre 31 de 2013



Fuente: CRC. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Hay que tener en cuenta que si se excluye la oferta de televisión regional y municipal, el número de oferentes a nivel nacional es menor que en internet y TPBCL. Los cuatro primeros operadores concentran el 96% del mercado y, de estos, los que también participan en otros mercados tienen el 77% del mercado. Dada esta estructura, es posible decir que probablemente la Portabilidad Numérica tendrá sobre todo efectos en la competencia a través de los mercados de internet y TPBCL. Sin embargo, el empaquetamiento hace que un mayor dinamismo en estos otros mercados pueda traer, a su vez, mayor competencia en el mercado de la TV por suscripción.

5.2.4 Ingresos

Adicionalmente, se hizo un análisis del nivel de concentración a partir de los ingresos de los operadores en cada uno de los mercados (TV por suscripción, TPBCL e Internet). Se observa en la Tabla 48 que el índice de HHI a nivel nacional es similar calculado por ingresos y por usuario. Cabe resaltar que si se estima un índice agregado de todos los ingresos sin discriminar por servicios, la concentración aumenta considerablemente. Sin embargo, el HHI agregado se reduce entre el 2013 y el 2014. Es posible que este último cambio esté relacionado con la fuerte competencia que ha hecho Telmex en el mercado de internet. Lo último se puede ver entre el 2013 y el 2014 respecto al operador mayor en este servicio; en términos de ingresos, Coltel cede fuertemente posición en el mercado frente a Telmex y, probablemente, frente a otros operadores. La situación se repite a nivel agregado. Como se vio previamente, Telmex parece ser el actor que más está dinamizando las estructuras de mercado en este momento.

Tabla 48 HHI por ingresos y servicio

HHI Ingresos	TF		Internet		TV		Agregado	
2012	2,109	-	1,976	-	-	-	4,219	-
2013	2,009	-5%	2,138	8%	-	-	4,763	13%
2014	2,445	22%	2,450	15%	3,344	-	3,892	-18%

Operador mayor	2012		2013		2014	
	Market share	Empresa	Market share	Empresa	Market share	Empresa
TF	0.33	ETB	0.28	ETB	0.38	ETB
Internet	0.34	COLTEL	0.33	COLTEL	0.42	TELMEX
TV	-	-	-	-	0.48	TELMEX
Agregado	0.23	UNE	0.25	COLTEL	0.32	TELMEX

Fuente: Colombia TIC – Mintic. Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

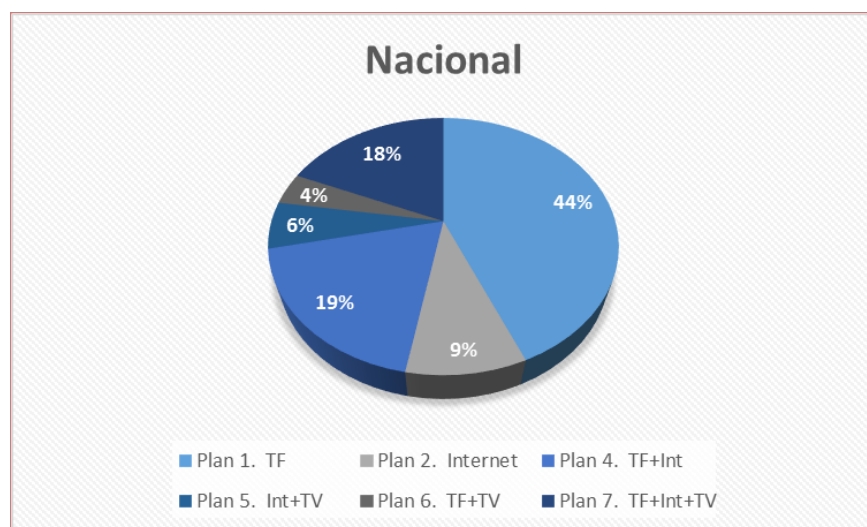
5.3 Empaquetamiento de servicios

La tendencia creciente de empaquetar los servicios en planes doble play (TPBCL/Internet, TV/Internet y TPBCL/TV) o triple play (TV/Internet/TPBCL) crea una interdependencia en las estrategias comerciales y en la evolución de la estructura del mercado para los tres servicios fijos. Desde este punto de vista, si la Portabilidad Numérica remueve barreras de cambio y costos de transacción en el mercado de TPBCL, esto puede tener efectos en la dinámica de mercado de los otros servicios. Las siguientes figuras (Figura 29, Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33) presentan un resumen del grado de empaquetamiento a nivel nacional y en las ciudades más grandes del país⁶².

En el agregado nacional, al final de 2012, el 43% de los suscriptores aún contratan la telefonía fija en forma independiente. Un 19% está suscrito a un plan que abarca los tres servicios y un 11% contrata el internet de forma exclusiva. El porcentaje restante, se distribuye entre las distintas combinaciones de doble play.

⁶² Estos gráficos se elaboraron a partir de la información que reportan los operadores en el formato 5 de la CRC. Este reporte agrupa casi 6 millones de suscriptores. Los gráficos de participación se construyeron estimando la proporción de usuarios suscritos a cada tipo de plan (independiente, doble play o triple play). No sobra recordar que cada tipo está compuesto por un número grande de planes específicos.

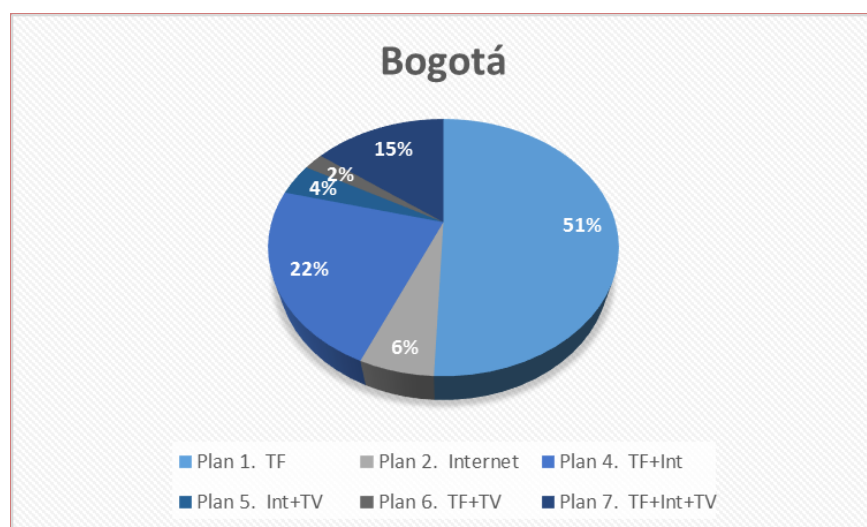
Figura 29 . Proporción de los planes empaquetados 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo)



Fuente: Colombia TIC – MINTIC- formato 5 de la Resolución CRC – 3496 de 2011

En Bogotá domina el plan independiente de telefonía fija y tiene una alta participación el plan doble play de telefonía con internet. El plan triple play abarca un 15% de los suscriptores y el resto se distribuye entre los otros planes.

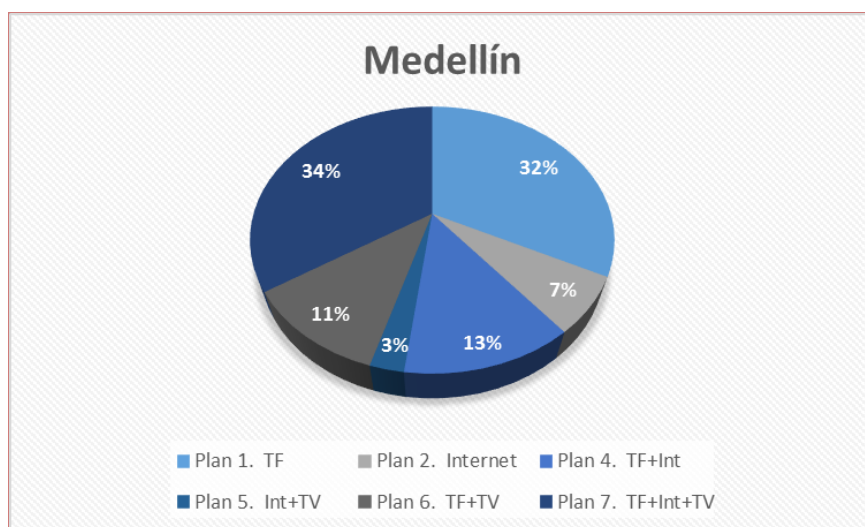
Figura 30. Proporción de los planes empaquetados en Bogotá 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo)



Fuente: formato 5 CRC

Una tercera parte de los suscriptores en Medellín están vinculados a planes de triple play. Esto puede tener alguna relación con la alta concentración en los mercados de TPBCL e internet. El siguiente plan en importancia es el plan de sólo telefonía.

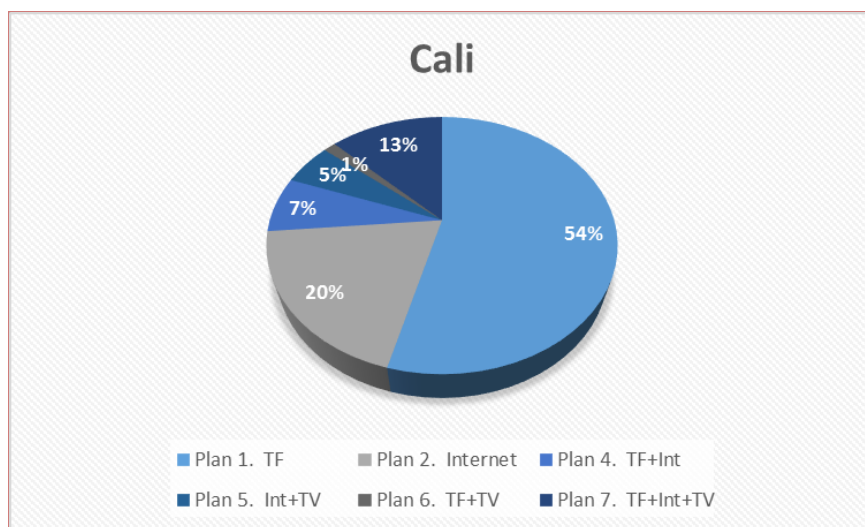
Figura 31. Proporción de los planes empaquetados en Medellín 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo)



Fuente: Colombia TIC – MINTIC- formato 5 de la Resolución CRC – 3496 de 2011

En Cali los dos planes principales son el de telefonía e internet por aparte. En este municipio los planes empaquetados tienen menos importancia que los vistos anteriormente.

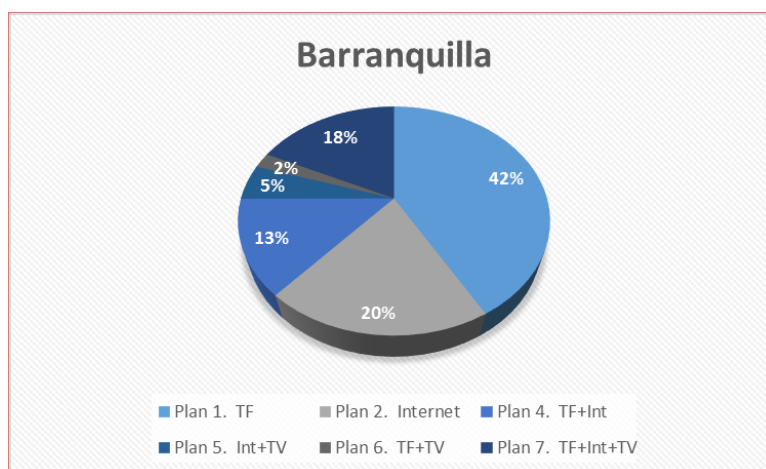
Figura 32. Proporción de los planes empaquetados en Cali 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo)



Fuente: Colombia TIC – MINTIC- formato 5 de la Resolución CRC – 3496 de 2011

En Barranquilla, similar a lo que pasa en Cali, tienen dominancia los planes aislados, tanto en TPBCL como en internet. El siguiente plan importante es el duo play de telefonía con internet.

Figura 33. Proporción de los planes empaquetados en Barranquilla 2012 (Telefonía Fija e Internet fijo)



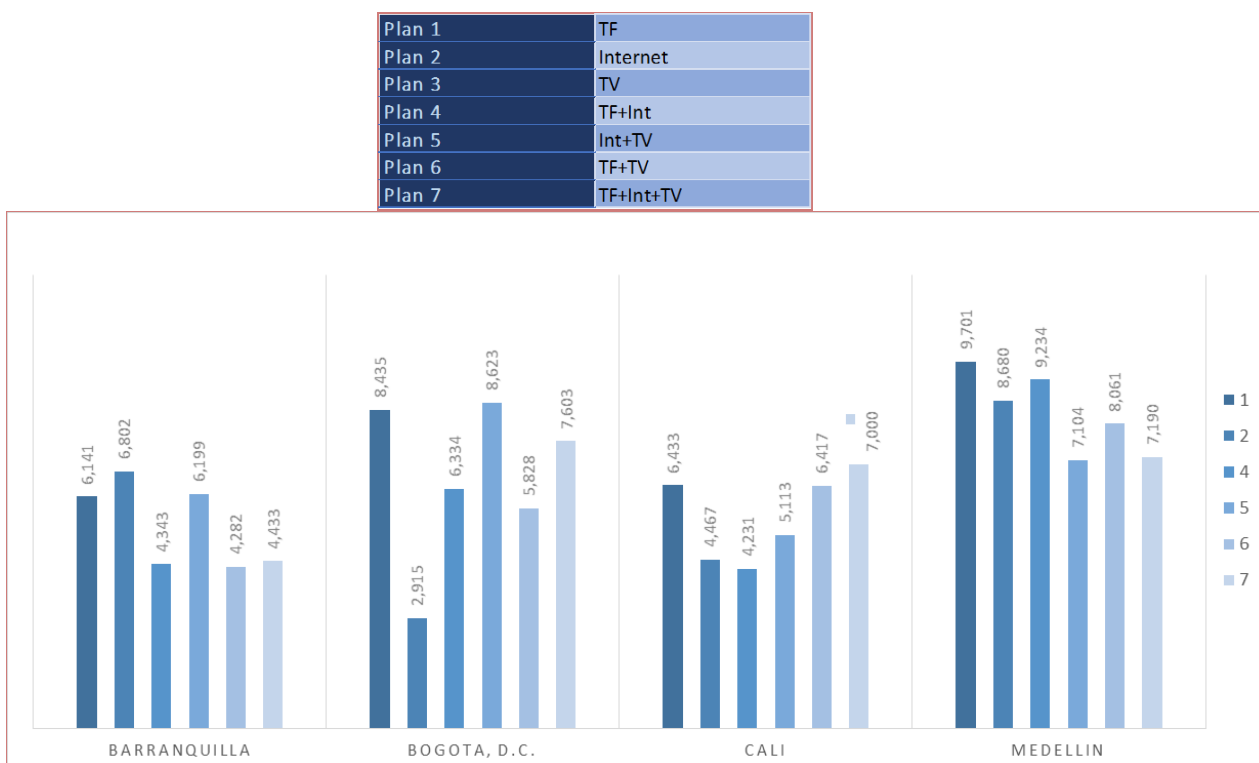
Fuente: Colombia TIC – MINTIC- formato 5 de la Resolución CRC – 3496 de 2011

Aunque este análisis es limitado, en términos de cobertura geográfica, ofrece alguna evidencia en el sentido en que la estructura del mercado en TPBCL e internet incide en la distribución de los usuarios en los diferentes tipos de plan. Así, por ejemplo, en Bogotá el operador de mayor tamaño en TPBCL no ofrece servicios de TV por suscripción⁶³ y, en consecuencia, el triple play no es un plan tan importante. De igual forma, en Medellín, donde el mercado está altamente concentrado en un operador que ofrece los tres servicios, se observa que el triple play es un plan con alta participación. Lo anterior refuerza el argumento según el cual la portabilidad numérica reduce costos de transacción en la migración entre operadores de TPBCL y, por lo tanto, puede incidir en una mayor dinámica en la competencia de los servicios por redes fijas.

Si se hace el ejercicio de calcular un índice de HHI por plan en las principales ciudades, se puede resaltar que, salvo en Bogotá, los niveles de concentración tienden a mantenerse en el mismo rango a lo largo de los planes. Por ejemplo, en Medellín, donde el HHI es casi monopolístico para telefonía fija, la concentración es alta para todos los planes. Esto indica que el empaquetamiento, en efecto, crea una correlación entre la concentración de los mercados de los diferentes servicios. El caso de Bogotá resulta anormal y esto se debe probablemente a que el operador con participación mayoritaria en telefonía ha perdido mucho terreno en el mercado de internet y no provee servicios de televisión por suscripción.

⁶³ Sin embargo, en 2014 ETB lanzó un servicio de TV a través de su nueva red de fibra óptica.

Figura 34 HHI por plan⁶⁴ en principales ciudades 3/4T2012⁶⁵



Fuente: Colombia TIC – MINTIC- formato 5 de la Resolución CRC – 3496 de 2011- Cálculos: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Con un análisis cruzado entre la concentración por plan y la importancia⁶⁶ de los planes en estas ciudades, se observa que para ciudades como Bogotá y Barranquilla los planes más importantes tienden a tener mayor concentración. Es difícil sacar una conclusión sólo a partir del análisis anterior, pero esto podría ser indicio de que el operador con participación mayoritaria tiene una posición fuerte en estos nichos.

5.4 Análisis de la estructura del mercado

Se intentó validar econométricamente la interdependencia entre los mercados de TPBCL e Internet⁶⁷. La Tabla 49 presenta las correlaciones entre las cuotas de mercado de estos dos servicios, para distintos tamaños de mercado. Como se observa en la tabla, esta correlación es particularmente elevada en municipios con más de 50.000 líneas de TPBCL. En otras palabras, para mercados relativamente grandes, se constata una relación

⁶⁴ El plan 3 no aparece en el gráfico ya que no se reportó este plan en el formato 5.

⁶⁵ Del formato 5 no se pudo extraer la información de todos los PRST para un mismo trimestre, así que se tomó la información de Coltel para el tercer trimestre del año, y para todos los otros PRST se tomó del cuarto trimestre.

⁶⁶ La importancia se entiende en términos del número de usuarios por plan en la respectiva ciudad.

⁶⁷ Para este ejercicio se cruzó la información de telefonía fija con la información de Internet de Colombia TIC-MINTIC.

estadística entre la cuota de mercado en TPBCL y la cuota de mercado en internet. La correlación se debilita a medida que se reduce el número de líneas. Este comportamiento puede obedecer a una estrategia de entrada en localidades menores dirigida al mercado de internet y, no tanto, al de telefonía fija. De hecho, en los mercados pequeños, el tráfico de telefonía local es más bajo, con lo cual el mercado de mayor rentabilidad es el de internet. En contraste en las ciudades grandes, los operadores buscan consolidar sus mercados aprovechando sus ventajas competitivas para apalancar los dos servicios sobre la misma red.

Tabla 49. Correlación Cuota de mercado internet vs. Cuota de mercado TPBCL 2012-2014

	Líneas	Tráfico
Internet	0.6648	0.6341
Internet (>50000 líneas)	0.8199	0.863
Internet (<50000 líneas)	0.6239	0.5865
Internet (<10000 líneas)	0.5269	0.4768

Fuente: Cálculo elaborado por Unión Temporal Tachyon - Zagreb, a partir de los datos de Colombia TIC - MINTIC

Si se replica el ejercicio con el HHI, se validan los resultados obtenidos a partir de cuotas de mercado (ver Tabla 51).

Tabla 50. Correlación HHI Internet vs. HHI TPBCL 2012-2014

	Líneas	Tráfico
Internet	0.554	0.5547
Internet (>50000 líneas)	0.8687	0.8647
Internet (<50000 líneas)	0.4842	0.4833
Internet (<10000 líneas)	0.3678	0.3642

Fuente: Cálculo elaborado por Unión Temporal Tachyon - Zagreb, a partir de los datos del MINTIC

Se llevó a cabo un ejercicio alternativo, buscando correlaciones entre las cuotas de mercado en internet y TPBCL, a nivel municipal, para los principales operadores. El ejercicio muestra que UNE es el operador que presenta un mayor número de coincidencias entre sus cuotas de mercado en telefonía e internet. Al parecer, este operador ha tenido mucho éxito explotando las economías de alcance para los dos servicios en los municipios donde está presente.

Tabla 51. Correlación Cuota de mercado en Internet vs. TPBCL por empresa 2012-2014

	Correlación
EPM	0.8952
Telmex	0.5432
Telefónica	0.4984
ETB	0.6567

Fuente: Cálculo elaborado por Unión Temporal Tachyon - Zagreb, a partir de los datos de Colombia TIC - MINTIC

Finalmente, se realizó un ejercicio econométrico para intentar determinar si el grado de concentración del mercado incide en los niveles tarifarios. En teoría, cuando un mercado está más concentrado, los operadores ostentan mayor poder de mercado, lo que les permite elevar el nivel de precios. Para validar esta hipótesis, en el caso de la TPBCL, se conformó un panel de datos que integra información para prácticamente todos los municipios del país en tres años⁶⁸. Se corrió una regresión de MCO⁶⁹, donde la variable dependiente son las tarifas promedio en TPBCL por municipio y, la variable independiente es el índice de HHI del municipio, para este servicio. En el modelo se controló por el número de líneas, para capturar el efecto que tiene sobre los costos y, en consecuencia sobre las tarifas, la escala del servicio. De igual forma, se incluyó una dummy para municipios de más de 50.000 líneas⁷⁰.

El ejercicio muestra que, al 99% de significancia estadística, el grado de concentración impacta las tarifas de forma positiva. Este resultado es importante porque muestra que si la portabilidad numérica incentiva la competencia y reduce la concentración de los mercados, puede tener efectos importantes en el bienestar.

⁶⁸ Información de internet y telefonía fija de Colombia TIC-MINTIC. En el caso de los suscriptores de TPBCL se tomó el mes del año con el mayor número de suscriptores. En el caso de los suscriptores de internet, se hizo el mismo procedimiento por trimestre. El ejercicio cubre el período 2012-2014.

⁶⁹ El panel de datos se corrió por mínimos cuadrados ordinarios. Las unidades de observación son los municipios y el panel cubre el período 2012-2014.

⁷⁰ El primer control por tamaño no fue significativo pero el segundo sí.

Tabla 52. Regresiones Tarifas - HHI⁷¹

VARIABLES	(1) Modelo 1	(2) Modelo 2	(3) Modelo 3
hhi_lineas_mun	17.79*** (1.026)	17.67*** (1.042)	17.00*** (1.060)
lineas_tot_mun		-0.00865 (0.0124)	
d_50lineas			-23,597*** (8,529)
Constant	-54,739*** (8,421)	-53,494*** (8,610)	-46,417*** (8,896)
Observations	570	570	570
R-squared	0.346	0.347	0.355
Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Fuente: Cálculo elaborado por Unión Temporal Tachyon – Zagreb – Formato 30 CRC.

5.5 Churn

A continuación se muestra el churn trimestral y anual en el país. Este fue calculado como el número de desconectados sobre el número de abonados al principio de cada trimestre, para los trimestres comprendidos entre el primero del 2011 y el cuarto del 2013⁷². Los promedios que se muestran en la Tabla 53 fueron ponderados por el número de abonados al principio del último trimestre por plan en cada uno de los operadores. El promedio de churn anual para el agregado de los planes que contienen servicio de telefonía es de 26.8%, cifra similar a la de los planes tomados por separado. La tasa es mayor para los planes empaquetados que para los planes que sólo incluyen telefonía. Estos niveles de churn son altos en comparación con otros países con características similares pero es consistente con los resultados de la encuesta de hogares, donde se encontró una notable juventud en las líneas de este sector.

⁷¹ El análisis se hizo a partir de un cruce de información entre la base creada por el consultor de índices de HHI por municipio en telefonía fija (a partir de la información de Colombia TIC-MINTIC) y la información del formato 30 provista por la CRC.

Modelo 1: Tarifa media_{mun} = α + β_1 HHI_{mun} + ε

Modelo 2: Tarifa media_{mun} = α + β_1 HHI_{mun} + β_2 lineas_{mun} + ε

Modelo 3: Tarifa media_{mun} = α + β_1 HHI_{mun} + β_2 d_50mil lineas_{mun} + ε

⁷² Esto se hizo de acuerdo a la información reportada por cada uno de los operadores a la CRC. En algunos casos no fue posible calcular el churn para algunos trimestres, así que se excluyó dicho trimestre del promedio del operador.

Tabla 53 Promedio del Churn

Churn	Trimestral	Anual
Agregado	6.7%	26.8%
TF	6.3%	25.2%
TF + Int	7.4%	29.5%
TF + TV	7.0%	28.1%
TF + Int + TV	7.8%	31.1%

Fuente: información reportada por operadores. Cálculos Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Parece haber una relación entre el nivel de churn y el tamaño del operador en términos de usuarios. Es más probable que los operadores pequeños tengan presencia, a su vez, en municipios menores donde es más frecuente que exista un monopolio. Esto, por razones evidentes, genera niveles de churn más bajos para estos operadores. La Portabilidad Numérica Fija podría aumentar estos niveles de churn al dinamizar la competencia, ya que esta reduce los costos de paso de un operador a otro para los usuarios.

5.6 Conclusiones en relación al análisis del mercado de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones

- A pesar de que en Colombia hay 21 operadores de telefonía fija, los índices de concentración son elevados. El HHI promedio ponderado asciende en TPBCL a 5629, similar al que obtendría en un duopolio. La concentración es diferencial en función del tamaño del municipio. Salvo por Medellín, en las ciudades grandes tiende a haber un nivel de competencia más alto. En los municipios pequeños hay una incidencia alta de estructura monopólica. Hay 838 municipios del grupo 4 (menos de 10.000 líneas) con HHI's de 10.000. Si bien la concentración es alta, se observa una intensidad en la competencia en los últimos años que se ha traducido en una reducción del HHI y el cambio del operador con mayor participación en algunos mercados. Estas conclusiones se pueden extrapolar a los servicios de LDN y TPBCLE, aunque en este último el HHI ponderado es mayor.
- En internet hay más empresas (64) prestando el servicio y niveles un poco menores (4678 en el 2014) de concentración, medidos a través del HHI. El mayor nivel de competencia se constata con el cambio del operador de mayor participación en los últimos años. Telmex desplazó a UNE como el operador con más participación en términos de suscriptores. Como en el caso de la telefonía local, en varios municipios menores, sólo hay presencia de un operador.
- El índice de concentración HHI en el mercado de TV es muy similar a los descritos anteriormente. Los agentes con mayor participación son los mismos, salvo DIRECTV que no había incursionado en los servicios de telefonía e internet.

- A nivel nacional, un 47% de los suscriptores de telefonía fija adquieren el servicio en planes empaquetados. Para las principales ciudades, se evidenció que el operador de mayor participación en telefonía fija tiende a capturar el mayor número de usuarios en los planes empaquetados. Hay excepciones como Bogotá donde el plan de internet es mucho más competido que el plan de telefonía fija.
- Se tuvo evidencia estadística de que una mayor competencia en telefonía fija disminuye las tarifas de este servicio. Esto es importante porque si se muestra que la Portabilidad Numérica Fija aumenta la competencia, como ha ocurrido en otros países de acuerdo con el Benchmark, se puede concluir que la implementación de la misma incide en las tarifas y el bienestar de los consumidores.
- Por otra parte, se encontró una correlación elevada entre las concentraciones y las cuotas de mercado de los operadores en los mercados de TPBCL e internet. Este resultado permite inferir que la intensificación en la competencia que introduzca la Portabilidad Numérica en la telefonía fija se extenderá a otros servicios.
- Finalmente, con la información enviada por los operadores a la CRC, se estimó una tasa de churn promedio en el servicio de telefonía fija de 26.8%. Este parámetro es consistente con los resultados de la encuesta, según la cual, en el sector residencial, las líneas en promedio tienen muy poca antigüedad. Adicionalmente, se ha visto a lo largo de este estudio que operadores como Telmex han ganado terreno en varias ciudades importantes, lo que explicaría un alto nivel de desconexiones.

5.7 Preguntas al sector en relación al análisis del mercado de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones

Con relación al análisis del mercado de TPBCL y su relación con otros servicios de telecomunicaciones referido previamente, se consulta al sector lo siguiente.

1. Los análisis realizados muestran que los índices de concentración de telefonía fija son elevados y que existe una fuerte tendencia del mercado en la cual los suscriptores adquieren dicho servicio en planes empaquetados con Internet y/o televisión por suscripción. ¿En qué medida la portabilidad numérica puede incidir en generar mayor dinamismo sobre estos mercados?
2. Se tuvo evidencia, con un alto nivel de significancia estadística, según la cual una mayor competencia en telefonía fija disminuye las tarifas de este servicio. ¿En qué medida la portabilidad numérica puede incentivar la competencia y reducir la concentración de los mercados, teniendo efectos sobre el bienestar de los usuarios mediante menores tarifas?
3. Se encontró que en el 86% de los municipios colombianos el HHI del servicio de telefonía fija es de 10.000, equivalente a una estructura monopólica de mercado.

¿Puede la introducción de la portabilidad numérica generar incentivos para que nuevos PRST entren a competir en dichos mercados?

6 Análisis técnico

Esta sección tiene el análisis de las redes de telefonía fija en el ámbito local y local extendido del país, la Identificación y justificación del esquema técnico y operativo más eficiente para la implementación de la portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija en Colombia y la identificación de las expectativas de respuesta de los proveedores frente a la implementación de la Portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija.

Para facilitar la lectura se ha dividido en tres (3) sub secciones. En la primera (sección 6.1) se presenta un análisis exhaustivo sobre la situación actual de las redes de TPBCL y/o TPBCLE del país. Para el desarrollo de este análisis la Consultoría preparó un cuestionario detallado dirigido a los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) con el fin de recopilar información actualizada sobre las arquitecturas de sus redes, las tecnologías que utilizan, las características de los equipos que se encuentran en servicio, principalmente en el núcleo de la red, entre otra información técnica y comercial relacionada con el objeto de la consultoría.

En la segunda parte de este documento (sección 6.2) se presenta una análisis técnico sobre los distintos modelos de encaminamiento utilizados en la industria en el ámbito internacional para implementar el servicio de Portabilidad Numérica (PN), incluyendo para cada uno de ellos las ventajas y desventajas en aspectos técnicos y operativos. Al final de la sección se presentan las recomendaciones de la Consultoría sobre el método de encaminamiento más eficiente para implementar la PN en el servicio de telefonía fija en el país, en el evento que resulte técnica y económicamente viable dicha implementación.

Por último, en la tercera parte (sección 6.3) se presentan a manera de resumen las respuestas dadas por los diferentes PRST sobre sus expectativas en relación con la implementación de la PN fija.

6.1 Análisis de la situación actual de las redes de TPBCL y TPBCLE del país

Esta sección incluye un análisis sobre la situación actual de las redes de TPBCL y TPBCLE del país, para lo cual, la consultoría preparó un cuestionario con el fin de recopilar información de carácter técnico, comercial y económico de la red de TPBCL y/o TPBCLE de los diferentes PRST de Colombia.

Por otro lado, a partir del Informe Trimestral de las TIC para el cuarto trimestre de 2013 [3], la Consultoría identificó los municipios del país donde existían a 31 de diciembre de 2013 dos o más PRST de TPBCL y/o TPBCLE en competencia. De acuerdo con lo anterior, se determinó que existen 183 municipios del país donde hay al menos 2 PRST en competencia. El listado de estos municipios se encuentra en el Anexo 12.4.1 de este documento. El cuestionario realizado a los PRST se limitó a dichos municipios.

Veintidós (22) PRST suministraron información detallada a la CRC para los fines antes descritos, los cuales se relacionan por grupos empresariales como se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54. PRST que reportaron información detallada sobre sus redes de TPBCL y TPBCLE

Grupo Empresarial	PRST del Grupo Empresarial
	• UNE EPM Telecomunicaciones • Edatel S.A E.S.P. • Empresa de Telecomunicaciones de Pereira
	• ETB S.A. E.S.P.
	• Colombia Telecomunicaciones S.A. E.S.P
	• Telmex Telecomunicaciones S.A. E.S.P.
	• EMCALI E.I.C.E. E.S.P.
	• Bugatel S.A. E.S.P. • Caucatel S.A. E.S.P. • ETG S.A. E.S.P. • Telecartago S.A. E.S.P. • TeleJamundí S.A. E.SP. • Telepalmira S.A. E.S.P. • Unitel S.A. E.S.P.
Otros	• Costatel
	• Emtel S.A. E.S.P.
	• ERT S.A. E.S.P.
	• Metrotel S.A. E.S.P.
	• Telebucaramanga S.A. E.S.P.
	• Telintel
	• Teleorinoquía S.A. E.S.P.
	• Unimos S.A. E.S.P.

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Este análisis se divide en siete (7) partes así:

En la sección 6.1.1 se hace un análisis sobre las arquitecturas de red que se encuentran actualmente desplegadas en el país. Una vez analizadas cada una de las arquitecturas de red que soportan los servicios de TPBCL y TPBCLE se presenta en la sección 6.1.2 un

análisis sobre las características de los principales elementos de red que se encuentran en el núcleo de estas arquitecturas, el cual tiene por objetivo identificar las marcas y modelos de los distintos elementos, las características de los mismos en términos de tipos de señalización que soportan y otras funcionalidades así como el año de puesta en servicio de los mismos, esto último con el fin de analizar su posible obsolescencia tecnológica.

Posteriormente, en las secciones 6.1.3, 6.1.4 y 6.1.5 se presenta un análisis sobre la arquitectura de la red de señalización, la arquitectura de la red inteligente y la arquitectura de la red de interconexión, respectivamente. Este con el fin de identificar los aspectos técnicos que servirán de insumo para la formulación de las recomendaciones sobre el modelo de encaminamiento más eficiente para la implementación de la PN en el servicio de telefonía fija y la posterior determinación de los costos en los que incurrirían los PRST frente a una eventual implementación de la PN fija.

La sección 6.1.6 se centra en el análisis sobre los sistemas de información y de soporte operacional que están siendo utilizados por los diferentes PRST incluyendo la identificación de los principales proveedores y productos que eventualmente se tendrían que actualizar en el evento de implementarse la PN fija.

Finalmente, el análisis sobre la situación de las redes termina con la sección 6.1.7 donde se presenta un análisis del tráfico cursado en las distintas redes de TPBCL y/o TPBCLE, con el propósito de realizar una caracterización del tráfico en dichas redes, la cual también aportará elementos para la posterior determinación de los costos en los que incurrirían los operadores si se implementara la PN fija.

6.1.1 Arquitecturas de red que soportan el servicio de TPBCL y/o TPBCLE

A partir de la información solicitada por la CRC a los PRST que prestan servicios de TPBCL y/o TPBCLE con ocasión del presente estudio, se puede observar que en un primer conjunto de redes se encuentran aquellas soportadas en la tecnología TDM⁷³.

En un segundo grupo se encuentran las redes de próxima generación NGN⁷⁴ e IMS⁷⁵ que por su arquitectura se consideran redes horizontalmente integradas, las cuales se caracterizan por tener las funcionalidades de la red separadas en capas independientes para dar mayor flexibilidad en la provisión de múltiples servicios y ofrecer así mayores

⁷³ TDM por sus siglas en Inglés “Time Division Multiplexing”. TDM es una técnica que permite la transmisión de señales digitales mediante la agregación de diferentes señales en un mismo canal de transmisión.

⁷⁴ NGN por sus siglas en Inglés “Next Generation Network”. Una NGN es una red conmutada por paquetes soportada en el protocolo IP, cuya arquitectura permite el control, transporte y provisión extremo a extremo de servicios integrados (voz, datos, video o información de cualquier naturaleza) independientemente de la red de acceso (fija o móvil) que utilicen los usuarios para acceder a dichos servicios.

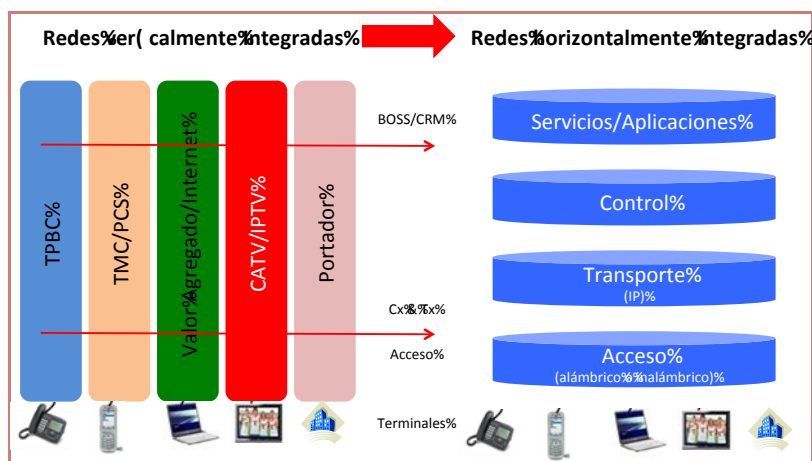
⁷⁵ IMS por sus siglas en Inglés “IP Multimedia Core Network Subsystem” es una arquitectura de red basada en el protocolo IP para la prestación de servicios multimedia y en la cual convergen las redes fijas y móviles de próxima generación.

capacidades de ancho de banda, en función de la demanda. Algunos operadores han desplegado además redes IMS como una estrategia para migrar a una estructura de red fija y móvil convergente.

En la actualidad estas arquitecturas de redes coexisten en Colombia. En la Figura 35 se ilustran comparativamente los dos tipos de arquitecturas de redes antes descritas y la migración de algunos de los elementos de red (conmutación, transmisión, red de acceso y sistemas de soporte, entre otros) hacia redes integradas horizontalmente.

Obsérvese que las redes verticalmente integradas incluyen las redes de Telefonía Pública Básica Conmutada, las de Telefonía Móvil Celular y PCS, las redes de valor agregado e Internet, las redes de TV por suscripción e Internet TV y las redes portadoras. En el caso colombiano algunos PRST han desplegado paralelamente todos estos tipos de redes o una combinación de ellas. Por el contrario, en las redes horizontalmente integradas (por ejemplo en una red NGN) dado que sus funcionalidades de red se encuentran separadas por capas o niveles independientes, una sola red tendría la flexibilidad de prestar servicios de telefonía (fija y móvil), valor agregado, TV por suscripción y una gran variedad de servicios portadores.

Figura 35. Transformación de las arquitecturas de las redes



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

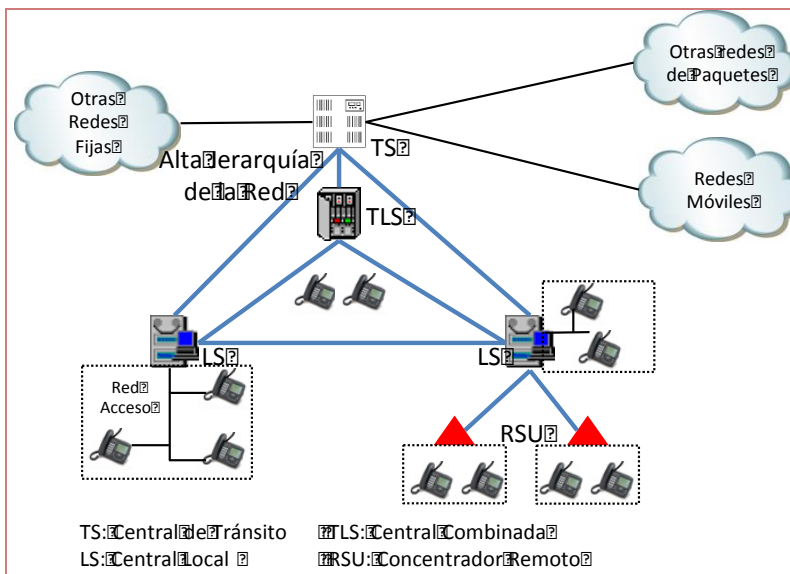
Arquitecturas de red TDM

En los municipios que a 31 de diciembre de 2013 tenían más de un PRST en competencia⁷⁶ se pudo determinar que desde el punto de vista de una conexión extremo a extremo para la prestación del servicio de TPBCL, las redes que utilizan tecnologías TDM responden a una arquitectura jerárquica conformada por diferentes clases de centrales, las cuales se

⁷⁶ En el Anexo 12.4.1 de este documento se incluye la lista de los municipios de Colombia donde existía más de un PRST en competencia a 31 de diciembre de 2013, los cuales fueron la base principal para la realización de este análisis.

conectan utilizando diferentes topologías de red como la que se muestra de manera genérica en la Figura 36.

Figura 36. Arquitectura genérica de las redes de TPBCL y TPBCLE que utilizan tecnología TDM



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta a los cuestionarios por parte de los PRST

En las redes de TPBCL y/o TPBCLE que utilizan tecnología TDM existen en operación sistemas de conmutación digital de Control por Programa Almacenado SPCS (*Stored Program Control Switch*)⁷⁷. En estas redes se distinguen una combinación de las siguientes clases de centrales de conmutación:

- **Central de Tránsito o Tandem (TS):** es una central con funciones de tránsito a la cual se conectan las centrales combinadas y las centrales locales de menor jerarquía dentro de la red. Este tipo de centrales cursan únicamente el tráfico de tránsito y son puntos de transferencia de señalización (PTS) para el manejo de la señalización por canal común #7 (SS7).

Dentro de esta clase de centrales pueden existir diferentes jerarquías, siendo la mayor aquella a la cual se conectan otras centrales de tránsito. Generalmente las centrales de mayor jerarquía dentro de la red han sido declaradas por los PRST como nodos de interconexión.

- **Central Combinada o Tandem Local Switch (TLS):** es una central local con funciones de tránsito, la cual cursa tanto tráfico de tránsito como de los abonados conectados a ella.

⁷⁷ Una de las características de estos sistemas es que permiten desarrollar redes no jerárquicas en las cuales el encaminamiento del tráfico no es necesariamente llevado a cabo por centros específicos predeterminados.

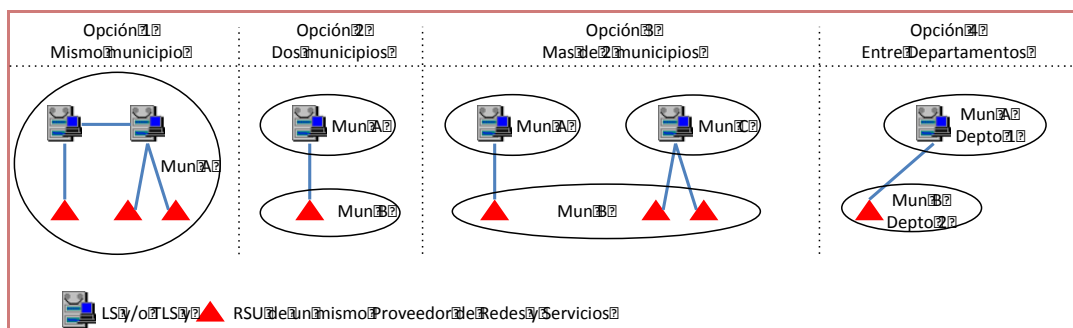
- **Central Local (LS):** es una central de conmutación a la cual se conectan directamente abonados de la red directa y aquellos conectados a través de concentradores remotos y por lo tanto cursan el tráfico de sus propios abonados y de los concentradores remotos.
- **Concentradores Remotos (RSU⁷⁸):** Son unidades remotas de conmutación de líneas telefónicas ubicados en la jerarquía más baja de la red que tienen las funciones de digitalización de señales, la multiplexación de llamadas utilizando un solo medio de transmisión (cable, fibra óptica o radioenlaces) y la concentración de varias líneas de abonado para conectarlas a la correspondiente central local a la cual pertenecen.

Es preciso resaltar que la central local a la pertenece el concentrador es la encargada del establecimiento y control de la llamada entre cualquier abonado conectado al concentrador y los demás abonados de la red. En este sentido, los concentradores remotos no son equipos autónomos y solo pueden procesar las llamadas entre los abonados que conecta⁷⁹.

Del total de las centrales de conmutación en servicio en las redes que utilizan tecnología TDM, el 4% son centrales de tránsito, el 9% son centrales combinadas, el 38% son centrales locales y el 49% restante son concentradores remotos.

Es importante resaltar que no todos los PRST tienen instalados RSU en sus redes de TPBCL y/o TPBCLC. Aquellos PRST que los tienen, conectan sus RSU con las respectivas centrales de conmutación de mayor jerarquía utilizando al menos una de las conexiones típicas que se indican en la Figura 37.

Figura 37. Conexiones típicas entre concentradores remotos y centrales de mayor jerarquía



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

En la mayoría de los municipios analizados, los RSU de cada PRST están conectados a centrales locales ubicadas dentro del mismo municipio (véase por ejemplo la opción 1 en

⁷⁸ También se los conoce como RCU por sus siglas en Inglés “*Remote Concentrator Unit*”.

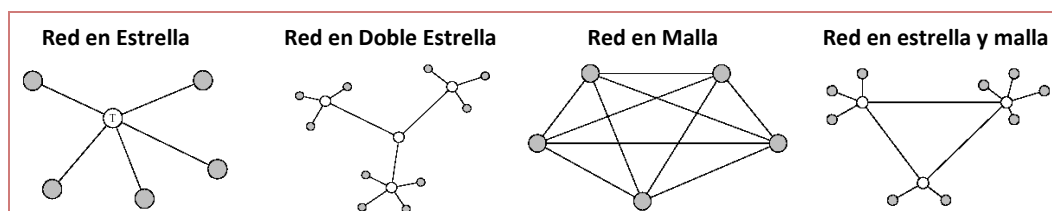
⁷⁹ Los RSU normalmente son co-ubicados con los multiplexores DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), los cuales proveen a los suscriptores el acceso a Internet banda ancha generalmente mediante soluciones ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).

la figura). Sin embargo, existen casos de PRST donde sus RSU se encuentran instalados en un municipio determinado y sus centrales de conmutación correspondientes en otros municipios dentro del mismo departamento (véase por ejemplo opciones 2 y 3 en la figura). También se encuentran casos de PRST donde sus RSU se encuentran en un municipio de un departamento y la central de conmutación a la que pertenece en otro municipio de otro departamento (véase por ejemplo la opción 4 en la figura). La explicación de estos casos tiene su origen en la forma como se ha desarrollado el servicio de TPBCLE en Colombia.

También se pudo identificar, a partir de la información suministrada por los PRST y el listado de municipios del Anexo 12.4.1, que en 34 de los 183 municipios analizados (aproximadamente el 19%), no existen centrales de conmutación locales, combinadas y/o de tránsito y los abonados de telefonía fija son atendidos con RSU, que como se mencionó anteriormente, están conectados físicamente a centrales locales ubicadas en otros municipios. Es preciso también mencionar que los RSU tienen ciertas limitantes desde el punto de vista técnico y operativo, como es su dependencia física y lógica con la central de conmutación a la que se conecta, su imposibilidad de gestionar y conmutar llamadas entre abonados no conectados directamente al RSU y la capacidad de procesamiento para el manejo de altos volúmenes de tráfico. Dadas estas limitantes la solución de aspectos operativos y comerciales como por ejemplo la interconexión con las redes de otros operadores, el aprovisionamiento de servicios, los procesos asociados a la tasación del tráfico y la facturación de los servicios e incluso la administración del recurso de numeración, son implementados directamente en las centrales de conmutación a las cuales están conectados estos RSU.

En lo que respecta a la red de transmisión, se observa que los PRST han utilizado diferentes topologías para interconectar las distintas clases de centrales de conmutación con el fin de cursar el tráfico entre las centrales locales y entre éstas y las centrales de mayor jerarquía de la red. En la Figura 38 se ilustran las topologías tradicionalmente adoptadas por los PRST que prestan servicios de TPBCL y TPBCLE en Colombia.

Figura 38. Topologías de las redes de transmisión que utilizan tecnología TDM



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Estas topologías se caracterizan como se detalla a continuación:

- **Red en Estrella:** Se dice que un número de centrales forman una red en estrella cuando la única conexión posible entre ellas es a través de una sola central de tránsito a la cual todas las demás están conectadas.

- **Red en Doble Estrella:** Una red en doble estrella consiste en un grupo de centrales conectadas en estrella, en la cual las centrales de tránsito, a su vez están conectadas en estrella a una central de tránsito de mayor jerarquía. Este tipo de topologías se observa principalmente en redes de TPBCLE que tienen cobertura en varios municipios de un mismo departamento.
- **Red en Malla:** Lo opuesto a una red en estrella, es una red completamente enmallada en la cual cada central está conectada a todas las demás y la única conexión entre centrales es una conexión directa.
- **Red en Estrella y en Malla:** Las redes troncales están sujetas a optimización, lo que lleva a una combinación entre las dos opciones (en estrella y en malla), y tienen características de ambas. Por ejemplo, las centrales de mayor jerarquía de la red (nodos) pueden conectarse entre sí en malla, pero cada una de ellas puede interconectar centrales de menor jerarquía en forma de estrella.

Si bien es cierto que cualquiera de estas topologías son válidas desde el punto de vista técnico, la selección final adoptada por un PRST depende, entre otros factores, del crecimiento y desarrollo urbanístico de los municipios, del nivel de concentración de abonados, del número de centrales de conmutación en servicio, del tráfico cursado, de las condiciones geográficas y la evolución tecnológica de la red.

Arquitecturas de red de próxima generación e IMS

Las redes de TPBCL y/o TPBCLE que utilizan tecnologías de próxima generación (NGN) y/o redes IMS responden a una arquitectura horizontal por capas como la que se muestra de manera genérica en la Figura 39.

El diagrama ilustra la arquitectura de red de la red de acceso multi-servicio (NGN) en la capa de aplicación, control y conectividad. La arquitectura está organizada en cuatro capas principales:

- Capa de Aplicaciones:** Incluye servidores de aplicaciones y servicios (AS-X, AS-Y, AS-Z) que se conectan a la red a través de interfaces SIP/INAP.
- Capa de Control:** Incluye el IMS (IP Multimedia Subsystem) y los Softswitch, que gestionan las sesiones y se conectan a la red a través de interfaces SIGTRAN y SIP/H.248.
- Capa de Conectividad:** Incluye el Backbone IP (red central) y los routers, que gestionan el tráfico y se conectan a la red a través de interfaces SS7/ISUP y AG/MSAN.
- Capa de Acceso:** Incluye las redes de acceso (TPBCL, TPBCE) y los dispositivos de acceso (móviles, fijos), que se conectan a la red a través de interfaces TS, TLS, LS y SG.

Las conexiones entre los componentes se realizan a través de interfaces de red:

- Enlaces de Señalización:** Representados por líneas azules discontinuas.
- Enlaces de la Red NGN/IMS:** Representados por líneas rojas.
- Enlaces de la Red TDM:** Representados por líneas negras.

Las abreviaturas utilizadas en el diagrama son:

- AG: Gateway de Acceso
- IX: Interconexión
- MSAN: Nodos de Acceso Multi-Servicio
- SS: Softswitch
- AS: Servidores de Aplicaciones
- IMS: IP Multimedia Subsystem
- SG: Gateway de Señalización
- TG: Gateway Troncal

En este tipo de arquitecturas de red se pueden distinguir una combinación de las siguientes clases de elementos de red:

- **Nodos IMS:** En una red multimedia IP (IMS) a través de la cual convergen los servicios fijos y móviles bajo una misma arquitectura de red, el nodo IMS es el corazón de la red donde confluyen la función de control de sesiones de llamadas (CSCF), mediante la cual se provee la señalización, control y monitoreo de mensajes SIP para conectar terminales y aplicaciones a la red; y la función de control de medios (MGCF) a través de la cual se contralan los recursos de los media gateways (MGW) usados para cursar el tráfico entre redes TDM y redes IP.
- **Softswitches (SS):** es el principal elemento de red en la capa o nivel de control dentro de la arquitectura de red NGN, tiene entre sus funciones la de proporcionar el control de la llamada (señalización y gestión de servicios), el procesamiento de la llamada, la

gestión y el control de un número determinado de Media Gateways (MGW)⁸⁰, provee la conexión a redes inteligentes y servidores de aplicaciones y otras funciones de servicios dentro de la red. También se lo conoce como “Media Gateway Controller” (MGC) o “Call Agent”

- **Gateways de Troncales (TG):** son los elementos de red que convierten los flujos de tráfico cursado en circuitos o troncales TDM, en paquetes de datos para ser transportados en una red IP y viceversa. Por tanto, permiten la interconexión entre diferentes redes (por ejemplo entre las redes TPBCL tradicionales y las redes NGN o entre redes NGN o entre redes NGN e IMS) y el procesamiento de los formatos de flujo de servicio. Algunos de estos equipos tiene funciones de gateways de troncales y señalización (es decir un mismo equipo lógicamente separado con funciones de TG y SG).
- **Gateways de señalización (SG):** es el elemento de red que provee la conversión de la señalización entre redes NGN y otras redes (por ejemplo la señalización SS7 de los PTS⁸¹). Entre sus funciones de señalización se encuentran la de permitir establecer la comunicación entre servidores de aplicaciones (como por ejemplo un MGC,) en una red IP y los puntos de terminación de señalización de una red SS7, soportar la recopilación de la información estadística de señalización cursada entre las redes e interactuar con los sistemas de gestión de red correspondientes.
- **Gateways de Acceso (AG):** son dispositivos que permiten la conexión directa de suscriptores de servicios (de voz, datos, video y multimedia) permitiendo convertir el flujo de tráfico análogo (fijo e inalámbrico) en paquetes de datos, acceder a la red NGN y a los servicios que se soportan en esta red. Desde el punto de vista de la conexión lógica, estos dependen funcionalmente de los SS e IMS quienes tienen incorporados las funciones de control y señalización. Físicamente están conectados por medio de fibra óptica a enrutadores que hacen parte de la red de transporte IP en la capa de conectividad.
- **Nodos Multiservicio (MSAN):** son los equivalentes modernos a los concentradores remotos. También son conocidos como nodos multiservicio. Además de la función de

⁸⁰ Los MGW son dispositivos a través de los cuales el flujo de tráfico digital (voz, fax y datos) cursado a través de circuitos de voz TDM convencionales es transportado en redes de paquetes o redes soportadas en el protocolo IP. Así mismo estos dispositivos convierten los flujos de medios digitales entre redes NGN y otras redes (tales como redes fijas soportadas en tecnologías TDM, redes de señalización SS7 y redes móviles).

⁸¹ Las redes TDM se diferencian de las redes NGN e IMS principalmente en que las primeras son redes de conmutación de circuitos (voz, principalmente) soportadas en señalización por canal común SS7, mientras que las segundas son redes de conmutación de paquetes (datos) soportadas en protocolos de señalización IP (como por ejemplo SIGTRAN, SIP, entre otros). Cuando estas dos redes se interconectan el tipo de señalización que utilizan los Puntos de Transferencia de Señalización (PTS) de la red TDM y los PTS de la red NGN/IMS debe ser el mismo. En la actualidad, la industria de telecomunicaciones adoptó SS7 como el tipo de señalización a utilizar para interconectar las redes TDM con las de próxima generación.

concentración, pueden tener simultáneamente accesos de alta capacidad de fibra óptica e integrar equipos de conmutación telefónica y DSLAM, que como se mencionó proporcionan el servicio ADSL en las redes de cobre tradicionales. Generalmente se utilizan en servicios doble play y triple play, concentrando servicios de voz, o servicios de datos, incluso para la distribución de video⁸². Al igual que ocurre con los AG, desde el punto de vista de la conexión lógica, estos dependen funcionalmente de los SS e IMS.

Para finalizar, es preciso mencionar que los elementos de red que permiten la conexión directa de abonados como es el caso de los AG y los MSAN en las redes de nueva generación así como los RSU en las redes TDM, no se ven impactados por la implementación de una solución de PN, ni en lo técnico ni en lo económico, dado que este tipo de elementos, como se ha explicado anteriormente, son controlados directamente por los correspondientes centros superiores (es decir por los SS, IMS y las centrales de conmutación, respectivamente) y, consecuentemente, no requerirán de ningún tipo de inversión por actualización en hardware y/o software en el evento de implementarse la PN en el servicio fijo.

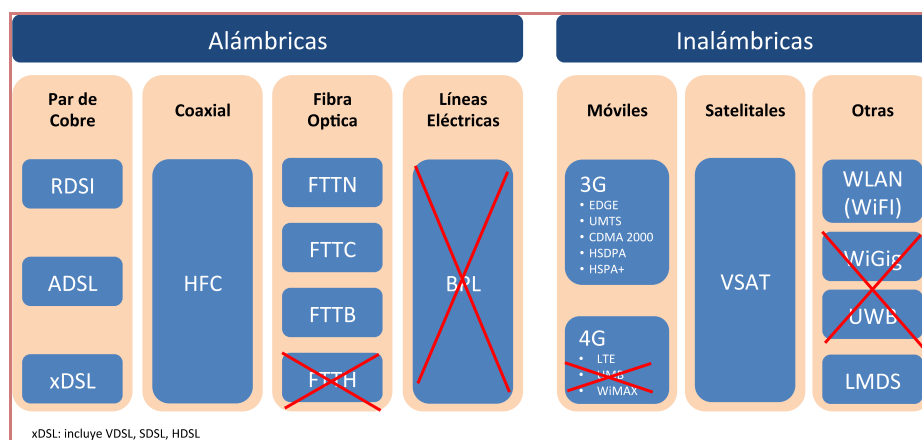
Red de Acceso

En la red de acceso de las redes de TPBCL y/o TPBCLE se utiliza una gran variedad de tecnologías, tanto alámbricas como inalámbricas. Dentro de las tecnologías alámbricas se encuentran las de cobre (con soluciones de par trenzado, RDSI, ADSL), coaxial con HFC y fibra óptica en las diferentes modalidades⁸³. Dentro de las tecnologías inalámbricas se encuentran algunas soluciones como GSM (3G), WiMAX y VSAT para acceso fijos inalámbricos y WLAN para acceso a Internet WiFi. En la Figura 40 se relacionan las tecnologías de acceso banda ancha disponibles en las redes de TPBCL y TPBCLE en Colombia.

⁸² los MSAM en la lado de abonado pueden configurarse para prácticamente cualquier tipo de red de acceso y servicio (conmutado por circuitos o conmutado por paquetes). La conexión al abonado se puede hacer en pares de cobre, fibra o radioenlaces. En el lado de la red soportan diversas técnicas de transporte y están conectados por fibra óptica con los elementos de red superior del que dependen.

⁸³ FTTN (Fiber to the node), FTTC (Fiber to the cabinet) y FTTB (Fiber to the building) y GPON (Gigabit Passive Optical Network). No existen aún en el país ofertas de soluciones completas FTTH (Fiber to the Home) porque la cometida de abonado utilizada por algunos PRST sigue siendo en cobre o cable coaxial.

Figura 40. Tecnologías de acceso banda ancha en redes de TPBCL y/o TPBCLE



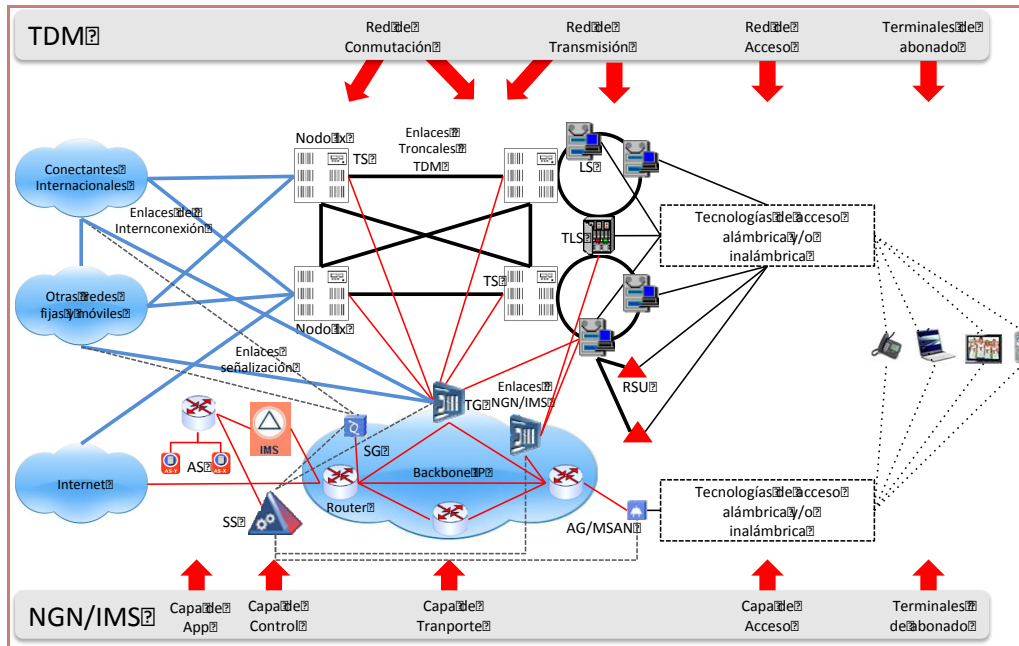
Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Conclusiones: una arquitectura híbrida

Con base en lo descrito a lo largo de esta sección, se concluye que las redes de TPBCL y/o TPBCLE tienen una arquitectura de red híbrida soportada principalmente en tecnologías TDM y NGN y en menor escala en tecnologías IMS. Dichas tecnologías actualmente se complementan y coexisten para soportar no sólo los servicios tradicionales de telefonía fija, sino también una gran variedad de servicios de telecomunicaciones (tales como el servicio de acceso a Internet banda ancha, TV por suscripción, valor agregado y telemáticos, portadores, accesos fijos inalámbricos, entre otros). Genéricamente y para fines ilustrativos dicha arquitectura de red híbrida se muestra en la Figura 41.

Varios de los PRST en Colombia cuentan con este tipo de arquitectura de red híbrida. A nivel del núcleo de la red existen diferentes centrales de conmutación diseñadas y fabricadas para soportar la tecnología TDM (TS, TLS, LS y RSU) y nuevos elementos de red (tales como IMS, SS, TG, SG y AG) que hacen parte de aquellas redes NGN e IMS que se han desplegado en el país desde el año 2004. Normalmente los SS y los TG se encuentran en configuración 1+1 (redundantes). Algunos de estos equipos, principalmente los que se encuentran en la mayor jerarquía de la red TDM y los SS y TG en el caso de la red NGN, se interconectan directamente con los correspondientes equipos de otras redes fijas y móviles así como con los correspondientes dispositivos de las redes de los conectantes internacionales para la provisión de servicios de larga distancia internacional y acceso a Internet.

Figura 41. Arquitectura genérica híbrida de las redes de TPBCL y/o TPBCLE



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Bajo esta arquitectura de red, dentro de un mismo PRST, la red NGN se interconecta también con la correspondiente red TDM. Dicha interconexión se realiza a través de los TG de la red NGN y las centrales de mayor jerarquía dentro de la red TDM (para algunos PRST estas centrales son las centrales de tránsito, para otros las centrales combinadas y para otros las centrales locales).

A nivel de la red de señalización, existen los puntos de transferencia de señalización (PTS) y los puntos de señalización (PS) de la red TDM, así como los PTS de la red NGN, cuyas funciones las tienen incorporadas los SS y los SG. Algunas de las centrales de conmutación TDM tienen la capacidad de hacer trigger INAP para la consulta a bases de datos de red inteligente.

En la jerarquía más baja de la red TDM, se encuentran los RSU, los cuales no solo son utilizados en redes medianas y grandes dentro de un mismo municipio sino también como solución tecnológica para proveer servicios a otros municipios, conformándose así las redes de TPBCLE. Todos los RSU reportados por los PRST no tienen autonomía para conmutar señales entre los distintos abonados de una red y están conectados a centrales locales y/o a centrales combinadas ubicadas geográficamente en el mismo municipio donde se encuentra instalado el RSU, o en otros municipios de un mismo departamento o, en algunos casos, en otros municipios de otro departamento, como se explicó previamente.

De manera equivalente, en la red NGN se encuentran en servicio, en varios municipios del país, gateways de acceso (AG) y nodos de acceso multi-servicio (MSAN) a través de los cuales se conectan directamente nuevos abonados a las redes de próxima generación. Se

encontró evidencia de una migración paulatina de los abonados que se encuentran en servicio en la red TDM hacia los AG y MSAN.

Si se hace un análisis por grupos de municipios (teniendo en consideración únicamente aquellos donde existen más de un PRST de TPBCL y/o TPBCLE en competencia y clasificándolos según el número total de líneas fijas en servicio), se puede concluir que las arquitecturas y topologías de red de TPBCL y TPBCLE tiene similitudes en cada grupo.

En primer lugar, en los municipios que tienen más de 200.000 líneas en servicio (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla⁸⁴) se concluye que existen al menos cuatro (4) PRST en competencia; todos los abonados del servicio de TPBCL en estos municipios tienen la posibilidad de acceder a estos servicios a través de una arquitectura de red híbrida (TDM, NGN y/o IMS); y las redes se han desplegado con una topología en malla y malla y estrella, como era de esperarse dada la alta concentración de abonados.

Por otro lado, en municipios que tienen más de 50.000 y hasta 200.000 líneas en servicio existen entre dos (2) y máximo cuatro (4) PRST en competencia, algunos de los cuales cuentan con arquitecturas de red híbridas (TDM y NGN). En estos municipios los PRST han desplegado sus redes con topologías en estrella, malla y malla y estrella, siendo esta última la topología de red predominante.

Los municipios con más de 10.000 y hasta 50.000 líneas en servicio tienen un patrón diferente a los anteriores. La mayoría de estos municipios solo tienen dos (2) PRST en competencia, aunque existen algunos municipios como Yumbo, Jamundí y Guadalajara de Buga en el Valle que tienen hasta cinco (5) PRST compitiendo por el mismo mercado y otros municipios de Antioquía, Cundinamarca y Valle entre tres (3) y cuatro (4) PRST en competencia. Con excepción de solo seis (6) municipios⁸⁵, en todos los demás de este grupo existen arquitecturas de red híbridas (TDM y NGN) y la topología de red es predominantemente en estrella.

Por último, como se puede observar en el Anexo 12.4.1, y teniendo en consideración la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST sobre los municipios de menos de 10.000 líneas se puede concluir lo siguiente: i) 123 municipios cuentan con menos de 10.000 líneas en servicio (es decir el 68.85% del total de los municipios analizados); ii) el 88% de estos municipios tienen al menos dos PRST en competencia; iii) Los municipios que cuentan con más de tres (3) PRST en competencia están en Antioquía, Caldas, Cundinamarca, Risaralda, Tolima y Valle; iv) en el 33% de estos municipios ya existen despliegues de redes NGN; v) en el 27% del total de municipios que tienen menos de 10.000 líneas no existen centrales de conmutación locales, combinadas y/o de tránsito y los abonados de telefonía fija son atendidos con concentradores remotos.

⁸⁴ Nótese por favor que esta categorización difiere levemente de la utilizada en el análisis de las encuestas al sector hogares.

⁸⁵ Girardot en Cundinamarca, Sogamoso y Duitama en Boyacá, Ipiales en Nariño, Guarne en Antioquía, y Malambo en Atlántico

Finalmente, se observa que en la mayoría de los municipios donde existe competencia en los servicios de TPBCL y/o TPBCLE se han desplegado redes de próxima generación, particularmente con nuevos elementos de red NGN, lo cual es un avance importante para la industria de telecomunicaciones en Colombia y evidencia la evolución de las redes y los cambios en los mercados en los últimos cinco (5) años, factor este que, a juicio de la Consultoría, impacta positivamente la factibilidad técnica de implementar la PN fija, al menos en aquellos municipios donde existe competencia y donde existe este tipo de arquitecturas de red.

En los siguientes numerales se presenta un análisis más detallado sobre las características de los distintos elementos de red en términos de marca, modelos de equipos, señalización que soportan y obsolescencia tecnológica.

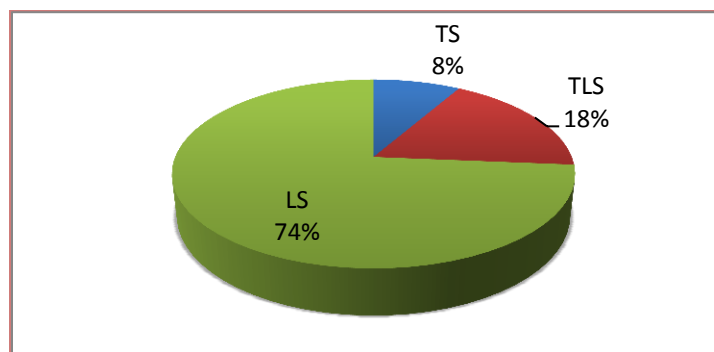
6.1.2 Características de los elementos de las redes de TPBCL y/o TPBCLE

Teniendo en consideración que las arquitecturas de las redes de TPBCL y/o TPBCLE se soportan en la actualidad en tecnologías TDM, NGN e IMS, en este numeral se presenta un análisis detallado sobre las características de los principales elementos que hacen parte del núcleo de las redes, específicamente a nivel del componente de conmutación para el caso de la arquitectura de red TDM y para la capa de control de una arquitectura de red de próxima generación; por ser estos elementos de red los que estarían directamente relacionados con la implementación de una solución de portabilidad numérica⁸⁶.

Características de las centrales de conmutación TDM

En los municipios analizados en este estudio, existen en servicio 361 centrales de conmutación que soportan tecnología TDM (excluyendo los RSU), de las cuales el 8% son centrales de tránsito (TS), el 18% son centrales combinadas y el 74% son centrales locales (LS), como se puede apreciar en la Figura 42.

Figura 42. Clases de centrales de conmutación TDM en servicio en los municipios donde existe competencia

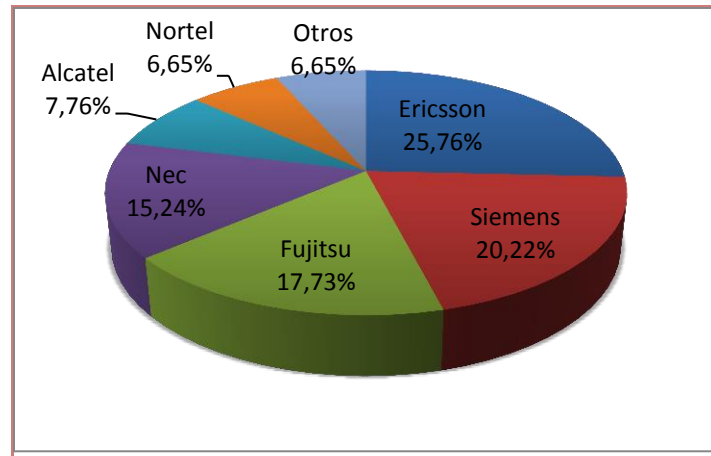


Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

⁸⁶ No se incluyen dentro de este análisis los sistemas de información y soporte para la operación de las redes, el cual se desarrolla en el numeral 6.1.6.

De las centrales de conmutación TDM en servicio en los municipios analizados, el 25.76% fueron fabricadas por Ericsson, el 20.22% por Siemens y el 17.73% por Fujitsu. También tienen una participación importante, aunque menor, NEC, Alcatel y Nortel como se puede apreciar en la Figura 43.

Figura 43. Fabricantes predominantes en Colombia de centrales de conmutación TDM en los municipios donde existe competencia



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

En la se Tabla 55 se relacionan los modelos de los elementos de red de clase TS, TLS y LS de tecnología TDM que actualmente se encuentran en servicio en el país, así como el período de puesta en servicio de este tipo de modelos según la información reportada por los PRST.

Tabla 55. Modelos de centrales de conmutación TDM en servicio en las redes de TPBCL y TPBCLC en los municipios donde existe competencia

Fabricante	Modelos de centrales de conmutación (TS, TLS y LS)	Tipo de señalización soportada por las centrales en servicio	Período de puesta en servicio reportado por los PRS
Ericsson	AXE 10	• SS7 – ISUP • SS7 - TCAP • MFC R2/LME⁸⁷	1984 - 2010
Siemens	EWSD	• SS7 – ISUP • SS7 – TCAP • MFC R2⁸⁸	1985 -2005
Fujitsu	Fetex150	• SS7 – ISUP • MFC R2/LME	1982 - 2002
NEC	Neax-61E	• SS7 – ISUP • MFC R2/LME	1987 - 2002
Alcatel	S1240	• SS7 – ISUP • MFC R2/LME	1993 - 1999
Nortel	DMS 100/200	• SS7 – ISUP • MFC R2/LME	1994 -1999
Italtel	UT-100	• SS7 – ISUP • MFC R2	1989 - 2000
Huawei	C&C08	• SS7 – ISUP • MFC R2	2003 - 2007
ZTE	ZXJ10	• SS7 – ISUP • MFC R2/LME	2003 - 2006
Great Dragon TG	HJD04	• MFC R2/LME	2002
Cisco	AS5400	• SS7 – ISUP	2010 - 2011
Harris	2020	• SS7 – ISUP	2000
Samsung	SDX 100	• SS7 – ISUP	1998

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Se observa en los municipios analizados que la mayoría de las centrales de conmutación en servicio en el país soportan señalización SS7-ISUP, con excepción de veintitrés (23) centrales.

Por otro lado se pudo determinar que de los veintiún (21) PRST que utilizan tecnología TDM en sus centrales de conmutación, tres (3) PRST tienen al menos una central TDM con capacidad de hacer un trigger INAP a un nodo de red inteligente, a un gateway de

⁸⁷ Además de SS7 - ISUP las centrales Ericsson de algunos PRST soportan MFC R2/LME.

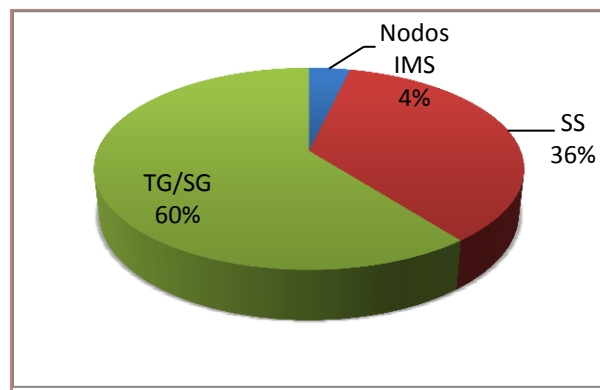
⁸⁸ Además de SS7 –ISUP, las centrales Siemens de algunos PRST soportan MFC R2.

señalización o a un dispositivo similar para la consulta a una base de datos operativa y/o administrativa de PN.

Características de los elementos de red NGN e IMS

Siguiendo un análisis similar al que se hizo para identificar las características de las centrales de conmutación TDM y excluyendo los gateways de acceso (AG y MSAN), los elementos de red inteligente (SSP y SCP) y servidores de aplicaciones NGN reportados por los PRST, se pudo identificar que en los municipios analizados en este estudio existen en servicio 4 nodos IMS, 30 SS y 66 MGW (TG/SG) utilizados para soportar los servicios de TPBCL y/o TPBCLE, cuya distribución porcentual se puede apreciar en la Figura 44.

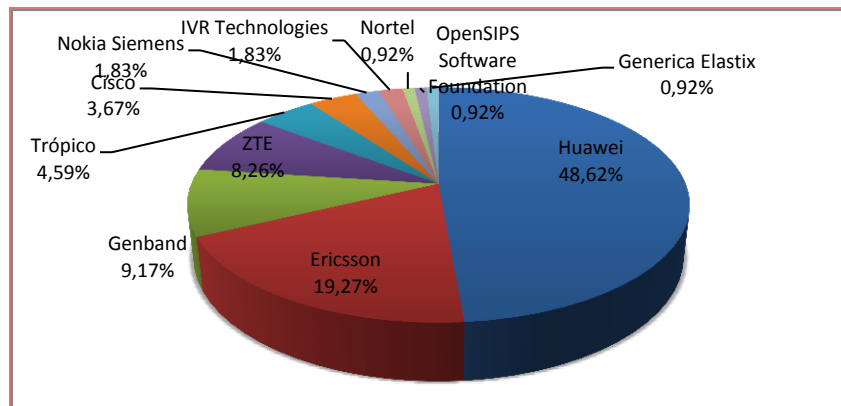
Figura 44 Clases de elementos de red de próxima generación en servicio en las redes de TPBCL y/o TPBCLE en los municipios donde existe competencia



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Únicamente considerando los elementos de red de la capa de control de las redes NGN e IMS en servicio en los municipios analizados, el 48.62% fueron fabricadas por Huawei, el 19.17% por Ericsson, el 9.17% por Genband y el 23.04% por otros fabricantes como se puede apreciar en la Figura 45.

Figura 45. Fabricantes predominantes en Colombia de elementos de red de núcleo de red NGN e IMS en los municipios donde existe competencia



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

En la Tabla 56 se relacionan los modelos de elementos de red IMS, SS TG y SG que actualmente se encuentran en servicio en el país, el tipo de señalización que soportan así como el período de puesta en servicio de este tipo de modelos según la información reportada por los PRST.

Tabla 56. Modelos de elementos de próxima generación en servicio en las redes de TPBCL y/o TPBCLE en los municipios donde existe competencia

Fabricante	Modelos de elementos de red de control y conectividad (IMS, SS, TG y SG)	Tipo de señalización soportada por las centrales en servicio	Período de puesta en servicio reportado por los PRS
Huawei	Huawei IMS	• SS7 – ISUP	2013
	SoftX3000	• SIP	2004 – 2012
	UMG8900	• SIGTRAN	2004 – 2013
	SG7000	• INAP • H.248 • MFC R2/LME	2013
Ericsson	IMS Core	• SS7 – ISUP	2014
	TES 4.0	• SIP	2007
	AXD 301	• H.248 • Diameter	2007 - 2011
Genband	Safari C3	• SS7 – ISUP • MFC R2	2006 -2009
ZTE	ZXSS10 SS1b	• SS7 – ISUP • SIP	2006 - 2009
	ZXMSG 7200	• SIGTRAN	
	ZXMSG 900	• MFC R2 • V5.2 • PRA	
Trópico	SG Ventura Edge Switch	• SS7 – ISUP	2007
Cisco	BTS 10200	• SS7 – ISUP • MGCP	2006
	MGX 8880		
	VXSM		
	2651 XM		
Nokia Siemens	HiQ 8000	• SS7 – ISUP • SIGTRAN	2008
IVR Technologies	TalkingSIP	• SIP	2007
Nortel	CS2000	• SS7 – ISUP • SIP • MGCP	2005
Open Software	SS 1.5.3	• SIP	2008
Generica Elastix	SS 2.3	• SS7 – ISUP	2013

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Como se puede observar en la tabla anterior los diferentes elementos de red además de soportar señalización SS7 – ISUP, en muchos casos tienen habilitados señalización SIP, SIGTRAN, H.248 y algunos otros soportan también INAP, MCCC y Diameter.

Obsolescencia tecnológica de elementos de red de las redes de TPBCL y TPBCLE

El ciclo de vida útil de una central de conmutación y de los distintos elementos del núcleo de red de una red de TPBCL y/o TPBCLE puede ocurrir cuando se ha depreciado completamente el elemento de red o por obsolescencia tecnológica. El primero tiene que ver con el tratamiento contable que cada PRST le da a este tipo de bienes.

Respecto a la obsolescencia tecnológica, esta puede ser funcional o técnica. La obsolescencia funcional se da cuando por cuestiones de diseño del elemento de red, o del servicio que presta el PRST, ya que no cumple con el propósito para el cual fue fabricado e instalado⁸⁹. Por su parte, la obsolescencia técnica se da cuando el elemento de red queda en desuso (bien sea por daños irreparables o porque está expuesto a no poder brindar los índices de calidad y confiabilidad requeridos para prestar un servicio determinado) y hay una tecnología sustituta que se convierte en la tecnología dominante en el mercado.

Es práctica común, en la industria de telecomunicaciones en el ámbito internacional y nacional, que el PRST es quien determina el tipo de obsolescencia tecnológica de sus propios elementos de red y, finalmente, es quien decide sobre el retiro definitivo o la reposición de los mismos con la tecnología sustituta de su preferencia.

Desde el punto de vista de la actualización (de hardware y software), soporte y suministro de repuestos para las diferentes clases de centrales de conmutación y de los distintos elementos del núcleo de red que se encuentran en servicio, son los fabricantes los que tienen la última palabra. Normalmente son ellos los que informan a los PRST y al mercado en general los períodos de salida (“Face-Out”) a partir de los cuales se deja de suministrar actualizaciones, soporte y suministro de repuestos para los diferentes modelos de elementos de red fabricados y que se encuentren en el mercado.

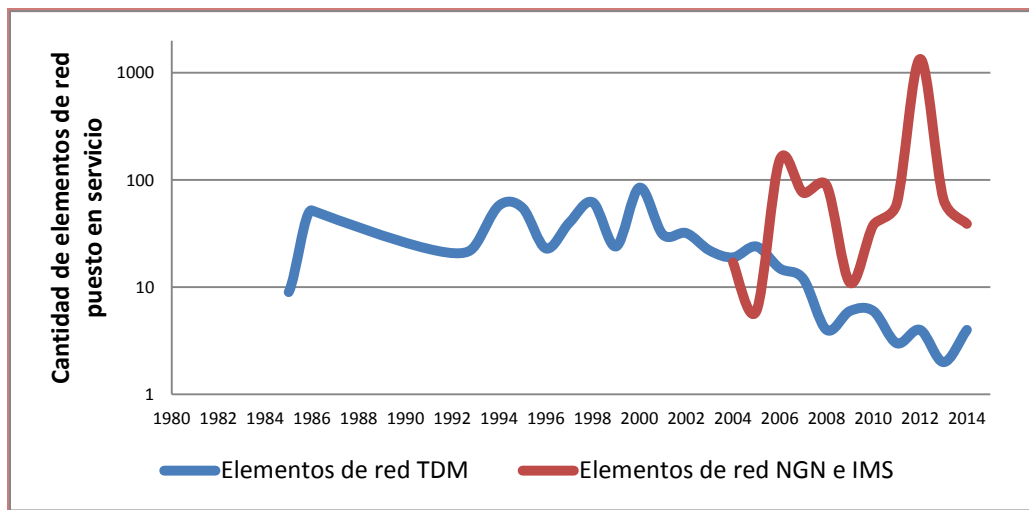
También es preciso aclarar que es resultado de una libre negociación entre cada PRST con sus respectivos fabricantes, la firma de contratos de actualización, soporte y suministros para sus distintos elementos de red.

Por lo expuesto anteriormente, la consultoría se abstiene de tomar una posición sobre el grado de obsolescencia tecnológica de las distintas centrales de conmutación TDM y de los elementos de red NGN que se encuentran en servicio en el país. Sin embargo, a partir de la información suministrada por los PRST y algunos fabricantes de equipos se enuncian a continuación algunos hallazgos relevantes para el objeto de este estudio:

⁸⁹ Por ejemplo, cuando un PRST decide apagar completamente los equipos a través de los cuales se presta un servicio determinado.

- a. En los municipios analizados en este estudio se pudo determinar, a partir de la información suministrada por los PRST, que el 91% de las centrales de tránsito, combinadas y locales de tecnología TDM fueron puestas en servicio en el período comprendido entre 1982 y 2000, como es el caso de las centrales de conmutación de los fabricantes predominantes en el mercado colombiano (Ericsson, Siemens, Fujitsu, NEC, Alcatel, Nortel e Italel). El 9% restante de las centrales TDM fueron puestas en servicio y actualizadas⁹⁰ entre el 2001 y el 2011..
- b. En el caso de los elementos de red NGN instalados en algunas de las redes de TPBCL y/o TPBCLE se determinó que el 100% de dichos elementos de red fueron puestos en servicio en el período comprendido entre 2004 y 2014, lo cual es consistente con el año que se instalaron los primeros equipos de tecnología NGN en Colombia.
- c. Las redes de TPBCL y/o TPBCLE soportadas en tecnología TDM son predominantes y desde el año 2004 se puede decir que existe en Colombia una red híbrida. En la Figura 46 se muestra a escala logarítmica la evolución en los últimos 32 años de las tecnologías TDM y de próxima generación (NGN e IMS) en Colombia, en función de la cantidad de elementos de red⁹¹ puestos en servicio en las redes de TPBCL y/o TPBCLE.

Figura 46. Evolución de las tecnologías TDM y de próxima generación en Colombia



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

- d. En las entrevistas realizadas con delegados de los PRST, estos han informado que algunos fabricantes han dejado de suministrar soporte a sus equipos TDM. Por su

⁹⁰ Según la información suministrada por los PRST algunas de estas centrales han sido objeto de actualizaciones (en hardware y/o software) y otras no.

⁹¹ Es preciso resaltar que dichos elementos de red incluyen las diferentes clases de centrales de conmutación TDM (TS, TLS, LS y RSU) así como diferentes elementos de red de próxima generación (SS, IMS, TG, SG, AG, MSAN, servidores de aplicaciones, nodos de red inteligente, entre otros).

parte los fabricantes, con los cuales se reunió la Consultoría⁹², han informado que aún tienen contratos de soporte vigentes con algunos PRST.

- e. Según la información suministrada por los PRST con mayor número de centrales de conmutación TDM, algunas de sus centrales locales han sido apagadas y reemplazadas por elementos de redes de próxima generación, como por ejemplo AG y MSAN, a través de los cuales conectan directamente abonados. Las centrales que se han apagado han sido “canibalizadas” con el fin de utilizar algunas partes del equipamiento como repuestos para las otras centrales TDM que aún están en servicio. En estos casos las series de los números de los abonados de dichas centrales han sido conservadas y re programadas en los correspondientes SS y/o IMS.

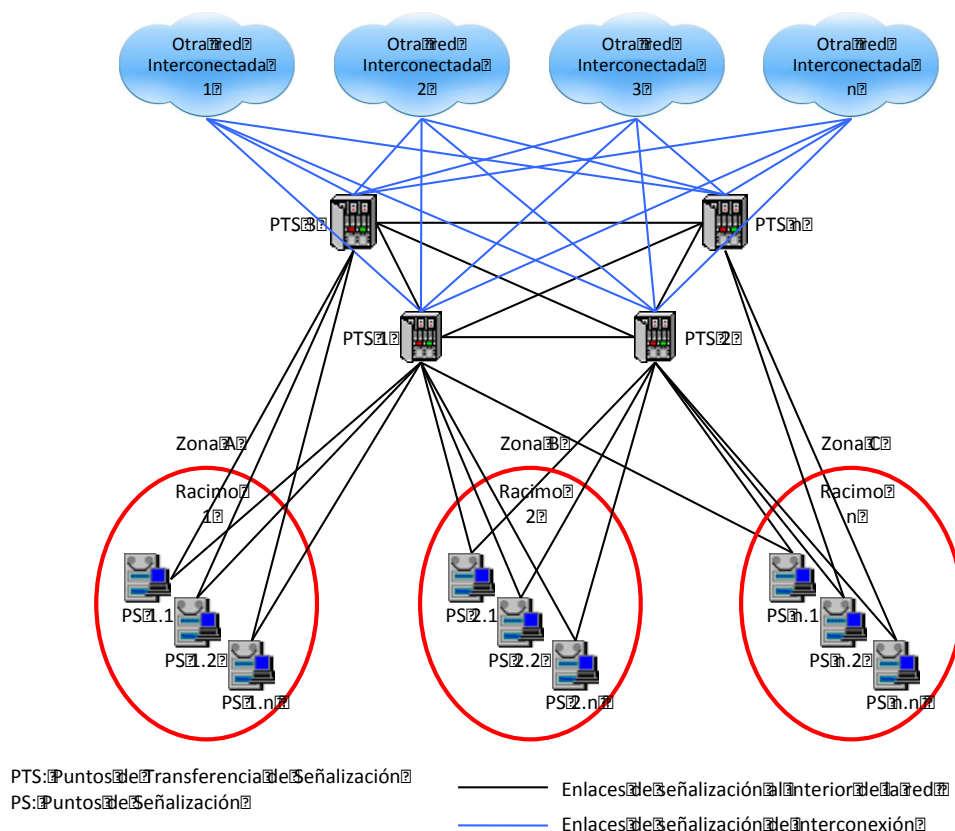
6.1.3 Arquitecturas de red de señalización SS7

En general, la complejidad de la arquitectura de red señalización de un PRST que brinde servicios de TPBCL y/o TPBCLE depende de varios factores entre ellos: de las arquitecturas de red que tenga desplegadas; la cantidad de centrales de conmutación TDM y elementos de red de próxima generación que se encuentren en servicio; la cantidad de Puntos de Transferencia de Señalización (PTS) y de Puntos de Señalización (PS) que se encuentren asignados a la red; la cantidad de redes fijas, móviles y de larga distancia que se interconecten; el volumen de tráfico (local, local extendido, LDN, LDI y móvil) entrante y saliente a la red; y la cobertura de la red de TPBCL y/o TPBCLE.

En la Figura 47 se muestra para efectos de ilustración la arquitectura genérica de la red de señalización de una red de TPBCL y/o TPBCLE en Colombia.

⁹² La lista de los fabricantes con los cuales se reunió la Consultoría puede consultarse en el Anexo 12.4.2.

Figura 47. Arquitectura genérica Tipo I de la red de señalización SS7 donde existen PTS y PS



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

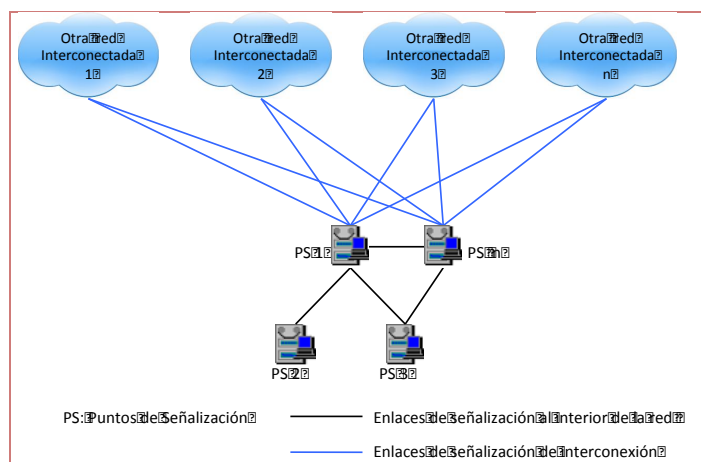
El corazón de la arquitectura de señalización son los PTS, los cuales corresponden o bien a centrales de conmutación TDM (locales, combinadas o de tránsito), o a elementos de red de próxima generación (IMS, SS, SG) o a una combinación de todos los anteriores ubicados dentro de un mismo municipio o distribuidos en varios municipios. Dependiendo del número de PTS que se encuentre en servicio en una red determinada estos se conectan entre sí formando una red enmallada.

Al interior de la red de TPBCL y/o TPBCLC los PTS se conectan con los PS los cuales están ubicados jerárquicamente en un segundo nivel dentro de la arquitectura de red SS7. Dependiendo del número de PS que se encuentren en servicio estos se conectan con cada PTS (formando una red en malla) o con al menos dos PTS distintos logrando una conexión redundante para cada PS. Por otro lado, desde el punto de vista de la interconexión con redes de otros operadores, los PTS se conectan con los correspondientes PTS o PS de las redes interconectadas.

En las redes donde existen un número elevado de PS (por ejemplo más de 10) es común encontrar arquitecturas de red de señalización donde los PS ubicados en una zona geográfica determinada dentro de la red se organizan en racimos (como los que se ilustran en la Figura 47), donde cada PS perteneciente a un racimo es conectado con al menos dos PTS distintos.

Ahora bien, en aquellas redes donde los PRST no tienen asignado PTS y solo cuentan con PS dentro de un mismo municipio, es común encontrar una arquitectura de red de señalización como la que se muestra en la Figura 48. En estos casos puede existir uno o más PS los cuales se conectan entre sí en estrella o en malla, y a través de uno o varios de ellos se conectan con los correspondientes PTS o PS pertenecientes a otras redes interconectadas.

Figura 48. Arquitectura genérica Tipo II de la red de señalización SS7 donde no existen PTS

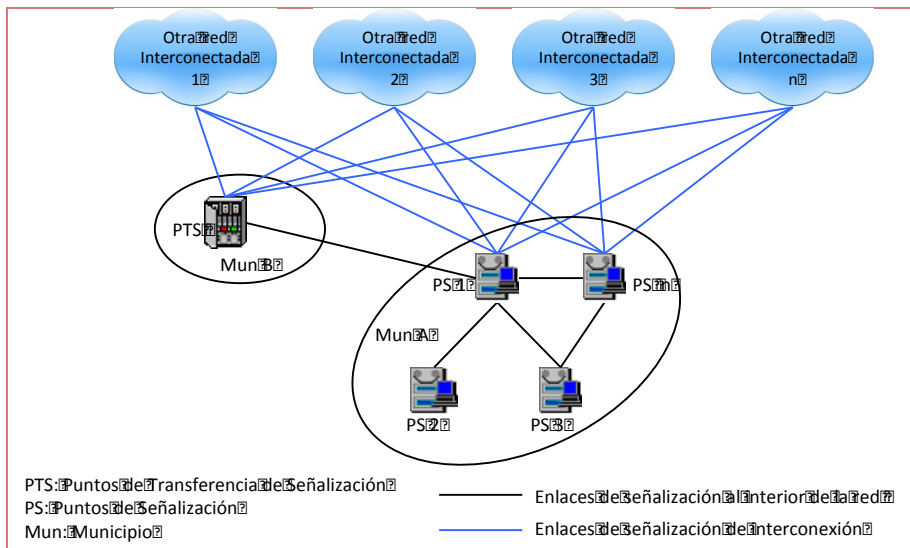


Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Es preciso resaltar que la arquitectura de red anterior es también válida en aquellos casos donde un PRST sólo tiene un PS asignado.

Existen casos donde un PRST tiene asignado uno o más PS en un municipio (A) que se conectan a un PTS ubicado en otro municipio (B) dentro de un mismo departamento como se ilustra en la Figura 49. En esta figura el PTS se conecta a las mismas redes con las que se conectan los PS, pero podrían ser distintas.

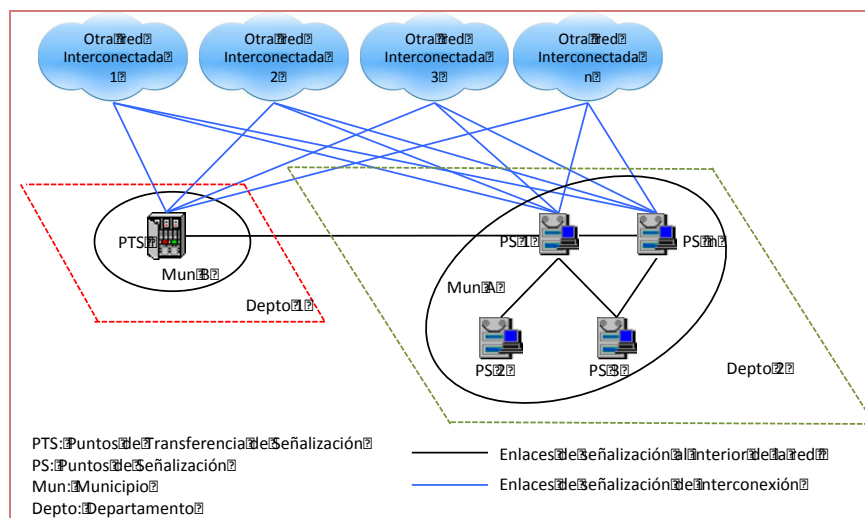
Figura 49. Arquitectura genérica Tipo III de la red de señalización SS7 donde existen PTS y PS en distintos municipios de un mismo departamento



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Y también existen casos donde un PRST tiene asignado uno o más PS en un municipio (A) que se conectan a un PTS ubicado en otro municipio (B) ubicado en un departamento distinto, como se ilustra en la Figura 50. En este caso las redes con los que se interconectan los PS y los PTS pueden ser las mismas, pueden estar en los dos municipios o unas en un municipio (por ejemplo el municipio A) y las demás en el otro municipio.

Figura 50. Arquitectura genérica Tipo IV de la red de señalización SS7 donde existen PTS y PS en municipios de distintos departamentos



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

6.1.4 Arquitecturas de red Inteligente, Signaling Gateways y/o similares

A partir de la información suministrada por los PRST se pudo determinar que no todos cuentan con plataformas de red inteligente en sus redes de TPBCL y/o TPBCLE.

Si se tiene en consideración lo informado por cada uno de los PRST, en principio tres de ellos cuentan con nodos de red inteligente que soportarían el servicio de PN y/o que podrían actualizarlos para soportar dicho servicio.

6.1.5 Arquitectura de Interconexión de las redes de TPBCL y TPBCLE

Las redes de los PRST que prestan servicios de TPBCL y/o TPBCLE se interconectan con otras redes locales y locales extendidas en un mismo municipio, con las redes de larga distancia nacional e internacional y con las redes móviles.

La complejidad de la estructura de la red de interconexión aumenta en la medida que el número de nodos de interconexión del PRST de TPBCL y/o TPBCLE sea elevado y en la medida que existan en un mismo municipio más de dos PRST en competencia.

A pesar la diversidad y el tamaño de las redes de TPBCL y/o TPBCLE que existen en el país, en general la arquitectura de la red de interconexión responde una topología enmallada donde los nodos de interconexión de la red TDM del PRST se interconectan con los respectivos nodos de interconexión de otras redes de telecomunicaciones, como se muestra genéricamente en la Figura 51.

El diagrama ilustra la arquitectura de una red de telecomunicaciones, mostrando la interconexión entre diferentes tipos de redes y componentes de red.

Redes y Componentes:

- Redes de Acceso:**
 - Internet
 - Otras TPBCL/TPBCL
 - Redes Móviles
- Redes de Núcleo y Servicios:**
 - Backbone
 - AG/MSAN (Gateway de Acceso / Multi-servicio)
 - SG (Gateway de Señalización)
 - SS (Softswitch)
 - TG (Gateway Troncal)
- Interconexión:**
 - Los enlaces de red TDM (rojo) conectan las redes de acceso entre sí y con el núcleo.
 - Los enlaces de red NGN/IMS (azul) conectan las redes de acceso con el núcleo y los servicios.

Legenda:

- Enlaces de red TDM (línea roja)
- Enlaces de red NGN/IMS (línea azul)

A partir de la información suministrada por algunos PRST también se pudo determinar que algunos elementos de red de las redes de próxima generación, (como por ejemplo los gateways troncales TG), también se interconectan con nodos de interconexión de otros operadores, como se observa en la parte inferior de la Figura 51.

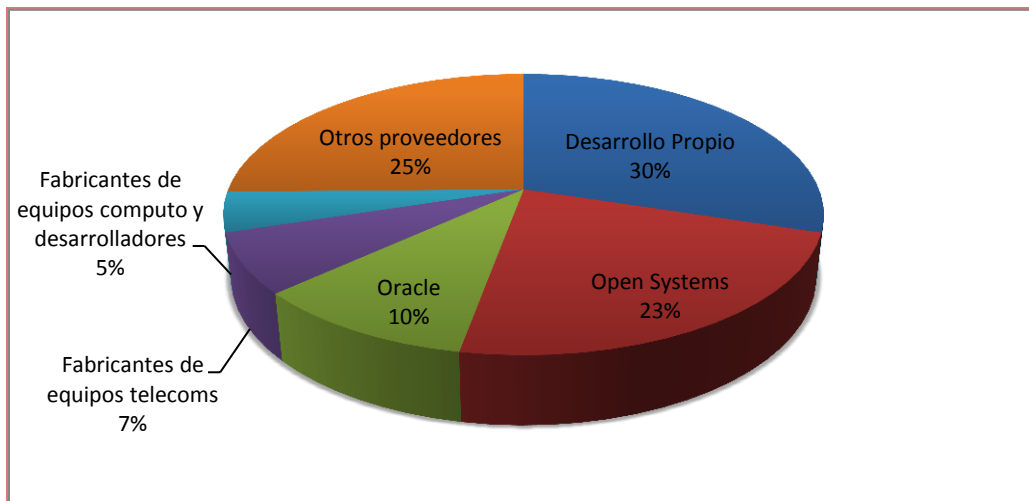
A partir de la información suministrada por los diferentes PRST fue posible identificar los nombres del producto, versión y proveedor de los sistemas de BSS (Business Support System), OSS (Operations Support System), CRM (Customer Relationship Management y/o BOSS (Business and Operation Support System).

En primer lugar se identificó que en los casos donde un PRST presta el servicio de TPBCL y/o TPBCLE en varios municipios, la mayoría de las veces los sistemas de información y de soporte son utilizados a nivel nacional para la operación de los diferentes servicios de telecomunicaciones que se prestan.

Se identificaron en total 87 sistemas de información y soporte, de los cuales el 30% corresponden a desarrollos propios de los PRST, el 23% son provistos por Open System el 10% los provee Oracle y el 37% restante por otros tipos de proveedores (entre los cuales se incluyen fabricantes de equipos de telecomunicaciones, fabricantes de equipos de

computo, desarrolladores de software, centros de investigación, entre otros), como se puede apreciar en la Figura 52.

Figura 52. Proveedores de sistemas de sistemas de información y soporte operacional en los municipios donde existe competencia



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

En el evento de implementarse la PN en el servicio fijo, es bastante probable que algunos de los sistemas de información y soporte actualmente en servicio deban ser actualizados, principalmente en algunas rutinas para adaptar los procesos de aprovisionamiento de servicio, facturación y atención a clientes con el servicio de PN y para establecer la conexión automática con el administrador de la base de datos de PN.

6.1.7 Análisis de tráfico de voz saliente en las redes de telefonía local de Colombia

A partir de la información de tráfico reportada por los PRST de TPBCL y/o TPBCLE, se realizó una caracterización del comportamiento del tráfico originado en este tipo de redes en el país.

Para facilitar el análisis de los aspectos de tráfico con la estimación de mercado de portabilidad numérica, se utilizó la misma caracterización de las redes de telefonía local que se había empleado previamente en la encuesta de hogares. Es decir, se incluyeron los municipios con más de 200.000 líneas en el segmento hogares en lo que se denominó el grupo 1, aquellos entre 50.000 y 200.000 líneas en el grupo 2, las que tienen entre 10.000 y 50.000 líneas en el grupo 3 y aquellas con menos de 10.000 líneas en el grupo 4. Para el caso del Grupo 1 fue necesario incluir los municipios aledaños a Medellín como parte de la categoría "mayor a 200.000 líneas", por cuanto la CRC realiza las asignaciones de bloques de numeración de telefonía fija de manera indiferenciada para toda esta área geográfica. El resultado del número de municipios por grupo de clasificación se presenta en la Tabla 57.

Tabla 57 Número de municipios por grupo de clasificación

Grupos de municipios	Municipios que forman parte del grupo
1 - Mayor a 200 mil líneas	13 ⁹³
2 - Entre 50-200 mil líneas	13 ⁹⁴
3 - Entre 10-50 mil líneas	28 ⁹⁵
4 - Menor a 10 mil líneas	84 ⁹⁶
TOTAL	138

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

El comportamiento del tráfico local saliente de telefonía fija es relevante para el estudio de la viabilidad técnica y económica de la PN fija porque entrega información valiosa para el dimensionamiento de las redes, la estimación del número de consultas en las bases de datos de portabilidad numérica y permite establecer los intereses de tráfico local - local, que son los que se verían afectados de tomarse la medida regulatoria.

Las secciones siguientes presentan un análisis del tráfico saliente de la telefonía local en Colombia considerando como elementos de clasificación los cuatro grupos mencionados.

Comparación del comportamiento de tráfico entre los cuatro grupos de análisis

El interés de tráfico y la intensidad de uso de los usuarios de telefonía fija de un municipio, depende de múltiples factores, tales como el nivel de competencia del mercado de telefonía fija, el tamaño del municipio, la densidad de telefonía fija, la capacidad adquisitiva de sus habitantes, el tipo de actividad económica preponderante y la ubicación geográfica.

A manera de ejemplo, municipios donde hay poca o nula competencia de telefonía local presentan porcentajes de tráfico local on net significativamente mayores que municipios donde la competencia es más intensa, caso donde el tráfico local off net es mayor.

⁹³ Se incluyó a Bogotá, Cali, Medellín y los municipios aledaños del Valle de Aburrá: Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Ceja, La Estrella y Santa Rosa de Osos. En el caso del Valle de Aburrá, fue necesario incluir los municipios aledaños a Medellín como parte de la categoría "Mayor a 200.000 líneas", por cuanto la CRC realiza las asignaciones de bloques de numeración de telefonía fija de manera indiferenciada para toda esta área geográfica.

⁹⁴ Hay tres municipios: Bello, Itagüí y Envigado que fueron incluidos en el Grupo 1, por las razones explicadas en la nota de pie de página previa.

⁹⁵ Hay seis municipios: Copacabana, Sabaneta, Caldas, La Estrella, La Ceja y Girardota que fueron incluidos en el Grupo 1, como parte del Valle de Aburrá.

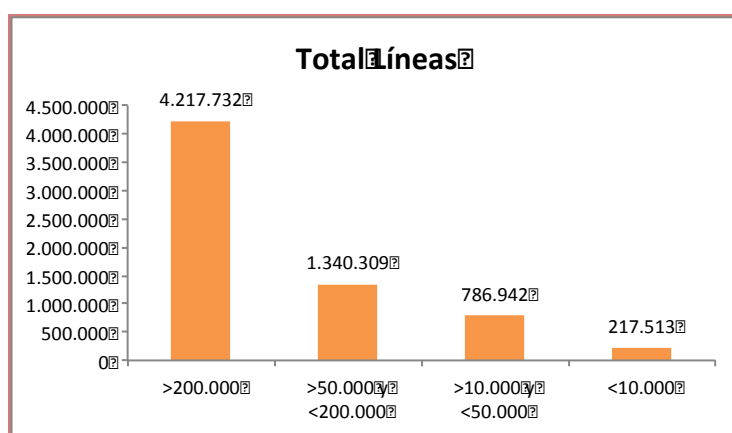
⁹⁶ Hay un municipio: Barbosa, que fue incluido en el Grupo 1, como parte del Valle de Aburrá. Corresponde además al número de municipios para los cuales existía información de tráfico reportada por los PRST.

Los cálculos que se presentan en esta sección fueron realizados con la información proporcionada por los PRST.

A continuación se presenta a manera de resumen general el número total de usuarios (ver Figura 53), el tráfico total en minutos (ver Figura 54), el tráfico promedio por usuario en hora pico (ver Figura 55) y el interés de tráfico por tipo de destino (ver Figura 56) de los cuatro grupos bajo análisis.

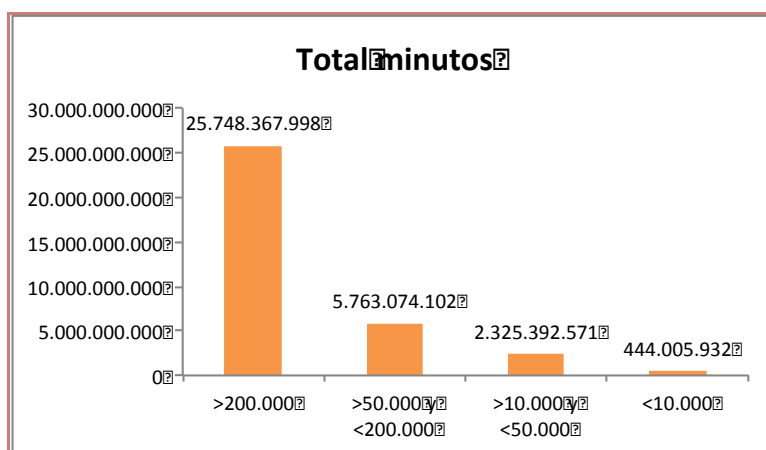
Es importante resaltar que la información del Grupo 3 y Grupo 4 es parcial porque no se contaba con información de tráfico de la totalidad de los municipios considerados para este estudio.

Figura 53. Número total de líneas de telefonía fija para los grupos uno al cuatro en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013



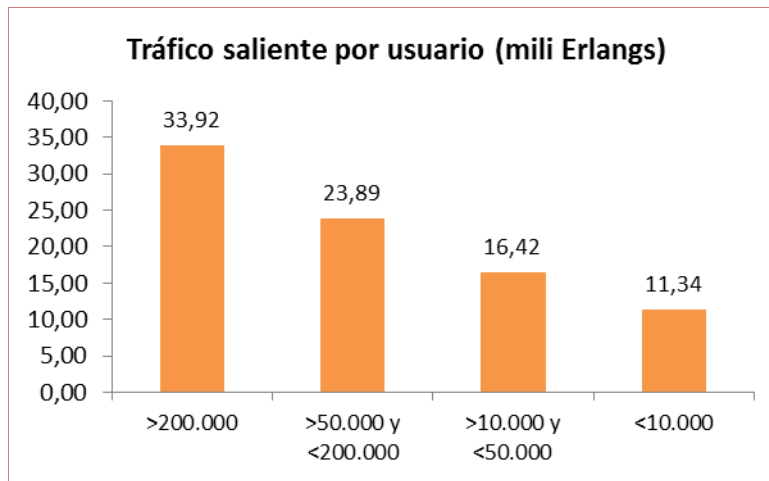
Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Figura 54. Tráfico total saliente de telefonía fija (minutos) para los grupos uno al cuatro en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013



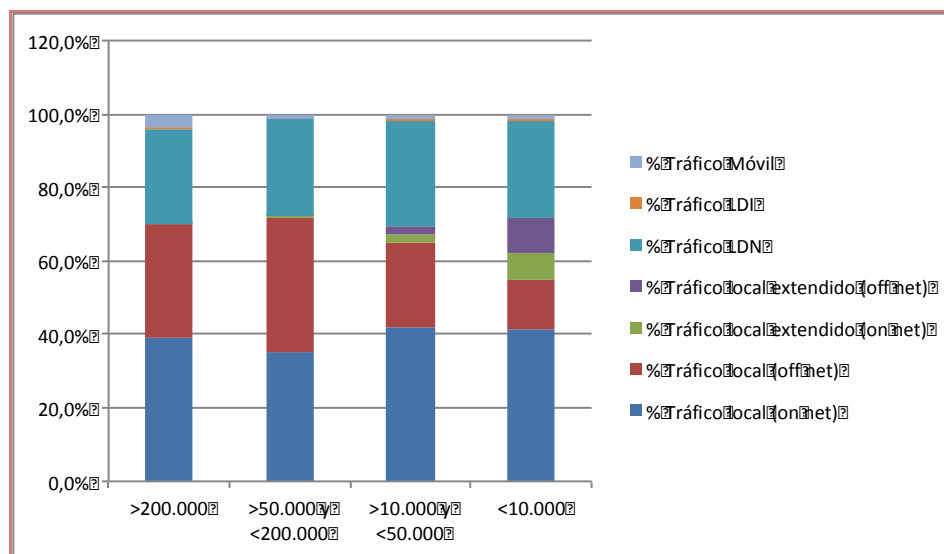
Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Figura 55. Tráfico promedio saliente de un usuario de telefonía fija en hora pico para los grupos uno al cuatro en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013



Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Figura 56. Interés de tráfico saliente de telefonía fija en los municipios para los cuales se disponía de información para el año 2013



Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

De los análisis se desprenden varias conclusiones:

1. Los municipios del grupo 1, que comprenden las áreas más pobladas y desarrolladas del país representa el 75,1% del tráfico total de la muestra.
 - a. En el agregado de estos municipios, la suma del tráfico local on net y off net representa casi el 70% del total observándose una relación aproximada de 4 a 3 en el tráfico on net - off net y el tráfico de LDN el 25%. La

participación del tráfico de local extendida es menor al 0,5% y el tráfico móvil representa el 3,5%.

2. Los municipios del grupo 2, que incluyen 13 ciudades intermedias representan el 16,8% del tráfico de la muestra.
 - a. En el agregado de estos municipios, la suma del tráfico local on net y off net representa del orden del 71% del total observándose una relación aproximada de 1 a 1 en el tráfico on net - off net y el tráfico de LDN el 26%. La participación del tráfico de local extendida es menor al 0,7% y el tráfico móvil representa el 1,1%.
3. Los municipios del grupo 3, que incluyen poblaciones de 14 departamentos representan el 6,7% del tráfico de la muestra. Hay que recordar que en este grupo faltan algunos municipios porque no se contaba con información de tráfico de la totalidad de estos municipios.
 - a. En el agregado de estos municipios, la suma del tráfico local on net y off net representa del orden del 64% del total observándose una relación aproximada de 2 a 1 en la relación on net a off net. El tráfico de LDN representa el 29%. La participación del tráfico de local extendida es más importante que en los dos casos previos y representa el 4,2% y el tráfico móvil el 1,3%.
4. Los municipios del grupo 4, que incluyen poblaciones de 21 departamentos representan el 1,2% del tráfico de la muestra. En este grupo faltan la mayoría de los municipios porque no se contaba con información de tráfico de la totalidad de estos municipios.
 - a. En el agregado de estos municipios, la suma del tráfico local on net y off net representa del orden del 54% del total observándose una relación aproximada de 3 a 1 en la relación on net a off net. El tráfico de LDN representa el 26%. La participación del tráfico de local extendida es la más importante de todos los casos y representa el 17%. A su vez el tráfico móvil corresponde al 1,5%.
5. Existen por tanto similitudes en los comportamientos agregados del interés de tráfico entre los municipios del grupo 1 y el grupo 2. El grupo 3 en cambio muestra más interés de tráfico de local extendida, siendo el grupo 4 donde la participación de este tipo de tráfico es mayor.
6. El tráfico local es mayor en los grupos 1 y 2 que en los grupos 3 y 4.
7. El interés de tráfico de LDN es aproximadamente igual en los cuatro grupos.
8. El interés de tráfico hacia móvil es mayor en el grupo 1 y es aproximadamente igual entre los grupos 2, 3 y 4.
9. Al comparar el tráfico promedio por abonado de los cuatro grupos, es claro que el tráfico es mayor en las áreas de Bogotá, Cali y Medellín (34 mili Erlangs) y va

decreciendo para los municipios del grupo 2 (24 mili Erlangs), el grupo 3 (16 mili Erlangs) y el grupo 4 (11 mili Erlangs). Esto no es sorprendente porque niveles de tráfico saliente más alto se asocian con áreas más pobladas y de mayor desarrollo económico.

10. Por otro lado y como consecuencia de los tráficos promedio por abonado calculados por la Consultoría, se puede concluir que el tráfico promedio de señalización en las distintas redes de TPBCL y/o TPBCLE es menor a 0,4 Erlang. Esto se evidencia y sustenta no sólo en la información sobre ocupación promedio de los enlaces de señalización reportados por los PRST en los municipios donde prestan los servicios de TPBCL y/o TPBCLE en competencia; sino en la disminución paulatina del tráfico por abonado que ha experimentado el servicio de TPBCL y/o TPBCLE; la disminución de líneas en servicio; así como consecuencia de los parámetros de tráfico de los enlaces de señalización establecidos por la norma nacional de señalización por canal común, la cual establece que el tráfico de señalización para un enlace de señalización es igual a 0.2 Erlang y por redundancia no debe ser mayor a dos veces este valor.

6.2 Modelos de encaminamiento y viabilidad técnica de implementar la PN fija en Colombia

Existen dos problemas principales de tipo técnico que deben resolverse cuando se realiza la implantación del esquema de PN en un país. El primero consiste en definir la forma como las redes de telecomunicaciones deben hacer el encaminamiento de las llamadas para lograr que lleguen a su destino cuando un número ha sido portado. El segundo en el proceso administrativo que resulta necesario para portar un número.

Hay múltiples posibilidades para resolver los dos problemas planteados, cada una de ellas con ventajas, desventajas y costos. Este numeral analiza los diferentes modelos de encaminamiento para implementar la PN en el servicio de telefonía fija en Colombia de acuerdo con las Recomendaciones de la UIT y presenta una recomendación sobre cuál sería el modelo más eficiente para la implementación de la portabilidad numérica fija en Colombia.

La UIT ha especificado cuatro (4) modelos de encaminamiento para la portabilidad numérica, a saber⁹⁷:

- Onward Routing (OR) o encaminamiento hacia adelante: Llamadas reencaminadas desde la red donante utilizando los principios del encaminamiento hacia adelante.
- Call Dropback (CDB) o encaminamiento con retroceso: Llamadas reencaminadas desde la red donante utilizando los principios del encaminamiento con retroceso.

⁹⁷ Los modelos de encaminamiento para la implementación de la portabilidad numérica se encuentran en la sección 8 del Suplemento 2 de la Recomendación E.164 de la UIT-T [30].

- Query on Release (QOR): Reencaminamiento de la llamada desde la red donante, iniciado de acuerdo con los principios de la consulta tras la liberación.
- All Call Query (ACQ): Encaminamiento iniciado por encaminamiento directo o de acuerdo con los principios de consulta de todas las llamadas.

En el Anexo 12.4.3 se incluye un análisis detallado sobre cada uno de estos modelos de encaminamiento y sus ventajas y desventajas para el caso colombiano.

6.2.1 Viabilidad técnica de implementar la PN en las redes de TPBCL y/o TPBCLE

En la sección 6.1 se presentó un análisis técnico detallado sobre la situación actual de las redes de TPBCL y/o TPBCLE de Colombia, no solo en cuanto a arquitecturas de red, tecnologías, marcas de equipos y características de los mismos, sino también en términos de ocupación de las redes en términos de tráfico y sistemas de información y de soporte operacional.

Por otro lado, en el Anexo 12.4.3 se incluye un análisis técnico sobre los diferentes modelos de encaminamiento recomendados por la UIT para la implementación de la PN, resaltando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y algunas consideraciones sobre las implicaciones en términos de adecuación de las redes y costos de inversión para implementarlos.

El análisis comparativo a nivel internacional adelantado por la consultoría indica que son varias las experiencias internacionales que muestran la conveniencia del uso del modelo ACQ no sólo porque es la solución más eficiente para redes con múltiples interconexiones, como las que se presentan en el caso colombiano, sino también porque es la más adecuada en el largo plazo, cuando los volúmenes acumulados de números portados sean altos. De hecho, todos los países de América Latina que han reglamentado la introducción de PN (móvil y/o fija) han optado por ACQ⁹⁸.

Considerando lo anterior, a juicio de la Consultoría es viable técnicamente implementar la PN fija en Colombia. Las razones que sustentan esta conclusión se describen a continuación.

Elementos que deben ser considerados para la definición de los términos y condiciones técnicas y operativas para implementar la PN fija

La portabilidad numérica es una medida regulatoria que ha demostrado internacionalmente sus bondades para fortalecer la competencia en los servicios de telecomunicaciones y proteger y beneficiar a los usuarios de los servicios que son objeto de ser portables.

En la definición de las condiciones técnicas y operativas necesarias para implementar la PN fija, de resultar viable, es recomendable que se tengan en consideración los siguientes aspectos:

⁹⁸ Son los casos de Brasil, Chile, Ecuador, México, Panamá, Perú y República Dominicana.

- a. La experiencia internacional y los resultados del estudio comparativo realizado por la Consultoría.
- b. Los estudios previos adelantados en Colombia sobre la PN fija coinciden en concluir que la implementación de la PN fija es factible desde el punto de vista eminentemente técnico.
- c. Los resultados de los estudios realizados por la Consultoría sobre el mercado de la TPBCL y los servicios relacionados así como las encuestas de mercado realizadas para los sectores comerciales y residenciales.
- d. Los hallazgos encontrados por la Consultoría en relación con la situación actual de las redes de TPBCL y/o TPBCLE.
- e. Las distintas alternativas de soluciones óptimas (técnicas y de mínimo costo) que tendrían los PRST para implementar la PN fija, como las que se describen en el numeral 0.
- f. El modelo de encaminamiento recomendado por la Consultoría para la implementación de la PN fija, el cual se describe en el numeral 6.2.2; y
- g. La información de las soluciones técnicas posibles planteadas por los diferentes fabricantes y proveedores de equipos y soluciones tecnológicas para implementar la solución óptima (técnica y de mínimo costo de inversión) de la PN fija en las redes de TPBCL y/o TPBCLE.

Alternativas de soluciones técnicas que tendrían los PRST para implementar la PN en sus redes de TPBCL y/o TPBCLE

A juicio de la Consultoría y con base en su experiencia en proyectos de implementación de PN fija y móvil en el ámbito internacional, la implementación de la PN fija en Colombia, es técnicamente factible en las redes de TPBCL y/o TPBCLE por las siguientes razones:

- a. Las centrales de conmutación de tránsito, combinadas y locales que utilizan tecnología TDM y que se encuentran en la jerarquía más alta de la arquitectura de red de los diferentes PRST soportan señalización por canal común No. 7, norma colombiana, que es una funcionalidad de red esencial para implementar la PN.
- b. Algunas de las centrales de conmutación TDM actualmente en servicio, tienen la capacidad de realizar un trigger INAP a un elemento de red para hacer una consulta a una base de datos operativa o administrativa de PN.
- c. Once (11) PRST han desplegado redes de próxima generación y cuentan con softswitches y/o nodos IMS que soportan diferentes tipos de señalización tales como SS7-ISUP, SIP, INAP, SIGTRAN, H.248, entre otros. Estos elementos de red fueron puestos en servicio entre el 2004 y 2014 inclusive, cuentan con soporte por parte de los fabricantes para ampliaciones, actualización y repuestos y la mayoría de estos podrían ser actualizados para que soporten la PN fija.
- d. De los once (11) PRST que han desplegado redes de próxima generación, dos (2) PRST tienen al menos un elemento de red (IMS, Softswitch, SSP, Signaling Gateway) con

capacidad de hacer un trigger INAP a un nodo de red inteligente, a un gateway de señalización o a un dispositivo similar para la consulta a una base de datos operativa y/o administrativa de PN.

- e. Diez y seis (16) de los veintidós (22) PRST que prestan servicios de TPBCL y TPBCLE tienen declarados en su red de señalización Puntos de Transferencia de Señalización (PTS). En la mayoría de los PRST estos PTS se soportan en tecnología TDM pero también existen PTS que se soportan en tecnologías de próxima generación (por ejemplo, signaling gateways), aptos mediante actualizaciones para soportar la PN fija.
- f. Para aquellos PRST que tienen PTS declarados en sus redes, existen varias opciones técnicas para implementar la PN fija, entre ellas: i) adquirir un gateway de señalización redundante a través del cual se hace la consulta a la base de datos de PN y al cual se conectan al menos dos de los PTS que se encuentren en servicio; ii) actualizar y/o ampliar la capacidad de los PTS de próxima generación en servicio para soportar la PN fija; iii) actualizar a nivel de software aquellos PTS que cuenten con la posibilidad de habilitar otros tipos de señalización, en particular INAP. Aquellos PRST que no cuentan con PTS en su red de señalización podrían implementar la PN fija con cualquiera de las otras soluciones posibles descritas en este numeral o aquellas que se encuentren disponibles en el mercado colombiano.
- g. Cuatro (4) de los PRST han desplegado redes IMS.
- h. Cuatro (4) de los PRST tienen en servicio plataformas de red inteligente conformadas por nodos SSP y SCP que soportan diferentes tipos de señalización (tales como SS7-ISUP, SIP, INAP, SIGTRAN, entre otros) y según lo reportado por los PRST soportarían el servicio de PN y/o podrían actualizar estos equipos para soportar la PN fija.
- i. Existen varias alternativas de soluciones técnicas para implementar la PN fija en Colombia. Por ejemplo, si se adopta el modelo de encaminamiento ACQ existen al menos siete (7) alternativas las cuales se enuncian y se describen de manera genérica en el Anexo 12.4.4.
- j. Por último, en cuanto a los sistemas de información y de soporte operacional que se encuentre en servicio y que soportan el servicio de TPBCL y/o TPBCLE, en general estos se caracterizan por ser sistemas funcionales de arquitecturas abiertas, algunos de ellos desarrollados en plataformas de software disponibles comercialmente en el mercado colombiano y otros soportados en especificaciones y desarrollos propios hechos a la medida de las necesidades de los PRST que se han decidido por esta opción. Por lo anterior estos sistemas podrían ser adecuados a los requerimientos de la PN fija y es técnicamente factible hacerlo en los términos y las condiciones que establezcan los PRST con sus respectivos proveedores de este tipo de soluciones.

6.2.2 Recomendación de modelo de encaminamiento para la implementación de la PN fija en Colombia

Tomando en cuenta que ya se estableció la viabilidad técnica de implementar la PN en la sección 6.2.1, los criterios analizados para la recomendación de un método de encaminamiento fueron los siguientes:

1. Es preferible utilizar un método en el cual, el PRST Donante no esté involucrado en el encaminamiento de la llamada, evitándose de esa forma hacer uso de capacidades en las redes de terceras partes.
 - a. En particular es preferible evitarle a los PRST Donantes costos de consulta de bases de datos (caso de los métodos CDB y QoR) o de transporte de llamadas (caso del método OR).
 - b. Sobre esta misma línea argumental, es preferible que el método seleccionado no implique cambios en los acuerdos de interconexión existentes entre los PRST de las redes de TPBCL y/o TPBCLE.
2. Es importante considerar la experiencia internacional. En el benchmark preparado por esta Consultoría se encontró que de diez países analizados, nueve han optado por la PN fija y de estos últimos, siete utilizan esquemas ACQ.
 - a. El mismo documento de benchmark analizó el caso de Reino Unido, donde la selección de OR se transformó en el largo plazo en un problema que todavía no cuenta con una solución adecuada.
3. Es conveniente considerar el mecanismo de PN que se aplica en Colombia para redes móviles (es decir ACQ), dado que pueden existir sinergias de implementación tanto para PRST que están integrados en la prestación de servicios fijos y móviles, como en la posibilidad de uso de la actual base de datos central de portabilidad numérica.
4. Es importante considerar la opinión de los PRST fijos en relación con el mecanismo de encaminamiento más apropiado y eficiente, punto en el cual, la opinión mayoritaria fue favorable al uso de ACQ (ver sección 6.3.1).

Por lo tanto, la recomendación de la Consultoría desde el punto de vista eminentemente técnico es que para la implementación de la PN fija se utilice el modelo ACQ,

6.3 Expectativas de los operadores frente a la implementación de la portabilidad numérica fija en Colombia

En esta sección se identifican a partir de las respuestas de los PRST al cuestionario que preparó la Consultoría, cuáles son sus expectativas frente a la implementación de la Portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija en Colombia.

Es preciso resaltar que las opiniones relacionadas en esta sección son de los PRST y no comprometen la opinión de la Consultoría.

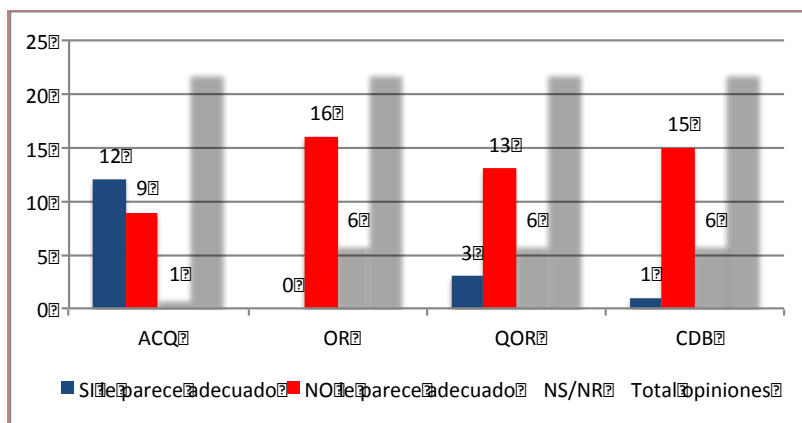
En cada una de los numerales que se presentan a continuación, la Consultoría ha agrupado las diversas opiniones según los temas tratados por los PRST y en algunas de ellas se incluyen resúmenes con el fin de facilitar la lectura de este documento.

6.3.1 Opiniones sobre los modelos de encaminamiento más apropiados y eficientes

- En la encuesta a los PRST se les preguntó sus preferencias sobre los modelos de encaminamiento para la implementación de la PN: *Onward Routing* (OR), *Call Dropback* (CDB), *Query on Release* (QOR) y *All Call Query* (ACQ).

Como se puede observar en la Figura 57 existe un consenso en la mayoría de los PRST respecto a que el modelo de encaminamiento más adecuado y eficiente es ACQ. Además, en general no les parecen convenientes los modelos OR, CDB y QoR.

Figura 57. Opiniones sobre los modelos de encaminamiento más apropiados y eficientes



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

En la Tabla 58 se transcriben las opiniones de los PRST sobre cada uno de los modelos de encaminamiento analizados.

Tabla 58 Opiniones de los PRST sobre los modelos de encaminamiento para implementar la PN fija

ACQ	OR
- Mediante este enrutamiento el operador origen en cada localidad objeto de portabilidad numérica, mantendría el control completo de la llamada que se enruta al operador destino final donde se encuentra el abonado. Adicionalmente con este modo de enrutamiento se tendría toda la información respecto a la llamada para efectos de facturación, conciliación y reclamos. - Se basa en señalización y por consiguiente la utilización de recursos de lcx son adecuados; la administración de la BD centralizada es transparente al estar a cargo de un tercero; el operador donante no está involucrado en el enrutamiento de la llamada. - Se mantiene el inventario en un solo ente o punto de control a nivel nacional, permitiendo una mejor coordinación entre los operadores y menores tiempos de establecimiento de la llamada. - Menor retardo a números portados, costos operativos bajos porque van a ser muchos los usuarios que se van a portar. - Uso de base de datos centralizada, operador donante no hace parte del establecimiento de llamada, método directo. - Facilita realizar siempre una consulta a la base de datos de portabilidad, resguardando el derecho de mantener el número de los usuarios de las redes de telefonía fija. - Toda llamada desde la red de origen generaría una consulta a la base de datos NP. - Porque permite al proveedor que origina la comunicación consultar una base de datos operativa (BDO) y obtener información que le permita enrutarla al operador destinatario. Por otra parte consideramos que a largo plazo sería el esquema más eficiente y representaría mayores beneficios. - El problema es la inversión inicial que se requiere para implementar el sistema porque va a haber mayor impacto en un mayor número de elementos involucrados en un ambiente de portabilidad. - Retardo en el establecimiento de las comunicaciones por consultas de números no portados. - No apropiado por los costos de implementación. - Es el esquema utilizado en la portabilidad móvil y por	- Mayor consumo de recursos. Pasa tráfico por el donante. - Se delega la conexión de la llamada en otro operador el cual debe mantener toda una llamada haciendo tránsito por su red; lo anterior puede hacer el servicio de los números portados más complejo y costoso para el operador que termina haciendo el tandem. - El impacto en elementos de red involucrados en un ambiente de portabilidad es mucho menor que el modelo All Call Query. Igualmente, el problema es la inversión inicial que se requiere para implementar el sistema porque va a haber mayor impacto en un mayor número de elementos involucrados en un ambiente de portabilidad. - Demora en establecer la llamada - Utiliza muchos recursos de las antiguas centrales de conmutación además de que se pierde la identificación del llamante. - El desempeño depende de la cooperación entre los operadores. - Consumen recursos de señalización y media que con los métodos QOR y CDB no se usarían. - No apropiado por los costos de implementación. - Implica que todas las llamadas de abonados portados se encaminadas a la red donante, desperdiciando interconexiones.

ACQ	OR
parte de los operadores LDI. En esta opción, todas las llamadas terminadas en un número fijo deben consultar la plataforma de portabilidad. El encaminamiento es directo. Además es la opción que se encuentra implementada para la portabilidad red móvil. Es más fácil y eficiente determinar en el primero paso de la llamada la red destino.	

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

QOR	CDB
- Solo se consulta la base de datos de los portados, el resto de llamadas sigue su curso normal optimizando los recursos de red de interconexiones. - Este modelo comprueba la base de datos centralizada se puede hacer uso de centrales tandem para las consultas a la base de datos NP. - Mayor consumo de recursos. Pasa tráfico por el donante. - El manejo de base de datos centralizada y demasiadas consultas entre los entes involucrados hacen más complejo y costoso la implementación del modelo. Igualmente, el problema es la inversión inicial que se requiere para implementar el sistema porque va a haber mayor impacto en un mayor número de elementos involucrados en un ambiente de portabilidad. - La determinación de los códigos de respuesta en señalización por parte de los operadores donde está el bloque de numeración y el cliente portado, es compleja de estandarizar a nivel nacional así como difícil de mantener ante upgrades por parte de fabricantes de su stack SS7. - Mayores costos operativos y depende mucho de la red donante. - No apropiado por los costos de implementación. - Esta solución requiere adaptaciones a nivel de los códigos de release de SS7 ISUP. De igual forma requiere varias consultas a bases de datos.	- El impacto en elementos de red involucrados en un ambiente de portabilidad es mucho menor que el modelo All Call Query. Igualmente, el problema es la inversión inicial que se requiere para implementar el sistema porque va a haber mayor impacto en un mayor número de elementos involucrados en un ambiente de portabilidad. - Mayor consumo de recursos. Pasa tráfico por el donante - Demasiado compleja de implementar, así como difícil de mantener ya que cada operador termina manejando su propia base de datos; si dicha base de datos no es igual en todas las empresas de telecomunicaciones puede percibirse un mal servicio en los números portados. - Mayores costos operativos y depende mucho de la red donante. - Congestión de los enlaces de interconexión por duplicidad de canales durante el establecimiento de las comunicaciones - El desempeño depende de la cooperación entre los operadores. - Se liberan recursos de señalización y media, entregando la responsabilidad de encaminamiento a una central tandem. - No apropiado por los costos de implementación. - Esta alternativa consideramos que es menos eficiente que la primera (ACQ) dado que implica la participación del flujo de la llamada de la red donante.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

6.3.2 Opiniones sobre las actualizaciones de red y sistemas de información asociados a PN móvil

En la encuesta a los PRST se les preguntó si tuvieron que adelantar alguna actualización de sus redes y sistemas de información asociados como consecuencia de la PN móvil.

Se identificó que la mayoría de los PRST no realizaron ningún tipo de adecuación, actualización, adquisición implementación en sus redes y plataformas de TPBCL y/o TPBCLE con motivo de la implementación de la PN móvil y solo cuatro (4) PRST sí realizaron adecuaciones e inversiones.

6.3.3 Opiniones sobre posibles inconvenientes que tendrían los PRST en el evento de implementarse la PN fija

Los PRST identificaron posibles inconvenientes o problemas de carácter técnico y/o administrativo que su juicio tendrían en el evento que el Regulador decida implementar la portabilidad numérica fija en Colombia.

Los inconvenientes de carácter técnico reportados por los PRST se han clasificado en cinco (5) categorías a saber:

- a. Inconvenientes relacionados con la obsolescencia de los equipos, los cuales se relacionan en la Tabla 59.
- b. Inconvenientes de la adecuación de las redes de señalización e interconexión, como los que se incluyen en la Tabla 60.
- c. Inconvenientes de implementación de nuevas plataformas y adecuación de plataformas existentes de servicios, incluidos en la Tabla 61.
- d. Inconvenientes sobre adecuación de sistemas de información y de soporte operacional tales como los relacionados en la Tabla 62
- e. Inconvenientes administrativos tales como los relacionados en la Tabla 63.

Tabla 59. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con obsolescencia de sus equipos

Ítem	Inconvenientes relacionados con la obsolescencia de los equipos
1	Se encuentran en servicios centrales de conmutación TDM con más de 20 años de operación que ya están llegando al final de la vida útil y algunos fabricantes de estos equipos no soportan ampliaciones y/o actualizaciones (en hardware y/o software) y licenciamientos de servicios en estas centrales.
2	Algunas de las centrales que se encuentran en servicio cuentan con una capacidad limitada de procesamiento para el manejo de recursos (numeración, E1s troncales, E1s de señalización).
3	Algunos PRST son de la opinión que todos estas centrales e infraestructura de conmutación TDM deben reponerse (o migrar a soluciones de próxima generación) para implementar la PN fija, lo cual implica altos costos.
4	Salvo algunas excepciones, las centrales TDM no tienen la capacidad de hacer consultas directas a una base de datos de PN dado que no soportan protocolos INAP y actualizarlas para que soporten este protocolo presentan inconvenientes por lo enunciado anteriormente.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Tabla 60. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con adecuaciones de las redes de señalización e interconexión

Ítem	Inconvenientes relacionados con adecuaciones de las redes de señalización e interconexión
1	Se debe duplicar la capacidad de tráfico (E1s) desde la red TDM hacia otros operadores locales debido a que todas las llamadas que deban ser consultadas para la PN deben pasar de la red TDM a la red NGN. Esto implica inversiones en la red NGN y ampliaciones de la red TDM (E1s), que en algunos casos por la obsolescencia tecnológica de la red TDM puede ser imposible de ampliar.
2	No todas las centrales se interconectan por señalización SS7.
3	Existe insuficiencia de E1s de señalización SS7 para sacar todo el tráfico.
4	Algunos PRST deberán modificar las interconexiones con todos los operadores locales para migrarlas de la red TDM a la red NGN dado que la red TDM no soporta consultas directas vía INAP y no están en capacidad de permitir modificaciones a parámetros SS7 tales como el NAI, el cual es usado hoy en día para la PN móvil. Esta migración implica inversiones en la red NGN.
5	Se requeriría implementar gateways que permitan conectarlos a la base de datos NP vía SIGTRAN.

Fuente: Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Tabla 61. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con la implementación y adecuación de plataformas de servicios

Ítem	Inconvenientes relacionados con la implementación y adecuación de plataformas de servicios
1	La mayoría de los PRST deben adquirir y poner en funcionamiento una plataforma de PN y otros deben asumir algunos costos de actualización (en hardware y software) de las plataformas de PN que fueron adquiridas con motivo de la implementación de la PN móvil, lo que implica inversiones en hardware y software para atender la portabilidad numérica fija en aquellas localidades objetivo del servicio.
2	Actualización del servicio de mensajes para aviso de portabilidad.
3	Altos costos de inversión de adecuación de las plataformas de SVA y otros costos necesarios para la implementación de la portabilidad numérica.

Fuente: Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Tabla 62. Inconvenientes reportados por los PRST relacionados con la adecuación de sistemas de información y de sistemas de soporte

Ítem	Inconvenientes relacionados con la adecuación de sistemas de información y de soporte
1	En este momento no se cuenta con la funcionalidad en sistemas de facturación y mediación que permitan realizar la tasación, liquidación y facturación de números portados.
2	Los sistemas de soporte para atención al cliente de algunos PRST están basados en la numeración y su ubicación geográfica. Por esta razón, la implementación de la PN Fija implica una modificación o adquisición de nuevos sistemas.
3	Se requiere implementar cambios en el sistema de interconexión para la realización de las conciliaciones técnicas y financieras de la interconexión.
4	Se requiere implementar el proceso de registro de nuevos usuarios portados a la red.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Algunos PRST han reportado también inconvenientes administrativos que dificultan la implementación de la PN fija. Dichos inconvenientes se relacionan en la Tabla 63.

Tabla 63. Inconvenientes administrativos reportados por los PRST para implementar la PN fija

Ítem	Inconvenientes administrativos
1	Se requieren hacer altas inversiones en tecnologías que ya están llegando al final de la vida útil, están fuera de soporte por parte de los fabricantes dado que los productos ya están fuera de fabricación. Altas inversiones en un servicio con alto índice de retiros, los cuales tienen tendencia a incrementarse.
2	Desde el punto de vista financiero se tendría que realizar un esfuerzo bastante grande para cumplir con un requerimiento regulatorio de PN. La consecución de recursos financieros para hacer las inversiones es difícil, ya que los ingresos por telefonía fija se han reducido drásticamente.
3	Algunos PRST respondieron que han perdido clientes de telefonía fija y los inconvenientes serían seguir perdiendo participación en el mercado.
4	Intentar portar a un usuario donde no se tiene cobertura de redes.
5	La voz no tiene un crecimiento tan alto como lo tienen los datos y esto hace que la voz pase a un segundo plano.
6	Se tendría que elaborar un proyecto para cumplir con el requerimiento de implementar la PN fija. Lo anterior sobre la base de que algunos PRST no tiene implementado ningún desarrollo ni en hardware, ni en software para la aplicación de portabilidad numérica en sus red fija.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Los PRST también identificaron aspectos positivos derivados de una implementación de la PN fija, los cuales se enuncian a continuación:

- Fomenta la competencia al permitir a los usuarios optar por el operador de telefonía fija que más les convenga, sin tener que perder su número.
- Beneficia a los usuarios al poder escoger las mejores ofertas del mercado y mayores servicios cuando opta por ofertas empaquetadas.
- Elimina las barreras de entrada que actualmente tienen los nuevos operadores entrantes al mercado de telefonía fija. Aspectos importantes a considerar: Se deben realizar las adecuaciones técnicas y administrativas para implementar la portabilidad, lo cual generará costos y tiempos para los operadores que deben ser evaluados.

6.3.4 Opiniones sobre otros factores que podrían impactar la efectividad de los servicios de PN fija

Entre los otros factores identificados por los PRST que podrían impactar, positiva y negativamente la efectividad de los servicios de PN fija se incluyen factores técnicos, administrativos y sectoriales los cuales se incluyen en la Tabla 64.

Tabla 64. Factores identificados por los PRST que impactan negativa y positivamente la efectividad de la implementación de la PN fija

Factores	Impacto
Factores que impactan negativamente	<u>Factores Técnicos</u> • Costos de actualización de los componentes de conmutación, ya que muchas de las centrales de conmutación, ya no tienen soporte ni garantía, como es el caso de varios PRST. • Los PRST de las centrales TDM ya no realizan desarrollos ni nuevas implementaciones de servicios y aplicaciones sobre las centrales locales y los altos niveles de inversión que se requieren para reponerlas a un esquema NGN con el fin de implementar el mecanismo de ACQ. • Modificación del plan de enrutamiento que se tiene implementado dado que no todas las centrales soportarían el protocolo INAP. • Se incrementa el transporte de llamada dado que sería necesario el encaminamiento de llamadas hasta un nodo que tentativamente soporte INAP para hacer la consulta de PN.
	<u>Factores Administrativos</u> • Los sistemas de aprovisionamiento y atención al cliente, procesos comerciales, PQR requieren grandes transformaciones con un impacto fuerte económico y administrativo. • Impactaría en las finanzas de las empresas ya que se obligaría a realizar inversión en un servicio que cada vez trae menos ingresos. • Aumentaría la deserción de clientes.
	<u>Factores Sectoriales</u> • Situación actual del mercado de telefonía fija, competencia con los grandes operadores entrantes. • Implementación apresurada y obligatoria. • La interoperabilidad entre diferentes plataformas de los operadores también puede impactar negativamente el servicio de portabilidad, la existencia de sustitutos, los altos costo de implementación y la existencia de soluciones alternativas de comunicación como chat, redes sociales.
Factores que impactan positivamente	• Posible subvención por parte del gobierno del cambio de tecnología • Las ventajas que tienen los PRST de red fija que tienen empresas asociadas que ya ofrecen el servicio de portabilidad numérica móvil. • La actual integración con el Corte Inglés que tiene a cargo la gestión y administración de la portabilidad numérica móvil.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

6.3.5 Opiniones sobre las posibles sinergias de operadores integrados con telefonía fija y móvil

En relación con las posibles sinergias que tendrían algunos de los PRST integrados vertical y horizontalmente o cuyas empresas asociadas ya prestan servicios de portabilidad numérica móvil, los PRST identificaron sinergias técnicas, administrativas y comerciales.

Entre las sinergias técnicas se identificaron la posibilidad de hacer uso de los equipos utilizados para la implementación de la PN móvil, recursos de red para acceder a la base de datos de PN entre otros, como se indica en la Tabla 65.

Tabla 65. Sinergias técnicas identificadas por los PRST que están integrados con telefonía fija y móvil

Ítem	Sinergias Técnicas
1	Posible uso de la base de datos operativa de la portabilidad y los media gateways y softswitch de la red móvil.
2	Se puede hacer uso de los enlaces de señalización y la misma base de datos.
3	Posible enrutamiento de llamadas sobre la plataforma existente.
4	La utilización del gateways de portabilidad numérica que gestiona la operatividad del proceso de portación.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

Entre las sinergias administrativas y comerciales identificadas por los PRST se encuentran la posibilidad de utilizar el mismo administrador de la base de datos que se está utilizando actualmente para la PN móvil, la compartición de infraestructura instalada, la oportunidad para mejorar la competitividad, calidad del servicio y atención de clientes entre otros, los cuales se relacionan en la Tabla 66.

Tabla 66. Sinergias administrativas y comerciales identificadas por los PRST que están integrados con telefonía fija y móvil

Ítem	Sinergias Administrativas y Comerciales
1	Podría existir una sinergia si se utilizara el mismo modelo (All call query) y el mismo ente administrador de bases de datos (actualmente IECISA). Teniendo en cuenta las innumerables variables entre los servicios de la telefonía móvil vs la telefonía fija.
2	Con base en lo anterior se generarían los cambios sobre las bases desarrolladas para la portabilidad móvil en cuanto a sistemas, procesos y se podría partir de las bases de los análisis funcionales, técnicos y operativos como experiencia para el nuevo proyecto.
3	Las alianzas estratégicas que permitan compartir sus redes de comunicaciones e infraestructuras instalada. Lo que implica una mayor capacidad económica para invertir en tecnología en sus actuales redes de telecomunicaciones.
5	Los acuerdos económicos que les permita competitividad en el mercado. Ampliar sus ofertas de servicios.
6	Oportunidad para mejorar la competitividad, calidad del servicio y atención al cliente.
7	Para operadores integrados con servicios fijos y móviles va a ser más fácil capturar el mercado de los incumbentes que no tienen telefonía móvil.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

6.4 Opiniones sobre los municipios donde se debería implementar PN fija

En la encuesta a los PRST se les preguntó en cuales de los municipios se debería implementar la portabilidad numérica fija y en cuáles no.

Sobre este particular, se pudo identificar que existen PRST que afirman que no debería implementarse la PN fija en ningún municipio y otros que son de la opinión que, de implementarse esta medida, se debería hacer en todo el país o solo en algunos municipios. Estas opiniones se discriminan en la Tabla 67.

Tabla 67. Opiniones de los PRST sobre los municipios donde se debería implementar la PN fija

Ítem	Donde debe implementarse la PN fija
1	En todo el país, si es posible. Es necesario que todos los operadores de TPBCL y TPBCLE adecuen sus redes de telecomunicaciones a fin de garantizar que los usuarios puedan conservar su número telefónico, garantizando la confiabilidad y calidad en el evento que decida cambiar de proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones. Sin embargo es necesario contar con apoyo económico por parte de las entidades gubernamentales a fin de que las empresas prestadoras de servicios TPBCL y TPBCLE puedan mejorar y actualizar sus redes de telecomunicaciones.
2	Solo se debe implementar en ciudades grandes de más de 1 millón de habitantes y con un mercado potencial de telefonía fija de 100.000 líneas: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla. Se contempla evaluar otras ciudades si técnicamente es viable y los requerimientos comerciales cubren los costos de implementación.
3	En ciudades intermedias, donde la cantidad de abonados y servicios ofrecidos pueden generar la necesidad de usar PN. Otros PRST consideran que debe implementarse la portabilidad numérica en Bucaramanga, Florida, Girón y Piedecuesta.
4	En los municipios con mas de 10.000 líneas en servicio. En municipios donde el numero de líneas sea inferior el costo de implementación no se justificaría por el numero de abonados en estos municipios.
5	La portabilidad numérica fija, a pesar que se debería entender como una funcionalidad a nivel nacional, es muy costosa de establecer para operadores pequeños. Por tanto, en la medida que no haya agrupación de número de líneas de varios municipios, las inversiones a realizar se tornan más costosas que lo que el cliente de una ciudad pequeña puede retribuir financieramente a la empresa prestadora.
6	Por carácter técnico, financiero y por el desarrollo de la telefonía fija en Colombia, según el concepto de algunos PRST por ahora no se tienen las condiciones para realizar esta implementación.
7	Algunos PRST no consideran pertinente la implementación de la portabilidad numérica fija en ningún municipio. Entre otras opiniones y razones en este mismo sentido se incluyen las siguientes: a) dada la obsolescencia de los equipos de conmutación; b) la PN sería otro factor de pérdida de clientes, pérdida de ingresos y realización de inversiones onerosas para empresas que dependemos fundamentalmente de los ingresos de telefonía fija; c) la PN implica grandes cambios en la infraestructura técnica y administrativa, y dada la situación del mercado fijo en la región; d) la PN no es técnicamente ni económicamente viable; en ningún municipio y menos en algunos sí y en otros nó porque entonces los usuarios y los mismos municipios serían objeto de discriminación; e) otros argumentos de técnicos, económicos, de mercado y regulatorios

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta suministrada a los cuestionarios por parte de los PRST

6.4.1 Opiniones sobre el proceso de portación

La Consultoría también consideró relevante preguntar a los PRST sobre temas técnicos y administrativos que deben tenerse en consideración por parte del regulador, en el evento que se implemente la PN fija. Lo anterior, con el fin de comparar las opiniones que tienen los PRST en Colombia frente a mejores prácticas comparables y observadas en el ámbito internacional.

En este sentido, se hicieron algunas preguntas sobre la opinión que tienen los PRST en relación con los tiempos máximos relacionados con el proceso de portación para la PN fija, en particular lo siguiente:

- Pregunta A: Tiempo máximo para adecuar las redes y los sistemas de los PRST
- Pregunta B: Tiempo de portación (i.e., el tiempo total transcurrido entre la solicitud de portación y la disposición del servicio en el nuevo PRST)
- Pregunta C: Ventana sin servicio (i.e., el plazo durante el cual el usuario queda sin servicio al desconectarse del PRST donante, mientras se lleva el cambio en la red del PRST receptor).
- Pregunta D: Liderazgo del proceso de portación. ¿El PRST donante o el PRST receptor?

A partir de las respuestas dadas por los PRST se identifican los siguientes tiempos promedio del proceso de portación en el evento de implementarse la PN fija

- Tiempo promedio máximo para adecuar las redes y los sistemas de los proveedores de redes y servicios: 28 meses.
- Tiempo promedio de portación: 14 días
- Ventana sin servicio: 2 días

En lo que respecta a quién debería asumir el liderazgo del proceso de portación, la mayoría de los PRST que opinaron sobre esta pregunta coinciden que debería ser el PRST Receptor.

A partir de los resultados del estudio de Benchmark realizados por la Consultoría, se pudo determinar que a nivel internacional el tiempo de portación promedio de líneas residenciales es entre 10 y 15 días y el tiempo promedio de ventana sin servicio es máximo de 3 horas. Puede apreciarse un resumen al respecto en la Tabla 1 de la Sección 2. Se puede concluir, por lo tanto que hay coincidencia en las expectativas de los PRST de Colombia en cuanto al tiempo de portación pero no así en cuanto a la ventana sin servicio.

En cuanto a los tiempos de adecuación de las redes y sistemas de información y soporte operacional reportados por los PRST, el tiempo promedio de 28 meses tiene sustento en la medida que los PRST tendrían que iniciar un proceso de contratación para la adecuación, ampliación, adquisición, pruebas y puesta en funcionamiento de equipos y sistemas de IT existentes en sus redes y nuevos elementos de red para la implementación

de la PN, a partir de los tiempos que el regulador defina, en el evento de implementarse la PN fija.

6.5 Preguntas al Sector en relación al análisis técnico de redes

Con relación al análisis técnico de las redes de TPBCL y TPBCLE, frente a la obligación de implementación de la portabilidad numérica fija en el país, se consulta al sector lo siguiente.

1. Según la información suministrada por varios PRST muchas de las centrales de conmutación TDM están llegando al final de la vida útil y en este sentido el PRST es quien determina el tipo de obsolescencia tecnológica de sus propios elementos de red y es quien decide sobre el retiro definitivo o la reposición de los mismos con la tecnología sustituta de su preferencia. ¿Cuál sería la hoja de ruta definida para actualizar la infraestructura de su red de TPBCL y/o TPBCLE y reponer los elementos de red, que a su juicio deben ser retirados del servicio, dentro de los próximos diez (10) años, independientemente que se implemente o no la PN fija?
2. Varios PRST han desplegado redes de próxima generación (NGN e IMS), incluso en algunos municipios que tienen menos de 10.000 líneas en servicio, lo que evidentemente facilita la implementación de la PN fija dada la arquitectura horizontalmente integrada de este tipo de redes. Si su empresa ha desplegado este tipo de redes y sobre la base de que existen soluciones que hacen viable técnicamente implementar la PN: ¿cuáles serían las restricciones técnicas que les impediría implementar dicha medida con la infraestructura NGN o IMS puesta en servicio y/o con aquella que esté próxima a entrar en operación?
3. Algunos PRST no consideran pertinente la implementación de la PN en ningún municipio dada la obsolescencia de los equipos de conmutación, los grandes cambios en la infraestructura instalada y la realización de inversiones onerosas para implementar esta medida. A lo largo de este documento se ha concluido que la implementación de la PN no depende de la obsolescencia de los equipos, no impacta la arquitectura de las redes y existen soluciones tecnológicas que no representan inversiones de capital cuantiosas. ¿Ante este hecho, cuáles serían los municipios donde se debería implementar la PN, o qué criterios deberían tenerse en cuenta para ello y, a su vez, en qué período de tiempo se debería implementar esta medida, a partir de la fecha?

7 Análisis de costos

Este documento presenta la descripción de la metodología utilizada por la Consultoría para estimar los costos de inversión de capital (CAPEX) para la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija así como los costos de operación y mantenimiento (OPEX) asociados a dichos costos de capital y los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) de la base de datos de PN.

En la primera parte (Sección 7.1) se presenta un análisis sobre los estimativos de costos reportados por los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) relacionados con la adecuación de sus redes de telefonía a la PN fija. Este análisis se presenta antes de la descripción de la metodología de estimación de costos utilizada por la Consultoría porque se evidencia, a partir de la información suministrada por los PRST, una diferencia de criterios para la estimación de los costos y en algunos casos una sobreestimación de los mismos, lo cual, a juicio de la Consultoría, es razón suficiente para recomendar y aplicar una metodología uniforme para la estimación de dichos costos.

En la segunda parte (Sección 7.2) se presenta en detalle dicha metodología de costos, donde se describen los principios, lineamientos y criterios de eficiencia técnica y económica para estimar los costos de inversión asociados a las adecuaciones de las redes de TPBCL y TPBCLE a la PN fija, se especifican de manera general algunas de las alternativas o soluciones técnicas posibles para implementar la PN fija utilizando el modelo ACQ recomendado por la Consultoría y se justifican los criterios y supuestos técnicos seguidos por la Consultoría para obtener finalmente los estimativos de costos de inversión mencionados.

Teniendo en consideración los principios, lineamientos y criterios técnicos y económicos descritos en la metodología de costos recomendada por la Consultoría, en la sección 7.3 se presentan los resultados obtenidos por la Consultoría y relacionados con los estimativos de costos de inversión para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija.

Finalmente, en la sección 7.4 se describe la metodología recomendada por la consultoría para estimar los costos de operación y mantenimiento asociados a los costos de inversión de capital para la adecuación de las redes de los PRST y los costos de administración de la base de datos de PN y los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) de la base de datos de PN.

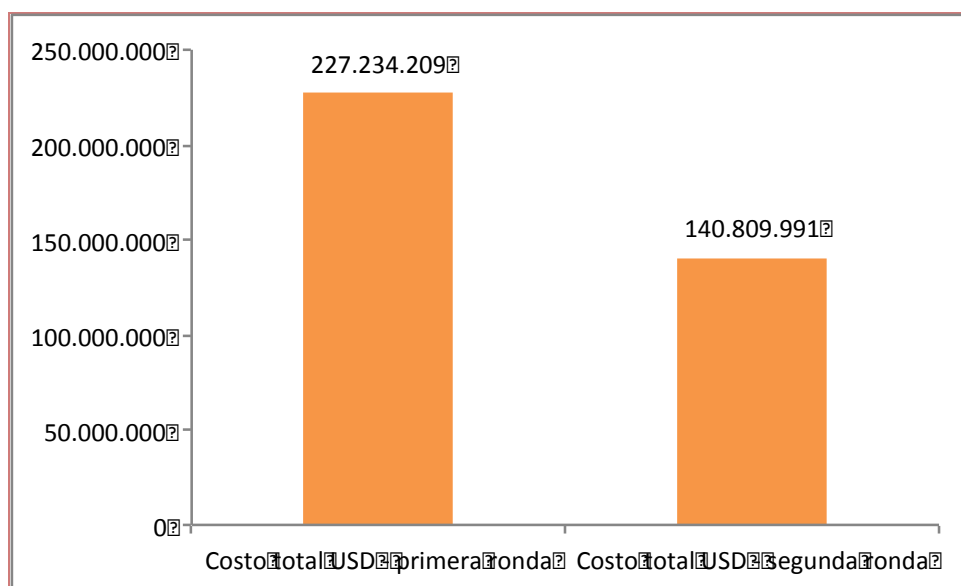
7.1 Estimativos de costos de inversión reportados por los PRST para adecuar sus redes de TPBCL y TPBCLE a la PN Fija

En los cuestionarios técnicos y comerciales a los PRST que realizó la Consultoría para el objeto de este estudio, se les preguntó sobre los estimativos de costos de inversión de capital (CAPEX) para adecuar sus redes de TPBCL y/o TPBCLE a la Portabilidad Numérica (PN) fija particularmente en los componentes de conmutación y núcleo de red, señalización, plataforma de PN, plataforma de servicios de valor agregado, sistemas de tecnología de información y soporte operacional (BSS, OSS, CRM y BOSS) y otros. Es

preciso mencionar que no todos los PRST se pronunciaron sobre este aspecto⁹⁹. Esto es lo que la Consultoría denomina como estimativos de costos de primera ronda.

La Consultoría se reunió con algunos de los PRST y varios de ellos fueron requeridos por la CRC para que ajustaran sus cifras, a partir de un intercambio de ideas sobre alternativas de implementación de la PN que permitieran disminuir los costos de inversión reportados. Algunos¹⁰⁰, pero no todos los PRST atendieron este requerimiento y revisaron sus costos a la baja. Esto es lo que la Consultoría denomina como estimativos de costos de segunda ronda. Una comparación entre el valor total de implementación de la PN informado por todos los PRST antes y después del requerimiento de la consultoría se presenta en la Figura 58. De acuerdo con la estimación de los PRST, la implementación de la PN fija tendría un costo de inversión de capital total para el sector de USD 140'809.991¹⁰¹.

Figura 58. Estimativos iniciales (primera ronda) y finales (segunda ronda) del costo total de inversión (en USD) reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST

Los estimativos de CAPEX que fueron reportados por cada una de los PRST se discriminan en seis (6) componentes de costos de inversión, a saber:

- **Conmutación o núcleo de red:** el cual incluye los costos de inversión para adecuar las centrales de conmutación (de tránsito, combinadas y locales) que utilizan

⁹⁹ Tres PRST no se pronunciaron sobre los estimativos de costos de capital para adecuar sus redes de TPBCL y/o TPBCLE.

¹⁰⁰ En el Anexo Sección 12.4.2 se incluye un listado de los PRST y fabricantes de equipos de telecomunicaciones con los cuales la Consultoría se reunió en desarrollo de este estudio.

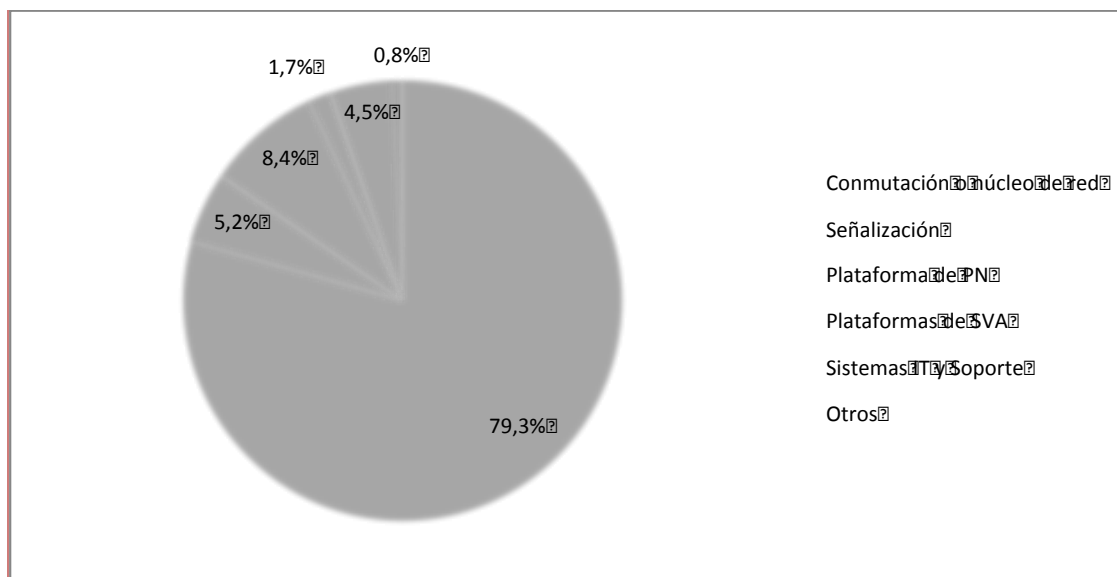
¹⁰¹ Algunos PRST no presentaron estimaciones para todos los componentes de costos de inversión solicitados por la Consultoría

tecnología TDM y/o los elementos de control (softswitches y/o nodos IMS) de las redes de próxima generación a la PN fija.

- **Señalización:** corresponden a los costos de inversión que se requerirían en las redes de TPBCL y/o TPBCLE para adecuar su red de señalización y soportar el incremento del tráfico de señalización generado por las consultas a la base de datos de PN fija.
- **Plataforma de PN:** son los costos de inversión asociados a la adquisición, instalación y puesta en funcionamiento de una nueva plataforma y/o la adecuación de una plataforma existente que permita soportar la PN fija.
- **Plataformas de SVA:** son los costos de inversión necesarios para adecuar las plataformas de Servicios de Valor Agregado (SVA) que tengan los PRST a la PN fija.
- **Sistemas IT:** son los costos totales de inversión requeridos para adecuar los sistemas de información y de soporte operacional de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija. Dichos sistemas incluyen los BSS, OSS, CRM y BOSS actualmente en servicio.
- **Otros:** corresponden a otros costos de inversión reportados por los PRST para adecuar sus redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija.

A partir de la información de costos reportada por los PRST, se evidencia que a juicio de estos, los mayores costos de inversión necesarios para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija son los relacionados con los costos de conmutación y/o núcleo de red, como se muestra en la Figura 59, correspondiendo a casi el 80% del costo total reportado.

Figura 59. Estimativos porcentuales del costo total de inversión reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija, de acuerdo con el tipo de elemento de red o sistemas de información



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST

Los PRST justifican la preponderancia de los costos de conmutación o núcleo de red, entre otros, por los siguientes inconvenientes de carácter técnico:

- Se encuentran en servicio centrales de conmutación TDM con más de 20 años de operación, que ya están llegando al final de la vida útil y para las cuales algunos fabricantes no soportan ampliaciones y/o actualizaciones (en hardware y/o software) ni licenciamientos de servicios.
- Algunas de las centrales que se encuentran en servicio cuentan con una capacidad limitada de procesamiento para el manejo de recursos (numeración, E1s troncales, enlaces de señalización).
- Por lo anterior, algunos PRST son de la opinión que todas sus centrales e infraestructura de conmutación TDM debe reponerse completamente (migrar a soluciones NGN o IMS) para implementar la PN fija, lo cual implica altos costos por línea.
- Salvo algunas excepciones, las centrales TDM no tienen la capacidad de hacer consultas directas a una base de datos de PN dado que no soportan protocolos INAP y actualizarlas para que soporten este protocolo presentan inconvenientes por lo enunciado anteriormente.

El segundo costo de inversión más representativo corresponde a la adquisición de plataformas que permitan soportar la PN fija o la adecuación de plataformas ya existentes y que se usan, por ejemplo, para el encaminamiento del tráfico de LDI entrante hacia redes móviles. Los PRST justifican este costo, entre otros, por los siguientes inconvenientes de carácter técnico:

- La mayoría de los PRST deben adquirir y poner en funcionamiento una plataforma de PN y otros deben asumir algunos costos de actualización (en hardware y software) de las plataformas de PN que fueron adquiridas con motivo de la implementación de la PN móvil.

En promedio, el tercer costo más representativo para los PRST corresponde a los costos de inversión que se requerirían para la adecuación de sus redes de señalización con el fin de soportar el incremento del tráfico generado por las consultas a la base de datos de PN fija. En este sentido, los PRST justifican estos costos entre otros, por los siguientes inconvenientes de carácter técnico:

- Se debe duplicar la capacidad de tráfico (E1s) desde la red TDM hacia otros operadores locales debido a que todas las llamadas que deban ser consultadas para la PN deben pasar de la red TDM a la red NGN. Esto implica inversiones en la red NGN y ampliaciones de la red TDM (E1s), que en algunos casos por la obsolescencia tecnológica de la red TDM, puede ser imposible.
- No todas las centrales se interconectan por señalización SS7.
- Existe insuficiencia de E1s de señalización SS7 para sacar todo el tráfico.

- Algunos PRST deberán modificar las interconexiones con todos los operadores locales para migrarlas de la red TDM a la red NGN dado que la red TDM no soporta consultas directas vía INAP y no están en capacidad de permitir modificaciones a parámetros SS7 tales como el NAI, el cual es usado hoy en día para la PN móvil. Esta migración implica inversiones en la red NGN.
- Se requeriría implementar gateways que permitan conectarlos a la base de datos NP vía SIGTRAN.

El cuarto costo de inversión más representativo está relacionado con las adecuaciones y/o modificaciones de los sistemas de información y soporte operacional a la PN fija. En este sentido, los PRST justifican estos costos, entre otras, por las siguientes razones:

- En este momento no se cuenta con la funcionalidad en sistemas de facturación y mediación que permitan realizar la tasación, liquidación y facturación de números portados.
- Los sistemas de soporte para atención al cliente de algunos PRST están basados en la numeración y su ubicación geográfica asociada.
- Se requiere implementar cambios en el sistema de interconexión para la realización de las conciliaciones técnicas y financieras de la interconexión.
- Se requiere implementar el proceso de registro de nuevos usuarios portados a la red.

Por último se encuentran otros costos de inversión particularmente los costos de adecuación de las plataformas de SVA existentes y otros costos reportados por los PRST, como por ejemplo los relacionados con las adecuaciones de las interconexiones con otros operadores, necesarios según los PRST para la implementación de la portabilidad numérica fija.

7.2 Estimación de costos de capital recomendados por la Consultoría para la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija en Colombia

En esta sección se describe la estimación de costos de capital recomendada por la Consultoría para la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija. Esta estimación incluye, entre otros aspectos, un análisis del impacto de las economías de escala en la estimación de dichos costos; la revisión de los estimativos de costos reportados por los PRST frente a las economías de escala en las redes de TPBCL y/o TPBCLE; y la construcción del escenario de costos de inversión de PN recomendado por la Consultoría.

Para este fin la Consultoría tuvo en consideración la información técnica reportada por los PRST sobre sus redes de TPBCL y/o TPBCLE y sus estimativos de costos de inversión para adecuar las redes a la PN fija; la información técnica suministrada por los principales fabricantes de equipos acerca de sus soluciones de PN y la necesidad de adecuar o no algunos de los elementos de red de los PRST; así como algunos criterios y parámetros

técnicos utilizados como buenas prácticas en la industria de telecomunicaciones para el costeo de elementos de red, entre otra información pública y privada que posee la Consultoría y que está directamente relacionada con el objeto de este estudio.

Es necesario aclarar que la estructura de costos de inversión que se describe a lo largo de esta sección no pretende modelar en su totalidad cada uno de los elementos de red que están normalmente involucrados en un servicio de PN o la estructura de red particular de cada PRST, entre otras razones, porque sería prácticamente imposible hacerlo, pero sí modelar una estructura de costos para la implementación de la PN para una red eficiente de TPBCL y/o TPBCLE.

En relación con las soluciones técnicas que se describen en esta sección, éstas únicamente se presentan a manera de ilustración bien sea para soportar la metodología de estimación de costos de inversión de capital o bien para ilustrar al lector y, por consiguiente, no constituyen recomendaciones o conclusiones de la Consultoría sobre la solución técnica que debe ser adoptada y/o implementada por los PRST en sus distintas redes porque, en primer lugar, esta actividad está por fuera del alcance del estudio y, en segundo lugar, corresponde a cada PRST identificar y tomar la decisión sobre la solución técnica más eficiente en el evento de implementar la PN fija en sus redes.

7.2.1 El impacto de las economías de escala en la estimación de los costos para adecuar las redes de TPBCL y TPBCLE a la PN Fija

Las economías de escala son una característica de la función de producción de un bien o servicio según la cual, a medida que aumenta el nivel de producción, se reducen los costos unitarios¹⁰². En palabras de Susanto Basu¹⁰³:

“Si el producto crece más rápido que los insumos, manteniendo la tecnología constante, la función de producción presenta rendimientos crecientes a escala”.

Las economías de escala se pueden presentar por varios factores tecnológicos y administrativos. Uno de los principales factores en la generación de economías de escala es la presencia de costos fijos. Cuando una empresa tiene costos fijos, administrativos o

¹⁰² Existen diferentes fuentes bibliográficas donde se explica en detalle el concepto de economías de escala y su impacto en la industria de las telecomunicaciones, véase por ejemplo [31] Apéndice B – Economía de los precios y los costos de telecomunicaciones; [32] páginas 15 y 16.

¹⁰³ Tomado de “*The New Palgrave Dictionary of Economics*” [33], Traducción libre. Como una definición alternativa de economías de escala se puede acudir a la expresión matemática del texto clásico de microeconomía [34]:

si $f(tX) > tf(X)$ para todo $t > 1$ entonces $f(X)$ presenta economías de escala

si $f(tX) > tf(X)$ para todo $t > 1$ entonces $f(X)$ presenta economías de escala

El nivel de producto Y, se obtiene a partir de un vector de insumos X, por medio de una función de producción $Y = f(X)$ que refleja la tecnología para producir el bien. La función de producción $f(X)$ tiene economías de escala si el producto que se obtiene de multiplicar todos los insumos por cualquier número mayor que uno, es superior que los niveles iniciales de producción multiplicados por este mismo número.

de capital, que no varían con el nivel de producción, a medida que aumenta la producción, este componente del costo se diluye entre más unidades, lo que conduce a una reducción en el costo unitario, aún si el costo medio variable y el costo marginal se mantienen constantes.

Es importante mencionar que las economías de escala normalmente están circunscritas en determinado rango de producción. En particular, cuando el volumen del negocio alcanza un determinado nivel de producción en el cual se agotan la capacidad de sus activos fijos y/o su capacidad administrativa, es necesario incurrir en nuevos costos fijos. Una vez se alcanza este umbral, la firma debe escalar sus instalaciones, equipos de producción y capacidad administrativa, para seguir expandiendo la producción. En general, el número de firmas que participan en un mercado en equilibrio y a largo plazo, está relacionado con el tamaño del mercado y los niveles óptimos de producción que agotan las economías de escala.

En la industria de las telecomunicaciones y, en general, en todos los servicios que se soportan en redes de telecomunicaciones, las economías de escala son importantes¹⁰⁴. Particularmente en el servicio de TPBCL y/o TPBCLE, se presentan importantes economías de escala por varios factores.

Uno de estos tiene que ver con el tamaño del mercado donde se preste el servicio. En general, en la medida que se incrementa el tamaño del mercado (y su densidad¹⁰⁵), se reducen los costos unitarios de prestación del servicio. Por ejemplo, bajo estas consideraciones, si en el mismo mercado operan dos PRST con diferentes tamaños, la empresa con mayor número de líneas en servicio y volúmenes de tráfico, enfrentará menores costos. Estos menores costos se presentan no solo en la reducción de los costos de capital (CAPEX), sino también de los costos operacionales (OPEX) incluyendo los de interconexión de red, producto de un mayor encaminamiento de las llamadas que inician y terminan en su propia red comparado con aquellas que inician y terminan en una red de menor tamaño.

También se presentan economías de escala cuando el aumento en el producto es mayor, en términos porcentuales, que el aumento en los insumos. En el servicio de TPBCL y/o TPBCLE, el aumento en producto se puede definir como un aumento en el número de líneas en servicio o en el volumen de tráfico (erlangs y/o minutos cursados). Si se define el producto en términos de tráfico, las economías de escala son muy elevadas porque en una

¹⁰⁴ En telecomunicaciones también existen importantes economías de densidad. Estas economías se obtienen cuando la infraestructura requerida crece en proporción menor que las áreas geográficas cubiertas. Por ejemplo, en una ciudad en donde las viviendas multifamiliares sean preponderantes, la extensión de la red de acceso tenderá a ser menor que en una ciudad en donde la urbanización sea menos intensa en el uso del suelo, es decir menos densa.

¹⁰⁵ En general las ciudades de mayor tamaño son también más densas. A medida que crece la población de una ciudad, se elevan los precios del suelo, lo que genera incentivos para edificar con mayor altura, lo cual incrementa la densidad poblacional.

red no congestionada el costo marginal de cursar una llamada adicional, o de sostener la llamada en un período más largo, son muy bajos. Por lo anterior, si se aumenta el tráfico se diluyen en una mayor base los costos fijos, lo que se traduce en una reducción muy acentuada de los costos medios por minuto.

Si el producto se define en términos de número de líneas en servicio, las economías de escala siguen siendo importantes. Algunos de los componentes de red se reducen en términos unitarios con el número de líneas instaladas y en servicio. Este es el caso de los equipos de conmutación y de núcleo de red (tales como centrales de conmutación, softswitches y nodos IMS) y de los equipos utilizados en las redes transporte, conectividad y/o señalización (como por ejemplo los sistemas de transmisión, los gateways troncales, de señalización y de acceso, enrutadores, entre otros equipos). En estos elementos de red el costo de los equipos expresados por usuario se reduce a medida que aumenta la capacidad en términos del número de líneas¹⁰⁶. Se desprende de lo anterior que el CAPEX por usuario se reduce a medida que aumenta el tamaño del mercado y por lo tanto hay economías de escala. De acuerdo con lo anterior, los costos por usuario se reducen a medida que aumenta el número de usuarios atendidos por el operador, aun cuando algunos componentes de la estructura de costos no sean sensibles a la escala.

Varios son los factores tecnológicos que tienen una incidencia fuerte en las economías de escala y, por ende, en la reducción de los costos de las redes de TPBCL y/o TPBCLE de los PRST. Debido a la digitalización de las señales eléctricas, la miniaturización de los componentes, los avances de la microelectrónica en las industrias de base tecnológica (como las telecomunicaciones y la informática), los equipos tales como centrales de conmutación, *media gateways*, transmisores, radios, servidores, enrutadores, plataformas de aplicaciones y servicios, entre otros, no sólo son más funcionales, más rápidos, de mayor capacidad y hacen un mejor aprovechamiento de los elementos o recursos de red, sino también que los precios unitarios (listas del mercado) ofrecidos por los diferentes fabricantes y proveedores de soluciones se han venido reduciendo de manera importante. Esta reducción en los precios trae consigo una reducción en el CAPEX que tendría que asumir un PRST al momento de adquirir estos equipos y/o ampliar su capacidad de red y/o reponer una parte de su red o, en aquellos casos donde un PRST requiera adquirir un elemento de red adicional para proveer un nuevo servicio o funcionalidad de la red, como lo es el servicio de PN.

También se observa que la adquisición de equipos de última tecnología o la reposición de tecnologías existentes, permiten reducir algunos de los costos asociados a la operación (OPEX) de una red, tales como reducción de consumos de aire acondicionado y energía

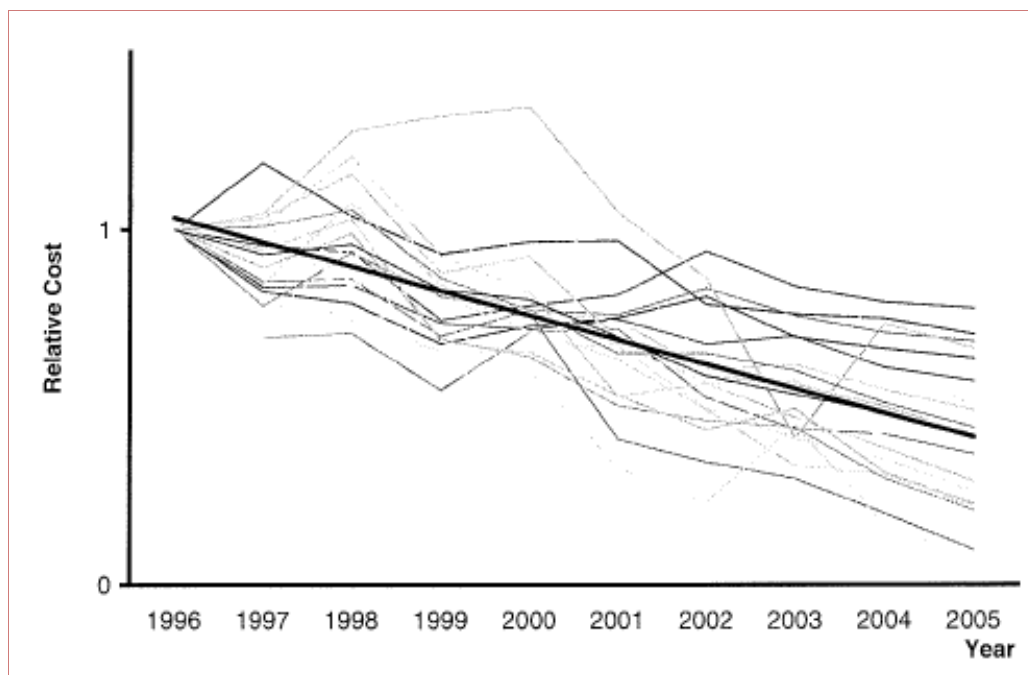
¹⁰⁶ En cambio, las economías de escala son menos evidentes para algunos componentes de la red como la planta externa, por ejemplo, en aquellos elementos de red relacionados con canalizaciones en red directa, red primaria y red secundaria (como cámaras, zanjas, ductos, andenes, calzadas, repavimentaciones); empalmes (de terminales, canalizados, aéreos); tendido de cable; herrajes, materiales e instalaciones en general.

eléctrica; reducción de gastos por labores de mantenimiento en planta interna; reducción de gastos asociados a labores administrativas de vigilancia y mantenimiento de espacios físicos; reducciones en los costos de energía consumida, menores tiempos de detección y recuperación de fallas en el servicio; reducción de personal, entre otros.

Adicionalmente, los PRST de mayor tamaño tienen la posibilidad de realizar compras más grandes que los operadores pequeños. En algunos casos, los PRST tienen presencia internacional y dichas compras pueden realizarse para un bloque de países, aumentando de esa forma su capacidad de compra y negociación frente a los proveedores tecnológicos. Esto tiene un efecto sobre los precios unitarios, que en consecuencia pueden ser mayores para un PRST pequeño que para uno grande; y estos a su vez mayores que los de un PRST que esté integrado a un grupo con operación internacional.

Se ha podido determinar en algunos estudios internacionales [7] que los costos por línea de algunos operadores se han reducido consistentemente a través del tiempo como se muestra en la Figura 60. Es preciso resaltar que los costos por línea de esta figura están calculados en términos absolutos (nominales) sin tener en consideración la inflación, caso en el cual se tendría en términos reales una mayor reducción en dichos costos.

Figura 60. Economías de escala en los costos por línea para diferentes operadores



Fuente: Ovum [7]

Por último, existen otros factores que impactan directamente en la reducción de los costos de los PRST y en el comportamiento de esta tendencia, como son los cambios (optimización) en la arquitectura de la red, mejor asignación de recursos humanos, gestión de red más eficiente, mejor selección de tecnología, la disminución de fabricantes y proveedores de soluciones en la red, la disminución de sistemas de soporte operacional y capacidad de administración del negocio, donde los PRST independientemente del

tamaño de la red y del mercado que atiendan pueden adquirir elementos de red (equipos, soportes lógicos y en general soluciones tecnológicas) con descuentos por cantidades y pueden diluir mejor los gastos de “overhead” asociados a la administración del negocio¹⁰⁷.

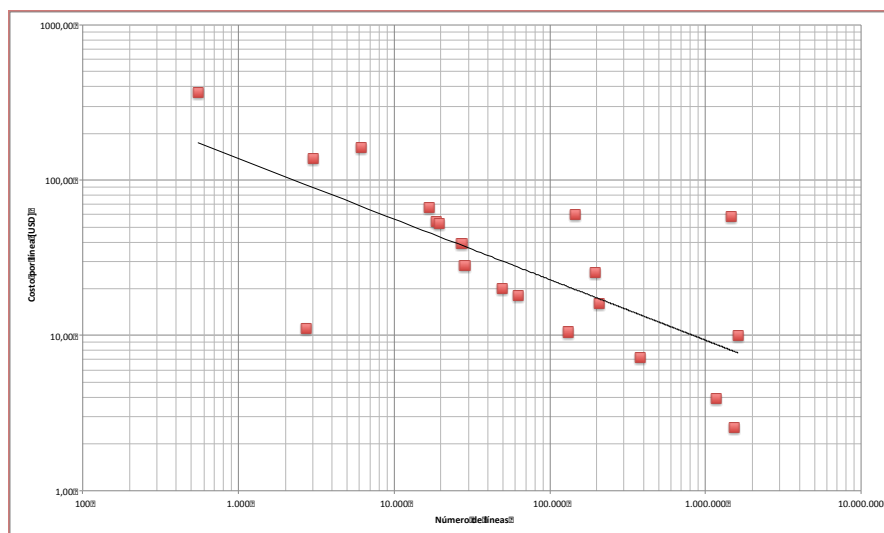
En conclusión, muchos de los aspectos mencionados en esta sección en relación con las economías de escala en los costos de inversión resultan relevantes en el análisis de la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija.

7.2.2 Revisión de los efectos de economías de escala sobre la información de costos reportada por los PRST

De acuerdo con lo expuesto en la sección previa y la experiencia de la Consultoría, la estimación de los costos de inversión para la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija debe tener en consideración el impacto que tienen las economías de escala de los diferentes PRST.

Si se analizan los costos finales reportados por los PRST en función del número de líneas en servicio, se observa que los costos totales por línea en servicio para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija son menores para los operadores con mayor número de líneas en servicio, evidenciándose un efecto de economía de escala, como se muestra en la Figura 61.

Figura 61. Estimativos de costos de inversión reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta a los cuestionarios de los PRST

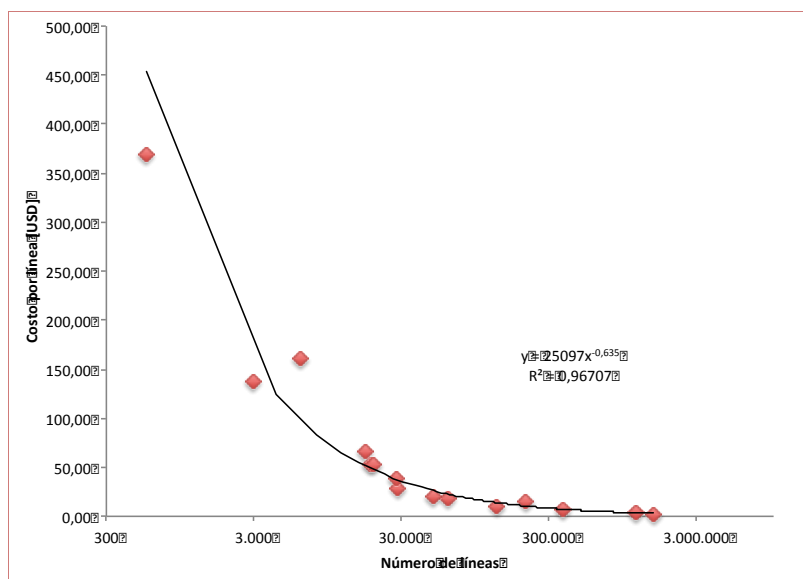
A dicho escenario de costos, lo denominaremos el **escenario reportado por los PRST**. Sin embargo, se nota para el caso de algunos PRST que los costos reportados en comparación

¹⁰⁷ Algunos componentes del costo del servicio, como el manejo comercial, puede presentar economías constantes a escala, en los rangos de tamaño de estas empresas.

con otros operadores son muy superiores a los de sus pares para ciertos rangos de número de líneas en servicio, lo que evidencia una diferencia de criterios entre los PRST para la estimación de los costos de adecuación de las redes de TPBCL y TPBCLE a la PN fija y por ende una sobreestimación de los mismos.

En efecto, si se excluyen los PRST que se encuentran por fuera de la línea de tendencia, se encuentra que los estimativos de costos presentados por los PRST en función de su número de líneas, serían los que se muestran en la Figura 62.

Figura 62. Estimativos de costos de inversión reportados por los PRST para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija, excluyendo cinco PRST que se encuentran por fuera de la línea de tendencia



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de la respuesta a los cuestionarios de los PRST

La figura anterior muestra dentro de un alto nivel de correlación que los estimativos de costos reportados por los PRST por línea en servicio para la adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE corresponden a una función de carácter potencial de la forma

$$\frac{A}{x^n}$$

Donde $n \in R$ y x representa el tamaño de la red en términos del número de líneas en servicio.

Esto no es sorprendente, a pesar que cada una de las redes de TPBCL son diferentes entre sí, sino que evidencia los efectos de las economías de escala y coincide con la experiencia de la Consultoría en materia de costeo de implementación de soluciones de PN.

Dados los resultados anteriores, el enfoque de trabajo de la Consultoría para la estimación de los costos de inversión de capital relacionados con la implementación de PN en las redes de TPBCL y/o TPBCLE consistirá por tanto en los siguientes cinco (5) criterios:

1. Se aceptarán los costos reportados por los PRST que se encuentran acordes con la línea de tendencia mostrada en la Figura 62 o por debajo de la misma, esto es, los costos reportados por 16 de los PRST
2. Se analizarán en detalle y se propondrán correcciones basadas en criterios de eficiencia técnico-económica para los PRST que muestran mayor desviación por encima de la línea de tendencia, esto es, los costos reportados por 4 de los PRST.
3. Para los PRST que no presentaron estimación de costos, el mismo será calculado considerando la ecuación obtenida en la curva de tendencia incluida en la Figura 62 y el número de líneas de cada PRST, esto , los costos de 3 de los PRST.
4. A este escenario lo denominaremos el **escenario recomendado por la Consultoría**.

7.2.3 Construcción del escenario de costos de inversión de PN recomendado por la Consultoría

Los criterios de eficiencia técnica utilizados por la Consultoría para la construcción del escenario de costos de inversión de la PN fija en Colombia, consideran la recomendación de la Consultoría de utilizar el modelo ACQ por ser el modelo de encaminamiento más eficiente para implementar la PN fija en Colombia.

El análisis realizado, muestra que la implementación de dicho modelo no impacta de manera significativa la arquitectura de las redes TDM y/o de próxima generación desplegada por los distintos PRST y solo tiene alguna incidencia en ciertos elementos de red existentes. Por consiguiente, las distintas estimaciones de costos de inversión para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE se soportan en los principios, directrices y recomendaciones contenidas en el Suplemento 2 de la Recomendación UIT-T E.164 [8] y en la Norma Colombiana de Señalización por Canal Común No. 7 – SS7 [9].

Además de dichos criterios técnicos existen otras consideraciones utilizadas por la Consultoría para la construcción del escenario de costos de inversión de capital para la implementación de la PN fija, las cuales se enuncian y se describen a continuación:

1. **Arquitecturas de las redes.** En general, las redes de telefonía fija que soportan el servicio de TPBCL y/o TPBCLE tienen una arquitectura de red híbrida que soporta tecnologías TDM, NGN e IMS. Teniendo en consideración esta arquitectura los principales elementos de red que participan en el servicio de PN fija son las centrales de conmutación TDM, los softswitches, los nodos IMS, los puntos de transferencia de señalización de la red por canal común #7 y otros elementos de red comunes a dichas arquitecturas de redes.
2. **Costos de inversión asociados a la implementación de la PN.** los costos que deben incluirse en un modelo de costo beneficio para determinar la viabilidad técnica y económica de la implementación de la PN fija deben ser aquellos relacionados directamente con los costos de inversión de capital de los elementos de red

estrictamente necesarios para implementar el modelo de encaminamiento ACQ para la habilitación de la PN fija¹⁰⁸, excluyéndose particularmente costos (CAPEX y OPEX) relacionados con: (i) reposiciones completas de elementos de red que se encuentren en servicio, tales como centrales las centrales de conmutación y concentradores remotos de tecnología TDM, nodos de red inteligente, sistemas de transmisión de redes de transporte y elementos de red NGN excepto en aquellos casos donde exista plena justificación, (ii) adecuaciones de las arquitecturas de las redes de interconexión de los PRST así como costos asociados a migraciones de los enlaces de interconexión de la red TDM a la red NGN y/o IMS que no son afectados de manera directa por incrementos en el tráfico de señalización (iii) reposición y adecuación de los sistemas de información y soporte operacional que no se vean afectados por la implementación de la PN numérica; los cuales deberán ser asumidos por los PRST, independientemente de la existencia o no de una medida regulatoria como lo es la PN fija.

3. **El tamaño de la red.** El costeo de las inversiones de capital que deben hacerse en una red de un operador eficiente para la implementación de la PN fija, se determina en función del número de líneas en servicio, el incremento diferencial del tráfico de señalización originado por la consulta a la base de datos de PN y/o la concentración de los usuarios en una zona o área geográfica determinada, siendo estos los principales “drivers” de costos que deberían ser considerados como criterios para estimar adecuadamente los costos de inversión asociados a la PN fija en Colombia.
4. **Las economías de escala.** Como se explicó ampliamente en las Secciones 7.2.1 y 7.2.2, en telecomunicaciones y, en general, en todos los servicios que se soportan en redes de telecomunicaciones, las economías de escala son intensas y el caso del servicio de PN fija no es la excepción.
5. **Costos Eficientes.** los costos de inversión que deben incorporarse en un modelo técnico – económico utilizado por el regulador para la determinación de la viabilidad de implementar la PN deben incorporar costos eficientes¹⁰⁹ de adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE para la implementación de la PN. En este sentido, los ajustes a

¹⁰⁸ Debe entenderse que el servicio de PN incluye el conjunto de elementos de red requeridos por un PRST eficiente para la puesta en operación de la PN fija dentro de un mismo municipio. Como se mencionó, parte de estos elementos de red se encuentran actualmente en servicio en las diferentes redes de TPBCL y/o TPBCLE, los cuales en alguna medida pueden requerir de adecuaciones para la implementación de la PN fija. Como ya se mostró en este documento, esto puede corresponder con algunos elementos de: conmutación y núcleo de red, de la red de señalización, de las plataformas de SVA y de los sistemas de información y de soporte operacional. Otros elementos de red, como por ejemplo la plataforma de PN, deben ser adquiridos, instalados y puestos en funcionamiento por parte de algunos de los PRST con el fin de ofrecer el servicio de PN fija y en aquellas redes donde ya se encuentra en servicio plataformas de PN, este tipo de elemento de red posiblemente debe ampliarse para soportar la PN fija.

¹⁰⁹ En general, se entiende por costos eficientes, los costos que tendría una empresa hipotética que provee los servicios bajo las mismas condiciones del mercado (económicas, geográficas y regulatorias) con tecnologías eficientes comercialmente disponibles y operación óptima. Para un mayor análisis sobre costos eficientes véase [36].

los estimativos de costos de inversión reportados por los PRST recomendados por la Consultoría incluyen, a juicio de ésta dichos costos eficientes.

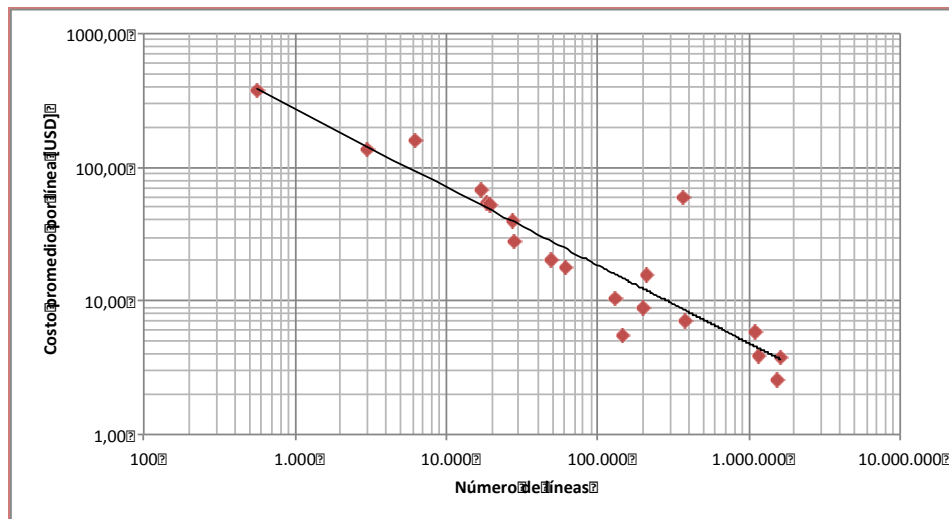
6. **El mecanismo de implementación de ACQ.** Si bien existen múltiples formas de implementar ACQ tal y como se describe en la sección 12.4.4, la Consultoría consideró en su modelo de costos de los PRST que fueron sujetos de ajuste, un esquema de implementación ACQ ISUP triggerless, reconociendo además la eventual necesidad de implementación de la función ISUP loopback. Esto no corresponde a una recomendación de implementación, sino únicamente a un método para determinación de costos eficientes respecto de la medida regulatoria.
7. **Casos especiales.** Uno de los PRST ajustados presenta una red fija que si bien está presente en grandes ciudades, también tiene un grado de dispersión geográfica mucho mayor que el resto de los operadores fijos. En tal caso, dicho PRST fue modelado considerando las especificidades topológicas de dicha red.

7.2.4 Resultados de los estimativos de costos de inversión de capital por PRST. Escenario recomendado por la Consultoría

Teniendo en consideración los principios, lineamientos y criterios técnicos y económicos descritos anteriormente, a continuación se presentan los resultados obtenidos por la Consultoría y relacionados con los estimativos de costos de inversión para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija. Como se mencionó al inicio de esta sección, estos resultados contemplan los ajustes realizados por la Consultoría sobre los últimos costos reportados por los PRST en desarrollo de este estudio.

Cuando se revisan estos costos ajustados por la Consultoría, con el propósito de verificar que tan adecuados resultan en relación con las economías de escala previamente explicadas, se obtiene la Figura 63.

Figura 63. Costo promedio por líneas en [USD] como función del número de líneas fijas en servicio y línea de tendencia



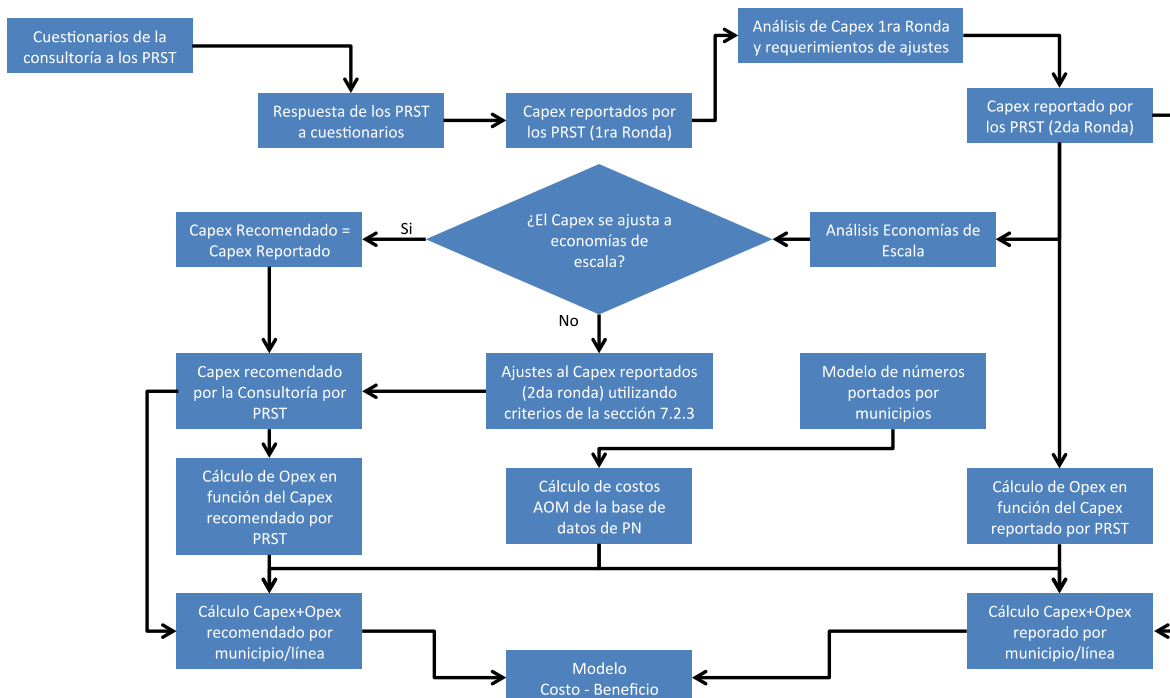
Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3.

Como puede observarse en la figura previa, los efectos de las economías de escala son claros y la correlación bastante alta, donde hacemos notar las escalas logarítmicas en ambos ejes. El único punto por fuera de la línea de tendencia corresponde a un segmento de red de un PRST que se comporta más como si correspondiera a múltiples Operadores en municipios donde en general tiene menos de 10.000 líneas.

7.3 Resultados de los estimativos de costos de inversión de capital promedio por municipio

A manera de resumen en la Figura 64 se muestra el algoritmo utilizado por la Consultoría para estimar los costos totales de adecuación de las redes de TPBCL y/o TPBCLE para la implementación de la PN fija por municipio. En esta figura se muestra esquemáticamente las fuentes utilizadas para estimar dichos costos, los pasos metodológicos seguidos por la Consultoría, las tomas de decisión a partir de los análisis realizados, los criterios principales utilizados, la manera de obtener los resultados de los diferentes costos, así como las variables de entrada utilizadas para el modelo de costo-beneficio. En esta sección se presentan los resultados de los estimativos de costos de inversión de capital y en la siguiente sección los resultados de los costos de operación asociados a la implementación de la PN fija.

Figura 64. Algoritmo para estimar los costos de implementación de la PN fija por municipio



Fuente: Tachyon - Zagreb

Particularmente, para la estimación de los costos de inversión de capital por municipio, como ya se mostró en los numerales anteriores, se definieron dos (2) escenarios. En el primero se utilizaron los costos de capital por línea en servicio reportados por los PRST. Para el segundo se utilizaron los costos de capital por línea en servicio recomendados por la Consultoría para cada PRST.

Para determinar los costos de inversión de capital promedio por ciudad, se utilizó la información de los costos de inversión por línea de cada uno de los PRST presentes en el municipio para cada uno de los dos escenarios y se ponderó de acuerdo con el número de líneas que tenía el PRST en dicho municipio.

En las secciones siguientes se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los dos escenarios.

7.3.1 Costos de inversión por municipio. Escenario de costos reportados por los PRST

Con base en la metodología ya descrita, se obtuvo un valor promedio de inversión para cada uno de los municipios del país. De esta forma, los resultados obtenidos para las 20 ciudades con mayor número de líneas del país, se presentan a continuación en la Tabla 68.

Tabla 68. Resultados para los costos de inversión en las 30 ciudades con mayor número de líneas en Colombia, con base en los valores reportados por cada PRST para adecuar sus redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija

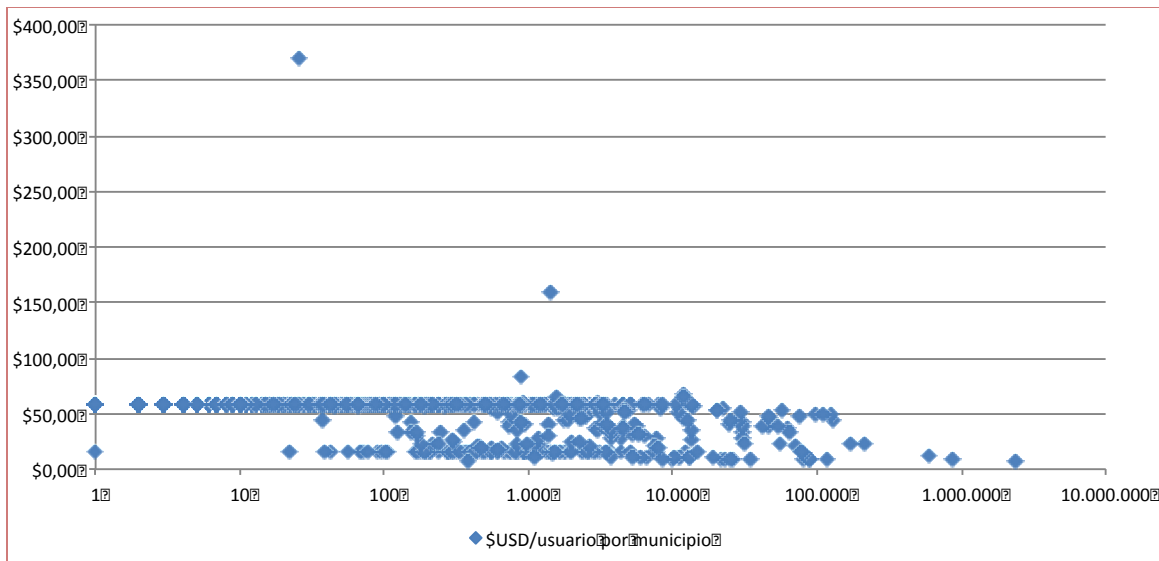
Municipio	Número de	Costo de	Costos de
-----------	-----------	----------	-----------

	usuarios de telefonía fija	inversión por municipio [USD]	inversión [\$USD/usuario] por municipio
BOGOTÁ, D.C.	2.334.721	\$18.448.273,05	\$7,90
MEDELLÍN	861.911	\$8.127.109,49	\$9,43
CALI	605.497	\$7.312.446,45	\$12,08
BARRANQUILLA	214.838	\$4.988.943,15	\$23,22
BUCARAMANGA	171.734	\$3.839.115,04	\$22,36
CARTAGENA	129.921	\$5.791.187,22	\$44,57
PEREIRA	124.876	\$6.287.469,22	\$50,35
BELLO	117.771	\$1.055.073,86	\$8,96
IBAGUÉ	110.541	\$5.502.646,91	\$49,78
CÚCUTA	95.941	\$4.730.611,54	\$49,31
MANIZALES	88.571	\$837.435,42	\$9,45
ITAGÜÍ	87.280	\$829.558,76	\$9,50
SOACHA	81.353	\$1.104.367,74	\$13,58
ENVIGADO	80.341	\$750.786,35	\$9,34
PALMIRA	78.017	\$1.189.167,34	\$15,24
NEIVA	74.747	\$3.632.959,33	\$48,60
FLORIDABLANCA	71.567	\$1.552.062,86	\$21,69
VILLAVICENCIO	64.035	\$2.150.872,79	\$33,59
POPAYÁN	63.200	\$2.306.815,58	\$36,50
SANTA MARTA	57.316	\$3.008.214,05	\$52,48
SOLEDAD	55.824	\$1.251.350,31	\$22,42
ARMENIA	53.058	\$2.060.068,88	\$38,83
PASTO	46.624	\$2.138.938,47	\$45,88
DOSQUEBRADAS	45.506	\$2.181.255,27	\$47,93
VALLEDUPAR	45.138	\$1.742.246,47	\$38,60
MONTERÍA	41.005	\$1.623.845,81	\$39,60
RIONEGRO	34.525	\$322.602,50	\$9,34
GIRÓN	31.095	\$744.027,29	\$23,93
GIRARDOT	30.492	\$882.244,03	\$28,93
SINCELEJO	30.428	\$1.161.902,00	\$38,19

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST.

De esta forma, si se grafican los resultados obtenidos para el costo de inversión promedio por línea para la implementación de la portabilidad numérica fija en todos los municipios del país que cuentan con el servicio y como función del número de líneas, los resultados obtenidos se presentan en la Figura 65.

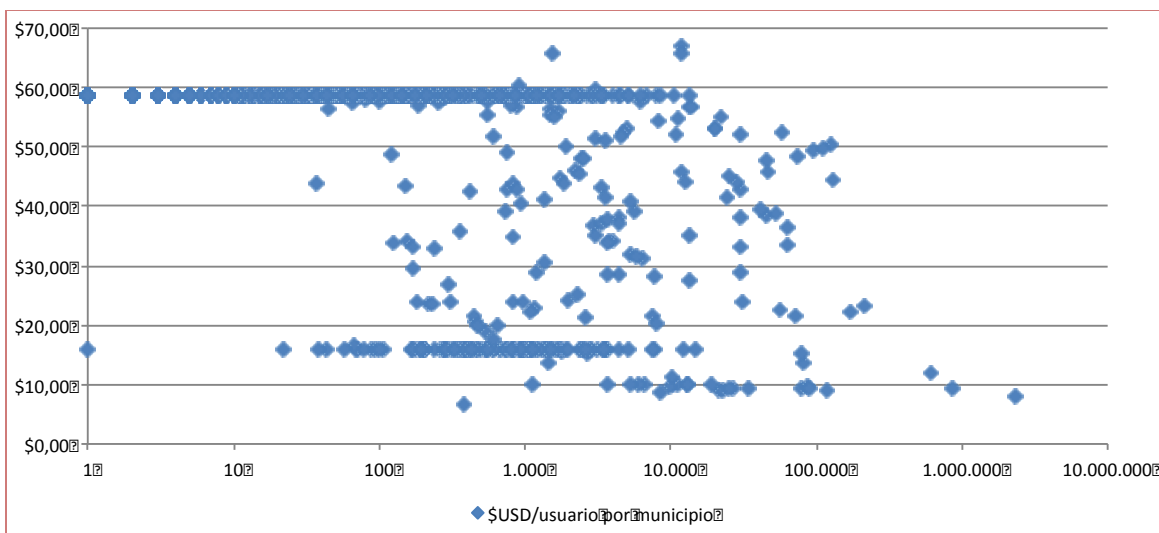
Figura 65. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST

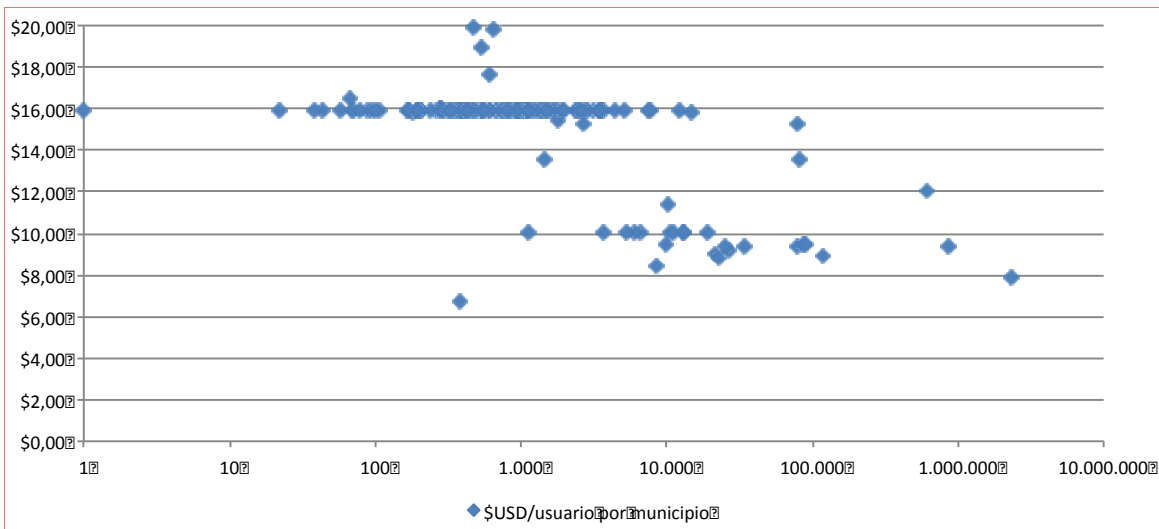
Ahora bien, si se hace un primer acercamiento a la figura previa, excluyendo aquellos municipios donde el costo por línea es mayor a USD 70, un segundo acercamiento excluyendo aquellos municipios donde el costo por línea es mayor a USD 20 y un tercer acercamiento manteniendo sólo aquellos municipios que cuentan con más de 10.000 líneas, se obtienen los resultados que se presentan respectivamente en la Figura 66, la Figura 67 y la Figura 68.

Figura 66. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 70/línea)



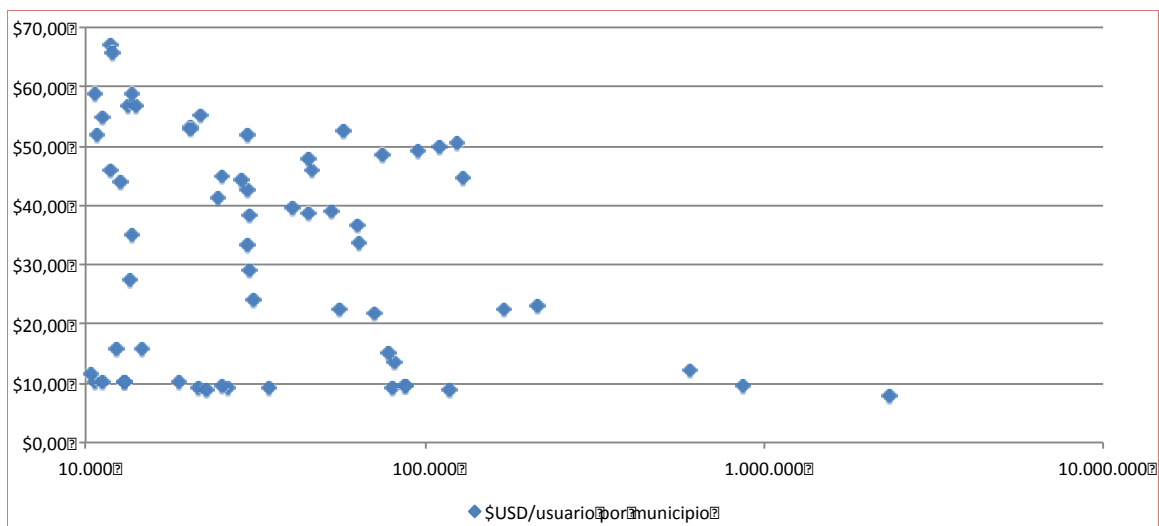
Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST

Figura 67. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 20/línea)



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST

Figura 68. Costo total de inversión reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con más de 10.000 líneas en servicio)



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST

Se pueden establecer varias conclusiones importantes a partir del análisis de los resultados obtenidos para este primer escenario y que se presentaron en las tablas y figuras previas.

1. De los 30 municipios con mayor número de líneas de telefonía fija, sólo siete tienen costos de inversión reportados por los PRST inferiores a USD10/línea en servicio. Estos son: Bogotá, Medellín, Bello, Manizales, Itagüí, Envigado y Rionegro.

Sin embargo municipios muy importantes, donde se esperaría un mayor efecto de las economías de escala, como Barranquilla, Bucaramanga, Cartagena, Pereira, Ibagué o Cúcuta presentan costos de inversión por línea en el rango entre USD 20 y USD 50, como se aprecia en la Tabla 68.

2. La Figura 66 muestra una gran franja de municipios, la mayoría con menos de 10.000 líneas y con un costo promedio por línea en servicio en torno a los USD 58. A su vez, la Figura 67 presenta dos franjas bien diferenciadas de municipios. La primera, para aquellos con menos de 10.000 líneas y en torno a los USD 16 y la segunda en torno a los USD 10 y para municipios con entre 10.000 y 100.000 líneas. Estas franjas corresponde a los municipios donde un PRST específico tiene participación mayoritaria.
3. La Figura 66 y en mayor detalle la Figura 68, muestran una serie de municipios dispersos con valores entre USD 10 y USD 60, que representan aquellos casos donde hay mayor competencia y los costos promedio resultan de la ponderación de los costos promedio de varios PRST en relación con su participación de mercado en cada municipio.

7.3.2 Costos de inversión de Capital por municipio. Escenario de costos recomendados por la Consultoría

Un ejercicio similar al desarrollado en la sección previa, se efectuó utilizando los costos de inversión de capital recomendados por la Consultoría, con los cuales se obtuvo un valor promedio de inversión para cada uno de los municipios del país. Los resultados obtenidos para las 20 ciudades con mayor número de líneas del país, se presentan a continuación en la Tabla 69.

Tabla 69. Resultados para los costos de inversión en las 30 ciudades con mayor número de líneas en Colombia, con base en los valores recomendados por la Consultoría para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija

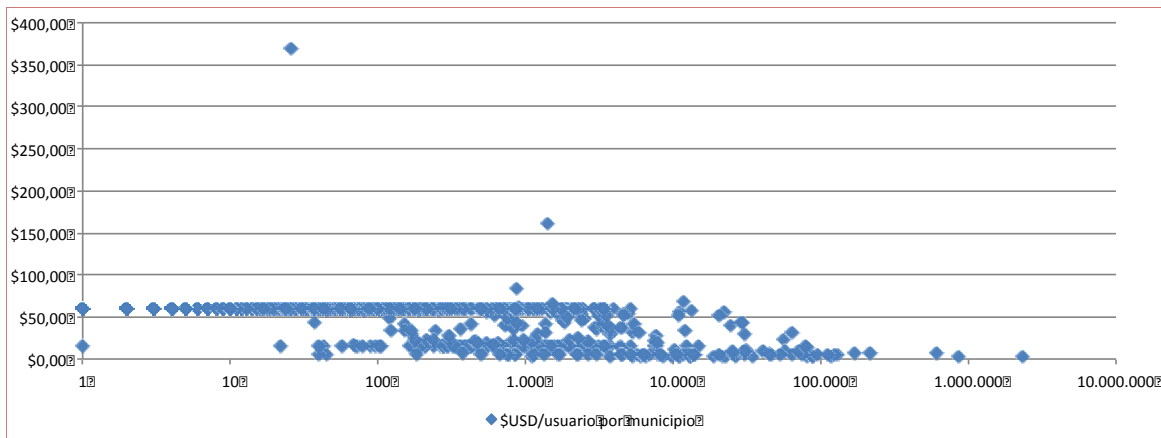
Municipio	Número de usuarios de telefonía fija	Costo de inversión por municipio [USD]	Costos de inversión [\$USD/línea] por municipio
BOGOTÁ, D.C.	2.334.721	\$7.530.407,11	\$3,23
MEDELLÍN	861.911	\$3.216.833,45	\$3,73
CALI	605.497	\$4.377.938,39	\$7,23
BARRANQUILLA	214.838	\$1.540.587,76	\$7,17
BUCARAMANGA	171.734	\$1.282.289,57	\$7,47
CARTAGENA	129.921	\$689.180,27	\$5,30
PEREIRA	124.876	\$656.073,54	\$5,25
BELLO	117.771	\$442.109,52	\$3,75
IBAGUÉ	110.541	\$616.865,92	\$5,58
CÚCUTA	95.941	\$531.664,82	\$5,54

Municipio	Número de usuarios de telefonía fija	Costo de inversión por municipio [USD]	Costos de inversión [\$USD/línea] por municipio
MANIZALES	88.571	\$334.825,35	\$3,78
ITAGÜÍ	87.280	\$325.480,48	\$3,73
SOACHA	81.353	\$1.116.417,23	\$13,72
ENVIGADO	80.341	\$300.030,91	\$3,73
PALMIRA	78.017	\$1.185.765,34	\$15,20
NEIVA	74.747	\$413.959,62	\$5,54
FLORIDABLANCA	71.567	\$704.081,36	\$9,84
VILLAVICENCIO	64.035	\$293.645,94	\$4,59
POPAYÁN	63.200	\$2.011.727,86	\$31,83
SANTA MARTA	57.316	\$511.788,77	\$8,93
SOLEDAD	55.824	\$1.263.279,39	\$22,63
ARMENIA	53.058	\$270.423,53	\$5,10
PASTO	46.624	\$253.638,19	\$5,44
DOSQUEBRADAS	45.506	\$237.345,67	\$5,22
VALLEDUPAR	45.138	\$343.904,25	\$7,62
MONTERÍA	41.005	\$353.944,85	\$8,63
RIONEGRO	34.525	\$128.928,40	\$3,73
GIRÓN	31.095	\$337.992,97	\$10,87
GIRARDOT	30.492	\$882.191,27	\$28,93
SINCELEJO	30.428	\$260.333,01	\$8,56

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3

De esta forma, si se grafican los resultados obtenidos para el costo de inversión promedio por línea para la implementación de la portabilidad numérica fija en todos los municipios del país que cuentan con el servicio como función del número de líneas, los resultados obtenidos se presentan en la Figura 69.

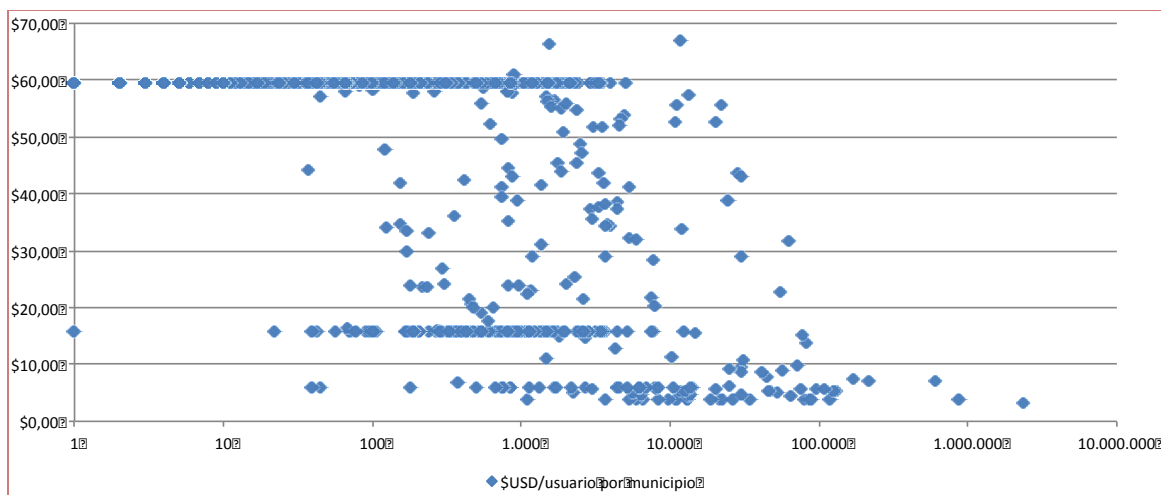
Figura 69. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3

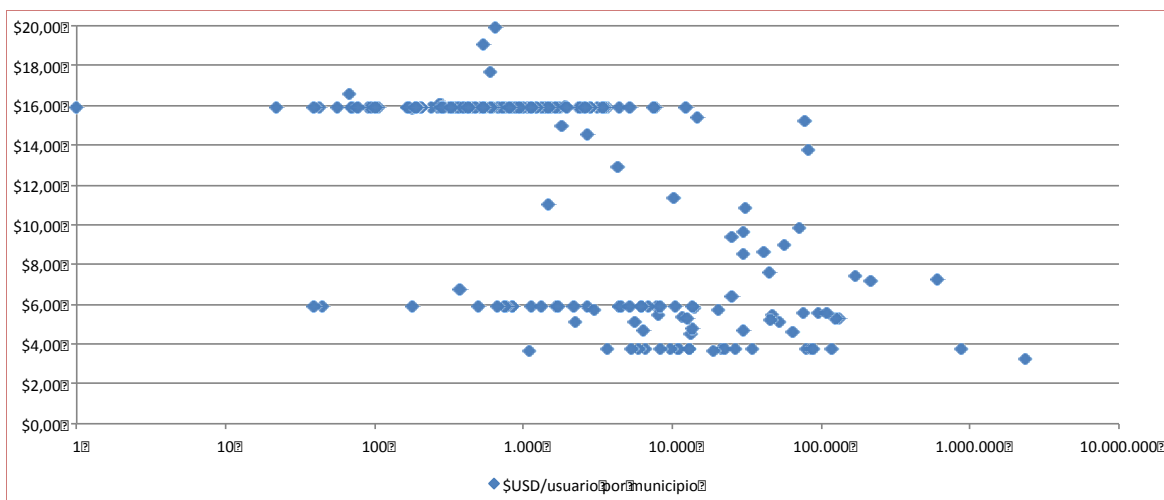
Ahora bien, si se hace un primer acercamiento a la figura previa, excluyendo aquellos municipios donde el costo por línea es mayor a USD 70, un segundo acercamiento excluyendo aquellos municipios donde el costo por línea es mayor a USD 20 y un tercer acercamiento manteniendo sólo aquellos municipios que cuentan con más de 10.000 líneas, se obtienen los resultados que se presentan respectivamente en la Figura 70, la Figura 71 y la Figura 72.

Figura 70. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 70/línea)



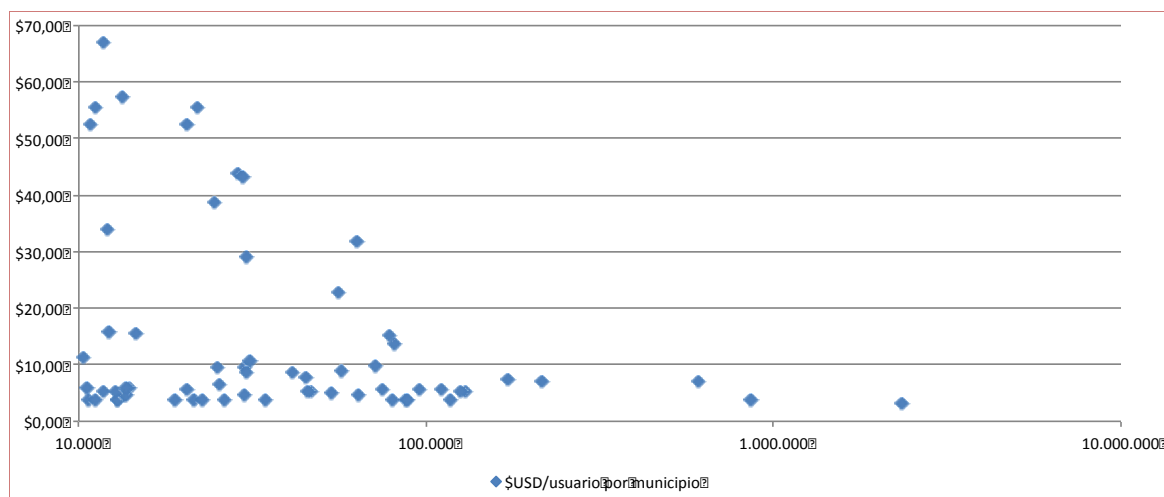
Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3.

Figura 71. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con costo total de inversión menor a USD 20/línea)



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3

Figura 72. Costo total de inversión recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija como función del número de líneas fijas en servicio en cada municipio (acercamiento para municipios con más de 10.000 líneas en servicio)



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3.

Se pueden establecer varias conclusiones importantes a partir del análisis de los resultados obtenidos para este segundo escenario y que se presentaron en las tablas y figuras previas.

1. De los 30 municipios con mayor número de líneas de telefonía fija, veinticuatro tienen costos de inversión recomendados por la Consultoría que son inferiores a USD10/línea en servicio. Estos son: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla,

Bucaramanga, Cartagena, Pereira, Bello, Ibagué, Cúcuta, Manizales, Itagüí, Envigado, Neiva, Floridablanca, Villavicencio, Santa Marta, Armenia, Pasto, Dosquebradas, Valledupar, Montería, Rionegro y Sincelejo. Por encima de los USD 10 por línea en servicio se encuentran seis municipios. Estos son: Soacha, Palmira, Popayán, Soledad, Girón y Girardot, como se aprecia en la Tabla 68.

- a. Los valores por encima de US 25 por línea de Popayán y Girardot son originados porque en ambos municipios hay operadores pequeños que tienen altos costos de inversión por línea y presentan participaciones de mercado mayoritarias.
2. La Figura 70 muestra una gran franja de municipios, la mayoría con menos de 10.000 líneas y con un costo promedio por línea en servicio en torno a los USD 58. a su vez la Figura 71 presenta tres franjas bien diferenciadas de municipios. La primera, para aquellos con menos de 10.000 líneas y en torno a los USD 16, la segunda en torno a los USD 6 y que corresponde a sitios entre 1.000 y 100.000 líneas y finalmente, la tercera para municipios que tienen entre 10.000 y 100.000 líneas y cuyo costos de inversión calculado está en torno a los USD 4. Estas franjas corresponden a sitios donde hay un PRST con participación mayoritaria.
3. La Figura 70 y en mayor detalle la Figura 72, muestran una serie de municipios dispersos con valores entre USD 10 y USD 60, que representan aquellos casos donde hay mayor competencia y los costos promedio resultan de la ponderación de los costos promedio de varios PRST en relación con su participación de mercado en cada municipio.

7.4 Impacto de los Costos de Operación (OPEX)

Hasta este punto, únicamente se han analizado los costos de inversión de capital (CAPEX) asociados con la implementación de la portabilidad numérica fija. Sin embargo, deben contabilizarse también los costos de operación y mantenimiento (OPEX) de la infraestructura (hardware y software) que deba ser adquirida o actualizada como consecuencia de la implementación de la PN fija en las redes TPBCL y TPBCLE así como los costos de administración, operación y mantenimiento (AOM) de la base de datos de PN, para propósitos de establecer la relación costo/beneficio de una eventual medida regulatoria.

En primer lugar, los OPEX corresponden a un 5% anual de los costos de inversión de capital¹¹⁰ durante 5 años y son traídos a valor presente neto considerando la tasa interna de oportunidad del sector.

¹¹⁰ Valor obtenido a partir de las bases de datos de costos de la Consultoría. Este valor también es normalmente utilizado en la industria, particularmente en modelos de costos técnico-económicos de redes y servicios de telecomunicaciones.

En segundo lugar, los costos de AOM de la base de datos de PN se calculan a partir de los los cargos de transacción por número portado¹¹¹ y el porcentaje anual de números portados por municipio durante 5 años. El costo AOM de la base de datos de PN de cada año es traído a valor presente neto considerando la tasa de oportunidad del sector¹¹².

Finalmente, Los resultados de OPEX y AOM así obtenidos, se suman a los costos de inversión ya presentados, para obtener un costo total por municipio.

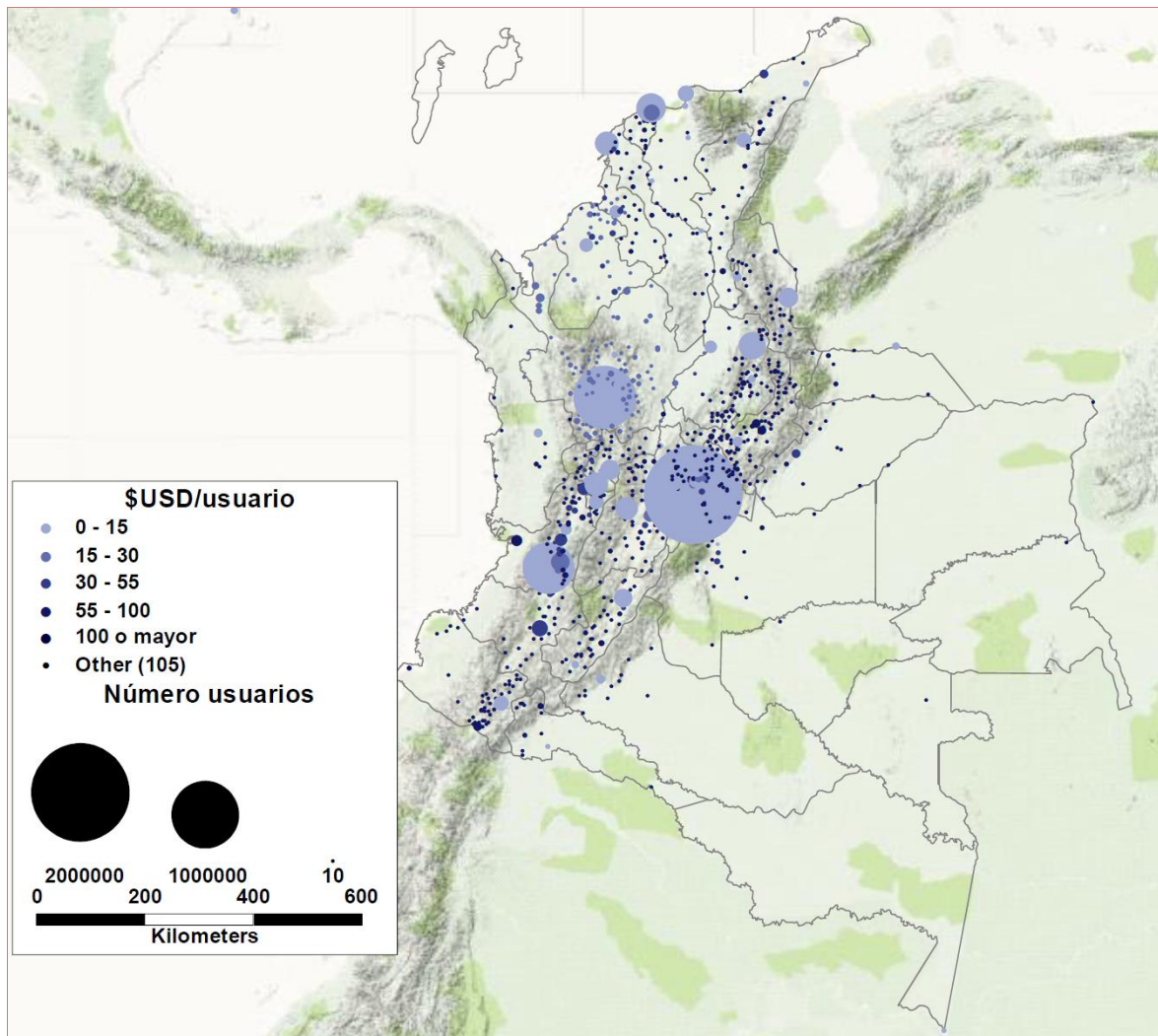
Los resultados de la aplicación de esta metodología, se presentan en forma gráfica para los diferentes municipios del país para los dos escenarios, como se observa en la Figura 73 y la Figura 74.

Por último, es importante mencionar que a nivel nacional, el costo promedio por línea, considerando la totalidad del CAPEX y OPEX es de USD 11,02 en el escenario recomendado por la Consultoría, que será también denominado como "escenario medio" y de USD 24,20 en el escenario de costos reportados por los PRST que será denominado "escenario bajo" en el análisis costo beneficio que se presenta en la sección 9.

¹¹¹ Se asume un valor de COP 2.225 el cual corresponde al valor por transacción por número portado reconocido actualmente al Corte Inglés Informática como administrador de la base de datos de PN móvil. Según la información suministrada por dicha empresa este valor fue negociado constante e igual con todos los PRST móvil durante los primeros 5 años.

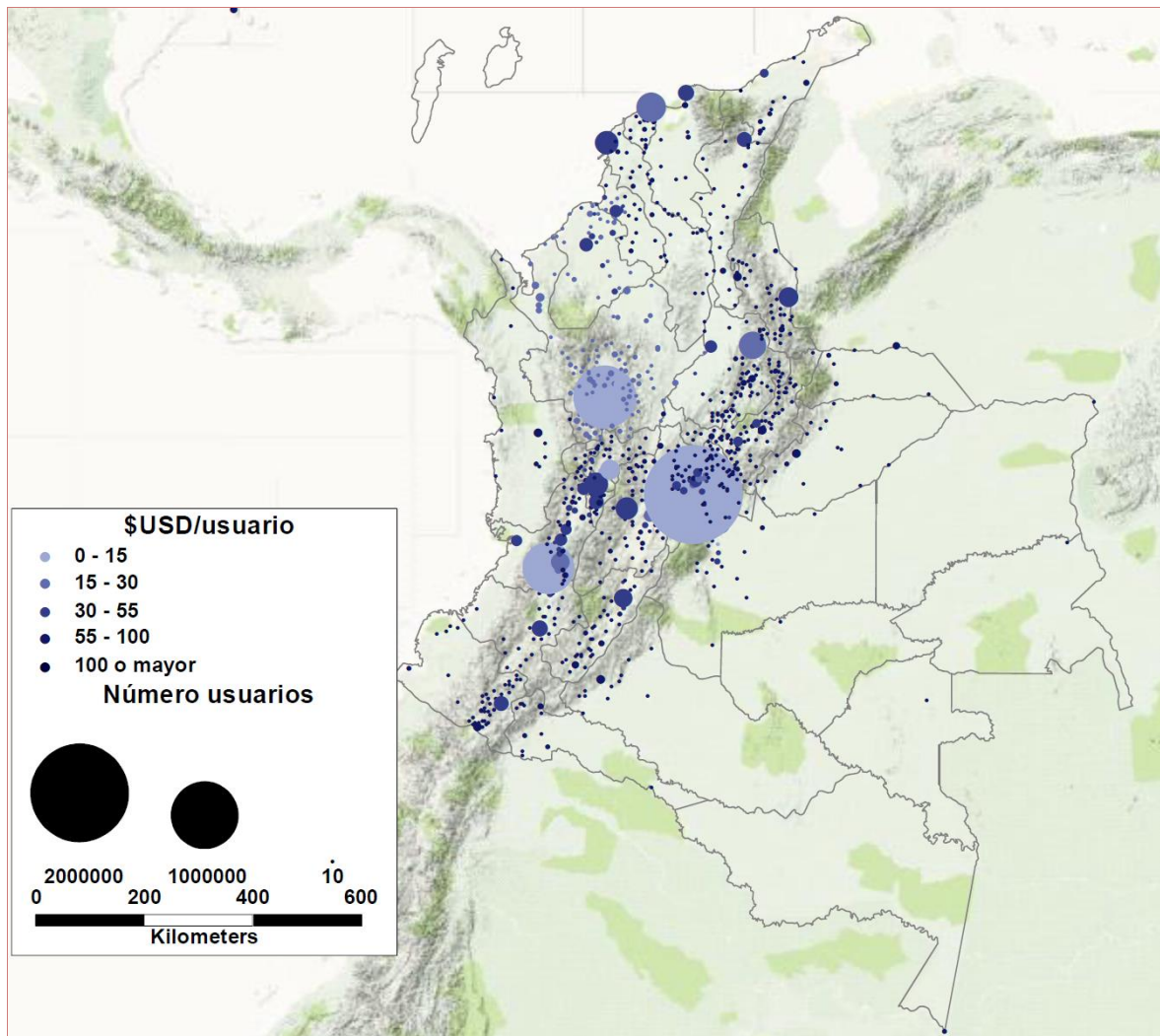
¹¹² Es preciso mencionar que los costos totales de inversión, administración, operación y mantenimiento de una base de datos de PN centralizada, son recuperados por el administrador de dicha base de datos con los cargos por transacción por número portado, los cargos por rechazo con justa causa y los cargos de rechazo sin justa causa.

Figura 73. Costo total de inversión y operación recomendados por la Consultoría [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los cálculos efectuados en la sección 7.2.3 y los ajustes por costos de operación.

Figura 74. Costo total de inversión y operación reportados por los PRST [USD/línea] para adecuar las redes de TPBCL y/o TPBCLE a la PN fija



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de las respuestas a los cuestionarios de los PRST y los ajustes por costos de operación.

7.5 Preguntas al sector en relación al análisis de costos de implementación de la portabilidad numérica fija

Con relación al análisis de costos de implementación de la portabilidad numérica fija en el país, se consulta al sector lo siguiente:

1. El análisis muestra un importante efecto de economías de escala en los costos de implementación de la portabilidad numérica fija, con un alto nivel de correlación entre costo por línea y número de líneas en servicio. ¿Existen particularidades en la configuración, topología o tecnología de red que puedan afectar de alguna manera la economía de escala en la implementación de la portabilidad numérica fija que se esperaría para un PRST en función de su número de líneas?
2. ¿Qué tratamiento debe darse a las ciudades que en los dos escenarios propuestos presentan costos muy por encima de otras comparables en términos de número de líneas fijas en servicio?
3. ¿Qué tratamiento debe darse a los PRST que tienen menores economías de escala, pero que están presentes en grandes ciudades, que podrían eventualmente ser afectadas por una obligación regulatoria de PN fija en el corto plazo?

8 Estimación de beneficios de la Portabilidad Numérica en telefonía fija

Con el cambio técnico y la convergencia tecnológica, se ha abierto la posibilidad de que en telefonía fija entren a competir, en forma rentable, diversos operadores en el mismo mercado geográfico, modificando la estructura monopólica que caracterizó este servicio en la mayor parte del siglo pasado. Una de las principales barreras para los operadores entrantes es la valoración que tienen los usuarios de su número telefónico. En la práctica, el cambio de número le impone al usuario una serie de costos que lo vuelven más propenso a permanecer con su operador actual. Para intensificar la competencia en el mercado, se ha generalizado la implementación de la PN, que permite a un usuario cambiar de operador y mantener su número telefónico.

Con la entrada del móvil, la telefonía fija ha perdido participación en el mercado de voz, con lo cual se podría pensar que la portabilidad en este servicio ya no es una medida de primer orden para la promoción de la competencia. No obstante, como se mostró en el estudio de mercado, casi el 50% de las líneas de TPBCL están contratadas en planes empaquetados que integran internet o televisión. Desde esta perspectiva, la PN no sólo incide en la intensidad de la competencia en el mercado de la telefonía fija, sino en los cada vez más importantes mercados de internet y TV.

La portabilidad exige la adecuación de las redes de los operadores de telefonía fija, lo que conlleva costos de inversión y la introducción de una serie de gestiones que inciden en la estructura de costos de operación. Por lo anterior, previo a su implementación, es importante cuantificar los beneficios económicos y verificar que estos excedan los costos. Esta medida se debería implementar en aquellos mercados geográficos donde la relación beneficio-costos sea mayor que 1.

Una revisión bibliográfica de diferentes estudios de Costo-Beneficio para la implementación de la portabilidad numérica fija y móvil reveló que la metodología utilizada en ellos es, a grandes rasgos, la misma. Por el lado de los beneficios, estos se separan en tres tipos diferentes. El primero es el beneficio que obtienen directamente los portados. El beneficio tipo 1 se separa, a su vez, en el beneficio que obtienen los portados que se hubieran cambiado de operador sin portabilidad numérica y el que se genera para los que se cambian a causa de la PN. El segundo beneficio es el beneficio para toda la economía, en términos de dinamización de la competencia e incrementos en la elasticidad de la demanda de los usuarios de servicios de telefonía. El tercero corresponde a beneficios que obtienen los contactos de los números portados, en términos de ahorro de costos.

Entre los estudios que se revisaron, la división de estos beneficios se mantiene como estándar y varía la metodología utilizada para medir cada uno de ellos; aunque todos parten del mismo marco teórico. La medición de los beneficios tipo 3 es estándar entre los diferentes estudios pero las diferencias se dan en las variables que se toman en consideración. En general, este estudio se guió por la metodología utilizada por NERA [10] (1998) para evaluar la portabilidad numérica móvil en Hong Kong. La preferencia que se le

dio a la metodología de este estudio sobre otras se basó en su consistencia con la teoría. Por ejemplo, en el estudio de la portabilidad numérica fija y móvil para México [11] (2006), la medición de los beneficios tipo 1, aunque se basa en el marco teórico que se presentará a continuación, no se hizo estrictamente sobre dicho marco. Los cálculos se hicieron sobre estimaciones directas de los costos en que incurren los diferentes usuarios cuando pierden el número. La consultoría consideró que la metodología utilizada por NERA en este sentido es más económica en información y requiere de menos supuestos acerca de los usuarios portados. Adicionalmente, otros estudio revisados, como el del Reino Unido [12] y [13], no presentaban su metodología con la especificidad necesaria para considerarla en este estudio. Por lo tanto, la metodología seguida por NERA se consideró la mejor para servir de guía en este caso. En el estudio actual se hicieron adaptaciones sobre la misma, según la información disponible y las condiciones del sector reveladas en el estudio de mercado.

Respecto a los escenarios económicos considerados, se establecieron dos escenarios basados en los costos necesarios para implementar la PN en Colombia. El escenario bajo toma como input los costos reportados por los operadores, sin modificación alguna. Sin embargo, la consultoría consideró que algunos de estos costos están sobreestimados. De este modo, el segundo escenario, o escenario medio, se basa en los costos ajustados por el consultor.

De acuerdo con la revisión bibliográfica, los beneficios de la Portabilidad numérica (PN) se dividen en tres tipos. El primero es el beneficio directo que obtienen los usuarios que cambian de operador y portan número. En efecto, para esta población la PN implica una disminución de los *switching costs*. En la literatura se distinguen dos clases de beneficios tipo 1. El 1a corresponde a aquellos usuarios que se hubiesen cambiado de operador aún sin PN. El beneficio 1b se deriva de los usuarios que cambian de operador inducidos por la PN. El segundo beneficio, denominado tipo 2, es de carácter más general, y corresponde a las ganancias en eficiencia económica que conlleva la intensificación de la competencia a través de la implementación de la PN. Finalmente, el beneficio tipo 3 está asociado a los ahorros que perciben los terceros que se ven afectados indirectamente por el cambio de número de sus contactos personales o de negocios que han cambiado de operador en ausencia de portabilidad. Este también se puede describir como el beneficio que surge de que haya menos números en servicio.

8.1 Beneficios tipo 1

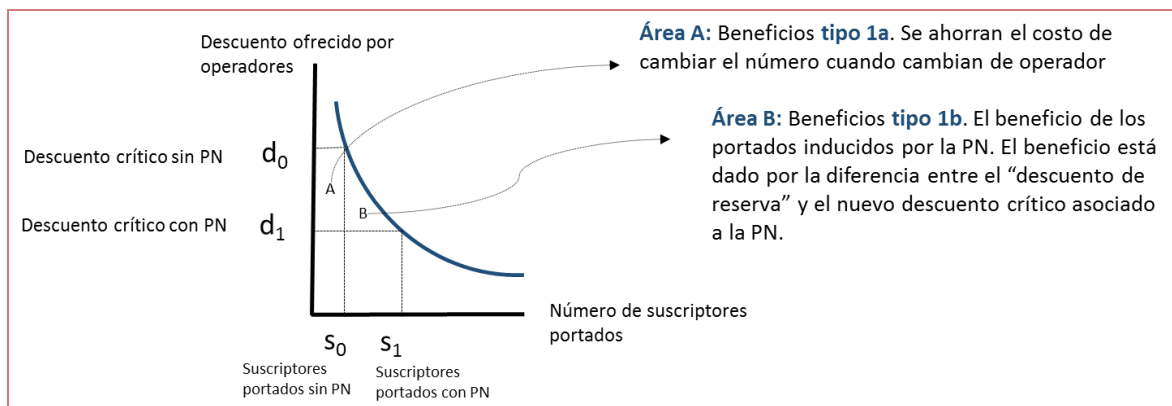
8.1.1 Bases teóricas

En ausencia de portabilidad, cuando un usuario cambia de operador incurre en *switching costs*. Por un lado, están los costos asociados a la pérdida del número, tales como avisarle a sus contactos el nuevo número, cambiar los datos en diferentes agencias y, para las empresas, pérdida de negocios, cambiar material gráfico, publicidad, etc. Por otro lado, el usuario debe incurrir en costos de gestión para el paso hacia el nuevo operador, tales como interrumpir el servicio, el tiempo gastado en trámites, etc.

De acuerdo con lo anterior, los usuarios valoran el número y sólo estarán dispuestos a cambiar de operador si este les ofrece un descuento tarifario (o su equivalente en calidad de servicio, nuevos productos, etc.) que compense los *switching costs*. La PN elimina el componente asociado a la valoración del número de los costos de cambio. Las distintas evaluaciones revisadas sintetizan este beneficio microeconómico como se muestra en la Figura 75, en la cual, el número de usuarios que cambian de operador (eje x) es función del descuento que ofrecen operadores alternativos (eje y). La línea azul representa la disposición al cambio de los distintos usuarios en el mercado. Entonces, si el descuento crítico (equivalente a los *switching costs*) para que cambien de operador es más alto, el número de portados será menor.

Teóricamente, la PN se traduce en un descuento crítico menor. En la medida en que con PN el cambio de operador no exige un sacrificio del número, los *switching costs* asociados a la pérdida del número se eliminan. En la Figura 75, el efecto de la portabilidad, se ilustra como el paso del descuento crítico d_0 al descuento crítico d_1 .

Figura 75. Beneficios tipo 1



Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb.

El beneficio 1a se estima como el ahorro (costos asociados a la pérdida del número) derivado por los usuarios que cambiaban de operador en ausencia de la PN. De esta forma, el área A agrega los ahorros unitarios para todo el número de usuarios que cambian de operador aún sin PN. Matemáticamente, esta área mide los beneficios tipo 1a.

La reducción del descuento crítico, por su parte, manteniendo constantes las tarifas y condiciones vigentes en el mercado, induce a un segmento de los usuarios a cambiar de operador. En la Figura 75, el aumento en el churn atribuible a la PN, es el movimiento en el eje x entre S_0 y S_1 . El beneficio 1b surge del mayor excedente que extraen los nuevos usuarios portados gracias a la PN. Es decir, el beneficio que obtienen por cambiarse a otro operador, que se puede leer como mejores precios o mejor servicio. Matemáticamente, este beneficio se mide como el área B que corresponde a la integral entre los puntos S_0 y S_1 acotados por d_1 . Económicamente, esto se interpreta como la suma de las diferencias entre el descuento crítico específico de cada individuo portado (disponibilidad a aceptar) y el descuento de equilibrio del mercado (d_1).

8.1.2 Estimación de parámetros

En la práctica no existe un mercado que determine el valor del número. Por lo anterior, se acudió a los métodos de valoración contingente que están específicamente diseñados para obtener, mediante encuesta, la valoración subjetiva de un bien o servicio que no se transa en el mercado. De acuerdo con lo anterior, en vez de preguntar directamente cuál es el valor que cada encuestado le otorga a su número telefónico, se establece una pregunta que permite inferir indirectamente la valoración promedio. En la encuesta realizada en este estudio se incluyeron las siguientes preguntas:

- Si un operador le ofrece un descuento de X pesos en su factura mensual por cambiar su número actual, bajo las mismas condiciones de servicio ¿usted aceptaría?
- Si usted pudiera cambiarse de operador conservando el número actual, aceptaría cambiarse a otro operador por un descuento mensual de X pesos?

A cada encuestado se le asignó un valor aleatorio para el descuento (X) en el intervalo entre mil y 25 mil pesos¹¹³, con incrementos de 3 mil pesos. El encuestado podía aceptar o rechazar la propuesta.

A partir de las respuestas obtenidas, se calculó una regresión de tipo Logit¹¹⁴, que permite estimar la función de probabilidad de aceptar el cambio de operador en función de los descuentos citados. Los resultados de las dos regresiones para hogares se muestran en la Tabla 70.

¹¹³ En el caso de las empresas, como el valor de la factura tiene una varianza más alta, se hizo con descuentos porcentuales en el rango entre 5% y 50% con incrementos de 5%.

¹¹⁴ La regresión Logit estima un modelo binario en el que la variable dependiente toma el valor de 0 ó 1, en función de un vector de regresores. En este caso, si el encuestado respondió afirmativamente ante la propuesta, la variable adquiere el valor de 1, en caso contrario, el valor de 0. Por métodos de máximas verosimilitudes, se estiman los parámetros de una función de distribución acumulada; en este caso, de una logística. La variable independiente es el descuento. El modelo es, entonces, de la siguiente manera:

$$p_i = \Pr[y_i = 1|x] = \frac{e^{\alpha + \beta d_i}}{1 + e^{\alpha + \beta d_i}}$$

Donde la probabilidad de aceptación (p_i) depende de los coeficiente β y α y del valor del descuento (d). En este modelo el punto medio de la distribución, es decir, el nivel de descuento en el cual acepta la mitad de la población es igual a $-\frac{\alpha}{\beta}$. Por su parte, el efecto marginal que indica cuál es el cambio en la probabilidad de aceptación dado un cambio en el valor del descuento está dado por la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial p_i}{\partial d_i} = p_i(1 - p_i)\beta$$

Tabla 70 Regresión Logit de la encuesta de hogares

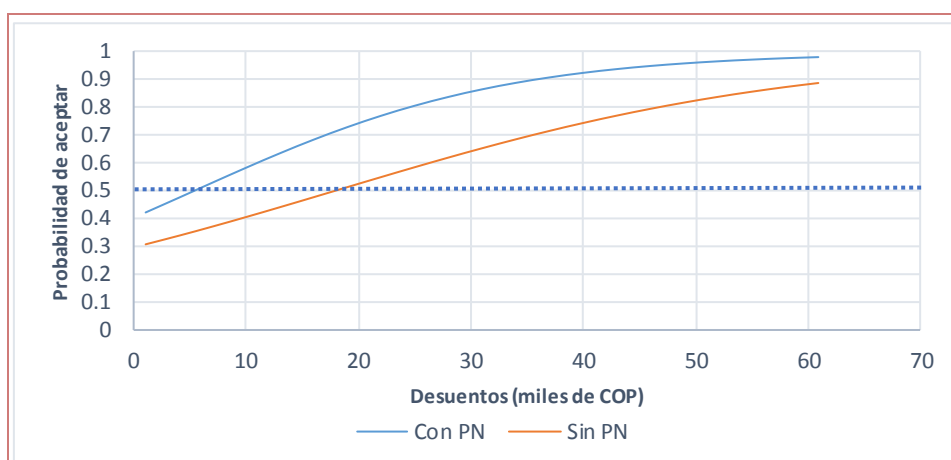
ECUACIÓN	VARIABLES	SPN ¹¹⁵	CPN
Respuesta sin PN	Descuento	0.0488***	
		(0.00853)	
	Constante	-0.880***	
		(0.127)	
Respuesta con PN	Descuento		0.0729***
			(0.00918)
	Constante		-0.393***
			(0.132)
	Observaciones	1,050	1,058

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb.

Los coeficientes estimados, tanto para la Logit con PN y sin PN, son estadísticamente significativos al 99%. Además, los signos son los esperados. El β es positivo, lo que indica que a mayor valor del descuento ofrecido, mayor probabilidad de aceptar el cambio de operador. Por su parte, el coeficiente α , la constante, es negativo, condición necesaria para que un descuento asociado al punto medio de la distribución sea positivo.

Los parámetros del modelo Logit permitieron establecer, por un lado, el efecto marginal de un descuento en la propensión a aceptar y, por otro, los niveles de descuento necesarios frente a una misma probabilidad. La Figura 76 presentada a continuación muestra las dos funciones logísticas calculadas a partir de los parámetros del modelo. La línea azul representa el punto medio (probabilidad de 0.5) que se utilizó al calcular la diferencia entre los niveles de descuento necesarios.

Figura 76. Curvas de regresión logit



Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb.– Encuesta en hogares por UT Tachyon-Zagreb

¹¹⁵ Error estándar en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

La diferencia entre los descuentos correspondientes al punto medio es, entonces, la valoración mensual del número, porque refleja el desplazamiento en la función de probabilidad de aceptación inducido por la portabilidad numérica. Es decir, el descuento promedio requerido para aceptar un cambio de operador se reduce por la implementación de la PN. El desplazamiento horizontal de la logística en el punto medio es equivalente, en términos económicos, a la valoración del número:

$$\begin{aligned} & \text{Valor mensual del número} \\ &= \text{Descuento en 0.5 SPN} - \text{Descuento en 0.5 CPN} \\ &= \frac{-\alpha_{spn}}{\beta_{spn}} - \frac{-\alpha_{cpn}}{\beta_{cpn}} = \frac{0.880}{0.0488} - \frac{0.393}{0.0729} = 12.65^{116} \end{aligned}$$

Adicionalmente, de las regresiones se obtiene el efecto marginal del descuento sobre la probabilidad de aceptar. Una disminución en los *switching costs* se ve reflejada en un aumento en el churn. Este parámetro permite inferir, teóricamente, el incremento en los niveles de churn, generado por la PN, necesario para calcular los beneficios 1b.

$$\frac{\partial p_i}{\partial d_i} = p_i(1 - p_i)\beta_{cpn} = 0.018$$

El efecto marginal estimado muestra que un aumento de mil pesos en el descuento se traduce en un incremento en la probabilidad de aceptar de un 1.8%. Por lo tanto, si se toma el valor del número (la disminución en los *switching costs*) y se multiplica por el efecto marginal, se obtiene el aumento porcentual en la probabilidad de cambiarse de operador. Es decir, se obtiene el aumento porcentual esperado en el churn, atribuible a la PN. El aumento aplicado al churn anual sin PN (26.8%¹¹⁷) resulta en el último valor de la tabla que se muestra continuación.

Tabla 71 Estimaciones para el modelo

Efecto marginal CPN	
	0.018
Valor mensual del número	
\$	12.65
Cambio en el Churn	
	22.2%
Churn con PN	
	32.8%

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb a partir de los resultados de la encuesta en hogares realizada por la Unión Temporal Tachyon-Zagreb

¹¹⁶ En la regresión los valores se incluyeron en miles. Por lo tanto, es necesario multiplicar este número por mil para obtener el valor en COP.

¹¹⁷ El valor se estimó con información enviada por los operadores a la CRC y se presenta en el estudio de mercado.

Para el caso de las empresas, se llevó a cabo el mismo ejercicio econométrico para estimar los parámetros de la función de distribución logística de aceptación. Sin embargo, para las empresas los parámetros no dieron significativos. Este resultado ya se había obtenido en otros estudios [10] y se explica porque para las empresas el valor de la factura de teléfonos es un porcentaje muy bajo del gasto y el número tiene una importancia muy grande en su relación con la clientela y los proveedores. De hecho, en el estudio de mercado se constató que las líneas telefónicas del sector empresarial tienen una antigüedad promedio mucho mayor que la de los hogares. Es decir, que las empresas son poco propensas a cambiar de número. Lo que sí es evidente es que la implementación de la PN fija aumenta drásticamente la disposición de las empresas a considerar otras opciones de operador, como se ilustra en la Figura 11 de la Sección 4.2.9, creada a partir de las respuestas de los encuestados del sector a la oferta de descuento. La portabilidad numérica desplaza la función de aceptación pero la decisión de cambio sigue siendo relativamente insensible a los descuentos.

8.1.3 Beneficios 1a

Los usuarios 1a, aquellos que se hubieran portado sin PN, se benefician de la medida porque ahorran el componente del valor del número en sus *switching costs*. El beneficio económico se calcula directamente como el área A que se describió en la Figura 75.

$$\text{Valor del número} \times \text{usuarios 1a} = \text{Beneficios 1a}$$

Sin embargo, se deben hacer ajustes para aplicar estos parámetros en la ecuación:

- Dado que el resultado anterior es una valoración mensual del número, es necesario considerar el número de períodos durante el cual el usuario se beneficia del cambio de operador y, por lo tanto, capitaliza el valor del número. La longitud de este intervalo no es evidente, por el dinamismo del mercado que renueva las ofertas comerciales continuamente, con lo cual la decisión de cambio puede quedar desactualizada un tiempo después. Dado que no existe aún una regulación de los contratos de permanencia mínima, se tomaron como parámetro los 12 meses de permanencia mínima de la mayoría de contratos del sector. El valor mensual del número se trae a valor presente utilizando la última medición del WACC para el sector de las telecomunicaciones, calculado por la CRC.
- Asimismo, no todos los usuarios que cambian de operador en el escenario sin PN portarían su número, una vez implementada la medida. Este grupo de usuarios no se beneficia de la PN y es necesario excluirllos en el cálculo de los beneficios 1a. Son varias las razones por las cuales la penetración de la portabilidad es menor al 100% del *churn* observado. En primer lugar, no todos los usuarios se informan de la existencia y los procedimientos para aplicar a la PN, lo cual es particularmente cierto en los primeros años de la implementación. En segundo lugar, hay usuarios a los que no les interesa conservar su número. En tercer lugar, hay usuarios que simplemente se desconectan y abandonan el servicio de telefonía fija. De hecho, en muchos países la penetración fue muy baja en un principio (por ejemplo,

Holanda). Dado que el *churn* en Colombia es alto, se estableció un escenario de penetración conservador para mantener consistencia con los niveles de portabilidad observados en otros países.

A partir de lo anterior, la ecuación de los beneficios tipo 1a por municipio (*mun*) es de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\text{Valor mensual del número}}{(1+r)^i} \times (\text{Churn}_{spn\ mun} \times \text{Penetración PN}) = \text{Beneficios 1a}_{mun}$$

8.1.4 Beneficios 1b

Los beneficios 1b, como se mencionó, corresponden a la reducción de los costos de cambio para aquellos usuarios que deciden cambiar de operador a raíz de la implementación de la PN. El beneficio no es igual para cada usuario porque el descuento crítico varía de individuo a individuo. Por lo anterior, el beneficio de los usuarios 1b se estima como el área bajo la curva de descuentos críticos, acotada por el nuevo descuento crítico bajo PN. Si bien no se conoce la forma funcional de la función de descuentos críticos, para efectos de análisis de bienestar, asumir que se trata de una función lineal sólo introduce diferencias marginales de segundo orden en la estimación de beneficios¹¹⁸. El área B en la Figura 75, bajo este supuesto de linealidad, se mide con la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Valor del número} \times \text{usuarios 1b}}{2} = \text{Beneficios 1b}_{municipio}$$

En este caso no aplica el ajuste por penetración porque los usuarios 1b, por definición, se portan. La cantidad de usuarios 1b se calcula a partir de la diferencia entre el churn con PN y el churn sin PN.

$$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{\text{Valor mensual del número}}{(1+r)^i} \times (\text{churn}_{cpn\ mun} - \text{churn}_{spn\ mun})}{2} = \text{Beneficios 1b}_{mun}$$

8.2 Beneficios tipo 2

Los *switching costs*, en términos generales, se refieren a la des-utilidad que experimenta un consumidor por cambiar de proveedor o de producto. Los *switching costs* reducen la elasticidad de sustitución porque el precio del sustituto debe compensar por esa des-utilidad. Una menor elasticidad de sustitución, por su parte, reduce la competencia. Los beneficios tipo 2 hacen referencia a las ganancias en competencia provenientes de una reducción en los switching costs originada por la implementación de la PN. La literatura económica ha estudiado los efectos que la PN genera sobre la competencia de una economía. Los resultados de varios modelos teóricos [14], muestran que la PN puede

¹¹⁸ De hecho, en la literatura especializada de evaluación de bienestar es común encontrar el supuesto de linealidad de la curva de demanda, por lo menos en el rango de interés.

incentivar la competencia (un cambio en las cuotas de mercado) y presionar los precios del servicio a la baja.

En su artículo, Klemperer [15], analiza el efecto de los costos de cambio en los equilibrios de competencia. Una empresa enfrenta un dilema entre elevar los precios y obtener mayores ganancias de su mercado cautivo o reducir los precios y expandir su participación en el mercado. La presencia de costos de cambio altera el comportamiento de las firmas y el equilibrio del mercado. Con el modelo el autor llega a las siguientes conclusiones.

“[...] el análisis sugiere que las pérdidas de bienestar pueden ser substanciales: los *switching costs* generalmente incrementan los precios y crean las usuales pérdidas irrecuperables [de eficiencia] en un oligopolio cerrado, y pueden además desestimular la entrada de nuevas firmas, con lo cual, reduce aún más la intensidad de la competencia.”

Este mismo autor en un artículo del 2007 [14], extiende su análisis sobre los efectos de los *switching costs* sobre la competencia cuando los productos son incompatibles o cuando hay presencia de externalidades de red. Lo que muestra este estudio posterior es que cuando la competencia se presenta con incompatibilidad entre productos o servicios, por lo general, se generan pérdidas en la eficiencia. En este ambiente, los *switching costs* pueden incluso crear una competencia más agresiva en las primeras etapas del mercado, asociadas con el desarrollo del producto. En etapas posteriores, la competencia se puede intensificar porque los potenciales entrantes deben generar ofertas más atractivas para compensar los *switching costs*, con el propósito de capturar mercado. Las consideraciones anteriores amplían la discusión acerca de los beneficios económicos de reducir los *switching costs* y ponen en consideración nuevos factores como los ciclos de mercado o las estrategias comerciales de las empresas. Los resultados de este modelo no aplican a la portabilidad numérica en la primera etapa de la competencia porque el operador establecido no tuvo que realizar inversiones para crear la diferenciación que el número genera. En la práctica, el número fue asignado cuando el operador era un monopolio. No obstante, el modelo puede tener alguna relevancia en la segunda etapa, en la medida en que las firmas entrantes tienen que competir de forma muy agresiva para compensar al usuario por pérdida de su número.

Por su parte, Aoki & Small (2010) [16], desarrollan un nuevo modelo para analizar específicamente los efectos en el bienestar de la portabilidad numérica. Los autores concluyen que en mercados desarrollados con alto grado de penetración, los efectos son ambiguos. No obstante, para mercados todavía inmaduros concluyen lo siguiente:

“La situación es más clara para los mercados de telefonía en desarrollo con bajas tasas iniciales de penetración. En este caso, bajo supuestos verosímiles, las reducciones en los *switching costs* benefician a los usuarios y a la firma entrante y no tienen efectos sobre el establecido. Las ganancias del consumidor provienen completamente de la expansión del mercado”

Lo anterior muestra que en ciertos mercados la reducción de los *switching costs* genera expansiones en el mercado que benefician tanto a los consumidores como a los competidores no establecidos, sin afectar necesariamente a la firma incumbente.

Los beneficios tipo 2 capturan los efectos sobre el bienestar económico que genera la mayor intensidad de la competencia asociada a la reducción de los *switching costs* que conlleva la PN. Estos beneficios pueden ser sustanciales por la importancia que ha adquirido este sector en la economía. El estudio de mercado mostró que la telefonía local está cada vez más vinculada a la expansión del internet, que aún se encuentra en una etapa inmadura de penetración. Por otra parte, los mercados geográficos, tanto de telefonía fija como de internet, siguen siendo muy concentrados. De acuerdo con la teoría, la PN tendrá efectos positivos sobre la concentración, los precios y las coberturas.

Los beneficios tipo 2 en las evaluaciones de C-B revisados no se calculan. Esto se explica principalmente porque, por un lado, es difícil estimar los efectos exactos que la medida puede tener sobre la economía. Si bien a nivel teórico es posible extraer algunas conclusiones sobre el efecto que tiene la PN sobre la competencia; controlando el número de jugadores, la función de distribución de los usuarios, la tipología de los productos, entre otras variables, en la práctica, la cantidad de determinantes en una economía real hace impensable este ejercicio. Por otro lado, la magnitud de estos efectos podría estar fuera de proporción en relación a los costos y otros beneficios calculados.

En este estudio la consultoría adoptó la misma posición. Es decir, se considera que la PN es conveniente, desde el punto de vista económico y social, si los beneficios tipo 1 y 3 exceden los costos. De cualquier forma, como parte del estudio de mercado, se constató que existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de precios de la telefonía fija y el nivel de concentración, medido con el HHI. Esta relación es válida aun controlando para mercados de más de 50'000 líneas. De esta forma, si la portabilidad numérica reduce barreras de entrada e intensifica la competencia, se debe esperar, de acuerdo con este resultado, que presione a la baja los precios de la telefonía y, presumiblemente, los servicios que se empaquetan con ella. Las ganancias en excedente del consumidor de esta dinámica serían considerables.

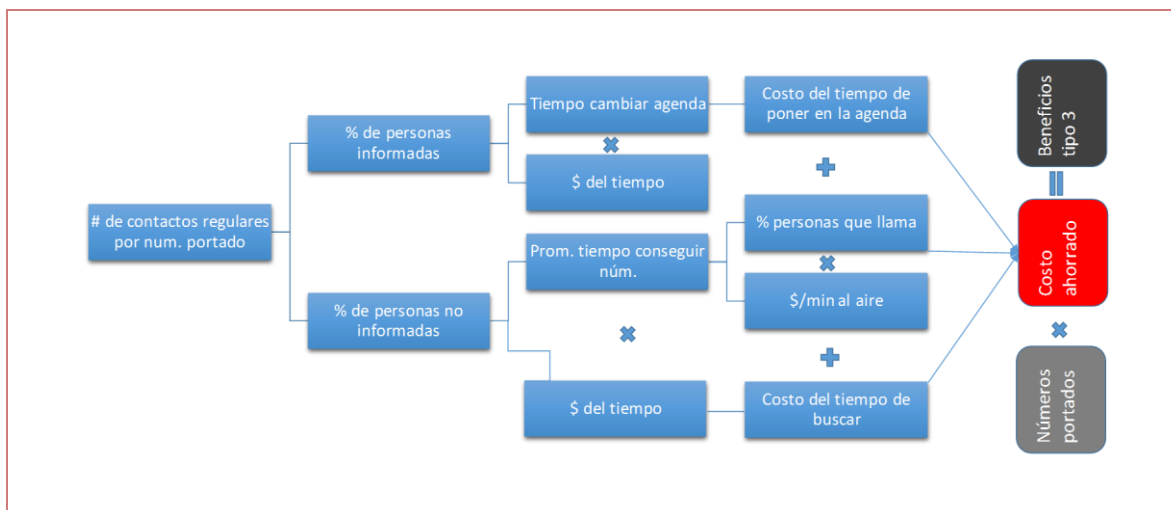
8.3 Beneficios tipo 3

Los beneficios tipo 3 son los que perciben terceros por el hecho que sus contactos hayan cambiado de operador sin cambiar de número telefónico. En efecto, el cambio del número telefónico impone costos a terceros que deben destinar recursos (tiempo, llamadas, etc.) para localizar a su contacto. En términos agregados, mantener el volumen de números en un mínimo se traduce en ahorros de costos de transacción y eficiencia económica.

La Figura 77, muestra cómo se derivan los beneficios por número portado. En la práctica, estos beneficios son equivalentes a los ahorros que genera la implementación de la PN para terceros cuando un usuario cambia de operador. Para ello se valoran los costos implícitos en el cambio de operador en ausencia de portabilidad. Se parte del número de contactos promedio que tiene un usuario típico y se dividen entre aquellos que son informados del nuevo número y aquellos que no. Para los primeros, se calcula el valor del

tiempo gastado en actualizar su agenda. Para los segundos, se calcula el valor del tiempo gastado consiguiendo el nuevo número y los minutos al aire invertidos en este propósito.

Figura 77. Cálculo de Beneficios tipo 3



Fuente: adaptación de la UIT Tachyon-Zagreb del modelo de Nera para la PNM en Hong Kong [10]

El número de contactos de un usuario típico se obtuvo directamente de la encuesta. En efecto, en la encuesta se preguntó a cuántas personas informó en caso de que el encuestado haya cambiado de número. El promedio para Colombia, de acuerdo con la encuesta, es de 17 contactos regulares. El 96% de los encuestados manifestó no haber sido informado ante la eventualidad de un cambio de número. Por lo anterior, sólo un 4% es informado.

El costo del cambio de agenda para los contactos informados se calculó con la siguiente expresión, donde **CR** es número de contactos regulares, **%Ci** es el porcentaje de contactos informados, **Ta** es el tiempo promedio para cambiar el número en la agenda y **Vt** es el valor del tiempo. El valor del tiempo se calculó a partir de la Encuesta de Hogares del DANE 2013 para el ingreso promedio de las personas ocupadas en el hogar. Esta aproximación implica que se asume que el valor del tiempo es igual al costo de oportunidad en actividades remuneradas. El valor para el país se estimó en 81,59 COP/min. El tiempo promedio invertido en cambiar la agenda se preguntó directamente en la encuesta. Se obtuvo un valor medio de 1,74 minutos por entrada.

$$CR \times \%Ci \times Ta \times Vt = \text{Costo de cambiar la agenda}$$

El valor del tiempo para conseguir el número de la población no informada, por su parte, se estimó a partir de los contactos regulares, el porcentaje de personas no informadas (**%Cni**), el tiempo promedio invertido en este proceso (**Tn**) y el valor del tiempo. La

variable **Tn** también se preguntó directamente en la encuesta. Cada usuario destina en promedio 7,14 min para conseguir un número telefónico¹¹⁹.

$$CR \times \%Cni \times Tn \times Vt = \text{Valor del tiempo para conseguir número}$$

El costo de las llamadas involucrado en la consecución de un número se calculó a partir del número de contactos, el porcentaje de personas no informadas, el porcentaje de personas que llama por móvil para conseguir el número (**%Cm**), el tiempo promedio para conseguir el número y el valor del minuto al aire (**Vmin**). El costo del minuto a celular varía mucho en función del plan al que esté inscrito el usuario. Una revisión de una muestra de planes arrojó un valor de 90 pesos por minuto en un escenario conservador. El 64,9% de las personas que no fueron informadas debió hacer llamadas de móvil para conseguir el número; este dato también se obtuvo de la encuesta.

$$CR \times \%Cni \times \%Cm \times Vmin \times Tn = \text{Costo llamadas para conseguir número}$$

La suma de estos tres componentes de costo equivale al costo total ahorrado:

$$\text{Costo llamadas} + \text{Costo agenda} + \text{Costo conseguir núm.} = \text{Costo ahorrado}$$

El ahorro estimado se aplica al total de los usuarios portados, para obtener los beneficios tipo 3:

$$\text{Portados 1a} + \text{Portados 1b} = \text{Números portados}$$

$$\text{Números portados} \times \text{Costo ahorrado} = \text{Beneficios tipo 3}$$

8.4 Churn

Los beneficios económicos dependen críticamente del churn proyectado. En el estudio de mercado se presentan los cálculos del churn promedio a partir de la información reportada directamente por los operadores (26.8% anual). Los usuarios tipo 1a que se benefician de la PN, se obtienen a partir del churn observado multiplicado por el porcentaje de penetración de la PN. La Tabla 72 muestra el escenario conservador de penetración, utilizado en el modelo. Se construyó un escenario en el cual un porcentaje muy bajo de los usuarios que cambian de operador porta su número, con el objeto de mantener controlada la tasa de portabilidad en niveles observados en otros países, donde se ha implementado la medida¹²⁰.

¹¹⁹ Para el cálculo de los promedios de Ta y de Tn se excluyeron valores extremos que no guardaban proporción entre los tiempos reportados por los encuestados.

¹²⁰ Un análisis ex-post de la portabilidad numérica móvil en España [35] muestra que sólo un 27.5% de los usuarios que cambiaron de operador de telefonía móvil portaron su número. El estudio muestra que hay otros factores que determinan la incidencia de la portabilidad numérica en los *switching costs* y su penetración. Por ejemplo, la antigüedad y la cantidad de servicios contratados tienen un efecto positivo en el uso de la portabilidad. Asimismo, el estudio reveló que los usuarios más jóvenes son más propensos a portar su número.

Tabla 72 Penetración de la PN

Año	1	2	3	4	5
Penetración de la PN	5%	10%	15%	20%	20%

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb.

La totalidad de los usuarios 1b porta su número, precisamente porque su decisión de cambiar de operador fue inducida por la PN. Por lo anterior, el supuesto de penetración no aplica para este grupo de usuarios. No obstante, es necesario definir la dinámica de los usuarios 1b. Para proyectar el incremento en el *churn* en un escenario de portabilidad numérica se usó el efecto marginal descrito anteriormente y el aumento en la aceptación que este genera (22.2%). Sin embargo, este incremento se debe distribuir a lo largo del horizonte de análisis de costo-beneficio; no todo el incremento del *churn* se va a dar en el primer año. Con este propósito, se utilizó información de la encuesta que pidió entre los entrevistados dispuestos a cambiarse de operador reportar un estimativo del plazo en el que solicitarían la PN. La Tabla 4 muestra el ajuste que se realizó a lo largo del período de análisis y la dinámica resultante de crecimiento del *churn*.

En la primera fila se registra el porcentaje de usuarios motivados a cambiarse de operador por la PN distribuidos en función del plazo reportado. Así, un 26% de este tipo de usuarios manifestó que cambiaría de operador en el primer año. Otro 26% de los usuarios reportó un plazo entre 1 y 3 años que se repartió equitativamente entre los años 2 y 3. Finalmente, el 48% manifestó estar dispuesto a cambiarse en más de tres años; la cuota se repartió entre los años 4 y 5. En la segunda fila se acumuló el porcentaje de usuarios 1b año a año. Finalmente, en la tercera fila, se presenta el resultado de aumento del *churn* inducido por la portabilidad año a año. Esta tasa de crecimiento se obtiene multiplicando el *churn* calculado por el efecto marginal por el porcentaje acumulado¹²¹.

Tabla 73 Proyecciones de aumento del churn

Año	1	2	3	4	5
Plazo para portarse	26.0%	13.0%	13.0%	24.0%	24.0%
Plazo acumulado	26.0%	39.0%	52.0%	76.0%	100.0%
Acumulado del crecimiento del churn	5.8%	8.7%	11.5%	16.9%	22.2%

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb.

Se estima un *churn* particular ajustado en función del grado de concentración del mercado. A partir de la información de *churn* reportada por COLTEL, que abarca un gran número de municipios, se estimó una regresión de MCO donde la tasa de *churn* promedio por municipio depende del HHI. Como se observa en la Tabla 5, el coeficiente de la concentración (HHI) es estadísticamente significativo al 99%. Este resultado se explica porque en los municipios donde hay poca competencia los usuarios tienen pocas

¹²¹ En otras evaluaciones el incremento en el *churn* atribuible a la PN se consensuó entre los consultores a cargo de la evaluación B-C y los operadores.

alternativas de cambio, lo cual se refleja en el churn. El ajuste se hace aplicando el parámetro de la regresión a la desviación del HHI del municipio respecto al promedio ponderado del HHI nacional. La ecuación es la siguiente:

$$churn_{promedio} + (HHI_{municipio} - HHI_{promedio}) \times \beta = churn_{municipio}$$

Tabla 74 Regresión churn/HHI Coltel

VARIABLES	Churn promedio ¹²²
HHI municipio	-7.10e-06***
	(1.09e-06)
Constante	0.152***
	(0.00964)
Observaciones	2,135
R-squared	0.019

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb. Datos provistos por los operadores e información de Colombia TIC-MINTIC

Para este modelo se decidió mantener constante el número de usuarios. No se considera que el número de líneas de telefonía fija haya variado con una tendencia clara en los últimos 10 años que justifique una proyección de esta variable. De hecho, el número de líneas para el año 2014 es similar al número de líneas en el 2004, si bien en el medio hubo un aumento y un posterior descenso. No hay una tendencia consolidada que permita proyectar, con cierto grado de precisión, el número de líneas en los próximos 5 años. Por lo tanto, se mantiene constante el número de líneas en cada uno de los municipios, a partir del último dato registrado.

8.5 Preguntas al sector en relación al análisis de beneficios de la portabilidad numérica fija

Con relación al análisis de beneficios de implementación de la portabilidad numérica fija en el país, se consulta al sector lo siguiente:

1. ¿Tiene algún comentario o aproximación diferente con relación a la metodología para la estimación de los beneficios de tipo 1 y 3? Por favor justifique su respuesta.

¹²² Error estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

9 Resultados del análisis costo beneficio

En esta sección, se presentan los resultados de la evaluación costo-beneficio para la PN Fija en Colombia. La evaluación incorpora la revisión bibliográfica de diferentes estudios internacionales y los resultados de la encuesta realizada en el ámbito de este estudio.

A partir de la metodología antes descrita, se calculó para cada municipio la cantidad proyectada de números portados de usuarios 1b y 1a para los años subsiguientes a la implementación de la PN. Con esta información y el valor del número, fue posible estimar los beneficios tipo 1. Los beneficios tipo 3 se estimaron a partir de la suma entre los portados 1b y 1a (el total de portados) y la multiplicación de este valor con el ahorro de terceros por número portado, como se explicó. El flujo de beneficios, durante un período de 5 años, se trajo a un año base 0 en el cual se hacen las inversiones¹²³, con la última actualización de la tasa de descuento del sector¹²⁴. Una vez se trajeron a valor presente los flujos de beneficios, se descontaron los costos de CAPEX y OPEX para obtener el VPN del proyecto.

En la Tabla 75, donde se recopila el total de los municipios del país, se muestra una relación Beneficio/Costo positiva para el escenario de costos recomendados. Lo anterior indica que la implementación de la PN en telefonía fija resulta benéfica para la totalidad del país.

Tabla 75 Resultados de la totalidad de municipios

Todos	# municipios con VPN positivo	VPN (MM de COP)	B/C
Escenario medio	85	68.949	1,43
Escenario bajo	26	(123.401)	0,65

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

El modelo permitió obtener, además, una relación de Costo-Beneficio para cada uno de los municipios del país. Sin embargo, con el propósito de formular una recomendación clara, se agruparon los municipios en los 4 grupos predeterminados para el presente estudio¹²⁵. La consultoría recomienda que la Portabilidad Numérica Fija se implemente en los grupos de municipios en los cuales el VPN sea positivo para el caso recomendado que corresponde al escenario medio. De este modo, se calculó una relación de Costo/Beneficio para cada uno de los grupos de municipios.

Como se ve en la Tabla 76, la implementación de la PN arroja una relación de Costo/Beneficio mayor a 1 para los municipios de más de 200 mil líneas en los dos

¹²³ Aunque se recomienda un plazo de 18 meses para la implementación de la PN, el modelo toma estas inversiones como correspondientes a un solo año base.

¹²⁴ La tasa de descuento utilizada es de 10,27% anual.

¹²⁵ Grupo 1: municipios de más de 200 mil líneas. Grupo 2: municipios de entre 50 y 200 mil líneas. Grupo 3: municipios de entre 10 mil y 50 mil líneas. Grupo 4: municipios de menos de 10 mil líneas.

escenarios estimados, con un VPN del orden de los 90 mil millones de pesos en el escenario medio. En este escenario las cuatro ciudades que forman parte de este grupo (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla) tienen un VPN positivo. En el escenario calculado a partir de los costos reportados por los operadores, tres de las cuatro ciudades tienen un VPN positivo; los costos reportados para Barranquilla son más altos. Dado que la relación Beneficio/Costo es tan alta para el escenario medio, se hace una recomendación enfática sobre la implementación de la PN en las cuatro principales ciudades del país. Los beneficios de estas cuatro ciudades representan una gran porción de los beneficios totales que se obtendrían con la PN. Si se tienen en cuenta los efectos sobre la competencia que esta medida regulatoria podría tener, Medellín, en particular, podría resultar muy beneficiada por la misma, dado el bajo nivel de competencia que existe actualmente en la ciudad. Adicionalmente, estas ciudades albergan las empresas más grandes del país y se ha mostrado en este estudio que, el sector empresarial valora en mayor medida el número telefónico y tiene mayor potencial para un incremento de su *churn*.

Tabla 76 Resultados para los municipios de más de 200 mil líneas

>200 mil	# municipios con VPN positivo	VPN (MM de COP)	B/C
Escenario medio	4	88.295	3,02
Escenario bajo	3	34.200	1,35

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

Por otro lado, los municipios de entre 50 mil y 200 mil líneas muestran una relación de Beneficio/Costo de 1.56 para el escenario medio y de 0.44 en el escenario bajo. En vista de que el escenario medio incluye la estimación de costos recomendada por el consultor, también se recomienda que se incluya este grupo de municipios en la implementación de la PN. Los beneficios netos en este escenario, para este grupo de municipios, son del orden de los 19 mil millones de pesos. Adicionalmente, los municipios que hacen parte de esta categoría son, en gran parte, cabeceras departamentales y presentan niveles de competencia bajos pero con potencial de dinamismo por la presencia de dos o más operadores. Por otro lado, de los municipios en este grupo con un VPN positivo, para el escenario medio, la mayoría hace parte de los 20 municipios más grandes del país. .

Tabla 77 Resultados para los municipios de entre 50 y 200 mil líneas

50-200 mil	# municipios con VPN positivo	VPN (MM de COP)	B/C
Escenario medio	14	18.516	1,56
Escenario bajo	4	(66.556)	0,44

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

Los grupos de municipios más pequeños, de 10 mil a 50 mil y menores a 10 mil líneas, presentan una relación Beneficio/Costo menor a 1 en cada uno de los escenarios evaluados. Sin embargo, en el grupo que se presenta en la Tabla 78, hay 28 (11)

municipios con VPN positivo en el escenario medio (bajo). Lo anterior indica que hay municipios pequeños donde podría ser conveniente implementar la PN. Sin embargo, las recomendaciones se hacen con base en la agrupación anteriormente mencionada. Las únicas excepciones serían municipios que compartan numeración geográfica, como en el caso del Valle de Aburrá donde se encuentran Copacabana, Sabaneta, Caldas, La Estrella, La Ceja, Girardota, Barbosa y Santa Rosa de Osos, los cuales son municipios con menos de 50 mil líneas donde también debería adoptarse la medida.

Tabla 78 Resultados para los municipios de entre 10 mil y 50 mil líneas

Escenario 10-50 mil	# municipios con VPN positivo	VPN (MM de COP)	B/C
Escenario medio	28	(7.145)	0,80
Escenario bajo	11	(48.477)	0,37

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

Tabla 79 Resultados para los municipios de menos de 10 mil líneas

<10 mil	# municipios con VPN positivo	VPN (MM de COP)	B/C
Escenario medio	39	(30.718)	0,37
Escenario bajo	8	(42.568)	0,30

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

Los resultados anteriores llevan a concluir que se debe dar prioridad a los municipios más grandes en la implementación de la portabilidad numérica (municipios con más de 50 mil líneas). No obstante, los municipios más pequeños son, probablemente, los municipios con menor penetración y menores niveles de competencia, medida por el HHI. Aunque el número de líneas existente en estos es bajo y, en algunos casos, los costos de implementar la PN son muy altos, resulta conveniente incluirlos dentro de la medida en un futuro, con el objetivo de crear dinamismo en estos mercados y aumentar la penetración.

Como ya se mostró, la medida de PN es benéfica para la totalidad del país, sin embargo, dentro de los dos grupos con menor cantidad de líneas, hay municipios donde el costo de implementar la portabilidad, aún dentro del escenario de costos recomendado, permanece alto y requiere de cambios mayores en la infraestructura de la red. Por lo tanto, en aras de atenuar el impacto de la medida se recomienda implementar la PN en dos etapas. En la primera, se establecería la medida para los municipios con más de 50 mil líneas con corte a 31 de diciembre de 2013, en un plazo de 18 meses. En la segunda, se incluiría a los municipios restantes como máximo en el año 2018.

Hay que resaltar que el cálculo realizado a partir de este modelo sólo toma en consideración los beneficios tipo 1 y 3. Los beneficios tipo 2, aunque no pueden ser calculados, pueden representar los beneficios más importantes para la economía.

Además, los resultados aquí presentados toman a la telefonía fija como un servicio aislado. Si se tiene en cuenta que en muchos casos los servicios de telefonía fija están empaquetados junto con otros servicios, como internet, resulta más beneficiosa una disminución de los *switching costs* a través de la PN en telefonía fija. Es decir, una disminución de los *switching costs* en telefonía fija, en este caso, también genera una disminución de estos costos en otros servicios.

En la siguiente tabla se muestran los beneficios y los costos para todo el país y para los municipios de más de 50.000 líneas. Es posible observar que los mayores beneficios son los beneficios tipo 1a, seguidos por los 1b. Lo anterior es consistente con los resultados de otros estudios, donde los beneficios tipo 1 representan la mayor parte del total. Además, se observa que los beneficios para los municipios de más de 50 mil líneas representan casi un 80% de los beneficios de todo el país, lo cual soporta la recomendación anterior. Los costos, por su lado, son para el caso recomendado sólo un 48% del costo total y para el caso reportado un 61%. El VPN del escenario recomendado es de 68 mil millones de pesos para la totalidad de los municipios y de 106 mil millones de pesos para los municipios de más de 50 mil líneas. En el escenario bajo los costos son tan altos que el VPN es negativo en los dos casos, aunque mayor para los municipios de más de 50 mil líneas.

Tabla 80 Resultados de todo el país y los municipios de más de 50 mil líneas (millones de COP)

	Todos los municipios (MM de COP)	Más de 50 mil líneas (MM de COP)
Beneficios		
Tipo 1a	136.677	109.048
Tipo 1b	63.188	50.415
Tipo 3	29.954	23.899
Costos		
Recomendados	160.870	76.551
Reportados	353.219	215.717
VPN		
Medio	68.949	106.811
Bajo	(123.401)	(32.355)

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon – Zagreb

9.1 Preguntas al sector en relación al análisis de costo beneficio de la portabilidad numérica fija y las recomendaciones de la consultoría

Con relación al análisis de costo beneficio de implementación de la portabilidad numérica fija en el país y las recomendaciones presentadas, se consulta al sector lo siguiente:

1. Los resultados obtenidos muestran que la implementación de la PN arroja una relación de Costo/Beneficio mayor a 1, para los municipios de más de 200 mil líneas en los dos escenarios estimados. ¿Está de acuerdo con la recomendación de la Consultoría sobre la implementación de la PN en las cuatro principales ciudades del país en el corto plazo?

2. Los resultados obtenidos muestran que los municipios de entre 50 mil y 200 mil líneas tienen una relación de Beneficio/Costo de 1,56 para el escenario medio y de 0,44 en el escenario bajo. En vista de que el escenario medio incluye la estimación de costos recomendada por el consultor, también se recomienda que se incluya este grupo de municipios en la implementación de la PN. . ¿Está de acuerdo con la recomendación de la Consultoría sobre la implementación de la PN en los municipios con más de 50.000 líneas en el corto plazo? ¿Debería realizarse alguna excepción?
3. Considerando que los beneficios de tipo 2 no fueron calculados, pero se estima que la magnitud de estos efectos podría estar fuera de proporción en relación a los costos y otros beneficios calculados y que la estimación del impacto de la medida para la totalidad de los municipios es mayor a uno en el escenario medio: ¿considera que la medida de portabilidad numérica fija debería ser implementada en el corto plazo en todo el país?

10 Elementos a considerar en una propuesta de implementación de la portabilidad numérica fija

A partir de los resultados obtenidos, la recomendación de la Consultoría apunta hacia la implementación de la portabilidad numérica fija en Colombia en un proceso de dos fases.

La primera para los municipios de más de 50.000 líneas telefónicas con corte a 31 de diciembre de 2013. Sin embargo, debe considerarse, a su vez, la implementación de la portabilidad numérica en la primera fase para los municipios que, no obstante tener un menor número de líneas, comparte el uso de la numeración geográfica asignada por la CRC en razón a ser parte de una determinada Área Metropolitana en el país.

Al respecto, debe indicarse que el artículo 2° de la Ley 1625 de 2013, define las Áreas Metropolitanas como entidades administrativas de derecho público, formadas por un conjunto de dos o más municipios integrados alrededor de un municipio núcleo, vinculados entre sí por dinámicas e interrelaciones territoriales, ambientales, económicas, sociales, demográficas, culturales y tecnológicas que para la programación y coordinación de su desarrollo sustentable, desarrollo humano, ordenamiento territorial y racional prestación de servicios públicos requieren una administración coordinada. A su vez, el artículo 4° de tal Ley indica que las Áreas Metropolitanas pueden integrarse por municipios de un mismo departamento o por municipios pertenecientes a varios departamentos, en torno a un municipio definido como núcleo y que, para ello, la capital del departamento será considerada como municipio núcleo¹²⁶.

En cuanto a la primera fase, el plazo de implementación recomendado para la medida sería de dieciocho (18) meses contados a partir de la decisión de la CRC sobre el particular. El tiempo de implementación ha sido definido, considerando la experiencia internacional, la experiencia nacional con la implementación de la portabilidad numérica móvil y los tiempos reportados por los PRST para los procesos de especificación, contratación, implementación y pruebas.

La segunda fase contempla el resto de los municipios del país, proponiendo como fecha máxima de implementación el 2018. Esta recomendación surge como una consecuencia de las actualizaciones de redes que los PRST manifestaron que deben realizar a lo largo de los siguientes cinco años.

La Consultoría considera que cada PRST debe definir de manera autónoma la estrategia técnica de implementación de la portabilidad numérica fija que mejor se adecúe a sus redes y sistemas de información. Sin embargo, deberán existir un conjunto de recomendaciones de carácter técnico y administrativo sobre el funcionamiento de la

¹²⁶ A manera ilustrativa, dicha situación se predica por ejemplo en el caso del Municipio de Medellín y los municipios que integran el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en razón a que en la misma se da uso a la numeración geográfica asignada por la CRC para el municipio núcleo de dicha Área, esto es la ciudad de Medellín.

portabilidad numérica y deberá escogerse un administrador de la base de datos central de portabilidad numérica.

A ese respecto, los PRST fueron consultados sobre el proceso de portación, como se explicó en la sección 6.4.1. Con base en las respuestas dadas por los mismos y los resultados de la comparación internacional, la Consultoría considera que entre las principales características del proceso de portación deberían estar las siguientes: (i) el liderazgo del proceso de portación debe estar en cabeza del PRST Receptor¹²⁷, (ii) el tiempo máximo de portación debe ser de 10 días calendario contados desde la solicitud del usuario y (iii) el tiempo máximo de ventana sin servicio al usuario debe ser de 3 horas.

Considerando estos escenarios de base, las propuestas que realice el sector y la experiencia de otras implementaciones, se realizará en la fase final de esta Consultoría una propuesta de implementación más específica. El propósito principal de esta parte de la Consulta Pública es obtener información e insumos de parte del sector sobre el plan de implementación.

10.1 Preguntas al sector en relación a los elementos a considerar en la propuesta de implementación de la portabilidad numérica fija

Con relación a los elementos a considerar en la propuesta de implementación de la portabilidad numérica fija en el país y las recomendaciones presentadas, se consulta al sector lo siguiente.

1. ¿Está de acuerdo con la propuesta del Consultor para que la implementación de la portabilidad numérica en la primera fase incluya también los municipios que, no obstante tener menos de 50.000 líneas, compartan el uso de la numeración geográfica asignada por la CRC en razón a ser parte de una determinada Área Metropolitana en el país?
2. ¿Cómo debería manejarse el caso hipotético, en donde dos municipios diferentes que no forman parte de una determinada Área Metropolitana compartieran el uso de numeración geográfica y al menos uno de ellos tuviera más de 50.000 líneas?
3. ¿Cuáles deben ser los hitos más importantes de un plan de implementación sectorial de la portabilidad numérica fija?
4. ¿Cuánto tiempo de pruebas entre los PRST y de estos con la base de datos central de PN se requieren para asegurar la correcta implementación de los procesos técnicos y administrativos asociados con la portabilidad numérica?
5. ¿Se considera suficiente el plazo de 18 meses, contados a partir de la decisión de la CRC, para la implementación de la portabilidad numérica fija en municipios de

¹²⁷ El PRST Receptor es el que recibe el usuario con el número portado. A su vez el PRST donante es el que cede el usuario que porta su número.”

más de 50.000 líneas telefónicas? Por favor explique en forma detallada las razones de su respuesta.

6. ¿En que año, como máximo, considera que debe implementarse la portabilidad numérica fija en todo el país? Por favor explique en forma detallada las razones de su respuesta.
7. ¿Está de acuerdo en que: (i) el liderazgo del proceso de portación esté en cabeza del PRST Receptor, (ii) el tiempo máximo de portación sea de 10 días calendario contados desde que el usuario hace la solicitud y (iii) el tiempo máximo de ventana sin servicio al usuario sea de máximo 3 horas?
8. ¿Cómo debe ser la participación del sector y de la CRC en la definición de las condiciones técnicas y administrativas para el funcionamiento de la portabilidad numérica fija?
9. ¿Cómo debe seleccionarse el administrador de la base de datos central de portabilidad numérica fija o cuáles criterios deben tenerse en cuenta para ello? En particular: ¿debe usarse el mismo administrador de la base de datos centralizada actualmente en servicio para la portabilidad numérica móvil?
10. ¿El proceso de portación debe ser gratuito para el usuario o debe permitirse que el PRST Receptor pueda recuperar los costos que paga al administrador de la base de datos central por cada número portado?
11. ¿Cuáles requisitos debería cumplir un usuario de telefonía fija para solicitar la portación de su número ante el PRST receptor?
12. ¿Cuáles deberían ser las causales para que el PRST donante pueda rechazar una solicitud de portación de un número?

11 Participación del Sector

El presente documento de consulta pública, publicados por la CRC son sometidos a consideración del Sector entre el 11 y el 24 de noviembre de 2014.

Los comentarios a este documento serán recibidos a través del correo electrónico: portabilidadfija@crcom.gov.co, vía fax al 3198301 o mediante escrito presentado en las oficinas de la CRC ubicadas en la Calle 59A Bis No. 5 – 53 Piso 9, Edificio Link Siete Sesenta, de la ciudad de Bogotá D.C.

Una vez concluido el plazo señalado en el presente documento, no se recibirán comentarios, opiniones o propuestas y se considerará cerrada la consulta pública.

Una vez cerrada la consulta pública, la Consultoría analizará los comentarios, opiniones y propuestas concretas presentados por los interesados y entregará sus recomendaciones finales a consideración de la CRC para su análisis y decisión correspondiente.

En todo caso, será decisión de la CRC publicar los comentarios, opiniones, propuestas concretas y documentos presentados durante la consulta pública así como los análisis realizados por la Consultoría sobre los mismos.

12 Anexos

12.1 Tasas anuales de PN de TF Fija en los distintos países analizados

Tabla 81 Tasas anuales de PN de TF Fija en los distintos países analizados

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Australia ¹²⁸						7,87%	5,90%	6,82%	6,13%	7,52%	
Brasil						2,41%	3,55%	4,74%	4,41%	3,99%	
Chile ¹²⁹									1,88%	3,73%	1,89%
España				3,51%	5,57%	7,44%	8,95%	9,74%	9,24%	10,27%	
Estados Unidos ¹³⁰	5,08%	6,98%	7,93%	9,49%	9,47%	7,39%	S. I.	S. I.	S. I.	S. I.	S. I.
México ¹³¹								1,16%	1,27%	1,30%	0,7%
Perú ¹³²											0,19%
Suecia	1,02%	2,84%	3,99%	4,10%	4,18%	5,21%	4,97%	5,18%	6,10%	5,51%	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

12.2 Anexos relacionados con la Encuesta a hogares

12.2.1 Ficha Técnica de la encuesta en el sector hogares

Población objetivo: Está constituida por el conjunto de las 5.656.258 líneas telefónicas residenciales reportadas por el MinTIC, ubicadas en 979 municipios que, para este estudio, se distribuyeron en 4 grupos según la cantidad de líneas de cada municipio, tal como se mostró en la Tabla 2 y Tabla 3 de la Sección 4.1.

¹²⁸ : Las estadísticas de Australia corresponden al año fiscal, que se inicia el 1 de julio del año anterior y finaliza el 30 de junio del año señalado. Por ejemplo, la cifra 7,52 % corresponde al período julio 2012 – junio 2013.

¹²⁹ La PN fija se implementó en Chile en forma gradual a partir de Diciembre del 2011, y recién a fines de agosto del 2012 estuvo disponible en todo el país. La cifra del año 2014 corresponde al primer semestre.

¹³⁰ S. I.: Sin Información

¹³¹ La cifra del año 2014 corresponde al primer semestre, para lo cual se usó la cantidad de líneas existentes a fines del año 2013.

¹³² La PN en TF Fija se inició el 28 de Julio del 2014, la cifra corresponde solamente al período hasta fines de octubre.

Elemento muestral: Propietarios o decisores de compras de líneas telefónicas residenciales.

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra en el sector residencial para cada uno de los grupos, considerando un intervalo de confianza de un 95% con un error muestral máximo del 3% a nivel nacional y de 6% para cada uno de los grupos fue el siguiente:

- **Grupo 1:** 302 muestras. Las cuales se dividieron en 3 conjuntos de forma proporcional a la cantidad de líneas en las 3 regiones involucradas, que son Bogotá, Cali y el Valle de Aburrá (el cual está encabezado por Medellín y abarca 11 municipios aledaños). Luego de separar los conjuntos de líneas de cada región, se obtuvieron las muestras aleatoriamente en cada una de estas tres regiones.
- **Grupo 2:** 267 muestras, que se obtuvieron aleatoriamente del conjunto de líneas de los municipios que tienen entre 50 mil a 200 mil líneas residenciales y que no pertenezcan al Valle de Aburrá. De aplicar estas condiciones resultan 13 municipios pertenecientes a este grupo.
- **Grupo 3:** 272 muestras, que se obtuvieron aleatoriamente del conjunto de líneas de los municipios que tienen entre 10 mil a 50 mil líneas en el sector residencial y que no pertenezcan al Valle de Aburrá. De aplicar estas condiciones resultan 29 municipios pertenecientes a este grupo.
- **Grupo 4:** 268 muestras, que se obtuvieron aleatoriamente del conjunto de líneas de los 925 municipios que tienen menos de 10 mil líneas en el sector residencial y que no pertenezcan al Valle de Aburrá. De aplicar estas condiciones resultan 923 municipios pertenecientes a este grupo.

Para cumplir con el error muestral del 3% a nivel nacional se requerían mínimo 1.068 muestras, lo cual es coincidente con la suma de las muestras a nivel de grupo. Al final del proceso de encuestas se obtuvieron 1109 muestras, lo que equivale a un error muestral de 2,94%

Técnica de recolección de información: Mediante entrevista telefónica con la persona responsable de las decisiones de compra de la línea telefónica.

Fechas de realización de la encuesta: Del 1° de agosto al 11 de septiembre de 2014.

12.2.2 Resultados de la encuesta en términos de representatividad

El diseño de la encuesta no pretendía garantizar un error muestral específico por estrato socio-económico. Sin embargo, la composición de la muestra evidencia similitudes entre la encuesta (columna porcentaje encuestados por estrato) y la composición de líneas telefónicas fijas (porcentaje de líneas residenciales en el país por estrato), como se aprecia en la Tabla 82.

Tabla 82 Cantidad de encuestas por estrato socio económico

Estrato socio económico	Encuestas	Porcentaje encuestados por estrato	Porcentaje de líneas residenciales en el país por estrato
Estrato 1	139	12,5%	11,56%
Estrato 2	459	41,4%	37,97%
Estrato 3	345	31,1%	31,62%
Estrato 4	116	10,5%	11,55%
Estrato 5	35	3,2%	4,3%
Estrato 6	15	1,4%	3,0%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb y [3]

El diseño de la encuesta tampoco se encaminó a garantizar un error muestral específico por empresa de telecomunicaciones. La Tabla 83 muestra las relaciones entre los porcentajes de encuestas por operador y la participación del mercado nacional de estos.

Tabla 83 Cantidad de encuestas por cada Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones

Nombre de operador	Encuestas	Porcentaje de encuestas por operador	Porcentaje de líneas de telefonía fija por operador
Colombia Telecomunicaciones	340	30,7%	20,59%
Telmex	284	25,6%	18,30%
UNE EPM.	156	14,1%	23,09%
ETB	112	10,1%	18,07%
EDATEL SA ESP	81	7,3%	3,13%
METROTEL REDES S.A	50	4,5%	1,88%
TELEBUCARAMANGA	39	3,5%	2,89%
EMCALI	23	2,1%	6,57%
TELEPALMIRA	16	1,4%	0,95%
EMTEL	4	0,4%	0,39%
BUGATEL	2	0,2%	0,26%
UNIMOS – Ipiales	1	0,1%	0,15%
TELECARTAGO	1	0,1%	0,27%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb y [3]

La comparación de la tabla anterior muestra una mayor presencia en la encuesta de las empresas Colombia Telecomunicaciones y Telmex y una participación inferior de UNE y

ETB cuando se contrasta con su participación de mercado a nivel nacional. Esto no es sorprendente, por el peso que para las dos primeras empresas tiene su presencia de mercado en municipios de menos de 50 mil líneas telefónicas. En cambio, en el caso de UNE, ETB y EMCALI, su participación se concentra en municipios con más de 200 mil líneas y es marginal en municipios más pequeños. Este comportamiento se refleja en la Tabla 84¹³³.

Tabla 84 Cantidad de encuestas por cada PRST desglosado por grupos de municipios

Operador	1 - Mayor a 200 mil líneas	2 - Entre 50-200 mil líneas	3 - Entre 10-50 mil líneas	4 - Menor a 10 mil líneas
Colombia Telecomunicaciones	35	82	128	95
Telmex	69	66	77	72
UNE EPM.	94	14	30	18
ETB	83		14	15
EDATEL SA ESP			18	63
METROTEL REDES S.A		50		
TELEBUCARAMANGA		39		
EMCALI	21		2	
TELEPALMIRA		12		4
EMTEL		4		
BUGATEL			2	
UNIMOS – Ipiales				1
TELECARTAGO			1	
Total general	302	267	272	268

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

12.2.3 Aspectos relacionados con características del mercado de telefonía fija para Portabilidad Numérica

Uno de los aspectos analizados en la encuesta hace referencia al empaquetamiento de servicios que incluye la telefonía fija. En general, el 77,1% de todos los encuestados tienen su servicio de telefonía en un plan de paquete con otros servicios. Los resultados se pueden consultar en la Tabla 85.

¹³³ Se debe anotar que como parte del procedimiento de la encuesta, se preguntó cuál era el operador de telefonía fija y se respetó la respuesta proporcionada por el encuestado.

Tabla 85 Cantidad de respuestas sobre servicios en paquete (Porcentajes calculados dentro de cada grupo)

Grupo de Municipios	Telefonía en paquete		Total base
	SÍ	NO	
1 - Mayor a 200 mil líneas	82%	18%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	78%	22%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	77%	23%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	71%	29%	268
Total respuestas	855	254	1109
Porcentaje del total	77,1%	22,9%	100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

A los encuestados que no tenían contratado su servicio de telefonía fija como parte de un paquete, se les consultó si lo tenían con el mismo operador pero sin paquete, si los tenían con un operador diferente o si sólo tenían el servicio de telefonía. Los resultados muestran que sólo una pequeña fracción (el 7,3% de todos los encuestados) contrata un operador diferente para otros servicios distintos al de telefonía, mientras que un 14,4% de la muestra total sólo tiene el servicio de telefonía fija. Los resultados detallados por grupos de municipios se pueden consultar en la Tabla 86.

Tabla 86 Detalle de respuestas sobre el modo de facturación de servicios

Grupo de Municipios	Sólo paga telefonía	Diferente Operador por servicio	Mismo Operador pero sin Paquete	Servicios en Paquete	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	13%	5%	0%	82%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	12%	9%	0%	78%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	13%	6%	4%	77%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	20%	9%	0%	71%	268
Total respuestas	160	81	13	855	1109
Porcentaje del total	14,4%	7,3%	1,2%	77,1%	100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 87 Cantidad de respuestas sobre el valor de la factura que reciben por el plan telefonía fija contratada (Porcentajes calculados por cada grupo)

Grupo de Municipios	Telefonía en Paquete	sobre 200 mil pesos	entre 150 y 200 mil pesos	entre 100 y 150 mil pesos	entre 50 y 100 mil pesos	menor que 50 mil pesos	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	NO	0,00%	0,00%	1,85%	22,22%	75,93%	54
	SÍ	1,21%	4,03%	25,00%	51,21%	18,55%	248
	Total Grupo 1	0,99%	3,31%	20,86%	46,03%	28,81%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	NO	0,00%	0,00%	0,00%	5,17%	94,83%	58
	SÍ	0,00%	0,48%	10,05%	50,72%	38,76%	209
	Total Grupo 2	0,00%	0,37%	7,87%	40,82%	50,94%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	NO	0,00%	0,00%	1,59%	15,87%	82,54%	63
	SÍ	0,48%	0,48%	12,92%	55,98%	30,14%	209
	Total Grupo 3	0,37%	0,37%	10,29%	46,69%	42,28%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	NO	0,00%	0,00%	1,27%	11,39%	87,34%	79
	SÍ	0,53%	1,06%	16,93%	57,14%	24,34%	189
	Total Grupo 4	0,37%	0,75%	12,31%	43,66%	42,91%	268
Total respuestas	Todas	5	14	145	492	453	1109
Porcentaje del total	% de 1.109 usuarios	0,45%	1,26%	13,07%	44,36%	40,85%	1109

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 88 Respuestas sobre la antigüedad del usuario con la línea telefónica (Porcentajes por cada grupo)

Grupo de Municipios	> 3 años	1 a 3 años	0.5 a 1 año	< 6 meses	NS/NC	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	57%	26%	7%	7%	3%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	45%	28%	12%	15%	1%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	35%	27%	24%	14%	0%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	49%	26%	14%	11%	0%	268
Total respuestas	517	296	153	129	14	1109
Porcentaje del total	46,6%	26,7%	13,8%	11,6%	1,3%	100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 89 Respuestas sobre el grado de satisfacción con el PRST (Porcentajes por cada grupo)

Grupo de Municipios	muy satisfecho	satisfecho	insatisfecho	muy insatisfecho	indiferente	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	13%	68%	10%	2%	8%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	11%	67%	13%	3%	6%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	9%	74%	9%	3%	5%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	13%	59%	14%	5%	9%	268
Total respuestas	127	741	128	37	76	1109
Porcentaje del total	11,5%	66,8%	11,5%	3,3%	6,9%	100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 90. Respuestas sobre la preferencia del teléfono para ser contactado (Porcentajes por cada grupo)

Grupo de Municipios	móvil y fijo	móvil	fijo	Ninguno	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	51%	29%	20%	0%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	47%	22%	31%	0%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	40%	32%	28%	0%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	49%	32%	18%	1%	268
Total respuestas	522	319	265	3	1109
Porcentaje del total	47%	28,8%	23,9%	0,3%	100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 91 Respuestas sobre el problema más importante al cambiarse (porcentajes por cada grupo)

Grupos de municipio	cambio de número	perder calidad de servicios	pérdida de tiempo por gestiones	tarifas más altas	costos por término (o cambio) de contrato	perder servicios adicionales (TV cable, internet)	NS/NC	Todo	Otro	Total base
1 - Mayor a 200 mil líneas	36%	28%	14%	10%	5%	2%	2%	2%	0%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	42%	21%	13%	6%	12%	3%	3%	0%	0%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	36%	19%	23%	12%	6%	2%	0%	1%	0%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	24%	15%	11%	28%	4%	7%	9%	2%	1%	268
Total	35%	21%	15%	14%	7%	4%	3%	1%	0%	1109

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 92 Respuestas sobre el beneficio más importante al cambiarse (Porcentajes por cada grupo)

Grupos de municipio	Opciones predefinidas en el cuestionario				Opciones dadas por el usuario al momento de responder la pregunta				Total base
	bajos precios	mejor atención a clientes	servicios adicionales (TV cable, internet, otros)	Calidad en Servicio	Todo	NS/NC	Ninguno-No cambiaría	Otro	
1 - Mayor a 200 mil líneas	44%	24%	17%	6%	3%	2%	5%	0%	302
2 - Entre 50-200 mil líneas	39%	38%	15%	3%	2%	3%	0%	0%	267
3 - Entre 10-50 mil líneas	49%	28%	19%	1%	0%	1%	1%	0%	272
4 - Menor a 10 mil líneas	28%	17%	24%	16%	8%	4%	2%	1%	268
Total	40,0%	26,7%	18,7%	6,6%	3,2%	2,5%	2,1%	0,2%	1109

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

12.2.4 Regresión Logit

EQUATION	VARIABLES	respuesta_spn	respuesta_cpn
respuesta_spn	descuento_spn	0.0488***	
		(0.00853)	
	Constant	-0.880***	
		(0.127)	
respuesta_cpn	descuento_cpn		0.0729***
			(0.00918)
	Constant		-0.393***
			(0.132)
	Observations	1,050	1,058

12.3 Anexos relacionados con la Encuesta a empresas

12.3.1 Ficha Técnica de la encuesta al sector empresarial

Población objetivo: Está constituida por el conjunto de empresas de los grupos detallados en la Tabla 93, la cual presenta la cantidad de empresas por cada grupo y para cada una de las ciudades que corresponden a la ubicación de las muestras: Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Barranquilla, Tunja, Ibagué, Cartagena, Pasto, Cúcuta y Montería.

Elemento muestral: Propietarios de empresa o decisores¹³⁴ de compras de líneas telefónicas en las empresas.

Tamaño de la muestra: El tamaño de la muestra para cada uno de los grupos, considerando un intervalo de confianza de 95% con un error muestral máximo del 2,98% a nivel nacional y de 5,92 % para cada uno de los grupos es:

- **Grupo 1:** 259 muestras, las cuales se aplicaron aleatoriamente en el conjunto de grandes empresas, que constituyen este grupo, distribuidas proporcionalmente en las distintas ciudades.
- **Grupo 2:** 273 muestras, las cuales se aplicaron aleatoriamente en el conjunto de medianas empresas, que constituyen este grupo, distribuidas proporcionalmente en las distintas ciudades.
- **Grupo 3:** 275 muestras, las cuales se aplicaron aleatoriamente en el conjunto de pequeñas empresas, que constituyen este grupo, distribuidas proporcionalmente en las distintas ciudades.
- **Grupo 4:** 276 muestras, las cuales se aplicaron aleatoriamente en el conjunto de micro empresas, que constituyen este grupo, distribuidas proporcionalmente en las distintas ciudades.

¹³⁴ La persona dentro de la empresa encuestada ha sido seleccionada como apta para responder el cuestionario si ha cumplido con los siguientes criterio: Es mayor de edad; es empleado directo, accionista o propietario de la empresa; tiene conocimiento suficiente para responder las preguntas técnicas y financieras que fueron formuladas; preferiblemente que tenga antigüedad en la empresa o que haga parte de la junta donde se toman las decisiones sobre la telefonía de la empresa. Cabe aclarar que, para cumplir los requisitos, pudo participar más de una persona en el momento de la encuesta, o se completó la misma con el aporte de varias personas de una misma empresa según el cargo o conocimiento que exigía cada pregunta, para esto último se solicitaba transferencia de llamada al área encargada o se completaba la totalidad de la encuesta en diferentes fases de llamadas, según lo decidiera el encuestador asignado.

Tabla 93 Cantidad de empresas por ciudad y por tamaño registradas en las respectivas cámaras de comercio

Ciudad	Grande	Mediana	Pequeña	Micro	TOTAL	Actualizado
Bogotá D.C.	2.652	7.579	25.567	166.378	202.176	2012
Medellín	654	1.982	6.998	60.885	70.519	2013
Barranquilla	387	1.056	3.686	39.669	44.798	2014
Bucaramanga	162	582	2.241	35.404	38.389	2014
Cali	412	1.038	3.320	32.421	37.191	2014
Cúcuta	65	257	1.015	27.172	28.509	2012
Cartagena	311	546	1.416	19.069	21.342	2014
Ibagué	68	211	759	18.904	19.942	2014
Pasto	13	85	429	11.393	11.920	2012
Montería	45	168	643	7.136	7.992	2012
Tunja	6	24	119	3.587	3.736	2012
TOTAL	4.775	13.528	46.193	422.018	486.514	

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb y Reportes Cámaras de Comercio [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28].

En la Tabla 94 se entrega el detalle de la cantidad de muestras por grupo y ciudad según tamaño. La cantidad de muestras total en cada grupo de empresas, se distribuyó proporcionalmente en cada ciudad de acuerdo a la cantidad de empresas según tamaño registradas en la cámara de comercio de las 11 ciudades.

La cantidad de muestras por grupos se calculó con un objetivo de error muestral máximo de 5,92% en cada grupo, a fin de cumplir con el error muestral máximo de 3% a nivel nacional. Con base en lo anterior se obtuvo un total de 1.083 muestras. Este total equivale a un error muestral de 2,98% a nivel nacional y de esta forma se garantizó que la muestra es representativa de la población de usuarios corporativos de acuerdo a los requisitos establecidos [2].

Técnica de recolección de información: Mediante entrevista telefónica, previa coordinación, con la persona responsable de las decisiones de compra de líneas telefónicas.

Fecha de realización de la encuesta: Del 11 de agosto hasta el 10 de septiembre de 2014.

Tabla 94: Cantidad de encuestas realizadas por ciudad y por tamaño de empresa

Ciudad	Muestras grandes empresas	Muestras medianas empresas	Muestras pequeñas empresas	Muestras micro empresas	Total general
Bogotá	143	150	150	107	550
Medellín	36	39	42	39	156
Cali	22	25	20	24	91
Barranquilla	21	21	22	26	90
Bucaramanga	9	11	13	23	56
Cartagena	17	11	9	13	50
Cúcuta	3	5	6	18	32
Ibagué	4	4	4	12	24
Montería	2	4	4	5	15
Pasto	1	2	3	7	13
Tunja	1	1	2	2	6
Total general	259	273	275	276	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb.

12.3.2 Resultados de la encuesta en términos de representatividad

En la Tabla 95 se observa la distribución de muestras por ciudades. Aunque la distribución se hizo proporcional por ciudad comparando solamente cantidades de empresas del mismo tamaño, se puede apreciar que los porcentajes de encuestas realizadas se aproximan a los porcentajes de empresas existentes por ciudad. Es importante mencionar que la encuesta no fue diseñada para garantizar un error muestral mínimo por ciudad.

Tabla 95. Cantidad de encuestas por ciudad – sector empresarial

Ciudad	Conteo de encuestas	Porcentaje de encuestas	Empresas existentes	Porcentaje empresas existentes ¹³⁵
Bogotá	550	50,8%	202.176	42%
Medellín	156	14,4%	70.519	14%
Cali	91	8,4%	37.191	8%
Barranquilla	90	8,3%	44.798	9%
Bucaramanga	56	5,2%	38.389	8%
Cartagena	50	4,6%	21.342	4%
Cúcuta	32	3,0%	28.509	6%
Ibagué	24	2,2%	19.942	4%
Montería	15	1,4%	7.992	2%
Pasto	13	1,2%	11.920	2%
Tunja	6	0,6%	3.736	1%
Total general	1083	100,0%		100%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

El diseño de la encuesta tampoco se encaminó a garantizar un error muestral específico por proveedor de telefonía, sin embargo, para información de cualquier interesado, en la Tabla 83 se presentan los porcentajes de encuestas por PRST y en la Tabla 84 se presentan estos porcentajes distribuidos por tamaño de empresas encuestadas.

¹³⁵ Los porcentajes entre Empresas y Encuestas por ciudad no son exactamente coincidentes debido a que la distribución proporcional de encuestas se tomó agrupando las empresas del mismo tamaño y no proporcional al total de cada ciudad.

Tabla 96 Cantidad de encuestas por cada Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones principal

Nombre de operador	Empresas encuestadas	Porcentaje de empresas encuestadas
ETB	378	34,9%
Colombia Telecomunicaciones	212	19,6%
UNE EPM	189	17,5%
Telmex	119	11,0%
EMCALI	78	7,2%
TELEBUCARAMANGA	51	4,7%
METROTEL	47	4,3%
EDATEL	5	0,5%
TELEPALMIRA	1	0,1%
S3 WIRELESS COLOMBIA S.A.	1	0,1%
ETP	1	0,1%
TELECARTAGO	1	0,1%
Total general	1083	100,0%

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 97 Cantidad de encuestas por cada PRST y distribución porcentual por grupos

Operador	Grande	Mediana	Pequeña	Micro	Total base
ETB	24%	27%	28%	21%	378
Colombia Telecomunicaciones	22%	26%	22%	30%	212
UNE EPM	23%	22%	25%	30%	189
Telmex	30%	24%	26%	20%	119
EMCALI	21%	29%	21%	29%	78
TELEBUCARAMANGA	18%	22%	25%	35%	51
METROTEL	28%	21%	26%	26%	47
EDATEL	40%	20%	20%	20%	5
TELEPALMIRA	0%	0%	100%	0%	1
S3 WIRELESS COLOMBIA S.A.	100%	0%	0%	0%	1
ETP	0%	100%	0%	0%	1
TELECARTAGO	100%	0%	0%	0%	1
Total general	24%	25%	25%	25%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

De esta última tabla se puede apreciar que en los cinco operadores más representativos, existe uniformidad en la distribución de participación en los diferentes tamaños de

empresas, ya que cada uno de estos operadores está presente en los 4 grupos de empresas, repartido en un porcentaje de por lo menos el 20% en cada grupo.

12.3.3 Aspectos relacionados con características del mercado de telefonía fija para Portabilidad Numérica

Tabla 98 Cantidad de respuestas sobre el gasto de telefonía (Porcentajes con base en cada grupo)

Tamaño	más de 200 mil pesos	entre 150 y 200 mil pesos	entre 100 y 150 mil pesos	entre 50 y 100 mil pesos	menor que 50 mil pesos	Total base
Grande	79%	4%	8%	7%	2%	259
Mediana	64%	11%	10%	12%	3%	273
Pequeña	42%	9%	21%	22%	6%	275
Micro	10%	12%	32%	36%	12%	276
Total general	48%	9%	18%	19%	6%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 99 Respuestas sobre la antigüedad de la línea telefónica (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	más de 3 años	entre 1 a 3 años	entre 6 meses y 1 año	menos de 6 meses	NS/NC	Total base
Grande	89%	7%	3%	0%	0%	259
Mediana	82%	14%	3%	1%	1%	273
Pequeña	77%	16%	6%	1%	0%	275
Micro	74%	20%	4%	2%	1%	276
Total general	80%	14%	4%	1%	1%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 100 Disposición a cambiar de PRST sin portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	no está dispuesto	algo dispuesto	indiferente	bastante dispuesto	NS/NC	Total base
Grande	76%	8%	13%	2%	2%	259
Mediana	68%	13%	15%	2%	2%	273
Pequeña	75%	11%	10%	3%	1%	275
Micro	74%	14%	5%	5%	2%	276
Total general	73%	11%	11%	3%	2%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

Tabla 101 Disposición a cambiar de PRST con portabilidad numérica (Porcentajes por cada grupo)

Tamaño	algo dispuesto	bastante dispuesto	no está dispuesto	indiferente	NS/NC	Total base
Grande	47%	29%	12%	8%	3%	259
Mediana	46%	26%	11%	15%	2%	273
Pequeña	40%	31%	13%	14%	2%	275
Micro	39%	32%	21%	7%	2%	276
Total general	43%	30%	14%	11%	2%	1083

Fuente: Análisis Unión Temporal Tachyon-Zagreb

12.4 Anexos relacionados con el análisis técnico

12.4.1 Anexo No. 1 – Municipios donde hay competencia en el servicio de TPBCL

Los siguientes municipios de Colombia son los que registran más de un operador de TPBCL y TPBCLE en competencia a 31 de diciembre de 2013, según información que reposa en el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Es a partir de estos municipios que se ha recopilado información técnica, económica y comercial para analizar la situación actual sobre las redes de TPBCL y TPBCLE.

Municipios con más de 200.000 líneas fijas en servicio

Departamento	Municipio	Código de Municipio	Población Total (Proyección a 2014)	Número total de líneas fijas en servicio (residenciales, comercial, industrial y oficiales)	Cantidad de operadores en Competencia (con al menos 1 línea no interna en servicio reportada)
BOGOTÁ, D.C.	BOGOTÁ, D.C.	11001	7,776,845	2,332,138	5
ANTIOQUIA	MEDELLÍN	05001	2,441,123	861,911	4
VALLE DEL CAUCA	CALI	76001	2,344,703	605,497	6
ATLÁNTICO	BARRANQUILLA	08001	1,213,246	214,838	4

Municipios con entre 50.001 y 200.000 líneas fijas en servicio

Departamento	Municipio	Código de Municipio	Población Total (Proyección a 2014)	Número total de líneas fijas en servicio (residenciales, comercial, industrial y oficiales)	Cantidad de operadores en Competencia (con al menos 1 línea no interna en servicio reportada)
SANTANDER	BUCARAMANGA	68001	527,552	171,734	4
BOLÍVAR	CARTAGENA	13001	990,151	129,921	3
RISARALDA	PEREIRA	66001	467,209	124,876	3
ANTIOQUIA	BELLO	05088	447,146	117,683	2
TOLIMA	IBAGÜE	73001	548,215	110,541	2
NORTE DE SANTANDER	CÚCUTA	54001	643,673	95,941	3
CALDAS	MANIZALES	17001	394,655	88,571	3
ANTIOQUIA	ITAGÜÍ	05360	264,793	87,280	3
CUNDINAMARCA	SOACHA	25754	500,097	81,353	4
ANTIOQUIA	ENVIGADO	05266	217,296	80,341	3
VALLE DEL CAUCA	PALMIRA	76520	302,741	78,017	5
HUILA	NEIVA	41001	340,140	74,747	2
SANTANDER	FLORIDABLANCA	68276	264,746	71,567	4
META	VILLAVICENCIO	50001	473,718	64,035	3
CAUCA	POPAYÁN	19001	275,082	63,200	4
MAGDALENA	SANTA MARTA	47001	476,272	57,316	3
ATLÁNTICO	SOLEDAD	08758	598,851	55,824	3
QUINDÍO	ARMENIA	63001	295,149	53,058	3

Municipios con entre 10.001 y 50.000 líneas fijas en servicio

Departamento	Municipio	Código de Municipio	Población Total (Proyección a 2014)	Número total de líneas fijas en servicio (residenciales, comercial, industrial y oficiales)	Cantidad de operadores en Competencia (con al menos 1 línea no interna en servicio reportada)
NARIÑO	PASTO	52001	434,540	46,624	2
RISARALDA	DOSQUEBRADAS	66170	196,925	45,506	3
CESAR	VALLEDUPAR	20001	443,180	45,138	3
CÓRDOBA	MONTERÍA	23001	434,960	41,005	3
ANTIOQUÍA	RIONEGRO	05615	118,264	34,525	2
SANTANDER	GIRÓN	68307	175,457	31,095	4
CUNDINAMARCA	GIRARDOT	25307	104,476	30,492	4
SUCRE	SINCELEJO	70001	271,355	30,428	3
SANTANDER	BARRANCABERMEJA	68081	191,784	30,086	2
CUNDINAMARCA	CHÍA	25175	123,673	29,998	4
VALLE DEL CAUCA	CARTAGO	76147	131,545	29,828	4
VALLE DEL CAUCA	GUADALAJARA DE BUGA	76111	115,433	28,732	5
ANTIOQUÍA	SABANETA	05631	51,159	26,340	3
VALLE DEL CAUCA	TULUÁ	76834	209,077	25,301	3
VALLE DEL CAUCA	YUMBO	76892	114,385	25,202	5
SANTANDER	PIEDRECUESTA	68547	145,810	24,485	4
ANTIOQUÍA	COPACABANA	05212	69,307	22,699	3
VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	76109	391,937	21,922	3
ANTIOQUÍA	CALDAS	05129	76,926	21,535	4
BOYACÁ	TUNJA	15001	184,820	20,472	2
VALLE DEL CAUCA	JAMUNDÍ	76364	117,079	20,389	5
ANTIOQUÍA	LA ESTRELLA	05380	61,366	18,847	2
CUNDINAMARCA	MOSQUERA	25473	80,688	14,693	4
CAQUETÁ	FLORENCIA	18001	169,322	14,018	2
CUNDINAMARCA	FUSAGASUGA	25290	131,914	13,694	3
CUNDINAMARCA	FUNZA	25286	73,962	13,476	4
BOYACÁ	SOGAMOSO	15759	113,758	13,363	2
ANTIOQUÍA	GIRARDOTA	05308	52,995	12,956	2
ANTIOQUÍA	LA CEJA	05376	52,089	12,948	2
CUNDINAMARCA	ZIPAQUIRÁ	25899	120,312	12,737	4
CASANARE	YOPAL	85001	136,487	12,055	3
NARIÑO	IPIALES	52356	135,542	11,801	2
CUNDINAMARCA	FACATATIVÁ	25269	129,671	11,766	4
ANTIOQUÍA	GUARNE	05318	46,951	11,208	2
BOYACÁ	DUITAMA	15238	112,243	11,163	2
LA GUAJIRA	RIOHACHA	44001	250,258	10,738	2
ANTIOQUÍA	BARBOSA	05079	49,273	10,700	2
ATLÁNTICO	MALAMBO	08433	119,289	10,322	2

Municipios con 3.001 y 10.000 líneas fijas en servicio

Departamento	Municipio	Código de Municipio	Población Total (Proyección a 2014)	Número total de líneas fijas en servicio (residenciales, comercial, industrial y oficiales)	Cantidad de operadores en Competencia (con al menos 1 línea no interna en servicio reportada)	Arquitectura de red TDM
ANTIOQUIA	MARINILLA	05440	52,559	9,819	3	✓
CALDAS	VILLAMARÍA	17873	55,219	8,402	2	✓
RISARALDA	SANTA ROSA DE CABAL	66682	72,028	8,109	3	✓
VALLE DEL CAUCA	CANDELARIA	76130	80,476	7,953	3	✓
CUNDINAMARCA	CAJICA	25126	55,708	7,617	3	✓
CUNDINAMARCA	COTA	25214	24,406	7,436	5	✓
ANTIOQUIA	EL CARMEN DE VIBORAL	05148	46,166	6,608	2	✓
CUNDINAMARCA	MADRID	25430	76,112	6,414	4	✓
QUINDÍO	CALARCÁ	63130	77,198	6,215	2	✓
ANTIOQUIA	RETIRO	05607	18,916	5,955	2	✓
NORTE DE SANTANDER	LOS PATIOS	54405	75,581	5,873	2	✓
CALDAS	CHINCHINÁ	17174	51,696	5,689	3	✓
CUNDINAMARCA	LA CALERA	25377	27,169	5,374	3	✓
CÓRDOBA	MONTELÍBANO	23466	79,543	5,316	2	✓
ANTIOQUIA	EL SANTUARIO	05697	27,060	5,305	2	✓
CAUCA	SANTANDER DE QUILICHAO	19698	92,114	4,973	2	✓
TOLIMA	ESPINAL	73268	76,291	4,646	2	✓
VALLE DEL CAUCA	ZARZAL	76895	44,778	4,585	2	✓
CÓRDOBA	CERETÉ	23162	90,785	4,481	2	✓
TOLIMA	FLANDES	73275	29,008	4,449	3	✓
ANTIOQUIA	YARUMAL	05887	46,302	4,359	2	✓
CÓRDOBA	SAHAGÚN	23660	89,661	3,997	2	✓
CUNDINAMARCA	SIBATÉ	25740	37,711	3,746	2	✓
NORTE DE SANTANDER	VILLA DEL ROSARIO	54874	86,388	3,727	2	✓
CÓRDOBA	LORICA	23417	117,439	3,712	2	✓
SUCRE	COROZAL	70215	61,991	3,711	2	✓
ANTIOQUIA	LA UNIÓN	05400	19,010	3,703	2	✓
VALLE DEL CAUCA	EL CERRITO	76248	57,177	3,553	3	✓
VALLE DEL CAUCA	ROLDANILLO	76622	32,968	3,538	2	✓
META	ACACIAS	50006	67,347	3,362	3	✓
META	GRANADA	50313	60,964	3,315	2	✓
VALLE DEL CAUCA	CAICEDONIA	76122	29,928	3,096	2	✓
RISARALDA	LA VIRGINIA	66400	31,959	3,031	2	✓
CÓRDOBA	PLANETA RICA	23555	66,644	3,015	2	✓

Municipios con menos de 3.000 líneas fijas en servicio

Departamento	Municipio	Código de Municipio	Población Total (Proyección a 2014)	Número total de líneas fijas en servicio (residenciales, comercial, industrial y oficiales)	Cantidad de operadores en Competencia (con al menos 1 línea no interna en servicio reportada)
ATLANTICO	PUERTO COLOMBIA	08573	27.222	2.937	2
VALLE DEL CAUCA	PRADERA	76563	54.460	2.883	2
ANTIOQUIA	SAN PEDRO DE LOS MILAGROS	05664	26.130	2.667	2
CUNDINAMARCA	SOPO	25758	26.187	2.622	3
ANTIOQUIA	DONMATÍAS	05237	21.768	2.536	2
CALDAS	ANSERMA	17042	33.920	2.523	2
BOLIVAR	TURBACO	13836	71.173	2.459	2
QUINDIO	MONTENEGRO	63470	41.146	2.382	2
VALLE DEL CAUCA	GUACARÍ	76318	34.230	2.372	2
CUNDINAMARCA	TOCANCIPÁ	25817	31.146	2.278	3
CUNDINAMARCA	LA MESA	25386	30.889	2.258	2
QUINDIO	QUIMBAYA	63594	34.859	2.007	2
CÓRDOBA	TIERRALTA	23807	97.553	1.996	2
ANTIOQUIA	TAMESÍ	05789	14.888	1.932	2
SUCRE	SANTIAGO DE TOLÚ	70820	32.731	1.914	2
QUINDIO	LA TEBAIDA	63401	41.169	1.884	2
CUNDINAMARCA	TENJO	25799	19.736	1.855	3
ANTIOQUIA	SAN JERÓNIMO	05656	12.541	1.818	2
ATLANTICO	GALAPA	08296	41.543	1.769	2
CALDAS	RIOSUCIO	17614	60.798	1.670	2
QUINDIO	CIRCASIA	63190	29.642	1.592	2
CASANARE	AGUAZUL	85010	37.402	1.534	2
ANTIOQUIA	ABEJORRAL	05002	19.382	1.515	2
META	PUERTO LOPEZ	50573	32.992	1.500	2
CUNDINAMARCA	TABIO	25785	26.391	1.479	2
ANTIOQUIA	SAN VICENTE FERRER	05674	17.424	1.459	2
VALLE DEL CAUCA	DAGUA	76233	36.277	1.399	2
HUILA	RIVERA	41615	18.598	1.363	2
META	SAN MARTÍN	50689	24.353	1.355	2
ANTIOQUIA	AMALFÍ	05031	21.932	1.212	2
CUNDINAMARCA	RICAUURTE	25612	9.314	1.191	2
CÓRDOBA	CHINÚ	23182	47.792	1.164	2
CÓRDOBA	CIENAGA DE ORO	23189	63.031	1.109	2
SUCRE	SAMPUES	70670	37.787	960	2
CALDAS	VITERBO	17877	12.506	933	2
CASANARE	PAZ DE ARIPORO	85250	26.674	901	2
SUCRE	SAN ONOFRE	70713	49.784	884	2
SANTANDER	LEBRÍJA	68406	37.739	881	2
CASANARE	VILLANUEVA	85440	23.644	877	2
VALLE DEL CAUCA	YOTOCO	76890	16.199	874	3
CALDAS	SALAMINA	17653	16.968	835	2
CUNDINAMARCA	TOCAIMA	25815	18.287	831	2
HUILA	AIPE	41016	25.522	829	2
CÓRDOBA	AYAPEL	23068	50.201	824	2
CALDAS	SUPIÁ	17777	26.542	807	2
SUCRE	SAN LUIS DE SINCE	70742	33.361	807	2
META	CUMARAL	50226	17.895	746	2
CALDAS	NEIRA	17486	30.285	745	2
CUNDINAMARCA	GUASCA	25322	14.520	735	2
CÓRDOBA	SAN ANDRÉS DE SOTAVENTO	23670	41.657	646	2
CUNDINAMARCA	SILVANIA	25743	21.939	612	2
CÓRDOBA	SAN PELAYO	23686	43.132	608	2
ANTIOQUIA	MACEO	05425	6.937	557	2
SANTANDER	CIMITARRA	68190	43.584	552	2
CALDAS	AGUADAS	17013	22.293	546	2
CÓRDOBA	SAN ANTERO	23672	30.798	545	2
ANTIOQUIA	ANORÍ	05040	16.870	544	2
CUNDINAMARCA	APULO	25599	7.812	473	2
CÓRDOBA	PUEBLO NUEVO	23570	37.791	458	2
CÓRDOBA	VALENCIA	23855	42.011	449	2
CUNDINAMARCA	NILO	25488	17.924	422	2
ANTIOQUIA	GUADALUPE	05315	6.294	416	2
META	CASTILLA LA NUEVA	50150	9.333	377	2
SUCRE	COVENAS	70221	13.300	360	2
ANTIOQUIA	MONTEBELLO	05467	6.324	317	2
CÓRDOBA	PUERTO LIBERTADOR	23580	46.148	304	2
SUCRE	TOLÚ VIEJO	70823	18.900	299	2
ANTIOQUIA	ALEJANDRÍA	05021	3.502	280	2
CALDAS	ARANZAZU	17050	11.566	277	2
ANTIOQUIA	NARINÓ	05483	17.099	276	2
CALDAS	PACORÁ	17513	12.244	257	2
CÓRDOBA	SAN BERNARDO DEL VIENTO	23675	34.418	243	2
SUCRE	MORROA	70473	14.263	236	2
CÓRDOBA	BUENAVISTA	23079	21.363	217	2
CALDAS	FILADELFA	17272	11.200	189	2
ANTIOQUIA	GIRALDO	05306	4.043	181	2
CÓRDOBA	LA APARTADA	23350	14.934	179	2
CÓRDOBA	MOMIL	23464	14.752	171	2
SUCRE	LOS PALMITOS	70418	19.276	171	2
CÓRDOBA	PURÍSIMA DE LA CONCEPCIÓN	23586	15.027	154	2
CALDAS	RISARALDA	17616	9.693	153	2
CÓRDOBA	SAN CARLOS	23678	26.737	124	2
CALDAS	BELALCAZAR	17088	10.960	121	2
CALDAS	MARMATO	17442	9.026	101	2
CALDAS	LA MERCED	17388	5.623	81	2
CÓRDOBA	CHIMA	23168	14.886	68	2
SUCRE	SUCRE	70771	22.374	66	2
CALDAS	SAN JOSÉ	17665	7.595	45	2
SANTANDER	PUERTO PARRA	68573	7.424	37	2

12.4.2 Anexo No. 2 – Reuniones celebradas con algunos PRST y fabricantes de equipos de telecomunicaciones

La Consultoría celebró reuniones con los siguientes PRST y fabricantes en desarrollo de este estudio.

Reuniones celebradas con algunos PRST y fabricantes de equipos de telecomunicaciones

Fecha de Reuniones	PRST	Fabricantes
15-Sept-14	TELMEX	Telebucaramanga (Teleconferencia)
16-Sept-14	ETB	COLTEL
17-Sept-14	UNE	Edatei
18-Sept-14	Emcali	Transtel
19-Sept-14		Ericsson
22-Sept-14		Huawei
23-Sept-14		Alcatel
24-Sept-14		Trópico
1-Oct-14		NEC

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

12.4.3 Anexo No. 3 - Modelos de encaminamiento más eficiente para la implementación de la portabilidad numérica fija

A continuación se presenta una descripción de cada uno de estos modelos y se analizan las ventajas y desventajas de los mismos.

ONWARD ROUTING (OR) - ENCAMINAMIENTO HACIA ADELANTE

La primera alternativa de solución de encaminamiento con portabilidad numérica suele consistir en que la red del operador donante mantenga la información de portabilidad, es decir, la dirección completa hacia la red del operador receptor para los números portados.

En este caso las llamadas entrantes a números portados son reencaminadas directamente desde la red del operador donante hacia la red del operador receptor, utilizando los principios del “encaminamiento hacia adelante” (OR) descritos en la sección 8.2.1 del Suplemento 2 de la Recomendación E.164 de la UIT-T [29].

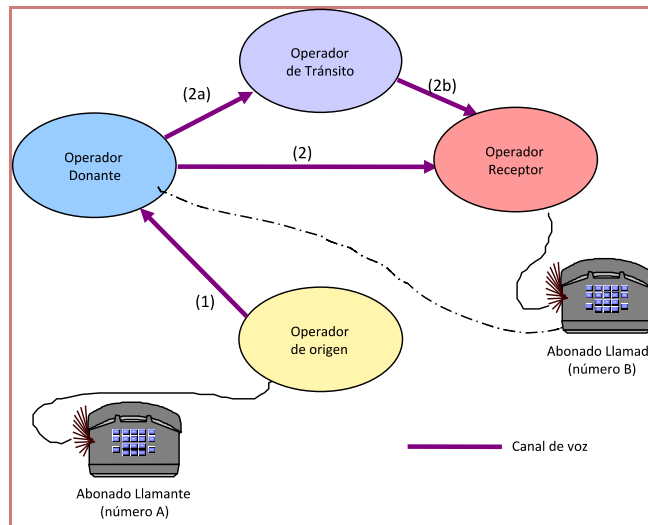
En este modelo los pasos para el encaminamiento de una llamada a un número portado son los siguientes y se indican en la próxima figura:

- (1) La red del operador de origen recibe una llamada del suscriptor y la enruta hacia la red donante. La red del operador donante detecta que el número llamado ha sido portado

y consulta su base de datos operacional interna (BDO) para obtener el número de encaminamiento (RN). La base de datos operacional interna devuelve el número de encaminamiento asociado de la red del operador receptor.

- (2) La red del operador donante usa el RN para encaminar la llamada a la red del operador receptor o alternatively la encamina a la red del operador de tránsito (2a) quien posteriormente la encamina (2b) hacia la red del operador receptor.

Descripción gráfica del modelo de encaminamiento OR



Fuente: Elaboración propia a partir de [29]

En la tabla siguiente se muestran las principales ventajas y desventajas del modelo de OR para el caso de la portabilidad numérica fija en Colombia.

Ventajas y desventajas de OR para el caso de Colombia

Ventajas de OR	Desventajas de OR
1. Puede resultar adecuada para bajos volúmenes de números portados. 2. Los operadores donantes sólo necesitan tener información en la base de datos de los números que han sido portados desde sus redes. 3. Puede ser una solución más simple de implementar. 4. Implica pocas o nulas inversiones para los operadores. En particular, puede resultar muy adecuada para los operadores que puedan necesitar reposición total de sus equipos para soportar otros métodos. 5. Es posible utilizarlo de forma “mezclada” con ACQ¹³⁶.	1. Es una solución que utiliza capacidades en la red donante, la cual actúa como red de tránsito. 2. El encaminamiento queda en manos del operador donante. 3. Cuando el volumen de números portados aumenta considerablemente tiene un gran impacto sobre las redes más grandes y puede requerir el uso de considerables capacidades de transmisión en la red del operador donante para funciones de tránsito. 4. La calidad de servicio y el grado de completación de llamadas para números portados, depende de las condiciones en la red donante original. 5. Implica modificaciones en los acuerdos de interconexión de los operadores. 6. El cruce de cuentas entre operadores se vuelve más complejo. 7. El uso de la red del operador donante para el encaminamiento puede implicar aumentos en los tiempos de establecimiento de llamadas de los números portados. 8. Ocurre efecto trombón cuando la red de origen y la red receptora son la misma.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Las implicaciones de implementar el modelo OR en términos de posibles adecuaciones de las redes y costos de inversión más visibles son:

- El operador donante debe consultar una base de datos de números portados de su propia red (posibles costos de inversión en la red con el fin de implementar o adecuar una base de datos de clientes que tenga información permanentemente actualizada sobre los números de su red que han sido portados).
- La implementación de este modelo podría implicar un aumento en la capacidad de transmisión de algunos de los enlaces de interconexión troncales al interior de la red del operador donante para sacar el tráfico de las centrales locales cuyos abonados han sido portados y una mayor ocupación de los recursos de red. Este aumento de capacidad crecería proporcionalmente en función de la cantidad de números portados e impactaría en el largo plazo.

¹³⁶ Técnicamente es posible mezclarlo con CDB pero resulta inconveniente.

- El operador donante podría presentar incrementos en el tráfico de interconexión hacia otras redes como consecuencia de los números portados de su red a otras redes, lo que podría implicar en el largo plazo incrementos en el número de enlaces de interconexión en sus relaciones de interconexión con otros operadores.
- El operador donante podría solicitar pagos por el uso de su red en tránsito, lo cual además podría implicar cambios en los contratos de interconexión (costos de operación).

CALL DROP BACK (CDB) - ENCAMINAMIENTO CON RETROCESO

Una posible mejora con respecto al modelo OR consiste en que la red donante inicie el reencaminamiento de la llamada hacia la red receptora de acuerdo con los principios del “encaminamiento con retroceso” (CDB) bosquejados en la próxima figura

En esta situación sólo la red donante mantiene la información de PN, es decir la dirección completa de la red del operador receptor, para los números portados¹³⁷.

En este modelo los pasos para el encaminamiento de una llamada a un número portado son los siguientes:

- (1) El operador donante recibe una llamada del operador de origen en forma directa o por medio de un operador de tránsito (1A).
- (2) El operador donante detecta que el número ha sido portado y consulta su base de datos interna (BDO).
- (3) La BDO interna devuelve el número de encaminamiento RN de la red del operador receptor. El operador donante envía la indicación de retroceso con el RN al operador de origen o al operador de tránsito (3A)
- (4) El operador de origen o de ser el caso, el operador de tránsito¹³⁸ (4A) usa el RN para encaminar la llamada al operador receptor.

¹³⁷ Véase también UIT-T Rec E.164 Suplemento 2, numeral 8.2.2

¹³⁸ Puede darse el caso donde el Operador de Tránsito no tenga conexión directa con el Operador Receptor. En tal caso, la llamada podría encaminarse nuevamente al Operador de Origen o a un segundo Operador de Tránsito.

```

graph TD
    A[Abonado Llamante  
(número A)] -- (1) --> O[Operador Origen]
    O -- (3) --> D[Operador Donante  
(2) Consulta  
BDO]
    D -- (2) --> T[Operador Tránsito]
    T -- (3A) --> D
    T -- (1A) --> R[Operador Receptor]
    R -- (4) --> O
    R -- (4A) --> T
    A --- V[Canal de Voz] --- B[Abonado Llamado  
(número B)]
  
```

En la tabla siguiente se presenta un análisis de las ventajas y desventajas del modelo CDB puro para el caso de Colombia.

Ventajas y desventajas de CDB para el caso de Colombia

Ventajas de CDB	Desventajas de CDB
8. Los operadores donantes sólo necesitan tener información en la base de datos de los números que han sido portados desde sus redes. 9. Se establecen consultas únicamente cuando un número ha sido portado. 10. Implica menores inversiones para los operadores. 11. Es posible utilizarlo de forma “mezclada” con ACQ¹³⁹	1. Involucra al operador donante. 2. La red donante es la que proporciona la información de encaminamiento. 3. Cuando la cantidad de números portados aumenta, el número de consultas en la red del operador donante, puede impactar los recursos de conmutación de éste en horas de alto tráfico. 4. La participación de la red del Operador Donante puede aumentar los tiempos de establecimiento de llamadas de los números portados (del orden de cientos de milisegundos). 5. La red de origen tiene que reencaminar las llamadas. 6. Implica modificaciones en los acuerdos de interconexión de los operadores.

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Las implicaciones de implementar el modelo CDB en términos de posibles adecuaciones de las redes y costos de inversión más visibles son:

- El operador donante debe consultar una base de datos de números portados de su propia red (posibles costos de inversión en la red con el fin de implementar o adecuar una base de datos de clientes que tenga información permanentemente actualizada sobre los números de su red que han sido portados).
- Este modelo en el largo plazo requería mayor capacidad de procesamiento en las centrales de conmutación del operador donante como consecuencia de la cantidad de números portados y las consultas que se deben hacer a la base de datos.
- Podría existir degradación de la calidad de los servicios en la red, lo que implicaría para el operador de origen realizar ajustes y optimizaciones de la red con el fin de mantener los niveles de calidad de los servicios y los niveles requeridos por la normatividad y la regulación.
- La implementación de este modelo podría implicar un aumento en la capacidad de los enlaces de señalización en la interconexión de los distintos operadores que intervienen en el modelo.

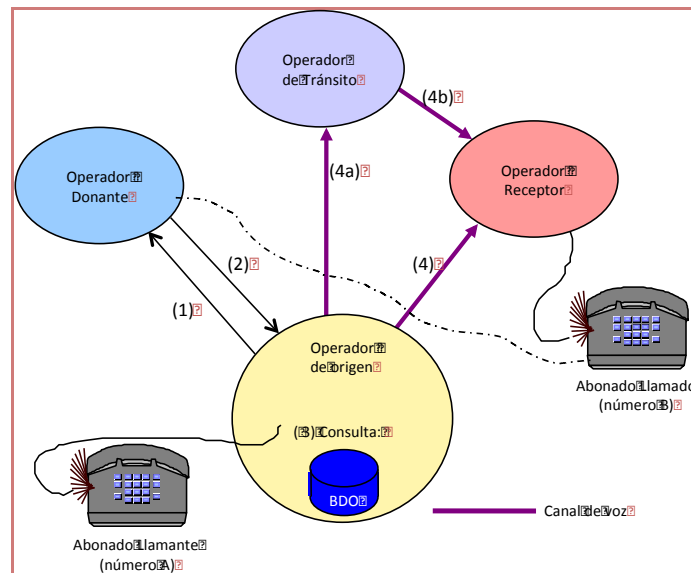
QUERY ON RELEASE (QOR) O CONSULTA TRAS LA LIBERACIÓN

¹³⁹ Técnicamente, también es posible mezclarlo con OR pero resulta inconveniente.

Un caso análogo al principio de "retroceso" descrito anteriormente consiste en que la red que origina la llamada inicie acciones de PN, es decir consulte la base de datos de PN, cuando reciba un mensaje de liberación.

1. En la figura siguiente, la red donante recibe una llamada entrante.
2. A continuación detecta que el número llamado ha sido portado hacia otra red. Acto seguido libera la llamada con una indicación especial que especifica que el número llamado se ha portado al exterior.
3. A continuación, la red de origen capta la liberación, realiza una consulta a la base de datos de PN y
4. Reencamina la llamada directamente hacia la red receptora. En esta situación la red de origen (o la de tránsito si la hubiera) tiene acceso a la base de datos con todos los números portados en la red nacional¹⁴⁰.

Descripción gráfica del método de enrutamiento QoR



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de [29]

En la tabla siguiente se analizan las ventajas y desventajas del modelo QoR para el caso de Colombia.

¹⁴⁰ Véase también UIT-T Rec E.164 Suplemento 2, numeral 8.2.3.

Ventajas y desventajas de QoR para el caso de Colombia

Ventajas de QoR	Desventajas de QoR
1. Se establecen consultas en la base de datos de la red de origen únicamente cuando un número ha sido portado. 2. Por esa razón, puede resultar adecuado para bajos volúmenes de números portados, en un escenario donde todos los operadores tienen bases de datos con información de todos los números portados.	1. Involucra al operador donante. 2. La base de datos en la red de origen debe tener información de todos los números portados, lo que implica inversiones más altas para los operadores que en el caso de CDB y OR. 3. Requiere la existencia de una base de datos central de PN. 4. Cuando la cantidad de números portados aumenta, el número de liberaciones en la red del operador donante, puede impactar los recursos de conmutación de éste en horas de alto tráfico. 5. La red de origen tiene que reencaminar las llamadas. 6. Implica modificaciones en los acuerdos de interconexión de los operadores. 7. La participación de la red del Operador Donante puede aumentar los tiempos de establecimiento de llamadas de los números portados (del orden de cientos de milisegundos).

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Las implicaciones de implementar el modelo QoR en términos de posibles adecuaciones de las redes y costos de inversión más visibles son:

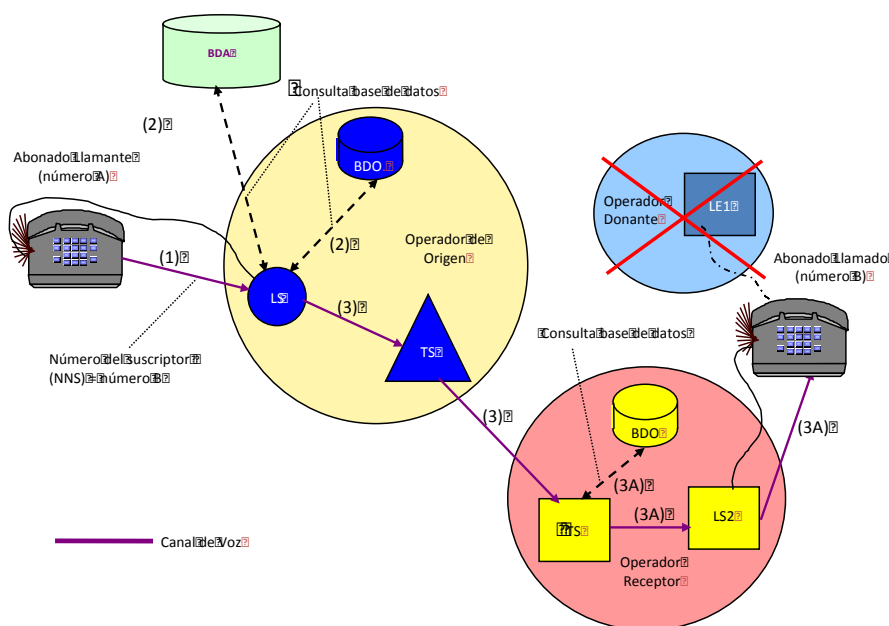
- El posible establecimiento de una entidad de referencia para la administración de la base de datos de portabilidad (costo de inversión).
- Todos los operadores deben tener capacidad para hacer consultas en bases de datos, la cual debe tener la información de los números portados de su propia red y de otras redes que operen en la misma área geográfica (costo de inversión).
- Este modelo en el largo plazo requeriría de mayor capacidad en las centrales de conmutación como consecuencia de la cantidad de números portados.
- La implementación de este modelo podría implicar un aumento en la capacidad de los enlaces de señalización en la interconexión de los distintos operadores que intervienen en el modelo.
- Podría existir degradación de los tiempos de establecimiento de la llamada.

ALL CALL QUERY – CONSULTA EN TODAS LAS LLAMADAS

La próxima figura muestra una situación en la que la red de origen tiene acceso a la base de datos con el número de encaminamiento (RN) de la red del operador receptor, para todos los números portados en la red. Esto supone que para completar la llamada sólo es necesario efectuar una consulta a la base de datos de PN. Los pasos de una llamada en el modelo ACQ son los siguientes:

- (1) El operador de origen recibe una llamada del abonado llamante y envía una consulta a una base de datos de PN (BDA) administrada centralmente, una copia de la cual usualmente está disponible en uno de sus elementos de red o por medio de un tercero que provee este servicio.
- (2) Al ser consultada la BDA o la copia disponible en un elemento de red retorna el número de encaminamiento RN asociado con el número telefónico llamado.
- (3) El operador de origen utiliza el número de encaminamiento RN para encaminar directamente la llamada al operador receptor quien se encarga de completarla (3A).

Descripción gráfica del método de enrutamiento ACQ



Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb a partir de [29]

Como puede observarse en la figura anterior, la red donante no participa en el establecimiento de la llamada; sin embargo existe la alternativa de que la red de tránsito pueda cursar la llamada hacia la red del operador receptor. Otra alternativa consistiría en que la red de tránsito realizase la consulta de PN en la base de datos en vez de hacerlo el operador de origen¹⁴¹.

¹⁴¹ Véase también UIT-T Rec E.164 Suplemento 2, numeral 8.2.4.

Las ventajas y desventajas del modelo ACQ para el caso de Colombia se relacionan en la siguiente tabla.

Ventajas y desventajas de ACQ para el caso de Colombia

Ventajas de ACQ	Desventajas de ACQ
1. El operador donante no está involucrado en la llamada. 2. Es la solución más eficiente para redes con múltiples interconexiones y una gran cantidad de números portados. 3. Es la solución más transparente desde el punto de vista del encaminamiento. 4. No requiere de cambios en los acuerdos de interconexión. 5. No hace uso innecesario de la capacidad de las redes. 6. Puede mezclarse con OR o con CDB¹⁴². 7. Es el método utilizado en Colombia entre Operadores móviles para la PN móvil. 8. De acuerdo con los resultados del cuestionario técnico enviado a los PRST de telefonía fija del país, el ACQ es la opción que fue considerada como la más apropiada y eficiente para la PN fija en Colombia.	1. Es la solución que requiere de mayores inversiones iniciales de parte de los operadores. 2. Al igual que en QoR, la base de datos en el operador de origen debe tener información de todos los números portados. 3. Como cada llamada establece una consulta, es una solución menos eficiente para bajos volúmenes de números portados que QoR. 4. Requiere la existencia de una base de datos central de PN. 5. Pueden experimentarse pequeños aumentos en el tiempo de establecimiento de las llamadas de números no portados (del orden de cientos de milisegundos).

Fuente: Unión Temporal Tachyon - Zagreb

Las implicaciones de implementar el modelo ACQ en términos de posibles adecuaciones de las redes y costos de inversión más visibles son:

- El establecimiento de una entidad de referencia para la administración de la base de datos de portabilidad (costo de inversión).
- Todos los operadores deben tener capacidad para hacer consultas a bases de datos de PN (costo de inversión), lo que implica realizar algunas adecuaciones en los puntos de transferencia de señalización de las redes de señalización a través de los cuales se podría hacer las consultas a las bases de datos.
- Eventualmente se requerirían algunas adecuaciones en las centrales de conmutación TDM para establecer rutas de señalización y/o aumentar la capacidad de los enlaces de señalización en algunas de las rutas entre estas centrales y los puntos de transferencia de señalización o los nuevos elementos de red, a través de los cuales se haría la consulta a la base de datos.

¹⁴² Técnicamente es posible mezclarlo con QoR pero resulta inconveniente.

- Eventualmente se requeriría la adquisición de una plataforma de PN o la adecuación de una plataforma de servicios existente (como por ejemplo la plataforma de servicios de red inteligente o una plataforma de PN móvil).
- Las soluciones que actualmente se ofrecen en el mercado, se caracterizan por utilizar y mantener las arquitecturas de red TDM, NGN y/o IMS desplegadas por los operadores, evitando hacer adecuaciones cuantiosas en hardware, software y recursos de red y en consecuencia menores costos en el largo plazo..

12.4.4 Anexo No. 4 – Alternativas de soluciones tecnológicas para implementar la PN en las redes de TPBCL y/o TPBCLE de Colombia.

En la siguiente tabla se relacionan las alternativas de soluciones tecnológicas identificadas por la Consultoría para implementar la PN fija. Es preciso resaltar que el listado de alternativas de soluciones tecnológicas no es exhaustivo y tiene solo por objeto presentar de manera ilustrativa varias de las opciones disponibles en el mercado colombiano. Tampoco se pretende con este listado realizar recomendaciones específicas por parte de la Consultoría sobre la forma más apropiada de implementar la PN fija utilizando el modelo ACQ, tema que debe ser decidido en forma libre e independiente por cada PRST en el evento que la CRC decida implementar la PN fija.

Algunas alternativas de soluciones técnicas para implementar la PN fija mediante el modelo ACQ en las redes de TPBCL y/o TPBCLE

Alternativa	Solución Técnica	Características principales de la solución Técnica
1	ACQ mediante arquitecturas TSS/IMS	• Requiere la utilización de dispositivos de agregación de tráfico y transporte como un TSS¹⁴³ y/o mediante la utilización de elementos de red IMS con funcionalidades de PN. • Esta alternativa permite a los PRST desplegar una red altamente flexible para prestar servicios de telecomunicaciones en convergencia y migrar el tráfico de las redes TDM a dispositivos que permitan soportar cualquier tipo de tráfico y cualquier tipo de señalización, sin hacer ajustes en sus actuales redes ni hacer inversiones cuantiosas para reponer los elementos de red de las arquitecturas existentes. • Las centrales TDM donde se originan llamadas envían un mensaje de señalización IAM con el número de directorio que identifica al abonado de destino (DNb) al dispositivo TSS y/o a los elementos de red IMS, los cuales realizan la consulta a la base de datos de PN. • No se requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en las centrales de conmutación TDM. • Respeta la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. • Posiblemente requiere de algunas adecuaciones en las centrales TDM en términos de capacidad de enlaces de señalización para soportar el incremento marginal de tráfico de señalización generado por la PN fija. • Posiblemente requiere actualizaciones en los elementos de red TSS/IMS para aumentar la capacidad de la funcionalidad de PN.

¹⁴³ TSS por sus siglas en Inglés “Transport Server Switch” es una central de tránsito de próxima generación que permite agregar tráfico de redes conmutadas por circuito TDM y redes conmutadas por paquete, soportando de esta forma cualquier mezcla posible de este tipo de tráfico. Es un dispositivo ideal para utilizarse en redes con arquitecturas híbridas.

Alternativa	Solución Técnica	Características principales de la solución Técnica
2	ACQ por medio de red inteligente mediante función SSP a nivel local	• Requiere de una plataforma de red inteligente con elementos de red con funcionalidad SSP en las centrales locales y con nodos con funcionalidad SCP en la capa de servicios. • La consulta a la base de datos de PN se puede realizar a través del SSP. El SCP podría alojar la base de datos operativa de PN o acceder a través de este dispositivo a otra base de datos de PN. • Las centrales TDM donde se originan llamadas envían un mensaje de señalización IAM con el número de directorio que identifica al abonado de destino (DNb) al SSP, información que es utilizada posteriormente por el SSP para la consulta a la base de datos de PN. • No se requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en las centrales de conmutación TDM. • Respeta la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. • Posiblemente se requieran algunas ampliaciones de capacidad de procesamiento en los nodos SSP/SCP para soportar la PN fija.
3	ACQ mediante función SSP en las centrales de tránsito	• Requiere de una plataforma de red inteligente con elementos de red con funcionalidad SSP en las centrales de tránsito y con nodos con funcionalidad SCP en la capa de servicios. • La consulta a la base de datos de PN se puede realizar a través del SSP. El SCP podría alojar la base de datos operativa de PN o acceder a través de este dispositivo a otra base de datos de PN. • Las centrales TDM donde se originan llamadas envían un mensaje de señalización IAM con el número de directorio que identifica al abonado de destino (DNb) al SSP, información que es utilizada posteriormente por el SSP para la consulta a la base de datos de PN. • No se requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en las centrales de conmutación TDM. • Respeta la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. • Posiblemente se requieran algunas ampliaciones de capacidad de procesamiento en los nodos SSP/SCP para soportar la PN fija.

Alternativa	Solución Técnica	Características principales de la solución Técnica
4	ACQ vía red inteligente mediante NGN clase 4	- los elementos NGN clase 4 de las redes TPBCL y/o TPBCLE corresponden a los Softswitches (SS) y algunos gateways troncales (TG) que tienen como función la agregación de tráfico proveniente de redes TDM y de redes NGN. - Requiere de una plataforma de red inteligente con elementos de red con funcionalidad SSP/SCP. - La consulta a la base de datos de PN se puede realizar a través del SS o un TG. El SCP podría alojar la base de datos operativa de PN o acceder a través de este dispositivo a otra base de datos de PN. - Las centrales TDM donde se originan llamadas envían un mensaje de señalización IAM con el número de directorio que identifica al abonado de destino (DNb) al SS o TG, el cual con esta información realiza la consulta a la base de datos de PN. - No se requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en las centrales de conmutación TDM. - Respeta la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. - Posiblemente se requieran algunas ampliaciones de capacidad de procesamiento en los nodos SSP/SCP para soportar la PN fija. - Si la plataforma de Red Inteligente se soporta en tecnología NGN o superior posiblemente tiene habilitada la funcionalidad de PN y tiene capacidad suficiente para iniciar la PN fija pero habría la necesidad de adquirir licenciamientos en función del incremento del número de consultas a la base de datos de PN.

Alternativa	Solución Técnica	Características principales de la solución Técnica
5	ACQ mediante ISUP Triggerless	- Las consultas a las bases de datos de PN son realizadas a través de la red de señalización, típicamente por los PTS en una red TDM con capacidad para consultar una base de datos de PN, o por un SSP/SCP de una red inteligente, o por un Signaling Gateway en una red NGN o por elementos de red IMS. - En el caso de ISUP <i>Triggerless Forward</i>, los mensajes ISUP IAM son examinados por el elemento de red apropiado (PTS, SSP/SCP de una IN, SG u otros elementos de red NGN o IMS), para determinar si el campo CdPN (Called Party Number) ya ha sido ajustado, indicando que se realizó previamente una consulta a la base de datos de PN. Si no lo ha sido, el elemento de red apropiado (PTS, SSP/SCP de una IN, SG u otros elementos de red NGN o IMS), realiza la consulta a la base de datos de PN y se modifican los parámetros apropiados en los mensajes de IAM para reflejar los resultados de la consulta. - Puede también utilizarse cuando una llamada está encaminada a números de la misma central. En este caso es posible utilizar el atributo denominado categoría de abonado que permite identificar que el número ha sido portado, en cuyo caso se inicia una llamada fuera de la central mediante el uso de un mensaje IAM y puede proceder el mecanismo de ISUP triggerless. - No se requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en las centrales de conmutación TDM. - Respeto la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. - Posiblemente requiere algunas modificaciones para optimizar la red de señalización y algunas adecuaciones de los PTS en términos de capacidad de enlaces de señalización para soportar el incremento marginal de tráfico de señalización generado por la PN fija.

Alternativa	Solución Técnica	Características principales de la solución Técnica
6	ACQ Utilizando la red de señalización con la función ISUP Loopback.	- La función denominada "loopback", posibilita la creación de las rutas virtuales de voz, emulando centrales de tránsito, sin la necesidad de hardware para los circuitos de voz. Puede implementarse en aquellas centrales que no pueden configurarse atributos como categorías de abonado o "Call Divert" para identificar que el número ha sido portado. - Con esta función se puede "extraer" todas las llamadas encaminadas a números de la misma central para realizar la consulta ACQ en algún otro elemento de la red. - Esta función debe habilitarse en el PTS con función NPDB o elemento de red equivalente (NGN ó IMS), de manera que pueda utilizarse para la realización de un ACQ vía ISUP triggerless. Estos elementos de red realizan las consultas a las bases de datos de PN. - No se requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en las centrales de conmutación TDM. - Respetar la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. - Posiblemente requiere de algunas adecuaciones a nivel de programación en los PTS y PS de la red de señalización para implementar el correcto funcionamiento de la consulta a la base de datos de PN por parte del PTS, el encaminamiento de la llamada por parte del PS de origen y el correcto funcionamiento de la funcionalidad de retroceso (loopback). - Posiblemente requiere de algunas actualizaciones en los PTS y eventualmente en la red TDM en términos de capacidad de enlaces de señalización para soportar el incremento marginal de tráfico de señalización generado por la PN fija. - Puede ser una solución complementaria al uso de señalización vía ISUP triggerless.
7	ACQ utilizando centrales TDM con capacidad para hacer trigger INAP.	- Requiere hacer adecuaciones, actualizaciones o reposiciones en algunas pero no todas las centrales de conmutación TDM. - Respetar la arquitectura de las redes de TPBCL y/o TPBCLE desplegadas por los PRST. - Posiblemente requiere de algunas ampliaciones en cuanto a capacidad de enlaces de señalización en la red TDM con el fin de que se pueda soportar el incremento marginal de tráfico de señalización generado por la PN fija.

Fuente: Análisis de la Unión Temporal Tachyon - Zagreb

En general, la implementación de las soluciones técnicas relacionadas en la tabla anterior son compatibles con las arquitecturas de red TDM, NGN e IMS que coexisten en las redes de TPBCL y/o TPBCLE en Colombia. Por lo tanto, son soluciones que tienen en consideración para su implementación las arquitecturas y los elementos de red en servicio y no requieren de altos costos de inversión de capital para adecuar los elementos de red existentes a estas soluciones. Obviamente existen otras soluciones que parten del supuesto de la necesidad de instalar y poner en funcionamiento una solución de PN completamente nueva.

Como puede deducirse fácilmente, una red tiene múltiples opciones para el establecimiento de la PN fija, las cuales difieren en su costo de implementación o estrategia.

12.5 Acrónimos

ACA	<i>Australian Communications Authority</i>
ACMA	<i>Australian Communications and Media Authority</i>
ACQ	<i>All Call Query</i>
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
AG	<i>Access Gateways</i>
BDA	<i>Base de Datos Administrativa</i>
BDO	<i>Base de Datos Operativa</i>
C-B	<i>Costo-Beneficio</i>
CDB	<i>Call Drop Back</i>
CdPN	<i>Called Party Number</i>
CEPT	<i>Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications</i>
CMT	Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
CNMC	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
COFETEL	Comisión Federal de Telecomunicaciones
CRC	Comisión de Regulación de Comunicaciones
DN	<i>Fixed Network Directory Number</i>
DNA	<i>Directory Number A</i>
DNB	<i>Directory Number B</i>
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i>
ECC	<i>Electronic Communications Committee</i> (miembro de la CEPT)
ER	Entidad de Referencia
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
GNP	<i>Geographic Number Portability</i>
GoC	<i>Groups of Countries</i>
GPON	<i>Gigabit Passive Optical Network</i>
IAM	<i>Initial Address Message</i>
IECISA	Informática El Corte Inglés
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
IMS	<i>IP Multimedia Subsystem</i>
IN	<i>Intelligent Network</i>
INAP	<i>Intelligent Network Application Protocol</i>

IP	<i>Internet Protocol</i>
LNP	<i>Local Number Portability</i>
LNPA	<i>Local Number Portability Administrator</i>
LRN	<i>Location Routing Number</i>
MGW	<i>Media Gateways</i>
MSAN	<i>Multi Service Access Node</i>
NDC	<i>Indicativo Nacional de Destino</i>
NGN	<i>Next Generation Network</i>
NIP	<i>Número de Identificación Personal</i>
NPAC	<i>Number Portability Administration Center</i>
NPDB	<i>Network Portability Database</i>
OAP	Organismo Administrador Portabilidad
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
OR	<i>Onward Routing</i>
OSIPTEL	Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones
OSS	<i>Operational Support Systems</i>
PN	Portabilidad Numérica
PRST	Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones
PS	<i>Punto de Señalización</i>
PTS	<i>The Swedish Post and Telecom Authority</i>
QoR	<i>Query on Release</i>
R\$	Reales Brasileños
RCU	<i>Remote Concentrator Unit</i>
RN	<i>Routing Number</i>
RSU	<i>Remote Subscriber Unit</i>
RTPBC	<i>Red Telefónica Pública Básica Conmutada</i>
SCP	<i>Service Control Point</i>
Senatel	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
SG	<i>Signaling Gateways</i>
SN	Número de Abonado
SNPAC	<i>Swedish Number Portability Administrative Centre AB</i>

SPP	<i>Service Provider Portability</i>
SS	<i>Softswitch</i>
SSP	<i>Service Switching Point</i>
Subtel	Subsecretaría de Telecomunicaciones
Supertel	Superintendencia de Telecomunicaciones
TG	<i>Truncking Gateways</i>
TPBC	Telefonía Pública Básica Conmutada
TPBCL	TPBC Local
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UPT	Telecomunicaciones Personales Universales
USD	Dólares de los Estados Unidos de América
UT	Unión Temporal
VoIP	<i>Voice over IP</i>

12.6 Autores del documento

Este documento fue elaborado por la Unión Temporal Tachyon - Zagreb. Formaron parte del equipo de Consultoría las personas que se relacionan a continuación.

Nombre del Consultor	Rol dentro del equipo de trabajo
Julián Gómez Pineda	Director del Proyecto
Pablo Roda Fornaguera	Consultor Senior Económico
Germán Mauricio Fajardo Muriel	Consultor Senior Técnico
Cristhian Omar Lizcano Ortiz	Consultor Senior Legal y Regulatorio
Celso Andrés Forero Flórez	Consultor Junior Técnico
Pablo Hernández Jurado	Consultor Junior Económico
Patricio Boric Scarpa	Asesor
Alfonso Pino	Asesor

13 Bibliografía

- [1] ECC, «ECC Recommendation 12(02), Number Portability Best Practices».
- [2] CRC - Contrato 039, *Contrato N° 039 entre la CRC y la UT Tachyon-Zagreb*, Bogotá D.C., 2014.
- [3] MinTIC - 4T, «Boletín Trimestral de las TIC - Cifras del cuarto trimestre del 2013,» Bogotá, 2013.
- [4] CRC - Mapa de Numeración, «Sistema de Información y Gestión de Recursos de Identificación,» [En línea]. Available: <http://www.pnn.gov.co/mapa/numeracion.xhtml>. [Último acceso: 23 07 2014].
- [5] NERA - Analysis of Number Portability for Mobile Services in Hong Kong, «Final Report for OFTA - Feasibility Study & Cost Benefit Analysis of Number Portability for Mobile Services in Hong Kong,» London, 1998.
- [6] DMR Consulting, «Análisis costo-beneficio de la portabilidad numérica en México. México D.F.,» 2006.
- [7] OVUM, *Operational costs of telecom Access networks*, 2005.
- [8] UIT, «Recomendación UIT-T E.164 - Suplemento 2 - Portabilidad de número,» 2012.
- [9] República de Colombia Ministerio de Comunicaciones, *Segunda Versión Norma Nacional de Señalización por Canal Comun No. 7 - SSC7*, 1998.
- [10] NERA & Smith System Engineering, «Feasibility Study & Cost Benefit Analysis Of Number Portability For Mobile Services in Hong Kong,» Final Report for OFTA, Londres, 1998.
- [11] DMR Consulting, «Análisis costo-beneficio de la portabilidad numérica en México,» México D.F., 2006.
- [12] Ovum Lmted., «Economic Evaluation of Number Portability in the UK Mobile Telephony Market,» Director General of Telecommunications, Londres, 1997.
- [13] Ovum Lmted., «Mobile numbering and number portability in Ireland,» Report to the ODTR, Dublin, 2000.
- [14] J. Farrell y P. Klemperer, «Coordination and Lock-In: Competition with Switching Costs and Network Effects,» de *Handbook of Industrial Organization, Vol 3.*, Amsterdam, Elsevier, 2007, pp. 1968-2072.
- [15] P. Klemperer, «Competition When Consumers Have Switching Costs: An Overview with Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International

- Trade,» *Review of Economic Studies*, pp. 515-539, 1995.
- [16] R. Aoki y J. Small, «The Economics of Number Portability: Switching costs and Two-part tariffs,» *PIE/CIS Discussion Paper*, 2010.
- [17] UT Tachyon-Zagreb, «Escenarios VPN del modelo Costo-Beneficio por municipio para Portabilidad Numérica Fija en Colombia,» Bogotá, 2014.
- [18] CCB - BD, Estadísticas empresas, *Cantidad de empresas según tamaño y letra del código CIU ubicadas en la ciudad de Bogotá*, Bogotá, 2012.
- [19] CCB/manga - Portal ADN Sectorial, «Portal de información económica y financiera,» junio 2014. [En línea]. Available: <http://www.compite360.com/adnsectorial/>. [Último acceso: 11 julio 2014].
- [20] CCB/quilla - BD, Personas Jurídicas y Naturales, *Datos Personas Jurídicas y Naturales por tamaño 2014*, Barranquilla, 2014.
- [21] CCC - Apunte Económico, Boletín#11., *Gerencia de Desarrollo y de Competitividad. Empresas matriculadas y renovadas en Cali por tamaño*, Cali, 2014.
- [22] CCC/gena - Registro Mercantil, *Cantidad de empresas de Cartagena por Tamaño. Registro Mercantil Cámara de Comercio de Cartagena.*, 2014.
- [23] CCCÚcuta - Informe de Gestión, «Informe de Gestión 2012 - Cámara de Comercio de Cúcuta,» Cúcuta, 2012.
- [24] CCI - Respuesta de Sistemas, «Respuesta vía e-mail por Andrés Mauricio Romero (Auxiliar de Sistemas),» Ibagué, 2014.
- [25] CCMont. - BD Empresas de Montería, *Base de Datos de las empresas de montería registradas en la Cámara de Comercio*, Montería, 2014.
- [26] CCM - Estructura empresarial, Base del Registro Mercantil, *Estructura empresarial por tamaño de empresa. Comerciantes Renovados y matriculados en el año 2013.*, Medellín, 2013.
- [27] CCP - Anuario Estadístico, «Anuario Estadístico - Movimiento del Registro Público 2012,» Pasto, 2012.
- [28] PNUD - Estado de avance, objetivos Alcaldía de Tunja, «Estado de avance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio,» Tunja, 2012.
- [29] UIT, «Recomendación UIT-T E.164 - Suplemento 2 - Portabilidad de número,» 2012.
- [30] UIT, «Recomendación UIT-T E.164 - Suplemento 2,» 1998.
- [31] Banco Mundial, Manual de Reglamentación de Telecomunicaciones, Washington, 2000.

- [32] CRC, Modelo de costos de redes fijas - documento sectorial, Bogotá, 2004.
- [33] S. N. Durlauf y L. E. Blume , «The New Palgrave Dictionary of Economics,» 2008.
- [34] H. R. Varian, «Microeconomic Analysis,» W.W. Norton & Company , 1998.
- [35] J. P. Maicas y Y. Polo, «Reducing the level of switching costs in mobile communications: The case of mobile Number Portability,» *Telecommunications Policy*, pp. 544-554, 2009.
- [36] UIT, Metodologías, modelación y aplicación para fines de regulación tarifaria, Ginebra, 2008.