

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**GESTIÓN Y COORDINACIÓN DE OFERTAS TÉCNICAS DE VOZ  
SOBRE IP EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

**INFORME ESCRITO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

**P R E S E N T A**

**HERNÁN QUETZALCÓATL VERA OROZCO**

**AVAL:**

**M.I. MARCO ANTONIO VIGUERAS VILLASEÑOR**

**Ciudad Universitaria, México D. F. 2015**

# Agradecimientos

## **A mi esposa, Mariana Sánchez Reyes**

Por inspirarme con el ejemplo día con día. Y por ser un apoyo incondicional en todo momento.

## **A mi mamá, Alicia Irma Orozco Acosta (†)**

Por enseñarme la importancia de la confianza en uno mismo y por enseñarme a luchar por mis sueños.

## **A mi padre, José Jesús Efrén Vera Aldave**

Si no fuera por su ayuda no sería la persona que soy ahora. De él aprendí a hacer lo correcto sin importar el costo personal.

## **A mis hermanos, Nils, Rodrigo, Adriana, Alicia (†) y Jesús**

Que resultaron ser una gran fuente de conocimiento y motivación.

## **A Alberta Mendoza García**

Por su apoyo desinteresado en todo momento.

## **Y a Marco Viguera Villaseñor**

Por aceptar dirigir mi informe y de esta forma ser pieza clave y fundamental en la consecución de este objetivo.

"La persistencia da confianza y continua actitud mental correcta seguido de una acción coherente, traerá el éxito."

Claude M. Bristol

# Índice

Capítulo 1 .....	5
Introducción.....	5
Capítulo 2.....	7
Estructura de la empresa .....	7
2.1    Proceso de Venta.....	7
2.1.1    Pre-venta – Centro de Soporte .....	8
2.1.2    Venta .....	9
2.1.3    Post-venta .....	9
2.2    Organigrama de la empresa .....	9
Capítulo 3.....	11
Descripción de roles.....	11
3.1 Administrador de ofertas - BM (“ <i>Bid Manager</i> ”).....	11
3.2 Recurso de Voz sobre IP .....	14
3.3 Líder Técnico de la Solución o TSL (“ <i>Technical Stream Leader</i> ”).....	15
Capítulo 4 .....	17
Red GSM para Costa Rica.....	17
4.1 Análisis .....	17
4.2 Diseño .....	19
4.3 Resultados .....	20
Capítulo 5.....	22
Infraestructura VoIP para Monterrey.....	22
5.1 Análisis .....	22
5.2 Diseño .....	23
5.3 Resultados .....	26
Capítulo 6 .....	27
Red Modelo LTE para empresa Rusa .....	27
6.1 Análisis .....	27
6.2 Diseño .....	28
6.3 Resultados .....	34
Capítulo 7 .....	36
Virtualización en Latino América.....	36
7.1 Análisis .....	36
7.2 Diseño .....	38
7.3 Resultados .....	39
Capítulo 8.....	40

Conclusiones y Resultados.....	40
Glosario .....	42
Bibliografía .....	45

## Capítulo 1

### Introducción

Al terminar la carrera de ingeniería en computación ingresé a trabajar en el mundo de las telecomunicaciones. A pesar de no ser la ingeniería que estudié, la ingeniería en telecomunicaciones ha demostrado en repetidas ocasiones su afinidad con la carrera de ingeniería de computación. No sólo las dos carreras comparten un gran número de asignaturas sino que la forma en abordan los problemas, así como los objetivos y metas de ambas son muy similares.

La empresa en la que laboro es el resultado de una fusión entre dos empresas líderes en su campo. La compañía está compuesta por el grupo de negocios de redes de una y los negocios de tecnología móvil de la otra. El resultado es, una empresa europea, líder en soluciones en el campo de las telecomunicaciones. Esta fusión fue el inicio de una serie de cambios que modificarían a la compañía desde sus raíces, todo con la finalidad de ser una empresa más competitiva.

La empresa se dedica a la venta de redes de telecomunicaciones a nivel mundial con la finalidad de que los operadores puedan dar el mejor servicio al usuario final. Esta venta se efectúa a través de licitaciones realizadas por los diferentes operadores de todo el mundo. Cada vez que un operador requiere de un nuevo servicio o funcionalidad en su red, se inicia el proceso de licitación. En éste participan diferentes compañías, las cuales, a lo largo de un complejo proceso administrativo, compiten para mostrarle al operado que sus productos y servicios son los mejores ya sea en funcionalidades, precio, calidad o servicios.

Ingresé a la compañía en el 2009, año muy complicado para el mundo de las telecomunicaciones. Los principales factores fueron la devaluación de las bolsas de valores europeas, la aparición de nuevos y agresivos competidores y la desaceleración del mercado de las telecomunicaciones. Con el objetivo de contrarrestar esta situación, la empresa sufrió una gran reestructuración a todos los niveles. Quizás el cambio más significativo, además de despidos masivos alrededor del mundo, fue la creación de un centro de soporte global.

Con la creación del centro de soporte global, los recursos de la compañía se dividirían para así enfocarse en labores muy diferentes pero igualmente importantes. La división de pre-venta y venta serían por primera vez claramente distinguidas, lo que permitiría una mayor especialización de los recursos así como un costo de operación más bajo.

Este trabajo representó un gran reto para mí ya que a pesar de la afinidad de mi carrera con el giro de la empresa, había ciertos conocimientos que debía aprender lo más pronto posible. Sin embargo, resultaba un reto bastante interesante. El mundo de las telecomunicaciones era un terreno virgen para mi aprendizaje con capacidades ilimitadas.

He trabajado en la empresa por seis años hasta ahora. Mi primer año estuve en el área de ventas como administrador de ofertas BM ("*Bid Manager*") lo que me dio el conocimiento general de la empresa además de la estructura necesaria para poder manejar y entender el proceso de las licitaciones.

Posteriormente me cambie al área de pre-venta donde fui responsable de la tecnología de voz sobre IP ("*Internet Protocol*") VoIP ("*Voice Over IP*") de las ofertas. En este rol me especialicé en el conjunto de equipos que hacen posible dar servicios de voz haciendo uso del protocolo IP en una red de telecomunicaciones. El enfoque de esta posición era puramente técnico.

Finalmente fui ascendido a la posición que desempeño actualmente Líder Técnico de la Solución TSL ("*Technical Stream Leader*"). El TSL junta la gestión del BM y la parte técnica del recurso de VoIP pero con una visión periférica de la solución ya que es responsable de todos los equipos de la red así como de la coordinación de los diferentes equipos de trabajo desde un punto de vista técnico.

Fue en este rol donde los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera realmente dieron frutos. Sin las bases que obtuve de la carrera no hubiera podido aprender todo lo necesario para trabajar en esta área.

En el capítulo 2 se describe la estructura de la empresa así como el proceso de venta que sigue la compañía en el mundo de las telecomunicaciones. En el capítulo 3 se detallan los diferentes roles que he tenido dentro de la compañía a lo largo de estos seis años.

Los capítulos 4, 5, 6 y 7 son ejemplos de ofertas que he desempeñado en mi estancia en la empresa. Cada uno de los capítulos describe mi desempeño en un rol diferente con responsabilidades distintas.

Finalmente, en el capítulo 8 se resaltan los aspectos más importantes de este trabajo y se discute acerca de las expectativas futuras.

## Capítulo 2

### Estructura de la empresa

La empresa se divide en tres equipos de trabajo enfocados a los diferentes niveles de interacción con el cliente durante una oferta. Esta interacción se ve reflejada en el proceso de venta. El proceso de venta se describe a continuación.

#### 2.1 Proceso de Venta

El proceso de venta de la empresa está basado en las licitaciones. Cuando un cliente tiene una necesidad en su red, lanza una licitación para ver quién será el que provee de una solución al operador. El proceso de licitación empieza con el contacto con el cliente y termina con la firma de contrato como se puede ver en la Figura 2.1.

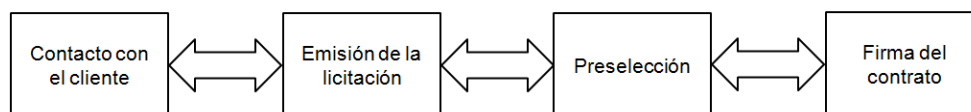


Figura 2.1: Proceso de licitación

Con la finalidad de hacer una venta, la empresa pasa por diferentes procesos. Existen divisiones especializadas en cada una de estos procesos. Principalmente los procesos se pueden dividir en tres para los cuales existe un grupo determinado que es el responsable dentro de la empresa.

- i) Pre-venta: Se considera pre-venta, a todo proceso que es necesario seguir para responder a la licitación del cliente. Es justo esta división la que fue creada a partir del 2008 para hacer el proceso más eficiente.
- ii) Venta: El proceso de venta es toda la interacción que se lleva a cabo con el cliente. Puede ir desde la identificación de la oportunidad hasta la firma de contrato.

- iii) Post-venta: Una vez realizada la venta se dispara el proceso de post-venta, el cual es el responsable de entregar los equipos en tiempo y forma.

Antes del 2009 los procesos de pre-venta y venta eran manejados por el mismo grupo de trabajo. Esto hacía del proceso de venta un proceso lento sin especialización, ya que las tareas manejadas por la división de trabajo eran demasiadas y con enfoques muy distintos.

Es importante recalcar que de los 3 procesos de venta sólo he tenido participación directa en los primeros dos. Hasta el momento no he tenido participación en la post-venta que es la etapa donde se llevan a cabo la configuración de los equipos ya en la red del operador.

### 2.1.1 Pre-venta – Centro de Soporte

En el 2008 fue creado un grupo especial de soporte con la finalidad de hacer ofertas más eficientes y de mejor calidad. Este centro de soporte se enfocaría en todo lo que respecta a la preventa. Actualmente el Centro de Soporte se encuentra en 4 localidades. La primera localidad se ubicó en India (Noida) en el 2008, dos años después en México (D.F.) y finalmente China (Bejín) y Ucrania (Keiv). Gracias a esta distribución, el equipo de ventas siempre cuenta con ayuda sin importa el huso horario en el que se encuentre.

La principal contribución del centro de soporte en una oferta o licitación se enfoca a tres entregables:

#### **Respuestas punto a punto**

Un elemento integral de la ofertas son las respuestas punto a punto. El propósito de este documento es contestar todas las dudas que pudiera tener el cliente con respecto a la tecnología ofertada. La cantidad y complejidad de preguntas del documento varía dependiendo la oferta y el cliente. El contestar este documento requiere de un gran esfuerzo ya que generalmente el número de preguntas enviadas por el cliente se cuentan en el rango de los miles y son de una complejidad considerable.

#### **Lista de materiales**

La lista de materiales es el resultado de las configuraciones realizadas de acuerdo a las especificaciones del cliente. Ésta lista indica todos los elementos de los que se compone la red: servidores, tarjetas, fuentes de poder y todo elemento necesario para que la red funcione. Las redes configuradas pueden ser de diferentes tecnologías y estar dimensionadas para decenas de millones de usuarios en diferentes estados o incluso diferentes países.

#### **Descriptivo de la solución**

El fin de este entregable, como su nombre lo indica, es crear un documento que contenga un resumen de carácter técnico/ejecutivo de la solución. Requerimientos del cliente, soluciones propuesta por la empresa así como descripción de los productos y funcionalidades de los mismos son algunos de los tópicos abordados en este documento. Todo con un enfoque personalizado al operador.



### 2.1.2 Venta

La principal característica del proceso de venta es la interacción con el cliente. Para este proceso es fundamental una buena relación con el operador. Mientras más estrecha sea la relación más sencillo será identificar las necesidades del cliente. Es común que el cliente no éste consciente que tiene una necesidad. Una vez identificada la oportunidad, se desarrolla una solución para satisfacer las necesidades del cliente con base en los productos de la empresa y finalmente se le presenta al cliente. La Figura 2.2 muestra el proceso de identificación de la oportunidad.

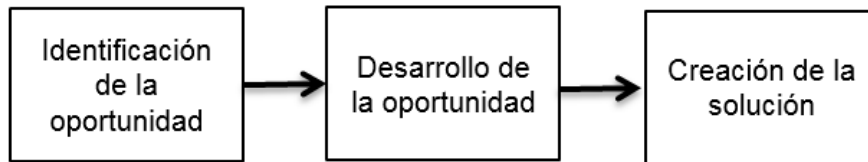


Figura 2.2: Indentificación de la oportunidad

### 2.1.3 Post-venta

El proceso de post-venta (Figura 2.3) es tan importante como los otros procesos sin importar que el contrato ya haya sido firmado. En la etapa de entrega de los equipos el cliente revisa que los parámetros de calidad sean los prometidos en la licitación. En caso de que estos parámetros no sean los adecuados, el operado puede multar a la empresa por incumplimiento de contrato y vetarlo para futuras licitaciones.

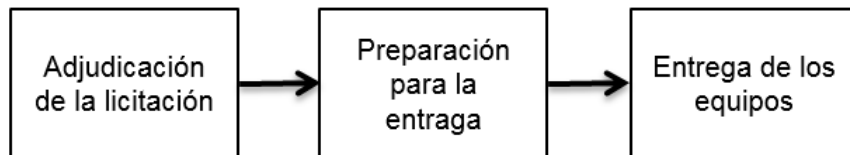


Figura 2.3: Proceso de Post-venta

A pesar de la separación de las tres divisiones, debe existir una estrecha comunicación entre cada una de las áreas para que la oferta en su totalidad sea consistente y así evitar problemas con el operador.

## 2.2 Organigrama de la empresa

La empresa se encuentra dividida en tres grandes bloques: pre-venta, ventas y operaciones para un mejor manejo de las licitaciones. El grupo de pre-venta es el encargado de dar respuesta a las licitaciones. El grupo de ventas está en constante contacto con el cliente con la finalidad de entender sus requerimientos y así poder entregar soluciones acorde a sus necesidades además

de ser el responsable de entregar las licitaciones. El grupo de operaciones instala los equipos una vez que la venta haya sido adjudicada.

A su vez, la compañía está dividida de acuerdo a las tecnologías que maneja. En esta división son tres las categorías principales: Soluciones de Negocio, Soluciones de Red y Servicios.

### Soluciones de Negocio

La división de negocios de la compañía está compuesta de los productos necesarios para dar servicios de voz, cobros, facturación y seguridad, así como los equipos encargados de la gestión de toda la red.

### Soluciones de Red

La división de soluciones de red está compuesta principalmente de los equipos que conforman la parte de acceso y transporte de la red de comunicaciones.

### Servicios

La división de servicios es la encargada de la implementación de la red, la capacitación del personal, repuestos y mantenimiento de las redes una vez instaladas. Finalmente se encarga de todas las integraciones de carácter especial con equipos que no forman parte de la solución de la empresa.

En la Figura 2.4 se muestra el organigrama de la empresa.

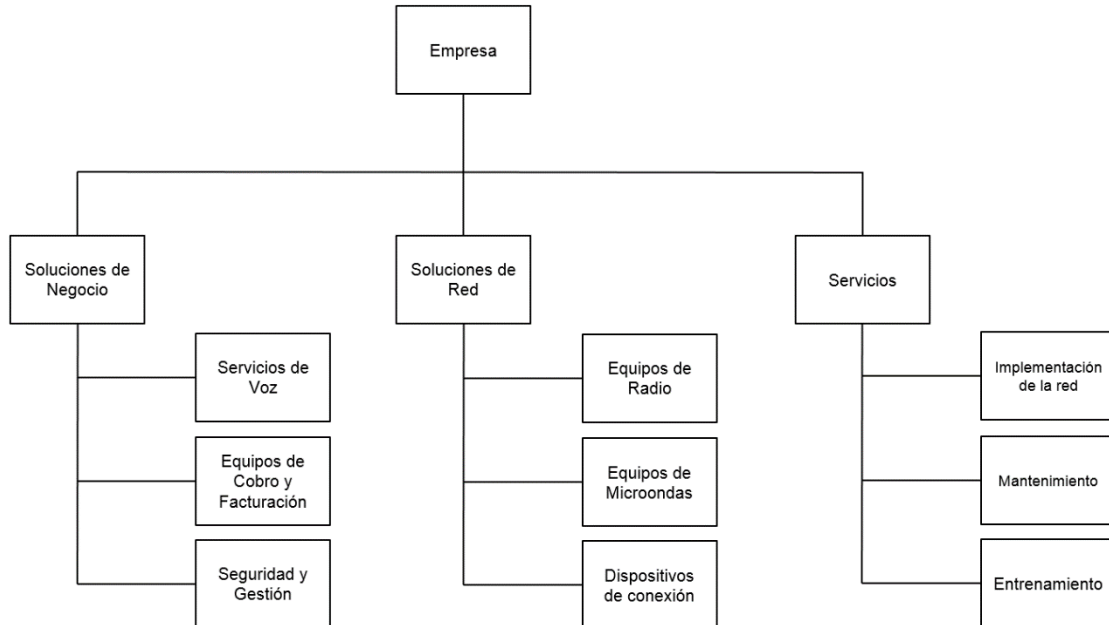


Figura 2.4: Organigrama de la empresa

## Capítulo 3

### Descripción de roles

Durante mi estancia en la empresa he desarrollado principalmente tres roles. Durante el primer año, mi trabajo fue ser BM o administrador de ofertas. Esto me sirvió para entender la estructura de la empresa, el desarrollo de las ofertas, así como fue mi primer acercamiento a las diferentes tecnologías dentro de la compañía.

Los siguientes dos años me especialicé en la división de Voz sobre IP o VoIP. Estuve involucrado en la respuesta de las licitaciones en lugar de la gestión como fue el caso de mi rol anterior. Finalmente, en mi tercer rol dentro de la empresa y que actualmente desempeño, es el de líder técnico de la solución o TSL. En éste rol tengo una visión general de toda la arquitectura de una red de telecomunicaciones. Los roles que he desempeñado se describen a lo largo de éste capítulo.

#### 3.1 Administrador de ofertas - BM (*Bid Manager*)

El propósito de la gestión de la oferta dentro de la empresa es el optimizar y maximizar la eficiencia con el objetivo de ganar nuevos contratos. Se requiere realizar las licitaciones de manera profesional para asegurar que las soluciones ofertadas sean rentables. Un análisis de riesgos, seguimiento al proceso de aprobación así como estrategias de precios son procesos necesarios dentro de la oferta y todos son gestionados por el administrador de la oferta.

#### **Proceso de Ventas**

El administrador de la oferta trabaja en estrecha colaboración con el equipo de ventas en la realización de las licitaciones, en la realización de ofertas proactivas y presentaciones al cliente. Éste desempeña un rol de gestión en el proceso de pre-venta y obtiene el compromiso necesario de los recursos de la empresa para que la oferta salga en el tiempo y con la calidad requerida.

La principal función del proceso de venta es crear y capturar la demanda de los clientes. Esto se logra identificando las oportunidades de venta, creando soluciones para el cliente y cerrando los negocios. Así mismo, el proceso de venta define las fases del proyecto, las tareas a realizar, los roles y responsabilidades del grupo de trabajo.

El BM es un elemento crucial en proceso de venta. Sus actividades se desarrollan en la parte central del proceso y son principalmente tres.

### **Desarrollo de la oportunidad**

Una vez que la licitación es recibida el BM es responsable de:

- Crear el equipo responsable de responder la licitación
- Crear y preparar la junta previa al inicio de la oferta
- Asegurarse de que el análisis de viabilidad de la oferta sea llevado a cabo

### **Creación de la solución para el cliente**

En esta fase el BM es responsable de:

- Crear y prepara la junta inicial de la oferta
- Creación del archivo de control de la oferta
- Gestionar y monitorear las actividades del proceso de venta
- Consolidación de la oferta

### **Adjudicación del caso**

Finalmente, el BM realiza las siguientes funciones en la fase de adjudicación:

- Soportar al equipo de ventas durante las negociaciones finales con el cliente.
- Liderar las juntas de seguimiento con el equipo de ventas
- Actualización del archivo de control de la oferta en la etapa de negociaciones

### **Preparación de un calendario de actividades**

La planeación de lo oferta no debe consumir más de un 20% del tiempo total. Si se consume más tiempo, se corre el riesgo de comprometer la calidad o inclusive la entrega de la oferta. La mejor forma de ahorrar tiempo de la oferta es definir una estrategia consistente y manejar documentos formateados desde el principio.

El desarrollo de la oferta generalmente consumé al menos la mitad del tiempo. Finalmente, la impresión de los documentos y la entrega de la oferta consumirán aproximadamente un 20%. Es importante considerar adicionalmente un 10% para contingencias. Puede haber cambios requeridos por el cliente, errores en las configuraciones o un sin fin de imprevistos que puedan hacer que la oferta se retrase. Es por esto que es necesario considerar un porcentaje del tiempo para solventar cualquier contingencia que pueda surgir. La Figura 3.1 describe el proceso de planeación de actividades.

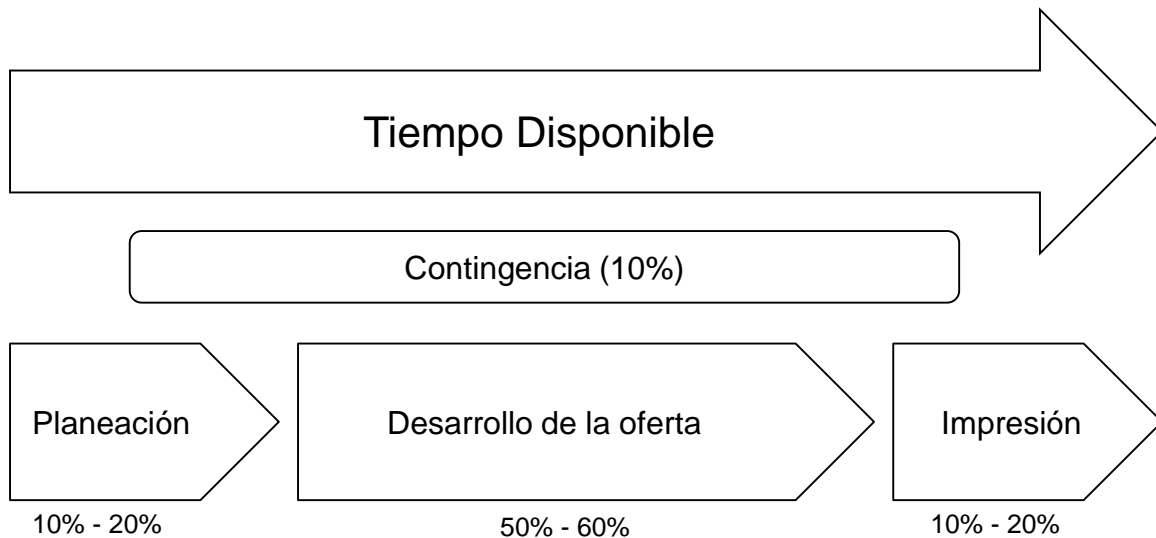


Figura 3.1: Planeación de las actividades.

Con la finalidad de darle seguimiento a la oferta, los BM utilizan un archivo de control como herramienta principal de trabajo. Es responsabilidad del BM su creación y su constante actualización. Una vez realizado este archivo es compartido con todo el grupo de trabajo. Sus principales características son:

- Información de contacto: Aquí se encuentra la información de contacto de todos y cada uno de los recursos involucrados en la oferta. Una vez compartida la herramienta, cualquier persona involucrada en el caso tiene acceso a la información de contacto de todo el equipo de trabajo.
- Información del caso: Esta sección es alimentada con información relevante del caso como necesidades del cliente, información acerca de la competencia y la estrategia que se seguirá a la largo de la oferta.
- Ruta Crítica: Cada oferta o licitación cuenta con una fecha de entrega. Esta fecha debe ser cumplida ya que en caso que alguna empresa no lo haga, queda automáticamente descalificada. En esta sección se especifican los diferentes puntos de control que se fijarán con el objetivo de llegar a la fecha final de entrega sin ningún contratiempo.
- División de trabajo: En esta sección, la totalidad de la oferta es dividida en secciones y asignada a personas en específico que serán los responsables de completar esas secciones en el tiempo establecido.
- Análisis de riesgos: En esta sección se consolidan todos los riesgos que van surgiendo a lo largo de la oferta. La finalidad del análisis de riesgos no es la eliminación de estos sino el control y el manejo.
- Aprobación de la oferta: El análisis de viabilidad de la oferta así como el análisis de riesgos son los elementos principales en la aprobación de la oferta. En caso de que no sea conveniente para la compañía el realizar la oferta o si los riesgos que se toman son demasiados la oferta puede ser rechazada.

En caso de que la oferta sea exitosa, el BM participa en la correcta entrega al responsable del proyecto con la finalidad de iniciar la orden de compra y las actividades de la división de servicios.

En el Capítulo 4 Red GSM para Costa Rica se ejemplifica mi participación en un caso como BM.

## 3.2 Recurso de Voz sobre IP

Dentro de la organización de soluciones de negocio, existen diferentes unidades de negocio de acuerdo a las funciones que realicen los equipos que la conforman. En mi segundo rol dentro de la empresa, me enfoqué en la unidad de negocios responsable de la Voz Sobre IP (VoIP).

La división de VoIP estaba enfocada a cambiar los negocios de voz convencionales de los operadores por una solución IP basada en servicios de siguiente generación. Esto incluía todos los productos, soluciones y servicios de integración que simplificarán las redes del operador. Todo esto con la finalidad de mejorar la experiencia del usuario así como el dar la posibilidad a los operadores de utilizar nuevos esquemas de negocio.

Los productos en los que me especialicé son los siguientes:

### **a) Conmutación por Software – SS (“Softswitch”)**

El SS provee servicios de voz y control de la puerta de enlace de medios - MG (“*Media Gateway*”) para la interconexión de servicios multimedia entre redes IP. Estas redes pueden ser por cable o inalámbricas así como TDM o IP. Sus principales funciones son el control de conexión de la llamada, la facturación, autenticación y autorización de servicios.

### **b) Servidor de aplicaciones de telefonía – TAS (“*Telephony Application Server*”)**

El TAS garantiza los servicios de voz para las llamadas VoIP de la red. Sus funciones son similares al SS con la diferencia de que este no cuenta con control del MG. Así mismo, provee de todos los servicios que se encuentran en el mundo de telefonía fija a los usuarios VoIP (llamada en espera, tres a la vez, tonos, etc.).

### **c) Servidor de aplicaciones de Red – WAS (“*Web Application Server*”)**

El WAS también da servicios de voz basados en IP pero para usuarios de una categoría mayor que el servidor de aplicaciones de telefonía. Los usuarios en los que se enfoca este servidor son usuarios tipo empresarial cuya demanda de recursos y funcionalidades es mayor que un usuario convencional. Tiene una mayor gama de funcionalidades además de contar con servicios multimedia. Sus dos principales características son contar con una interfaz Web así como la facilidad de desarrollar nuevas aplicaciones desde el equipo. Este elemento es excelente complemento al servidor de aplicaciones, sin embargo, su costo es considerable.

### **d) Servidor de media MS (“*Media Server*”)**

Para los MS contamos con 2 productos proporcionados por una empresa independiente a la empresa. Con ayuda de los MS, el operador puede ofrecer servicios de correo de voz, tonos, video conferencias, juego en línea, entre otras funciones multimedia. Este servidor sirve como

complemento a los dos anteriores. Dependiendo el país y el tipo de operador se decidía el número y tipo de servidores que se incluía en las ofertas.

#### **e) Controlador de sesiones de frontera SBC (“*Session Border Controller*”)**

El SBC provee de seguridad a la red además de ser la interfaz entre los diferentes dominios IP. El control de acceso es su principal función y cuenta con dos tipos diferentes, estáticos y dinámicos. Sus funcionalidades más relevantes son la interceptación legal, el ocultar la topología de la red a equipos fuera de ella y protección contra ataques DoS. El SBC no es producido por la empresa, en cambio se oferta un equipo proporcionado por un socio de negocio.

Como se vio en el Capítulo 1.2 el centro de soporte se especializa en tres entregables. Como recurso de Voz Sobre IP daba soporte en esos tres entregables cuando la solución incluyera uno o más de los productos mencionados.

Para las respuestas punto a punto, contamos con un gran número de documentos en donde se describe el funcionamiento de los equipos a detalle. Los documentos varían dependiendo de la funcionalidad y características o enfoque en el que se describen. Un gran número de preguntas que realiza el cliente pueden ser respondidas con ayuda de estos documentos. Para el resto de las preguntas contamos con un grupo de expertos que nos ayuda para las preguntas que no estuvieran especificadas en los documentos. Finalmente, en caso de que esto no fuera suficiente, el grupo de investigación y desarrollo de la empresa se encarga de las preguntas restantes.

En cuanto a la lista de materiales contamos con herramientas que nos ayudan a dimensionar los equipos de acuerdo con los requerimientos del cliente. Fue requerido una capacitación para el correcto uso de la herramienta. Cada cliente y cada tecnología tiene diferentes tipos de parámetros de red por lo que no hay una configuración que sea igual.

En lo que se refiere al descriptivo de la solución sólo nos enfocamos a la sección en la que se describen nuestros productos. El principal objetivo es describir el producto así como sus principales características, todo desde un enfoque ejecutivo/comercial de la manera más concisa posible.

Todos estos entregables pasan por un proceso de calidad el cual nos permite identificar errores a tiempo y mejorar la calidad. Una vez que todos los errores se han corregido, los documentos se envían al TSL y al BM para su consolidación.

### **3.3 Líder Técnico de la Solución o TSL (“*Technical Stream Leader*”)**

El TSL es la persona responsable de la parte técnica de la oferta y en coordinación con el BM, son responsables de la calidad de los entregables así como de que los tiempos se cumplan.

Como se vio el Capítulo 2.2 Organigrama de la empresa, la empresa se encuentra dividida en diferentes grupos de trabajo dependiendo de la tecnología. Cada oferta requiere de diferentes tipos de tecnologías para satisfacer los requerimientos del cliente, no hay ofertas idénticas. Por esta razón, el TSL es quién diseña la solución personalizada para las ofertas y licitaciones.

Es responsabilidad del TSL que el diseño de la solución cumpla con todos y cada uno de los requerimientos del cliente de la mejor forma posible. Éste coordina a todo el personal técnico de la oferta y define el alcance del proyecto. Al llegar una oferta o licitación, el TSL se encarga de la repartición del trabajo con la finalidad de que todo el personal técnico este consciente de lo que le corresponde hacer en la oferta. Una vez hecho esto, todo el equipo técnico empieza a trabajar en su tarea específica.

Los 3 principales entregables en los que se enfoca el TSL son los mismos en los que se enfoca el centro de soporte. Durante la elaboración de la oferta el TSL puede enfrentar diversos problemas. Dos de los más importantes por el impacto que tiene en la oferta son:

### **1. Identificación de riesgos**

El incumplimiento de requerimientos y el desarrollo de tecnología futura son temas sensibles que deben ser considerados como riesgos ya que puede implicar cuestiones económicas o comerciales. Un riesgo de esta índole puede costarle millones de euros a la empresa o implicar un veto por parte de los clientes. Estos riesgos deben ser consolidados y discutidos con el grupo de ventas.

### **2. Desacuerdos en los equipos de trabajo**

A veces, los integrantes de los equipos de trabajo se desenvuelven de manera independiente, lo que genera inconsistencias en la solución. También puede darse el caso de que dos soluciones que funcionan correctamente de manera independiente no lo hacen de manera conjunta. Ya que el TSL trabaja de manera conjunta con todos los equipos de trabajo le es posible la identificación y corrección de estos problemas.

Cuando todos los equipos de trabajo terminan su contribución, el TSL es el encargado de consolidar todos los documentos. Una vez consolidado, el TSL deberá asegurarse que toda la oferta (cada entregable) esté alineada con la estrategia de la empresa. Es por esto y otras razones que surge la necesidad de un líder técnico.

Como se mencionó anteriormente, por el momento no he estado involucrado en la etapa de post-venta. En ésta etapa es donde se lleva a cabo la configuración de los equipos en la red del cliente. Ventanas de mantenimiento y solución de problemas en la red son algunas de las características que describen esta área.

En los capítulos 4, 5, 6 y 7 se comenta acerca de cuatro ofertas en las que estuve involucrado desempeñando cada uno de los roles en lo que participé.



## Capítulo 4

### Red GSM para Costa Rica

La oferta para la red GSM para Costa Rica fue una de mis primeras ofertas. La oferta se desarrolló en el 2009. En aquella ocasión desempeñé el rol de BM tal como se describe en el capítulo 3.1 Administrador de ofertas - BM (“*Bid Manager*”).

#### 4.1 Análisis

Se realizó un proyecto para una compañía pública costarricense que controlaba un monopolio de telecomunicaciones y energía en Costa Rica. El proyecto consistía principalmente en una expansión a la red GSM que la compañía ya tenía. La compañía costarricense se concentraba principalmente en ese momento en su red GSM con el objetivo a migrar a 3G, desarrollar un núcleo IP y cambiar de TDM a NGN en lo que respecta a VoIP.

Durante el periodo de 2008 a 2010 se pretendía realizar importantes inversiones con el objetivo de hacer frente a los nuevos operadores que entrarían al mercado. La compañía costarricense tenía gran interés en que los proveedores de esta expansión fueran diferentes a los que habían instalado la primera parte de su red GSM. Esto daba a la empresa en la que laboro grandes oportunidades de adjudicarse la licitación.

Durante la oferta, una competencia se llevaba a cabo para determinar quién instalaría la nueva red 3G en Costa Rica. En el 2009 la compañía pública liberaría el monopolio en lo que respecta los servicios de telefonía celular y el Internet, sin embargo, la telefonía fija y el transporte seguirán bajo su control absoluto.

Al liberar la licitación la empresa costarricense había especificado que si alguna de las respuesta punto a punto no coincidía con sus requerimientos el licitador sería automáticamente descalificado del proceso de selección. Por esta razón, la empresa donde trabajo se basó principalmente en realizar una respuesta 100% acordé a lo que la compañía costarricense solicitaba en cuanto a tecnología se refería.

De la misma manera, se debía cumplir al 100% en la parte comercial y legal de la oferta. Cualquier participante que no cumpliera con estos requisitos sería eliminado del concurso. Cabe mencionar que esto es algo característico de la empresa que realizaba la licitación. Normalmente, el nivel de cumplimiento es un discriminante.

Finalmente, se debía entregar una oferta económicamente competitiva con respecto a los otros competidores. Hasta el momento el competidor más agresivo de todos no sólo cumplía con los requisitos antes mencionados sino que además, por ser una empresa subsidiada, ofertaría precios muy por debajo de lo acostumbrado.

Para esta licitación desempeñé el rol de BM “*Bid Manager*”. Mi trabajo principalmente consistió en la coordinación y gestión de la oferta, asegurándome que todos los requisitos fueran cumplidos tal como el cliente lo requería. Esto tenía implicaciones tecnológicas, legales y comerciales que podían afectar a la empresa de forma considerable si no eran tratadas con el cuidado necesario.

Dadas las condiciones de esta licitación, un análisis de riesgos exhaustivo fue necesario de mi parte. Cada incumplimiento debía ser analizado a detalle con todo el grupo de trabajo, tanto el equipo técnico como el equipo de ventas y el departamento legal para poder cambiar el nivel de cumplimiento y documentar el riesgo de manera adecuada. Para esto, se requirió la gestión de un grupo de trabajo de grandes dimensiones, cuyos integrantes estaban ubicados en diversos países de Latinoamérica.

Todos estos elementos hacían que la oferta tuviera un nivel de aprobación especial por parte de los altos mandos de la compañía. La coordinación de este proceso también fue realizado por mí.

Adicionalmente, revisé y consolidé la oferta económica con la finalidad de corroborar que no hubiera ningún error en ella. Dado el tamaño de la solución, esta labor fue exhaustiva y complicada debido al gran número de productos y elementos incluidos.

Finalmente, una vez que la oferta estuvo completa por las diferentes unidades de negocio, mi labor fue la de consolidar todos los documentos y asegurarme que todo estuviera completo y listo para ser entregado al cliente.

De último minuto, una nueva empresa entro a la oferta. Dada su corto tiempo en el negocio de las telecomunicaciones se había visto forzada a competir con base en la compra de referencias. En otras palabras, no le interesaba hacer una ganancia de la oferta si no tener buenas referencias para ofertas futuras. Es por eso que sus precios eran exageradamente bajos. Sin embargo, su falta de presencia en el mercado resultaba ser una desventaja muy grande para ellos.

La empresa en donde trabajo contaba con una gran cantidad de configuraciones similares ya instaladas y funcionando a lo largo del planeta. Así mismo, en ese momento existían varias configuraciones en las cuales se había instalado equipos con el mismo núcleo que se encontraba en funcionamiento en Costa Rica. De igual forma la empresa en la que laboro tenía un largo historial en lo que respecta a la tecnología GSM. Había instalado cerca de seis millones de transmisores GSM que daban soporte a un gran número de operadores a nivel mundial. Todo esto enfocado a dar servicio a mil quinientos millones de usuarios GSM.

## 4.2 Diseño

El proyecto consistía en la venta e instalación de 215 radio bases que trabajaran en las frecuencias 850/1800 Mhz instaladas a lo largo del territorio del país. La empresa costarricense estaba interesada en incrementar el área de cobertura y el número de usuarios con la que su red contaba en esos momentos. Así mismo había que hacer una implementación para interconectar los nuevos equipos con el núcleo que se encontraba en operación.

La logística del proyecto se llevaría en cuatro fases y con cuatro diferentes tipos de configuraciones. Los equipos se distribuirían de acuerdo con las necesidades de la red con el objetivo de distribuir los costos a lo largo de cuatro años. El detalle de la configuración se muestra en la Tabla 1.

Configuración	Cantidad	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
GSM 1800 (Torre)	9		5	2	2
GSM 800/1800 (Torre)	151	44	33	33	41
GSM 800/1800 (Piso)	40	6	12	15	7
GSM 800 / 1800 (Bastidor)	15	15			

Tabla 1: Configuración ofertada

Los servicios que incluían la oferta eran:

- Planeación de la red: La planeación de la red estaría a cargo de la empresa en donde trabajo. Esta planeación debería resultar en una configuración que hiciera funcionar la red de forma eficiente y adecuada.
- Implementación de la red: Esto incluía la instalación de todas las antenas y equipo necesario para el funcionamiento de la red.
- Examen del sitio: Una vez instalado se revisaría el correcto funcionamiento del mismo con una serie de pruebas rutinarias.
- Logística del Cliente: La empresa se haría cargo de toda la logística del proyecto. Por el operador costarricense no se vería involucrado en esta fase.
- Gestión del Proyecto: La empresa se haría cargo de la gestión del proyecto.
- Configuración: Una vez instalada la red, la empresa configuraría todo el software para dejar la red en completa operación.
- Integración con la red: El siguiente paso fue la configuración, la integración con la red global de internet.
- Aceptación de pruebas: Se correría una serie de pruebas para corroborar el buen funcionamiento de la red. Esta fase no sería completada sin la aceptación de la misma por parte del cliente.
- Mantenimiento de Hardware y Software: Se implementaría un programa de mantenimiento de la red.

Este proyecto requería de la participación de cuatro unidades de negocio dentro de la empresa. La primera era la parte de radio que se encargaría de las antenas BTS. La segunda sería transporte necesaria para los equipos de microondas. La tercera sería la unidad de operaciones que se encargaría de la gestión de la red así como de la interconexión con el núcleo que ya se encontraba en operación. Finalmente, la unidad de negocios que siempre está presente en las ofertas, la unidad de servicios, la cual se encargaría de la instalación y del mantenimiento de la red, así como de la capacitación requerida por la oferta.

Dada la fuerte competencia que existía, la empresa decidió utilizar una nueva antena BTS para reducir los precios, ya que el precio final siempre resulta ser determinante en la decisión por parte del cliente.

Esta antena era una nueva versión de antena utilizada normalmente, sin embargo, a pesar que esta antena pareciera ser la mejor opción se tuvo que hacer un análisis de los tiempos de la logística, ya que tenía que ser transportada desde China y pudiera ser que los retrasos de los tiempos fuera inaceptable.

Después de dicho análisis se optó por la antena nueva, pero la reducción en el precio final de la oferta no fue la esperada. Esto se debió a que con el fin de cumplir con los tiempos establecidos por logística, fue necesario pagar un transporte más costoso para que las antenas estuvieran listas para iniciar la instalación.

Durante el proyecto, se realizaron todas las tareas descritas en el capítulo anterior. En general, en cualquier oferta, el responsable de la gestión tendrá que dar seguimiento a cada una de las actividades para que se lleve a cabo la oferta de manera adecuada. Como se dijo antes, cualquier fallo en cualquiera de las funciones podría tener consecuencias negativas importantes.

La empresa hizo grandes esfuerzos para tener un precio por debajo del presupuestado del operador costarricense. Si bien es cierto que la empresa nunca se ha caracterizado por dar los precios más bajos, si se caracteriza por la alta calidad y su gran presencia a nivel mundial.

La combinación de estas situaciones le garantizó a la empresa el pasar el primer filtro de selección. Tiempo después, la empresa costarricense enviaría un nuevo grupo de preguntas para poder decidir entre la empresa y otro competidor, sin embargo, esto formó parte de otro proyecto.

### 4.3 Resultados

El primer filtro impuesto por la empresa costarricense dejó solamente a tres empresas compitiendo por la licitación. Dos chinas y la empresa donde trabajo. A pesar de pasar el primer filtro del operador costarricense, la oferta no fue adjudicada por la empresa donde trabajo. Al final, el discriminante más importante fue el precio. La figura 4.1 muestra el detalle de las ofertas económicas.

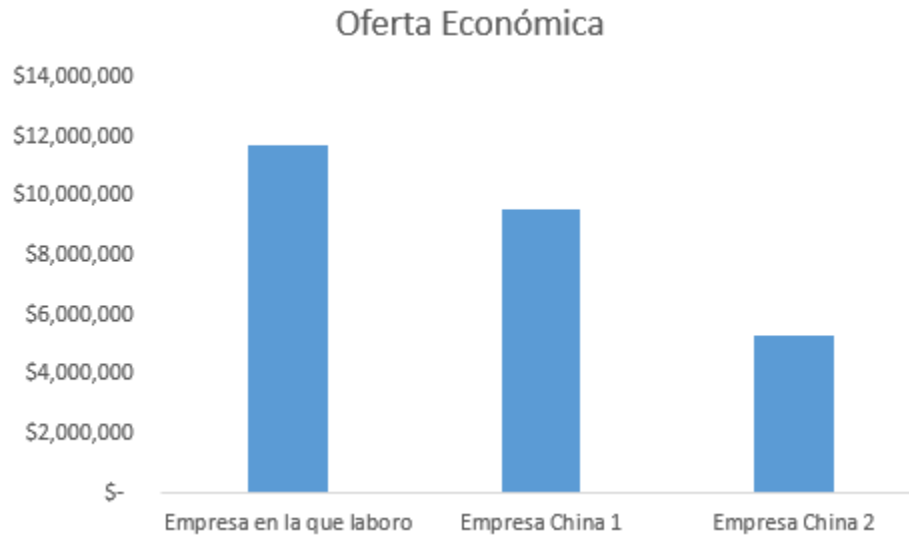


Figura 4.1 Relación de precios ofertados por las diferentes empresas participantes. Los valores representados se encuentran en dolares.

De las empresas que pasaron el filtro, en la que laboro fue la que tenía el precio más elevado. Antes del esquema tan agresivo de descuentos el precio ofertado era casi el doble de la empresa china que ganó la licitación y casi cuatro veces más que el otro competidor chino. La figura 4.1 muestra los precios ofertados después de los descuentos. El objetivo de la empresa era terminar con un valor menor al presupuesto que tenía la empresa costarricense. El presupuesto con el que contaba el operador era de 12 millones de dólares.

A pesar del gran esfuerzo que se hizo para tener una oferta económicamente agresiva, los descuentos ofertados no fueron suficientes. Al final el operador costarricense no sólo le interesaba que la oferta fuera menor que lo que tenía presupuestado sino que el precio sería un discriminante.

La entrada al mercado de empresas Chinas marcó una nueva era para los operadores de Latino América y para el negocio en general. La situación económica de los países de Latino América no es la ideal, lo que genera que los operadores basen sus decisiones en precio y no en la tecnología, calidad ni cumplimiento como se hacía anteriormente.

Esto significó un duro golpe para la compañía en donde trabajo ya que nunca se ha caracterizado por tener precios bajos. El esquema de negocios de la empresa va enfocado a la tecnología y a la calidad de servicio. Es por esto que la compañía siempre participa en la creación de estándares que marcan el rumbo que llevan las tecnologías.

Actualmente se ha perdido gran parte de la cuota del mercado que se tenía en Latino América a causa de esta situación. La empresa ha focalizado sus esfuerzos en otras regiones cuyo mayor discriminante no es el precio de las configuraciones.

## Capítulo 5

### Infraestructura VoIP para Monterrey

Durante esta oferta me desempeñé como recurso de VoIP, el rol que se describe en el capítulo 3.2 Recurso de Voz sobre IP. La oferta que se analiza a continuación se desarrolló en el 2010. El requerimiento del cliente fue un RFI (*Request for Information*), en este tipo de ofertas no se realiza ninguna configuración de equipo ya que el cliente sólo le interesa saber a cerca de la solución para posteriormente decidir que tendencia del mercado adoptará. Si la evolución de la tecnología convence al operador, los RFI se convierten en RFP (*Request for Proposal*) donde se dimensionan los equipos y se cotizan. Dadas las características de la oferta, solamente se trabajaron en dos entregables, descriptivo de la solución y respuesta punto a punto.

#### 5.1 Análisis

El operador para la que se realizó la oferta es una empresa de telecomunicaciones mexicana que ofrece servicios de ancho de banda así como servicios de valor agregado, con los más grandes estándares de calidad. Es un operador que estaba evolucionando rápidamente a la tecnología VoIP (*Voice Over IP*). Gracias a la Voz sobre IP el operador esperaba entregar un mejor servicio a un menor precio gracias a las bondades que ofrece esta tecnología.

Las necesidades principales del operador son:

- Proveer nuevas características en su red. (Un ancho de banda más barato, nuevas aplicaciones, mejor calidad de servicio).
- Incrementar la confiabilidad de su red con base en la arquitectura VoIP.
- Diferenciación con respecto a la competencia.
- Servicios avanzados.

Con el fin de satisfacer estas necesidades, y con ayuda del TSL del caso, utilicé los productos dentro del portafolio de la unidad de negocio de VoIP para crear una solución que la empresa en la que laboro pudiera presentar y que fuera atractiva para el operador. Salvo el sistema de gestión (elemento de red que se analizará en el siguiente capítulo) y la puerta de enlace de medios MG

(*Media Gateway*), todos los productos de la red provenían del área donde trabajaba y por tanto eran mi responsabilidad en esta oferta.

Una red VoIP autónoma, como la que solicitaba el cliente, requería necesariamente de los siguientes elementos del portafolio del que era responsable:

- Conmutación por Software – SS (“*Softswitch*”)
- Servidor de Media - MS (“*Media Server*”)
- Controlador de sesiones de frontera - SBC (“*Session Border Controller*”)

El servidor de aplicaciones de red – WAS (“*Web Application Server*”) no era indispensable y podía ser vendido como valor agregado de manera opcional. En lo que respecta al Servidor de Aplicaciones de Telefonía – TAS (“*Telephony Application Server*”) no fue necesario ofertarlo ya que el SS realizaría todas las funciones que este provee.

La solución propuesta contaba con las siguientes características:

- Es una solución altamente flexible, lo que le permite ser escalada de una manera económica.
- Es una solución estandarizada, lo que le permite interconectarse con otras redes y con equipos de proveedores diferentes.
- La solución posee un kit de desarrollo de software, lo que permite al usuario crear nuevas aplicaciones de una manera sencilla.
- La solución es la pieza clave para la convergencia móvil-fijo - FMC (“*Fixed Mobile Convergence*”) además de soportar la integración a un núcleo de Subsistema IP Multimedia - IMS (“*IP Multimedia Subsystem*”).
- La gestión de toda la red es realizada por una sola plataforma.

## 5.2 Diseño

La solución VoIP es basada en el Protocolo de Inicio de Sesiones - SIP (“*Session Initiation Protocol*”). Los principales roles en la red están definidos por la 3GPP en el estándar TS 23.002 [1], estos son:

- MGCF (“*Media Gateway Control Function*”): Es el dispositivo que controla la puerta de enlace de medios MG (“*Media Gateway*”). Es el responsable de la conexión de la llamada y determina el enrutamiento de las llamadas de la PSTN. Como funciones adicionales soporta el manejo de requerimientos como la llamada de emergencia y la interceptación legal.
- TAS (“*Telephony Application Server*”): El servidor de aplicaciones telefónica es el responsable de proveer todas las funcionalidades adicionales al ruteo a los usuarios. Funcionalidades como llamada en espera, conferencia, números gratuitos son algunas de las más importantes.
- MRF (“*Multimedia Resource Function*”): Su principal función es controlar los flujos de media. Este control se basa en la interpretación de los requerimientos del servidor de aplicaciones telefónicas (TAS). EL MRF se compone a su vez de otros dos roles:

- MRFC (“*Multimedia Resource Function Controller*”): Es el nodo de señalización de la función MRF. Su responsabilidad es el control de la función MRFP.
- MRFP (“*Multimedia Resource Function Processor*”): Es el nodo de datos utilizado para el procesamiento y manejo del contenido de media. Sus principales funciones son el soporte de tonos y anuncios, transcodificación y la mezcla de contenidos de media.
- MG (“*Media Gateway*”): Es un dispositivo de transición que convierte contenido de media digital a través de diferentes tipos de redes. Estas redes pueden ser PSTN (“*Public Switched Telephone Network*”), SS7 (“*Signalling System 7*”), NGN (“*Next Generation Network*”), IP (“*Internet Protocol*”), ATM (“*Asynchronous Transfer Mode*”), entre otras. En la Figura 5.1 se muestra un diagrama de bloques del MG.

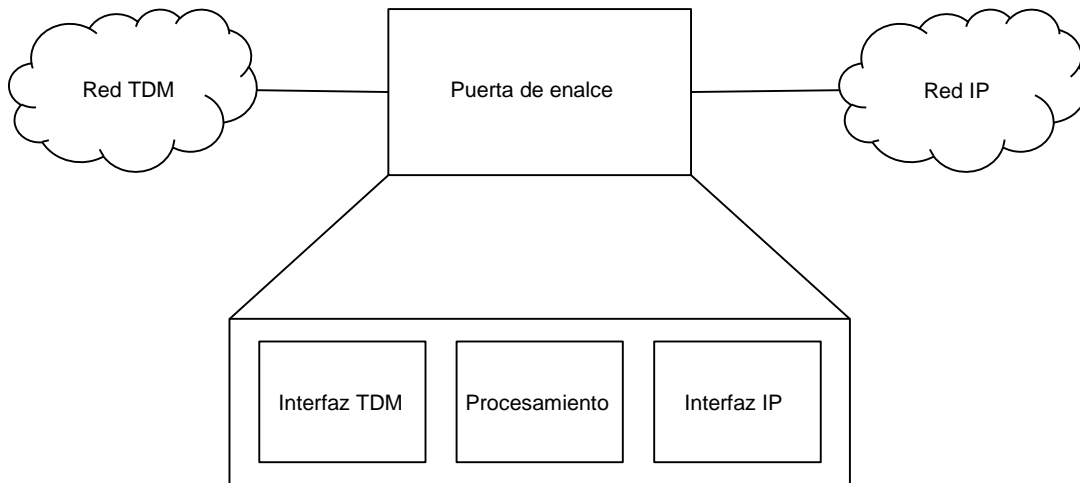


Figura 5.1:Puerta de enlace

- SBC (“*Session Border Controller*”): Es el encargado de la señalización necesaria en las comunicaciones realizadas dentro de una red VoIP. La seguridad también se encuentra dentro de sus principales funciones, ya que protege a los equipos de ataques, da soporte a las llamadas de emergencia y LI (“*Lawful Interception*”).
- Sistema de Gestión: Es el equipo o conjuntos de equipos que se encargan de la gestión de todos los elementos de la red IP. Entre sus tareas principales se encuentran el operar, monitorear, administrar y dar mantenimiento de forma rápida y eficiente.

Dentro del portafolio de la empresa, un mismo producto puede desempeñar varios “roles” definidos por la 3GPP. En el caso el SS actúa como MGCF y AS al mismo tiempo, así como el MS actuaba como MRFC y MRFP. Finalmente el SBC actúa como A-BCF, A-BGF, I-BCF y I-BGF. Tanto el MS como el SBC son productos que no son desarrollados por la empresa en la que trabaja. Sin embargo, la empresa tiene acuerdo con compañías dedicadas a estos productos para ofertarlos en sus soluciones.



Mi principal labor en esta oferta fue la de responder el documento de preguntas del cliente. Este documento contenía todas las dudas del cliente referentes a la configuración de su red. Incluía dudas acerca de los diferentes equipos, interfaces, servicios, limitantes y ventajas de la red ofertada por la empresa.

Una vez establecida la configuración que se iba a ofertar se determinó la versión de los dispositivos tomando en consideración el día de entrega, ya que no se podían ofertar versiones que no estuvieran listas para el día de la entrega. Con esta información se puede empezar la búsqueda de información.

En la Figura 5.2 se puede ver un diagrama de la red ofertada:

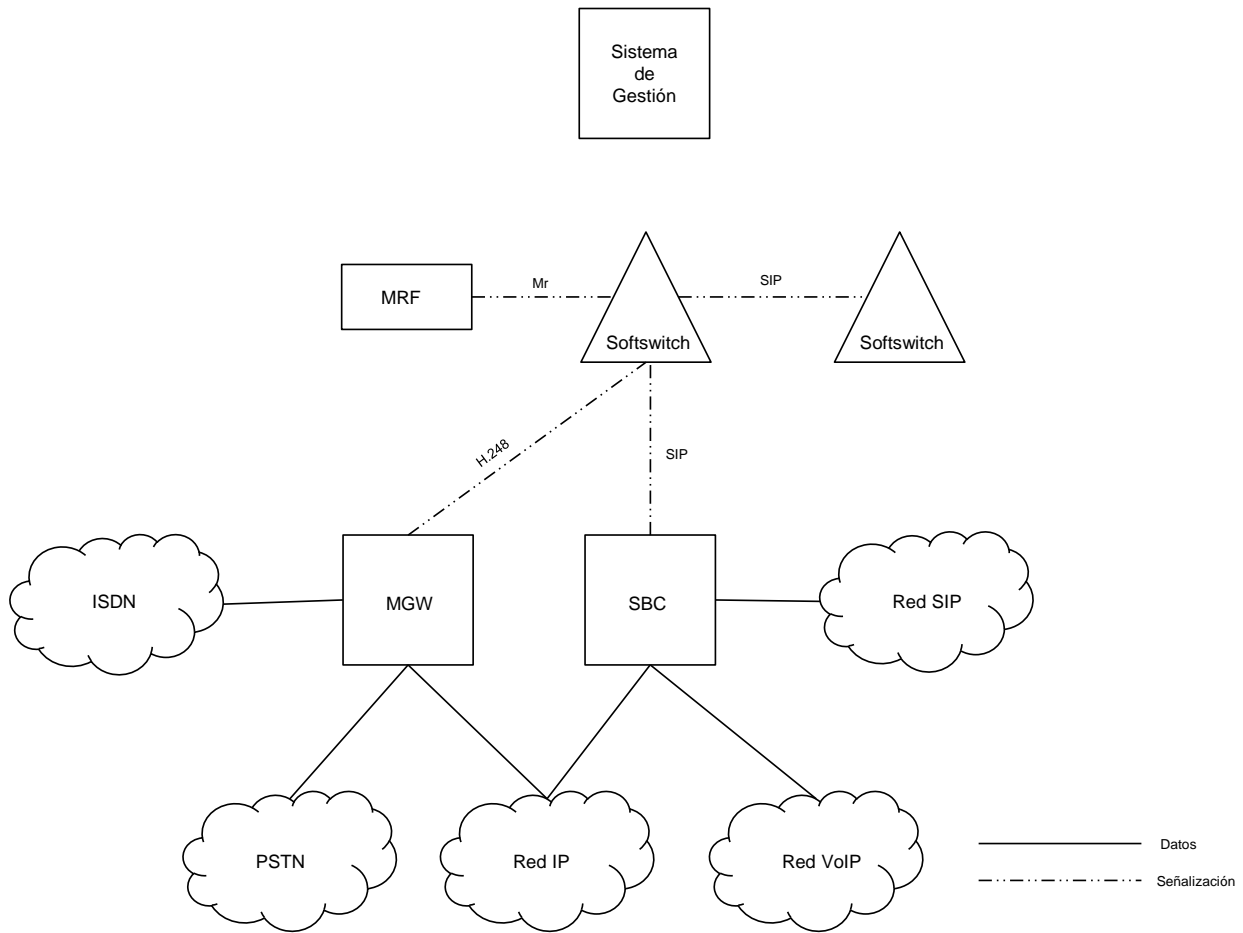


Figura 5.2: Solución VoIP

En el documento escrito para el operador se debía hacer una breve descripción de cómo cumplía la empresa con los requisitos solicitados, así mismo, se debía hacer un documento adicional en el cual se explicara de forma detallada la solución. Esta explicación debía estar referenciada a documentación oficial de la empresa. Finalmente se debía anexar toda la documentación a la que se había hecho referencia.

### 5.3 Resultados

La oferta fue entregada satisfactoriamente. La participación en esta oferta significó, para la empresa en la que laboro, la participación en ofertas posteriores. De no participar en esta oferta, la empresa hubiera sido eliminada de los procesos subsecuentes.

VoIP fue el pilar donde posteriormente se montaría las soluciones de VoLTE (*“Voice over LTE”*) voz sobre LTE. Adicionalmente, tal como la empresa lo promocionaba, lo equipos ofertados para las soluciones VoIP podrían ser reutilizados para ofertar años después VoLTE reduciendo así los costos de implementación de las redes de nueva generación.

VoIP resultó ser un gran primer acercamiento al mundo de las telecomunicaciones ya que entre el acceso, el transporte y el núcleo de la red, éste último y específicamente VoIP tiene más afinidad a la carrera de ingeniería en computación.

Ser recurso de VoIP me ayudó a entender las ofertas desde el punto de vista técnico. Gracias a esta experiencia entendí todos los procesos que son necesarios llevar a cabo por parte de las diferentes unidades de negocio para responder una oferta. Finalmente, esta experiencia sentó las bases necesarias para tener una vista periférica de la solución que sería un elemento fundamental en el siguiente rol que desempeñé.

## Capítulo 6

### Red Modelo LTE para empresa Rusa

Durante el desarrollo de esta oferta mi rol fue el de Líder Técnico de la Solución - TSL (“*Technical Stream Leader*”). La oferta se realizó en el año 2013. Como se vio en el capítulo 3.3 Líder Técnico de la Solución mis responsabilidades principales en esta oferta eran:

- La creación de la arquitectura de red
- Coordinación del equipo de trabajo
- Análisis de riesgos de la oferta

El detalle de la oferta se muestra a continuación.

#### 6.1 Análisis

El operador ruso tiene presencia en Perú donde se llevó a cabo la licitación. La empresa rusa buscaba entrar al mundo de LTE después de haber tenido una mala experiencia en el mundo de WiMax. El estar a la vanguardia trae consigo muchos beneficios tanto para los operadores como para el usuario final, sin embargo también conlleva muchos riesgos. Al momento que surgen nuevas tecnologías que resuelven necesidades similares la industria tiende a elegir una opción y sólo una. Una vez la industria elige una tecnología la otra tiende a desaparecer del mercado. Sucedió con el blu-ray y el HDD, SIP y H 3.2.3 y en esta ocasión con WiMax y LTE para mala fortuna del operador ruso.

LTE resultó claro ganador como la tecnología dominante de la cuarta generación de telefonía móvil lo que significó una cuantiosa pérdida económica para la empresa rusa. Con WiMax ya no le era posible competir con los demás operadores que tenían tecnología LTE ya que sin el apoyo de la industria el desarrollo de WiMax quedó estancado. Para poder competir, el operador ruso necesitaba una red totalmente nueva basada en lo último que ofrecen las nuevas tecnologías.

La empresa rusa contaba en ese entonces con una red WiMax 802.16e y deseaba contar con una de dos opciones en el dominio de LTE.

- FDD (“*Frequency Division Duplexing*”) – Con la finalidad de crear una red coexistente con su red WiMax y así aumentar su cobertura.
- TDD (“*Time Division Duplexing*”) – Una red nueva LTE-TDD totalmente independiente a su base instalada.

La empresa donde trabajo optó por la segunda opción ya que el cambio del núcleo de la red WiMax debía ser substituido eventualmente, además de que su portafolio se adaptaba mejor a esta opción.

## 6.2 Diseño

La red ofertada estaba distribuida principalmente en 3 sitios. En la capital se encontraba todo el núcleo de la red y en las otras dos ciudades sólo se contaba con la parte del acceso de la solución con la finalidad de dar cobertura a estas dos ciudades.

La red diseñada contaba con los siguientes bloques principales:

### Red de acceso

En LTE, a la interfaz de aire se le denomina E-UTRAN (“*Evolved UTRAN*”) por 3GPP. Los elementos que conforman la E-UTRAN son las terminales y los nodos eNB (“*evolved node b*”) que son las responsables de la interfaz de aire así como de la transmisión y recepción de la señal. Los eNBs gestionan los recursos de radio, el control de portadora y el control de la señalización. Finalmente, también es responsable del cifrado y la compresión de encabezados.

Los nodos eNB o radio bases LTE ofertadas estaban formados por dos módulos a su vez. Un módulo de sistema y un módulo de radio. El módulo de radio funcionaba en la banda de los 2600 Mhz, frecuencia que pertenecía al operador ruso en el país donde se instalaría la red. Así mismo, las radio bases contaban con tecnología TDD. El módulo de sistema era capaz de manejar diferentes tecnologías dependiendo del software que se le instalara, GSM, WCDMA o LTE.

### Red de Transporte

El propósito fundamental de la red de transporte es llevar la información de la red de acceso hasta la red central. Los elementos que conformaban la red de transporte eran de 4 tipos:

- Switches o Conmutadores: Para el traslado de la información en capa 2.
- Routers o Enrutadores: Para el manejo de la información en capa 3.
- Fibra óptica: Para el rápido transporte de cantidades de información de forma alámbrica.
- Enlaces de microondas: Para el traslado de la información en aquellos lugares que no era viable la conexión alámbrica.

### Red de paquetes

La red paquetes o EPC (“*Evolved Packet Core*”) es la parte de la red encargada de la transmisión de los datos en una red LTE, siendo la evolución del GPRS y el PS (“*Packet Switch*”) en las generaciones anteriores (2G y 3G). EPC forma parte de la red central de la oferta ya que sería lo primero de la red LTE que sería instalado. Por si fuera poco, en el 2013 lo que distinguía a los operadores de sus competidores era la velocidad de datos que ofrecieran de ahí su importancia.

El cliente tenía la intención de seguir dando servicios de voz con su red actual para minimizar gastos. Esta era una estrategia bastante común en los operadores en ese año. VoLTE (“*Voice Over LTE*”) todavía no estaba del todo estandarizada y los operadores no veían el valor agregado en la inversión necesaria para actualizar su red y así poder dar servicios de LTE para voz y datos.

De acuerdo con 3GPP, el EPC está compuesto principalmente por cuatro entidades. Un diagrama de la arquitectura EPC se muestra en la Figura 6.1.

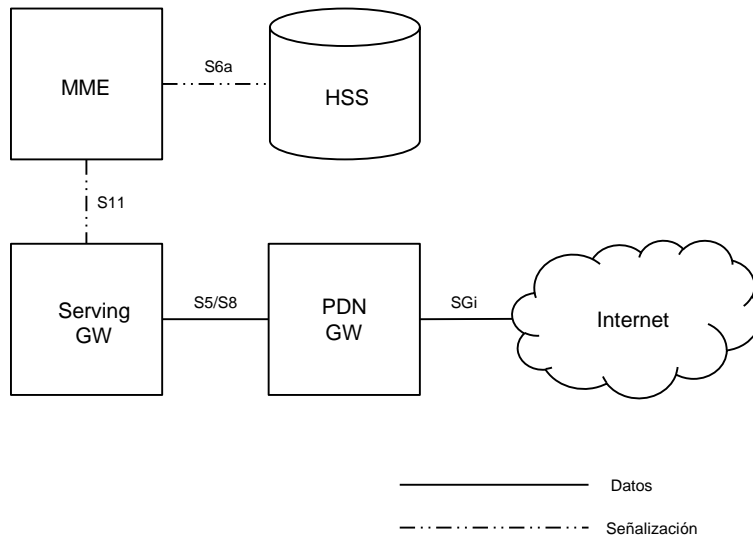


Figura 6.1: Arquitectura EPC de la 3GPP

- **MME** (*Mobility Management Entity*) que provee al usuario de movilidad en la red LTE así como en otras redes (2G, 3G, etc.). Se encarga del plano de control de las sesiones, en otras palabras de la señalización.
- **SGW** (“*Serving Gateway*”) o puerta de enlace de servicio: La SGW es el punto de interconexión entre la radio base y el EPC. Es responsable del plano de usuario o tráfico IP. Adicionalmente, mantiene las sesiones cuando hay cambio de radio bases o incluso cambio de acceso como por ejemplo LTE a Wifi o a 3G.
- **PDN GW** (“*Packet Data Network Gateway*”) o Puerta de enlace de paquetes de datos: El PDN GW es el punto de interconexión entre el EPC y el internet. Su principal función es el ruteo de paquetes hacia y desde el internet. Otras de sus funciones son la asignación de direcciones IP, el control de políticas y el cobro al usuario final.

- HSS (“*Home Subscriber Server*”) o Servidor de suscriptor local: El HSS es una base de datos que contiene toda la información del perfil del suscriptor.

### Solución de Voz

La solución de voz fue ofertada como opcional de manera proactiva. A la empresa rusa le interesaba dar servicios de LTE para datos principalmente por el costo que implicaba dar servicios de voz. Adicionalmente la estandarización de los servicios de voz en LTE todavía no se había definido del todo. La solución ofertada era una solución VoIP únicamente la cual no podía ser categorizada como LTE, sin embargo servía como una primera fase para una expansión a VoLTE. Los equipos utilizados en la solución VoIP podían ser reutilizados para ofertar VoLTE en un futuro ya que eran compatibles. De esta forma el operador podía tener una evolución de su red de voz de forma paulatina, sin dejar de dar el servicio en ningún momento. Un diagrama de la arquitectura VoIP se muestra en la Figura 6.2.

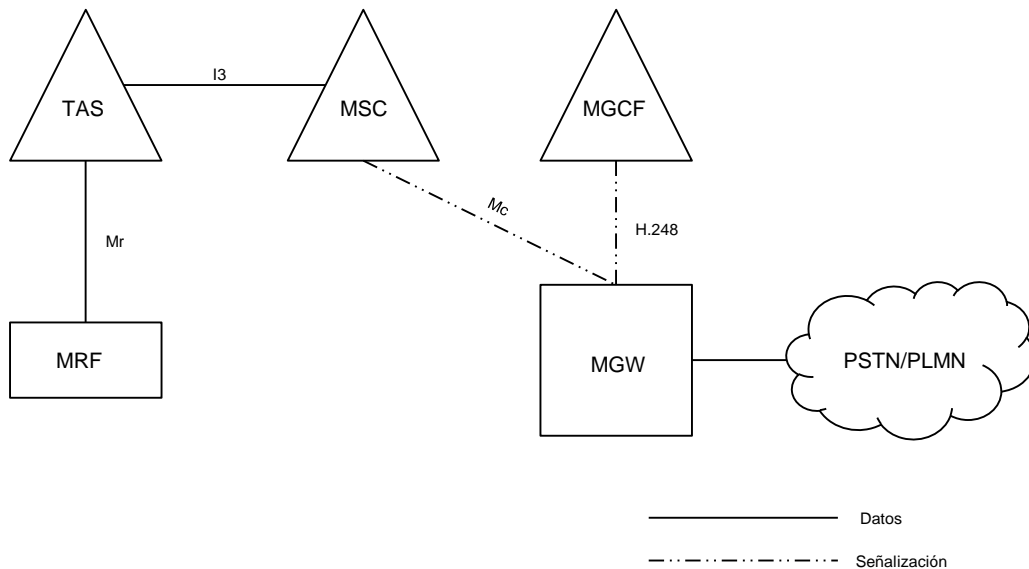


Figura 6.2: Solución VoIP opcional

La solución opcional estaba compuesta de los siguientes elementos:

- **TAS** (“*Telephony Application Server*”): El TAS proporciona los servicios y funcionalidades de una red telefónica convencional a los usuarios VoIP.
- **MSC** (“*Mobile Switching Center*”): El MSC es el encargado de la señalización de la llamada. Es el responsable de crear, mantener y terminar la señal.
- **MRF** (“*Media Resource Function*”): Como se vio en el capítulo anterior, es el encargado de tonos y anuncios en una llamada.
- **MGCF** (“*Media Gateway Control Function*”): El MGCF es el responsable del control de la llamada que ejecuta el MGW.

- MGW (“*Media Gateway*”): Definido en el capítulo anterior, dispositivo responsable del contenido multimedia de la llamada.

### **Repositorio de perfiles de subscriptor**

El repositorio de perfiles de subscriptor es la base de datos donde se guarda toda la información del usuario final. Generalmente cada tecnología tiene su propio repositorio ya que cada perfil de usuario es definido por la tecnología. Esto resulta poco eficiente ya que los usuarios finales cuentan con uno o más perfiles y la consolidación de la información requiere un esfuerzo extra.

La información almacenada en el repositorio es vital para el operadora ya que sin ella la red no funcionaría y peor aún, no se podría hacer el cobro correspondiente a los usuarios. Dada la importancia que tiene esta información, se han generado diferentes esquemas de redundancia a lo largo de la historia. Los tipos de redundancia van desde redundancia a nivel de disco duro hasta redundancia geográfica del repositorio. Los principales roles de esta arquitectura UDC (“*User Data Convergence*”) están definidos por la 3GPP en el estándar TS 23.335 [2].

El repositorio de perfiles de subscriptor de la empresa es una base de datos con arquitectura distribuida que contiene los perfiles de los usuarios de la red. Está compuesta de un BE (“*Back End*”) o esquema interno y varios FE (“*Front End*”) o esquemas externos dependiendo las redes y tipos de usuarios involucrados. De esta forma se puede tener un solo repositorio común para diferentes tecnologías (2G, 3G y LTE) evitando la duplicación de datos e mejorando la integridad de los datos.

De esta forma se le puede dar una redundancia y robustez al repositorio y resulta mucho más barato que hacer lo mismo para varios repositorios (uno por tecnología). El repositorio de la empresa es configurado con una redundancia geográfica en 3 sitios o en 2 sitios. Se configura un servidor por sitio en el caso de que sean 3 y 2 servidores por sitio si son 2 sitios. Toda la información es replicada en los tres servidores en tiempo real de tal forma que si una de los sitios falla o hasta dos sitios se pueda seguir dado servicio sin interrupción alguna.

En la Figura 6.3 se muestra un diagrama de la arquitectura de la base de datos.

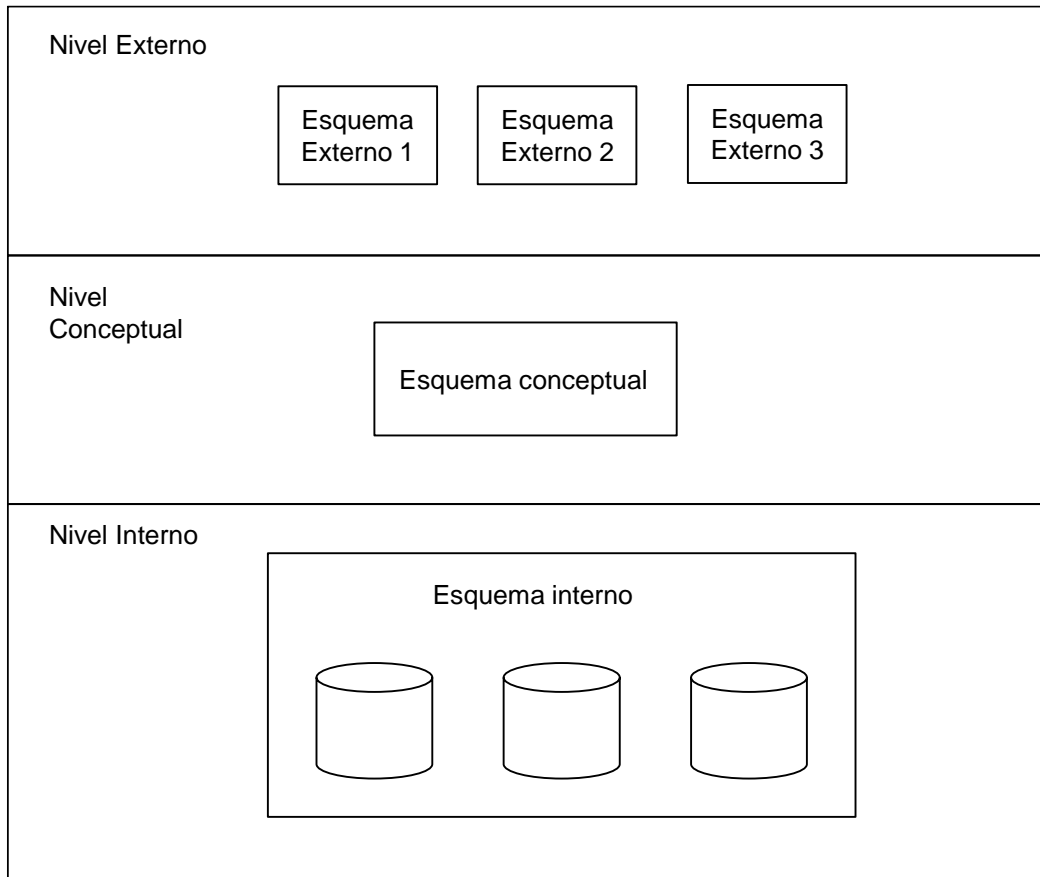


Figura 6.3: Arquitectura del repositorio de perfiles de suscriptor

En el nivel externo es posible tener tantos esquemas externos como sean necesarios. Con este esquema, el almacenamiento es retirado del nivel externo y puesto en el nivel interno. Generalmente se utilizan uno por tipo de tecnología (2G, 3G, LTE, etc.) que la red soporte. Dado que el nivel externo no almacena información, está no se ve comprometida en una falla en el nivel externo. El nivel conceptual contiene toda la lógica de la base de datos. Finalmente, toda la información es recolectada en el nivel interno sin importar del esquema interno del que provenga o de la tecnología a la que pertenezca.

El nivel interno tiene una capacidad ilimitada desde un punto de vista práctico. Mientras más capacidad se requiera más servidores pueden ser configuradores en el esquema interno. Es importante mencionar que estos servidores son costosos y que la primera limitante para su configuración es el presupuesto del operador.

Para esta oferta el esquema interno está compuesto de tres bases de datos ubicadas en cada uno de los sitios del cliente. Son geográficamente redundantes garantizando así su alta disponibilidad. Toda la información de la base de datos se encuentra replicada en cada uno de los sitios.



## Sistema de Gestión

Los equipos que conforman la red de telecomunicaciones requieren de una gestión para su correcto funcionamiento. Por diversas razones, un equipo puede fallar o bajar su desempeño y esto puede afectar la red ya sea en un solo sector o en el peor de los casos, en su totalidad.

En sus inicios, la gestión de los equipos de red se realizaba de manera local e individual. Esto hacía el proceso lento, además de que requería un gran número de personas para realizar tal tarea. Con la finalidad de agilizar el proceso y de reducir los costos de operación surgen los sistemas de gestión. La arquitectura del sistema gestión se encuentra definida por la 3GPP en el estándar TS 23.002 [3].

El sistema de gestión consolida todas las alarmas y medidas de desempeño de los equipos de red en una sola interfaz que facilitan su manejo y agiliza el proceso de mantenimiento y corrección de fallas. La gestión en el mundo de las telecomunicaciones se basa en el modelo FCAPS (*“Fault, Configuration, Administration, Performance and Security”*) de sus cifras en inglés. El protocolo que utiliza es SNMP (*“Simple Network Management Protocol”*), un protocolo utilizado para el intercambio de información de gestión entre equipos de red. Los equipos de la red son interrogados por el sistema de gestión a través de la interfaz SNMP para el constante monitoreo de su estado.

Este monitoreo se basa en el modelo FCAPS y sus principales características son las siguientes:

**Falla:** Cualquier error o funcionamiento fuera de lo normal de la red. El sistema de gestión es el responsable de la detección, aislamiento y corrección de la falla.

**Configuración:** La configuración de los equipos se puede hacer de manera local o bien de manera remota a través del equipo de gestión.

**Administración:** Con esta funcionalidad es posible gestionar el hardware y software de los equipos de manera centralizada.

**Desempeño:** La funcionalidad de desempeño permite mantener a los equipos de la red funcionando al nivel deseado. Se establecen una serie de parámetros con niveles deseados de desempeño. Cuando uno de estos parámetros no cumple con la medida establecida, una alarma es activada.

**Seguridad:** El sistema de gestión provee de autenticación a los equipos, de esta manera se protege al equipo de cualquier acceso no autorizado. De igual forma, se encriptan la información para así asegurar los datos de la red.

Los sistemas de gestión pueden tener dos configuraciones.

**Maestro:** En la configuración de maestro el sistema de gestión es capaz de controlar a los equipos de la red así como a otros sistemas de gestión. En esta configuración toda la información de la red es consolidada en el equipo maestro.

**Esclavo:** En la configuración esclavo el equipo de gestión gestiona a los equipos de la empresa y envía la información al equipo maestro pertinente.

En esta oportunidad el sistema de gestión ofertado fue en configuración maestro. La arquitectura del sistema de gestión se muestra en la Figura 6.4.

De esta forma, el cliente solo tiene que revisar un solo sistema de gestión en su red, sin importar cuantos equipos tenga o cuantos sistemas de gestión controlen a estos equipos.

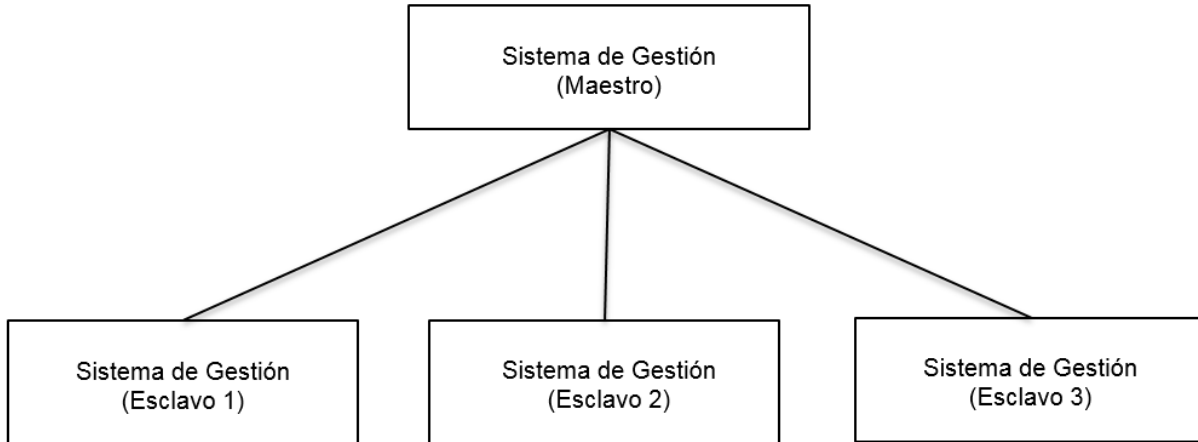


Figura 6.4: Arquitectura de Sistema de Gestión Esclavo/Maestro

Mi labor principal en esta oferta fue la creación de la arquitectura de red con base en los requerimientos del cliente y la coordinación del equipo técnico que respondió la oferta. Mis labores y entregables de en esta oferta incluían las descritas en el capítulo 3.3. Adicionalmente, generé una presentación técnica para el cliente que explicaba las ventajas de la solución propuesta por la empresa que fue utilizada en Rusia durante la fase de cierre de la oferta.

### 6.3 Resultados

El proceso de adjudicación de la oferta resultó ser muy desgastante. La interacción con el cliente por parte del equipo de ventas no sólo fue llevado a cabo en Perú si no que algunas de las reuniones claves del proceso fueron realizadas en Rusia. La larga duración del proceso generó que las configuraciones sufrieran cambios en repetidas ocasiones para ajustarse a los requerimientos del cliente.

En cada iteración del proceso el número de competidores por la licitación disminuían hasta que al final sólo quedó la empresa en la que laboro. La oferta parecía haber sido ganada lo que justificaba tanto trabajo. Sin embargo, en las etapas finales del proceso, ya cuando no quedaban más competidores, la oferta se perdió.

El operador Ruso tenía un esquema de pagos fuera de lo convencional. Quería que la red fuera instalada y que después de llevar meses funcionando se realizará el pago con base a las ganancias que generara de esa red. Por difícil que parezca de creer hay compañías que aceptan este tipo de pagos.

Sin embargo, la empresa donde trabajo no estaba en condiciones para aceptar el pago. La desestabilidad económica del 2009 seguía haciendo estragos en la empresa. Eso aunado a la pérdida de la cuota de mercado en Latino América hacía que la oferta no fuera una buena opción.

La decisión de la compañía fue retirarse del proceso de licitación.

## Capítulo 7

### Virtualización en Latino América

Si tuviéramos que describir el mercado de las telecomunicaciones en Latino América en el 2015 con una palabra, está sería virtualización. En el año 2015 trabajé en un serie de RFI (*Request for Information*) por parte de uno de los operadores más grandes de la región. Mi participación en estas ofertas fue con el rol de TSL (*Technical Stream Leader*).

#### 7.1 Análisis

El operador mexicano lanzo una serie de licitaciones globales para conocer lo más posible a cerca de las tecnologías de virtualización. Estas licitaciones se enfocaban en diferentes secciones que conforman una arquitectura virtualizada.

La virtualización supone el pase evolutivo natural a la plataforma de hardware ATCA (*Advanced Telecommunications Computing Architecture*) que a su vez había sido la evolución de los servidores de propósito específico que habían dominado el hardware utilizado en el núcleo de las redes de telecomunicaciones.

Los servidores de propósito específico funcionaban correctamente sin embargo, si la red cambiaba había que cambiar todo el hardware, adicionalmente no se podía utilizar el hardware que estaba ocioso en un servidor para el procesamiento de otro. Debido a que las redes de telecomunicaciones están en constante cambio tecnológico y de desempeño, esto suponía grandes pérdidas de dinero para los operadores.

Con ATCA los operadores podrían reutilizar el hardware para otros roles sin embargo el hardware sólo podía correr una aplicación a la vez. Una vez instalado era complicado el proceso para cambiar de aplicación. Aunque ATCA resultaba ser una plataforma de hardware más eficiente que los servidores dedicados, poco podía hacer con las necesidades que demandaba la industria.

Con la llegada de LTE, LTE-A (*LTE Advance*) y los teléfonos inteligentes, las redes de telecomunicaciones necesitan una flexibilidad aún mayor que la que proporciona ATCA. La virtualización provee al núcleo de las redes de telecomunicaciones esa flexibilidad deslindando

el hardware del software. Al hacer esto, es posible utilizar el hardware que no está siendo usado por una aplicación para otra cuya demanda es superior en ese momento.

La arquitectura de un ambiente virtualizado en telecomunicaciones se encuentra definida en el estándar del ETSI GS NFV 002 [4]. La arquitectura se muestra la figura 7.1.

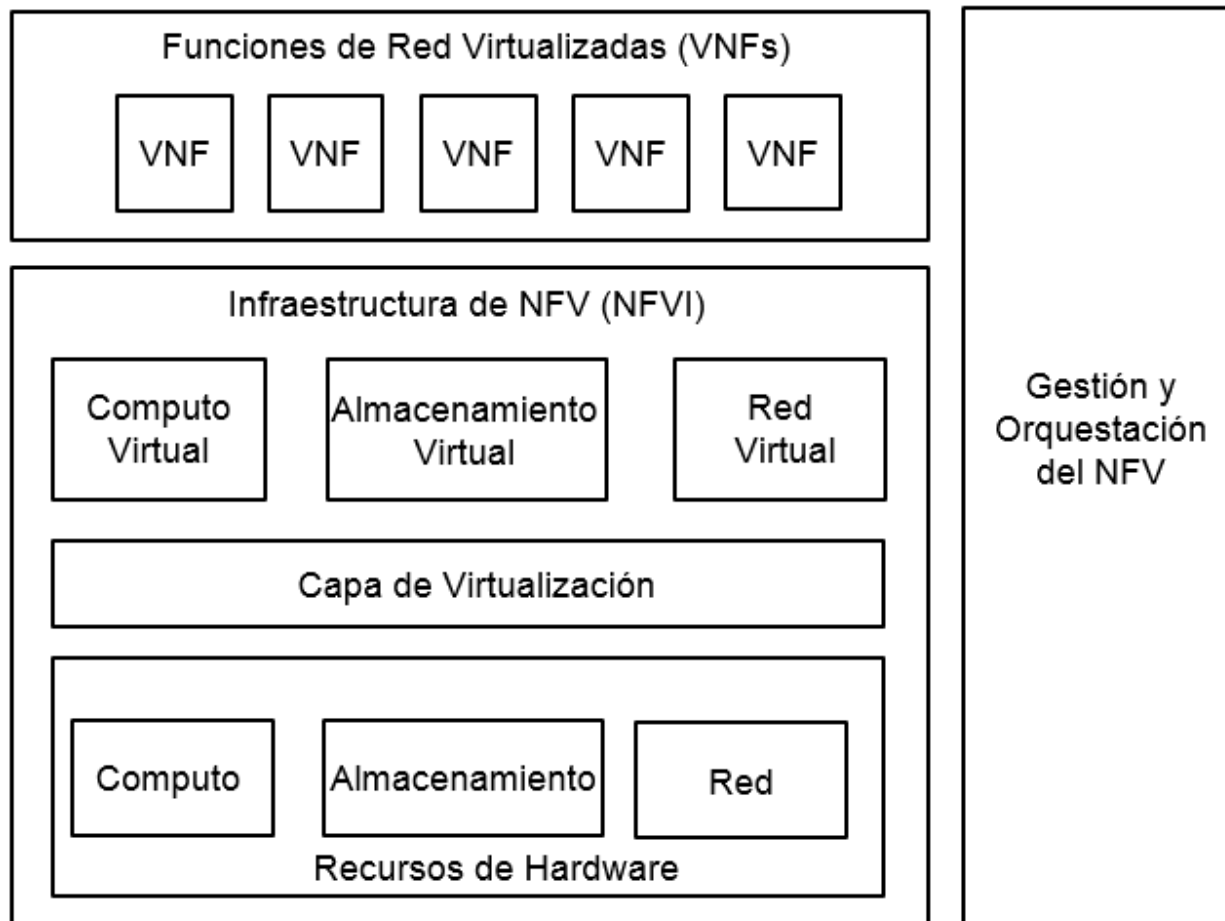


Figura 7.1: Arquitectura de alto nivel del NFV

La arquitectura de un ambiente virtualizado se divide principalmente en 4 capas:

- **Infraestructura:** El hardware que lleva a cabo el procesamiento, almacenamiento y funciones de red. Éste hardware está deslindado completamente del software. Una de las ventajas para el operador de la capa de infraestructura es que el hardware puede ser comprado por separado.
- **Hipervisor:** El hipervisor es el software que une el hardware con las VNFs. Hay varios tipos de hipervisores y pueden ser comprados de manera independiente.
- **Funciones de Red Virtualizadas VNFs (“Virtualized Network Function”):** Las VNFs son las instancias que realizan los roles definidos en las arquitecturas de telecomunicaciones. Los productos vendidos por la compañía en la que trabajo ahora son vendidas como instancias o VNFs.

- Gestión y Orquestación: Además de la gestión tradicional analizada en los capítulos anteriores la arquitectura de virtualización requiere una gestión a nivel de hipervisor para su correcto funcionamiento.

## 7.2 Diseño

El operador mando un RFI diferente para cada una de las capas de la arquitectura virtualizada. Las licitaciones fueron las siguientes:

- NFVI (*“NFV Infrastructure”*) o Infraestructura: La licitación se basó en preguntas y configuraciones solamente de la capa de infraestructura e hipervisor.
- VNFs o Funciones de Red Virtualizadas: La licitación era referente a los productos que oferta la compañía en ambiente virtualizado. Estos productos eran exclusivamente del núcleo de la red. La licitación no incluía equipos de acceso ni transporte de la red de telecomunicaciones.
- Orquestación: La licitación se enfocaba a la gestión del ambiente virtualizado así como la gestión de varias nubes.

### **Infraestructura de NFV (NFVI)**

Esta licitación fue contesta con dos infraestructuras distintas y dos hipervisores distintos. En cuanto a la infraestructura se refiere, la empresa donde trabajo cuenta con dos soluciones una propietaria y otra de un tercero líder en la industria del hardware.

En lo que se refiere a los hipervisores, se cuentan con dos opciones distintas. Una con una plataforma de software abierto y otra con un tercero que es pionero en la industria de hipervisor. Ambos hipervisores soportan la solución de la empresa y tienen características distintas.

El basado en software abierto es considerablemente más barato mientras que la segunda opción cuenta con funcionalidades mucho más robustas. Normalmente se elige un hipervisor de acuerdo a los requerimientos del cliente pero dado que este era un RFI se ofertaron los dos para que el operador pudiera conocer sus ventajas.

Las configuraciones de hardware fueron realizadas por el equipo de investigación y desarrollo de la empresa.

### **Funciones de Red Virtualizadas (VNF)**

La licitación incluyó los productos del núcleo de la red de la empresa donde trabajo. Sin embargo, no estaba enfocado al funcionamiento de los roles dentro de la red de telecomunicaciones. En cambio, el enfoque era su desempeño e interacción dentro del ambiente virtualizado.

El equipo de trabajo proporcionó las configuraciones básicas de los equipos. Cuando se configuran los equipos en un ambiente virtualizado además de la lista de materiales que se obtiene en cualquier configuración, también se obtiene un dimensionamiento para la infraestructura.

Si bien es cierto que esta licitación no se enfocaba a la infraestructura era importante para el operador tener una idea de la capacidad que iban a requerir las VNFs en la capa de infraestructura. Este dimensionamiento está compuesto principalmente por 3 factores.

- vCPUs (CPUs virtuales): El número de CPUs que va necesitar la infraestructura para soportar las VNFs en cuestión.
- vRAM (RAM virtual): La cantidad de RAM que se requiere que tenga la infraestructura.
- vHDD (Disco Duro virtual): La cantidad de almacenamiento necesaria para soportar las instancias.

Es importante recalcar que todas las instancias o equipos de la red comparten estos recursos potenciando al máximo el hardware requerido.

### **Orquestación**

En ésta oferta mi labor se limitó a la coordinación del equipo de investigación y desarrollo de la empresa. La solución de orquestación sigue en desarrollo y no había la información necesaria disponible para que mi equipo de trabajo pudiera responder la licitación.

### **7.3 Resultados**

Los resultados de los RFIs han sido positivos. Al cliente le han gustado nuestras soluciones y estamos siendo considerados para la etapa de RFPs y las licitaciones de cada país. En los meses subsecuentes nos contactará el cliente para proporcionarnos con la información necesaria para participar en las licitaciones.

La virtualización en las telecomunicaciones sigue siendo un concepto relativamente nuevo. Muchos proveedores de servicios se encuentran aun desarrollando su solución lo que provoca constantes cambios en las arquitecturas. Adicionalmente, la virtualización sólo supone el primer paso que lo que será una serie de mejoras a la red que la cambiarán de forma drástica.

## Capítulo 8

### Conclusiones y Resultados

El mercado de las telecomunicaciones está en constante cambio, no sólo en lo que respecta a la tecnología sino también en lo que a la industria se refiere. Empresas han desaparecido, nuevas han sido creadas, otras más se han unido o inclusive cambiado de nombre en repetidas ocasiones a lo largo de estos 5 años.

El principal responsable de estos cambios es la tecnología, sin embargo no es el único. En lo que a la tecnología se refiere, el mercado ha cambiado de 3G a LTE en solo unos cuantos años. Nos estamos preparando para la virtualización, las micro celdas y el SDN; pasos que nos acercan cada vez más a la siguiente generación y que suponen un cambio aún más agresivo de lo que se ha visto en los últimos años.

Las nuevas tecnologías así como una mayor competencia han acortado la vida útil de los modelos de negocio. Los operadores buscan dar mayor velocidad de datos a más usuarios invirtiendo la misma cantidad de dinero o inclusive menos si es posible. El usuario final espera una mejor calidad de servicio lo que se traduce en mayor velocidad, más servicios y una disponibilidad del 100%. No sólo el número de usuarios en las redes va en aumento exponencial sino que además cada usuario demanda más recursos de la red.

Y esto es sólo el inicio. El IoT (*“Internet of Things”*) y el IoE (*“Internet of Everything”*) suponen una gran demanda de datos de la red no sólo de los usuarios sino, como su nombre lo dice, de las cosas también.

Otros cambios importantes que vale la pena mencionar son, inestabilidad de los mercados internacionales y los nuevos competidores. La crisis europea del 2009 afectó mucho el mercado de las telecomunicaciones, y las nuevas tecnologías han resultado muy atractivas para empresas que pertenecían al giro de las telecomunicaciones.

La industria en general ha sufrido una reestructuración a todos los niveles con el propósito de adaptarse a todos estos cambios. Con esto en mente, la empresa creó el centro de soporte donde aún trabajo. Éste ha conseguido realizar más de 800 tareas al año sólo en la locación de México.



No existe a nivel mundial otro centro de soporte que realice tal cantidad de tareas con el mismo número de elementos dentro de la empresa. Los resultados obtenidos en el grupo de soporte en la localidad de México son innegables. Durante estos cuatro años no sólo hemos crecido en conocimiento como grupo sino también en responsabilidades dentro de la empresa.

Cuatro años después de la creación del centro de soporte hemos superado todas las expectativas y estamos listos para afrontar nuevos retos. Justo en estos momentos se encuentran en desarrollo nuevos planes para dotar de más y mayores responsabilidades al centro de soporte. Con esta iniciativa da inicio una nueva etapa para la compañía. No hay que olvidar que una parte fundamental de la reestructuración de la empresa dependía del correcto funcionamiento de los diversos centros de soporte que fueron habilitados alrededor del mundo.

Como se vio a lo largo de este documento, durante mi estancia en la empresa me he enfocado a desarrollar dos tipos de habilidades debido a las características de los roles que he desempeñado. Las de gestión y las técnicas, ambas muy distintas pero igualmente importantes para el área de la preventa.

El manejo de grupos grandes de trabajo así como la interacción con gente de diferentes nacionalidades, creencias y costumbres son algunos de los beneficios que me ha dado este trabajo. Un amplio conocimiento en el mundo de las telecomunicaciones a nivel mundial. Cuáles son las tendencias del mercado, la historia evolutiva de las soluciones así como en cuestiones comerciales son algunos de los beneficios adicionales que he obtenido de mi experiencia profesional.

Mi objetivo a corto plazo es el cambiarme al grupo de ventas. He estado involucrado en la mayoría de los procesos de preventa. Gracias a esta experiencia y al rol que desempeño actualmente, conozco los procesos de gestión así como el portafolio de la empresa. Si bien es cierto que al trabajar las ofertas se obtiene un gran entendimiento del cliente, sus necesidades y fortalezas, también es cierto que no hay mejor forma de conocer al cliente que teniendo una interacción directa con él.

En el grupo de ventas es posible tener una mayor interacción con el cliente. Las licitaciones sirven como una guía pero no hay mejor forma de conocer las necesidades del cliente que teniendo una interacción directa con él a la hora en que los proyectos se llevan a cabo. Si bien es cierto que el grupo de ventas implica una mayor responsabilidad, también es cierto que el impacto en las ofertas es mucho mayor. Considero que parte esencial para mi desarrollo laboral es el trato con el cliente.

## Glosario

En la Tabla 2 se definen los acrónimos utilizados.

Acrónimo	Término en inglés	Definición
2G	Second Generation	Segunda Generación
3G	Third Generation	Tercera Generación
3GPP	3rd Generation Partnership Project	Proyecto Asociación de Tercera Generación
A-BCF	Access Border Control Function	Función de Control de Frontera de Acceso
A-BGF	Access Border Gateway Function	Función de Puerta de Enlace de Frontera de Acceso
ATCA	Advanced Telecommunications Computing Architecture	Arquitectura de Computación Avanzada de Telecomunicaciones
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Modo de Transferencia Asíncrona
BE	Back Ends	Esquema Interno
BM	Bid Manager	Administrador de la Oferta
BTS	Base Transceiver Station	Radio Base
DoS	Denial of Service	Negación de Servicio
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Multiplexación por División en Longitudes de Onda Densas
eNB	Evolved Node b	Radio Bases LTE
EPC	Evolved Packet Core	Evolución del Núcleo de Paquetes
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones
E-UTRAN	Evolved UTRAN	UTRAN Evolucionado
FCAPS	Fault, Configuration, Administration, Performance and Security	Falla, Configuración, Contabilidad, Desempeño y Seguridad
FDD	Frequency Division Duplexing	Duplexación por División de Frecuencia
FE	Front Ends	Esquema Externo
FMC	Fixed Mobile Convergence	Convergencia Fijo Móvil

GPRS	General Packet Radio Service	Servicio General de Paquetes vía Radio
GSM	Global System for Mobile	Sistema Global para las comunicaciones móviles
HSS	Home Subscriber Server	Servidor de Subscriptor Local
I-BCF	Interconnection Border Control Function	Función de Control de Frontera de Interconexión
I-BGF	Interconnection Border Gateway Function	Función de Puerta de Enlace de Frontera de Interconexión
IMS	IP Multimedia Subsystem	Subsistema Multimedia IP
IoE	Internet of Everything	Internet del Todo
IoT	Internet of Things	Internet de las Cosas
IP	Internet Protocol	Protocolo de Internet
ISDN	Integrated Services Digital Network	Servicios Integrados de la Red Digital
LI	Lawful Interception	Interceptación Legal
LTE	Long Term Evolution	Evolución a Largo Plazo
LTE-A	LTE-Advanced	LTE Avanzado
MGCF	Media Gateway Control Function	Función de Control de la Puerta de Enlace de Medios
MGW	Media Gateway	Puerta de enlace de medios
Mhz	Megahertz	Megahercio
MME	Mobility Management Entity	Entidad de Gestión de Movilidad
MRF	Media Resource Function	Función de Recursos Multimedia
MRFC	Multimedia Resource Function Controller	Control de la Función de Recursos Multimedia
MRFP	Multimedia Resource Function Processor	Procesamiento de la Función de Recursos Multimedia
MS	Media Server	Servidor Multimedia
MSC	Mobile Switching Center	Centro Móvil de Conmutación
NFVI	NFV Infrastructure	Infraestructura de NFV
NGN	Next Generation Networks	Redes de Siguiete Generación

PDN GW	Packet Data Network Gateway	Puerta de Enlace de Paquetes de Datos
PSTN	Public Switched Telephone Network	Red Pública de Telefonía Conmutada
RFI	Request for Information	Petición de Información
RFP	Request for Proposal	Petición de Propuesta
SBC	Session Border Controller	Controlador de Sesiones de Frontera
SDN	Software Defined Networking	Redes Definidas por Software
SGW	Serving Gateway	Puerta de Enlace de Servicio
SIP	Session Initiation Protocol	Protocolo de Inicio de Sesiones
SNMP	Simple Network Management Protocol	Protocolo de Gestión para una Red Simple
SS	Softswitch	Conmutación por Software
SS7	Signaling System 7	Sistema de Señalización 7
TAS	Telephony Application Server	Servidor de Aplicaciones de Telefonía
TDD	Time Division Duplexing	Duplexación por División de Tiempo
TDM	Time Division Multiplexing	Multiplexación por División de Tiempo
TSL	Technical Stream Leader	Líder Técnico de la Solución
UDC	User Data Convergence	Convergencia de Datos del Usuario
vCPU	Virtual CPU	CPU Virtual
vHDD	Virtual HDD	Disco Duro Virtual
VNF	Virtualized Network Function	Funciones de Red Virtualizadas
VoIP	Voice Over IP	Voz sobre IP
VoLTE	Voice Over LTE	Voz sobre LTE
vRAM	Virtual RAM	RAM Virtual
WAS	Web Application Server	Servidor de Aplicaciones de Red
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas

Tabla 2: Glosario de términos

## Bibliografía

1. 3 GPP TS 23.002 v 8.3.0 (2008-09) “3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Network architecture (Release 8)”, 2008.
2. 3 GPP TS 23.335 v 9.3.0 Release 9 “Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), User Data Convergence (UDC)”, 2011.
3. 3 GPP TS 32.102 v 8.3.0 Release 8 “Digital Cellular Telecommunications system; Telecommunication management Architecture”, 2010.
4. ETSI GS NFV 002 v1.1.1 (2013-10) “Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework”, 2013.