



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

Operación y Mantenimiento, Huawei Technologies

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:

21411367 Daniel Alfredo Morales Rogell

ASESOR: ING. ANA REYES

CAMPUS SAN PEDRO SULA, JULIO, 2019

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

UNIVERSIDAD TÉCNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)

San Pedro Sula, Honduras.

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Daniel Alfredo Morales Rogell, de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: "Práctica Profesional", presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero en Telecomunicaciones, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

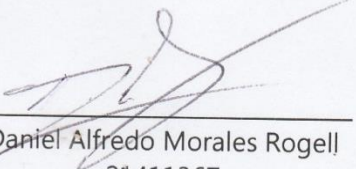
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

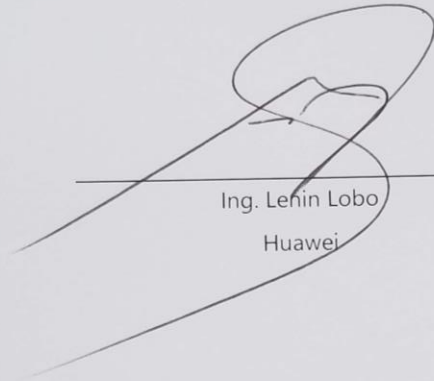
En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los veintiocho días del mes de junio de dos mil diez y nueve.



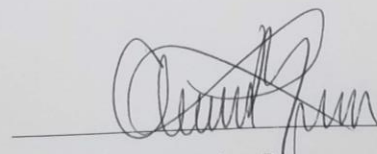
Daniel Alfredo Morales Rogell
21411367

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumpla con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.



Ing. Leñin Lobo
Huawei



Ing. Ana Reyes
Jefe Académico de Ingeniería | UNITEC

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe es un estudio que tiene como fin dar visibilidad del mantenimiento de la red IP RAN y RTN las cuales cuentan con interconexiones de fibra óptica que maneja alto tráfico de datos de la empresa de telecomunicaciones TIGO.

En la introducción del informe se describe la evolución de las telecomunicaciones actualmente y el rol que el internet ocupa en nuestras vidas hoy en día. Así mismo se describe la relación entre TIGO y HUAWEI TECHNOLOGIES, y las funciones que se llevan a cabo en el departamento de RAN y B2B.

En el marco teórico se tocarán temas de la arquitectura de la red LTE y sus componentes de planta externa, se brindará información acerca de su principal medio de transmisión (Fibra Óptica) y sus equipos para transmitir la señal, en este caso antenas sectoriales y RTNs.

Como objetivo principal se tiene apoyar de manera incondicional las 24 horas del día, los 7 días de la semana con el monitoreo y seguimiento de fallas de la red móvil. Esto para mantener el SLA de la red a través de los diferentes gestores.

La mecánica de la tarea realizada por un ingeniero de RAN (Radio Access Network) consiste en verificar el funcionamiento de estas dos redes con la meta de mantener el SLA mayor a un 95%. Cuando en el OWS se presenta una falla, la plataforma genera automáticamente un TT (Trouble Ticket). Así mismo se genera una alerta mediante la app de Whatsapp al celular del ingeniero de turno, es aquí donde comienza el proceso de seguimiento de la falla como tal.

Una vez generado el TT, el ingeniero de RAN es el responsable de que la falla quede solventada desde la fecha que la misma se generó hasta que quede resuelta. El seguimiento continua con la verificación de la operatividad de la celda, de encontrarse que la celda continua fuera, dependiendo de la marca del equipo que este fuera de servicio (Ericsson o Huawei), se realizan pruebas en los gestores OSS o U2000 las cuales pueden ser, enviar carga a los equipos, acceder a los mismos mediante telnet, reiniciar los equipos, verificar los E1s y corregir parámetros lógicos.

Si después de la revisión e intentos de levantar la celda esta continua fuera, se procede a enviar al personal de planta externa a la revisión física del sitio, verificación de energía eléctrica en el sitio y verificación de la fibra óptica. Dentro de las razones más comunes, las fallas se dan por cortes de energía en la zona, cortes de fibra óptica debido accidentes viales o caídas de postes. Si la falla se presenta por energía se instala un motor generador, en caso contrario los casos de cortes de fibra óptica son escalados a un partner llamada Catelsa para su debida reparación.

En conclusión, el seguimiento de las fallas de las redes IP RAN y RTN pueden volverse en algunos casos un tanto complicadas debido a la cantidad de factores que afectan la red. Se logró el objetivo ya que se aprendió a detalle el proceso que conlleva el monitoreo y mantenimiento de estas dos redes que son esenciales para el funcionamiento de la red móvil a nivel nacional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Generalidades de la empresa.....	3
2.1	Descripción de la empresa.....	3
2.2	Descripción del departamento.....	3
2.3	Objetivos del puesto.....	4
2.1.1	Objetivos generales.....	4
2.1.2	Objetivos Específicos.....	4
III.	Marco teórico.....	5
3.1	Arquitectura de una red móvil.....	5
3.1.1	Arquitectura de una red GSM.....	7
3.1.1.1	BTS.....	7
3.1.1.2	BSC.....	8
3.1.1.3	MSC.....	8
3.1.1.4	HLR.....	8
3.1.1.5	VLR.....	8
3.1.1.6	EIR.....	9
3.1.1.7	AuC.....	9
3.1.2	Arquitectura de una red UMTS.....	10
3.1.2.1	Nodo B.....	10
3.1.2.2	RNC.....	10

3.1.2.3	SGSN.....	11
3.1.2.4	GGSN	11
3.1.3	Arquitectura de una red LTE.....	12
3.1.3.1	eNode B.....	12
3.1.3.2	HSS.....	13
3.1.3.3	MME.....	13
3.1.3.4	SGW	13
3.1.3.5	PGW	14
3.2	Red de radio acceso.....	14
3.2.1	Redes de Acceso Radio 3G	15
3.2.2	Red de acceso radio común 4G	18
3.3	Equipos de la red.....	21
3.3.1	Fibra Óptica.....	21
3.3.1.1	Funcionamiento.....	22
3.3.1.2	Refracción.....	23
3.3.1.3	Reflexión.....	23
3.3.1.4	Partes de un cable de fibra óptica.....	23
3.3.1.5	Fibra Óptica Monomodo	24
3.3.1.6	Fibra Óptica Multimodo.....	25
3.3.1.7	Patch cord.....	26
3.3.1.8	Tipos de conectores.....	26
3.3.2	Routers y Switches	30
3.3.3	Racks.....	33

3.3.4	Estación base macro para exteriores BTS3900A.....	34
3.3.5	Estación base distribuida DBS3900.....	35
3.3.6	Microondas IP de frecuencia convencional de 6 a 42 GHz.....	37
3.3.7	Antenas sectoriales	38
3.4	imanager u2000.....	40
3.4.1	Características del u2000	41
IV.	desarrollo.....	49
4.1.1	semana 1 (8 abril-12 abril)	49
4.1.2	semana 2 (22 abril – 26 abril).....	49
4.1.3	semana 3 (29 abril – 3 mayo).....	50
4.1.4	semana 4 (6 abril – 10 mayo).....	52
4.1.5	semana cinco (13 mayo – 17 mayo).....	52
4.1.6	semana 6 (20 mayo – 24 mayo)	53
4.1.7	Semana 7 (27 mayo – 31 mayo).....	55
4.1.8	semana 8 (3 junio – 7 junio)	55
4.1.9	semana 9 (10 junio – 14 junio).....	56
V.	conclusiones	60
VI.	recomendaciones.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1 Arquitectura de una red móvil	6
Figure 2 Arquitectura de una red GSM.....	7
Figure 3 Arquitectura de una red UMTS	10
Figure 4 Arquitectura de una red LTE.....	12
Figure 5 Red UTRAN	15
Figure 6 Red troncal y sistema RAN cdma2000	16
Figure 7 Fibra óptica	21
Figure 8 Hilos de fibra óptica	22
Figure 9 Fibra Monomodo.....	24
Figure 10 Fibra Multimodo.....	25
Figure 11 Conector ST.....	27
Figure 12 Conector FC.....	28
Figure 13 Conector SC	29
Figure 14 Conector LC.....	30
Figure 15 Switch Cisco	31
Figure 16 Router Cisco	32
Figure 17 N66-18 Gabinete Estandar doble.....	34
Figure 18 Estación base macro para exteriores BTS3900A	35
Figure 19 Estación base distribuida DBS3900	36
Figure 20 Sistema de conexión base band DBS3900	36
Figure 21 RTN 980	37

Figure 22 RTN 980	38
Figure 23 Antena Sectorial	39
Figure 24 Imanager U200.....	40
Figure 25 Posición del U2000 en la jerarquía de TMN	41
Figure 26 Diagrama de conexión de servicios	42
Figure 27 Arquitectura Modularizada	44
Figure 28 Detalles de error en iManager u2000	45
Figure 29 Listado de alarmas.....	45
Figure 30 Interfaz iManager u2000.....	46
Figure 31 Diagrama de red entre CXs y ATNs.....	47
Figure 32 Gestor OWS.....	51
Figure 33 Plataforma Navega Plus	53
Figure 34 Solicitud MR.....	54

LISTADO DE SIGLAS

1. **OWS**- Operation Web Services
2. **OSS**- Operation Support System
3. **IP RAN**- Internet Protocol Ran Access Network
4. **B2B**- Business to Business
5. **RTN**- Radio Transmission Network
6. **RAN** – Radio Access Network
7. **ATN**- Any Media Transmission Network
8. **FO**- Fibra óptica
9. **Plex**- Planta Externa
10. **MG**- Motor generador
11. **EEH**- Empresa de Energía Eléctrica
12. **SLA** – Service level agreement

I. INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones nos han facilitado enormemente la vida cotidiana, permitiéndonos entrar en contacto con personas de nuestra comunidad y del mundo entero, de manera fácil y rápida. El auge de estas tecnologías, especialmente del Internet, permite una revolución del conocimiento. Actualmente casi cualquier persona puede acceder a información confiable y directa, y las puertas del saber están abiertas para cada vez más personas.

La empresa está localizada en la ciudad de San Pedro Sula, Cortes y se caracteriza por su gran trayectoria en el mundo de las telecomunicaciones a nivel mundial. Huawei Technologies se mantiene en constante evolución y es uno de los pioneros en el mundo de la telefonía celular, así mismo brinda apoyo a otras empresas gestionando y optimizando la red celular y servicios residenciales de las mismas para el funcionamiento óptimo de los dispositivos de la red.

En el departamento de RAN se brinda apoyo en el gestionamiento en cuanto a fallas y mantenimientos de la red móvil de la empresa de telecomunicaciones TIGO a nivel móvil. La empresa también cuenta con el departamento de B2B (Business to Business) el cual está encargado de gestionar las instalaciones y mantenimiento de los enlaces de internet brindados a compañías terceras que necesitan o que ya cuentan con el servicio de internet.

Es importante lograr aprender de lleno los procesos que se llevan a cabo por los departamentos de RAN y B2B en el día a día, mediante el uso de las herramientas brindadas por ambos departamentos para el desarrollo de las asignaturas. La importancia de poder cumplir con el objetivo planteado es poder trabajar y actuar en pro de la optimización, mantenimiento y crecimiento de la red telefónica y la red de servicios de internet. Así mismo lo que se busca es empaparse al máximo de todo lo el conocimiento que se pueda adquirir para así en un futuro poder aplicar el mismo en esta u otra empresa en donde se presente la oportunidad.

El presente informe demuestra en el capítulo I los objetivos personales los cuales detallan lo que se quiere lograr y los alcances de este trabajo. El capítulo II datos generales de la empresa en que se desarrolló la práctica profesional, su inicio, historia y logros de la misma a través del tiempo. En el capítulo III, contiene información técnica de los equipos utilizados para cumplir con las

actividades diarias en los diferentes departamentos en los que se tuvo la oportunidad de trabajar. En el capítulo IV detalla la descripción del trabajo y actividades realizadas, este describe semana a semana las experiencias vividas y lecciones de aprendizaje a lo largo de las diez semanas de práctica profesional. Por último, en el capítulo V se brindan las conclusiones del trabajo realizado y en el último capítulo se detallan las recomendaciones, bibliografía y anexos.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Huawei es un proveedor global líder en la industria de las soluciones de tecnología de la información y comunicaciones (TIC). Motivados por la implementación de operaciones responsables, la innovación constante y la colaboración abierta, se ha establecido una cartera competitiva de soluciones TIC de extremo a extremo para redes empresariales y de telecomunicaciones, dispositivos y computación en la nube. (Huawei, 2018)

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Huawei fue fundada por Ren Zhengfei en 1987, como distribuidor de productos PBX importados, con un capital inicial registrado de 24000 RMB. En 1989, comenzó el desarrollo y posterior venta de su propia PBX. Posteriormente se embarcó en la comercialización de tecnologías de las telecomunicaciones.(«Historia de Huawei», s. f.)

En 1997 sucedió el lanzamiento de soluciones móviles basadas en GSM y en 1998 se expandió en las áreas metropolitanas de China. En el 2008 Bussiness Week reconoció a Huawei como una de las empresas más influyentes del mundo, según informa ocupamos el puesto No 3 en cuota de mercado mundial en equipamiento de redes móviles. En el 2014 se establecieron centros de investigación & desarrollo 5G en nueve países. Huawei se volvió la primera empresa de patentes por segundo año en el 2015 con 3989 solicitudes, según las estadísticas de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Huawei ocupó el Puesto No 3 en el ranking del mercado global de teléfonos inteligentes.(Huawei Technologies, s. f.-b)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de RAN o Celdas como se le conoce, se realizan las actividades de seguimiento y resolución de fallas, coordinación de movimiento de activos, mantenimiento de la red, revisión de anillos de fibra en caso de eventos que afecten la disponibilidad, y por último se realizan reportes de los casos y se lleva una bitácora de las actividades en la semana para presentar la eficiencia de la red periódicamente.

El departamento de B2B es el encargado de gestionar la instalación y mantenimiento de enlaces de clientes corporativos y regionales. En este departamento se realizan estudios de factibilidad y se ejecutan las órdenes de trabajo para la instalación de la fibra óptica. En el mismo se realizan reabastecimientos de materiales a las empresas terceras encargadas la instalación de la fibra óptica.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

Apoyar de manera incondicional las 24 horas del día, los 7 días de la semana con el monitoreo y seguimiento de fallas de la red móvil a fin de mantener la disponibilidad de la red mayor al 95%, a través de diversas pruebas con herramientas como OSS, gestor Huawei, revisión de la red IP RAN y RTN.

2.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Diagnosticar de manera constante la red móvil para poder asegurar el funcionamiento óptimo de la misma, mediante un proceso predeterminado realizando una serie de pruebas para verificar parámetros lógicos y físicos de las celdas fuera de servicio.

Gestionar la entrega de materiales y repuestos para la instalación de nuevos enlaces y mantenimiento de los mismos a través de solicitudes MR.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar las celdas que se encuentran fuera de servicio con el fin de corregir parámetros lógicos en las mismas, utilizando los gestores Ericsson OSS y Huawei u2000.

Identificar las fallas de la red para brindar una solución eficaz de manera rápida, a través de la revisión de sitios y sectores en OWS.

Realizar reportes y presentaciones para evaluar el rendimiento de las compañías terceras con las que Huawei Technologies se encuentra bajo contrato, mediante el uso de Excel.

III. MARCO TEÓRICO

Las telecomunicaciones son ya una constante en la vida de las personas y hoy no es posible concebir el mundo sin ellas. Pero, ¿qué son las telecomunicaciones? Se trata de un conjunto de técnicas que permiten la comunicación a distancia, lo que puede referirse a la habitación de al lado o a una nave espacial situada a millones de kilómetros de distancia. Los orígenes de las telecomunicaciones se remontan a muchos siglos atrás, pero es a finales del siglo XIX, con la aplicación de las tecnologías emergentes en aquel momento, cuando se inicia su desarrollo acelerado. Ese desarrollo ha ido pasando por diferentes etapas que se han encadenado de forma cada vez más rápida: telegrafía, radio, telegrafía sin hilos, telefonía, televisión, satélites de comunicaciones, telefonía móvil, banda ancha, Internet, fibra óptica, redes de nueva generación y otras muchas páginas que aún quedan por escribir.(Chillida, 2012)

En los diferentes puntos que se exponen en el marco teórico se presenta información sobre los diferentes tipos de red y sus arquitecturas y estructuras. También se da a conocer los elementos de cada red y su función. EN el marco teórico se detallan los diferentes tipos de fibra, los diferentes tipos de conectores usados en por PLEX para la conectividad de la misma dependiendo el tipo de fibra y la longitud de que esta tenga entre punto A y punto B. Asimismo se exponen los equipos más comunes y los tipos de gabinetes usados por Huawei. Por último, se habla sobre los gestores utilizados para el gestionamiento de la red y la atención de fallas, en donde se exponen ejemplos e ilustraciones de como son los gestores.

3.1 ARQUITECTURA DE UNA RED MÓVIL

En una red móvil hoy en día conviven tres generaciones funcionando simultáneamente y, cada una, con elementos diferentes. Por supuesto hay elementos comunes que permiten que los usuarios puedan conectarse utilizando las diferentes tecnologías pasando de una a otra incluso durante una llamada.(«Elementos de Red», s. f.)

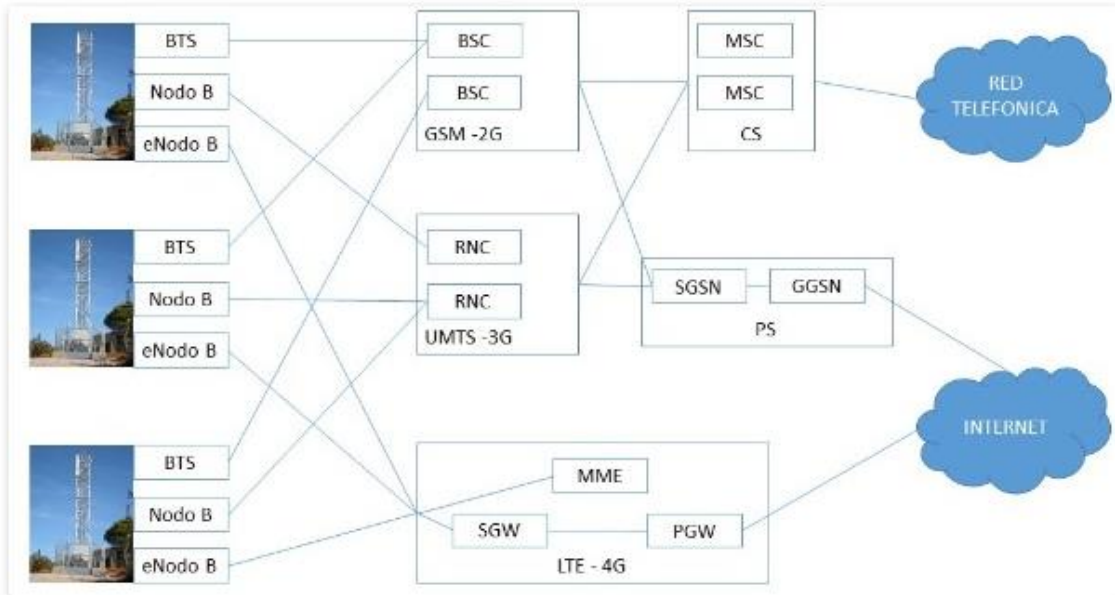


Figure 1 Arquitectura de una red móvil

Fuente=(«Elementos de Red», s. f.)

Se observa que a los pies de cada antena, están los equipos que dan servicio a cada una de las tecnologías. Uno de los elementos más caros de la red es el emplazamiento y no por los equipos de telecomunicaciones. Normalmente es necesario pagar un alquiler y energía eléctrica, suelen estar en sitios remotos por lo que el mantenimiento es complicado. Por lo tanto, exceptuando el despliegue inicial cuando aparece una nueva tecnología, todos los emplazamientos de un operador dan cobertura en las tres tecnologías.

A partir de ahí nuestra llamada o conexión de datos sigue un camino distinto dependiendo de la tecnología.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1 ARQUITECTURA DE UNA RED GSM

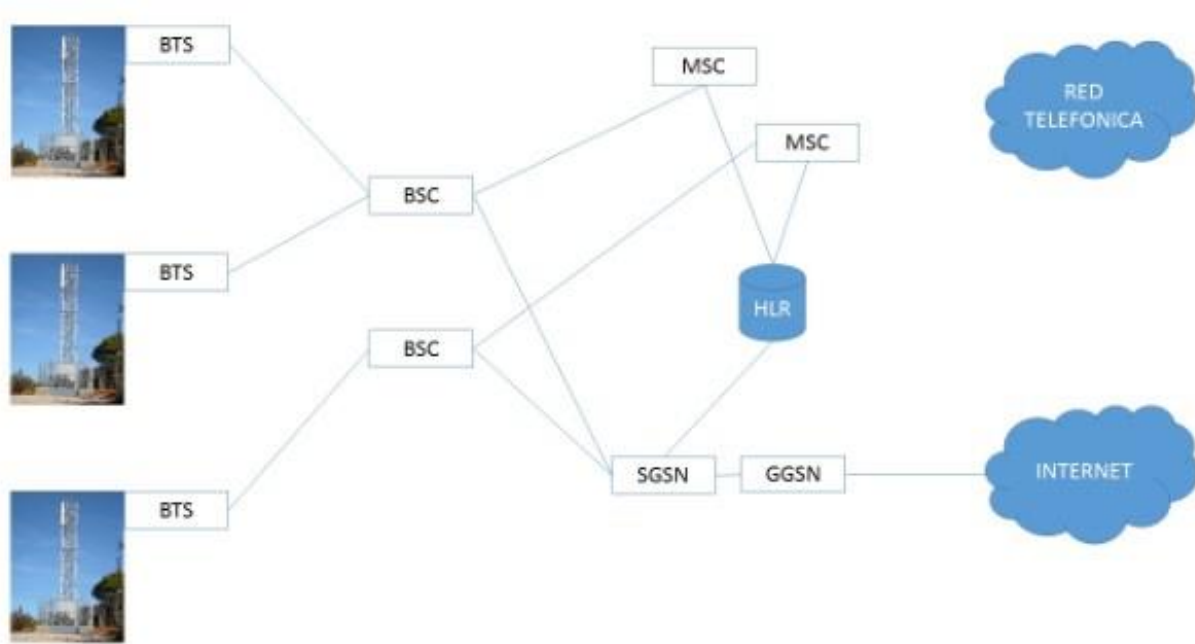


Figure 2 Arquitectura de una red GSM

Fuente=(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.1 BTS

Base Transceiver Station: Es el elemento que se conecta a las antenas de telefonía móvil en la segunda generación. La BTS se instala en la caseta que solemos ver a los pies de la torre de un emplazamiento. De la BTS salen los cables que emiten y reciben las señales y que se conectan a las antenas situadas en lo alto de la torre. Normalmente hay una BTS por emplazamiento que se conecta a varias antenas. Cada antena da cobertura a un sector circular al que denominamos celda. Por lo tanto una BTS gestiona todas las celdas de un emplazamiento.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.2 BSC

Base Station Controller: El elemento BSC controla un determinado número de BTSs de un área. Todas las BTSs de dicho área se conectan a la BSC y, a través de ella, pasa todo el flujo de comunicaciones. El elemento BSC controla el correcto funcionamiento de las BTSs conectadas, maneja la configuración de cada una de ellas e incluso participa activamente cuando un usuario móvil pasa de una BTS a otra (hand-over). Con las generaciones 2.5 y 2.75 el elemento BSC diferencia el tráfico de voz y de datos ya que, a partir de ella, siguen caminos separados.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.3 MSC

Mobile Switching Center: Son las centrales de comunicación que establecen las llamadas de voz en las redes móviles. A este elemento se conectan tanto las BSCs como las RNCs aunque solo reciben las llamadas de voz. Las llamadas de datos siguen un camino diferente. La tecnología utilizada por estas centrales es la misma que la empleada en las centrales de telefonía fija. Aun así el software que las controla es bastante más complejo ya que tiene que permitir la conexión de usuarios que están en movimiento y que pueden conectarse desde cualquier lado.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.4 HLR

Home Location Register: Es el elemento de la red que almacena los datos de los usuarios. Para dar de alta un usuario en una red móvil se deben introducir los datos en el HLR correspondiente. En una red móvil suele haber un HLR por cada millón de abonados. Por lo tanto, los elementos de la red móvil que consultan la información del usuario deben saber, según el usuario, cual es el HLR que contiene su información. La información almacenada es toda la información estática relativa al usuario como los desvíos o los servicios activados.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.5 VLR

Visitor Location Register: Aunque lógicamente es un elemento diferente realmente es parte de la MSC. El VLR almacena la información de los abonados que están conectados en dicha MSC. Este elemento permite no tener que estar preguntando continuamente al HLR por la información de

un abonado, además contiene información particular relativa a su posición en la red y su estado actual.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.6 EIR

Equipment Identification Register: Este elemento no es imprescindible y, de hecho, al principio no se ponía. Su función es comprobar el identificador del dispositivo o IMEI (international mobile equipment identification). Todos los dispositivos tienen un identificador IMEI único en el mundo. El operador tiene registrado nuestro IMEI si hemos comprado el teléfono a través de él o también si le informamos cuando compramos un nuevo teléfono. Si nuestro teléfono es robado podemos informar al operador y este pone el IMEI de nuestro teléfono en la lista negra del EIR. Si el EIR detecta una llamada con nuestro teléfono la interrumpe, aunque la SIM sea distinta por lo que el teléfono queda inoperativo. El EIR admite también una lista gris en la que la llamada no se interrumpe, pero envía un aviso informando de su uso. Algunos operadores tienen acuerdos para intercambiar el contenido de sus listas para impedir el uso de teléfonos robados aunque se cambie de operador.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.1.7 AuC

Authetication Center: Es un elemento complementario del HLR. Para mantener la confidencialidad en las comunicaciones e identificarnos con seguridad se utilizan unas claves particulares para cada SIM. Estas claves también están almacenadas en el AuC y por seguridad estas claves no se almacenan en ningún otro sitio de la red y el AuC las mantiene protegidas.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.2 ARQUITECTURA DE UNA RED UMTS

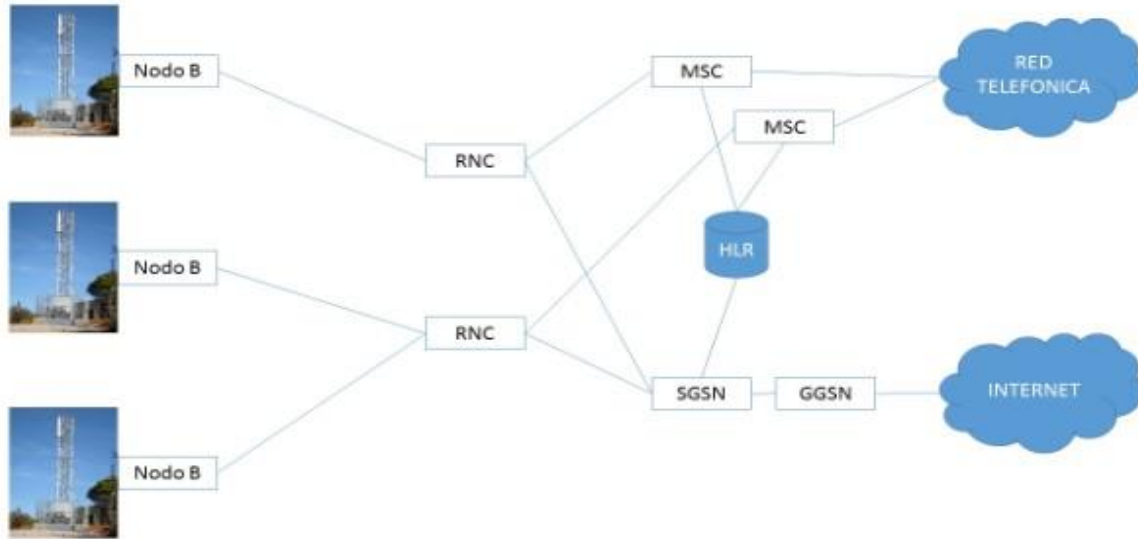


Figure 3 Arquitectura de una red UMTS

Fuente=(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.2.1 NODO B

El Nodo B es el equivalente a la BTS en la tercera generación. Los nodos B son equipos situados en la caseta de los emplazamientos conectados a las antenas que emiten y reciben las señales 3G. Al igual que el elemento BTS un nodo B maneja todas las celdas del emplazamiento donde está instalado.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.2.2 RNC

Radio Network Controller: el elemento RNC realiza una función similar al elemento BSC en la tercera generación. ¿Por qué se han utilizado siglas y elementos separados? La razón está en que las tecnologías 2G y 3G son muy diferentes y las funciones a realizar también son muy diferentes. Hoy en día se está implantando el concepto de Single RAN que intenta unificar las generaciones 2G y 3G en un único controlador que hace las funciones de BSC y RNC. Al igual que la BSC la RNC discrimina entre conexiones de voz y de datos que, a partir de ella, siguen caminos separados.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.2.3 SGSN

Serving GPRS Support Node: es el elemento que recibe las comunicaciones de datos tanto de las BSCs como de las RNCs. Sus funciones son la distribución de los paquetes de datos y la localización y gestión de los usuarios conectados en el área gestionada. Por ejemplo, una de las funciones del SGSN es enviar la conexión hacia el país de origen del usuario cuando este es de otro país. Con el despliegue de las redes 4G el SGSN se comunica con los elementos MME y SGW para facilitar y hacer más rápidos los cambios entre la tecnología 3G y 4G cuando se pierde la cobertura de esta última.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.2.4 GGSN

Gateway GPRS Support Node: recibe las comunicaciones de los usuarios desde los SGSNs. Los GGSNs no controlan los SGSNs por lo que pueden recibir comunicaciones de cualquier SGSN incluso en otro país. Las comunicaciones que se reciben son las de los usuarios pertenecientes al operador estén en el país que estén, este elemento es el final de la red móvil en cuanto a datos. A partir del GGSN las comunicaciones son iguales a las de cualquier operador de internet pudiéndose unir a las comunicaciones de una red fija en una red fijo-móvil unificada. El elemento GGSN realiza a su vez funciones de control y de tarificación. Todos los datos necesarios para la facturación son enviados desde este elemento.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.3 ARQUITECTURA DE UNA RED LTE

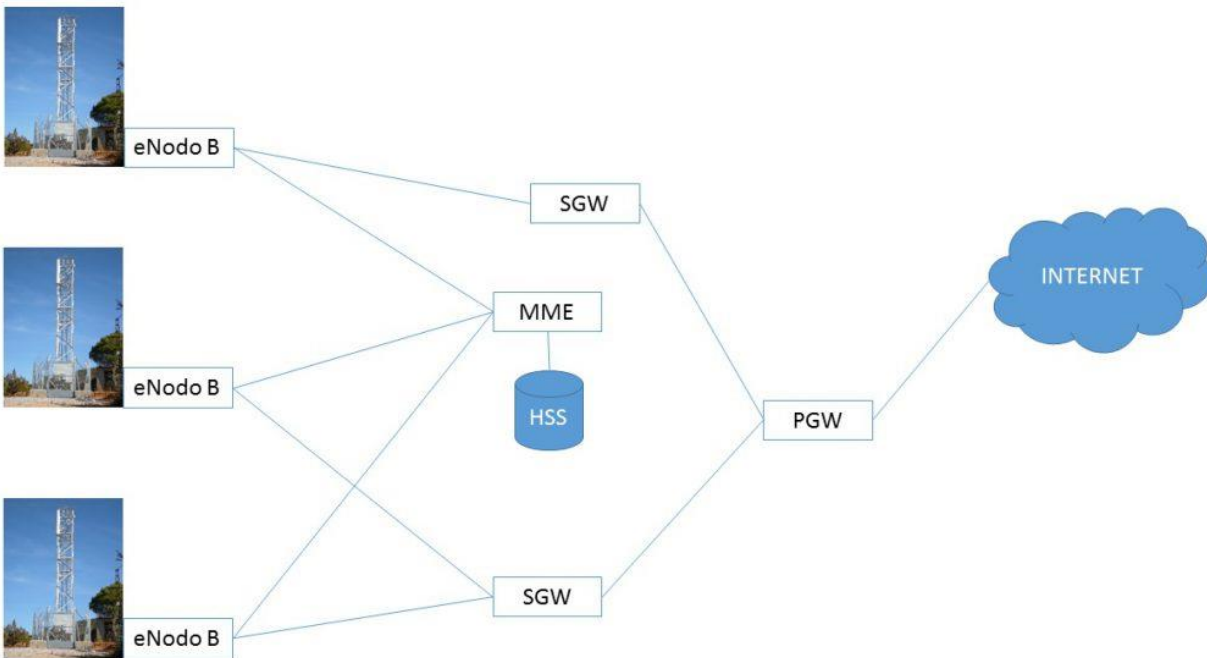


Figure 4 Arquitectura de una red LTE

Fuente=(«Elementos de Red», s. f.)

En la figura superior se muestra un esquema de una red LTE. Como se puede ver es bastante simple comparado con las anteriores tecnologías. Solo contempla conexiones de datos, no hay conexiones de voz que actualmente se realizan en 2G o 3G pero que, en poco tiempo, se realizarán con la tecnología VoLTE o Voz sobre LTE.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.3.1 ENODE B

Enhanced Node B: es el elemento situado en cada emplazamiento de cuarta generación o LTE. En este caso incorpora las funciones del elemento RNC por lo que no hay ningún controlador. El elemento eNode B se conecta directamente a una red TCP/IP (similar a Internet) pero particular del operador. Aun así, al ser una red similar a internet, existen el riesgo de que se puedan espiar las conversaciones por lo que la comunicación se encripta. Toda la comunicación es TCP/IP por lo

que no hay llamadas de voz y el teléfono tiene que pasar a 2G o 3G para realizar una llamada de voz. En el futuro se implantará las llamadas en VoLTE o VoIP (voice over IP) para permitir conexiones de voz y datos en 4G.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.3.2 HSS

Home Subscriber Server: es la evolución del elemento HLR utilizando en las redes 4G o LTE. Al igual que el HLR almacena los datos estáticos de los usuarios así como los servicios que tienen activados. Actualmente los operadores tienen separados los HLR y los HSS por lo que es necesario dar de alta a un usuario en los dos sitios. La evolución de estos dos elementos será en el futuro una única base de datos con la información de todos los abonados con una capa sobre ella que ofrezca tanto un interfaz HLR como un interfaz HSS.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.3.3 MME

Mobility Management Entity: es el elemento que gestiona una red de cuarta generación. Aunque los eNodes B no necesitan de un controlador es necesario un elemento común que gestione la red y que se encargue de las funciones que son comunes. Las labores de este elemento van desde el control del dispositivo móvil realizando la identificación del usuario en combinación con el HSS hasta la elección del elemento SGW que va a gestionar la comunicación.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.3.4 SGW

Serving Gateway: es el elemento que recibe las comunicaciones de datos de los eNodes B. Aísla al elemento PGW de la movilidad de la red. Cuando un dispositivo móvil se mueve a lo largo de la red cada cambio de un eNode B a otro implica un gran número de comunicaciones solamente en la gestión del cambio para que se produzca de una manera fluida. El elemento SGW aísla toda esta gestión para que no llegue al elemento PGW ya que una red móvil tiene unos pocos PGWs que no soportarían todo el tráfico de gestión que implica los movimientos de los dispositivos en la red.(«Elementos de Red», s. f.)

3.1.3.5 PGW

Packet Data Network Gateway: sustituye al GGSN y, al igual que este, es la frontera entre la red móvil y la red TCP/IP del operador. Es el elemento que asigna las direcciones IP que utiliza cada usuario por lo que, cara a la red, es como si los datos partieran de él. Además, realiza tareas de control de los datos y de tarificación. Toda la información necesaria para la facturación parte de este elemento.(«Elementos de Red», s. f.)

3.2 RED DE RADIO ACCESO

Actualmente, las redes de acceso de un operador móvil (2G o 3G) son distintas y operan de forma independiente. Con la llegada de la cuarta generación (LTE) implicaría construir una infraestructura de red completamente nueva. Al mismo tiempo, las redes de la primera generación (GSM) son muy costosas de operar y en casos concretos podrían llegar a quedarse obsoletas dentro de un futuro no muy lejano. Además, durante los últimos años cada operador móvil está buscando continuamente distintas formas de simplificar la arquitectura de la red como manera para reducir gastos operativos.(Vodafone, s. f.)

Con "Single RAN" (RAN: Radio Access Network) una misma estación base puede operar con distintas tecnologías: 2G, 3G, y en el futuro LTE.(Vodafone, s. f.)

Single RAN permite a las operadoras móviles cambiar automáticamente en una misma estación base de tecnología 2G a 3G o incluso utilizar ambas de forma simultánea logrando ahorros significativos. Este proyecto facilita además la evolución hacia redes de banda ancha móvil de cuarta generación (LTE), pues posibilita una migración sencilla y de bajo coste. Al mismo tiempo Single RAN facilita una simplificación de la red a gran escala y por defecto permite una modernización eficaz de la red de acceso más antigua (2G).(Vodafone, s. f.)

Single RAN se ha desarrollado por el Centro de Tecnología de Producto Radio del Grupo Vodafone en España en estrecha colaboración con Huawei Technologies dentro del Mobile Innovation Centre (MIC) en Madrid.(Vodafone, s. f.)

3.2.1 REDES DE ACCESO RADIO 3G

Las tecnologías móviles 3G dominantes son cdma2000 [CS0001-C, SR005-B] y UMTS [TS23002, TS23101], basadas en las redes de acceso radio (RAN) en cdma2000 [AS0011-A] y GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) y UTRAN (UMTS Radio Access Network) en UMTS [TS25401]. La Figura 1 muestra la arquitectura básica de la red UTRAN, cuyos elementos principales son el Nodo B (estación base) y el RNC (Controlador de red radio). La Figura 1 muestra la arquitectura básica de la red de acceso radio cdma2000. De forma similar a UMTS, su arquitectura es también jerárquica, basada en Estaciones base, conectadas a controladores de estaciones base (BSC). Asimismo, ambos sistemas están conectados a los dominios de conmutación de circuitos y de paquetes a través de interfaces específicas (Iu-PS en el caso de UMTS y A10/A11 en el caso de cdma2000). La funcionalidad de soft-handover se realiza a través de la interfaces Iub e Iur en UMTS y las interfaces Abis, A3/A7 en cdma2000.(Montilla, 2009)

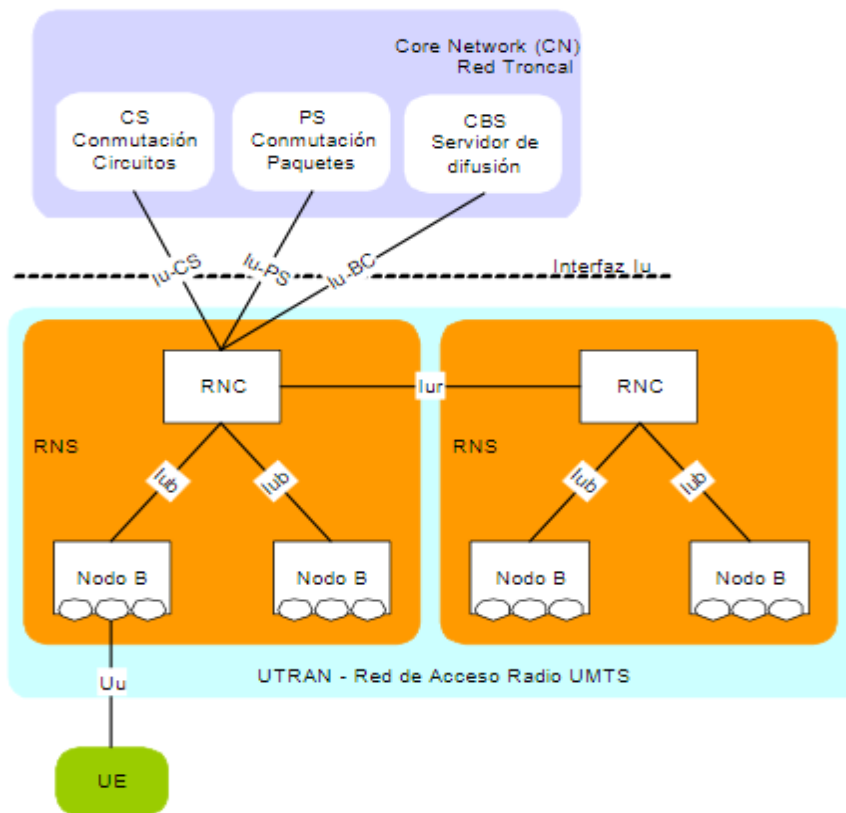


Figure 5 Red UTRAN

Fuente=(Montilla, 2009)

La arquitectura de estas redes está basada en protocolos de acceso radio propios de cada tecnología, debido a las diferentes características de la interfaz radio (MC-CDMA en cdma2000 y WCDMA en UMTS). Sin embargo, a pesar de estas diferencias, muchas de las funciones realizadas son comunes entre sí (sincronización, soft handover, transmisión de datos de usuario, localización, etc.). En términos generales, las redes de acceso radio 3G realizan las siguientes funciones de red:

Mantenimiento de conexión móvil-red troncal: La red de acceso transporta los datos de usuario y señalización entre el móvil y la red troncal. Un aspecto importante es la gestión de los recursos de la red radio para garantizar la calidad de servicio extremo a extremo requerida por el usuario. (Montilla, 2009)

Para esto, la red traduce los parámetros de calidad de servicios del usuario (por ejemplo tasa de bit, retardo), a parámetros de calidad de servicio del enlace radio (por ejemplo intervalos de transmisión, tamaño del bloque de radio, esquema de codificación), que la red de acceso debe cumplir para garantizar la calidad.(Montilla, 2009)

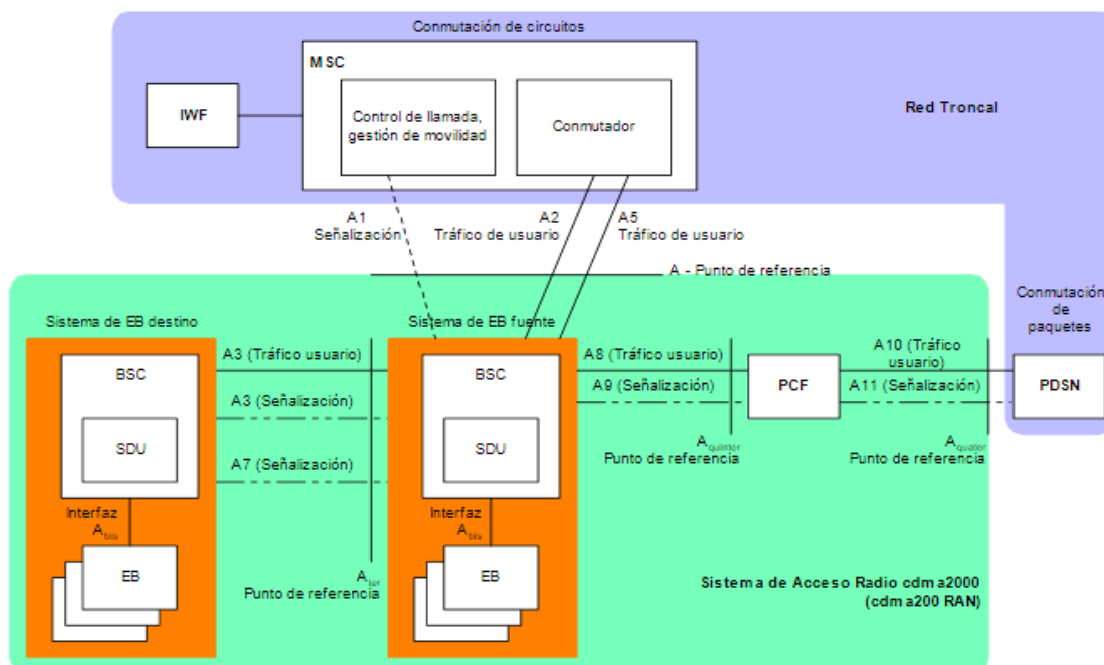


Figure 6 Red troncal y sistema RAN cdma2000

Fuente=(Montilla, 2009)

- Control de acceso al medio: La red de acceso radio, en conjunto con el móvil realizan control de acceso de acuerdo a las reglas de la red troncal. (Montilla, 2009)
- Gestión de recursos radio: A través de las funciones de control de potencia, handover, gestión de la asignación de canales/códigos, la red radio asigna, y mantiene de forma óptima los recursos radio utilizado por el móvil. Estos recursos dependen principalmente de la aplicación que se utilice, ya sea voz, datos o video. Tradicionalmente, han existido canales radio dedicados y compartidos, los cuales se utilizan dependiendo del tipo de comunicación (voz/datos/video) y de los parámetros de calidad de servicio que ésta requiere. Las mejoras e introducciones de nuevos canales radio son constantes en la evolución de estas redes, con el objeto de mejorar la eficiencia espectral y la calidad de servicio. En las redes 3G los últimos canales que se han incluido en las especificaciones técnicas son aquellos que proporcionan soporte a los servicios de difusión/multidifusión (broadcast/multicast). En muchos casos [Wang2004], el soporte a estos nuevos servicios no solo involucra nuevos canales, sino cambios en la arquitectura al incluir nuevos elementos y funciones de red. (Montilla, 2009)
- Movilidad radio: La red radio se encarga de gestionar la movilidad, como parte de la gestión de recursos radio, cuando el móvil está conectado a la red, a través de procedimientos de registro, gestión de los estados de movilidad, paging, traspasos, de forma que el usuario se mantenga conectado y utilizando sólo los recursos necesarios de acuerdo a su perfil de movilidad y actividad. (Montilla, 2009)
- Sincronización: La red radio se encarga de sincronizar la información del usuario con el móvil, a nivel radio, y de trama. En el caso de soft-handover, la red se encarga de sincronizar la transmisión de forma que las tramas radio lleguen al móvil al mismo tiempo, permitiendo la combinación o selección. Existen de forma general dos tipos de mecanismos de sincronización, aquellos basados en una referencia de tiempo común (normalmente GPS) y aquellos sin referencia de tiempo común, que se basan en protocolos de red para lograr el sincronismo. (Montilla, 2009)

- Determinación de la posición: La red radio, en conjunto con elementos de la red específicamente diseñados para este fin, realiza medidas radio para calcular la posición del móvil, bajo petición de la red o del móvil, para proporcionar servicios de localización (LCS). Todos estos servicios deben mantenerse en cualquier tecnología de acceso radio. Dadas las particularidades propias de cada tecnología, estas funciones están implantadas a través de distintos protocolos en cada una de las tecnologías, a pesar de poseer una gran similitud en la forma como se proveen. Esta similitud permite el planteamiento de la propuesta de homogeneizar las funcionalidades de la red radio de cualquier tecnología móvil, en una serie de protocolos comunes.(Montilla, 2009)

Todos estos servicios deben mantenerse en cualquier tecnología de acceso radio. Dadas las particularidades propias de cada tecnología, estas funciones están implantadas a través de distintos protocolos en cada una de las tecnologías, a pesar de poseer una gran similitud en la forma como se proveen. Esta similitud permite el planteamiento de la propuesta de homogeneizar las funcionalidades de la red radio de cualquier tecnología móvil, en una serie de protocolos comunes.(Montilla, 2009)

3.2.2 RED DE ACCESO RADIO COMÚN 4G

La red Mobile-IP RAN es una red de acceso especialmente diseñada para la gestión de la movilidad de los usuarios en tiempo y espacio de forma similar (siguiendo los mismos principios) que las redes móviles existentes 2G y 3G, habiendo una división muy clara entre las funciones de la red de acceso (red radio en 2G y 3G) y la red troncal; utilizando tecnologías/protocolos IP móvil. La red Mobile-IP RAN se conecta con las redes troncales 4G basadas en IPv6 móvil.(Montilla, 2009)

Mobile-IP RAN consiste en una arquitectura, basada en protocolos IPv6-móvil, que proporciona los servicios de acceso necesarios en las redes móviles de 4G, de forma independiente a la tecnología radio, entendiendo aquí por tecnología radio a la interfaz aire de los sistemas actuales 2G/3G (GSM, CDMA y UMTS) y aquellos integrados en las redes 4G (WLAN, WiMAX). La arquitectura se ha propuesto siguiendo los siguientes principios.(Montilla, 2009)

- La arquitectura debe ser flexible para soportar las distintas interfaces aire existentes de forma simultánea, esto con el objetivo de homogeneizar los servicios (y los protocolos) que se prestan a la red troncal. (Montilla, 2009)
- Debe estar basada en IPv6 móvil como elemento fundamental de networking en la red. Se ha asumido que la red troncal está basada en IPv6 móvil, asumido como protocolo base de las redes 4G. (Montilla, 2009)
- Debe proveer al menos los mismos servicios a la red troncal y al usuario que las redes 3G actuales y aquellos identificados para la 4G. (Montilla, 2009)
- Debe minimizarse el impacto a los móviles actuales. Este impacto debe limitarse a cambios en los protocolos de señalización y aplicación, pero no debe afectar a los protocolos fundamentales de las redes de acceso (protocolos de control de acceso al medio - MAC o de control del enlace radio - RLC). Es importante puntualizar lo que se denomina interfaces aire existentes en el contexto de Mobile-IP RAN, y que es permitido modificar en su contexto:
 - ✓ Como elementos que no soportarán cambios, se incluye a las interfaces físicas y de acceso de las interfaces aire (por ejemplo la capa física, de enlace (MAC) y de control del enlace (RLC) en UMTS) ya que estas definen el espectro de utilización así como los elementos fundamentales en la construcción de hardware asociado a la interfaz radio, por lo que cualquier cambio en la estos componentes de la interfaz radio incidiría notablemente en las relaciones de costes de fabricación así como supondría un obstáculo en la implantación de Mobile-IP RAN. (Montilla, 2009)
 - ✓ Se define que los protocolos de señalización radio (por ejemplo, gestión de recursos radio, de soporte a transferencia de datos) son susceptibles de modificación o sustitución, permitiendo a un móvil conectarse con una red Mobile-IP RAN o con una red 3G (seguiremos con el ejemplo de UMTS), a su vez que se introducen modificaciones para adaptarse al entorno IP Móvil. (Montilla, 2009)

Asimismo, se han tomado en cuenta los conceptos de redes 4G expuestos en [Yabusaki2005]:

- Utilización eficiente de los recursos radio.(Montilla, 2009)
- La distribución interna de los nodos y funcionalidades de red deben ser invisibles al usuario móvil.(Montilla, 2009)
- Utilización eficiente de los recursos de red. (Montilla, 2009)
- Confidencialidad de la ubicación del terminal para soportar los servicios actuales de las redes móviles es necesaria la inclusión de nuevos elementos al modelo de movilidad IP del IETF que, aunque generales (no específicos a una tecnología radio en particular) provean funciones de soporte al enlace radio. Este es un punto importante, que se refiere como la contribución más importante de Mobile-IP RAN respecto a otras propuestas de redes: la integración de las funciones radio genéricas en un entorno de red de acceso IP. (Montilla, 2009)

La arquitectura de la red de acceso Mobile-IP RAN 4G, permite la implantación de los siguientes servicios:

- Movilidad Radio: La movilidad radio incluye los procedimientos necesarios para el registro y acceso a la red troncal por parte de los usuarios móviles, así como para su mantenimiento a través de procedimientos de actualización de la ubicación, handover y paging. (Montilla, 2009)
- Transferencia de datos de usuario, en modo unicast, multicast y broadcast. (Montilla, 2009)
- Gestión de recursos radio, incluye funcionalidades radio inherentes a cada tecnología radio, incluyendo el soft-handover, así como funciones de gestión de los recursos globales de la red de acceso. (Montilla, 2009)
- Servicios de posicionamiento de usuarios a la red troncal, para proporcionar servicios basados en localización .(Montilla, 2009)
- Mecanismos de sincronización de tramas de usuario. (Montilla, 2009)
- Calidad de servicio en la red de acceso y en la interfaz radio. (Montilla, 2009)
- Descubrimiento de servicios. (Montilla, 2009)

- Seguridad, a través de mecanismos de autenticación, autorización y tasación en la red de acceso y el establecimiento de relaciones de confianza entre los elementos de red. (Montilla, 2009)

3.3 EQUIPOS DE LA RED

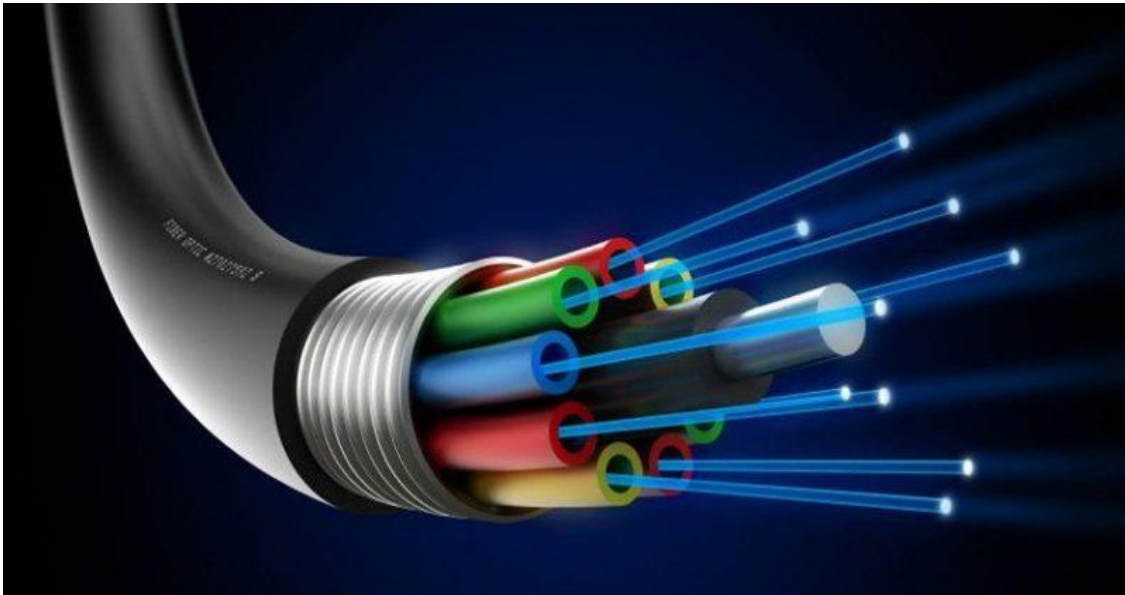


Figure 7 Fibra óptica

Fuente=(«Fibra Óptica - Información y Características», s. f.)

3.3.1 FIBRA ÓPTICA

Es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un led. Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.(Hayden, 1999)

3.3.1.1 *FUNCIONAMIENTO*

Es un fenómeno óptico básico para entender el funcionamiento de la fibra óptica y que consiste en que una onda de luz es reflejada en una superficie que tiene un menor índice de refracción que el medio inicial, siempre y cuando la luz impacte dicho medio en un ángulo mayor que el ángulo crítico del material. («Fibra Óptica - Información y Características», s. f.)

Para darnos una idea de cómo funciona este fenómeno, pensemos en un ejemplo común. Si nos sumergimos en el agua de una piscina o en el mar tranquilo y abrimos los ojos, podremos ver cómo la superficie del agua es como un espejo ya que las ondas de luz son reflejadas. Si nos sumergimos más, disminuyendo nuestro ángulo respecto a la superficie, el efecto desaparece. («Fibra Óptica - Información y Características», s. f.)



Figure 8 Hilos de fibra óptica

Fuente=(«Fibra Óptica - Información y Características», s. f.)

3.3.1.2 REFRACCIÓN

Es el cambio de dirección y velocidad de una onda electromagnética (en este caso luz) al pasar de un medio a otro. Por ejemplo, si metemos un lápiz en medio vaso de agua, podemos percibir un cambio de dirección de la imagen. («Fibra Óptica - Información y Características», s. f.)

3.3.1.3 REFLEXIÓN

Es el fenómeno óptico por el cual un rayo de luz al entrar en contacto con un medio diferente es regresado al medio original. Por ejemplo, un espejo es un material reflejante de la luz. («Fibra Óptica - Información y Características», s. f.)

3.3.1.4 PARTES DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA

- Vaina: Es la envoltura o capa superior que protege, aísla y da consistencia todos los elementos que van adentro del cable. («Fibra óptica», s. f.)
- Hilos sintéticos de kevlar: Al ser un material de alta resistencia que rechaza la combustión y protege contra el fuego, ayuda mucho a mantener la consistencia y a proteger el cable. («Fibra óptica», s. f.)
- Hilos de desgarre: Es otra capa de hilos que ayudan a mantener la consistencia del cable.
- Cinta antillama: Además del kevlar, esta cinta ayuda a proteger al cable del calor y el fuego. («Fibra óptica», s. f.)
- Cinta de mylar: Esta es usada como aislante y también ayuda un poco a la conductividad.
- Hilo de drenaje de humedad: su fin es dejar que la humedad salga a través de él, sin tocar los demás elementos del cable. («Fibra óptica», s. f.)
- Loose buffers: Su fin es retener los rayos de luz en el filamento de fibra con una capa en forma de tubo, en algunos cables tienen gel aislante con el propósito de mantenerlo oscuro. («Fibra óptica», s. f.)
- Elemento central dieléctrico: como su nombre lo menciona, este elemento no conduce electricidad, sin embargo, su fin es dar consistencia a todos los elementos del cable de fibra óptica, no obstante, no todos los tipos de cables lo tienen. («Fibra óptica», s. f.)
- Fibra óptica: Este es el elemento más importante del cable, ya que por él es donde se transmite la información en forma de haz de luz, por lo tanto, su estado debe ser de total

pureza ya que una sola imperfección podría desviar el haz de luz, haciendo que se pierda el paquete de información y que no llegue al destino. Su fabricación es muy interesante y compleja, pero a grosso modo se basa en exponer tubos de vidrio al calor extremo, y por medio del goteo se obtienen las hebras de micrones de espesor. («Fibra óptica», s. f.)

3.3.1.5 FIBRA ÓPTICA MONOMODO



Figure 9 Fibra Monomodo

Fuente=(«Fibra monomodo», s. f.)

Sus principales ventajas (ancho de banda prácticamente ilimitado, bajo nivel de atenuación) aconsejan su utilización en aplicaciones WAN o Telecom (larga distancia).(COFITEL, 2014)

G.652 (B y D): Utilizadas como fibra estándar en Telecom y para transmisión Ethernet a Gigabit y 10 Gigabit (ver tabla inferior). La denominación OS1 es cubierta por las fibras tipo de G652a, b c y d. La fibra tipo OS2 (desde 2006) fija características para las longitudes de onda 1310 nm 1550 nm y 1383 nm (fibras de bajo pico de agua, válidas para CWDM). Asimismo la fibra OS2 es de aplicación como fibra óptica SM para aplicaciones de larga distancia en redes WAN. (Prestaciones. Equivalentes a G652D).(COFITEL, 2014)

G.655: Fibra con dispersión desplazada no nula. Optimizada para aplicaciones de larga distancia a 1550 nm. Sus características se fijan a 1550 nm y 1625 nm, por lo que puede ser utilizada para multiplexación DWDM entre estas λ .(COFITEL, 2014)

G-656: Fibra con dispersión desplazada no nula. Optimizada para aplicaciones de banda ancha. Sus características se fijan entre 1460 nm y 1625 nm, estando especialmente indicada para multiplexación CWDM y DWDM en ese ámbito de λ .(COFITEL, 2014)

G.657: Fibra óptica con características especiales para su aplicación en FTTx (alta resistencia a la humedad y a las macrocurvaturas), permite la transmisión a 1310, 1490 y 1550 nm.(COFITEL, 2014)

3.3.1.6 FIBRA ÓPTICA MULTIMODO

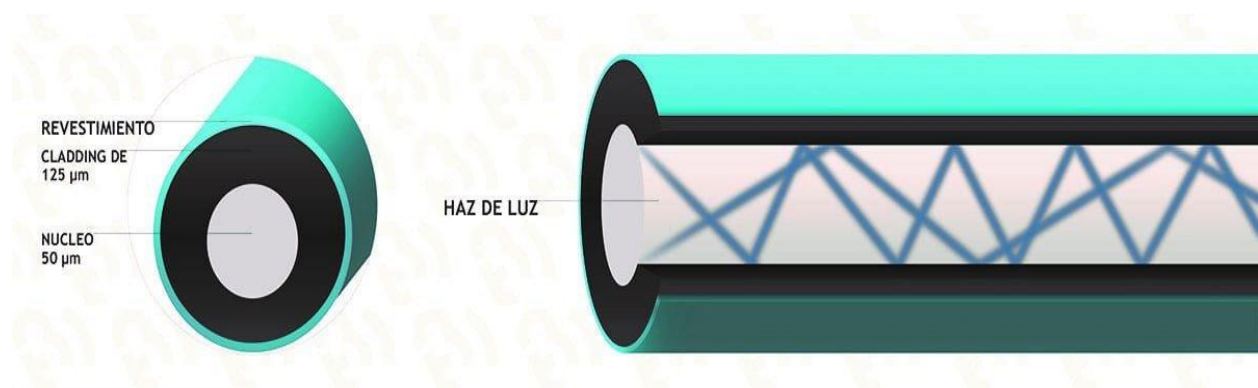


Figure 10 Fibra Multimodo

Fuente=(«Fibra multimodo», s. f.)

50/125 μm : Fibra utilizada habitualmente en aplicaciones informáticas. Clasificada en varios tipos (OM1, OM2, OM3 y OM4) en función de su ancho de banda, de su aplicación (ver tabla abajo) y de la distancia cubierta por el enlace. La de tipo OM2 permite soluciones económicas al utilizarla para la transmisión analógica de señal banda base (CCTV) en distancias hasta 2 o 3 Km.(COFITEL, 2014)

62,5/125 μm : De aplicación frecuente en redes Ethernet 10/100 o CCTV banda base, hasta 4 Km (850 nm) o 10 Km (1300 nm).(COFITEL, 2014)

3.3.1.7 PATCH CORD

Un Patch Cord o "Cable de Enlace", también llamado Latiguillo. Permiten la interconexión entre los ODF y los Equipos de Comunicaciones. Estos cables reciben mucha manipulación por lo que vienen recubiertos de mucho Kevlar. El tipo de Cable que se usa para la construcción son ZipCord, con un grosor de diámetro externo de 3mm el más común; también hay otros que puede ser de 2mm. («SOLUCIONES EN PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA», 2016)

Un dato a tomar en cuenta son las palabras Simplex o Dúplex. Que está relacionado con el número de hilos del mismo; en caso de ser solo un hilo se llama Simplex y de ser dos hilos se le conoce como Duplex. («SOLUCIONES EN PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA», 2016)

La construcción de PatchCord a medidas puede ser realizada por los procedimientos de Conectorización aquí mencionados. Pero en caso de ser muchos en un proyecto es conveniente adquirirlos en el mercado; ya que son fabricados en masa por máquinas y vienen Certificados. («SOLUCIONES EN PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA», 2016)

La longitud de la mayoría de los PatchCord que se pueden adquirir son de 1, 3, 5 metros. («SOLUCIONES EN PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA», 2016)

Los tipos de conectores, pueden ser muy variados como ST, SC, FC y Otros. Por ejemplo, cuando por los dos extremos son del mismo tipo de conector ST se usa ST-ST; pero pueden ser también Híbridos cuando los extremos poseen conectores diferentes se usa ST-SC, es decir que tiene un conector ST de un lado y del otro SC. («SOLUCIONES EN PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA», 2016)

3.3.1.8 TIPOS DE CONECTORES

Conector ST (*Straight Tip* ó *Punta Recta*): Este conector se utiliza generalmente en redes de datos. Existen del tipo multimodo y monomodo, pudiendo ser conectorizado en campo. Es un conector de tipo pre-armado y posee una guía de sintonía fija. (Silex Fiber Telecom, 2017)



Figure 11 Conector ST

Fuente=(Silex Fiber Telecom, 2017)

Conector FC (Fiber Connector): es compatible con el diseño de la NTT, posee una guía de sintonía fija para el modelo APC (key width 2.00mm +0.05/-0.00) y un anillo de sintonía removible (key width 2.15mm +0.1/-0.1) variable en seis posiciones (proceso de ajuste del Core de luz, $\pm 30^\circ$) para los modelos de pulido convexo plano tipo "UPC" necesario para la alineación de la férula del conector con el opuesto.(Silex Fiber Telecom, 2017)

Férula de zirconia (diámetro 2.5 mm +/- 0.05 %), tuerca metálica de sujeción al acoplador y una gran resistencia a la tracción. Está disponible también la versión para la conectorización sobre cables de 900 μ , ambos con terminaciones de tipo.(Silex Fiber Telecom, 2017)

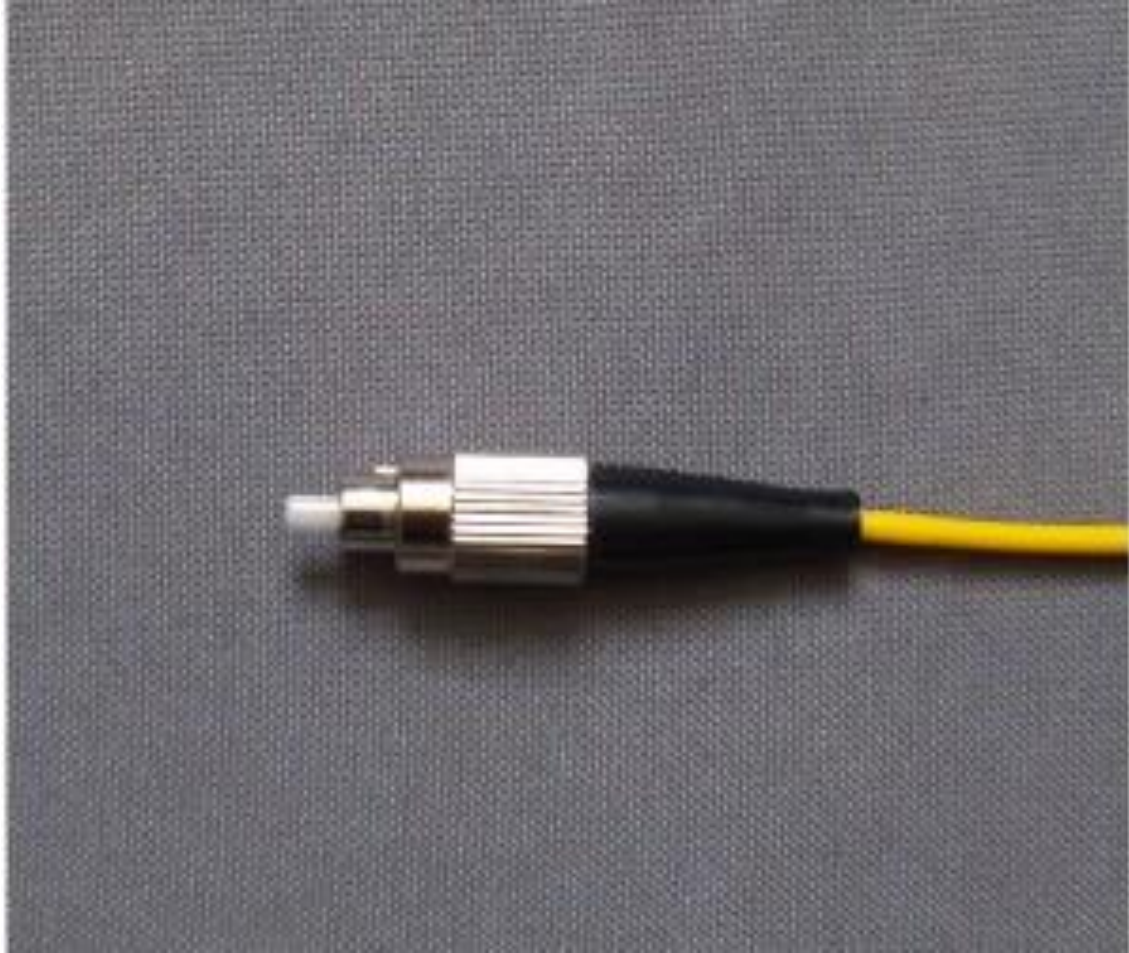


Figure 12 Conector FC

Fuente=(Silex Fiber Telecom, 2017)

El conector SC (Subscriber Connector or Square Connector ó Conector de Suscriptor): es del tipo push-pull, housing de plástico, férula de zirconia (diámetro 2.5 mm +/- 0.05 %), es fácilmente desmontable del acoplador dado su forma de ingreso en línea recta. Existe en diferentes versiones, para cables de 900 μ , 2 ó 3mm.(Silex Fiber Telecom, 2017)

Es otro de los conectores de tipo presintonizados y es compatible con el diseño de la SII. El campo de aplicación se encuentra en la mayoría de los enlaces industriales, centrales telefónicas, operadoras de CATV, es la interfaz de salida de los media converters más habituales 10/100. Posee una excelente relación calidad/precio.(Silex Fiber Telecom, 2017)

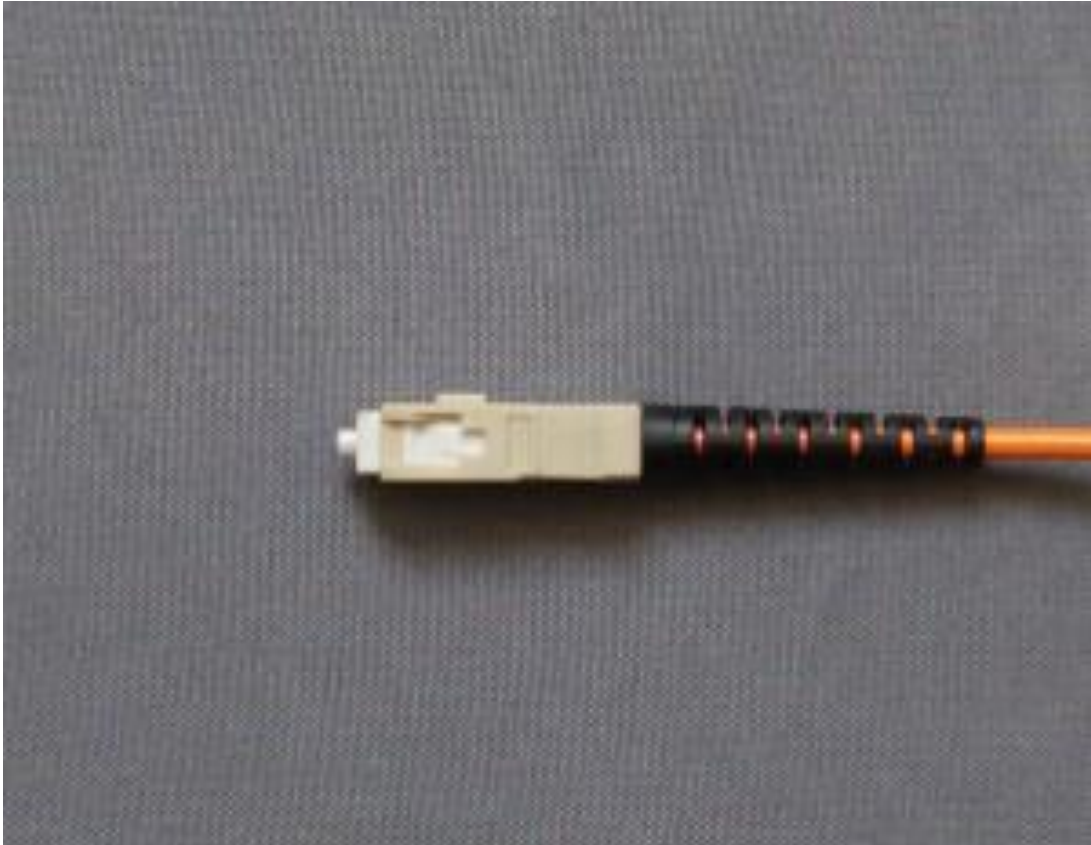


Figure 13 Conector SC

Fuente=(Silex Fiber Telecom, 2017)

LC (Lucent Connector or «Little Connector» o Conector pequeño): La línea la de conectores LC tiene sólo la mitad de tamaño de los conectores como SC, ST, FC y OTROS, ofreciendo la posibilidad de montar una mayor cantidad de acopladores "LC" en un patch-panel. Disponible en versiones monomodo o multimodo, simplex o dúplex (adaptador mediante), PC o APC. Es ideal para redes de alta velocidad, de voz, Telecomunicaciones, y aplicaciones en centrales sobre racks de alta densidad y CPD'S.(Silex Fiber Telecom, 2017)

El diseño del housing externo es similar al de un jack, y es compatible con componentes de todos los fabricantes de reconocido prestigio y con especificaciones EIA/TIA 568A, FOCIS 10 e IEC 11801. El diámetro de su férula es de 1.25mm (+/- 0.05 %).(Silex Fiber Telecom, 2017)

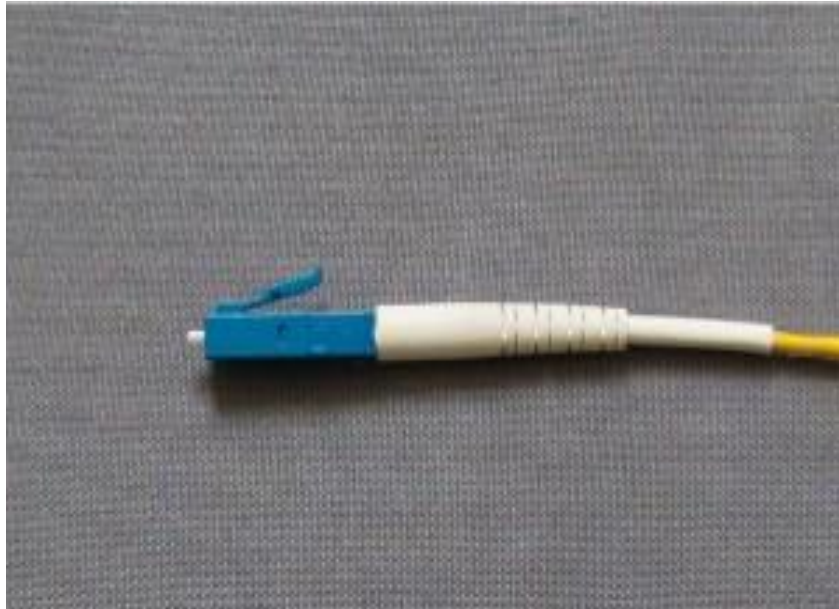


Figure 14 Conector LC

Fuente=(Silex Fiber Telecom, 2017)

3.3.2 ROUTERS Y SWITCHES

El funcionamiento de una red consiste en conectar computadoras y periféricos mediante dos partes del equipo: switches y routers. Estos dos elementos permiten a los dispositivos conectados a la red comunicarse con los demás y con otras redes. Aunque son muy parecidos, los switches y routers realizan funciones muy diferentes en la red.(Cisco Systems, 2012)

- Los Switches se utilizan para conectar varios dispositivos a través de la misma red dentro de un edificio u oficina. Por ejemplo, un switch puede conectar sus computadoras, impresoras y servidores, creando una red de recursos compartidos. El switch actuaría de controlador, permitiendo a los diferentes dispositivos compartir información y comunicarse entre sí. Mediante el uso compartido de información y la asignación de recursos, los switches permiten ahorrar dinero y aumentar la productividad.(Cisco Systems, 2012)



Figure 15 Switch Cisco

Fuente=(«Cisco.com», s. f.)

Existen dos tipos básicos de switches: administrados y no administrados.

- ✓ Los switches no administrado funcionan de forma automática y no permiten realizar cambios. Los equipos en redes domésticas suelen utilizar switches no administrados.(Cisco Systems, 2012)
- ✓ Los switches administrados permiten su programación. Esto proporciona una gran flexibilidad porque el switch se puede supervisar y ajustar de forma local o remota para proporcionarle control sobre el desplazamiento del tráfico en la red y quién tiene acceso a la misma.(Cisco Systems, 2012)
- Los routers se utilizan para conectar varias redes. Por ejemplo, puede utilizar un router para conectar sus computadoras en red a Internet y, de esta forma, compartir una conexión de Internet entre varios usuarios. El router actuará como distribuidor, seleccionado la mejor ruta de desplazamiento de la información para que la reciba rápidamente. Los routers analizan los datos que se van a enviar a través de una red, los empaquetan de forma diferente y los envían a otra red o a través de un tipo de red distinto. Conectan su negocio con el mundo exterior, protegen la información de amenazas a la seguridad e, incluso, pueden decidir qué computadoras tienen prioridad sobre las demás.(Cisco Systems, 2012)



Figure 16 Router Cisco

Fuente=(«Cisco.com», s. f.)

Los routers y switches son los pilares de toda comunicación empresarial, desde datos hasta voz y video y acceso inalámbrico. Pueden mejorar la base de la compañía, permitiendo aumentar la productividad, reducir los costos empresariales y mejorar la seguridad y el servicio al cliente. (Cisco Systems, 2012)

Específicamente, los routers y switches permiten:

- ✓ Uso compartido de aplicaciones
- ✓ Aumento de la velocidad de acceso a la información
- ✓ Mejor servicio al cliente
- ✓ Reducción de los costos operativos
- ✓ Mejora de la seguridad
- ✓ Activación de conexiones remotas(Cisco Systems, 2012)

3.3.3 RACKS

Un rack es una base, estructura metálica o soporte cuya misión es alojar sistemas informáticos y redes de telecomunicaciones. («QUE ES UN RACK DE TELECOMUNICACIONES Y CUAL ES SU FUNCION?», s. f.)

Está destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para la anchura están normalizadas para que sean compatibles con equipamiento de distintos fabricantes. También son llamados bastidores, cabinas, gabinetes o armarios.(«QUE ES UN RACK DE TELECOMUNICACIONES Y CUAL ES SU FUNCION?», s. f.)

Para alojar físicamente los elementos que componen los sistemas de cableado es necesaria la utilización de armarios rack diseñados exclusivamente para este fin. Dependiendo de la cantidad de elementos a alojar dentro de dichos armarios rack, se ofrecen varias soluciones teniendo en cuenta las necesidades de cada cliente.(«QUE ES UN RACK DE TELECOMUNICACIONES Y CUAL ES SU FUNCION?», s. f.)

Ofrece un alojamiento abierto, duradero y flexible para servidores de montaje en rack y equipo para redes. El rack está hecho con rieles de montaje de gran grosor que garantizan una plataforma estable de instalación, con dos postes ajustables para ajustarse a fondos variables.(«QUE ES UN RACK DE TELECOMUNICACIONES Y CUAL ES SU FUNCION?», s. f.)



Figure 17 N66-18 Gabinete Estandar doble

Fuente=(«Productos de Huawei», s. f.)

3.3.4 ESTACIÓN BASE MACRO PARA EXTERIORES BTS3900A

Esta estación base macro para exteriores admite tanto GSM-R como LTE; es la solución ideal para ferrocarriles que quieren prepararse para la evolución a una red de banda ancha LTE. Una de las estaciones macro base para exteriores más compactas de la industria, la BTS3900A cuenta con gran capacidad escalable y aplicaciones de múltiples modos que cumplen con los requisitos de ferrocarriles de larga distancia.(«Productos de Huawei», s. f.)

El armario de la estación base aloja un máximo de seis módulos RF. Estos módulos multi-portadora admiten tanto GSM-R 5.0 de Huawei como LTE empresarial (eLTE). El uso de esta estación base multi-radio (y estaciones base similares para interiores) maximiza la versatilidad a la vez que minimiza los costes de implementación del sitio.(«Productos de Huawei», s. f.)



Figure 18 Estación base macro para exteriores BTS3900A

Fuente=(«Productos de Huawei», s. f.)

3.3.5 ESTACIÓN BASE DISTRIBUIDA DBS3900

Las estaciones base distribuidas permiten el acceso de radio a redes privadas inalámbricas eLTE, de pequeño a gran tamaño, que proporcionan servicios tales como video vigilancia, adquisición de datos y transmisión de datos. La plataforma modular de la estación está compuesta por una unidad de banda base (BBU3900) y una unidad de radio remota (RRU). Ambos componentes se caracterizan por su instalación flexible, fácil implementación en el sitio, bajo consumo de energía y bajo coste total de propiedad.(«Productos de Huawei», s. f.)



Figure 19 Estación base distribuida DBS390

Fuente=(«Productos de Huawei», s. f.)

DBS390

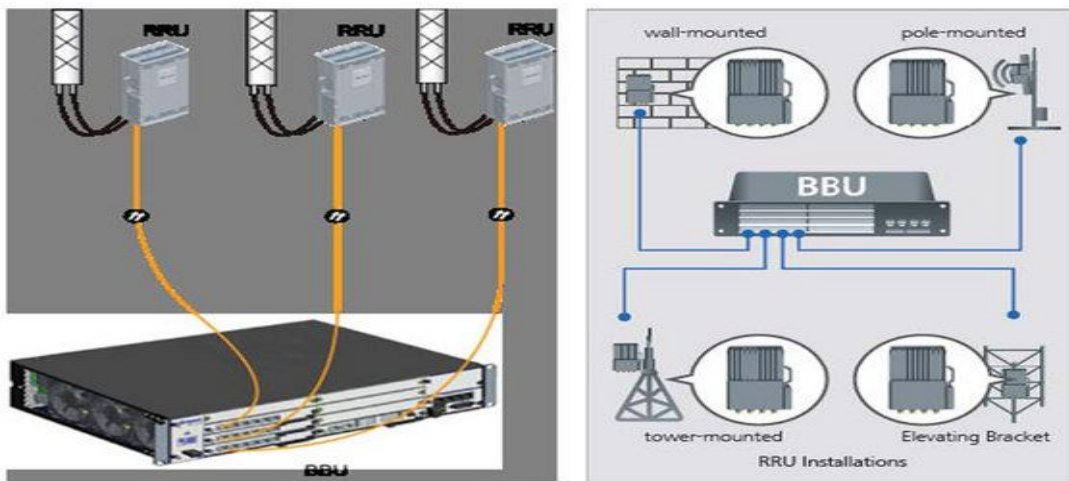


Figure 20 Sistema de conexión base band DBS390

Fuente=(«Huawei BBU RRU», s. f.)

3.3.6 MICROONDAS IP DE FRECUENCIA CONVENCIONAL DE 6 A 42 GHz

Las microondas IP de frecuencia convencional de 6 a 42 GHz de Huawei tienen una capacidad de transmisión ultraelevada de 2 Gbit/s por portadora y 16 Gbit/s por antena como máximo. Es el primer producto de microondas IP en el sector que admite servicios TDM, servicios híbridos, servicios de paquetes y servicios de routing en una plataforma unificada, lo que permite cumplir los requisitos de la transmisión de servicios IP de gran capacidad y la evolución basada en IP de las microondas PDH/SDH tradicionales. Esta solución cuenta con una arquitectura flexible que puede desplegarse de modo dividido, totalmente en exteriores o totalmente en interiores. Cuenta con alta fiabilidad y gestión unificada de O&M de extremo a extremo. Se usa con frecuencia para la transmisión inalámbrica de banda ancha en sectores verticales, como los de gobierno, radiodifusión, gas y petróleo, educación y energía eléctrica.



Figure 21 RTN 980

Fuente=(«Productos de Huawei», s. f.)



Figure 22 RTN 980

(«Productos de Huawei», s. f.)

3.3.7 ANTENAS SECTORIALES

Una antena sectorial es un tipo de antena de microondas direccional con un patrón de radiación en forma de sector. La palabra "sector" se utiliza en el sentido geométrico; se trata de una circunferencia medida en grados de arco. Los diseños más típicos son de 60°, 90° y 120°, y a menudo se utiliza un "extra" de grados cuando se requiere una cobertura más amplia o de círculo completo. El mayor uso de estas antenas es en sitios de estaciones base de telefonía celular, sin embargo también se utilizan para otro tipo de comunicaciones móviles, por ejemplo en redes WiFi y pueden abarcar alrededor de 4 a 5 kilómetros.(«Antenas Sectoriales», 2015)

Las antenas sectoriales son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales por lo que para entender su funcionamiento debemos entender antes estos dos tipos de antenas:

Antenas direccionales: Orientan la señal a una dirección sumamente determinada con un haz estrecho pero de largo alcance.(«Antenas Sectoriales», 2015)

Antenas omnidireccionales: Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance.(«Antenas Sectoriales», 2015)

Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional y su intensidad o alcance es mayor que la omnidireccional pero menor que la direccional.(«Antenas Sectoriales», 2015)

Gracias a que una antena sectorial comparte características tanto de una antena direccional como de una omnidireccional es posible que esta pueda tener una cobertura de 360° como una antena omnidireccional y un alcance largo como una antena direccional, Para lograr esto es necesaria la instalación de tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 80°.(«Antenas Sectoriales», 2015)



Figure 23 Antena Sectorial

Fuente=(«Antena Sectoriales», s. f.)

3.4 IMANAGER U2000



Figure 24 Imanager U200

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

El U2000 es un sistema de gestión del equipo desarrollado por Huawei. Es también una solución orientada al futuro importante de la dirección de la red que proporciona funciones potentes de la gestión del elemento y de la dirección de la red. («iManager U2000», s. f.)

En la jerarquía de TMN, el U2000 se localiza en y apoya todas las funciones de las capas de la gestión del elemento y de la dirección de la red. («iManager U2000», s. f.)

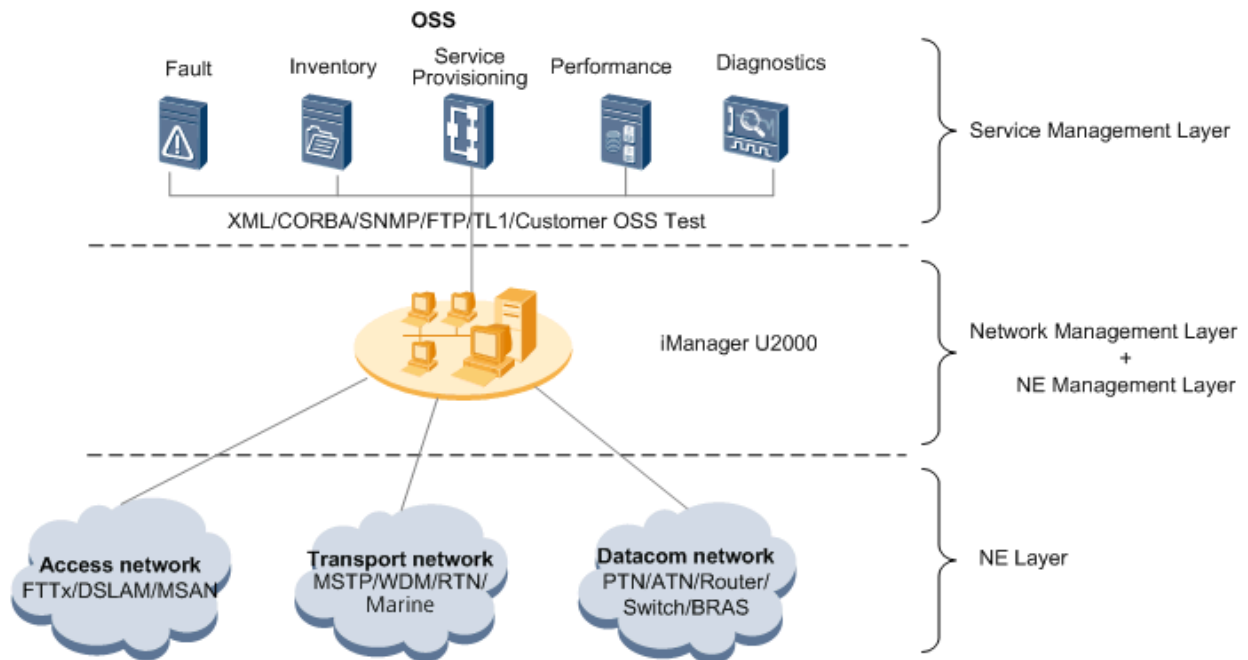


Figure 25 Posición del U2000 en la jerarquía de TMN

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

3.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL U2000

El U2000 mejora su capacidad de la gestión, capacidad de conversión a escala, y utilidad de construir una siguiente generación unificada y orientada al cliente NMS.(«iManager U2000», s. f.)

NBIs unificado y abundante:

El U2000 provee de diversas soluciones de funcionamiento de la integración de (OSS) del sistema de apoyo NBIs unificado y abundante basado en estándares de la corriente principal.

NBIs unificado permite al U2000 manejar el equipo de transporte, equipo del acceso, equipo del IP.(«iManager U2000», s. f.)

De acuerdo con estándares internacionales, el NBIs del U2000 es barato convertirse, económico mantener, y fácil ampliarse. («iManager U2000», s. f.)

Dirección abundante de NBIs (XML, CORBA, SNMP, TLI, TEXTO, prueba y línea prueba del cliente OSS) las necesidades de la integración de OSS. («iManager U2000», s. f.)

Dirección de la red unificada:

El U2000 maneja el equipo de transporte, equipo del acceso, equipo del IP de una manera unificada. Específicamente, maneja Huawei MSTP, WDM, OTN, RTN, router, interruptor, ATN, PTN, MSAN, DSLAM, FTTx, equipo del cortafuego y servicios. («iManager U2000», s. f.)

El U2000 maneja los servicios de punta a punta (E2E), tal y como se muestra en del cuadro la siguiente figura. Los servicios incluyen servicios de MSTP, del WDM, del RTN, de PTN, de ATN, del router, y del interruptor. («iManager U2000», s. f.)

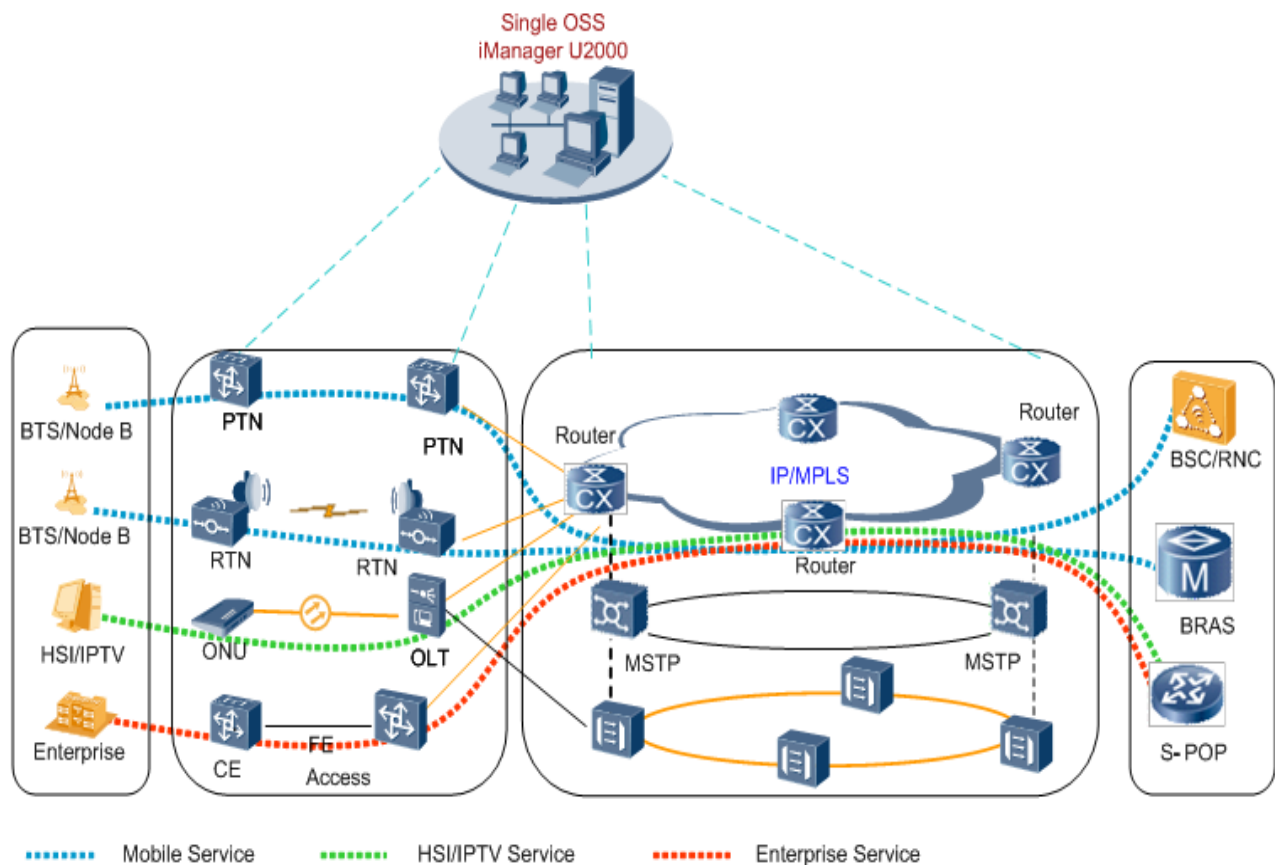


Figure 26 Diagrama de conexión de servicios

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

Sistemas operativos múltiples:

El U2000 fue desarrollado sobre la base de la plataforma integrada (iMAP) del uso de la gestión de Huawei. El U2000 apoya los puestos de trabajo de Sun, los servidores de la PC, las bases de datos de SYBASE, los sistemas operativos de las bases de datos de SQL Server, de Solaris, de Windows, y de SuSE Linux (OSs). («iManager U2000», s. f.)

El U2000 es una aplicación independiente que se puede instalar en una variedad de OSs y de bases de datos. El U2000 proporciona las soluciones de gama alta para las redes en grande y las soluciones baratas para las redes de escala pequeña a mediana. («iManager U2000», s. f.)

Arquitectura escalable principal del NMS:

Adoptando la arquitectura madura y ampliamente utilizada del cliente/del servidor (C/S), el U2000 apoya sistemas de base de datos distribuida y jerárquica, sistemas de proceso de servicio, y sistemas de la aplicación cliente. La arquitectura modularizada es escalable de modo que el U2000 cumpla los requisitos de la gestión de redes complejas y en grande, tal y como se muestra en el cuadro 2. («iManager U2000», s. f.)

El U2000 utiliza un orientado al objeto, un multiprocesamiento, modularizado, y un diseño componente de la arquitectura. El grado de juntar componentes de la gestión del NE se reduce con este diseño, así que significa que el U2000 puede aumentar su capacidad de la gestión de un solo ámbito a los ámbitos múltiples cuando el U2000 es componentes instalados del multi-ámbito. («iManager U2000», s. f.)

El U2000 puede integrar flexiblemente diverso NBLs. («iManager U2000», s. f.)

El marco flojo del acoplamiento apoya mejoras independientes y el mantenimiento de subsistemas. («iManager U2000», s. f.)

El U2000 permite a usuarios abrirse una sesión a un servidor al mismo tiempo de clientes múltiples. Los usuarios en diversos clientes pueden ver los mismos datos de la red o los datos de la red de la aduana, y actúan a los clientes al mismo tiempo. («iManager U2000», s. f.)

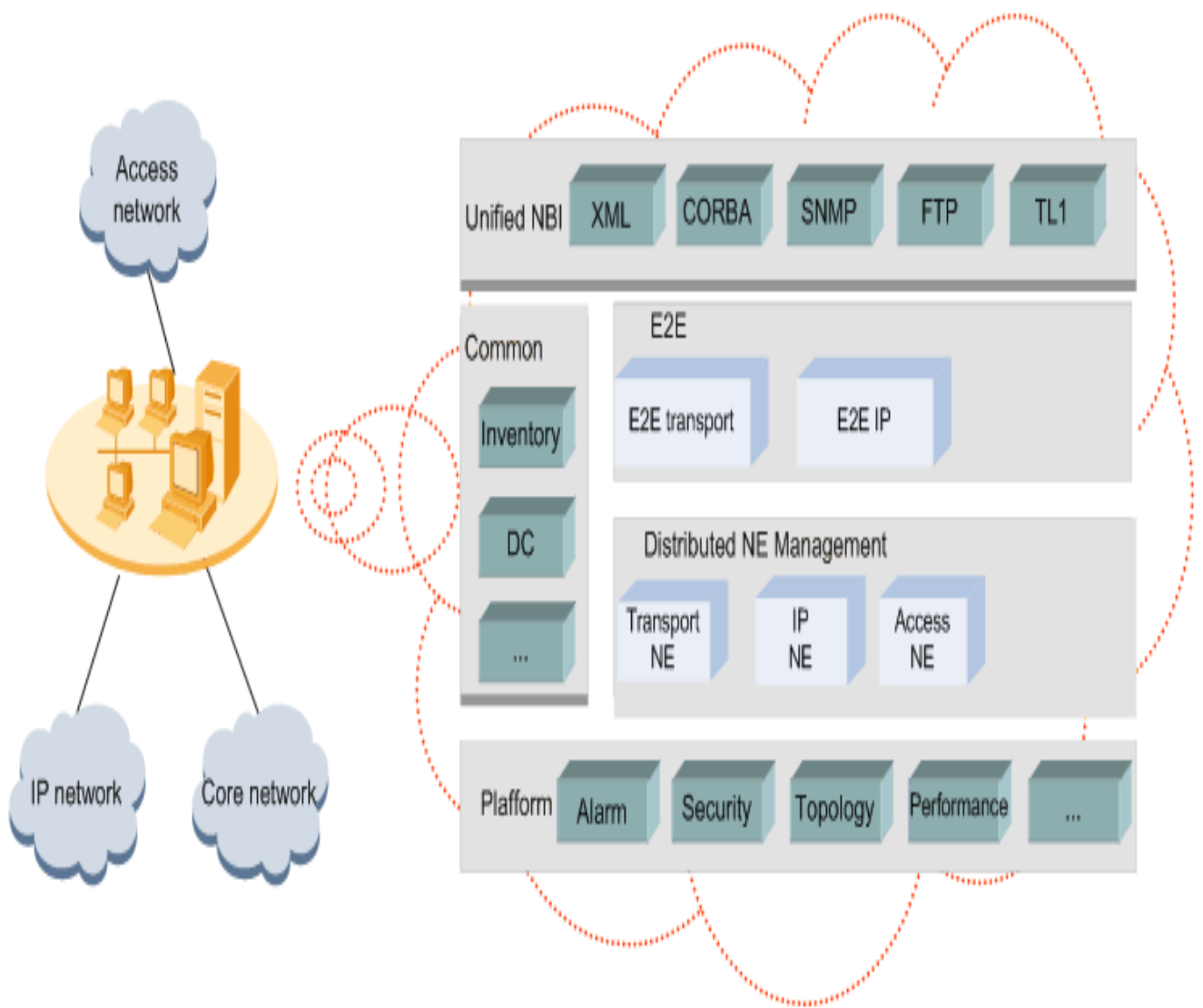


Figure 27 Arquitectura Modularizada

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

Interfaz de usuario amistos:

Completamente considerando los hábitos de la operación de usuarios, el U2000 provee de la alarma, de la topología, del funcionamiento, de la seguridad, y de interfaces de la gestión de configuración el mismo estilo de (GUI) de la interfaz gráfica de usuario. («iManager U2000», s. f.)

Si se realiza cualquier operación del error, el U2000 exhibe un mensaje de error amigoso que muestra la causa y que localiza averías método. («iManager U2000», s. f.)

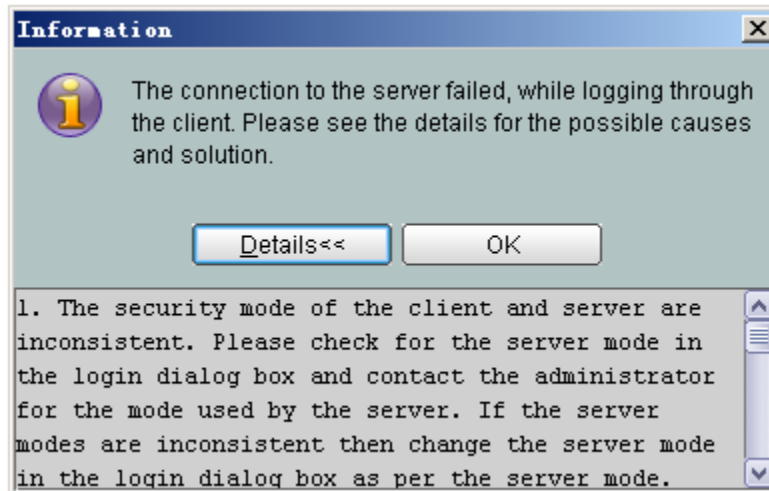


Figure 28 Detalles de error en iManager u2000

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

Supervisión del servicio:

Las ayudas servicio-centradas visualizan la supervisión y clasificación de servicios afectados por la alarma mecanografie. («iManager U2000», s. f.)

Sev... ^	Name ^	Alarm Source ^	Service Imp... ^
Major	MPLS Tunnel Failure	PTN6900-8-192	No
Critical	Link Down	PTN6900-8-192	No
Major	Static CR-LSP Down	PTN6900-8-192	No
Major	Static CR-LSP Down	PTN6900-8-192	No
Major	CES_LOSPKT_EXC	NE(126-243)	Yes
Critical	MPLS_TUNNEL_LOCV	PTN6900-8-192	No

Figure 29 Listado de alarmas

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

Proporciona una variedad de detección y los métodos del diagnóstico que comprueban la conectividad del servicio y localizan faltas. («iManager U2000», s. f.)

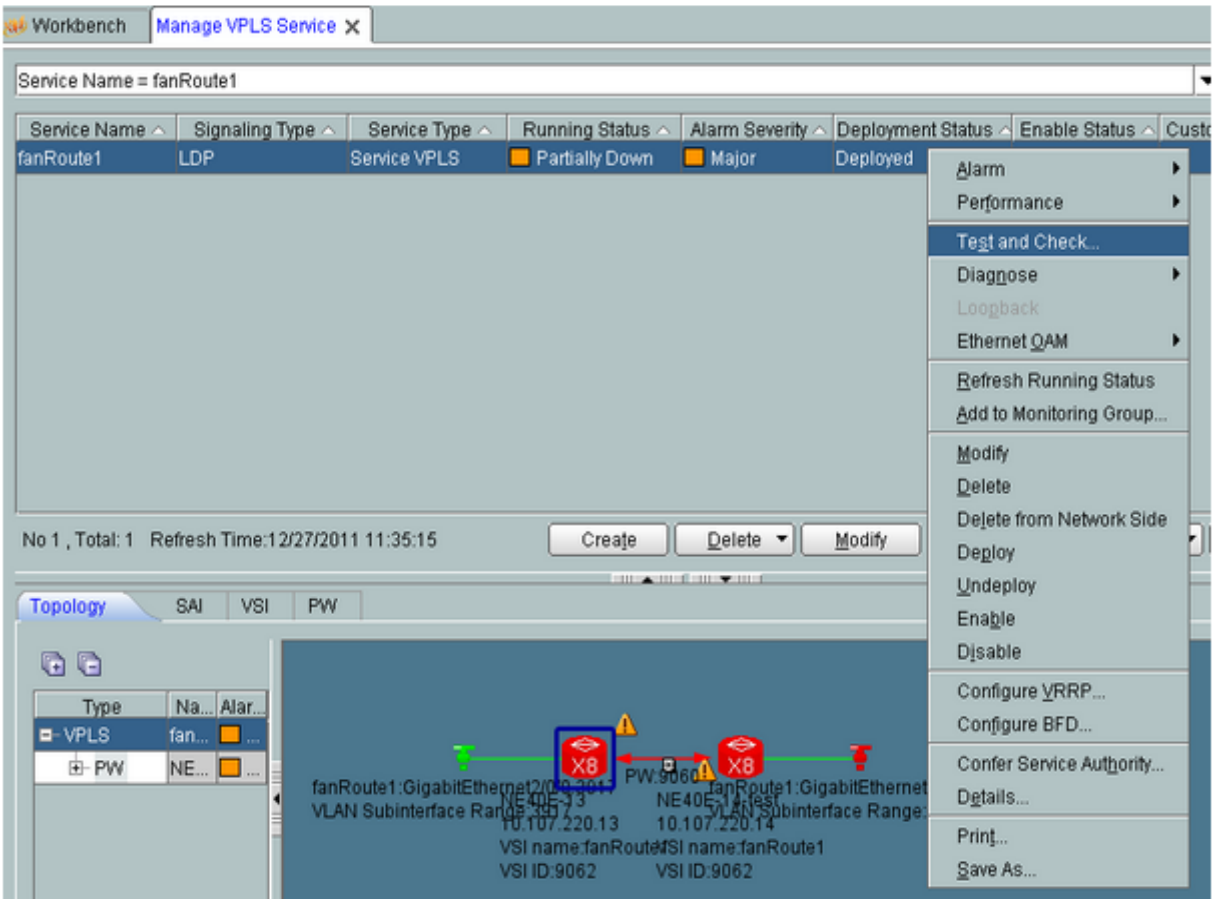


Figure 30 Interfaz iManager u2000

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

Rastros visualizados:

Las exhibiciones se arrastran en tiempo real para solucionar el problema de la trayectoria invisible del portador. («iManager U2000», s. f.)

Proporciona los métodos completos de la diagnosis de falta basados en rastros, que facilita diagnosis de falta rápida de la red y del servicio. («iManager U2000», s. f.)

Apoya el descubrimiento de las trayectorias de la protección que cubren cinco soluciones de la protección en la red viva, incluyendo el picovatio primario/secundario, VPN FRR, VRRP, E-APS, y TE Hotstandby. Apoya el descubrimiento y la exhibición de primario y puentea las trayectorias,

cumpliendo los requisitos para localizar faltas de la transferencia del servicio. («iManager U2000», s. f.)

Apoya la exhibición jerárquica de las trayectorias basadas en servicios, los túneles, las rutas, y los vínculos, así como la exhibición clara de las ubicaciones de falta. («iManager U2000», s. f.)

Apoya VPLS- y descubrimiento HVPLS-basado de la trayectoria y situación trayectoria-basada de la trayectoria de la visualización. («iManager U2000», s. f.)

Especifica automáticamente el proceso de la diagnosis basado en el escenario y el tipo de la falta (interrupción del servicio, deterioro del servicio, o transferencia del MBB del reloj). Un número total de 300 artículos del control se proporciona a las características del MBB de la llave de la cubierta, mejorando la precisión y la eficacia. («iManager U2000», s. f.)



Figure 31 Diagrama de red entre CXs y ATNs

Fuente=(«iManager U2000», s. f.)

Despliegue del servicio:

Proporciona plantillas para fijar parámetros servicio-relacionados una vez en vez de épocas repetidas.

(«iManager U2000», s. f.)

Apoya el despliegue a granel de servicios, que aumenta eficacia de la configuración.

Calcula el túnel estático del CR encamina y asigna etiquetas automáticamente. («iManager U2000», s. f.)

Relación del objeto:

Servicios de los socios con los túneles y los túneles con las rutas. Las relaciones jerárquicas del objeto representan explícitamente las relaciones del portador. («iManager U2000», s. f.)

IV. DESARROLLO

Este capítulo tiene como fin exponer las actividades realizadas durante la fase II previo a la obtención del título de graduación. Se definirán las actividades y experiencias que se vivieron semana a semana y las acciones tomadas antes las fallas y los proyectos de mejora para evitar dichas fallas. También se presentará evidencia de los trabajos realizados en los departamentos en los que se tuvo la oportunidad de colaborar.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

La primera actividad que se realizó en la empresa fue un proceso de inducción al departamento de celdas y RAN el cual se realizó a mediados del mes de Diciembre del 2018. Esta fue una pequeña inducción de dos semanas la cual fue de carácter voluntario para así conocer las funciones del departamento y la estructura del mismo.

4.1.1 SEMANA 1 (8 ABRIL-12 ABRIL)

Cuando ya se realizó la presentación oficial al equipo de trabajo por parte de la empresa, una de las primeras asignaciones fue el acomodamiento e inventariado de la bodega de repuestos con la que la empresa cuenta. Esta actividad se realizó durante la primera semana y duró la semana completa ya que la bodega de repuestos es grande y había bastante trabajo por realizar.

4.1.2 SEMANA 2 (22 ABRIL – 26 ABRIL)

Durante la segunda semana se hicieron actividades para conocer las funciones realizadas por otros departamentos como son: Energía, B2B, Back Office y Core. Durante la segunda semana también se hicieron las solicitudes de los diferentes accesos para poder contribuir con el proceso de asignación de tareas y seguimiento de fallas de la red. Se hizo por parte de la empresa la asignación de un usuario con el cual se puede acceder a la plataforma OWS para poder mantener un constante monitoreo de la red móvil.

4.1.3 SEMANA 3 (29 ABRIL – 3 MAYO)

La tercera semana fue una semana de adaptación al sistema de trabajo y familiarización con las herramientas brindadas por Huawei Technologies.

En esta semana se tuvo la oportunidad de interactuar con los equipos y manipular los mismo de manera remota a través del Gestor Ericsson OSS y el gestor Huawei u2000. Estos gestores permiten la manipulación de equipos de la red y ofrecen opciones para verificar parámetros lógicos y reprogramación de los equipos, así como realizar simulaciones con los cambios.

El gestor Ericsson OSS permite la revisión de las 3 tecnologías con las que la red cuenta (2G, 3G y LTE). Estas revisiones se hacen de manera remota y se ingresa a un equipo llamado RNC para la verificación de las tecnologías 3G y LTE y a un equipo llamado BSC para la revisión de la tecnología 2G de los equipos Ericsson.

Así mismo se tuvo la oportunidad de interactuar con el gestor u2000 de Huawei el cual permite revisar equipos Huawei únicamente. El proceso consiste en ingresar al gestor para poder observar la topología de la red IP RAN, la cual está compuesta de ATNs que de donde sale la Fibra Óptica de sitio a sitio. Este gestor permite verificar alarmas en los equipos, caída repentina de los equipos ATN y CX que son los equipos concentradores de tráfico.

En esta semana también se tuvo una interacción más cercana con la plataforma OWS, ya que con la ayuda de los demás gestores se verificaban fallas y se procedía con el seguimiento de la misma. Rápidamente se fue adquiriendo la experiencia para el manejo de los casos y los diferentes tipos fallas que se presentaban día con día. Durante esta tercer semana e inicios de la cuarta semana se conoció a fondo el proceso de verificación de sitios caídos y el proceso para escalar las fallas.

Por lo general el proceso iniciaba con el monitoreo de sitios y sectores en la plataforma OWS.

Site Down												
SLA	Time Since Las...	Duration	Ticket	Site ID	Alarms Cleared	Site Name	Territory	Create Time	Last Update Time	Alarm	Business Status	
X	00:24:23	02:15:33			Red	CORINTO (T2-R-A)	T2	2019-06-25 22:05:39	2019-06-25 23:56:49	SCTP Link Fault	En Progreso	ALA E
X	00:25:24	02:16:03			Red	CORINTO (T2-R-A)	T2	2019-06-25 22:05:09	2019-06-25 23:55:48	SCTP Link Fault	En Progreso	ALA E
X	02:12:17	06:12:33			Red	MORAZAN_YORO (T2-...	T2	2019-06-25 18:08:39	2019-06-25 22:08:55	NE is Disconnected	En Progreso	Se asi
X	02:14:06	06:14:33			Red	MORAZAN_YORO_CO...	T2	2019-06-25 18:08:39	2019-06-25 22:07:06	SCTP Link Fault	En Progreso	Se asi
X	05:50:04	06:14:33			Red	SAN_JUAN_CAMALOT...	T2	2019-06-25 18:08:39	2019-06-25 18:31:08	SCTP Link Fault	En Progreso	Se asi
X	02:13:39	06:14:33			Red	MORAZAN_YORO (T2-...	T2	2019-06-25 18:08:39	2019-06-25 22:07:33	SCTP Link Fault	En Progreso	Se asi
X	02:14:25	06:15:03			Red	CERRO_CUEVA (T2-R-A)	T2	2019-06-25 18:08:09	2019-06-25 22:06:47	SCTP Link Fault	En Progreso	Se asi
X	02:14:55	06:15:03			Red	MORAZAN_YORO (T2-...	T2	2019-06-25 18:08:09	2019-06-25 22:06:17	SCTP Link Fault	En Progreso	Se asi
X	05:49:58	06:15:03			Red	SAN_JUAN_CAMALOT...	T2	2019-06-25 18:08:09	2019-06-25 18:31:14	SCTP Link Fault	En Progreso	Se asi
X	00:27:37	21:23:33			Green	CASTANOS_II (T2-M-A)	T2	2019-06-25 02:57:39	2019-06-25 23:53:35	CELDA FUERA DE S...	En Evaluación	se sol
X	00:58:03	00:58:03			Red	COL_LA_PRADERA_C...	T3	2019-06-25 23:25:09	2019-06-25 23:25:09	NodeB Unavailable	Pendiente de Manejo	

Figure 32 Gestor OWS

Fuente= (Propia, 2019)

Como se puede observar en la imagen anterior la plataforma OWS nos ofrece una visibilidad de los sitios y sectores fuera. Estos sectores se pueden observar con una marca roja en la columna que tiene como título "Alarms Cleared" el cual es indicador si se muestra en rojo que la alarma del sitio o sector fuera está presente, y se muestra en verde si la alarma ya no está presente en el equipo, lo cual significa que la falla ya se solventó. El proceso continua con la verificación de estas alarmas y la verificación del sitio o sector fuera en el gestor u2000 o Ericsson OSS dependiendo la marca del equipo que se encuentre fuera de servicio en el sitio. Una vez verificada la falla se procede con la apertura de un ticket de falla el cual es ingresado en la plataforma OWS. Como siguiente paso se escala con la compañía de terceros en este caso Autoconsa la cual es la encargada de enviar el personal de campo a la revisión del sitio y ajuste de parámetros para solventar la falla. En caso de que el equipo en el sitio este fuera de servicio por un tema de corte de energía programado por la EEH o corte de fibra, se toman las acciones correspondientes como ser instalación de un MG en el sitio o reparación del corte de fibra óptica escalando el caso a la compañía encargada de reparación de FO en este caso Catelsa.

4.1.4 SEMANA 4 (6 ABRIL – 10 MAYO)

Durante la cuarta semana se realizó una visita a un nodo en Siguatepeque con los ingenieros del departamento de energía quienes son los encargados de ver la parte de ACs, motores generadores y temperaturas de los nodos. La visita se realizó para atender las alarmas de alta temperatura en el sitio ya que este tipo de alarmas son críticas porque pueden dañar el equipo si la temperatura llega a ser demasiado alta. En dicha visita se recibió una pequeña inducción para la configuración de un equipo llamado Enviromux el cual es el encargado de censar la temperatura de los sitios y generar las alarmas en caso de encontrar alguna irregularidad. En la misma instalación se desmonto el Enviromux del nodo de Siguatepeque y se instaló uno que se llevaba de SPS, ya que el que estaba en el sitio presentaba unos problemas de configuración.

En esta misma semana se continuaron con actividades de seguimiento de fallas en la red IP RAN, se coordinaron actividades para atención de fallas, cortes de FO con cuadrillas de PLEX y se gestionaron escalamiento con el TECH y GNOC que son departamentos encargados de la generación de los tickets para la atención de las fallas dependiendo de cada caso.

4.1.5 SEMANA CINCO (13 MAYO – 17 MAYO)

En la semana cinco se tuvo una introducción a una nueva plataforma llamada Navega Plus. Esta plataforma contiene información del área de B2B (Bussiness to Bussiness) la cual es la encargada de las instalaciones, mantenimientos y upgrades de los clientes corporativos, es decir clientes que solicitan el servicio de internet o enlace de datos para tener accesos con otras redes locales. En el reporte solicitado se requería verificar para todos los enlaces de Banco de Occidente a nivel nacional la dependencia, es decir de que nodo depende el enlace, el ultimo preventivo realizado a dicho nodo, la periodicidad, es decir la frecuencia mensual con la que se le realizan los mantenimientos preventivos a dichos nodos y el jefe de área del nodo. Esta actividad se solicitó ya que el cliente (Banco de Occidente) quería asegurarse no tener ninguna caída de alguno de sus enlaces ya que la temporada de lluvia estaba por llegar.

Como lo solicito el cliente se realizó el estudio verificando la información en Navega Plus

Figure 33 Plataforma Navega Plus

Fuente= (Propia, 2019)

Como se observa en la imagen la plataforma cuenta con una opción para ver la información relacionada con cualquier enlace que haya sido instalado e que este en proceso de instalación.

A medida se iban consultando los enlaces de Banco de Occidente se construyó una base de datos con la información solicitada por el cliente.

Se realizó el informe durante toda la semana 5 ya que Banco de Occidente cuenta con alrededor de 250 enlaces a nivel nacional.

4.1.6 SEMANA 6 (20 MAYO – 24 MAYO)

En la semana seis después de haber realizado de forma exitosa el informe solicitado y ya que en el departamento de B2B necesitaban apoyo, fui transferido al mismo para entrar en un proceso de adaptación y aprendizaje de procesos como solicitudes de repuestos a través de MRs (Material

Request Form), factibilidades para instalaciones de nuevos enlaces y ordenes de trabajos para la instalación de los mismos enlaces.

Durante la semana seis estuve en el proceso de solicitud de materiales para que las compañías con las que Huawei trabaja (Catelsa, ZTelcom, Procatel y otras compañías llamadas AG1 y AG2) tuvieran el abastecimiento de materiales para las nuevas instalaciones.

Code	Quantity	Units	Description	
	15000	MTS	CABLE DE FIBRA OPTICA ALLWAVE FLAT DROP 4 HILOS	HN00
	20	EA	MULTIMEDIA BOX LUJ8	HN00
	20	EA	SC-SC DUPLEX COUPLING	HN00
	40	EA	MODULE BLANK WHITE LIGHT BOX	HN00
	25	EA	PIGTAIL 1. MTS	HN00
	100	EA	TERMOCONTRAIBLES	HN00
	75	EA	CHAPA DE PASO TIPO J MADERA	HN00
	5	EA	CINTA BAND IT 3/4"	HN00
	90	EA	BAND IT BUCKLES 3/4"	HN00

Applicant: Donny Fernandez
 Position: SUPERVISOR DE ANTENAS EXTERNA

Figure 344 Solicitud MR

Fuente= (Propia, 2019)

Como se aprecia en la imagen, este es un ejemplo de una MR realizada para Procatel, en la que se solicita materiales para la instalación de la fibra óptica de varios enlaces en la zona de Siguatepeque.

Durante la semana seis se continuó realizando solicitudes para la aprobación de materiales requeridos para nuevas instalaciones y se concentró en aprender a darle el seguimiento al proceso hasta el final que es cuando los materiales son entregados en bodega CROPA SPS cuando estos ya han sido debidamente aprobados por el jefe de repuestos a nivel nacional y el jefe de bodega en SPS.

4.1.7 SEMANA 7 (27 MAYO – 31 MAYO)

Durante la semana siete se incursiono en el aprendizaje del proceso de factibilidades y ordenes de trabajo.

El proceso comienza en el área de comercial, cuando un asesor concreta la venta de un servicio, es decir un enlace de internet o un enlace de datos. Luego de eso la orden se ingresa en las dos plataformas en las que se manejan las ordenes (Navega Plus y OWS). La orden ingresa como una factibilidad, en donde se hace el estudio de donde (Nodo) saldrá el enlace, la ruta más rentable para realizar la instalación de fibra óptica, todo esto con el fin de verificar si la instalación del servicio es posible. Este estudio lo realiza el departamento de PLEX y cuando ellos dan el visto bueno se transfiere la orden al departamento de planning para determinar la ruta de equipos que el enlace llevará. Luego es transferida al departamento de implementación para revisar si los equipos en el nodo de donde saldrá el enlace tienen la capacidad para entregar el ancho de banda que el cliente está solicitando. Una vez confirmado que el equipo cuenta con la capacidad de entregar el ancho de banda solicitado se regresa la orden al departamento de planning que es el encargado de cerrar la factibilidad.

Cuando se cierra la factibilidad se ingresa el estudio como una orden de trabajo la cual se ingresa en ambas plataformas nuevamente y el departamento de planning procede a gestionar la instalación de la misma con gente de PLEX para así una vez realizada la instalación, cerrarla en ambas plataformas.

4.1.8 SEMANA 8 (3 JUNIO – 7 JUNIO)

En la semana ocho se continuo con el proceso de aprendizaje del seguimiento de las factibilidades y ordenes de trabajo, así mismo se tuvo la oportunidad de interactuar con el personal de Catelsa quien es el encargado de realizar la mayor parte de las factibilidades e instalaciones. En esta semana se tuvo la primera reunión del año con el personal de Catelsa como propuesta para mejorar varias áreas de oportunidad y así poder alcanzar la meta en ciertos KPIs que se miden durante los procesos previamente mencionados. En esta reunión se llevaron varios ejemplos donde había reclamos de parte del cliente (TIGO) por mal manejo de tickets (Factibilidades y OTs).

Se realizó una presentación en donde se mostraban ejemplos de estos casos y se llevaron las propuestas de mejora, también se tocaron puntos como control de mts. de fibra óptica mensualmente instalada y reportes de equipos entre otras cosas.

Reunión Catelsa-Huawei

A continuación se detallan los puntos sobre los cuales se hará énfasis durante la reunión:

- Reclamos TIGO
- Plan de mejora para manejo de tickets
- Metraje de FO mensual
- Plan de mejora para control de FO instalada
- Llegadas tardes
- Formato de evaluación (puntos de calidad)
- Reporte de Liquidación mensual

Como siguiente punto se presenta evidencia de quejas recibidas por TIGO sobre cierres incorrectos de ordenes sin la debida autorización, con el fin de mejorar esta área de oportunidad.

Figure 35 Presentación Reunión

Fuente= (Propia, 2019)

A finales de semana ocho se tuvo la oportunidad de coordinar una orden de upgrade. En este caso el cliente fue Operadora Portuaria Centroamericana, la cual está ubicada en Puerto Cortes y la cual solicitó un incremento de ancho de banda de 20 mbs a 60 mbs para enlace de datos y de 50 mbs a 60 mbs para enlace de internet. El cliente solicitó específicamente que no aceptaría el cambio de la marca del equipo la cual en este caso es Cisco y ya que no se contaba con el equipo adecuado que soportara 60 mbs se tuvo que coordinar el traslado de un router con la capacidad adecuada por lo que el cambio no se pudo realizar durante esa semana y se pasó a semana nueve.

4.1.9 SEMANA 9 (10 JUNIO – 14 JUNIO)

A inicio de semana nueve se le dio la finalización a la orden de upgrade de OPC (Operadora Portuaria Centroamericana) la cual se realizó exitosamente. En esta semana también se tuvo que

atender una falla en uno de los nodos más críticos de la red, el sitio se llama Monumento y está ubicado en el edificio que está localizado en la parte de atrás del City Mall. La falla se dio en unos de los equipos Core de la red que maneja alto tráfico de clientes corporativos. El problema ocurrió debido a que uno de los ACs de la sala no estaba enfriando debidamente y esto provoco que la temperatura de la sala se incrementara y por consiguiente el equipo Core se apagó. Cuando ocurrió la falla en el equipo Core fuimos avisados por el jefe de área y se procedió a la visita del sitio inmediatamente. Se practicaron protocolos de emergencia para reiniciar el equipo ya que cuando llegamos al sitio el equipo presentaba sus 4 breakers disparados. Luego de haber realizado el protocolo con los ingenieros especializados en estos equipos se procedió a llamar al GNOC y se verifico el historial de eventos del equipo donde se observó que el mismo se había apagado por alta temperatura.

Durante todo el tiempo que se tuvo la oportunidad de trabajar con el departamento de B2B se continuó con el apoyo al departamento de RAN en cuanto al seguimiento de fallas de la red móvil.

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Seguimiento de Fallas										
Inducción y aprendizaje de uso de herramientas										
Visita a nodo Siguatepeque										
Reporte de enlaces de Banco de Occidente										
Realización de solicitudes de MR										
Inducción al área de B2B y aprendizaje de procesos										
Gestionamiento de factibilidades y ordenes de instalación										
Control de metraje de FO instalada y reclamos TIGO										

- 1) El seguimiento de fallas consiste en el monitoreo de la red a través de la plataforma OWS. Al surgir una falla en la red IPRAN o RTN se genera una alarma y un ticket en dicha plataforma, de esta manera se envía personal al sitio para la revisión de la falla y escalamiento de la misma si es necesario hasta que la falla quede resuelta.
- 2) Esta actividad consistió en una pequeña inducción del manejo de los diferentes sistemas (OWS, U200, OSS). La actividad la llevaron a cabo los ingenieros del departamento de RAN y B2B y tuvo como objetivo la familiarización con los sistemas para el manejo óptimo de los mismos cuando fuera requerido.
- 3) Se realizó una visita al nodo de Siguatepeque para la revisión de unas alarmas de temperatura en el sitio y el cambio y configuración de un equipo llamado ENVIROMUX el cual es el encargado de censar la temperatura del sitio.

- 4) Esta actividad tuvo como meta llevar a cabo un estudio de los servicios brindados a Banco de Occidente, esta actividad fue solicitada por Banco de Occidente directamente ya que el periodo de lluvia estaba cerca de empezar. Se realizó el estudio de forma exitosa y se creó una base de datos con el nombre del servicio, la frecuencia con la cual se le brinda mantenimiento al nodo de donde depende el servicio, el jefe de área y el nodo de donde depende el servicio.
- 5) La solicitud de materiales era una actividad que se realizaba con frecuencia, la misma consistía en solicitar los materiales necesarios para las instalaciones de los nuevos servicios de internet, enlace de datos y telefonía para clientes corporativos. Estos materiales se solicitaban a las bodegas de Cropa o Bodegas de Huawei dependiendo de la disponibilidad de los recursos que se requerían en el momento.
- 6) Esta actividad consistió en una inducción en sí, al proceso de la instalación de servicios corporativos y mantenimiento de los enlaces ya instalados. La actividad duró una semana y se logró la familiarización con el proceso de instalación de servicios corporativos de manera exitosa.
- 7) La actividad de gestionamiento de factibilidades y ordenes de instalación consistía en darle el seguimiento necesario para que ambos procesos se llevaran a cabo a pesar de los diferentes problemas que pudieran surgir, como ser problemas de obra gris, clientes que aún no estaban listos para que el servicio les fuera instalado, problemas de acceso a los edificios, clientes que no tenían asignada la red LAN, problemas con los equipos del clientes, problemas de ancho de banda dentro de la red TIGO, etc.
- 8) El control de metraje de fibra óptica y reclamos por parte de TIGO era una actividad semanal, la cual se realizaba todos los Miércoles y tenía como fin actualizar a Catelsa la cantidad de metros instalados a la fecha y darles a conocer los reclamos de TIGO hacia ellos para presentar un plan de mejora y evitar penalizaciones de parte de ellos (TIGO).

V. CONCLUSIONES

Al término de la práctica profesional, se logró el aprendizaje del seguimiento y diagnóstico de las fallas que a diario se presentan en la red IP RAN y RTN. Se realizaron procesos para solventar fallas de la red mediante el uso de los gestores Huawei, para mantener la disponibilidad del servicio 2G, 3G y LTE. Así mismo se experimentó la manipulación de equipos a través de comandos de forma remota y revisión de parámetros lógicos y físicos de las celdas fuera de servicio. Se realizó de manera exitosa el gestionamiento de entrega de materiales y repuestos para las nuevas instalaciones, a través de la interacción directa con los jefes de bodegas de las ciudades de San Pedro Sula y Tegucigalpa.

- Se llevaron a cabo proyectos de optimización en las celdas fuera de servicio para evitar fallas conocidas e impactar la disponibilidad de la red. Las celdas que más impactaban a diario eran casos como el del sitio de Chinda, donde se optó por poner un banco de baterías ya que este es un sitio crítico del cual dependen una gran cantidad de sitios de la red IPRAN, fue así como se solventó esta falla conocida y así se evitó la caída del sitio al haber cortes de energía en la zona. Otro de los casos puntuales es el caso de Puerto Cortes III y Pueblo Nuevo II donde el tramo entre los dos sitios es de 13 kms aproximadamente y en sitio se instalaron transceivers de 10 kms por lo cual los sitios presentaban intermitencia. La solución para este caso fue realizar varias pruebas las cuales nos llevaron a revisar la distancia de los transceivers instalados en este caso 10 kms, de este modo se soltó el cambio de los transceivers a unos de 15 kms de 1.25 GBs para evitar la degradación en el tramo. Luego de hacer el cambio de los transceivers se realizaron pruebas de niveles de recepción y transmisión de la fibra y estas arrojaron niveles permitidos. Para otras fallas en general se realizaron mantenimientos preventivos y programados, así mismo la revisión de parámetros físicos y lógicos en los gestores Ericsson OSS y Huawei U200 en diferentes sitios de manera exitosa como parte del proceso de monitoreo constante de la red IP RAN y RTN.
- Se logró solventar diferentes fallas a través del monitoreo de celdas y sectores en OWS con los diferentes procesos de reinicio de tarjetas, envío de carga, verificación de estados

de radios y E1s de manera exitosa. Para los casos de peores ofensores que se gestionaban a diario como los casos de Cabañas III, Villas Paraíso, El Agas y Moderna en estos casos bastaba un reinicio de RRUs o enviar carga al equipo y la falla quedaba solventada.

- Se comprobó el rendimiento midiendo el KPI del SLA (Service Level Agreement) el cual antes estaba en un promedio de 7 días y el cual se logró bajar a un promedio de 4.3 días lo cual es un promedio satisfactorio ya que la meta del SLA es 5 días o menos. Este KPI se midió mediante un estudio de las compañías terceras haciendo uso de gráficas, tablas y presentación de propuestas utilizando el paquete de Microsoft (Word, Excel y Powerpoint) para las áreas de oportunidad.

VI. RECOMENDACIONES

A la universidad:

Se recomienda a la universidad ofrecer un acercamiento mejor al alumno al mundo de las telecomunicaciones ofreciendo talleres, visitas y manejo de equipos industriales previo a la realización de la práctica profesional, esto con el fin de tener un mejor desenvolvimiento en la empresa donde se realice la práctica profesional.

A la empresa:

Se le recomienda una contar con capacitaciones en equipos Huawei y Ericsson para tener un personal altamente capacitado en los equipos dentro de la red.

A los estudiantes:

Se les recomienda a los estudiantes poner todo su empeño y esfuerzo en cada actividad que se realiza no solo dentro del periodo de práctica profesional sino también en el diario vivir, ya que en lo personal considero que esta es la llave al éxito de una carrera profesional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Antenas Sectoriales. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.google.com/search?q=antena+sectoriales&client=firefox-b-d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiczOKq68HiAhWItlkKHxZmBV44ChD8BQgOKAE&biw=1252&bih=554#imgrc=cr81hs69_SV1oM:
2. Chillida, J. M. (2012, noviembre 28). ¿Qué son las telecomunicaciones? Recuperado 29 de mayo de 2019, de InformeTICfacil.com website: <http://www.informeticplus.com/que-son-las-telecomunicaciones>
3. Cisco Systems. (2012). *Lo que usted necesita saber sobre routers y switches*. Recuperado de https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/assets/ofertas/desconectadosanonimos/routing/pdfs/brochure_redes.pdf
4. Cisco.com. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.cisco.com/c/es_mx/support/routers/7201-router/model.html
5. COFITEL. (2014, julio). Diferentes tipos de fibra óptica. Recuperado 29 de mayo de 2019, de <https://www.c3comunicaciones.es/diferentes-tipos-de-fibra-optica/>
6. Estación base macro para exteriores BTS3900A - Productos de Huawei. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de Huawei Enterprise website: <https://e.huawei.com/es/products/wireless/gsm-r/radio-access-network/bts3900a>
7. fibra monomodo - Buscar con Google. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.google.com/search?q=fibra+monomodo&client=firefox-b-d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwip3_3sqLiAhXhwVkkHakTA1QQ_AUIDigB&biw=1252&bih=554#imgrc=WqWf3suXZo9pYM:
8. fibra multimodo - Buscar con Google. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&biw=1252&bih=554&tbm=isch&sa=1&ei=AVHvXPrMAcrt5gLmtrTICg&q=fibra+multimodo&oq=fibra+multimodo&gs_l=img.3..35i39j0l4j0i5i30l4j0i8i30.87786.88858..89088...0.0..0.191.1352.0j8.....0....1..gws-wiz-img.....0i67j1HATHbT_bk#imgrc=Opr-nkNphQUdAM:

9. Fibra Óptica - Información y Características. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de <https://www.geoenciclopedia.com/fibra-optica/>
10. Fibra óptica: todo lo que necesitas saber. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de WIN website: <https://win.pe/fibra-optica-todo-lo-que-necesitas-saber>
11. Hayden, M. (1999). Aprendiendo redes en 24 horas. Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.ecured.cu/Fibra_%C3%B3ptica
12. Huawei. (2018). Información Corporativa. Recuperado 29 de mayo de 2019, de Huawei website: <https://www.huawei.com/es/about-huawei>
13. Huawei BTS DBS BBU3900 LTE GSM TDSCDMA WCDMA CDMA2000 Base Station BBU RRU LBBP UBBP WBBP UPEU(id:10415293). Buy China Huawei BTS DBS BBU3900, LTE GSM TDSCDMA WCDMA, Base Station BBU RRU - EC21. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de EC21, Global B2B Marketplace - Connecting Global Buyers with Manufacturers, Suppliers, Exporters worldwide website: <https://www.ec21.com/product-details/Huawei-BTS-DBS-BBU3900-LTE--10415293.html>
14. Huawei: La historia de la empresa china de celulares sancionada por Estados Unidos | Google | Android | USA | Tendencias | Gestion. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de <https://gestion.pe/tendencias/huawei-historia-empresa-china-celulares-sancionada-estados-unidos-google-android-nnda-nnlt-267645>
15. iManager U2000 y T2000 de Huawei de la ayuda en venta – Transmisor óptico de Huawei fabricante de China (104693999). (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de <http://ec91147154.spanish.sell.everychina.com/p-104693999-support-huawei-imanager-u2000-and-t2000.html>
16. Montilla, A. (2009). *Arquitectura de red de acceso móvil de cuarta generación: Mobile-IP RAN*. Recuperado de UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID website: <https://core.ac.uk/download/pdf/29400634.pdf>
17. ¿Qué elementos componen una red móvil? | Temas Tecnologicos de Interes. (s. f.). Recuperado 28 de mayo de 2019, de <https://www.temastecnologicos.com/redes-moviles/elementos/>

18. QUE ES UN RACK DE TELECOMUNICACIONES Y CUAL ES SU FUNCION? (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de prezi.com website: <https://prezi.com/ztiyztubobea/que-es-un-rack-de-telecomunicaciones-y-cual-es-su-funcion/>
19. ¿Qué son y para que sirven las antenas sectoriales? (2015, septiembre 25). Recuperado 29 de mayo de 2019, de Tienda de Computo y Accesorios en Linea - C.A Consumibles website: <http://www.caconsumibles.com/blog/conectividad-a-internet/que-son-y-para-que-sirven-las-antenas-sectoriales/>
20. Silex Fiber Telecom. (2017, abril 29). Tipos de conectores Fibra Optica ST,SC,LC,E2000,FC, MTRJ, MU, SC/APC,LC/APC. Recuperado 29 de mayo de 2019, de Silex Fiber Telecom | Fibra Optica y Accesorios website: <https://silexfiber.com/tipos-conectores-fibra-optica/>
21. SOLUCIONES EN PATCHCORD DE FIBRA ÓPTICA. (2016, junio). Recuperado 29 de mayo de 2019, de <http://www.ringringenergy.com/noticias-detalle/soluciones-en-patchcord-de-fibra-optica/>
22. switch telecomunicaciones. (s. f.). Recuperado 29 de mayo de 2019, de https://www.google.hn/search?biw=1366&bih=604&ei=SrvuXIDCNyX45gLU7KjwBQ&q=switch+telecomunicaciones&oq=switch+tele&gs_l=psy-ab.1.0.0j0i20i263j0i5j0i20i263j0i2.1221.4797..6736...0.0..1.985.4092.5-1j4.....0....1..gws-wiz.....0i71j0i67.JNQJvmlc7U
23. Vodafone, E. (s. f.). Single RAN: el sueño de un operador móvil ya es una realidad | Bloginnova Vodafone. Recuperado 28 de mayo de 2019, de Single RAN website: <https://bloginnova.wordpress.com/2009/02/16/single-ran-el-sueno-de-un-operador-movil-ya-es-una-realidad/>