



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**FACULTA DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGON**

**“LINEAMIENTOS Y CRITERIOS OPERATIVOS PARA LA INSTALACIÓN DE  
RADIOBASES EN SITIOS QUE REQUIERAN COBERTURA CELULAR,  
TOMANDO EN CUENTA LOS ASPECTOS TÉCNICOS INDISPENSABLES  
PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE LAS CONFIGURACIONES  
SOPORTADAS POR EL EQUIPO, (NODO B OUTDOOR).”**

**TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
ÁREA: ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**PRESENTA:  
CEDILLO RUIZ ANTONIO  
LÓPEZ DE NAVA LÓPEZ JORGE**

**ASESOR: ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO**

**Bosques de Aragón, Estado de México, Mayo de 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



<b>Índice</b>	<b>i</b>
<b>Objetivo</b>	<b>iii</b>
<b>Introducción</b>	<b>iv</b>
<b>CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS DE REDES MÓVILES DE TERCERA GENERACIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Comunicaciones móviles	2
1.2 Arquitectura de la red GSM	7
1.2.1 Servicios y aplicaciones de GSM	9
1.3 WCDMA para UMTS	12
1.3.1 Estructura de la red UMTS	13
1.3.2 Evolución desde GSM	18
1.3.3 Regulación del espectro	21
1.3.4 Arquitectura de la red de acceso UMTS (UTRAN)	23
1.4 Arquitectura de protocolos del interfaz radio	26
1.4.1 Capa física	28
1.4.2 Arquitectura de la capa física	36
1.4.3 Funciones de la capa física	37
<b>CAPÍTULO 2 ELEMENTOS DE UNA RADIOBASE, ACOMETIDA ELÉCTRICA Y SISTEMA DE TIERRAS</b>	<b>43</b>
2.1 Características principales	44
2.2 Montaje de la radiobase	47
2.2.1 Dimensiones	49
2.2.2 Requerimientos de espacio	52
2.2.3 Diseño del sitio	53
2.3 Acometida eléctrica	56
2.3.1 Diagramas unifilares y cuadros de cargas	59
2.3.2 Tierra de protección para sistemas de fuerza de C.A	65
2.3.3 Referencia a tierra para un sistema de alto voltaje	65
2.4 Norma de construcción para el sistema de tierra en acero	67
2.4.1 Procedimiento de instalación del pararrayos y su conexión a puesta a tierra	68
2.4.2 Bajante de pararrayo	72
2.4.3 Conexiones de puesta a tierra	72
2.4.4 Proceso de hincado de los electrodos	73
2.4.5 Proceso de armado e instalación de los registros	76
2.5 Conformado de malla tierras	77
2.5.1 Instalación de la malla de tierras con electrodos Fe	78
2.5.2 Conexión del cable al tubo de acero galvanizado	80
2.5.3 Derivaciones de la malla de tierra	81
2.5.4 Puesta a tierra de equipo de C.A	81
2.6 Líneas de transmisión o guías de onda	82
2.7 Trámites ante la C.F.E	84
<b>CAPÍTULO 3 COMPARATIVO DE INSTALACIÓN POR INTEGRADORES DIFERENTES</b>	<b>85</b>
3.1 Características principales	85
3.1.1 Entorno de la RBS	87
3.1.2 Unidades de hardware	88
3.2 Interfaces de conexión	93
3.3 El sistema de clima de la RBS	100
3.3.1 Unidad de ventilación externa	101
3.3.2 Sistema de alimentación	101
3.3.3 Normas, reglamentos y confiabilidad	103
3.4 Instalación APM30 (Gabinete outdoor)	105
3.4.1 Elementos componentes del APM30	105
3.4.2 Fijación y montaje de base APM30	106



**LINEAMIENTOS Y CRITERIOS OPERATIVOS PARA LA INSTALACIÓN DE RADIOBASES EN SITIOS QUE REQUIERAN COBERTURA CELULAR, TOMANDO EN CUENTA LOS ASPECTOS TÉCNICOS INDISPENSABLES PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN DE LAS CONFIGURACIONES SOPORTADAS POR EL EQUIPO, (NODO B OUTDOOR.)**

---

3.4.3	Montaje de gabinete de baterías	107
3.4.4	Montaje de APM30	107
3.4.5	Conexión de APM30 al sistema de tierras	108
3.4.6	Montaje de banco de baterías	110
3.5	Alimentación eléctrica al APM30	111
3.6	Tarjetas, elementos y cableado APM30 y gabinete de baterías	111
3.7	Rutina POWER-ON	113
3.7.1	Distribución estación de base distribuida con APM30	114
3.7.2	Equipamiento	115
3.8	Instalación de cables de RRU	117
3.9	Etiquetación activo fijo	119
3.10	Conexión de CPRI (Fibra Óptica)	121
3.11	Grounding Kit	123
3.12	Código de colores	125
3.13	Evidencia fotográfica	126
<b>ANEXO ESTÁNDAR DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN SISTEMA IN BUILDING</b>		<b>128</b>
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>134</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>137</b>

## **OBJETIVO GENERAL**

Argumentar los lineamientos y criterios operativos para la instalación de radio-bases en sitios que requieran cobertura celular, tomando en cuenta los aspectos técnicos indispensables para el diseño e instalación de las configuraciones soportadas por el equipo, (Nodo B Outdoor).

## **ESPECÍFICOS**

- Indicar los criterios y lineamientos para el uso y la implementación de la familia de RBS en los sitios celulares donde se requiera cobertura de las tecnologías de GSM, tomando en cuenta los aspectos técnicos indispensables y necesarios para el diseño e instalación de las configuraciones soportadas por el equipo.
- Proporcionar los lineamientos y criterios de operación, calidad y estética de instalación de acuerdo a los alcances del proyecto de implementación de la solución de Nodo B Outdoor.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo describe de la tercera generación de telefonía móvil y las tecnologías que están involucradas para poder proporcionar este servicio, pero principalmente dar a conocer la manera óptima de instalación de todo el equipo involucrado, instalación eléctrica, sistema de tierras así como su configuración e integración a la red de telefonía móvil.

Para conseguir esto, se han planteado como objetivos específicos, la descripción de la estructura en que está soportada la tecnología, su método de instalación, así como la instalación del nodo a la red, que serán las principales contribuciones del trabajo de tesis.

Este trabajo está basado en la experiencia adquirida instalando estos equipos, por lo tanto se ha estructurado este documento basado en documentos que la empresa proporciona a su personal para el desempeño de dichas funciones

### **Sobre la acometida eléctrica y el sistema de tierras**

Los sistemas de puesta a tierra, normalmente son ignorados, hasta que se presentan alteraciones de operación en nuestros equipos. Estos pueden manifestarse en diferentes formas, desde problemas molestos y constantes hasta problemas serios. Un problema constante puede ser la aparición persistente de ruido en los circuitos electrónicos. Un problema serio, puede ser debido a una descarga eléctrica.

El objetivo principal de contar con un sistema de puesta a tierra de baja impedancia dentro de las radio-bases, repetidores, es con el fin de brindar:

- Seguridad al personal
- Protección al equipo
- Operación del equipo
- Reducción del ruido

Un buen sistema de tierra puede proveer al personal seguridad al mantener una mínima diferencia de potencial entre bastidores, gabinetes y cualquier otro conductor para minimizar la posibilidad de un daño por descarga eléctrica.

La protección del equipo se logra al proveer trayectorias adecuadas para las corrientes de falla a fin de que los dispositivos de protección de sobrecorriente funcionen eficazmente, evitando con esto daños al equipo y riesgos e incendios. Al proporcionar una referencia a tierra igual a todo lo largo del plano de tierra, puede esperarse una operación más confiable del equipo, ayudando también a la reducción de ruido en los circuitos de comunicación, al asegurar una baja impedancia entre puntos de tierra a lo largo del área del sistema.

## CAPÍTULO 1

### FUNDAMENTOS DE REDES MÓVILES DE TERCERA GENERACIÓN

GSM permite que varios usuarios compartan un mismo canal de radio mediante a una técnica llamada multiplexado por división de tiempo (TDM), en la cual un canal se divide en seis ranuras de tiempo. Para la transmisión, a cada llamada se le asigna una ranura de tiempo específica, lo que permite que múltiples llamadas compartan un mismo canal simultáneamente sin interferir con las demás.

Este diseño garantiza un uso efectivo del espectro y provee siete veces mayor capacidad que la tecnología analógica o "AMPS", que es una tecnología de primera generación (1G). GSM también utiliza una técnica llamada "frequency hopping" (salto de frecuencias) que minimiza la interferencia de las fuentes externas y hace que las escuchas no autorizadas sean virtualmente imposibles.

La tercera generación de redes inalámbricas (3G) es un término que se utiliza para describir a la generación actual de servicios móviles, los cuales proveen una mejor calidad de voz que las redes 2G, Internet de alta velocidad y servicios multimedia. La definición universal aceptada de qué es la tercera generación de redes móviles es la publicada por la ITU, que define y especifica los requerimientos técnicos así como el uso del espectro para sistemas de 3G (IMT-2000).

Las redes 3G deben ser capaces de proporcionar servicios de datos con una transmisión mínima de 144 kbps para ambientes móviles (exteriores) y 2 Mbps para ambientes fijos (interiores). Basado en estos requerimientos la ITU aprobó cinco candidatos como interfaces de radio para los estándares IMT-2000 en 1999 como parte de la recomendación ITU-R M.1457. WiMAX también fue considerado como parte de las tecnologías 3G, pero esto fue hasta el 2007.

La evolución de las redes celulares y el diseño de los sistemas vía inalámbrica, es uno de los campos más excitantes en la Ingeniería en telecomunicaciones hoy en día. Las aplicaciones inalámbricas que incluyen telefonía celular, las redes de área local inalámbrica (WLAN's), los sistemas satelitales de posicionamiento global (GPS), sistemas de distribución multipunto local (LMDS), los sistemas de identificación por radio frecuencia (RFID), etc., constituyen un gran mercado y experimentan un crecimiento y una evolución continua.

Un ejemplo de ello y objetivo de este capítulo es la de presentar la evolución que ha experimentado la telefonía móvil y el estado en que se encuentra actualmente.

## **1.1 Comunicaciones móviles**

Los sistemas de telefonía celular con tecnología 2.5G tales como GPRS (General Packet Radio Services) ofreció varias ventajas y posibilidades en el desarrollo de aplicaciones inalámbricas, pero es evidente que nuevas necesidades han aparecido y el usuario desea teléfonos celulares inteligentes (Smartphone) con más capacidad de procesamiento y redes con mayores capacidades. Por ejemplo la QoS (Calidad de Servicio) no era prioritario en sistemas 2.5G, y las tasas de bits no eran muy altas. Por lo que la siguiente etapa en la evolución móvil son los sistemas inalámbricos de tercera generación, conocido como 3G.

La Tercera Generación de telefonía móvil, proporcionan la posibilidad para transferir tanto voz y datos (una llamada telefónica) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de correo-e, y mensajería instantánea). Como sistema emergente, es muy importante establecer las estrategias adecuadas para lograr una migración apropiada, es decir, los sistemas 3G deben de incluir al mismo tiempo las funcionalidades de 2.5G y 2G.

La figura 1.1 muestra la evolución de las redes celulares hasta 3g.

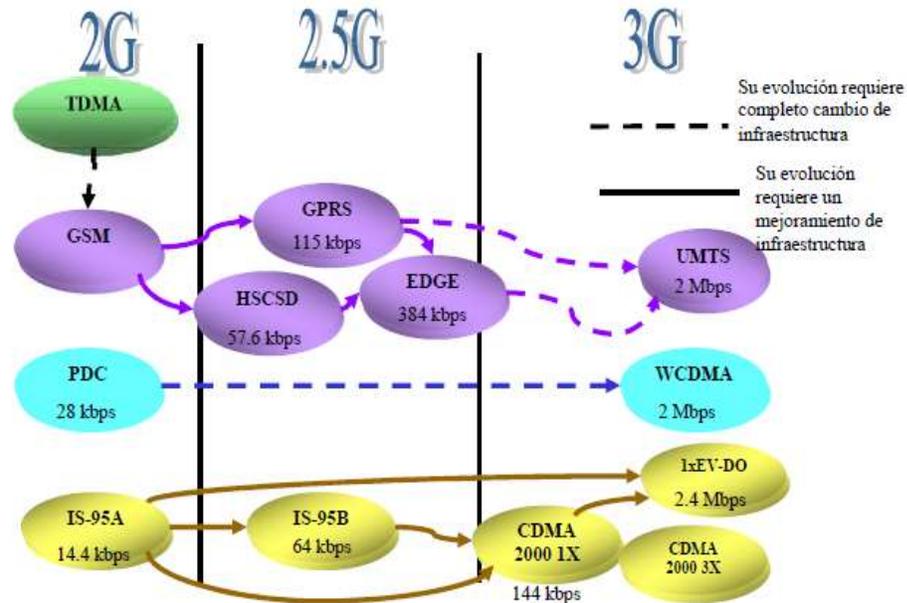


Figura 1.1 Evolución de las Redes Celulares

Con frecuencia escuchamos 3G siendo discutida con altas velocidades, pero un sistema 3G está definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), por medio de una recomendación, la ITU-R- M687-2 sobre los sistemas 3G que propone:

- La gama de espectro adecuada que debe considerarse para todo espectro adicional dedicado a las IMT-2000.

Esta recomendación incluye los siguientes puntos:

- Una Calidad de Servicio (QoS) equiparable a las redes de voz fijas.
- Un desarrollo en armónico con los anteriores estándares soportando tasas de bits hasta 2 Mbps
- Una arquitectura flexible, la cual permita fácilmente implantar nuevas aplicaciones.
- Deben analizarse los temas de compartición y las limitaciones reglamentarias en las bandas que actualmente utilizan otros servicios.
- Debe darse preferencia a las opciones que permitan utilizar espectro contiguo.

Por supuesto que estas recomendaciones incluyen muchos detalles, y los carriers correspondientes están de acuerdo en que tales detalles son por ejemplo, una administración de multimedia flexible, acceso a Internet, acceso por paquetes de costo efectivo, servicios sobre demanda, de mejor oferta, etc. De lo anterior, podemos observar que una herramienta diaria y de gran importancia es el acceso a la red por lo que resulta, de igual forma, muy importante definir la tecnología de acceso con un gran ancho de banda que permita utilizar todos estos servicios. Así entonces, el reto fue la migración hacia una arquitectura donde todos los beneficios se mantengan aún con el QoS de los sistemas 2G.

La visión de 3G no solamente se enfocó en los servicios de Internet, más bien el acceso a todos los servicios a cualquier hora, en cualquier lugar, a cualquier dispositivo, es decir, comunicación de todo lo que se mueva con todo lo que se mueva, comunicación humano-máquina, máquina-máquina, humano-cosa, máquina-cosa.

Así entonces, es posible decir, que las tecnologías de 3G son la respuesta a la especificación IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El estándar UMTS (*Universal Mobile Telephone System*), Sistema telefónico Móvil Universal) está basado en la tecnología W-CDMA. UMTS está gestionado por la organización 3GPP, también responsable de GSM, GPRS y EDGE

La mejoría alcanzada por la segunda generación (2G), así como el hecho de ofertar nuevos servicios de alta velocidad y calidad muy superiores a los obtenidos, como por ejemplo la ubicuidad a internet, condujo al desarrollo e implantación de los denominados sistemas 2.5G, que finalmente no significó una solución a dicha demanda.

Para dar solución a tales demandas, con calidad similar a la que ofrecen las redes fijas y con una perspectiva global en el marco de los sistemas de comunicaciones móviles, surgen los denominados sistemas de comunicaciones móviles de tercera generación (3G).

Se requirieron cambios en los sistemas 3G en relación con sus antecesores, los sistemas 2G y 2.5G. En este sentido los sistemas 3G llevan a cambios importantes en el interfaz radio y en la arquitectura de red. Así por ejemplo, en aras de poder utilizar más eficientemente y con mayor flexibilidad el tan escaso recurso radio, los sistemas 3G utilizan técnicas de espectro ensanchado.

La Comparación de la eficiencia volumétrica entre redes inalámbricas WiFi y WiMAX referida en el Apéndice A. DSS, Las técnicas de espectro ensanchado o espectro esparcido son técnicas de transmisión usadas en telecomunicaciones que permiten transmitir datos digitales principalmente mediante interfaces aéreas.

Se basa en el ensanchamiento de la señal a lo largo de una banda de frecuencias muy ancha mucho mayor al que originalmente tiene la señal y en la que se pueden transmitir los datos. Una vez que se han ensanchado se presentan como ruido distribuida en toda la banda de frecuencia. Lo anterior se lleva a cabo procesando a la señal original con una función independiente del mensaje, la cual debe ser conocida por el receptor.

Estas técnicas se describieron de forma teórica por una actriz de Hollywood llamada Hedy Lamarr y el pianista George Antheilen. Describieron un enlace de radio seguro para control de torpedos 1941 (muy influenciado por la Segunda Guerra Mundial) en el que se describía el control de torpedos haciendo cambiar la frecuencia de forma constante, lo que impedirá que se pudiera intervenir.

Una aplicación típica fue en los transceptores de corto alcance incluían sistemas de posicionamiento satelital (GPS), comunicaciones móviles 3G, WLAN y Bluetooth. Su éxito reside en el buen aprovechamiento del ancho de banda pues este tipo de tecnologías requieren el uso de espectro licenciado, lo cual resulta sumamente caro pues es un recurso limitado

Igualmente, la arquitectura y protocolos de la red de acceso han tenido que ser reconsiderados en relación con sus antecesores los sistemas 2G y 2.5G.

Los sistemas de 3G son esperados para completar el proceso de globalización para la comunicación móvil. De alguna forma el éxito de 3G principalmente se basará en soluciones técnicas del GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) es, a comienzos del siglo XXI, el estándar más usado de Europa. Se denomina estándar "de segunda generación" (2G) porque, a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital. Debido a que la tecnología GSM domina el mercado y las grandes inversiones en GSM, deben ser utilizadas tal como sea posible. Basado en esto los grupos de especificación crearon una visión acerca de cómo la comunicación móvil debería ser desarrollada. A través de esto, algunos requerimientos para GSM son los siguientes:

- El sistema debe de ser totalmente específico (como GSM) y las principales interfaces deben ser estandarizadas y abiertas, es decir, las especificaciones generadas deben ser globales.
- El sistema debe agregar valor al GSM en todos los aspectos. Sin embargo, al principio el sistema debe de ser compatible mínimo con GSM e ISDN (Red Integral de Servicios Digitales).
- El sistema debe de ser capaz de soportar aplicaciones de multimedia y todas sus aplicaciones.
- El acceso de radio de 3G debe proveer capacidad de banda ancha para llegar a estar disponible en todo el mundo.
- Los servicios para los usuarios finales debe ser independiente de la tecnología de acceso de radio y de la infraestructura de la red que no debe limitar los servicios para ser generados.

## 1.2 Arquitectura de la red GSM

A continuación se nombran y se muestran en la figura 1.2 Las características técnicas fundamentales del sistema GSM, que se divide en tres niveles principales:

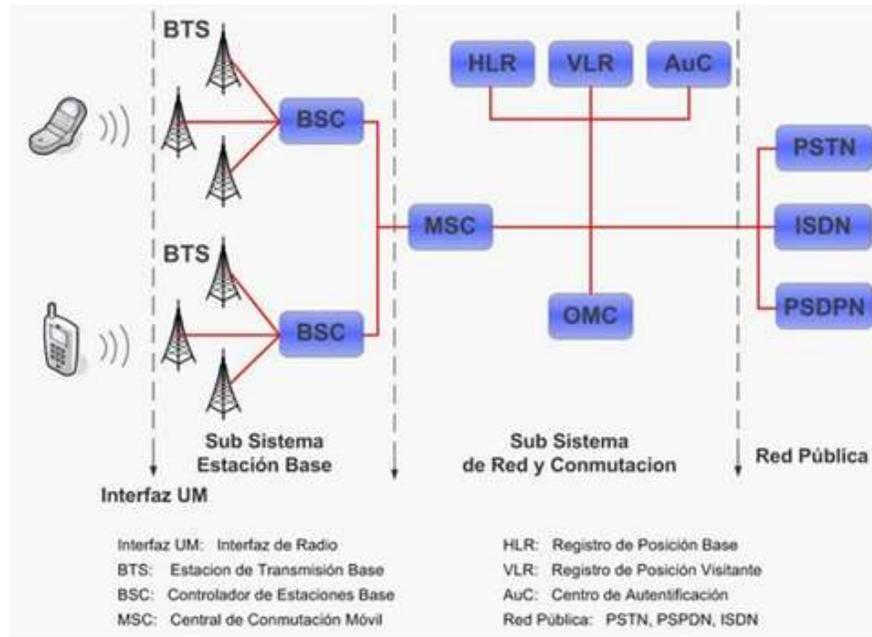


Figura 1.2 Arquitectura GSM

1. **La Estación Móvil o Mobile Station (MS):** Consta a su vez de dos elementos básicos que debemos conocer, por un lado el terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM o Subscriber Identity Module. Con respecto a los terminales poco tenemos que decir ya que los hay para todos los gustos, lo que si tenemos que comentar es que la diferencia entre unos y otros radica fundamentalmente en la potencia que tienen que va desde los 20 W (generalmente instalados en vehículos) hasta los 2 W de nuestros terminales.
2. **La Estación Base o Base Station Subsystem (BSS):** Sirve para conectar a las estaciones móviles con los NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción. Como los MS también constan de dos elementos diferenciados: La Estación de Transmisión (por sus siglas en ingles BTS: Base Transceiver Station o Base Station) y el Controlador de la Estación

(por sus siglas en inglés BSC: Base Station Controller). Los BSC se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, denominado sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente en una de las estaciones, los frequency hopping, (Salto de Frecuencia) la técnica de salto de frecuencia consiste en transmitir segmentos temporales de la señal en distintas frecuencias portadoras, siguiendo un patrón de cambio pseudoaleatorio. y los controles de las frecuencias de radio de los BTS.

### 3. El Subsistema de Conmutación y Red, o Network and Switching

**Subsystem (NSS):** Este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red; para poder hacer este trabajo la NSS se divide en siete sistemas diferentes, cada uno con una misión dentro de la red:

- **Centro de Servicios Móviles** o Mobile Services Switching Center (MSC): Es el componente central del NSS y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como de proporcionar conexión con otras redes.
- **Centro de Conmutación de Servicios Móviles o Gateway Mobile Services Switching Center (GMSC):** Un gateway es un dispositivo traductor (puede ser software o hardware que se encarga de interconectar dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan. Bien, la misión del GMSC es esta misma, servir de mediador entre las redes de telefonía fijas y la red GSM.
- **Registro de Suscriptores Locales o Home Location Register (HLR):** El HLR es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC. Entre la información que almacena el HLR tenemos fundamentalmente la

localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso. El HLR funciona en unión con el VLR que vemos a continuación.

- **Registro de Suscriptores Visitantes o Visitor Location Register (VLR):** contiene toda la información sobre un usuario necesaria para que dicho usuario acceda a los servicios de red. Forma parte del HLR con quien comparte funcionalidad.
- **Centro de Autenticación o Authentication Center (AuC):** Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red; también se encarga de soportar funciones de encriptación.
- **Registro de Identidad del Equipamiento o Equipment Identity Register (EIR):** También se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene los International Mobile Equipment Identity o IMEI de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.
- **GSM Interworking Unit (GIWU)**, La unidad de interfuncionamiento GSM consta de hardware y software que proporciona una interfaz a varias redes para las comunicaciones de datos. A través de la unidad de interfuncionamiento GSM, los usuarios pueden alternar entre el habla y los datos durante la misma llamada.); sirve como interfaz de comunicación entre diferentes redes para comunicación de datos.

### 1.2.1 Servicios y aplicaciones de GSM

El éxito de GSM como un estándar abierto trajo consigo un mercado global y multi-proveedor para infraestructura, terminales y desarrollo de aplicaciones. No todos los servicios y prestaciones están implementados en todos los terminales GSM del mercado, pero sirven de referencia para corroborar la expansión de GSM desde su lanzamiento, cuando ofrecía básicamente servicios de voz (transmisión y recepción de llamadas).

Los servicios descritos a continuación constituyen una selección representativa de los mismos, sin pretender abarcar todos los existentes.

- **Enhanced Full Rate** (por sus siglas en inglés EFR), es una codificación de voz estándar que se desarrolló con el fin de mejorar la muy mala calidad de GSM - Full Rate codec, sistema a través del cual se aumenta la calidad de comunicación codificando la señal de voz.
- **Buzón de voz**: servicio de contestador automático en el teléfono móvil que puede activarse en caso de tener desconectado el móvil o de estar fuera de cobertura.
- **Agenda electrónica**: permite almacenar en el SIM una cantidad variable, según el modelo de terminal, de números de teléfono.
- **Reconocimiento de voz**: permite elegir a través de la voz el número destinatario.
- **Llamadas de emergencia**: servicio 112 para emergencias disponible incluso con el teclado bloqueado o sin disponer de tarjeta SIM.
- **Servicio de conferencia**: también denominado llamada múltiple, permite mantener una comunicación simultánea con múltiples usuarios.
- **Roaming**: posibilidad de usar el terminal y la tarjeta SIM en redes GSM de otros países.
- **CLIP** (Calling Line Identification Presentation): permite ver en pantalla el número que nos está llamando.

- **CLIR** (Calling Line Identification Restriction) impide que el número llamante sea visto por alguien anónimo.
- **Visualización de créditos / costos:** la operadora facilita, a través de una llamada, el saldo disponible o el gasto efectuado.
- **Control del gasto:** función que se ejecuta a través de la operadora, que calcula el gasto y restringe las llamadas al llegar al límite fijado por el propio usuario.
- **Llamada en espera:** notificación de llamadas en espera y posibilidad de retener momentáneamente la comunicación y recuperarla posteriormente.
- **Desvío de llamada:** permite el desvío automático de las llamadas hacia el buzón de voz, o hacia cualquier otro número de teléfono de una red de telefonía móvil o fija nacional.
- **Reenvío de llamadas para otro número:** permite redirigir una llamada a una tercera persona.
- **Filtros de llamadas:** posibilidad de impedir la recepción / transmisión de llamadas por parte de ciertos destinatarios designados por el usuario.
- **Vibración del móvil:** sustituye a la señal acústica o luminosa para avisar al usuario de una llamada entrante.
- **Servicio de mensajes cortos (SMS):** envío y recepción de mensajes de texto de hasta 160 caracteres.
- **Sistema T9:** sistema de escritura de mensajes cortos que recurre a las palabras de un diccionario interno con sólo escribir las primeras letras.
- **Mensajes a grupos:** permite crear una lista de distribución de mensajes SMS y enviar un mismo mensaje a varios destinatarios a la vez.
- **Chat:** participación en tiempo real y mediante SMS en conversaciones con un gran número de usuarios.
- **Transmisión y recepción** de datos y fax con velocidades de hasta 9,6 kbps.
- **WAP:** acceso a información de Internet creada específicamente para dispositivos móviles.

- **Juego:** juegos clásicos como el tetris, el buscaminas o el tres en raya son ya comunes en muchos modelos de móviles.
- **IrDA:** Sistema de comunicación a través de señales infrarrojas que permite al móvil transmitir información a un ordenador o impresora.
- **GPS:** tecnología basada en la localización por satélite, que permite estar localizable en cualquier lugar del mundo a través de dispositivos móviles.
- **Módem:** el teléfono móvil puede actuar como un módem, conectándose al ordenador y enviando y recibiendo datos a 9.600 Bits por segundo.

### 1.3 WCDMA para UMTS

En 1988 la ITU propuso la creación de un sistema celular de tercera generación, el cual iba a llamarse FPLMTS (Futuro Sistema Público Terrestre de Telecomunicaciones Móviles), pero en 1992 la ITU identificó 230MHz del espectro en la banda de 2GHz para implementar el sistema IMT2000 (Internacional Mobile Telecommunications – 2000), el cual fue creado para facilitar el desarrollo de los estándares para hacerlos capaces de formar una infraestructura global y brindar un acceso móvil a las redes tanto públicas como privadas.

Los requisitos de este sistema eran:

- Tasas de transmisión de 2048 Kbps para interiores o ambientes de poco movimiento, y 384 Kbps en ambientes urbanos y a velocidades máximas de 120Km/h; en áreas rurales se debe llegar a una tasa de 144 Kbps a vehículos a altas velocidades.
- Movilidad global
- Terminales multimodo
- IMT200 debe poder conectarse con otras redes
- Mayor eficiencia espectral

UMTS es la propuesta de la ETSI (Instituto Europeo para la Estandarización de las Telecomunicaciones), para tercera generación de telefonía celular, y está planteada para usar WCDMA como técnica de acceso múltiple.

WCDMA ofrece flexibilidad en los servicios, combinando conmutación de paquetes y conmutación de circuitos en el mismo canal con un promedio de velocidad entre 8 Kbps hasta 2 Mbps. Utiliza muy eficientemente el espectro de radio disponible, mediante la reutilización de frecuencias, además, los terminales WCDMA son menos difíciles de fabricar, debido a que requieren muy poca señal de procesamiento, ayudando a mantener bajo costos en los terminales.

WCDMA soporta conectividad IP (Internet Protocol), permitiendo accesos más rápidos a Internet, y la tecnología fundamental sobre la cual trabaja IP es conmutación de paquetes. El camino para la evolución de GSM hacia WCDMA, incluye un estado denominado GPRS (General Packet Radio Service) que provee conmutación de paquetes.

### 1.3.1 Estructura de la red UMTS

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) es una arquitectura en la que existen principalmente tres elementos: el UE (User Equipment), UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) y la Red Central (Core Network). Figura 1.3



Figura 1.3 Arquitectura general de UMTS.

La interfaz Uu se encuentra entre el UE y la Red UTRAN, mientras la Iu está entre el Núcleo de la Red y UTRAN. Es necesario mencionar que la tecnología WCDMA es la interfaz entre el UE y la Red UTRAN, es decir, la conexión entre el equipo de usuario y la red de acceso de radio para UMTS es mediante WCDMA.

Haciendo una analogía con GSM, tenemos que: MS es UE, BTS es Nodo B, BSC es RNC, SIM es USIM (Universal Subscriber Identity Module) y BSS es ahora RNS (Radio Network System).

Observando una arquitectura más detallada de la red UMTS, podemos ver más elementos e interfaces que conectan dichos elementos. Figura 1.4

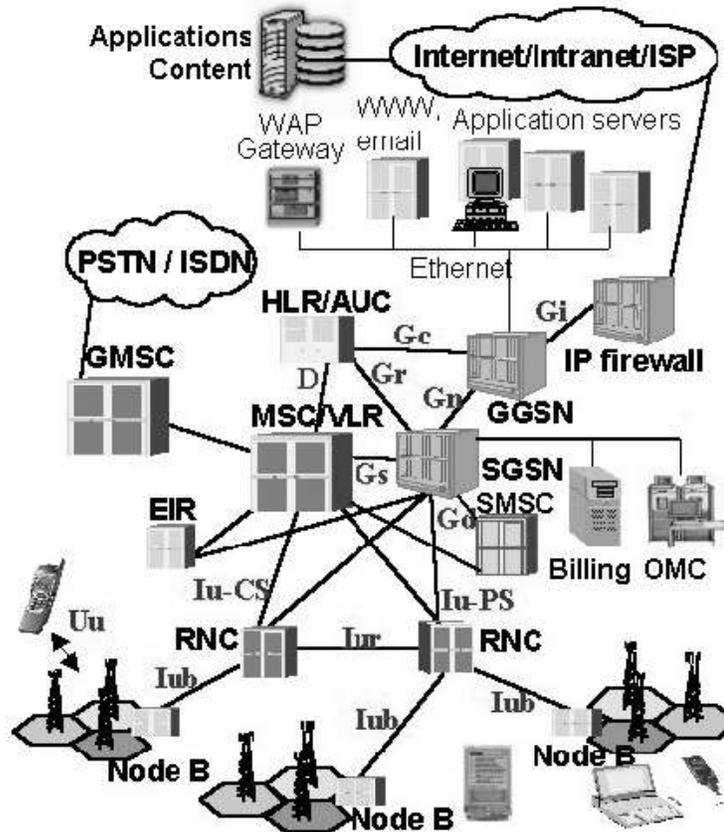


Figura. 1.4 Arquitectura detallada del sistema UMTS.

1. **Equipo de Usuario (UE).** El equipo de usuario UE, ó equipo móvil, es el equipo que el usuario lleva consigo para tener comunicación con una estación base en el momento que lo desee y en el lugar donde exista cobertura, el cual puede variar en forma y tamaño, pero debe estar preparado para soportar el estándar y los protocolos para los que fue diseñado. Por ejemplo, si un UE trabaja en un sistema UMTS, debe ser capaz de acceder a la red UTRAN mediante WCDMA para lograr comunicación con otro móvil, con la ISDN, con la PSTN o sistema como

GSM de 2.5G, tanto para voz como para datos. Algunas de las propuestas para no perder la inversión en la infraestructura de GSM, es crear equipos con sistemas duales, es decir, que puedan acceder a ambas redes, esto mientras se consolida el cambio a 3G. El único inconveniente es que el costo de dichos equipos aumentaría considerablemente.

2. **Interfaz Uu.-** La interfaz Uu se encuentra entre el equipo de usuario y la Red UTRAN, ésta interfaz usa la tecnología WCDMA, la cual será objeto de estudio el resto del presente capítulo.
3. **Red de Acceso de Radio UMTS.-** UTRAN es el nombre de la nueva red de Acceso de Radio diseñada para el sistema UMTS. Tiene dos interfaces que lo conectan con la red central y con el UE, la interfaz Iu y Uu respectivamente. UTRAN consiste de varios elementos, entre los que se encuentran los RNC (Radio Network Controller) y los Nodo B (en UTRAN las estaciones base tiene el nombre de Nodo B), los cuales juntos forman el RNS (Radio Network Subsystem). Figura 1.5

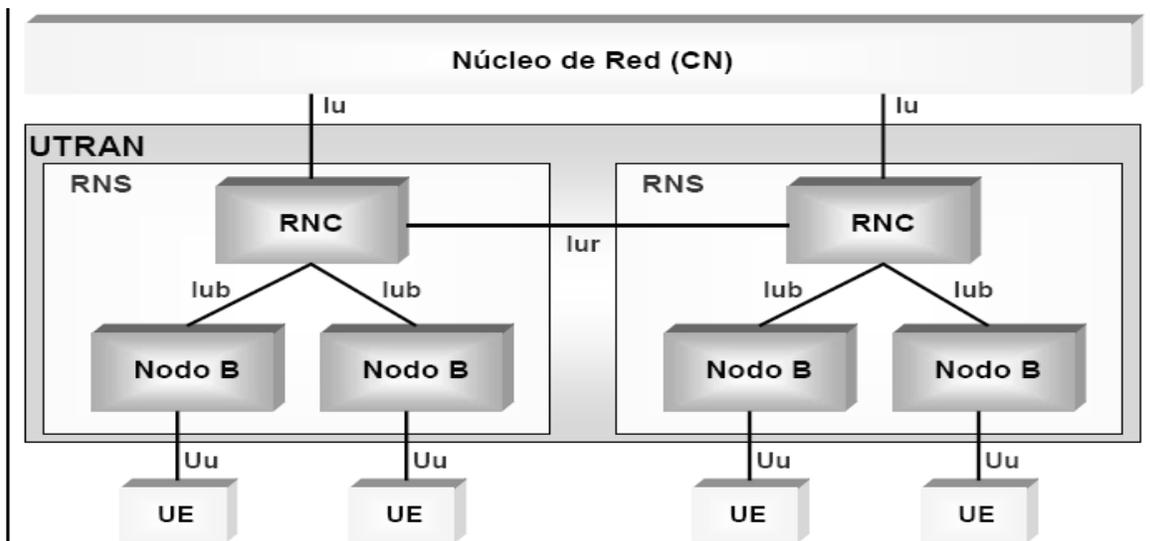


Figura 1.5 Red de acceso de radio UTRAN

Las interfaces internas de UTRAN incluyen la interfaz Iub la cual se encuentra entre el Nodo B y el RNC, mientras la interfaz Iur conecta a los RNC entre sí.

**4. RNC (Radio Network Controller).**- Este controla a uno o varios Nodos B. El RNC se conecta con el MSC mediante la interfaz luCS o con un SGSN mediante la interfaz luPs. La interfaz entre dos RNCs es lógica y es la interfaz lur, por lo tanto, no es necesario que exista una conexión directa entre ellos. Si comparamos al RNC con la Red GSM, éste es compatible con el Base Station Controller.

Algunas de las funciones del RNC son:

- Control de potencia de lazo abierto para el uplink.
  - Control de potencia para el downlink.
  - Manejo de reportes
  - Manejo de los recursos de transporte de la interfaz lu.
  - Manejo de la información del sistema y de los horarios de la información del sistema.
  - Manejo de Tráfico en los canales comunes y compartidos.
- Modificación del grupo activo de células (Soft Handover).

**5. Nodo B.**- El Nodo B es el equivalente en UMTS del BTS (Base Transceiver Station) de GSM; el nodo B puede dar servicio a una o más celdas, sin embargo, las especificaciones hablan de una sola celda por cada Nodo B.

Las funciones que cumple son:

- El control de potencia de lazo cerrado en el uplink.
- Reportar las mediciones de la interferencia en el uplink y la información de la potencia en el enlace downlink.
- Transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo con el horario determinado por el RNC.
- Mapeo de los recursos lógicos del nodo B en los recursos de Hardware. En el Nodo B se encuentra la capa física de la interfaz aérea, es por ella que además de las funciones que debe ejecutar por su naturaleza, debe realizar las funciones propias de la capa 1, las cuales se revisarán más adelante.

**6. Interfaz lu.**- Ésta interfaz conecta a la red de acceso de radio de UMTS con el núcleo de la red, es la interfaz central y la más importante para el

concepto de 3GPP (*Third Generation Partnership Project*, iniciativa para el desarrollo del estándar UMTS de sistema de comunicaciones móviles de tercera generación). La interfaz Iu puede tener dos distintas instancias físicas para conectar a dos diferentes elementos de la red central, todo dependiendo si se trata de una red basada en conmutación de circuitos, o basada en conmutación de paquetes. En el primer caso, es la interfaz Iu-CS la que sirve de enlace entre UTRAN y el MSC, y es la interfaz Iu-PS la encargada de conectar a la red de acceso de radio con el SGSN de la red Central.

**7. Red Central (Core Network).**- La Red Central se encuentra formada por varios elementos, de los cuales, los más importantes son el MSC (pieza central en una red basada en conmutación de circuitos), y el SGSN (pieza central en una red basada en conmutación de paquetes).

**8. MSC (Mobile Switching Center).**- El MSC es la pieza central de una red basada en la conmutación de circuitos, el cual es usado tanto por el sistema GSM como por UMTS, es decir, la BSS de GSM y el RNS de UTRAN se pueden conectar en el mismo MSC. Esto es posible ya que uno de los objetivos del 3GPP fue conectar a la red UTRAN con la red central de GSM/GPRS. El MSC tiene diferentes interfaces para conectarse con la red PSTN, con el SGSN y con otros MSCs.

Las principales funciones de un MSC son:

- Coordinación en la organización de las llamadas de todos los móviles en la jurisdicción de un MSC.
- Asignación dinámica de recursos
- Registro de ubicación
- Funciones de interoperabilidad con otro tipo de redes.
- Manejo de los procesos de handover
- Colectar los datos para el centro de facturación
- Manejo de los parámetros para la encriptación
- Intercambio de señalización entre la distintas interfaces
- Manejo de la asignación de frecuencias en el área del MSC

**9. SGSN (Serving GPRS Support Node).**- El SGSN es la pieza central en una red basada en la conmutación de paquetes, el cual se conecta con UTRAN mediante la interfaz Iu-PS y con el GSM-BSS mediante la interfaz Gb. El SGSN contiene la siguiente información:

- IMSI (Internacional Mobile Subscriber Identity)
- Información de suscripción
- Información de ubicación
- Celda o área en que el móvil está registrado Número VLR

### 1.3.2 Evolución desde GSM

Vélez Varela escribe en El momento de la realidad de la tercera generación, que la telefonía inalámbrica 2.5G ha evolucionado poco a poco, de manera que la transición a UMTS es la sigla de Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles. Uno de sus objetivos es la definición de una infraestructura universal unificada para comunicaciones inalámbricas de banda ancha. Ha sido muy suave.

De acuerdo con las métricas de algunos proveedores tecnológicos, la forma de abstraer el concepto de una red UMTS, se hace desde la perspectiva de un modelo arquitectural de tres capas. Este se compone en su parte superior por una capa de aplicación, donde se dispone una red de servicios (Service Network), una capa de control, donde se halla especificada parte de la red tipo CORE (CORE Network), y en su parte inferior una capa de conectividad, que involucra a la red CORE (CORE Network). La arquitectura abierta de la red UMTS asegura que se haga una migración simple de los sistemas tradicionales o existentes hacia las nuevas tecnologías.

La red UMTS se denota como una red multi-servicio, conformando dentro de ella el concepto de “red de redes”. Esta nueva infraestructura debe acomodar dentro de sí, por conceptos, el número creciente de interconexiones que se han de gestar desde las redes de acceso, entre las cuales se pueden encontrar variedad: Redes conmutadas por paquetes, por circuitos, de banda ancha y de banda angosta, de voz y datos, fijas y móviles. Para un operador, los sistemas UMTS

significan e implican continuidad de los servicios, portafolios amplios de servicios para los usuarios finales, y lo más importante: una reducción en los costos de transmisión, operación y mantenimiento.

Claro que existen diferencias entre la red GSM y el sistema UMTS, sobre todo las relacionadas con las especificaciones y requerimientos para los que fueron creados, además de los distintos elementos que conforman cada una (a pesar de que existen elementos comunes como el MSC y SGSN). Pero una de las diferencias más trascendentales entre GSM y UMTS, es la técnica de acceso de radio.

GSM está basado en TDMA, en donde, cada canal de frecuencia se divide en un número de espacios en el tiempo, en el caso particular de GSM existen 8 de esas ranuras de tiempo por cada trama de radio:

- Eje de tiempo dividido en tramas: 8 intervalos/trama
- 8 canales físicos por radiocanal.
- Canal GSM unidireccional: intervalo de frecuencia de 200 KHz + intervalo de tiempo (0.577 mseg)
- Células separadas por frecuencias

UMTS en su red de acceso de radio UTRAN, usa el esquema de CDMA de espectro ensanchado en cada uno de los canales de frecuencia en su modo FDD. Para el modo TDD usa una combinación entre CDMA, FDMA y TDMA pues cada trama de radio es dividido en 15 ranuras en el tiempo. En un sistema CDMA todos los usuarios ocupan la misma frecuencia y sus señales son separadas unas de otras mediante códigos. A cada usuario se le asigna un código, el cual se aplica como una segunda modulación, y es utilizado para convertir su trama de datos en una versión codificada de espectro ensanchado, por lo tanto GSM requiere de un arduo trabajo de planeación de frecuencias, mientras que en WCDMA no existe esa planeación, pues existe una sola frecuencia usada por todas las estaciones base, sin embargo, puede haber dos o tres frecuencias por operador, y aún así no se necesita planeación de frecuencia, pues en WCDMA existen redes jerárquicas

y las diferentes frecuencias son usadas para cada una de ellas, por ejemplo, una para las macro celdas, otra para las micro celdas, y otra para las pico celdas.

Una red WCDMA debe combinar la planeación de la cobertura y la capacidad para hacerlas funcionales, por lo tanto el desarrollo de las estaciones base debe ser tal que deben poner especial atención en que una no interfiera de manera notable con el resto.

UMTS permite una mayor capacidad y flexibilidad en su interfaz aérea, pues permitiendo mezclar distintas clases de portadoras de radio al mismo tiempo, se permiten servicios de tiempo real, en donde se usan canales dedicados, así como servicios que no funcionen en tiempo real, en donde se usan canales compartidos. Con respecto a la velocidad, la red UTRAN no está tan alejada de la velocidad que puede alcanzar GSM en 2.5G, ya que son casi 200Kbps, de hecho, se aproxima a 384Kbps. Si UTRAN quiere alcanzar esa velocidad, debe asignar la mayoría de los recursos de una estación base a un solo UE, mientras que en GSM puede alcanzar esto usando sólo uno de sus canales de frecuencia, dejando los demás libres para los usuarios.

En una estación base típica de WCDMA sólo se maneja una sola portadora de frecuencia para el enlace de bajada y si un usuario es provisto por una conexión de 2Mbps los demás usuarios se quedarían sin nada, es por ello que técnicas adicionales como la sectorización, las antenas inteligentes y códigos de scrambling, Los Códigos scrambling sirven para reemplazar secuencias que producirían una tensión constante por otras secuencias con transiciones para mantener el sincronismo. La secuencia de relleno debe producir suficientes transiciones para sincronizar (ser reconocida por el receptor) y restablecer la original (tener la misma longitud que la original).

Objetivos:

- Eliminar la componente continua
- Evitar que las secuencias largas sean señales de tensión continua
- No reducir la velocidad de transmisión de datos
- Tener cierta capacidad de detectar errores son requeridos para mejorar la capacidad del enlace de bajada UTRAN

La investigación de UMTS se llevó a cabo por el grupo FRAMES (Future Radio Wideband Multiple Acces System) con su proyecto ACTS que fue el que trabajó en el desarrollo de una interfaz de radio capaz de cumplir con los requerimientos de los sistemas de radio móviles terrestre de tercera generación, tomando como base GSM para armonizar con dicha tecnología.

El proyecto FRAMES asume que UMTS puede ser construido sobre la plataforma GSM con un número grande de suscriptores en el momento de su lanzamiento, y teniendo en cuenta que UMTS y GSM pueden trabajar en paralelo por mucho tiempo, entonces, fue armonizado lo más posible con la red GSM en términos de los parámetros de radio y pila de protocolos. La interfaz aérea de WCDMA es usada por Europa y Asia, incluyendo Japón, Corea y China, usando las bandas de frecuencia que el WARC-92 asignó para el sistema 3G IMT-2000 alrededor de la banda de 2GHz

### **1.3.2 Regulación del espectro**

En 1992, la World Administrative Radio Conference (WARC) asignó 230 MHz del nuevo espectro de radio a los servicios por satélite y terrestres. De aquí, la UIT ha asignado 155 MHz en la banda de 2 GHz para los servicios 3G terrestres.

Las propuestas a la UIT para el IMT-2000 remitidas por el ETSI y ARIB recomiendan el uso de WCDMA, con bandas de guarda de 15-20 MHz en la zona de 2GHz del espectro.

En Europa y Japón se ha asignado el espectro en dos bandas de 2GHz, próximas a las recomendadas por la UIT, para cumplir estos requisitos. Figura 1.6

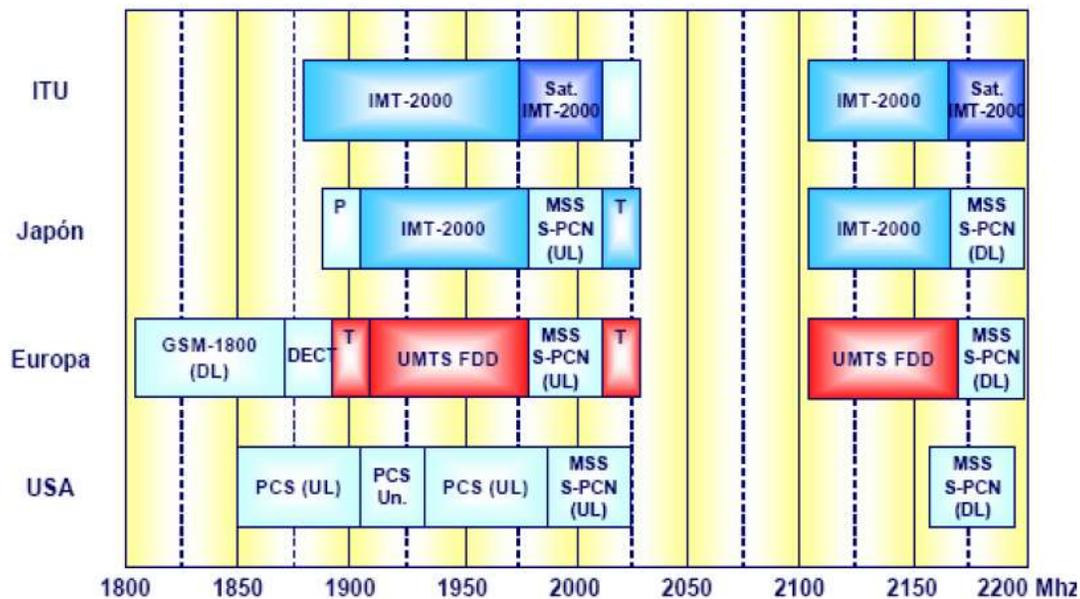


Figura 1.6 Bandas de frecuencias UMTS/IMT - 2000.

En los Estados Unidos, gran parte de la banda inferior de 2GHz asignada para el IMT-2000 en WARC está ocupada por las asignaciones del espectro PCS, dificultando el uso de 2GHz con bandas de guarda a más de 5 MHz.

Todas las nuevas tecnologías de telecomunicaciones que se han adoptado para los estándares internacionales han estado rodeadas de negociaciones sobre los DPI, pero el proceso de normalización no tendría por qué verse afectado por estas cuestiones.

GSM no se habría convertido en un estándar si se hubiera permitido que las numerosas discusiones sobre DPI influyeran sobre la marcha del proceso.

En la tecnología 3G, al igual que en todas las demás áreas tecnológicas, existe un gran número de titulares de DPI.

El sistema que se sigue es el de las compañías del sector, no los organismos de normalización, los que negocian la concesión de licencias o intercambios de DPI.

Si nos imaginamos que el teléfono móvil nos proporciona una "conducción" de radio hacia la red mundial de telecomunicaciones, los servicios 3G supondrían un ensanchamiento de esa conducción a demás de permitir enviar y recibir mucha más información simultáneamente. Además, la 3G implicaría la convergencia de las tecnologías de comunicaciones de área local (interior) y de área amplia (exterior); podríamos acceder a todos los servicios que necesitamos sin problemas desde un terminal mientras nos estamos moviendo.

La tecnología alrededor de la cual giran los servicios 3G es el enlace de radio que proporciona esta conducción de comunicación entre los usuarios y la red. Pero va a hacer falta introducir otras modificaciones importantes en la red central y en la manera de crear y prestar los servicios. En primer lugar, esto significa la incorporación de medios IP inalámbricos para operadores que sean fuertes y con vistas al futuro.

La interconexión entre las redes de radio adaptadas y las nuevas de banda ancha será posible gracias a los teléfonos móviles y a las terminales multibanda y multimodo que permitirán a los usuarios pasar de una red a otra o entre "islas" WCDMA y redes avanzadas circundantes (EDGE) y acceder a sus servicios sin problemas. Esto permitirá desarrollar el servicio de una manera flexible, ya que evitará la necesidad de implantar una red nacional WCDMA desde el principio.

### **1.3.3 Arquitectura de la red de acceso UMTS (UTRAN)**

La red de acceso en UMTS, por el contrario, difiere desde el primer momento con respecto a las redes 2G.

Con objeto de acomodar de manera flexible y eficiente los distintos tipos de aplicaciones posibles en UMTS, se recurre al empleo de técnicas de conmutación de paquetes. Así, la Release 99 establece el empleo de ATM (Asynchronous Transfer Mode) como tecnología de transporte en UTRAN. La selección inicial de ATM se justifica por el hecho de ser una de las tecnologías más flexibles y

maduras (al menos en la fecha en la que se tomó la decisión) para el despliegue de redes multiservicio con QoS.

En la figura 1.9., se muestra la arquitectura de UTRAN, en la que pueden observarse los elementos que la componen y los interfaces definidos entre ellos. La red de acceso UMTS consta de uno o más subsistemas RNS (Radio Network Subsystem). Cada RNS cubre un conjunto de células UMTS, siendo responsable de la gestión de los recursos asociados a ellas.

Un RNS está formado por un controlador RNC (Radio Network Controller) y un conjunto de estaciones base (Nodos-B). Figura 1.7

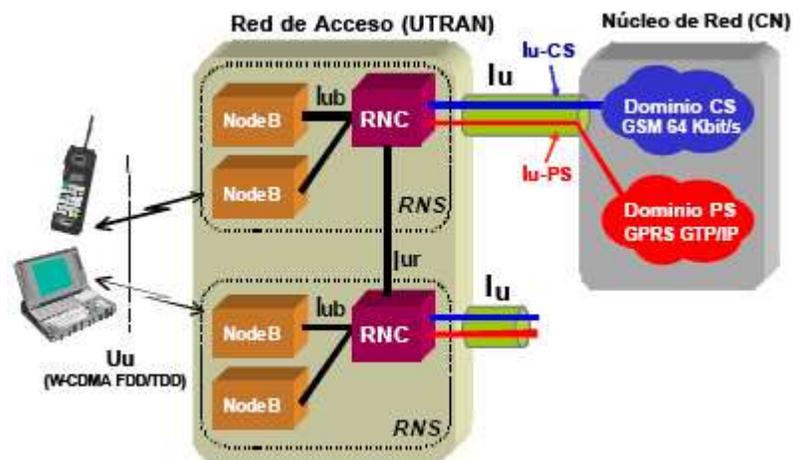


Figura 1.7 Arquitectura de la red de acceso UMTS (UTRAN).

Dentro de la red radio se definen dos tipos de interfaces: el interfaz Iub entre cada Nodo-B y el RNC que lo controla y el interfaz Iur entre RNC's. Este último interfaz, sin equivalente en las redes 2G, permite la comunicación directa entre RNC's para el soporte de traspasos suaves (Soft-Handover) entre estaciones base perteneciente a distintos RNC's. La red radio también posee dos interfaces externos: el interfaz radio Uu, basado como ya se ha dicho en WCDMA, y el interfaz Iu con el núcleo de red. Este último se subdivide lógicamente en dos interfaces: Iu-CS hacia el dominio de conmutación de circuitos e Iu-PS hacia el dominio de conmutación de paquetes.

Elementos en la UTRAN:

- **Nodo B:** Estación radio da cobertura a los móviles. En general es sectorial con lo que una estación cubre tres células. Las funciones que realiza están relacionadas con el nivel físico (codificación de canal, modulación, spreading) y algunas del RRC como el control de potencia o la ejecución del softer handover. Equivale a la BTS de GSM.
- **RNC (Radio Network Controller):** Equipo que controla a un grupo de Nodos-B. Es equivalente a la BSC de GSM. Realiza funciones de terminación de los protocolos radio y control de los recursos radio.
- **UE:** Consiste en el equipo terminal del usuario formado por el ME (terminal móvil) y por el USIM (tarjeta que almacena la identidad del usuario y que lleva a cabo los algoritmos de autenticación y encriptación).

Los interfaces de la red UTRAN se pueden clasificar en internos y externos.

Dentro de los primeros tenemos:

- **Interfaz Iub:** Interfaz entre los Nodos B y el RNC que permite el transporte de las tramas radio desde el UE hasta el RNC. Utiliza el protocolo NBAP de señalización.
- **Interfaz Iur:** Permite la ejecución de trasposos suaves. Proporciona funciones de macrodiversidad provenientes de la tecnología CDMA.

En los externos tenemos:

- **Interfaz Iu:** Se encuentra entre el RNC y la MSC (Iu-CS) o SGSN (Iu-PS). El protocolo de señalización que utiliza es el RNAP (Radio Access Network Application Part).
- **Interfaz Uu:** Es el interfaz que se encuentra entre el móvil y el Nodo B. Se encuentra basado en la tecnología WCDMA.

Puede realizarse una división de la red en dos estratos desde un punto de vista de agrupación de funciones. Un estrato es una agrupación de protocolos (flujos de comunicación) asociados a uno o más aspectos de servicio.

Se distingue entonces:

- Estrato de Acceso: Representa la comunicación entre el UE y la UTRAN. Comprende las capas 1, 2 y parte de la 3 del modelo OSI. Se considera que es la capa portadora las funciones del estrato de no acceso. Es dependiente de la tecnología de acceso utilizada en el interfaz radio.
- Estrato de No acceso: Representa la comunicación entre el UE y el CN; se considera que comprende parte de la capa 3 y las capas 4 al 7 del modelo OSI.

#### 1.4 Arquitectura de protocolos del interfaz radio

Se compone de tres capas. Figura 1.8

- Capa Física L1.
- Capa de Enlace L2.
- Capa de Red L3

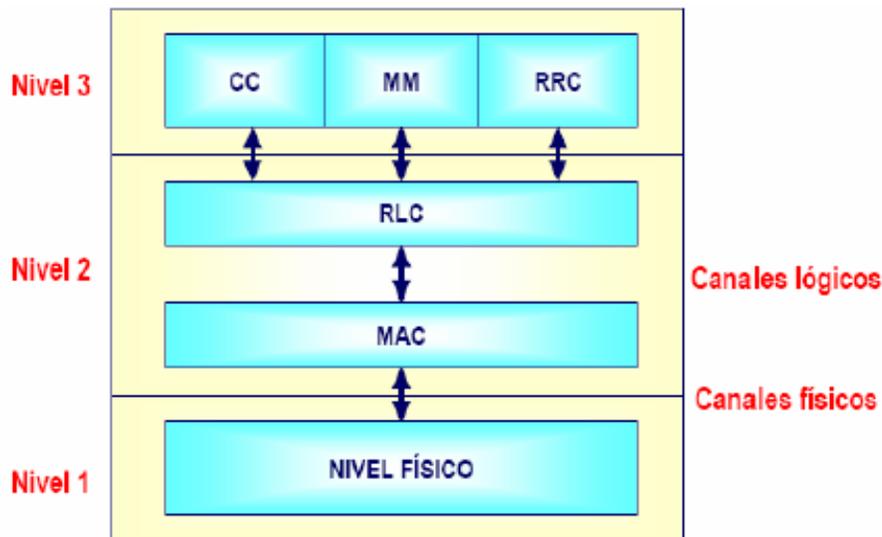


Fig. 1.8 Arquitectura de protocolos del interfaz radio.

La **Capa de Enlace L2** se compone de 4 subcapas: MAC (Medium Access Control), RLC (Radio Link Control), PDCP (Packet Data Control Protocol) y BMC (Broadcast/Multicast Control Protocol). Estas dos últimas subcapas sólo afectan al plano de datos de usuario. El PDPC existe para el dominio de paquetes y su función es de compresión de cabeceras. El BMC se utiliza para difundir sobre el interfaz radio mensajes provenientes del centro de Difusión.

La **Capa L3** se divide en dos partes: access stratum y non access stratum. La parte de acceso al estrato está formada por la entidad RRC y la entidad “duplication avoidance”. La parte del no acceso está formada por las partes de control de llamadas CC y gestión de la movilidad MM. Todos los mensajes de señalización de las capas superiores (señalización de Non Access Stratum) y de la propia capa son encapsulados en los mensajes RRC para su transmisión sobre el interfaz radio. La entidad “duplication avoidance” se encarga de garantizar la protección de los datos cuando cambia el punto de conexión en el Interfaz lu cambia.

Las capas del modelo se relacionan entre sí a través de enlaces de control que son dependientes de la implementación (en los estándares no están descritos). Estos enlaces de control permiten a la capa RRC configurar las capas bajas del modelo:

- Configuración de la Capa 1 para una reconfiguración de una portadora radio y envío de comandos para realizar medidas.
- Intercambio de información sobre volumen de tráfico entre la MAC y RRC lo que permite conmutar entre canales de transporte (por ejemplo de FACH a DSCH).
- Reporte de medidas de la capa 1 a la RRC.
- Reporte de estadísticas de errores de transmisión de la capa RLC a la RRC lo que da lugar a cambios de formatos de transporte.
- Configurar la capa PDPC para realizar la compresión de cabeceras.

Cada capa ofrece servicios en los SAP's (Second Audio Program, Por sus siglas en ingles) es un canal de audio, generalmente mono, que en forma simultánea es transmitido en la programación de un canal de televisión. Su objetivo principal es otorgar una opción más de audio para el televidente, como por ejemplo, el audio original de una película, la cobertura de un evento sin los comentarios de los presentadores, o también inclusive, ofrecer otro grupo de presentadores para el mismo evento. Y cada servicio viene definido por un conjunto de operaciones (primitivas) que una capa proporciona a las superiores. Para las primitivas se sigue el siguiente convenio:

- Las primitivas proporcionadas por SAP's entre capas adyacentes se nombran con el prefijo de la capa que proporciona el servicio PHY, MAC, RLC, PDCP, BMC o UUS.
- Las primitivas proporcionadas por un SAP a una aplicación se nombran con el prefijo de la capa que proporciona el servicio RRC.

Las primitivas proporcionadas por un SAP de control añaden al nombre de la capa que proporciona el servicio el prefijo CPPHY, CMAC, CRLC, CPDCP o CBMC.

La capa física trabaja con canales físicos y ofrece servicios en los SAP's (Service Access Point) denominados canales de transporte al subnivel más bajo de la capa de enlace (MAC). A su vez el subnivel inferior (MAC) de la capa de enlace ofrece servicios en los canales lógicos al superior (RLC). La capa RLC proporciona tres tipos de SAP's dependiendo del modo de operación del protocolo RLC (UM, AM o TM). El servicio que proporciona la capa 2 se conoce con el nombre de portador radio (radio bearer). Las proporcionadas por el plano de control se les conocen con el nombre de portadoras de señalización radio.

#### **1.4.1 Capa física**

Los sistemas de radio transmiten y reciben utilizando el mismo recurso: la fracción del espectro electromagnético asignado al sistema por los organismos reguladores. En general el hecho de que diversos usuarios del mismo sistema

utilicen un recurso compartido, nos lleva a una situación de conflicto si dos o más usuarios transmiten al mismo tiempo y en la misma frecuencia sin tomar precauciones apropiadas. De ahí que, las técnicas de acceso múltiple se hayan desarrollado con el objetivo de resolver posibles interferencias entre usuarios y para maximizar la capacidad del sistema, en otras palabras, maximizar el número de usuarios al que se le puede prestar servicio con una cualidad preestablecida.

Las técnicas de acceso clásicas tratan de dividir los recursos de transmisión, por ejemplo en frecuencia (o ancho de banda) y en tiempo lo más eficientemente posible entre los usuarios que deseen acceder al servicio. Estas técnicas se denominan FDMA (Frequency Division Multiple Access) y TDMA (Time Division Multiple Access), respectivamente.

La técnica FDMA consiste en dividir el ancho de banda asignado al sistema entre un cierto número de franjas denominadas canales centradas en una frecuencia portadora. Cada usuario es asignado a un canal durante todo el tiempo que dura su conversación.

Otros usuarios podrán acceder a este canal una vez que el primer usuario haya finalizado su conversación. Esta técnica es la utilizada por los sistemas celulares de primer generación tales como TACS (Total Access Communication System) y AMPS (Advanced Mobile Phone Service).

La técnica TDMA parte el recurso utilizado para transmitir en fracciones de tiempo denominadas "time slots". Múltiples usuarios pueden hacer uso de la banda asignada para la comunicación en diferentes momentos o slots. En este caso el recurso básico es la porción de tiempo asignada a la comunicación.

En general, la mezcla de las técnicas TDMA-FDMA es la utilizada, donde el ancho de banda asignado a un operador es dividido en múltiples canales utilizando la técnica FDMA, y a su vez cada uno de estos canales es compartido por varios usuarios utilizando la técnica TDMA.

La técnica mixta TDMA-FDMA es la utilizada por los sistemas celulares digitales de segunda generación como GSM (Global System for Mobile Communications) y PDC (Personal Digital Cellular).

La Capa Física de UMTS está basada en la técnica de Acceso Múltiple por División de Códigos de Banda Ancha (WCDMA).

En los sistemas CDMA tradicionales los usuarios comparten los recursos radioeléctricos: ancho de banda, tiempo y espacio (zona de cobertura). CDMA tiene su fundamento teórico en las técnicas de espectro ensanchado (*spread spectrum*) donde la señal ocupa una anchura de banda muy superior a la que sería estrictamente necesaria para su transmisión. Para ensanchar la señal se utiliza una secuencia de código que es independiente de la señal de información.

Existen dos modalidades fundamentales para la generación de un código de expansión:

- Modulación por secuencia directa (*Direct Sequence, DS*) que se realiza en banda base.
- Modulación por saltos de frecuencia (*Frequency Hopping, FH*) que se realiza en radiofrecuencia.

Estas técnicas presentan frente a las TDMA/FDMA mayor capacidad, mejor calidad de voz al eliminar los efectos audibles de los desvanecimientos, disminución del número de llamadas interrumpidas en trasposos y la posibilidad de compartir la banda con otros sistemas.

En la técnica *CDMA-DS* las señales de espectro ensanchado se generan mediante modulación lineal con secuencias ortogonales o cuasi-ortogonales de banda ancha que son asignadas a los usuarios. Estas secuencias pueden diferir en enlace ascendente y descendente.

El proceso consiste en multiplicar la señal de información  $x(t)$  por la secuencia de expansión, llamada *signatura* o *código de expansión*, del usuario  $c(t)$ , transmitir el producto y en recepción multiplicarlo de nuevo por  $c(t)$ , y realizar el procesado (correlación), recuperando la señal original.

Al proceso de multiplicación en transmisión se le denomina ensanchado (*spreading*) ya que origina la expansión de la señal de banda estrecha a toda la banda de frecuencias y al proceso de multiplicación en recepción se le denomina desensanchado (*de-spread*) ya que con él se recupera la señal original. Figura 1.9

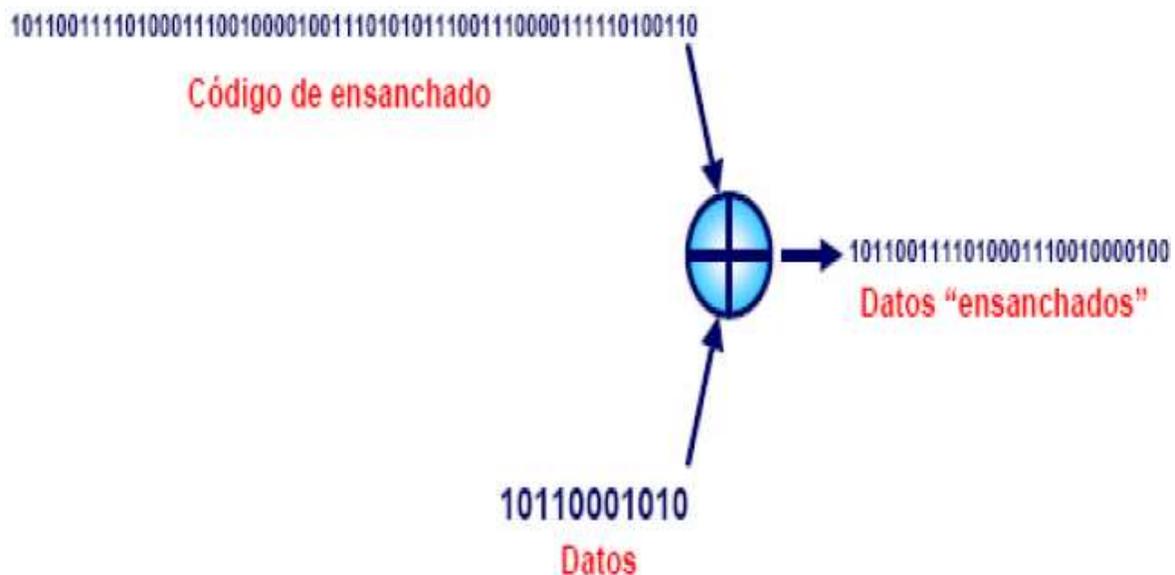


Fig.1.9 Código de ensanchado.

En el transmisor cada bit de la señal se multiplica por el código de dirección que tiene  $N$  chips, quedando codificado, para lo cual la velocidad de chip (asociada al ancho de banda del sistema) debe ser mayor que la velocidad binaria de la señal (asociada al ancho de banda de la misma).

Por lo tanto, si la velocidad de chip es  $R_c$  y la velocidad binaria  $R_b$ ,  $R_c = NR_b$ .

De la relación existente entre la velocidad de chip ( $R_c$ ) y la velocidad binaria ( $R_b$ ) se obtiene la ganancia de proceso de la siguiente forma:

$$G = \frac{B_c}{B_b} \quad \text{Ec.1.1}$$

Si se tiene en cuenta que:

$$R_c = \frac{1}{T_c H B_c} \quad \text{Ec. 1.2}$$

Siendo  $T_c$  el periodo de la señal ensanchada y  $B_c$  su ancho de banda, y que:

$$R_c = \frac{1}{T_b H B_b} \quad \text{Ec. 1.3}$$

Siendo  $T_b$  el periodo de la señal original y  $B_b$  su ancho de banda se puede expresar la ganancia de proceso como la relación entre los anchos de banda:

$$G = \frac{B_c}{B_b} \quad \text{Ec. 1.4}$$

Finalmente si se expresa la ganancia de proceso en función del periodo de las señales se tendrá:

$$G = \frac{T_b}{T_c} \quad \text{Ec. 1.5}$$

Por otro lado, suponiendo que la potencia transmitida por la señal ensanchada es la misma que la transmitida por la original, la densidad espectral de potencia de la señal ensanchada es:

$$P_s = \frac{B_c}{B_b} = P_s(G) = \frac{P}{G} \quad \text{Ec. 1.6}$$

Siendo  $P$  la densidad espectral de potencia de la señal original y  $P_s$  la densidad espectral de potencia de la señal ensanchada.

La ganancia de proceso tiene habitualmente un valor entre 10 y 30 dB. Cuanto mayor sea la ganancia de proceso, mejor reducirá el sistema los problemas del multitrayecto, así como los de interferencia.

Esto se muestra en la figura 1.10

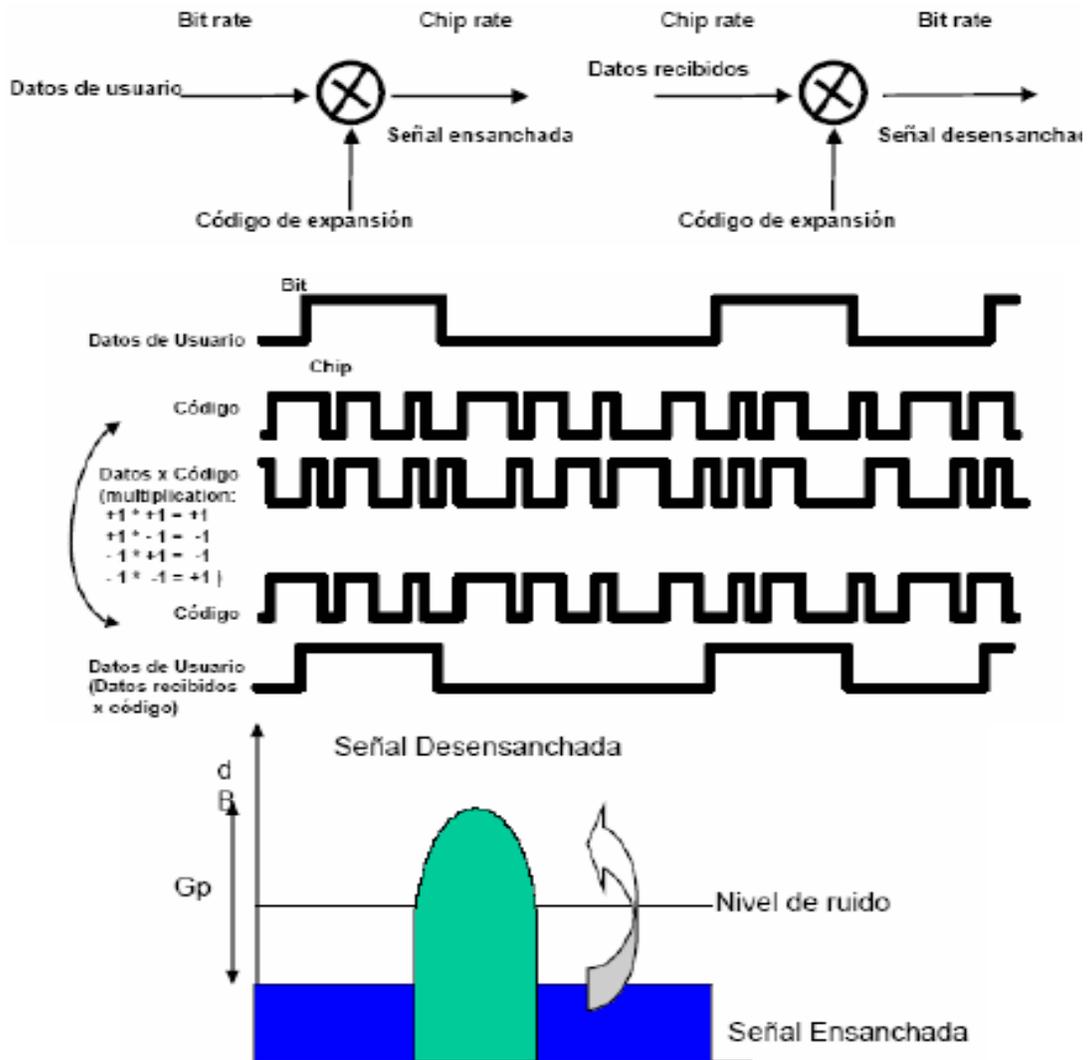


Figura 1.10 Ganancia de proceso tiene habitualmente un valor entre 10 y 30 dB

UMTS utiliza la técnica WCDMA donde el chip rate de la señal ensanchada es fijo e igual a 3.84 Mcps lo que conduce a un ancho de banda de 5 MHz.

A cada usuario se le asigna tramas de duración 10 ms durante las cuales su tasa de bits es constante aunque puede variarse de una trama a otra (variando el SF).

En la siguiente figura se muestra esta característica y que los servicios con altas tasas de bits de usuario requieren una mayor potencia que los de baja velocidad. Figura 1.1

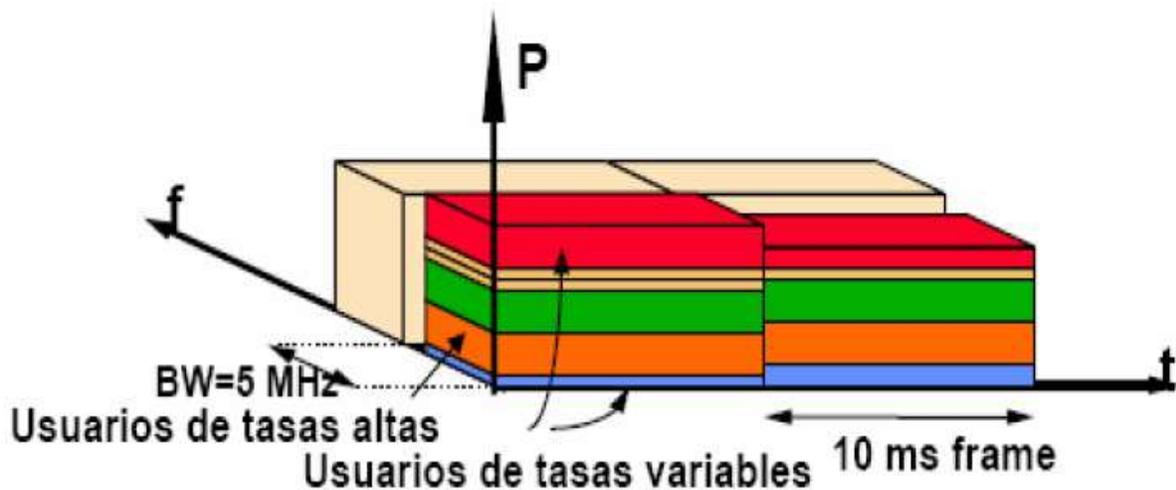


Figura 1.11 altas tasas de bits de usuario requieren una mayor potencia que los de baja velocidad.

Puede encontrarse una relación entre la ganancia de procesamiento y la capacidad de una celda:

$$C_{\max} = \frac{G_p}{E_b/N_0} \quad \text{Ec. 1.7}$$

De donde se deduce que cuando aumenta el número de usuarios lo hace también el ruido siendo por tanto menor la ganancia de procesamiento para un  $(E_b/N_0)$  requerido dando lugar a una disminución de la capacidad.

En WCDMA los códigos de spreading se componen de dos códigos:

- Scrambling: Se utilizan para separar usuarios en el UL y celdas en DL. Estos códigos pueden ser largos (38400 chips) o cortos (256 chips) en el UL y son largos en el DL. Los códigos largos son códigos de Gold mientras los cortos pertenecen a la familia de códigos extendidos S (2).
- Canalización: Se utilizan para separar los canales físicos de datos y de control de un mismo UE y en el DL para separar las conexiones de diferentes usuarios dentro de una celda. Son códigos cortos de 256 chips (en DL es posible 512 chips) y pertenecen a la familia OVSF. Figura 1.12

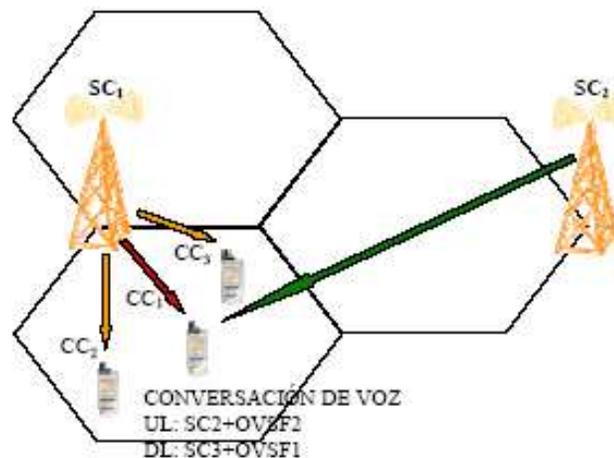


Figura 1.12 Estructura de códigos.

WCDMA soporta dos modos básicos de operación:

- FDD Frequency Division Duplex: Donde el uplink y el downlink utilizan frecuencias diferentes separadas 190 MHz.
- TDD Time Division Duplex: Donde el uplink y el downlink utilizan la misma frecuencia pero se encuentran separados en el tiempo.

La asignación hecha para los dos modos se muestra en la figura 1.13

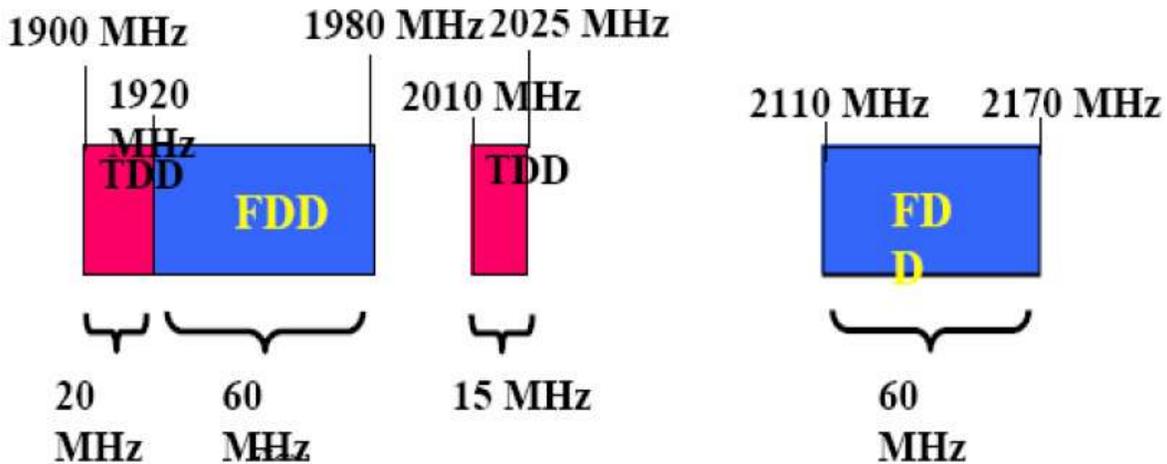


Figura 1.13 Asignación de frecuencias en UMTS

#### 1.4.2 Arquitectura de la capa física

La capa física L1 se divide en dos subcapas: la de transporte y la física.

La primera se encarga de todo el procesamiento (macro-diversidad, ejecución del Soft handover, detección de errores en los canales de transporte e indicación a las capas superiores, codificación/decodificación e interleaving/desinterleaving de canales de transporte, multiplexado/demultiplexado de canales compuestos de transporte y mapeado de canales de transporte en canales físicos) para proporcionar diferentes servicios con diferentes calidades de servicio QoS.

La segunda se encarga del mapeado de los bits procedentes de la subcapa de transporte a señales eléctricas que puedan ser transmitidas sobre el interfaz aire (multiplexación de datos y control, modulación NRZ, conversión serie-paralelo, sincronización en frecuencia y tiempo, medidas e indicación a las capas superiores FER, SIR, interferencia, etc., control de potencia).

Estas dos subcapas son manejadas por la entidad de control L1M. Está formada por varias unidades localizadas en el móvil y en el Nodo B.

La capa L1 ofrece servicios de transporte de datos a las capas superiores mediante los canales de transporte. Estos servicios se ofrecen a través de enlaces de radio formados por uno o varios canales de transporte y un canal físico que se establecen mediante enlaces de señalización. Estos enlaces radio son manejados por la entidad de control de la capa físico L1M. Las funciones de la capa física son realizadas por el móvil y por el Nodo B (excepto la macro-diversidad que es realizada por el RNC). Figura 1.14

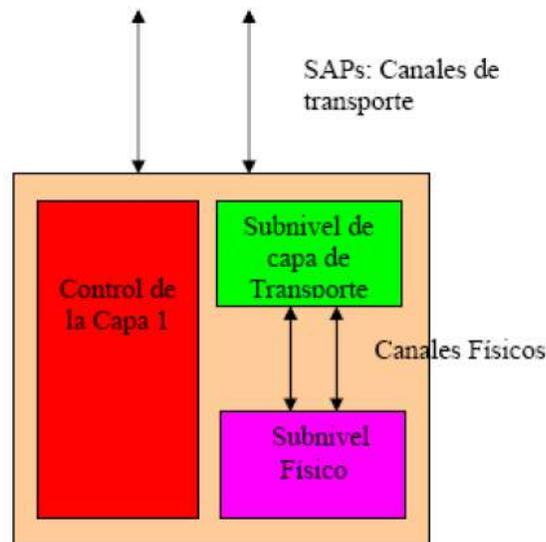


Figura 1.14 Arquitectura de la Capa Física.

### 1.4.3 Funciones de la capa física

Las funciones son las siguientes:

1. Procesado de los Canales Físicos. Cada canal tiene un procesado diferente. Este consiste en los siguientes pasos que se realizan a nivel de time slot:
  - Multiplexado en tiempo de los datos y bits de control. Los bits de datos provienen de la subcapa de transporte mientras que los bits de control es señalización de la capa física (forward y feedback control bits). Este paso se realiza en el downlink ya que en el uplink se envían en paralelo.

- Modulación NRZ. Consiste en asociar una señal en banda base a la información en bits que proviene del paso anterior. Asocia a los bits “+1” y a los bits DTX en downlink un valor “0” y a los “-1” un valor “1”.
- Conversión Serie-paralelo. Se utiliza en el downlink en todos los canales (excepto en el SCH) para asociar cada par de símbolos consecutivos en las ramas I y Q.
- Ensanchamiento de la señal (Spreading). Consiste en los procesos de canalización y scrambling:
  - Canalización. Consiste en aplicar un código específico transformando cada símbolo en un número de chips incrementando el ancho de banda de la señal.
  - Permite utilizar la misma frecuencia y time slot para diferentes canales físicos. El número de chips por símbolo recibe el nombre de factor de spreading SF.
  - Scrambling. Se utiliza para diferenciar los transmisores y evitar multitrayecto. Consiste en transformar la secuencia original en una encriptado con la misma tasa de chips.
- Ferrús (2000) no dice que el Multiplexado de canales físicos. Es la suma de las contribuciones de cada uno de los canales. En el uplink sólo se utiliza para los canales *Downlink Shared Packet Channel* Arquitectura de red basada en transmisión en modo paquete. (DSPCH) para el enlace descendente, *Common Packet Channel* (CPCH) para el enlace ascendente y sus respectivos canales de control en el sentido inverso. Ambos canales en modo paquete están pensados para la transmisión de tráfico multimedia y servicios de mensajes. Las velocidades de Transmisión especificadas van desde 8 kbits/s hasta 2 Mbits/s.

En las figuras 1.14 y 1.15 se observan los pasos para el uplink y downlink:

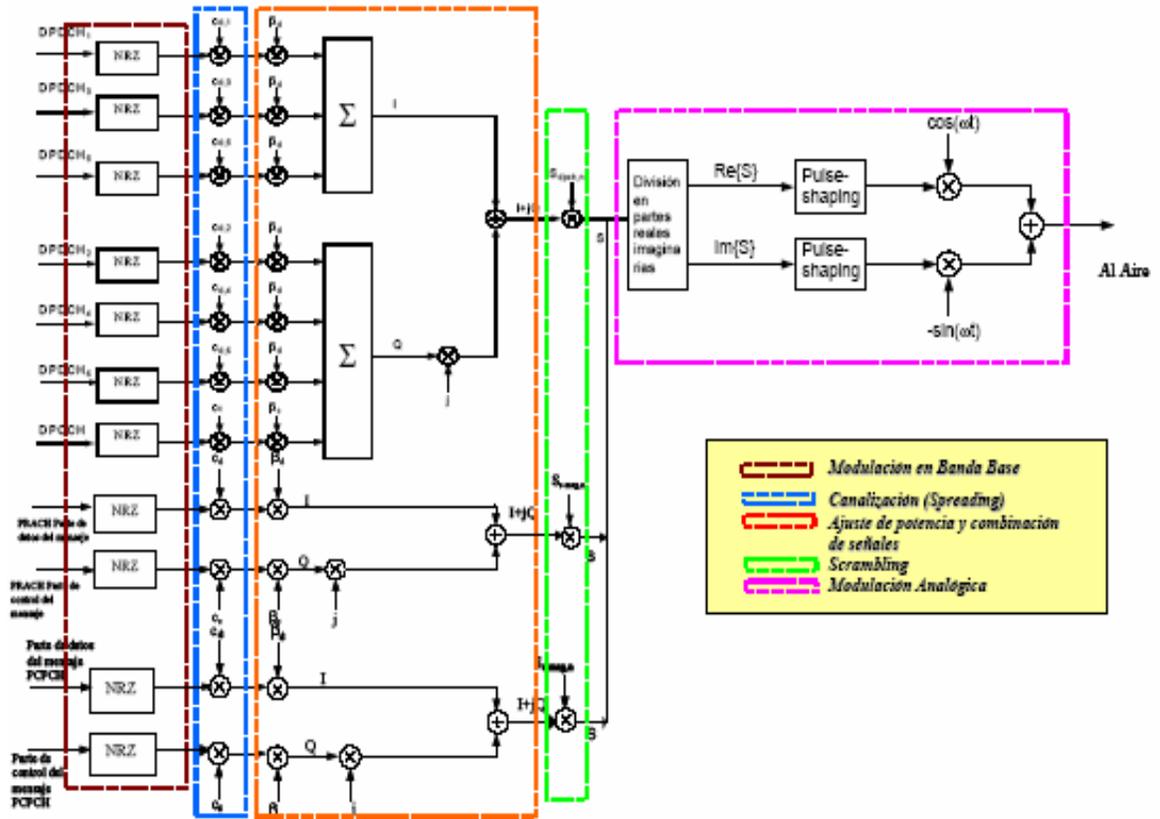


Fig. 1.14 Procesado de los canales físicos en el Uplink.

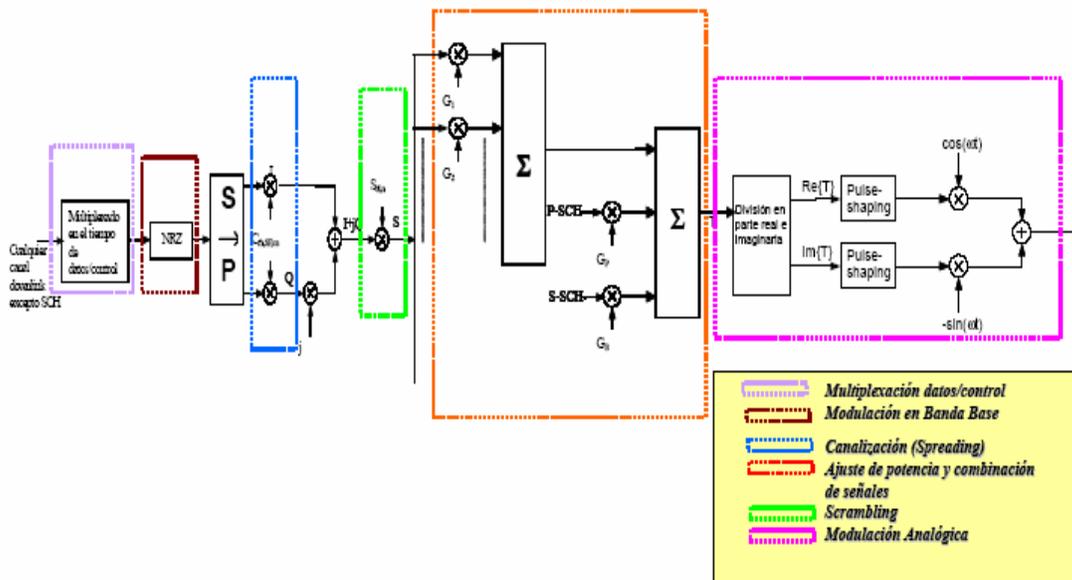


Fig. 1.15 Procesado de los canales físicos en el Downlink

2. Medidas. Se encarga de realizar medidas y dar una indicación de las mismas a las capas superiores. Entre estas medidas cabe resaltar la tasa de error de bloques BLER del canal de transporte, la potencia recibida en un código CPICH RSCP (received signal code power) y la SIR (signal interference ratio).
3. Control de potencia en Bucle Cerrado. En la figura se observa que los usuarios que están situados a diferentes distancias de la estación base, teniendo por lo tanto unas pérdidas de propagación distintas. Si todos emiten con la misma potencia, las señales de los emisores más cercanos llegarían a la estación base con más potencia que las de los lejanos, quedando estas últimas enmascaradas, es decir, empeoraría su recepción aunque no serían eliminadas. Este efecto se le conoce con el nombre de Efecto Cerca-Lejos. Figura 1.16



Figura 1.16 Efecto Cerca- lejos.

Para resolver este problema es preciso utilizar técnicas de control de potencia, de forma que todas las señales lleguen a la estación base con el mismo nivel de potencia. Esto se consigue haciendo que cada usuario emita con una potencia distinta en función de su distancia, condiciones de propagación y carga del sistema.

Al utilizar control de potencia, se reduce la interferencia y por lo tanto se maximiza la capacidad total del sistema y además se reduce el consumo de los terminales móviles que se encuentren más cerca de la estación base. El control de potencia debe tener tres características: exactitud (del orden de 1 dB), rapidez

para compensar los desvanecimientos, y un gran rango dinámico para controlar móviles cercanos y alejados.

Hay dos tipos de algoritmos de control de potencia en UMTS:

- **Bucle Abierto (Open Loop Power Control):** Se produce cuando un usuario decide acceder al sistema. Inicialmente, este nuevo usuario no estará controlado en potencia, con lo cual accederá al sistema con un nivel de potencia inicial que será una variable aleatoria. Si esta potencia inicial no es suficiente para ser atendido, la incrementará a intervalos constantes en dB, hasta que reciba confirmación de la estación base de que su señal ha sido recibida. Si desde un primer momento la potencia hubiera sido excesiva, habría entrado directamente a ejecutar los algoritmos de control de potencia.
  - **Bucle Cerrado (Closed Loop):** Se realiza en los dos enlaces. En el uplink el RNC establece la BER para el servicio solicitado y a partir de ella calcula la SIR objetivo enviándosela al Nodo B. El Nodo B estima la SIR en el UL y la compara con la recibida determinando si la potencia del móvil debe ser incrementada o decrementada (esto lo hace con los bits de TPS). Esta operación se realiza 1500 veces por segundo y recibe el nombre de Inner Loop. Por otro lado cada 10 ms el RNC calcula la SIR y ajusta la SIR objetivo. A este proceso se le conoce con el nombre de Outer Loop y es controlado por la capa RRC.

En el downlink los usuarios reciben distinta interferencia de las demás células en función de su posición, y por lo tanto hay que variar las potencias para tener una relación señal interferencia (S/I o SIR) fija (esta situación se da por ejemplo en el borde celular). En este caso el UE manda los bits TPC al Nodo B en función de la SIR estimada y de la que tiene como objetivo. En la figura se muestra el procedimiento. Figura 1.17

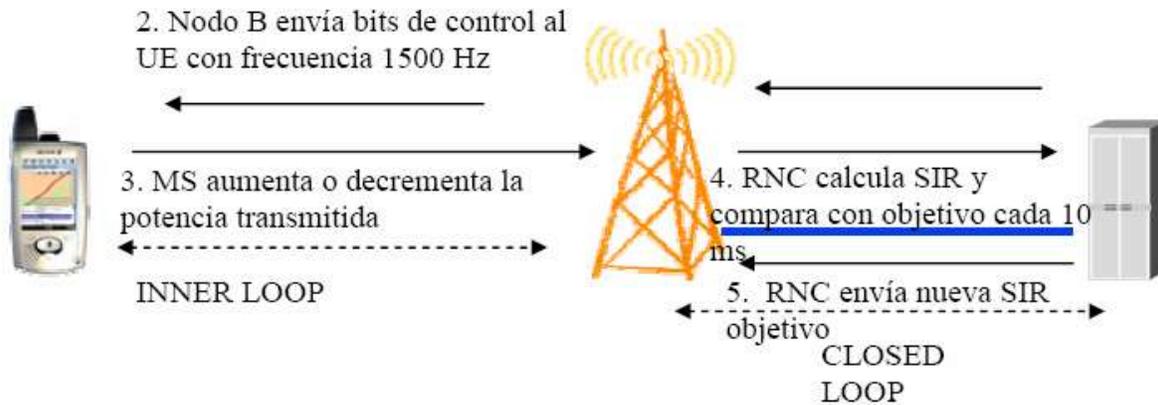


Fig. 1.17 Control de Potencia en Bucle Cerrado.

4. Sincronización de trama y frecuencia. La sincronización se logra “enganchándose” a los bits de sincronismo que emite el sistema a través del canal SCH. Además el sistema puede permanecer sincronizado gracias a la realimentación que se realiza para no perder el sincronismo. En el enlace descendente se puede enviar una señal para que los receptores móviles estén sincronizados en recepción.

## CAPÍTULO 2

### ELEMENTOS DE UNA RADIOBASE, ACOMETIDA ELÉCTRICA Y SISTEMA DE TIERRAS

Este capítulo tiene como objetivo describir los elementos de una radiobase y proveer una guía para la instalación de los sistemas de puesta de tierra para equipos de fuerza de C.A.

Todos los procedimientos y recomendaciones dictadas se basan en consideraciones generales de seguridad para la radiobase desde la perspectiva del carrier y la NOM-001-SEDE-2005.

- La radio base es una unidad principal para ser utilizada de manera remota para uso en exteriores o interiores, puede usar conexiones de más de seis Unidades de Radio Remotas (RRU), diseñadas para ser ubicadas cerca de la antena. Un cable de fibra óptica, llamado Optical Interfaz Link (OIL) es usado para conectar los RRUs con la radio base. Se puede configurar la RBS para tener arriba de seis sectores y una portadora para cada sector, o bien, un máximo de tres sectores con dos portadoras por sector.
- Un adecuado diseño y una correcta instalación de un sistema de puesta a tierra, para los sistemas de distribución de fuerza de C.A; Es crítica para garantizar la seguridad del personal y el correcto funcionamiento de los equipos. La intención original de la Puesta a Tierra de los equipos de telecomunicaciones, fue para proveer protección al personal que trabaja en el sistema telefónico. La protección para el personal en conmutadores analógicos, generalmente dependía de los bastidores y de las trayectorias de Puesta a Tierra a través del sistema de fuerza de C.A. o de las trayectorias de los retornos de batería del Sistema de Fuerza de C.D., muy a menudo, estos sistemas de Puesta a Tierra, no se instalaban correctamente. Frecuentemente los contratistas eléctricos locales eran los responsables de asegurar la continuidad del Sistema de Tierra en las instalaciones de fuerza de C.A. y típicamente más de un contratista se veía envuelto en obras de instalación en cada radio base a través del tiempo.

Esta mezcla de contratistas con diferentes niveles de capacidad traían como consecuencia inconsistencia e instalaciones incorrectas en los sistemas de protección de tierra.

## 2.1 Características principales

La Radio Base o Estación Base (RBS por sus siglas en inglés o EB), esta siempre en conexión con la MTSO (Mobile Telephone Switching Office) o MSC (Mobile Switching Central) por medio de enlaces punto a punto. Esta es considerada como una estación de relevo para señales con información de datos y voz. La RBS supervisa la calidad de la transmisión durante una llamada en progreso por medio de frecuencias de supervisión y la medición de la intensidad de la potencia de las llamadas recibidas.

La RBS comprende principalmente de los siguientes equipos:

1. **Central Interfaz de Radio:** Funciona como un medio para las señales que se reciben y transmiten entre la MSC y RBS. Recibe datos desde las unidades de canal, y los envía al MCS mediante enlaces dedicados. Así mismo, recibe datos del MSC y transmite a la unidad de canal destino. El enlace RBS-MSC es digital, con una tasa de transmisión de 64 Kbps.
2. **Alimentación:** Es de +24VDC, que se obtiene por conversión AC/DC. Se cuenta con baterías de respaldo en para casos de fallas en el suministro eléctrico.
3. **Radiobase:** Contiene el equipo necesario para manejar la radio comunicación con los móviles. Comprende de los siguientes equipos.
  - **Unidades de Canal:** Incluye Unidades de canal de control y canal de voz. Contiene: Receptor, Trasmisor, Unidad de Control (CU) y Amplificador de Potencia (PA), este último conectado a la salida del Receptor.
  - **La potencia de salida:** determina el tamaño del área de cobertura. Se realiza un ajuste de potencia en forma manual si es necesario. Se

pueden conectar hasta 96 unidades de control de diferentes repisas juntas a un RCG. En donde una EB se forma de una o varios RCG.

Las Unidades de Canal pueden ser asignadas por la MSC para operar como canal de voz, de control o receptor de intensidad de señal.

- **Receptor Multiacoplador MCA y MCB:** Se pueden conectar múltiples canales receptores (48 en algunos equipos) y dos canales receptores de intensidad de señal. La ganancia de amplificador es suficiente para el sistema de alimentación dividida.
- **Multiacoplador-Receptor:** Usa dos etapas de divisores de potencia. Cada paso tiene pérdida de 6dB, la cual es balanceada con la ganancia del amplificador multiacoplador. Los divisores de potencia son completamente pasivos y cada uno de ellos proporcionan un aislamiento mayor de 30 dB entre puertos de salida.
- **Receptor de Intensidad de Señal:** Se compone de un receptor y de una unidad de control. El receptor mide la intensidad de las señales recibidas (de los móviles) en cualquier canal localizado en celdas vecinas. Los números de canal relevantes son especificados por la MSC, los canales son supervisados uno por uno y las muestras de las mediciones se almacenan en la unidad de control para procesos de Traspaso de Llamada (Hand off).
- **Unidad de Oscilador de Referencia (ROU):** Posee alta estabilidad y proporciona una señal de 31,250 Hz con una estabilidad de frecuencia de 0.25ppm. Esta señal es distribuida a los generadores de frecuencia en los Transmisores (FGTx) y en los Receptores (FGRx) en todas las Unidades de Control. Existen dos versiones de ROU: a) Digital y b) Analógico. Para la versión digital se Utiliza como referencia una señal externa de reloj PCM, la cual se origina en la MSC. Tiene un oscilador de cuarzo compensado por temperatura (TxCO) con estabilidad de frecuencia de 1.5ppm. Para la conexión

analógica se tiene un oscilador interno de cristal de precisión de 0.25ppm.

- **Transmisor-Combinador:** Se pueden conectar varios transmisores a una antena común (16 en el caso del carrier preponderante) y se ahorra espacio en mástil de antenas. La función del Transmisor-Combinador se logra usando los siguientes elementos:

- Circulador con baja pérdida en la dirección hacia adelante y alta pérdida en dirección hacia atrás
- Cavity de resonancia de alta eficiencia para filtraje, apartado de otras frecuencias,
- Red en estrella en la línea de Transmisión. El filtro combinador brinda el efecto de tener un solo transmisor conectado a la antena a cualquier frecuencia de operación dada. El circuito combinador tiene una configuración que se describe como sigue: Cada transmisor está conectado a una unión común después de que la potencia de radiofrecuencia ha sido pasado a través de los tres circuladores y un filtro de alta calidad Q.

Los circuladores suprimen las transmisiones de potencia desde los canales cercanos (normalmente múltiples de 21) en el amplificador de potencia del transmisor. Minimizan los productos de intermodulación entre la interferencia o señales falsas hacia un móvil. Dichos productos se generan por el amplificador de potencia de otros canales. La Unión en estrella es un tipo de conexión en paralelo para varias cavidades. La longitud de la conexión de la línea de transmisión es ajustada a un múltiplo impar de un cuarto de longitud de onda, tal que el corto circuito de resonancia de la cavidad se transforma en un circuito abierto en la unión común.

- **Probador de canal (CT):** Realiza pruebas controladas por el operador al equipo de la MSC y los resultados se envían al centro de operación, vía enlace dedicado a los datos.
- **Unidad de Monitoreo de Potencia (PMU):** Se conecta a la salida del combinador y se encarga de supervisar la potencia reflejada de salida; y activa una alarma cuando por ejemplo la potencia reflejada es muy alta.
- **Unidad de Control:** Se basa en un microprocesador y es la parte inteligente de la Unidad de Canal. Sus funciones son:
  - Interconexión de mensajes de datos entre la MSC y los móviles, Monitorea fallas en.
  - Transmisión y Recepción.
  - Activa los canales.
  - Control de la Transmisión (frecuente en canales de voz).
  - Control de tiempos de espera, \*Detección de Tono de Señalización (ST), \*Medición de ruido para calcular SNR.
  - Medición de la Intensidad de la Señal.
- **Unidad de Canal de Respaldo:** Los canales de respaldo reciben el número de canal de control para operar como tal. La MSC ordena al canal de respaldo que no opere como canal de voz y también se puede tomar un canal de voz para recepción de intensidad de señales.

## 2.2 Montaje de la radiobase

Las características más importantes de la radiobase son las siguientes:

### 1. Tipos de montaje.

La RBS puede ser montada en:

- El piso
- La pared

- Un porte o mástil

## **2. Fuente de alimentación.**

La RBS puede ser adaptada a las siguientes fuentes de poder:

- 48 V DC
- 100-250 VAC 45-65 Hz

## **3. Configuración.**

La RBS soporta las siguientes configuraciones:

- 6x1: Podemos conectar seis RRU (tipos que son soportados para esta configuración, RRU11, RRU22 y RRUW 01) en la misma portadora.
- 3x2: Podemos conectar tres RRU22 o RRUW01 dos por portadora.

## **4. Tipos de transmisión.**

La radio base está equipada con una tarjeta de interfaz para la red de transporte, soportando:

- E1/J1/T1
- E3/T3
- STM-1 no canalizados
- STM-1 canalizados
- Ethernet

## **5. Bandas de frecuencia.**

La radio base puede operar en la siguientes bandas de frecuencias.

- 850 Mhz
- 900 Mhz
- 1700/1800 Mhz

- 1700/2100 Mhz
- 1900 Mhz
- 2100 Mhz

## 6. Otros

- Tiene un sistema de detección para ocho alarmas externas
- Capacidad de banda variable, hasta 512 (CE) Channel Elements para uplink y 768 CE para dowlink
- Diversidad de RX (receptores)
- Provista de GPS (Global Positioning System) para la sincronización del tiempo
- Sitio Ethernet con LAN

La siguiente figura muestra una conexión en estrella para los RRU's.

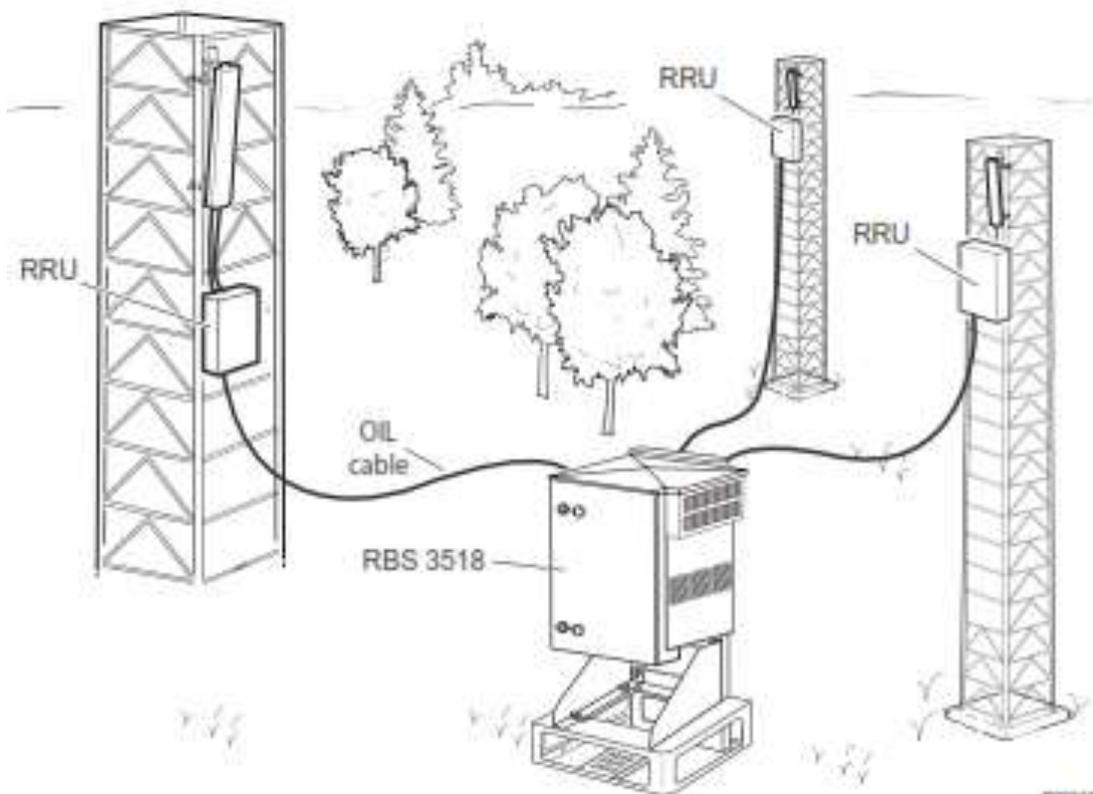


Figura 2.1. Conexión en estrella de Unidades de Radio Remotas (RRU).

### 2.2.1 Dimensiones

Las dimensiones del gabinete de la RBS se muestran en la tabla 2.1

Overall Dimension	Main Unit
Height	477 mm
Width	342 mm (out of which the external fan is 51 mm)
Depth	312 mm

Tabla 2.1. Dimensiones del gabinete de la RBS.

La siguiente figura muestra la distribución:

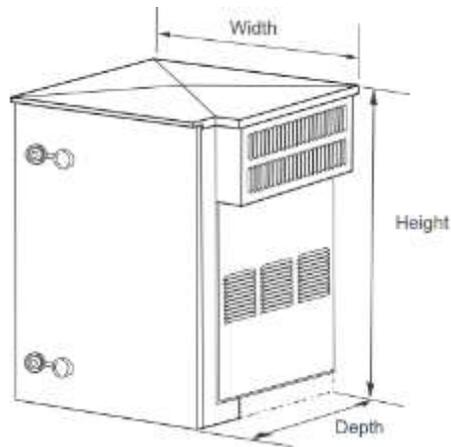


Figura 2.2. Distribución del gabinete.

Cuando ya está instalada en un poste, las dimensiones totales deberían implicar las dimensiones junto con los soportes de montaje en poste, como se muestra en la figura 2.3. Consultar la tabla 2.1 para conocer la anchura y la altura de la RBS.

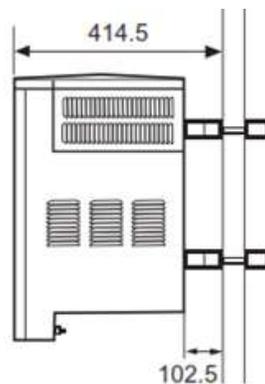


Figura 2.3. Soportes de montaje en poste.

Cuando la RBS es instalada en una pared, los valores de la dimensión global deben implicar las dimensiones junto con los soportes de montaje en pared, como se muestra en figura 2.4. Consultar la tabla 2.1 para conocer la anchura y la altura de la RBS.

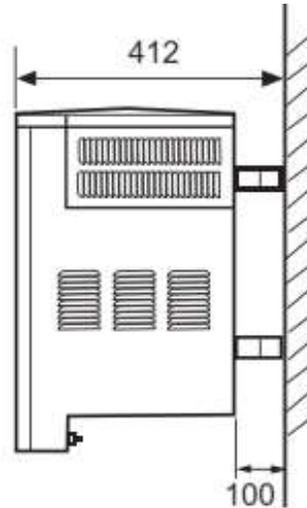


Figura 2.4. Dimensiones totales junto con los soportes de montaje en pared.

Cuando el RBS se instala en el suelo, los valores de las dimensiones generales deberían implicar las dimensiones del soporte también. Ver figura 2.5 y tabla 2.2 para obtener más detalles.

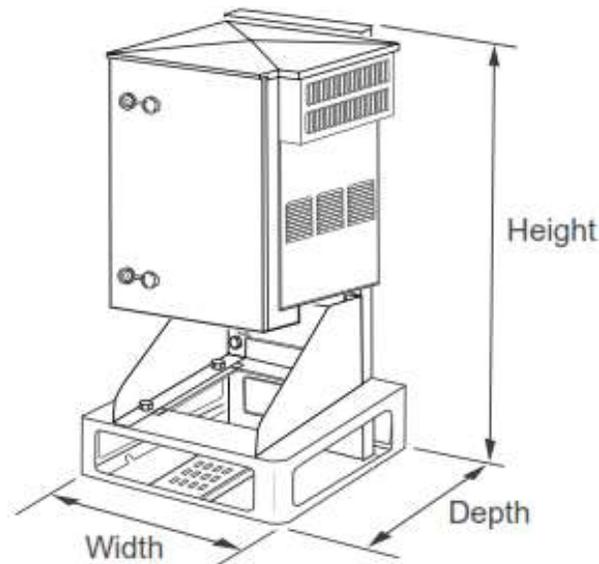


Figura 2.5. Dimensiones generales de la RBS.

Tabla 2.2. Dimensiones generales de la radio

Overall Dimension	Main Unit with the Stand
Height	817 mm
Width	430 mm
Depth	452.5 mm

El peso del equipo se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Peso del equipo

Unit	Weight
Fully equipped	33 kg

### 2.2.2 Requerimientos de espacio

En esta sección se describen los requerimientos necesarios para los diferentes tipos de instalación para la RBS.

- En el piso
- En la pared
- En un poste o mástil

El espacio entre la RBS y los RRU está limitada por la máxima longitud de fibra óptica que conecta las unidades, la cual es de 15 Km, considerando que la pérdida de inserción adicional causada por la conexión es inferior a 2 dB.

- **Instalación en piso de la RBS.** A continuación se describen los requisitos para la instalación, como son medidas de los barrenos, diseño del sitio y los requisitos del suelo para la instalación.
- **Requisitos de instalación.** El acceso a la RBS es necesario para fines de mantenimiento. El piso o suelo debe estar lo más nivelado posible, con una pendiente como máximo de 20 mm / m.

Las distancias mínimas espaciales para el montaje se muestran en la figura 2.6.

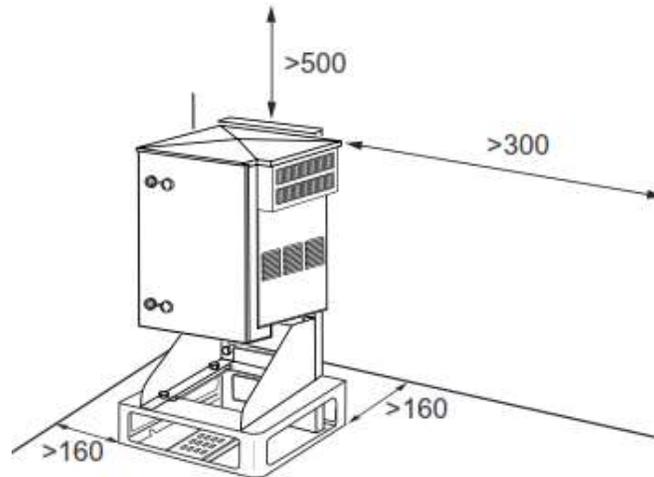


Figura 2.6. Instalación del piso.

### 2.2.3 Diseño del sitio

Haciendo uso del soporte, la RBS se puede colocar contra una pared, parte trasera con parte trasera o de forma aislada, sin tener contacto con otros gabinetes.

El ventilador externo está situado en la parte superior derecha de la caja, mientras que la entrada de aire se encuentra en la parte inferior derecho de la carcasa.

La distancia entre el obstáculo y el lado del ventilador interno es de por lo menos 160 mm, debe haber 300 mm como mínimo entre el obstáculo y el lado del ventilador exterior, por lo menos 450 mm entre los lados del ventilador a ventilador.

La puerta sobresale 290 mm, por delante de la RBS cuando está abierta. Un espacio mínimo de 1,000 mm se requiere en el frente de la RBS para evitar la obstrucción de la puerta y para proporcionar un espacio adecuado de trabajo. Un ejemplo de diseño se muestra en la figura 2.7.

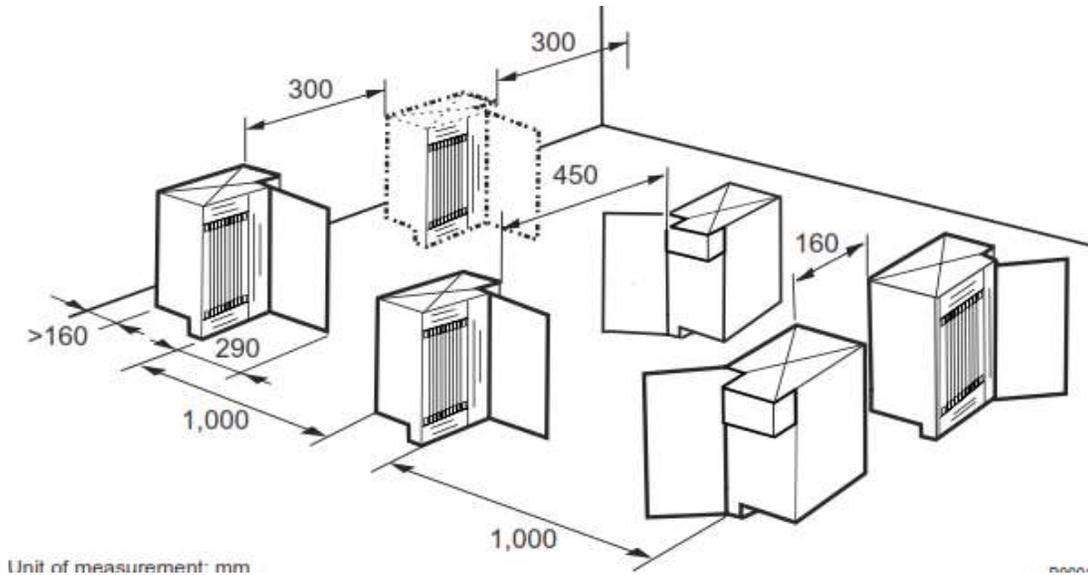


Figura 2.7. Diseño del sitio.

- **Instalación en la pared de una RBS.** Esta sección describe los requisitos de instalación, las mediciones del barreno, y el diseño de un sitio montado en una pared.
- **Requisitos de instalación.** Para el acceso a la RBS es necesario para fines de mantenimiento, La pared debe ser lo más vertical posible, con una inclinación no superior a 20 mm/m. Figura 2.8

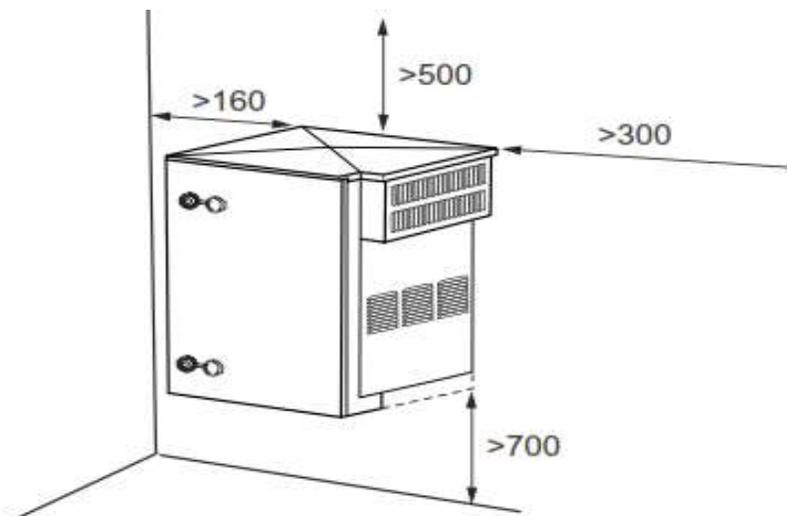


Figura 2.8 Instalación en la pared

Las RBS pueden ser puestas una a lado de otra o uno encima de otro con un espacio mínimo en la parte central de 1,000 mm, se recomienda tener el frente de la carcasa para evitar la obstrucción de la puerta y también para proporcionar suficiente espacio de trabajo para el mantenimiento. La puerta sobresale 290 mm por delante de la RBS cuando está abierta. Se recomienda un espacio mínimo de 500 mm por encima de cada RBS.

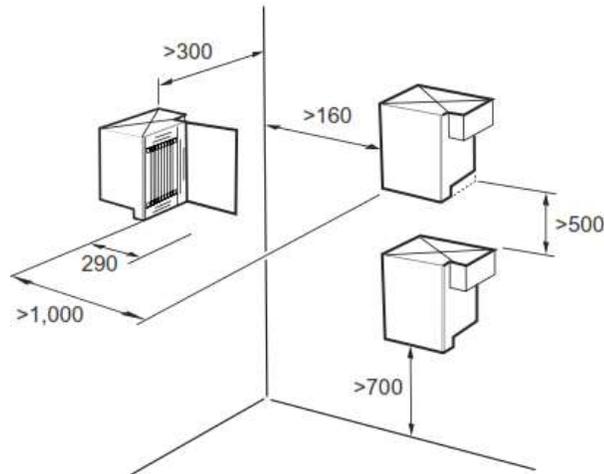


Figura 2.9. Ejemplo de diseño.

- **Instalación en un poste.** El acceso a la RBS es necesario para fines de mantenimiento. Las recomendaciones de las distancias mínimas del montaje en el espacio de la RBS se muestra en la figura 2.10. El diámetro del poste es de 70-120 mm.

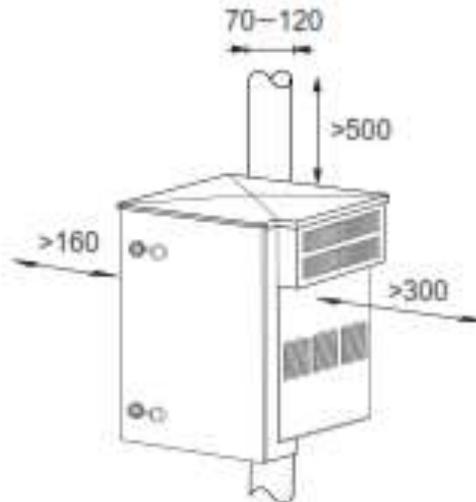


Figura 2.10 Diámetro del poste

La radio base tiene que ser instalada verticalmente al lado del otro o uno sobre el otro con un espacio mínimo al centro. Se recomienda un espacio mínimo de 1.000 mm, en la parte frontal de la caja para evitar la obstrucción de la puerta y para proporcionar espacio de trabajo suficiente. La puerta sobresale 290 mm por delante de la RBS cuando está abierta. Para garantizar el adecuado flujo de aire, debe haber un mínimo de 500 mm de espacio libre por encima del armario, se recomienda 500 mm entre los armarios si están instalados lado a lado y 400 mm debajo del armario para una instalación al aire libre.

Un diseño de sitio se mostrara en la siguiente figura.

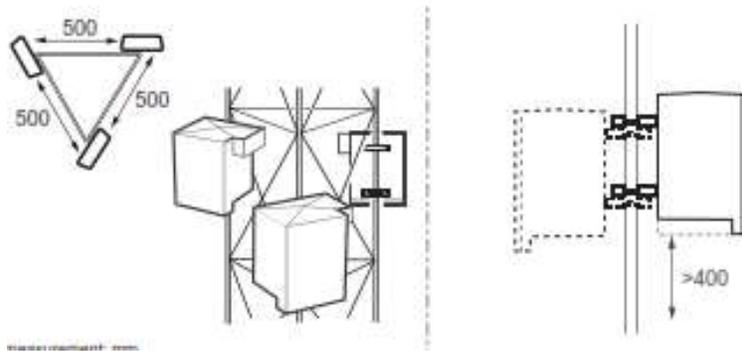


Figura 2.11. Diseño del montaje en el poste.

### 2.3 Acometida eléctrica

El conductor neutro de la acometida, se debe siempre conectar a tierra en la entrada del servicio directamente al sistema de tierras o a un varilla cooper weld la cual deberá unirse a la malla principal de tierra, y no debe conectarse a tierra en ningún otro punto de la instalación, esto impide que la corriente alterna circule a través de estructuras tuberías, etc. y cause ruido a los equipos electrónicos.

La acometida eléctrica desde el gabinete para equipos de medición al contenedor o salas deberán ir como mínimo con tubo conduit P/G galvanizada de 2" de diámetro y dentro 5 cables del No. 2 tipo THW a 75°C Marca Condumex, uno por fase, un neutro y el conductor de tierra física aislada. La tubería con soportes a base de ángulo de 1 1/2" x 3/16" a cada 2.5mts. De distancia.

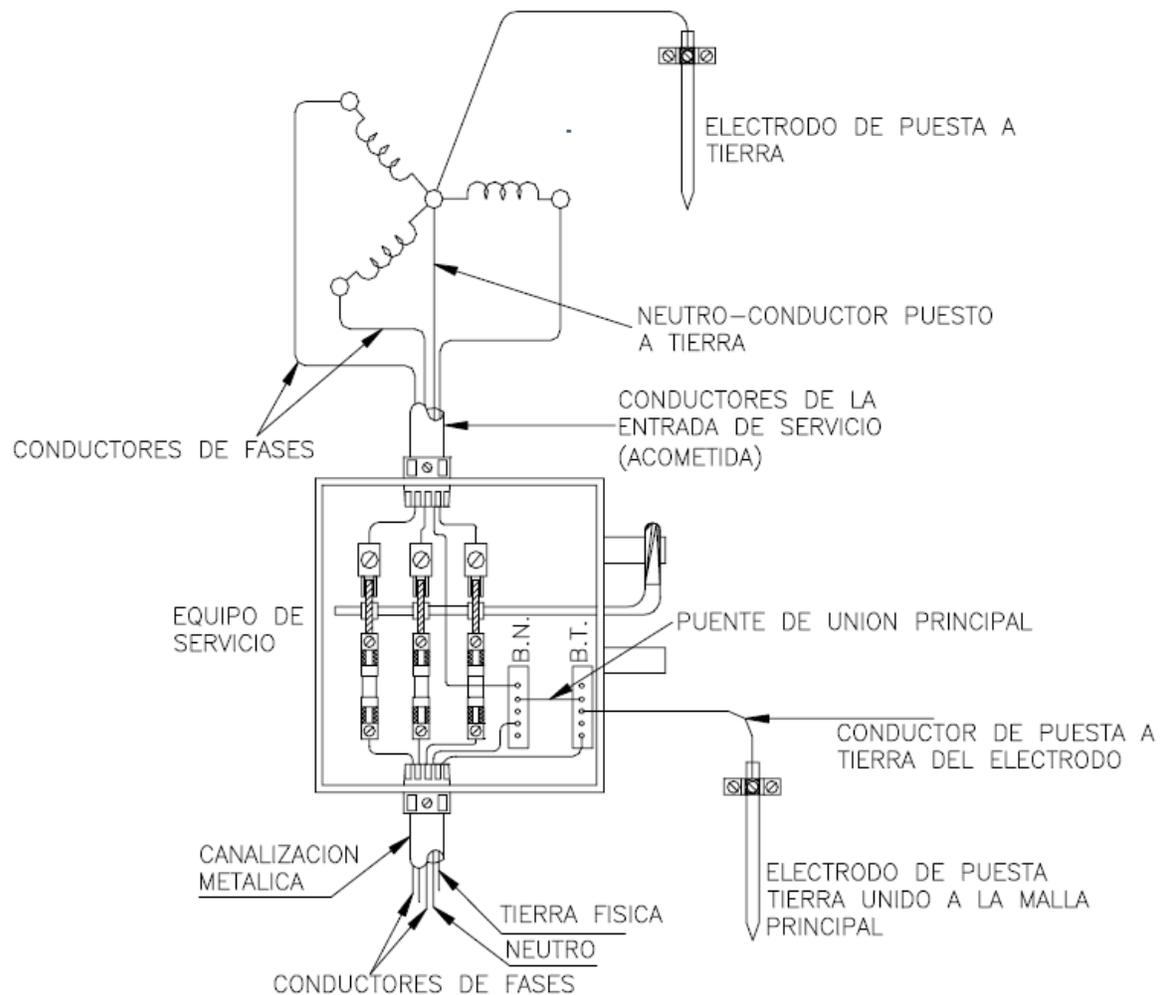


Figura 2.12 Puente de unión principal.

Ninguno de los conductores de puesta a tierra está diseñado para conducir la corriente de carga o desbalanceo. El conductor de puesta a tierra únicamente conducirá corriente originada bajo condiciones de falla del sistema. Los alimentadores principales deberán seleccionarse de acuerdo a la tabla de “cédula de alimentadores para caída de tensión máxima de 3%” considerando la temperatura local y su longitud.

Los alimentadores principales deberán ser de una sola pieza sin empalmes y deberán ser marcados en sus extremos con pintura esmalte acrílico (mínimo 10 cm.) de acuerdo al código de colores y secuencia positiva de fases.

Fase A	Color Negro.
Fase B	Color Rojo.
Fase C	Color Azul.
Neutro	Color olor Blanco.
Tierra Física	Color Verde.

Para los conductores de calibre No. 6 y menores deberán instalarse con aislamiento de color de acuerdo al siguiente código de colores:

Fase	Aislamiento Color Rojo.
Neutro	Aislamiento Color Blanco.
Tierra Física Aislada	Aislamiento color Verde.
Tierra Física de C.A.	Desnudo.

Cuando la radiobase sea sala de mampostería se debe hacer la distribución de alumbrado y contactos con sus tuberías ocultas de acuerdo a la distribución de la siguiente figura.

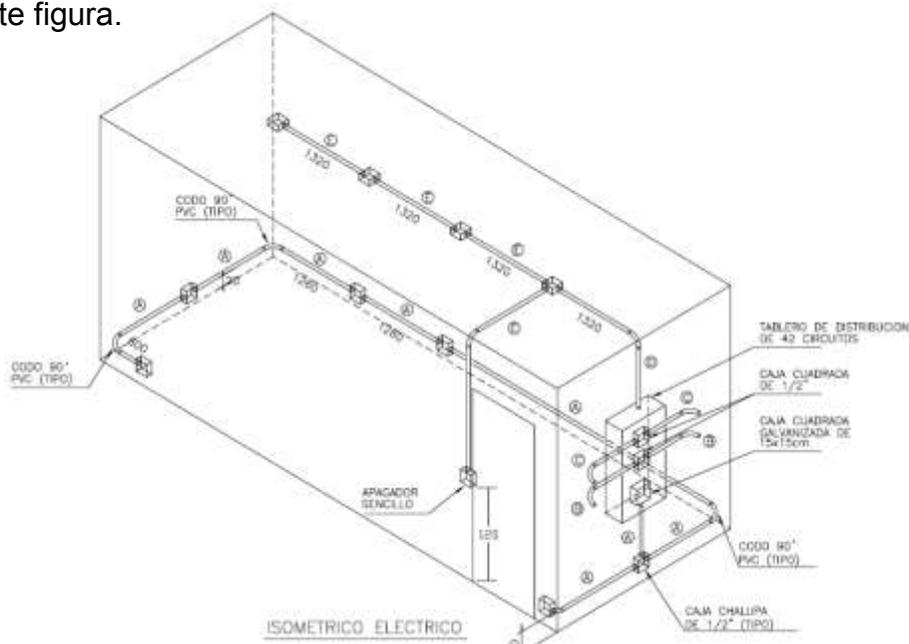


Figura 2.13 Distribución de alimentaciones eléctricas para alumbrado y contactos.

Deberá considerarse por seguridad del personal alumbrado perimetral en la azotea donde se ubiquen las salas o contenedores y principalmente en el acceso a la radiobase, equipos de aire acondicionado y todos los accesos a las torres o monopolos.

### **2.3.1 Diagramas unifilares y cuadros de cargas**

Para nuestros sitios celulares existen diferentes configuraciones y capacidades de potencia en sus radios, considerando las configuraciones más comunes se tiene la necesidad de alimentarlas desde 4 a 9 rectificadores. Incluyendo en el dimensionamiento la corriente de recarga de baterías y de los equipos misceláneos como GSM.

Estas diferentes configuraciones nos implican también una disipación térmica variable para cada proyecto por lo que se consideró para el dimensionamiento de aire acondicionado la máxima disipación térmica en las condiciones regionales más críticas del año, teniéndose aires acondicionados tipo vertical de 5 T.R. con redundancia para configuraciones de 50 Watts, y teniéndose aires acondicionados tipo vertical de 3 T.R. con redundancia para configuraciones de 30 Watts, considerando también que las configuraciones iniciales tienen la posibilidad de expansiones y reconfiguraciones.

Sucede totalmente lo mismo para el dimensionamiento de las protecciones y alimentadores de corriente alterna, realizando estudios con Ericsson de demanda real en condiciones de descarga súbita en los bancos de baterías justamente en hora pico y con el voltaje de baterías en el límite de operación de la radiobase se llegó a la determinación de dimensionar al 65 % de demanda real tomando los siguientes criterios; se deberán considerar tableros de 24 Circuitos para las radiobases de 30 watts en el tablero de distribución de C.A 220/127 Volts 3 fases 4 hilos, 24 circuitos con interruptor principal de tres polos a 100 Amp.

El dimensionamiento de alimentadores y tuberías de corriente alterna de las configuraciones de 30 watts se realizará de acuerdo al plano IE-33 6 Rectificadores Aires de 3 T.R. instalando el breake principal de acometida, de acuerdo a la configuración inicial. El dimensionamiento de alimentadores y tuberías de corriente alterna para configuraciones de 50 watts se realizará de acuerdo al plano IE-64 9 Rectificadores Aires de 5 T.R. instalando el breake principal de acometida de acuerdo a la configuración inicial.

Asimismo los contenedores deberán tener las preparaciones eléctricas y de los huecos para recibir aires de 5 T.R. o de 3 T.R. para las salas multipanel, no se tiene ese problema ya que las preparaciones se realizarán en sitio.

Para los alimentadores podrán dimensionarse teniendo en cuenta la temperatura ambiente y la caída de voltaje con la corriente nominal de 6 rectificadores en ciudades y con la corriente nominal de 9 rectificadores en zonas rurales o cerros, previendo algunas expansiones o reconfiguraciones ya que fácilmente podremos remplazar solamente su protección general. Para los proyectos eléctricos de cada sitio en especial se podrá tomar como referencia las cédulas de alimentadores para caída de tensión máxima del 3%.

Por cuestiones de tarifas ante las compañías suministradoras del servicio eléctrico las demandas a contratar para los proyectos TDMA deberán realizarse de la siguiente manera:

<b>Proyecto Carga</b>	<b>Instalada</b>	<b>Demanda Contratada</b>
Medium Power 30 W	38 KW	32 KW
High Power 50 W	45 KW	36 KW

Los sitios TDMA y sus diferentes opciones se deberán considerar como primera instancia un servicio con subestación propia, transformador con una capacidad de 45 KVA. La contratación será en tarifa OM, solo se contratará tarifa 02 en baja tensión cuando el proyecto definitivamente no se pueda contratar con su subestación propia.

Para el proyecto TDMA los requerimientos de los equipos electromecánicos se describen en seguida:

**RB'S MEDIUM POWER 30 WATTS**

A.A. Verticales de 3 T.R.

Mod. ETO36SLP00T

Mod. ET036SRP00T

2 Fases 3 Hilos

Tablero C.A. de 24 Ctos.

Planta de C.D. 600 Amp.

Planta de Emergencia de 50 KW.

(Cuando esta se requiera)

**RB'S HIGH POWER 50 WATTS**

AA Verticales de 5 T.R.

Mod. ET060SLY00T

Mod. ET060SRY00T

3 Fases 4 Hilos

Tablero de C.A. de 42 Ctos.

Planta de C.D. de 900 Amp.

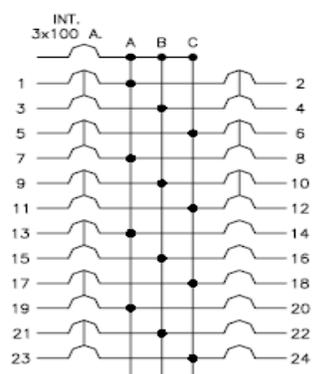
Planta de Emergencia de 80 KW.

(Cuando esta se requiera)

Todos los proyectos especiales, es decir que no estén considerados en las especificaciones del carrier correspondiente serán revisados por el Departamento de Proyecto Electromecánico, incluyendo los proyectos en los que regionalmente se marque diferentes criterios a lo establecido.

A continuación se muestran las tablas correspondientes.

Tabla 2. Tablero de distribución 24 circuitos

CTO. No.	CAP. INT.	2F  3000 w.	2F  5368 w.	 180 w.	 100 w.	 100 w.	 300 w.	TOTAL WATTS	F A S E S			DIAGRAMA DE CONEXIONES
									A	B	C	
1	2 x 20 A.	1						3000	1500			 <p>INT. 3x100 A</p> <p>CARGA INSTALADA: 31.816 KW                  DEMANDA CALCULADA: 78.18%                  DEMANDA PROBALE: 60%  <b>CARGA A CONTRATAR: 19.090 KW</b>                  FACTOR DE POTENCIA APROX: 0.90                  FASE MÁS CARGADA: 86 A                  INTERRUPTOR TERMOMAGN 3x100A                  INTERRUPTOR DE NAVAJAS 3x100A                  CON LISTONES FUSIBLES DE 100 A</p> <p><b>SUBSTACION 45 KVA</b></p> <p>DESBALANCE ENTRE FASES 27.72%</p>
3											1500	
2			2 x 20 A.	1						3000	1500	
4											1500	
5	2 x 20 A.	1						3000			1500	
7									1500			
6			2 x 20 A.	1					3000			
8									1500			
9	2 x 20 A.	1						3000		1500		
11										1500	1500	
10			2 x 20 A.	1					3000		1500	
12										1500		
13	2 x 50 A.											
15												
14	1 x 15 A.				4			400	400			
16	1 x 15 A.			6				1080		1080		
17	2 x 40 A.		1					5368			2684	
19									2684			
18	1 x 15 A.						4	1200			1200	
20	1 x 15 A.		F U T U R O									
21	2 x 40 A.		1					5368		2684		
23										2684		
22	1 x 15 A.		F U T U R O				4	400		400		
24	1 x 15 A.											
TOTALES		6	2	6	4	4	4	31816	9084	10164	12568	

DIMENSIONES GENERALES	
ALTURA	800 mm
ANCHO	600 mm
FONDO	250 mm

COLOR: AZUL MEDIANO N° 7 OPTIMUS

INTERRUPTORES			
NUMERO	CANTIDAD	CAPACIDAD	MARCA
GENERAL	1	3x100 A	GE
DERIVADOS	6	2x20 A.	SQUARE'D
DERIVADOS	6	1x15 A.	SQUARE'D
DERIVADOS	2	2x40 A.	SQUARE'D
DERIVADOS	1	2x50 A.	SQUARE'D

CODIGO DE COLORES	
FASES	ROJO
NEUTRO	BLANCO
TIERRA	VERDE

Tabla 2.5 Diagrama unifilar

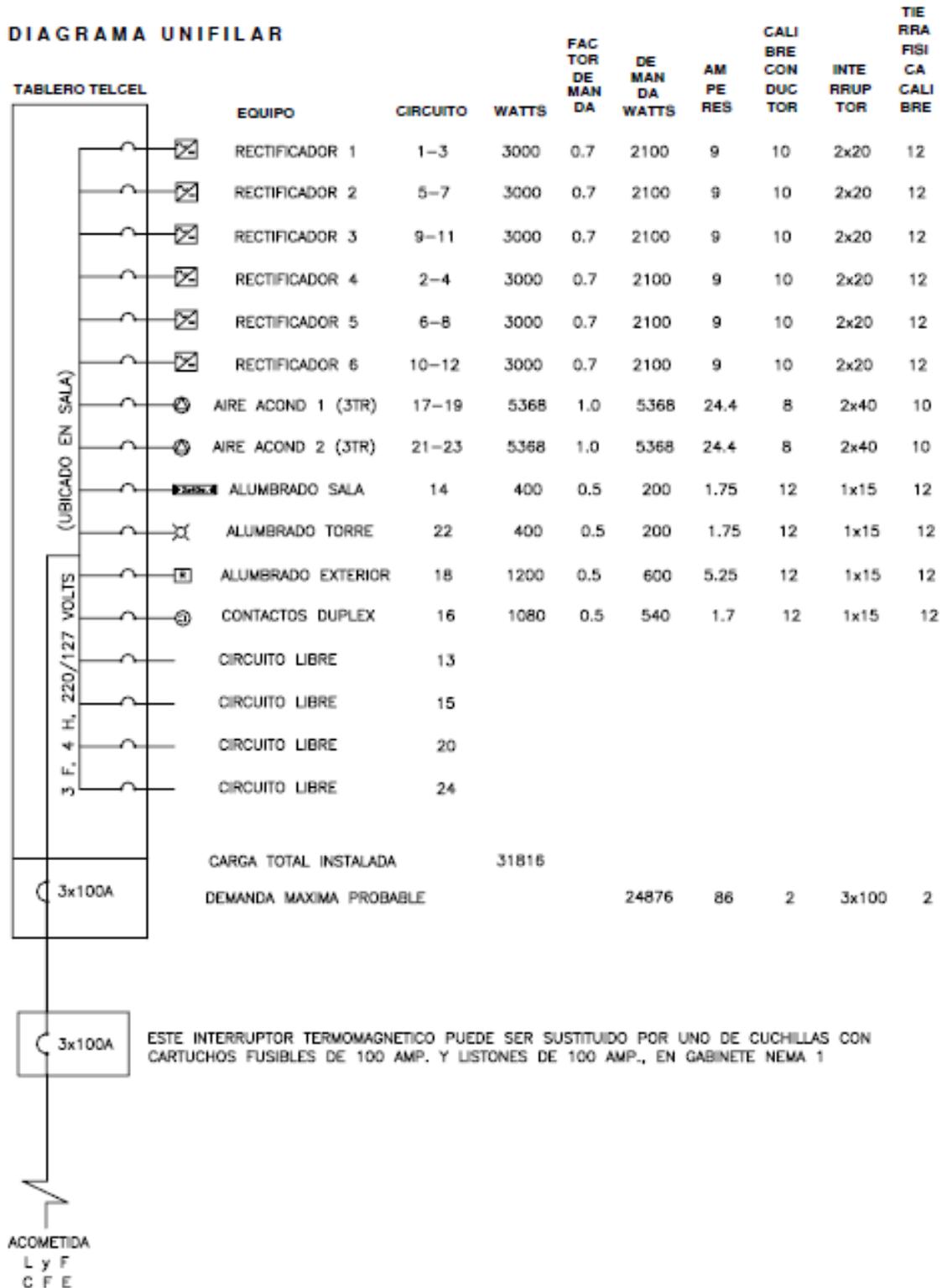


Tabla 2.6 Cedula de alimentadores para caídas de tensión máxima de 3%

INTERRUPTOR 3P-150A In=130A	TEMPERATURA AMBIENTE: 30°C FACTOR DE CORRECCION: 1.00 CORRIENTE CORREGIDA: 130A			TEMPERATURA AMBIENTE: 35°C FACTOR DE CORRECCION: 0.94 CORRIENTE CORREGIDA: 138A			TEMPERATURA AMBIENTE: 40°C FACTOR DE CORRECCION: 0.88 CORRIENTE CORREGIDA: 148A			TEMPERATURA AMBIENTE: 45°C FACTOR DE CORRECCION: 0.82 CORRIENTE CORREGIDA: 159A			TEMPERATURA AMBIENTE: 50°C FACTOR DE CORRECCION: 0.75 CORRIENTE CORREGIDA: 173A		
LONGITUD DE LA LINEA (METROS)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)
0-69	1/0	2	51	1/0	2	51	2/0	2	51	2/0	2	51	3/0	2	63
70-82	2/0	2	51	2/0	2	51	2/0	2	51	2/0	2	51	3/0	2	63
83-95	3/0	2	63	3/0	2	63	3/0	2	63	3/0	2	63	3/0	2	63
96-112	4/0	2	63	4/0	2	63	4/0	2	63	4/0	2	63	4/0	2	63
113-123	250KCM	2	63												
124-138	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51
139-163	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51
164-191	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63

Esta cédula de alimentadores indica las longitudes máximas para una caída de tensión del 3% a diferentes factores de temperatura y servirá como una referencia para los proyectos ejecutivos de cada sitio en particular, el proyecto eléctrico debe contemplar las condiciones particulares del sitio, y contener una memoria de cálculo, planos de alimentadores principales, diagrama unifilar, cuadros de carga, alumbrado, contactos y detalles de instalación.

### **2.3.2 Tierra de protección para sistemas de fuerza de C.A**

Los principales componentes en un sistema de distribución de fuerza de C.A. son:

- Subestación
- Tablero de Protección General
- Tablero de Distribución General
- Tableros de Distribución Secundarios
- Fuentes de Emergencia Reguladas

A continuación se definirán los requerimientos de aterrizamiento para el sistema de distribución de C.A.

Tres métodos de aterrizamiento serán utilizados en las radiobases al mismo tiempo, siendo estos los siguientes:

- Referencia a tierra para un sistema de alto voltaje.
- Referencia a tierra para un sistema de bajo voltaje.
- Referencia a tierra para los equipos alimentados de C.A.

### **2.3.3 Referencia a tierra para un sistema de alto voltaje**

Cuando la subestación de C.A. se encuentra dentro de las instalaciones ésta debe estar referenciada a una malla de tierra enterrada instalada o reforzada por el usuario. La malla de tierra de la subestación provee una ruta de baja impedancia a tierra a las corrientes de falla que pudieran originarse dentro de la subestación. Al proveer un camino de baja impedancia a tierra, se asegura que los dispositivos de protección se disparen al presentarse una falla a tierra. La baja impedancia de la malla también elimina cualquier diferencia de potencial que pudiera haber dentro de la subestación, protegiendo al personal.

- a) La malla debe consistir de conductores paralelos principales separados no menos de 3m. (10 pies) en una dirección. Los cables secundarios deben ser perpendiculares a los primeros y estar separados entre si no menos de 3m y no más de 6m.
- b) Los cables principales y secundarios deben estar unidos en todos los cruces y al conductor perimetral con soldadura exotérmica.
- c) Los electrodos de tierra aumentan la conductividad de la malla y se colocan generalmente en las cuatro esquinas y en las áreas donde se puede esperar que haya grandes corrientes. Una buena práctica de diseño es la de no poner dos electrodos separados por una distancia menor a su longitud.
- d) Los electrodos de tierra deben estar enterrados verticalmente hasta su parte superior a 30 cm bajo el nivel del piso terminado, esto para poder tomar las mediciones periódicas de la malla de tierra. Figura 2.14.

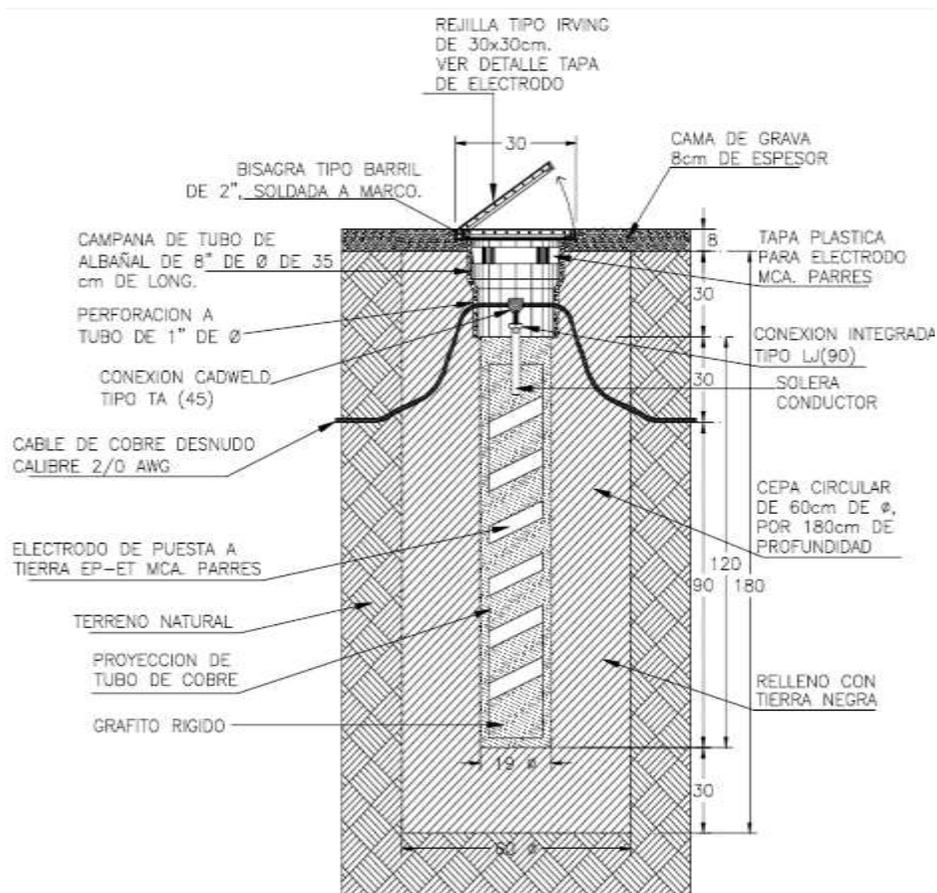


Figura 2.14 Detalle del electrodo de puesta a tierra.

Los conductores que se usen para conectar la subestación y su equipo asociado no deben ser menores al No. 2 AWG.

#### **2.4 Norma de construcción para el sistema de tierra en acero**

- a) No es atractivo para el robo, ya que el precio de reventa de este material es muy bajo.
- b) El diseño antirrobo es tal que la desinstalación de sus componentes es realmente difícil.
- c) El sistema provee un medio seguro para proteger al personal y al equipo de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla (descargas atmosféricas y corto circuito).
- d) El sistema proporciona un circuito de mínima impedancia para la circulación de las corrientes de falla debidas a condiciones anormales de operación

Toda la ingeniería está sustentada en principios físicos y matemáticos, para la determinación de la sección transversal de los conductores; y uniones soldables equivalentes al cobre. Su ingeniería está respaldada por Normas Internacionales como lo es la IEC 1024, la norma Británica BS 6651 y la norma Mexicana NMXJ549

En torres de microondas se recomienda instalar un pararrayos tipo dipolo, con un cono de protección de 71° con respecto a la vertical, instalado en un mástil de duraluminio de 2 pulgadas de diámetro x 3 m. de longitud. Figura 4.1.

Las partes principales del pararrayos son:

- 1) Mástil de 3m.
- 2) Elementos de aislamiento (cople adaptador) para la barra de descarga en la parte superior del mástil.
- 3) Conductor interno en el mástil.
- 4) Conector botaguas para cable de acero en el extremo inferior del mástil.
- 5) Arillo excitador.
- 6) Toroide.
- 7) Barra de descarga.

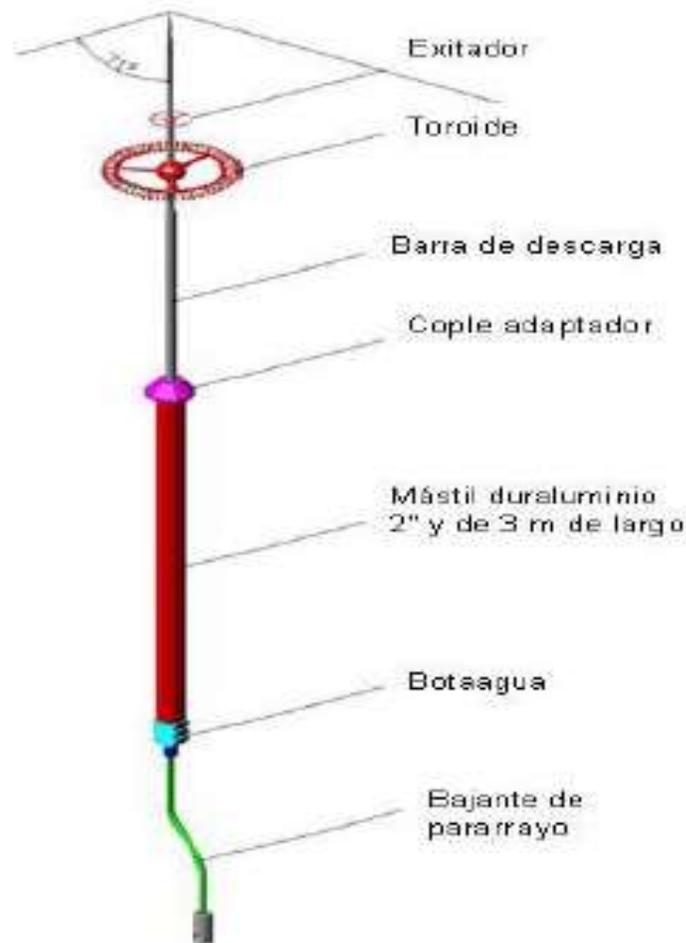


Figura 2.15 Partes principales de un pararrayos dipolo

#### 2.4.1 Procedimiento de instalación del pararrayos y su conexión a puesta a tierra

- a) Armar la barra de descarga con el toroide excitador y arillo equipotencial, una vez armada, atornillar al cople con aislamiento en la parte superior del mástil.
- b) Colocar y fijar el mástil a la estructura, la parte plana del conector bota agua debe ser colocada hacia la estructura.
- c) Colocar y conectar el cable de acero de 5/8' en la parte inferior del mástil. Este cable se fija por medio de los opresores tipos Allen ubicados en el conector del mástil del pararrayos, posteriormente aplicar soldadura de arco eléctrico o soldadura de microalambre. El conector es galvanizado en frío y sellado con resina. Figura 2.16

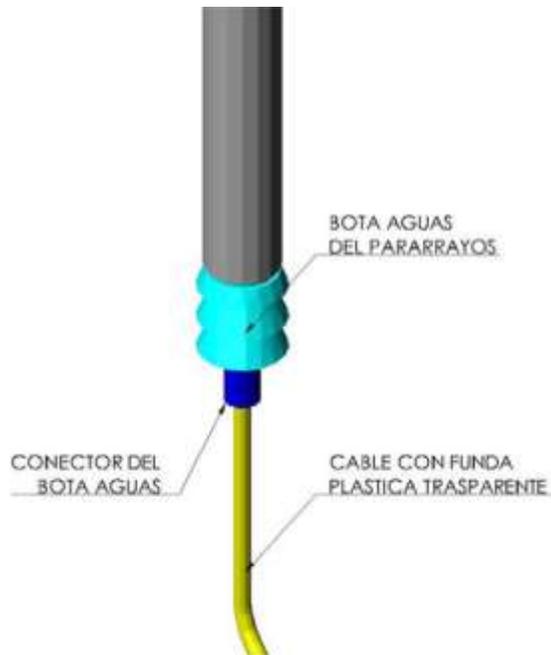


Figura 2.16 Instalación del pararrayos y su conexión a puesta a tierra.

- d) La bajante de pararrayos debe ser con cable de 5/8', en un solo tramo continuo, desde el pararrayos hasta el sistema de tierra, conectándolo directamente a un electrodo 380 Fe del sistema de Tierra.
- **El electrodo 380 Fe** es un electrodo de alto desempeño construido en su totalidad en acero galvanizado. Los materiales de los cuales está conformado el electrodo Fe cumplen con las siguientes normas.
    - Norma Internacional IEC 61021-1.
    - Protección de Estructuras Contrae el Rayo. Parte1. Principios Generales.
    - Norma Australiana y Nueva Zelanda NZ/AS 1768-1991.
    - Norma Mexicana de Protección Contra Tormentas Eléctricas NMX J549.
  - **Pasta:** La pasta de electrodo químico 300 mejora la conductividad eléctrica del cuerpo metálico al terreno además de proteger al electrodo de agentes corrosivos.

- **Caja de Conexión**, El electrodo 380 Fe cuenta con una caja de conexión de 8 x 8cm para cables de acero galvanizado de hasta 5/8' para el conformado de malla. ). Figura 2.17

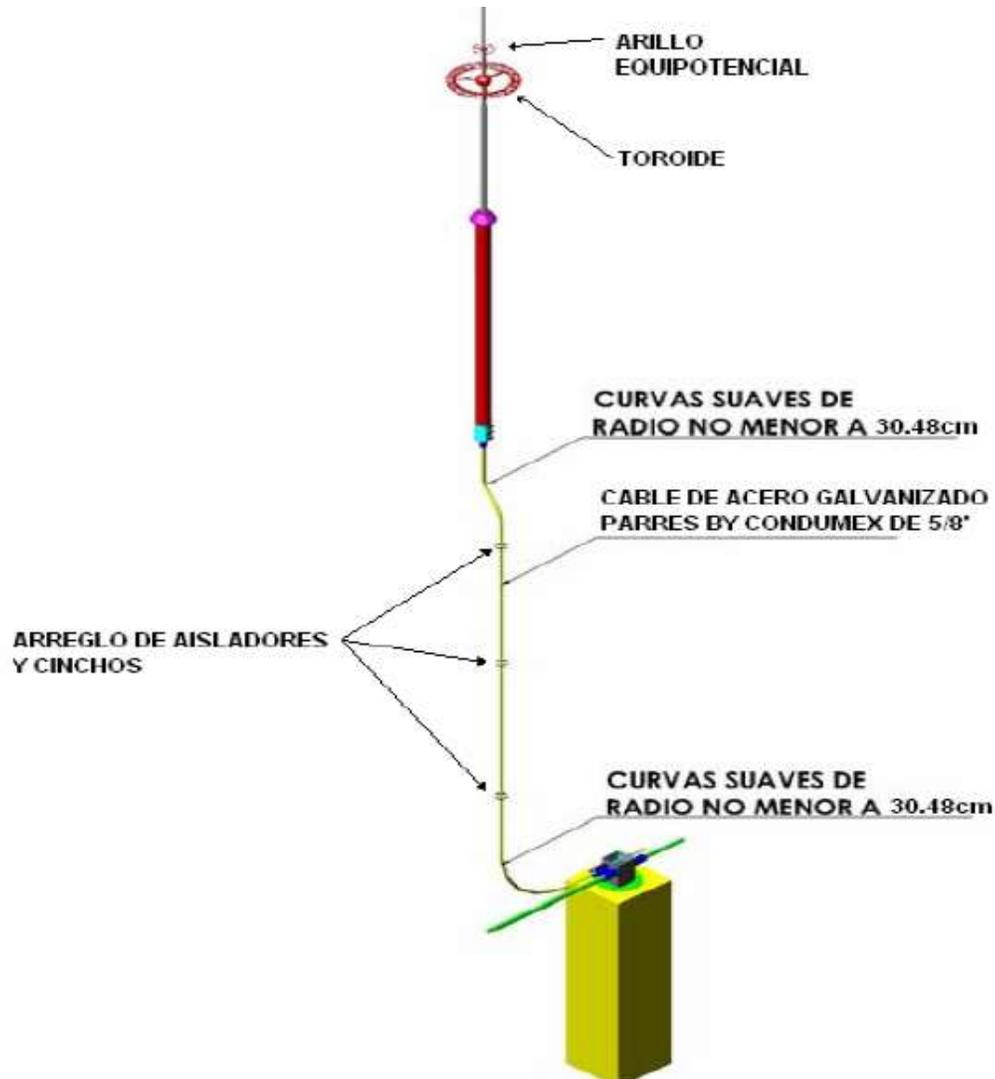


Figura2.17 Esquema general de conexión del pararrayos con cable de acero.

- La bajante del pararrayos no debe tener curvas menores a 30.48 cm de radio, es decir debe ser lo más recto posible.
- El cable debe ser encauzado y sujetado a la torre o estructura utilizando el aislador AB 2G marca. El cable se sujeta al aislador mediante un cinturón de acero. Figura 2.18

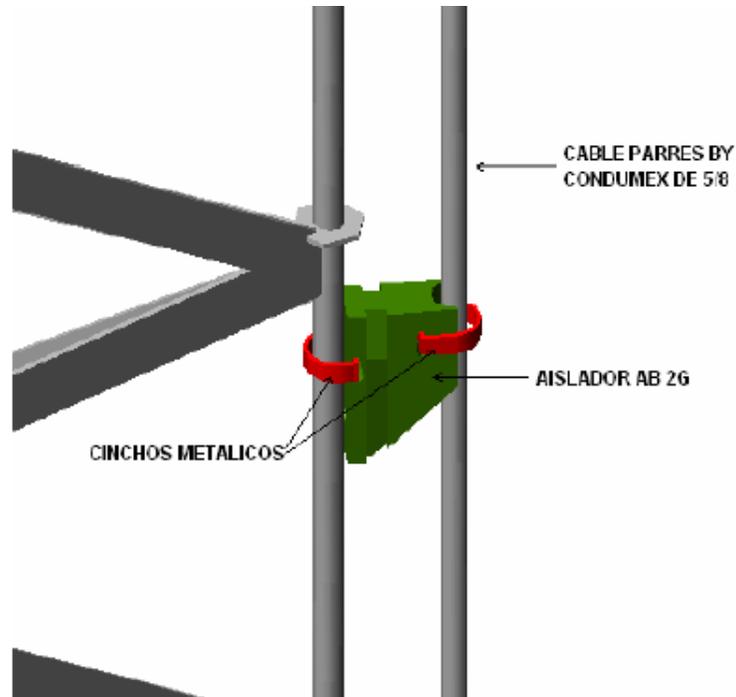


Figura 2.18 Sujeción del aislador a la estructura de la torre con cinturones metálicos

- g) El aislador AB 2G debe medir 84 mm de longitud en base mayor, 45 mm en la base menor, 52 mm de altura y 26 mm de ancho. Figura 2.19

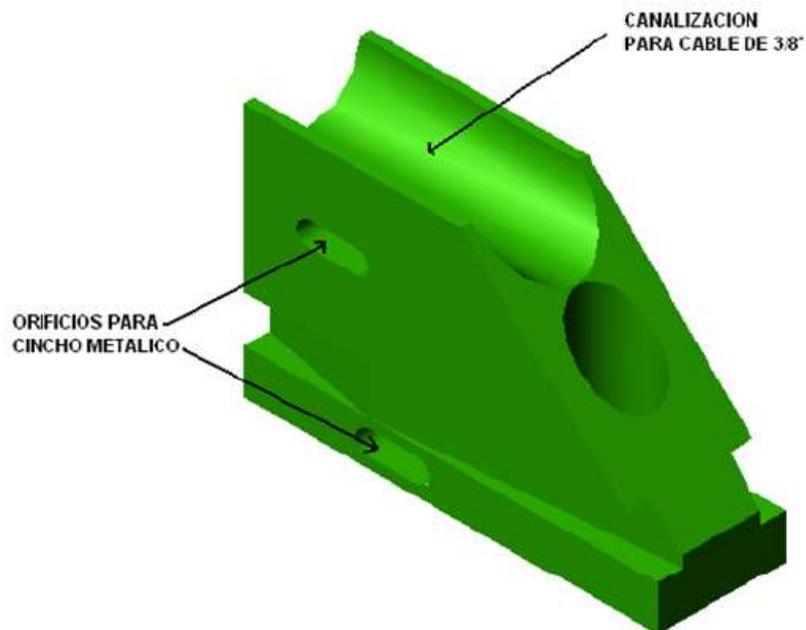


Figura 2.19 Aislador AB 2G, utilizado para sujetar el cable del pararrayos.

### 2.4.2 Bajante de pararrayo

En las torres autosoportadas que tengan perforaciones para barreno en el primer tramo (3 mts) de la parte inferior de la torre, se debe sujetar el aislador AB-2G con tornillo de acero inoxidable de 5/16 pulgadas, rondana plana y de presión para amarrar la bajante del pararrayos sobre el aislador, tal como se muestra en la siguiente Figura 2.20. Después de instalar el aislador, se debe soldar el tornillo y la tuerca con unos puntos de soldadura



Figura 2.20 Modo de sujeción del cable del pararrayos

### 2.4.3 Conexiones de puesta a tierra

- a) No se deben canalizar los cables de acero ni pintarlos con el objetivo de que se vea a simple vista que es acero y no cobre.
- b) En caso de que parte de la bajante del pararrayo baje por muro, se debe sujetar por medio de abrazadera tipo uña tropicalizada de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, taquete expansor y tornillo de 5/16 pulgadas. Figura 2.21
- c) La bajante de pararrayos debe estar conectada y soldada directamente a un electrodo modelo 380 Fe.

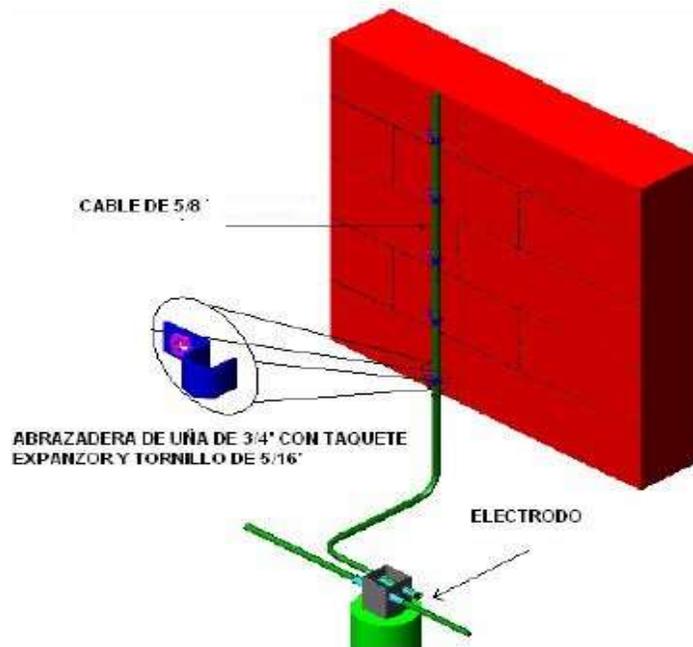


Figura 2.21 Pararrayo bajante por muro

#### 2.4.4 Proceso de hincado de los electrodos

- a) Hacer una excavación en el terreno de 60 cm de diámetro por 160 cm de profundidad.
- b) Colocar el electrodo cerca de la excavación y quitar la tapa de madera que viene en la parte superior del electrodo.
- c) Sujetar firmemente el electrodo por medio de los flejes plásticos una vez retirada la tapa superior.
- d) Colocar el electrodo 380 Fe, dentro de la excavación, verificando que el electrodo quede totalmente vertical y centrado en la excavación. Figura 2. 22
- e) Instalar los electrodos en la posición correcta para poder orientarlos, corroborando que los rotulados no estén invertidos, la orientación está en función de las conexiones que se deban hacer en el mismo.
- f) Instalar los electrodos que van en las esquinas en forma diagonal, procurando tener la conexión más próxima al tubo de acero galvanizado y que forman parte de la malla de tierras.

- g) Tapar la parte superior del electrodo en donde se localiza la caja de conexión y los tubos de disparo.

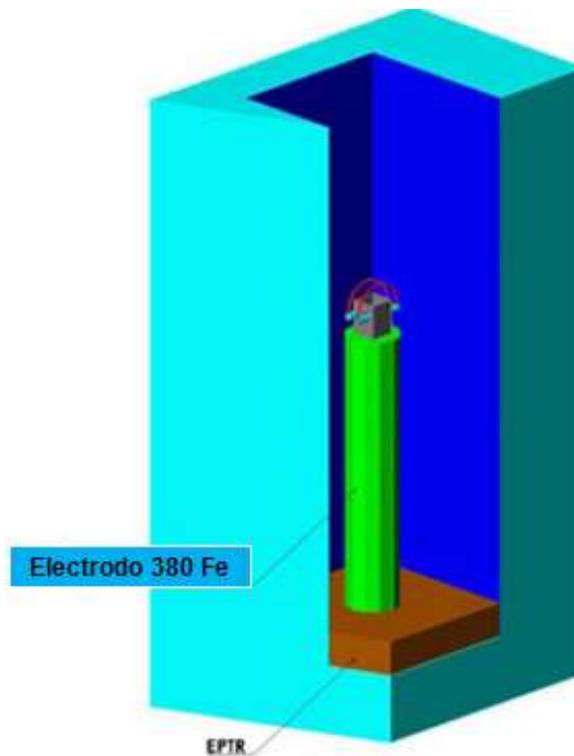


Figura 2.22 Hincado del electrodo 380 Fe

- h) Vaciar el acondicionador de tierras EP-TR previamente mezclado con agua, hasta lograr una mezcla homogénea alrededor del electrodo
- i) En caso de que el volumen entre el electrodo y la excavación no sea ocupado en su totalidad, se debe agregar bultos de acondicionador de tierra EP-TR mezclados con agua y vertidos alrededor del electrodo hasta llenar  $\frac{3}{4}$  partes de la longitud del electrodo.
- j) Cubrir con tierra negra o material propio del sitio sin piedra la parte restante del electrodo, hasta llegar al nivel donde queda descubierta la estructura metálica de la caja de conexiones. Nunca se debe enterrar la caja de disparos de conexión.
- k) Retirar la bolsa de plástico que cubre la caja de conexiones del electrodo.
- l) Quitar la tapa que cubre la caja de conexiones.

- m) Agregar aproximadamente un litro de agua dentro del contenedor del electrodo, y posteriormente vaciar el Gel para activar la protección catódica.

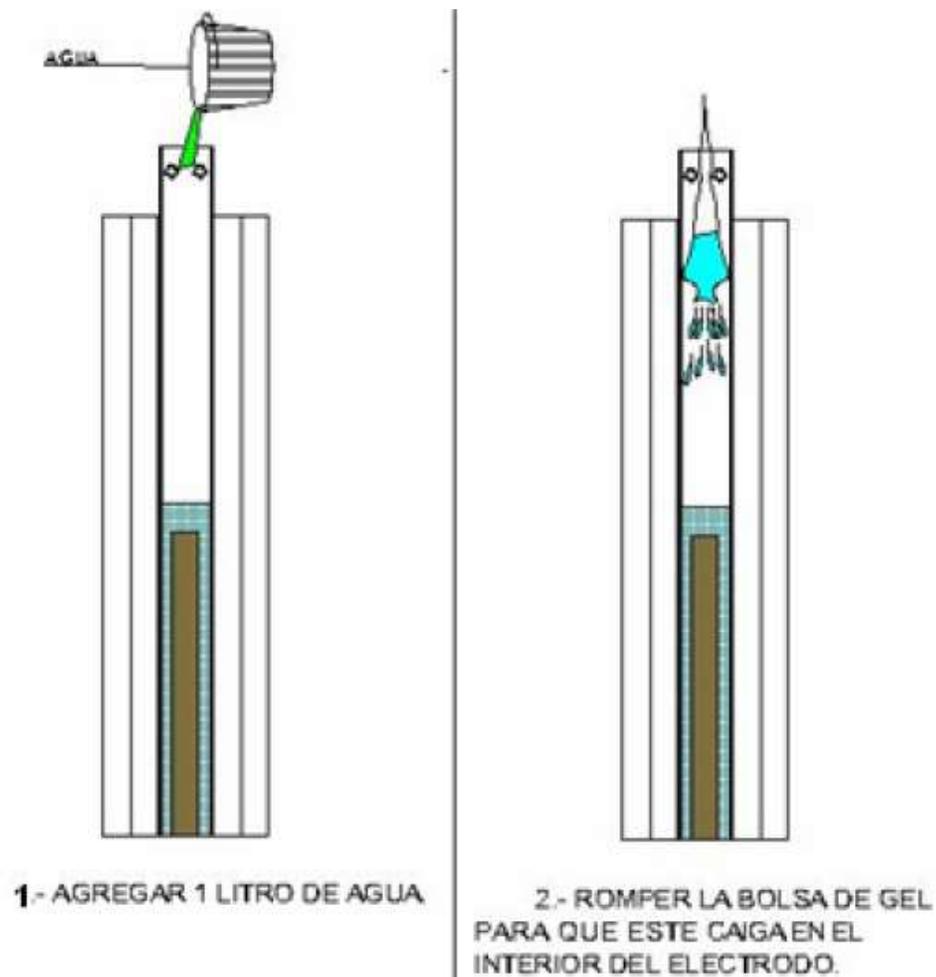


Figura 2.23 Colocación del agua y GEL al Electrodo 380 Fe

- n) Como parte de mantenimiento se debe agregar Gel a los electrodos, cada 3 años dependiendo de las condiciones climatológicas del sitio.
- o) Poner la tapa de la caja de conexiones del electrodo.
- p) Realizar las conexiones al electrodo y la conformación de la malla de acuerdo a los puntos: 4.3.- Conexión del cable de acero al electrodo de puesta a tierra 380 Fe y 4.4.- Conformado de malla
- q) Dejar los registros de los electrodos de puesta a tierra en los sitios del operador telefónico a nivel de piso terminado.
- r) Poner la tapa de la caja de conexiones del electrodo.

### 2.4.5 Proceso de armado e instalación de los registros

- a) Cortar un tubo de albañal de 12 pulgadas de diámetro y 60 cm de largo a partir de la parte de la campana del tubo, ranurarlo en las direcciones que marquen las trayectorias que salen o entran al electrodo. Figura 2.24

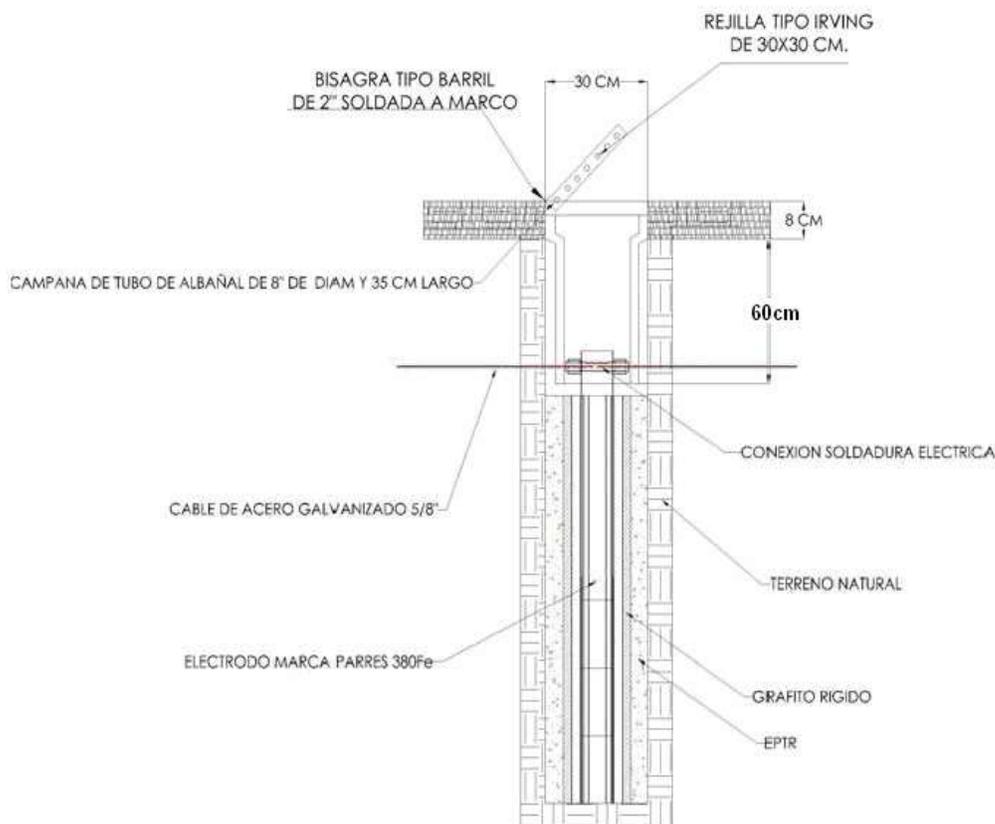


Figura 2.24 Armado e instalación de registros

- b) Colocar centrado el tubo albañal con respecto a la caja de conexión del electrodo y orientarlo de acuerdo a las ranuras hechas previamente, posteriormente se debe colocar la tapa de Neopreno en la campana del tubo de albañal.
- c) Rellenar con tierra alrededor del electrodo, compactándola hasta llegar a 8 cm Aproximadamente, antes del final de la campana del tubo de albañal.

- d) Colocar una rejilla tipo Irving sobre la campana del albañal y nivelarla con respecto al nivel de piso terminado.
- e) Colocar una cimbra de madera de 50 x 50 cm aproximadamente alrededor de la rejilla y colarla con concreto.
- f) Pintar la rejilla de los registros de los electrodos 380 FE de color amarillo, con pintura de cromato de zinc amarillo.
- g) Rotular la rejilla con el símbolo de tierra en color negro.

## 2.5 Conformado de malla tierras

- a) Definir el área de la malla de tierras tomando en cuenta que la distancia de separación mínima entre electrodos debe ser de 3 m, así como la distribución de los electrodos a instalarse.
- b) Los tramos rectos de la malla son de tubo de agua galvanizado de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y las conexiones a los electrodos son de cable de acero de  $\frac{5}{8}$  de pulgada.
- c) Instalar en un sitio el número de electrodos de acuerdo al estudio de resistividad y a la memoria de cálculo realizada para cada sitio.
- d) El tipo del terreno está clasificado en tres grupos, dependiendo del valor de la resistividad del terreno que se tenga, es el diámetro de excavación que se debe realizar para alojar el electrodo así como la cantidad de acondicionador de tierra EP-TR que se debe agregar, para llegar a un valor de resistencia de tierra requerido, tal como se ilustra en la siguiente tabla.

**Tabla 2.7 Tipificado del terreno dependiendo del valor de la resistividad**

Resistividad del terreno	Tipo de terreno	Diámetro de excavación en metros	Bultos de 50 kg de EP-TR por electrodo
Menor a $200\Omega$	A	0.6	4
Menor a $500\Omega$	B	1.2	12
Menor a $1000\Omega$	C	2	34

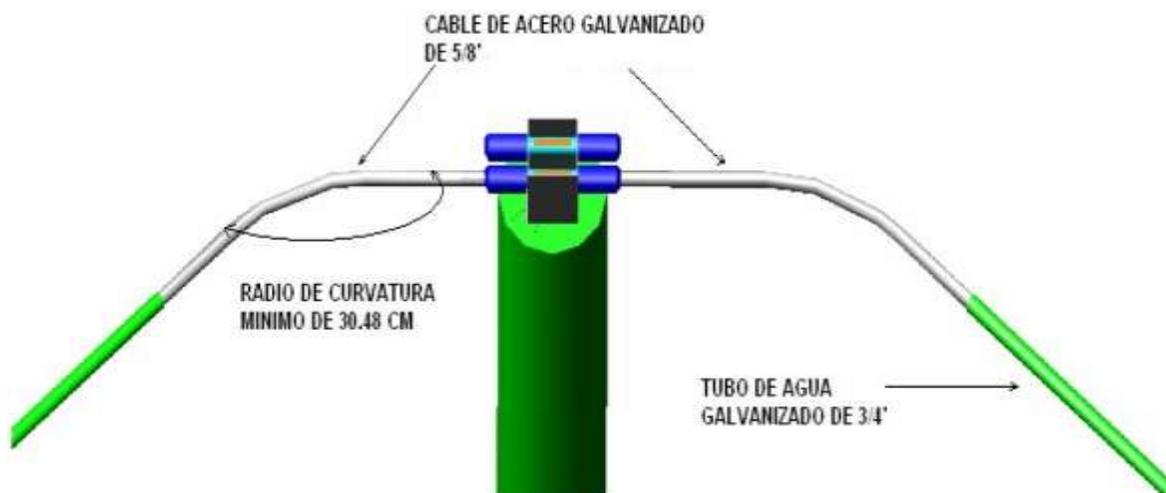
- e) Los valores de resistencia de la malla de tierras de cada sitio se apegaran a la Norma y especificación del Sistema de Tierra para el operador telefonico correspondiente.

**Tabla 2.8 Resistencia de la malla de tierra de acuerdo al tipo de instalación.**

Tipo de Instalación	Resistencia "R" (ohms)
Edificio Urbano y URL's	$\leq 5$
Edificio Rural, RMO, RAM, RFO	$\leq 25$
Planta Externa	$\leq 50$
Subestaciones	de 250kVA y 34.5kV $\leq 25$ si 250kVA y 34.5kV $\leq 10$

### 2.5.1 Instalación de la malla de tierras con electrodos Fe

- a) Realizar la excavación a dónde van los electrodos y la cepa para la trayectoria del cableado para la malla de tierras.
- b) Realizar el proceso de hincado de los electrodos tomando en cuenta que los electrodos van orientados con un ángulo recto con respecto a la directriz de los lados involucrados. Figura 2.25



**Figura 2.25 Electrodo**

- c) La trayectoria de la curva del cable de acero galvanizado de 5/8" debe ser lo más recta posible, admitiéndose desviaciones con radios de curvatura mínimo de 30.48 cm (1')
- d) Colocar el tubo galvanizado de 3/4" sobre la cepa. En caso de llevar más de un tubo galvanizado por lado, se deben unir ambos con un cople de acero galvanizado de 1 pulgada por 5 cm de longitud.
- e) Soldar los tubos galvanizados de 3/4" por toda su circunferencia antes de ser unidos a la malla de tierras, la unión de ambos tubos debe ser galvanizada en frío, sellada con resina Parres y cubierta con cinta auto-vulcanizada, figura 2.26

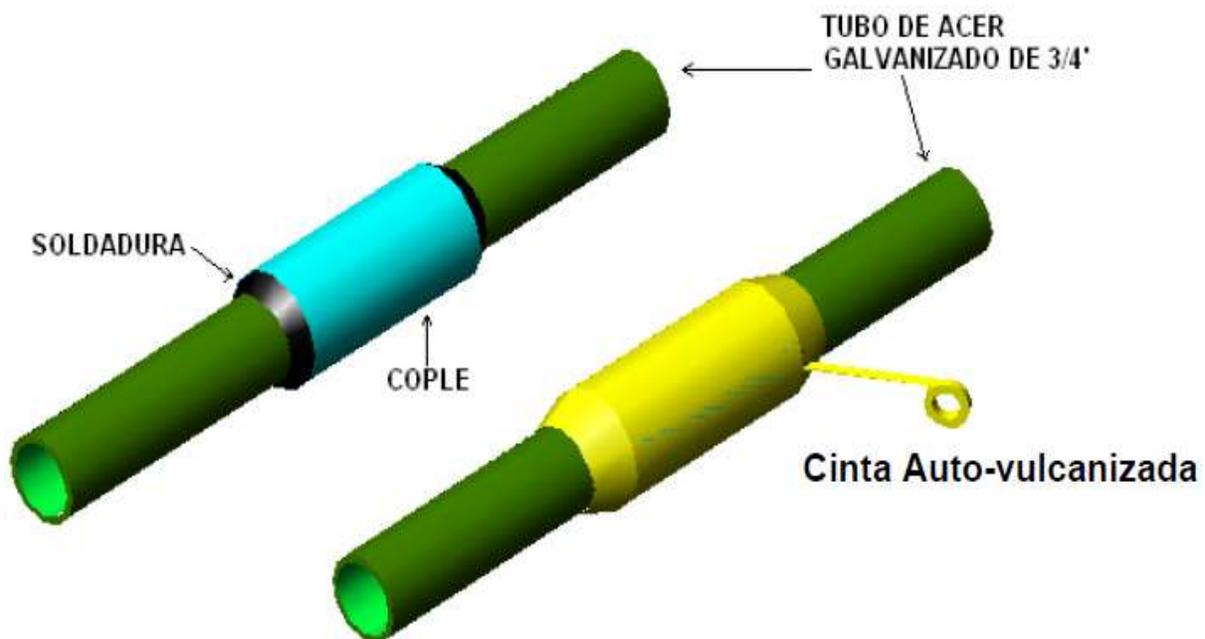


Figura 2.26 Unión de los tubos de acero galvanizado y aplicación de soldadura.

- f) Definir la longitud del cable por electrodo para realizar la conexión con el tubo galvanizado de 3/4", la longitud del cable no debe exceder un metro de longitud.
- g) Insertar el cable galvanizado de 3/4" en las conexiones internas (con respecto al centro de la malla) del electrodo, de modo que queden dos colas de cable para preparar las conexiones con el tubo de acero galvanizado de 3/4 de pulgada en los extremos, posteriormente soldar, galvanizar en frío y aislar.

Las dos conexiones internas con respecto al centro de la malla, se interconectarán con el tubo galvanizado para la malla de tierras, dejando las exteriores para aterrizajes posteriores. Figura 2.27.

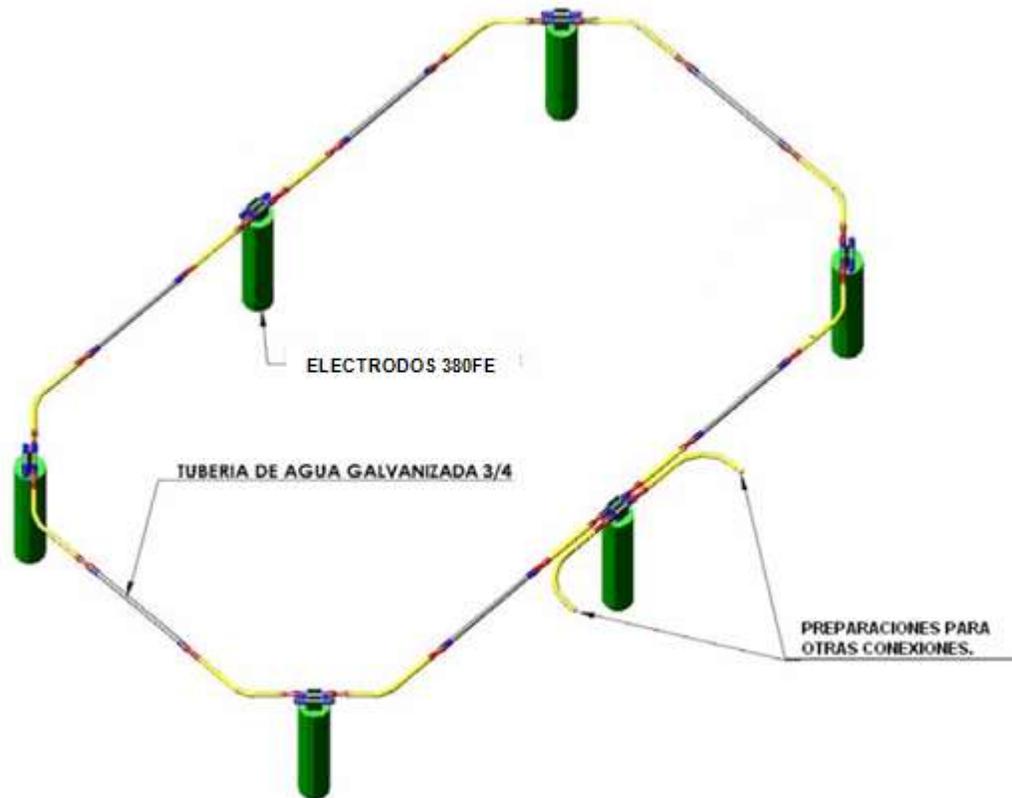


Figura 2.27 Conformado de malla con varios electrodos Parres 380 Fe.

### 2.5.2 Conexión del cable al tubo de acero galvanizado.

- Realizar con el esmeril un par de cortes diametralmente opuestos en el tubo de acero galvanizado de  $\frac{3}{4}$  de pulgada de 0.5 mm de ancho por 5 cm de largo.
- Quitar el forro al cable de acero 10 cm aproximadamente.
- Introducir el cable de acero dentro del tubo galvanizado por el lado en donde se realizaron los cortes.
- Presionar el tubo contra el cable.
- Soldar el cable de acero con el tubo galvanizado, por todo su perímetro con los cortes hechos en el paso.
- Retirar la escoria y limpiar con un cepillo de alambre.

- g) Galvanizar en frío toda el área donde aplico la soldadura.
- h) Aplicar resina en las zonas soldadas después de galvanizar en frío.
- i) Aplicar cinta auto-vulcanizada a manera de cubrir 3 pulgadas del cable de acero de 5/8 de pulgada y 3 pulgadas de tubo de acero galvanizado aproximadamente.

### **2.5.3 Derivaciones de la malla de tierra**

- a) Conectar todas las estructuras metálicas como: camas de guías de onda, la torre, mástiles, equipos de aire acondicionado, portones, etc, a la malla de tierras, con la finalidad de conformar el plano de unión equipotencial, exigida para proteger al personal y a los equipos.
- b) Definir en el plano detallado del sistema de puesta a tierra, el número de electrodos, su ubicación, las trayectorias rectas que los interconectan y todas las derivaciones de la malla para la conexión de estructuras y la equipotencialidad en el sistema de tierras.
- c) Realizar la conexión de los electrodos como primera etapa y después las derivaciones para la conformación de la malla de tierras.

### **2.5.4 Puesta a tierra de equipo de C.A**

Los requerimientos mínimos para protección del personal contra electrocución y del equipo contra daños, es proporcionada por el sistema de aterrizamiento para los equipos de C.A. Estos requerimientos mínimos pueden ser logrados utilizando las charolas metálicas de cables o por conductores que se extiendan de los equipos de C.A. Estos métodos de aterrizamiento no siempre son efectivos en eliminar la interferencia producida a equipos de telecomunicación. El sistema suplementario que se debe implementar es como se indica a continuación:

- a) Todos los conductores del sistema de C.A. (fases, neutro y aterrizamiento) se deben correr en canalización metálica exclusivamente.

- b) Un conductor de aterrizamiento de equipo C.A. se debe incluir en todas las charolas que lleven cables de C

Toda instalación del Sistema de Tierra de acero galvanizado que este fuera de lo especificado en esta norma debe ser consultada y resuelta por la Gerencia de Evaluación y Soporte Técnico a redes de Transporte.

## 2.6 Líneas de transmisión o guías de onda

La puesta a tierra de las líneas de transmisión o guías de onda, se realiza con la finalidad de eliminar ruido en la señal de radio frecuencia y de evitar inducciones en la señal de radio frecuencia en caso de una descarga atmosférica en cualquier punto de la torre, y se conectan a tierra mediante los Grounding kit's a las barras de tierra de feeders (BTF). Tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) Se debe de realizar primeramente en la cúspide de la torre, inmediatamente cuando se alinean sobre la cama de guías de onda, como se ilustra en la figura 2.28
- b) Las líneas de transmisión o guías de onda se deben de aterrizar antes de cada cambio de dirección, de arriba hacia abajo, Cuando entre cambios de dirección las guías de onda rebasen los 30 mts de longitud, esta se deben de poner a tierra en la parte media proporcional, como se ilustra en la figura 2.2.8
- c) Las líneas de transmisión o guías de onda en su recorrido se deben de conectar a la BTF, utilizando un kit apropiado al tipo de línea, como se ilustra en la figura 2.2.8
- d) También se deben de conectar a la Barra Exterior de Tierra en la parte exterior de la escotilla del contenedor.

Las barras de cobre BTF donde se aterrizan las líneas de transmisión son unidas mediante un cable continuo calibre No. 2 THW-LS color verde desde el primer juego de barras en la cúspide la torre hasta la barra de cobre BTE de la entrada de feeders del contenedor, el conector del primer juego de barras en la cúspide de la torre deberá ser mediante zapata ponchable doble ojillo con funda termocontráctil color

negro y tornillos de bronce al silicio, los conectores de la trayectoria sobre la cama guía de onda deberán ser tipo mecánico marca Burndy cat. GB26, y el otro extremo del cable que une las BTF con la BTE del contenedor será mediante zapata ponchable doble ojillo con funda termocontráctil color negro y tornillos de bronce al silicio.

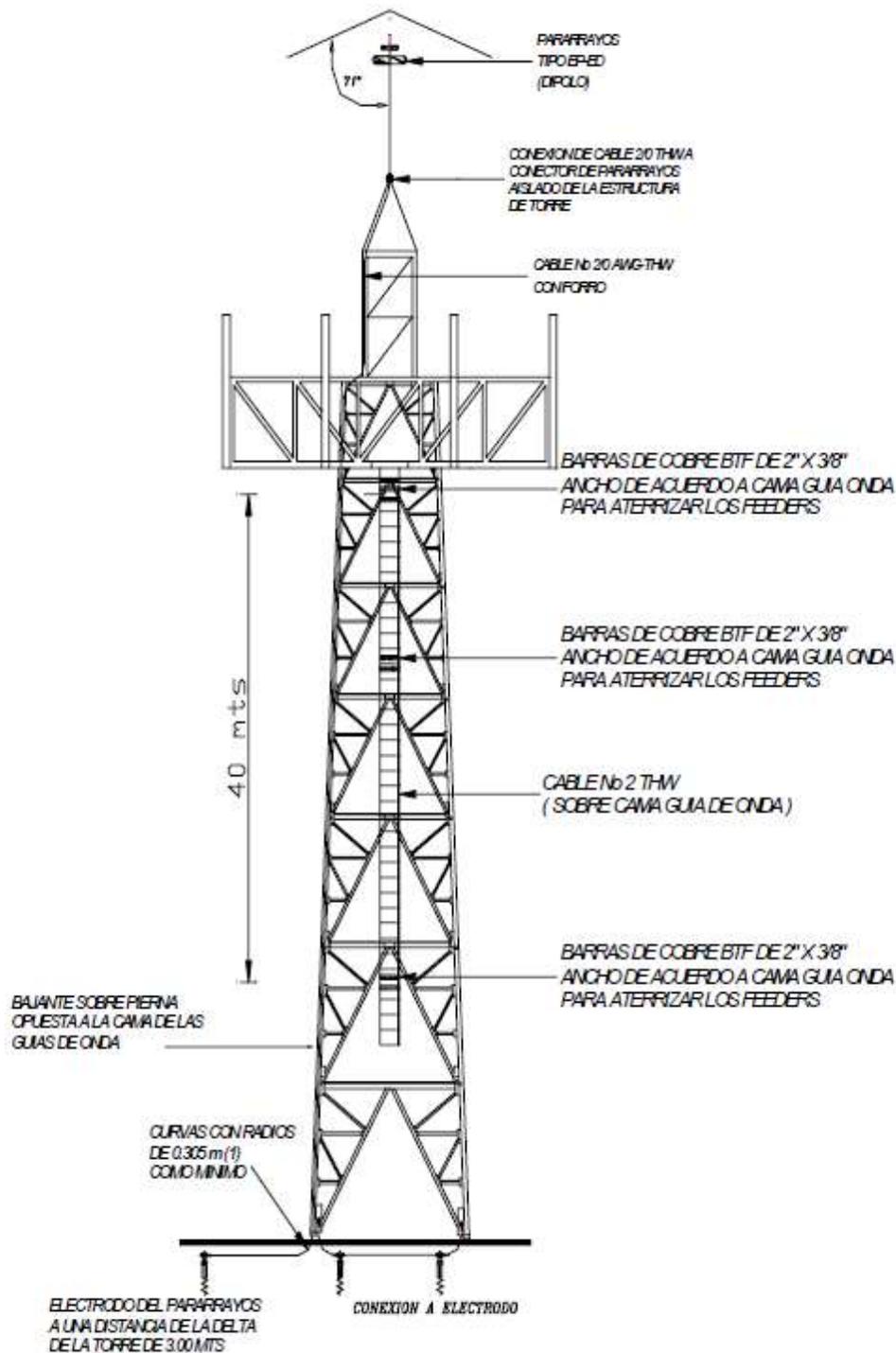


Figura 2.28 Ubicación de las BTF'S en la torre.

## 2.7 Trámites ante la C.F.E

Para solicitar un servicio ante C.F.E. se deberá contar con la siguiente información para proyecto:

- Carta Poder.
- Ubicación exacta entre calles código postal.
- Censo de Cargas.
- Datos del transformador con la propuesta de C.F.E. autorizada.
- Oficio resolutivo que indica los pagos por hacer.
- Protocolo de pruebas del transformador, póliza de garantía y certificado ANCE en su caso.
- Pago de obra, aportación (Una vez hecho el pago de la obra, se tienen 60 días para pagar la aportación).

Para recibir los trabajos del suministro de energía eléctrica se deberá contar con la siguiente información:

- Orden de servicio a nombre de TELCEL.
- Carta poder
- Recibos de pagos ante C.F.E.
- Ingeniería del proyecto completa con memoria técnica y planos firmado por una UVIE
- (Unidad Verificadora de Instalaciones Eléctricas)
- Certificado de la UVIE, debe ser contratada directamente por el operador telefonico independientemente a la contratista de obra y a la contratista de los trámites de gestoría.
- Reporte fotográfico.

## **CAPÍTULO 3 COMPARATIVO DE INSTALACIÓN POR INTEGRADORES DIFERENTES**

En este capítulo se detalla el procedimiento de instalación de la RBS de dos de las operadores telefónicos que operan en nuestro país, Las instrucciones contenidas en este capítulo servirán de guía para realizar los trabajos de instalación de emplazamientos implementados con la solución

Estas instrucciones tendrán carácter de normativa general, si bien serán susceptibles de modificación, con el objetivo de desarrollar una normativa de instalación que alcance las cotas más altas posible en los apartados de calidad, fiabilidad y sencillez. En este capítulo se detallan los requerimientos necesarios para la realización de la instalación que deberá ser respetado en todas las instalaciones de Nextel y Ericsson.

El personal que trabaje con los equipos deberá cumplir con la normativa de seguridad local. Los instaladores deben estar formados para trabajos en altura.

A continuación se hace la descripción de la radio base serie 3000 para enlaces de 3G.

### **3.1 Características principales**

Las características más importantes de la radio base del operado son las siguientes:

#### **1. Tipos de montaje**

La RBS puede ser montada en:

- El piso
- La pared
- Un poste o mástil

## 2. Fuente de alimentación

La RBS puede ser adaptada a las siguientes fuentes de poder:

- 48 V DC
- 100-250 VAC 45-65 Hz

## 3. Configuración

La RBS soporta las siguientes configuraciones:

- 6x1: Podemos conectar seis RRU (tipos que son soportados para esta configuración, RRU11, RRU22 y RRUW 01) en la misma portadora.
- 3x2: Podemos conectar tres RRU22 o RRUW01 dos por portadora.

## 4. Tipos de transmisión

La radio base está equipada con una tarjeta de interfaz para la red de transporte, soportando:

- E1/J1/T1
- E3/T3
- STM-1 no canalizados
- STM-1 canalizados
- Ethernet

## 5. Bandas de frecuencia

La radio base puede operar en la siguientes bandas de frecuencias.

- 850 Mhz
- 900 Mhz
- 1700/1800 Mhz

- 1700/2100 Mhz
- 1900 Mhz
- 2100 Mhz

## 6. Otros

- Tiene un sistema de detección para ocho alarmas externas
- Capacidad de banda variable, hasta 512 (CE) Channel Elements para uplink y 768 CE para dowlink
- Diversidad de RX (receptores)
- Provista de GPS (Global Positioning System) para la sincronización del tiempo
- Sitio Ethernet con LAN

### 3.1.1 Entorno de la RBS

Este subcapítulo contiene información sobre los datos y requisitos ambientales.

- **Entorno operativo.** Las condiciones normales de operación de la RBS para exteriores se muestra en la tabla 3.1

**Tabla 3.1 Condiciones normales de operación**

Measurement	Normal Operation	
	DC Powered	AC Powered
Temperature	-33 to +50°C	-33 to +50°C
Relative humidity	15 to 100%	15 to 100%
Absolute humidity	0.26 to 25 g/m <sup>3</sup>	0.26 to 25 g/m <sup>3</sup>
Maximum temperature change	0.5°C/min	0.5°C/min

- **La vibración de suelo.** Tolerancia de la RBS a las vibraciones del suelo causado por la actividad sísmica.

Los datos de vibración para suelo, se puede ver en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Tolerancia de vibración

Random Vibrations	Specification
Normal operation	max. 0.05 m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
Exceptional operation	max. 0.1 m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
Non-destructive	max. 0.5 m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>
Single shocks	max. 100 m/s <sup>2</sup>
Seismic Activity	
Maximum level of Required Response Spectrum (RRS) <sup>(1)</sup>	50 m/s <sup>2</sup> within 2 – 5 Hz
Random Vibrations	Specification
Test frequency	1 – 35 Hz
Time history	Verteq II

- **Disipación del calor.** El valor que aquí se presenta está destinado únicamente para formar la base del dimensionado del sistema de refrigeración del sitio. Representa el peor de los casos, el consumo de energía de un MU totalmente equipada, teniendo en cuenta equipamiento opcional y futuras expansiones.
  - La máxima disipación de calor de la MU del RBS es de 0,26 Kw.
  - La máxima disipación de calor de CA es de 0,3 Kw.
- **Ruido acústico.** Esta sección describe el ruido acústico generado por la RBS. Los niveles de potencia de ruido acústico se miden para una configuración típica, y se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Ruido acústico.

Temperature	Maximum Sound Power Level
50 °C	< 60 dB
15°C, 20°C, 25°C, 30°C	< 51 dB

### 3.1.2 Unidades de hardware

Se describen brevemente las unidades de hardware estándar necesarios para apoyar las funciones de la RBS, independientemente de la configuración o la frecuencia.

La ubicación de las unidades de hardware se muestran en la Figura 3.1

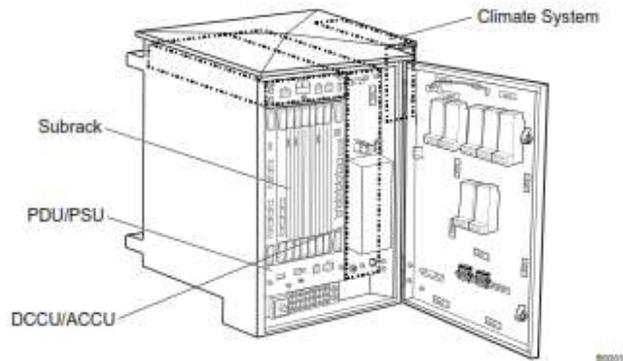


Figura 3.1 Unidades de Hardware

1. **Unidad de Distribución de Poder (PDU) / Unidad de Almacenamiento de Poder (PSU).** Los PDU/PSU otorgan una fuente de alimentación de 48 VCD a las siguientes unidades:
  - Unidad de Control Base (CBU)
  - Unidad de ventilación (FAN)
  - Calefactores

La fuente de alimentación también realiza la conversión de la potencia de entrada de CA.

2. **Unidad de conexión de corriente directa (DCCU)/ unidad de conexión de corriente alterna (ACCU).** El DCCU / ACCU ofrece protección contra sobretensiones y alberga la conexión de la interfaz de alimentación. La ACCU ofrece protección contra el rayo 20kA para L / N.
3. **Subrack de RBS.** El subrack de la RBS maneja las funciones de los canales comunes y dedicados de los equipos de los usuarios. Se compone principalmente de una interfaz para la conexión a un controlador de red de radio (RNC), de un procesador principal (MP) y una interfaz de terminación hacia el exterior en modo de transferencia asíncrona (ATM). También consiste de todas las funciones en el dominio de banda base, a excepción del limitador promedio de la potencia de salida, el recorte de poder y el control de pérdida y ganancia que están ubicados en los RRU's.

Las siguientes secciones contienen una breve descripción de las tarjetas del subrack.

4. **CBU.** La CBU implementa el MP que controla el RBS, un conmutador ATM para todas las tarjetas conectadas a la placa posterior en el subrack, y una unidad de temporización (TU), que proporciona señales de reloj para la sincronización. La CBU tiene 2 interfaces Emily de E1/T1/J1 para las redes de transporte, cada uno capaz de manejar dos E1/T1/J1. Número de unidades: 1
5. **Tarjeta ET.** La tarjeta de terminal de intercambio actúa como una interfaz entre los canales de transmisión y el CBU, esta tarjeta proporciona las conexiones remotas de las interfases lub y MuB.

El tipo de ET depende del estándar de transmisión, existen diferentes tipos:

- ET-MC1, implementa 8 E1/T1/J1
- ET-M3 implementa 2 E3/T3
- ET-M4 implementa 2 STM-1 no canalizados
- ET MC41, implementa un STM-1
- ET-MFX implementa 6 conectores 10/100/1000 BASE-T y un conector 1000 BASE-T SFP por tarjeta.
- ET-MFX14 implementa 1 conector 10/100/1000 BASE-T y 6 conectores de 1000 BASE-T SFP por tarjeta.

La tarjeta ET-MFX se puede usar junto con otra tarjeta de ET de ATM para tener una transmisión Dual-Stack, sin usar otra tarjeta de ET para ATM, ethernet se puede utilizar junto con las conexiones E1/J1/T1 en la CBU. Número de unidades: 0-1.

6. **Tarjeta TX.** La tarjeta de transmisión (TX) esta diseñada dependiendo de los diferentes capacidades de CE y HS. La RBS puede ser configurada para proveer HDSPA utilizando una tarjeta capaz de usar esta tecnología.

La tarjeta TX consiste de una parte de banda base (BB), que controla lo siguiente:

- División de la célula
- Canal de la combinación de
- Codificación
- Manejo de canales de transporte
- Modulación y propagación
- Número de unidades: 1-2.

**7. Tarjeta RAX.** La tarjeta de recepción de acceso aleatorio está conformado por un receptor de banda base (BB) y maneja lo siguiente:

- Combinación de célula para el softer handover
- Decodificación
- Transporte de canales dedicados y de acceso variable

Si las RBS están equipadas con dos o más tarjetas RAX, entonces las tarjetas comparten la carga para lograr una alta disponibilidad, si una RAX falla entonces la carga se traslada a la otra tarjeta RAX, esto asegura que la RBS continua trabajando con el tráfico pero reduce su capacidad.

Número de unidades: 1–4.

- **OBIF2.** La tarjeta de Interfaz Óptica de Banda base 2 (OBIF2) es un dispositivo que conecta la RBS con los RRUs a través de los cables de OIL. La conexión lleva el flujo de tráfico de dowlink y uplink así como señales de tiempo. Hay una interfaz de OIL para cada RRU y se conecta a la tarjeta de OBIF2, Número de unidades: 0-1
- **OBIF4.** La tarjeta de Interfaz Óptica de Banda Base 4 (OBIF4), combina las funciones de la tarjeta OBIF2 y la XALM. No hay conexión lógica entre la OBIF2 y la XLAM en la tarjeta. La tarjeta tiene dos conjuntos de LEDs para O&M; uno muestra el estado operativo de la tarjeta OBIF2 y el otro muestra el estado de la XLAM.

Las funciones de la XLAM son terminar las conexiones de alarma externas y pueden ser programadas para alarmas abiertas o cortas. Soporta ocho alarmas externas algunas características principales para las alarmas de los puertos se muestran en la tabla 3.4. Número de unidades: 0-1

**Tabla 3.4 Alarmas externas**

<b>Alarm Input Port Details</b>	<b>Characteristics</b>
Number of input ports	8
Logical 0	Closed <2 k $\Omega$
Logical 1	Open >100 k $\Omega$
Maximum current sourced from port interface	2.0 mA
Maximum voltage sourced from port interface	5 V

- **OIL.** La conexión entre la RBS y los RRUs es realizada por una Interfaz Óptica de Enlace (OIL). Varias longitudes diferentes están disponibles: 1, 5, 10, 20, 50, 70, 100, 150, 250, 350 y 500 m así como 0.5 LC para cables de conexión de SC. La OIL debe tener cero dispersión en el rango de longitud de onda 1302-1322 nm.

Para mayores distancias entre la RBS y el RRU existe una red de transmisión de fibra óptica, como la fibra oscura puede ser usada para incrementar el tamaño total de la OIL. Los jumpers de cable para esta interfaz pueden ser utilizados para hacer conexiones a la red de transmisión de fibra óptica. La máxima longitud que se puede tener en estos casos es de 15 Km, siempre y cuando la pérdida de inserción adicional causada por la conexión sea inferior a 2 dB.

Es importante que la fibra óptica tenga un retardo fijo y que la diferencia en el tiempo transcurrido entre el uplink y el downlink en las fibras sea menor a 8 ns los cuales corresponden a una diferencia de longitud de menos de 1.5 m.

El retardo total para la conexión completa de OIL debe ser inferior a 75 µs en cada dirección, ésta corresponde a la fibra de 15 km por direccionamiento, con una pérdida óptica máxima permitida de 12.5 dB.

Los escenarios de conexión soportados entre una RRU y una MU se muestran en la figura 3.2

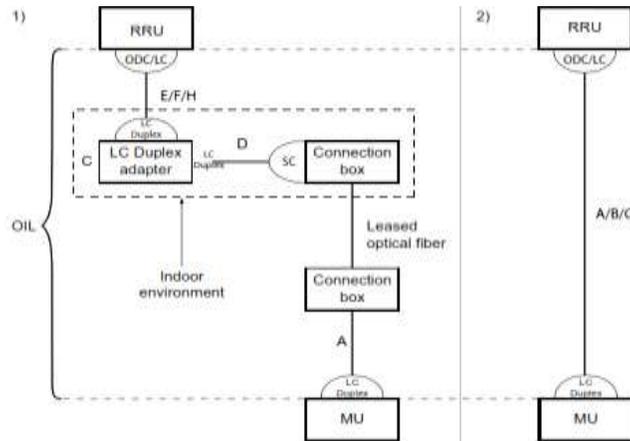


Figura 3.2 Interfaz óptica de enlace

La selección de cables que se pueden utilizar en la creación de la conexión OIL se muestra en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Interfaz óptica de enlace

Position	Description	Product number
A	OIL cable for RRU11	TSR 899 115/[n] <sup>(1)</sup>
B	OIL cable for RRU 22	TSR 899 113/[n] <sup>(1)</sup>
C	LC duplex adapter	RNT 992 22/4
D	LC to SC patch cord	TSR 899 121/00500
E	RRU 11 jumper	TSR 899 071/[n] <sup>(1)</sup>
F	RRU 22 jumper	TSR 899 113/01000
G	OIL cable for RRUW 01	RPM 253 3577/[n] <sup>(1)</sup>
H	RRUW 01 jumper	RPM 253 3877/5000

### 3.2 Interfaces de conexión

Este subcapítulo contiene información acerca de las interfaces de la RBS, estas interfaces de conexión se muestran en la figura 3.3, en la tabla 3.6 (Página siguiente) podemos ver las interfaces mientras que en la tabla 3.7 (Página siguiente) podemos ver las conexiones internas destinadas si se requiere de ciertas expansiones.

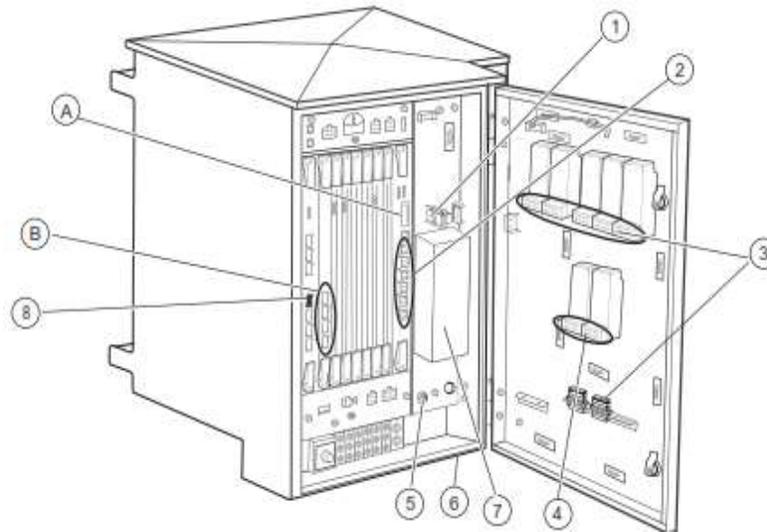


Figura 3.3 Interfaces de conexión

Tabla 3.6 Posiciones de interfaces

Position	Unit
1	Site LAN interface
2	OIL interfaces
3	Transmission connection interfaces
4	External alarm interfaces
5	ESD interface
6	Earth grounding interface (underneath the cabinet)
7	Power interface
8	GPS (optional)

Tabla 3.7 Conexiones internas

Position	Unit
A	External alarm interface
B	Transmission: E1/T1/J1, STM-1 (unchannelized and channelized), E3/T3, or Ethernet

- **Interfaz de sitio LAN incluyendo O&M.** Esta interfaz es utilizada para comunicarse con el RBS Element Manager (RBS EM) esta interfaz se muestra en la figura 3.4.

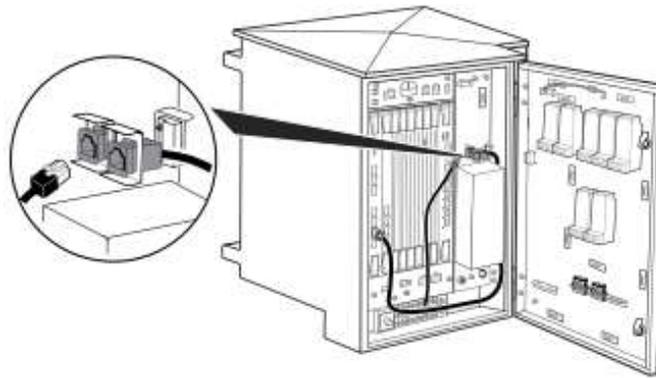


Fig. 3.4 Interfaz de sitio LAN

El cable que se proporciona para conectarse a esta interfaz debe de tener una protección contra sobrevoltaje.

- **Interfaz OIL.** La interfaz OIL (Optical Interface Link), lleva señales de tráfico y tiempo entre la RBS y cada RRU. Los cables de OIL otorgan enrutamiento de la tarjeta OBIF2 a través de los módulos de botones para cables sellados, como se muestra en la figura 3.5

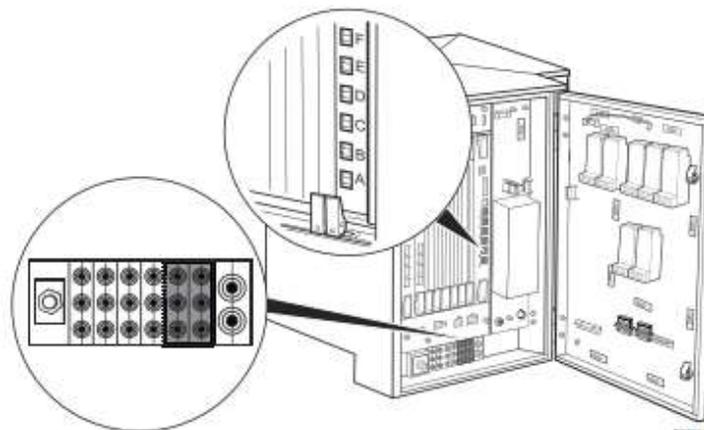


Fig. 3.5 Interfaz OIL

- **Interfaces de transmisión.**  
Hay 3 formas de conectar la transmisión:
  1. Transmisión Eléctrica (E1, T1, J1, E3, T3)
  2. Transmisión Óptica (STM-1 canalizado y sin canalizar)
  3. Transmisión por Ethernet (Óptica o Eléctrica con las tarjetas ET-MFX)

Los puertos para la transmisión de la RBS están protegidos por módulos OVP ubicados en la puerta del gabinete.

La información básica para las opciones disponibles de transmisión de la RBS las podemos observar en la tabla 3.8 (Página siguiente).

**Tabla 3.8 Información básica para las opciones disponibles de transmisión de la RBS 3518**

Transmission Standard	Transmission Capacity	Cable Impedance	Cable Type	Physical Layer
E1	2.0 Mbps	120 $\Omega$ twisted pair	Balanced lines	ETSI G.703 & G.704 / G.703 (ITU-T)
		75 $\Omega$	Coaxial	G.703 (ITU-T)
T1	1.5 Mbps	100 $\Omega$ twisted pair	Balanced lines	ANSI T1.403 / G.703 (ITU-T)
E3	34Mbps	75 $\Omega$	Coaxial	ITU G.703 / G.704
T3	45Mbps	75 $\Omega$	Coaxial	ANSI G.703 / G.704
J1	1.5 Mbps	100 $\Omega$ twisted pair	Balanced lines	Japan JT-I.431a / G.703
	1.5 Mbps	110 $\Omega$ twisted pair	Balanced lines	Japan JT-G.703 & JT-G.704 / G.703
STM-1 (unchannelized)	155 Mbps	-	Single mode optical fiber	G709/S1.1
Ethernet (electrical)	10/100/1000 Mbps	100 $\Omega$ , twisted pair	Balanced lines	IEEE 802.3-10/100/1000Base-T
Ethernet (optical)	1000 Mbps	Max attenuation 0.5 dB/cablage	Optical fibre	Depending on SFP connector: IEEE 802.3-1000 Base-SX IEEE 802.3-1000 Base-LX IEEE 802.3-1000 Base-LX10 IEEE 802.3-1000 Base-LX40 IEEE 802.3-1000 Base-ZX

- **E1/T1/J1, STM-1, E3/T3, Ethernet**, La interfaz de conexión que está en
- **E1/T1/J1, STM-1, E3/T3, ethernet**. La parte inferior de la RBS está equipada con una placa de módulos para el sellado de cables, cada módulo está destinado para sellar tres cables.

Como los cables que se utilizan pueden ser de diferentes diámetros es posible cambiar el diámetro del orificio de cada módulo, esta interfaz se muestra en la figura 3.6.

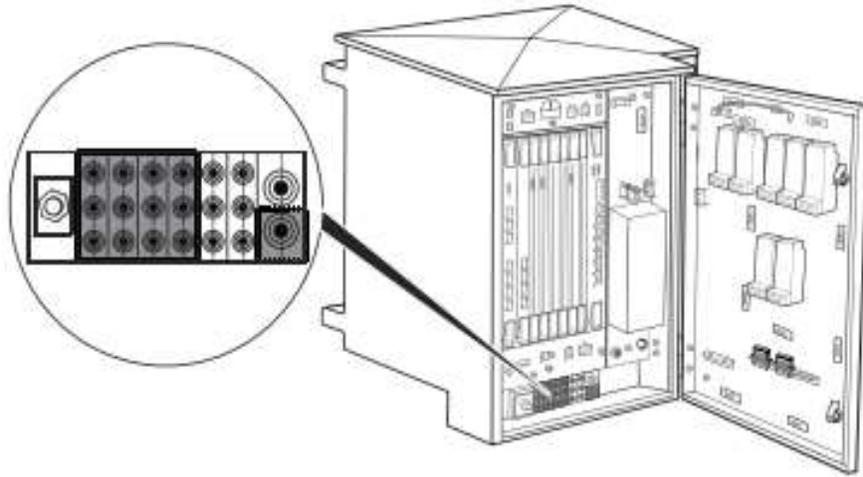


Figura 3.6 Interfaz E1/T1/J1, STM-1, E3/T3, Ethernet.

- **Interfaz para alarmas externas.** La interfaz de alarma externa es un rack como se muestra en la figura 3.7 Dos módulos OVP se utilizan para que las alarmas externas estén disponibles.

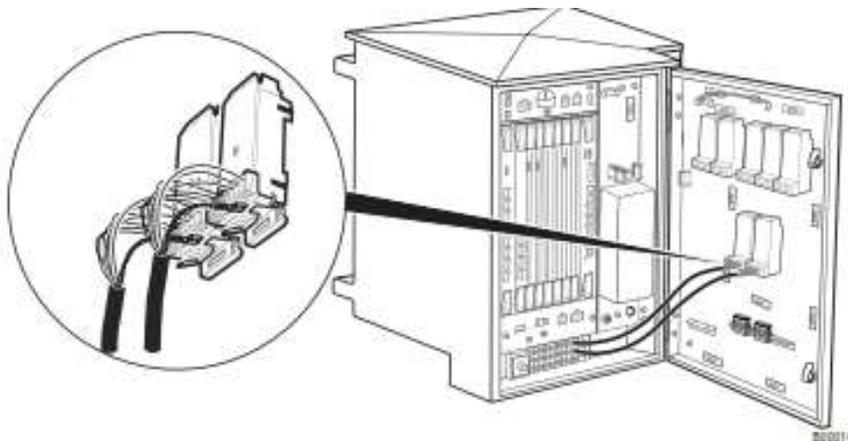


Figura 3.7 Interfaz para alarmas externas.

- **Interfaz para descarga electrostática (ESD)** Esta interfaz ESD otorga un punto de conexión para la pulsera ESD protegiendo las tarjetas y las unidades principales de un daño por descarga electrostática de cualquier persona que trabaje con ellas, esta interfaz se muestra en la figura 3.8 Página siguiente.

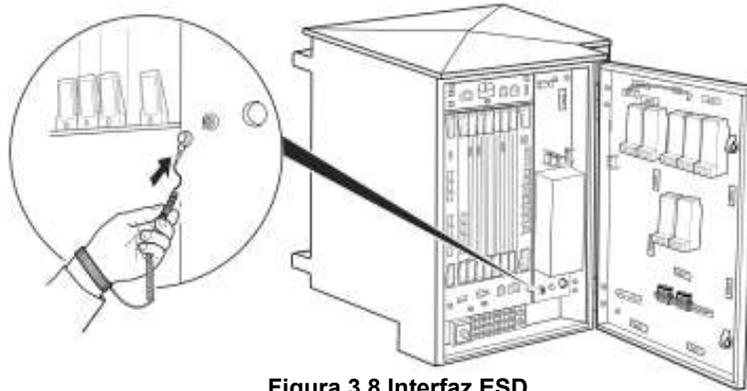


Figura 3.8 Interfaz ESD

- **Interfaz de conexión a tierra.** Es una conexión de punto a tierra para aterrizar la RBS y se muestra en la figura 3.9

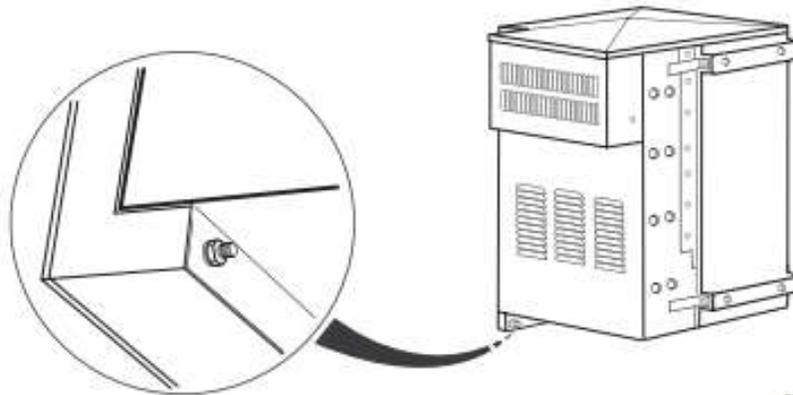


Figura 3.9 Interfaz de conexión a tierra.

- **Interfaz de energía.** La interfaz de energía acepta cables con una área de sección transversal de hasta 4 mm<sup>2</sup>, y se recomienda un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup>. La alimentación está conectada a la PDU a través de la SPD y los campos de conexión en la SPD están cubiertos como se muestra en la figura 3.10

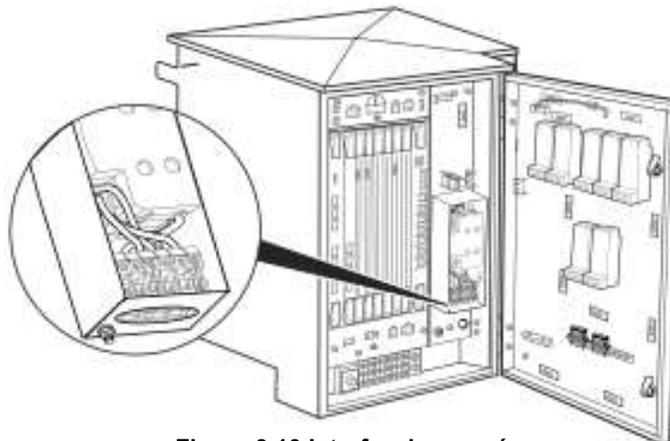


Figura 3.10 Interfaz de energía

- **Interfaz de la unidad de GPS.** La RBS puede ser conectada a una unidad de GPS que es utilizada para ajustar el tiempo de sincronización de la RBS. Para conectar la RBS con el GPS enrutar el cable de conexión a través del módulo de sellado en la parte inferior, y luego se conecta a la CBU como se muestra en la figura 3.11

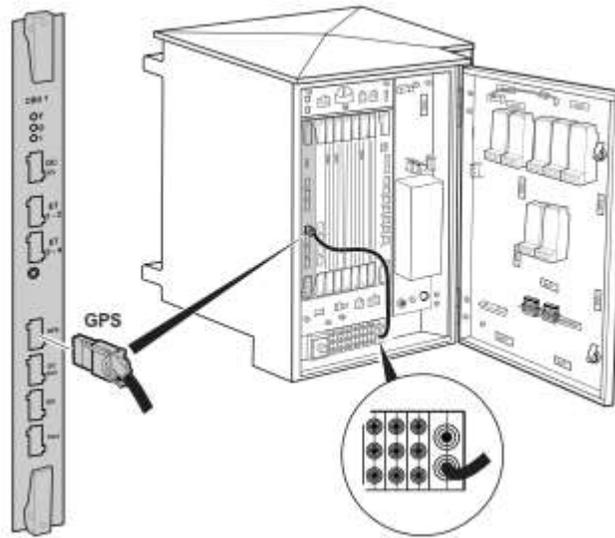


Figura 3.11 Interfaz de la unidad de GPS

### 3.3 El sistema de clima de la RBS

El sistema de clima es otorgado por una unidad interna de control climático en la RBS la cual tiene las siguientes capacidades:

- Arranque autónomo en frío con calefacción automática
- Apoyo a la calefacción durante el funcionamiento en frío
- Enfriamiento con aire forzado de las unidades
- Protección del medio ambiente por el intercambiador de calor y ventilador de bucle externo, que protege a la unidad del ambiente exterior por ejemplo; humedad, arena, polvo, sal, etcétera.

El sistema de clima consiste en los componentes mostrados en la figura 3.12 y que están detallados en la tabla 3.9.

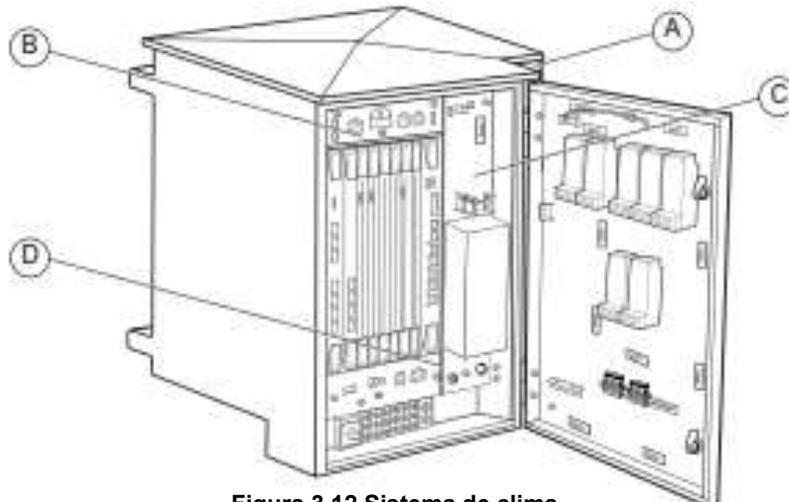


Figura 3.12 Sistema de clima.

Tabla 3.9 Componentes del sistema de clima

Position	Unit
A	External fan unit
B	Internal Fan Unit, controlling the heaters during cold start, and cold operation
C	Heat Exchanger (HEX)
D	Heaters

### 3.3.1 Unidad de ventilación externa

El ventilador externo hace circular el aire exterior hacia la cara exterior intercambiando el calor del ambiente.

- **Unidad de ventilación interna.** Como su nombre lo indica esta unidad hace circular en aire interior del gabinete
- **Intercambiador de calor y calentadores.** El intercambiador de calor transfiere el calor a la parte exterior de la carcasa. El calentador proporciona calor para el clima en el interior del gabinete cuando sea necesario.

### 3.3.2 Sistema de alimentación

La alimentación para la RBS y para los RRU's pueden ser suministrados por diferentes sistemas, si es necesario para los sitios con distancias cortas entre los RRUs y la RBS es recomendable utilizar el mismo sistema de alimentación para ambos.

Los requisitos de alimentación se describen en la tabla 3.10 y en la tabla 3.11.

**Tabla 3.10 Requerimientos del suministro de energía de corriente DC**

Description	RBS 3518
Nominal voltage	-48 V DC
Operating voltage range	-40 to -57.6 V DC
Non-destructive range	0 to -60 V DC

**Tabla 3.11 Requerimientos del suministro de energía de corriente AC.**

Description	Requirement
<b>Normal Voltage Range</b>	<b>Tolerance Range</b>
100-250 V AC	90-275 V AC
Connection	Phase-Neutral, Phase-Phase
Frequency range	45-65 Hz
Voltage harmonics (THD)	< 10 % at full load
Shut-off allowance	At over-voltage <sup>(1)</sup> and under-voltage <sup>(2)</sup> level.
Inrush current peak	< 30 A
Inrush current duration	< 30 ms

(1) Alarm raised at 310±10 V, ceased at 290±10 V (phase voltage).

(2) Alarm raised at 70±5 V, ceased at 85±5 V (phase voltage).

- **Fusibles y circuitos de "Breaker"**. Esta sección contiene información sobre los fusibles recomendados y circuitos interruptores.

Las recomendaciones dadas en esta sección se basan en las potencias pico de consumo y no dan ninguna información sobre el consumo de energía durante el funcionamiento normal de operación.

Una de las características es que la RBS se ha incorporado en la clase 1 (Tipo 1), el Dispositivo de Protección contra Sobretensiones (SPD) protege al equipo en caso de rayos transitorios en la red. El fusible recomendado y la capacidad del circuito de interrupción esta dimensionada para no disparar

el fusible en caso del funcionamiento del SPD. Si el tamaño del fusible recomendado no está disponible un mayor tamaño debe de ser utilizado.

El tipo de fusible recomendado es el am-gL-gG de conformidad con el IEC 60269-1. Los interruptores automáticos deben cumplir con por lo menos en la curva 3 características de disparo de acuerdo con la norma IEC 609 34.

La tabla 3.12 muestra las recomendaciones para los fusibles y los interruptores automáticos para la MU de la RBS.

**Tabla 3.12 Recomendaciones para los fusibles y los interruptores automáticos para la MU de la RBS.**

RBS Type	Minimum Fuse Rating (A) <sup>(1)</sup>	Fuse Rating Recommended for Reliable Operation (A) <sup>(2)</sup>	Maximum Allowed Fuse Rating (A) <sup>(3)</sup>
MU DC-powered	25	32 <sup>(4)</sup>	32 <sup>(4)</sup>
MU AC-powered	7	32 <sup>(4)</sup>	32 <sup>(4)</sup>

(1) The minimum fuse rating corresponds to peak load occurring e.g. during initial battery charging. These fuse sizes can only be used if it is acceptable that fuses trip due to lightning or network transients. Selectivity is not granted.

(2) The recommended fuse rating take into account that external fuses are not to trip due to lightning or network transients. For an RBS with an internal fuse or circuit breaker, selectivity is granted.

(3) An absolute maximum fuse class in accordance with RBS design restrictions.

(4) If a circuit breaker is used, 40 A Curve C is applicable.

- **Consumo de energía.** Los consumos de energía para la MU y el AC de la RBS. Se muestra en la tabla 3.13 Las cifras de consumo que se muestran en esta sección se refieren a la operación normal durante el tráfico.

**Tabla 3.13 Consumo de energía de la radiobase**

Unit <sup>(1)</sup>	Typical Power Consumption	High-Load Power Consumption
MU (DC)	0.10 kW	0.15 kW
MU (AC)	0.11 kW	0.17 kW

(1) Minimum equipped

Los valores típicos de consumo de energía SSE basan en una distribución de la temperatura anual para la zona climática de Frankfurt (Alemania). El equipo opcional no está incluido en este estudio.

- **Alarmas.** Las alarmas externas son especificadas por el cliente, la RBS está provista con ocho entradas para alarmas externas, para uso específico del cliente, además de estas ocho tiene una alarma en la puerta.

Una alarma puede ser activada por dos condiciones sobre la base de la configuración del usuario:

- Condición de bucle cerrado, lo que significa que la alarma se activa cuando un interruptor abierto está cerrado.
- Condición de bucle abierto, lo que significa que la alarma se activa cuando un interruptor cerrado se abre (estado por defecto de alarma).

El cliente puede configurar las condiciones de la configuración.

### 3.3.3 Normas, reglamentos y confiabilidad

Este subcapítulo contiene una breve descripción de las normas, de homologación, y compatibilidad electromagnética.

- **Normas de seguridad** De acuerdo con las exigencias del mercado, la RBS cumple con las siguientes las normas de productos de seguridad:
  - 73/23/EEC Low Voltage Directive.
  - Code of Federal Regulation 21 CFR 1040.10 and 1040.11.
  - EN 60950-1 / IEC 60950-1:2001 and IEC 60 950:1999.
  - EN 60215 / IEC 60215:1987.
  - ANSI/UL 60 950-1 / CSA C22.2 No.60950-1-03.
  - IEC 60825-1 / EN 60825-1.
- **Otras normas y regulaciones** El producto está marcado para demostrar el cumplimiento con las normas de seguridad de los productos.
- **Normas de homologación.** La RBS cumple con los requisitos de la Comunidad Europea en relación con el rendimiento de la radio. El producto lleva la marca CE para demostrar el cumplimiento con los requisitos legales de la región correspondiente.

- **EMC.** La RBS cumple con los requisitos de la Comunidad Europea en relación con la Compatibilidad Electromagnética (EMC). El producto lleva la marca CE para demostrar el cumplimiento con los requisitos legales de la región correspondiente.
- **Confiabilidad.** El tiempo, medio entre fallos (MTBF) de RBS es igual o mayor de 12.6 años a 25 ° C. Las siguientes condiciones de mantenimiento preventivo debe deben cumplirse para garantizar la fiabilidad de la RBS. Los ventiladores deben de ser inspeccionados cada año, para su limpieza y se recomienda que se cambien los ventiladores cada 5 años.

**En los siguientes subcapítulos se describen la instalación indoor con equipo de marca china correspondiente a otro operador telefónico.**

### 3.4 Instalación APM30 (Gabinete outdoor)

La información presentada en este estándar de instalación cubre una configuración tipo para el proyecto 3G. Este deberá utilizar en cada instalación en conjunto con la ingeniería de proyecto autorizada.

El APM30 proporciona los siguientes beneficios en estaciones base distribuida (DBS),

- Suministro de -48VDC
- Facilidad para instalación de equipo de transmisión
- Protección de energía mediante banco de baterías

#### 3.4.1 Elementos componentes del APM30

El gabinete APM30 está compuesto de tres partes (en orden ascendente):

- Base (distribución de cableado y fijación principal del APM30) IBBS200D
- Gabinete de baterías (el número de baterías dependerá de las tecnología a instalar)
- APM30H Gabinete de equipo (gabinete de la DBS3900)

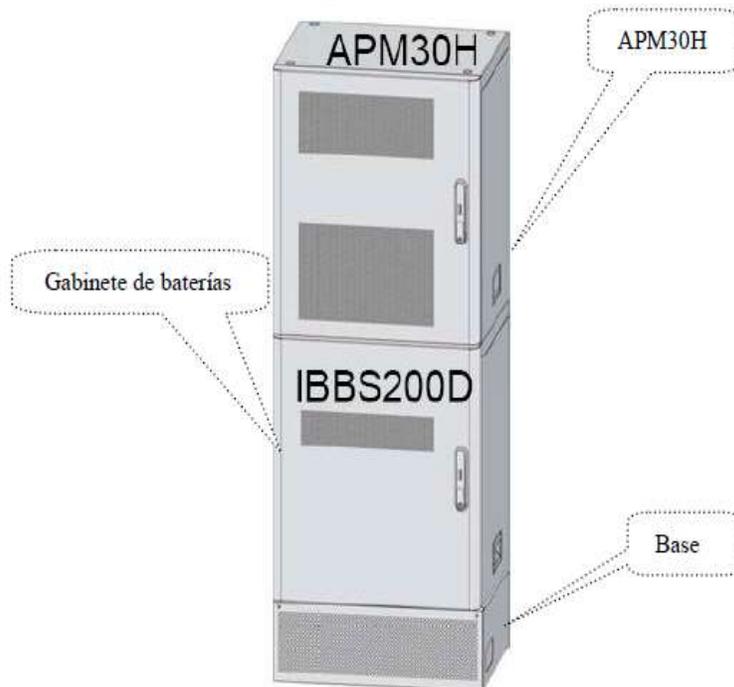


Figura 3.13 Componentes APM30

El sistema APM30 realiza las siguientes funciones:

- Administración de baterías
- Monitoreo y comunicación del sistema de energía
- Unión al sistema de tierras

### 3.4.2 Fijación y montaje de base APM30

- Verificar que las dimensiones de la base del APM30, permiten la instalación en la ubicación designada por ingeniería. Figura 3.14

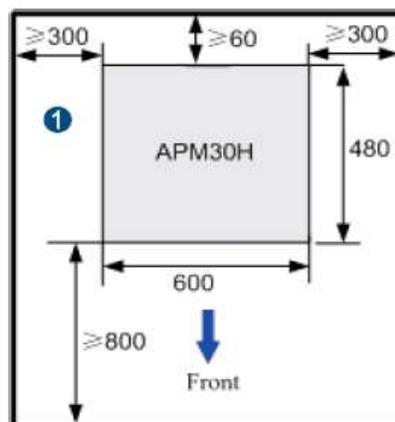


Figura 3.14 Dimensiones mínimas necesarias para montaje de APM30

- Colocar base del APM30 en la ubicación en la plancha de concreto designada en la Ingeniería.
- Marcar las perforaciones en la plancha según las dimensiones de la base.
- Usando una broca de  $\frac{1}{4}$ " realizar las guías en el piso sobre las marcas. Perforar el concreto sobre las marcas a 2" de profundidad utilizando una broca acorde al taquete expensor. Figura 3.13



Figura 3.13 Montaje base APM30

- v. Sobre la base del APM30 presentada, insertar los taquetes de 3/8" en las perforaciones. Retirar los tornillos.
- vi. Revisar nivel horizontal de la base, utilizando nivel.
- vii. Apretar los tornillos con matraca/dado.
- viii. Retirar cubierta frontal.

### 3.4.3 Montaje de gabinete de baterías

- i. Colocar gabinete de baterías en base de APM30, haciendo coincidir las perforaciones.
- ii. Introducir y apretar tornillos sobre protectores contra agua del gabinete de baterías. Figura 3.14

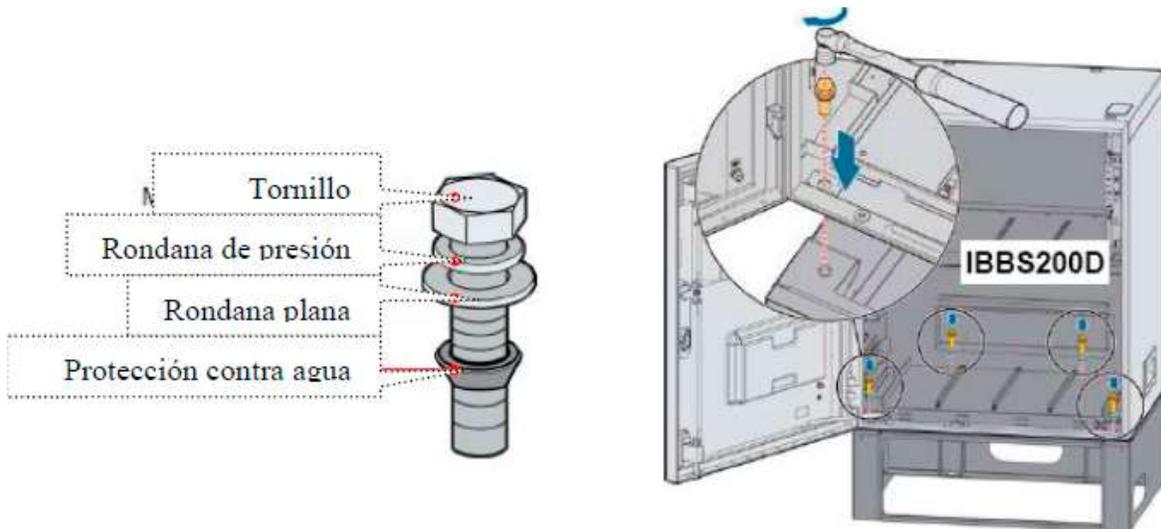


Figura 3.14 Montaje de banco de baterías

### 3.4.4 Montaje de APM30

- i. Abrir la puerta del gabinete de baterías y aflojar los tornillos de las placas protectoras, quitar las placas.
- ii. Reemplazar las placas protectoras con las placas de acceso y sellar las placas de acceso.
- iii. Remover sellos protectores de gabinete APM30.

- iv. Montar APM30 sobre gabinete de baterías. Asegurar estabilidad. Figura 3.15.



Figura 3.15 Vista final APM30

### 3.4.5 Conexión de APM30 al sistema de tierras

- i. Conectar dos puesta a tierras de acuerdo al diagrama de la Figura 3.16

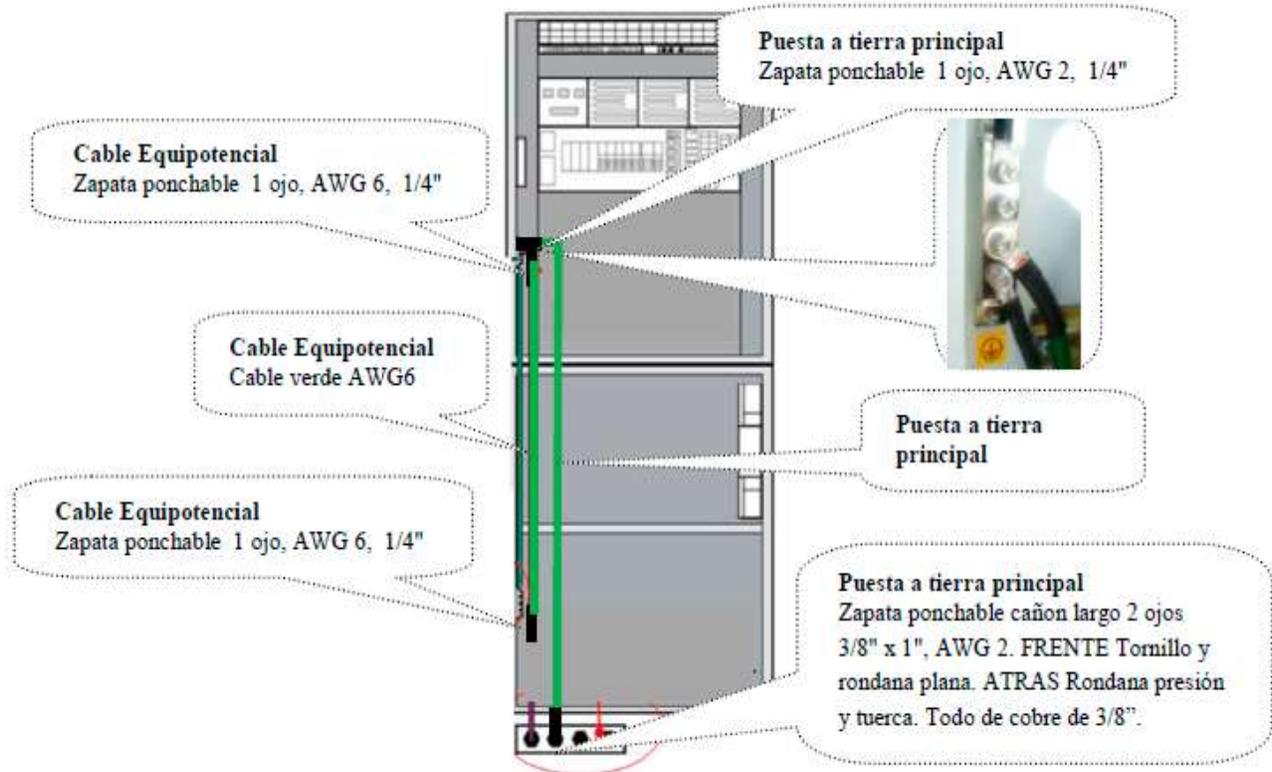


Figura 3.16 Conexión de APM30 al sistema de tierras

- ii. Quitar de 23 a 25mm del recubrimiento plástico de los cables NEGRO y ROJO AWG6 en la otra punta. Tener cuidado de no dañar el conductor de cobre del cable. Preparar puntas con zapatas ponchables AWG6. Figura 3.17

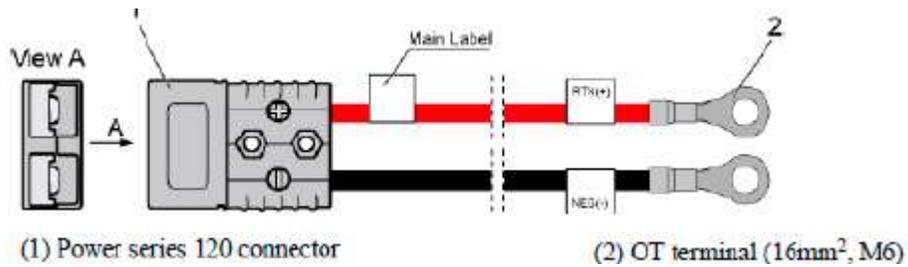


Figura 3.17 Distribución final cable poder baterías

- iii. Conectar en el gabinete de baterías en el bus ubicado del lado derecho (BAT), cable negro NEG (-) y cable rojo RET (+). Figura 3.18

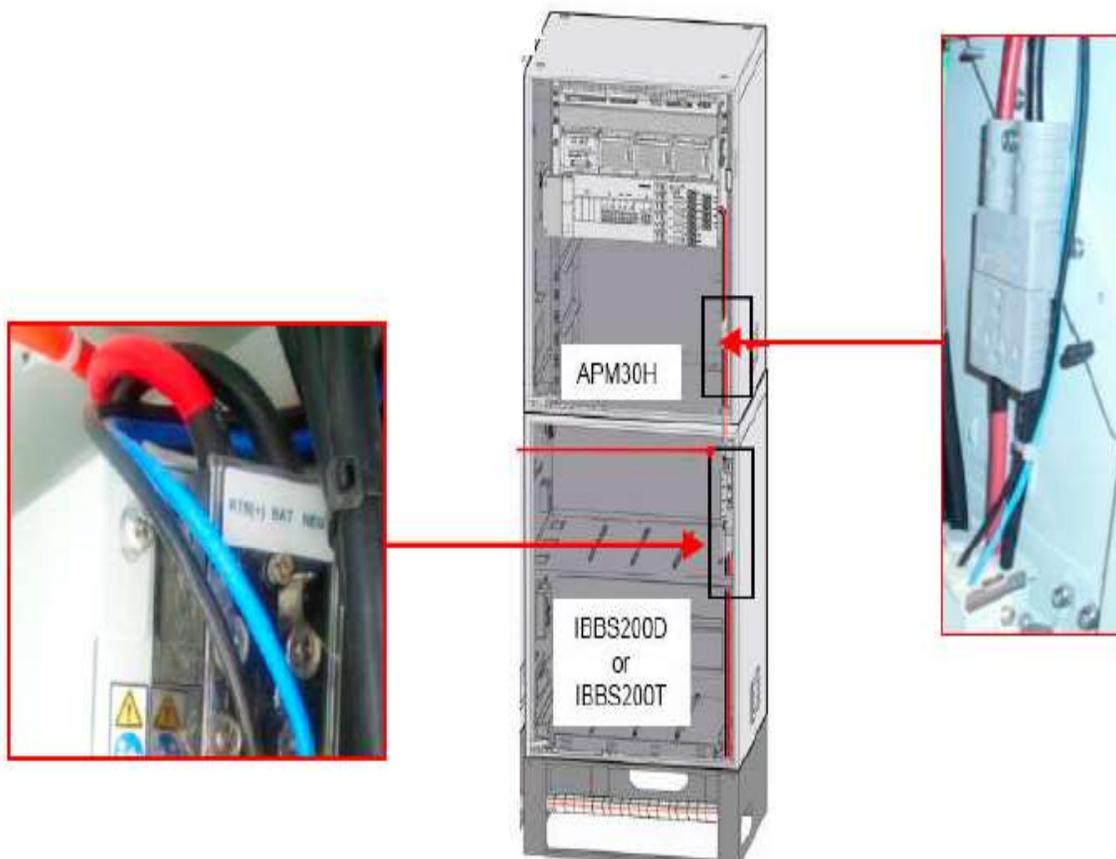


Figura 3.18 Interconexión cable de poder de baterías a bus de APM30

### 3.4.6 Montaje de banco de baterías

- i. Montar una a una las 4 baterías del banco de baterías inferior en el gabinete de baterías.
- ii. Realizar interconexión de baterías de acuerdo al orden de la Figura 3.19

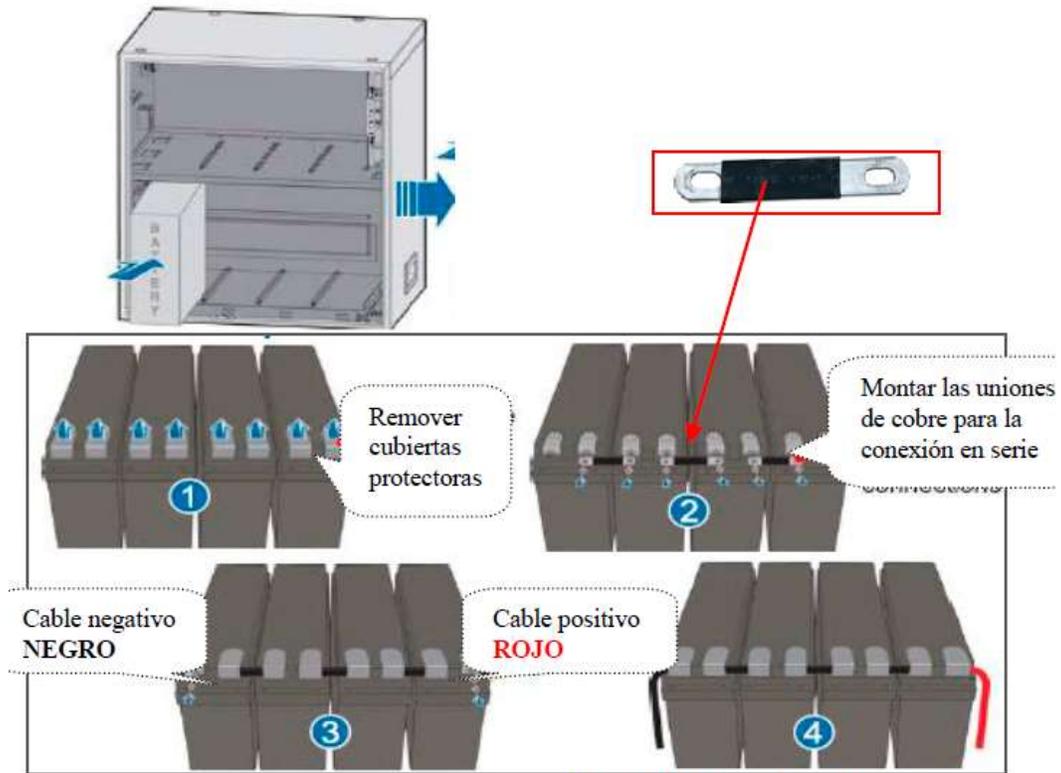


Figura 3.19 Montaje banco de baterías



Figura 3.20 Banco de baterías

### 3.5 Alimentación eléctrica al APM30

- i. Distribuir por las preparaciones en la plancha de concreto correspondientes el cableado de alimentación entre el APM30 y centro de carga asignado en ingeniería.
- ii. Del lado del APM30, retirar cubierta de protección, abrir el compartimento de alimentación.
- iii. Preparar cable de alimentación con zapata ponchable 1 ojo, AWG10 1/4" y Termocontráctil negro en el cañón y 1cm de la porción plástica. Conectar de acuerdo a la distribución de la Figura 3.21.

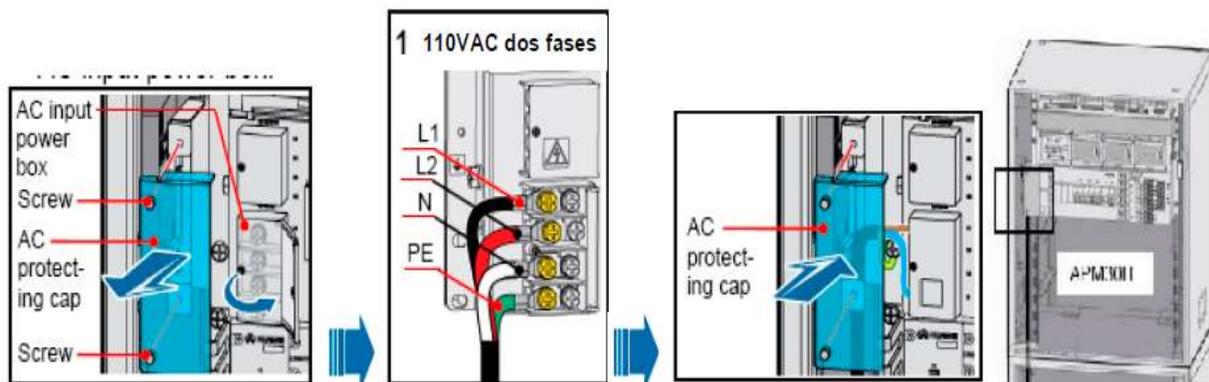


Figura 3.21 Proceso conexión alimentación APM30

- iv. Colocar cubierta de protección.
- v. Del lado del centro de carga, conectar en la pastilla asignada e identificada en ingeniería.

### 3.6 Tarjetas, elementos y cableado APM30 y gabinete de baterías

La figura 3.22 muestra los elementos que componen el gabinete principal APM30. Página siguiente.

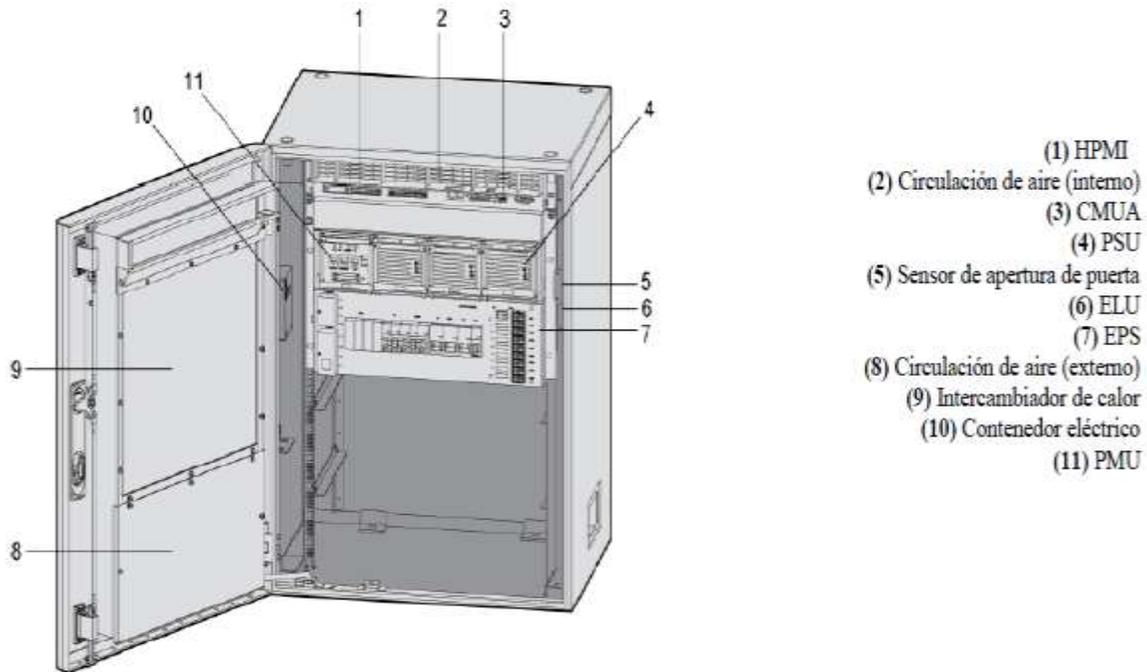


Figura 3.22 Elementos APM30

La figura 3.23 muestra el cableado distribuido necesario para la correcta del APM30.

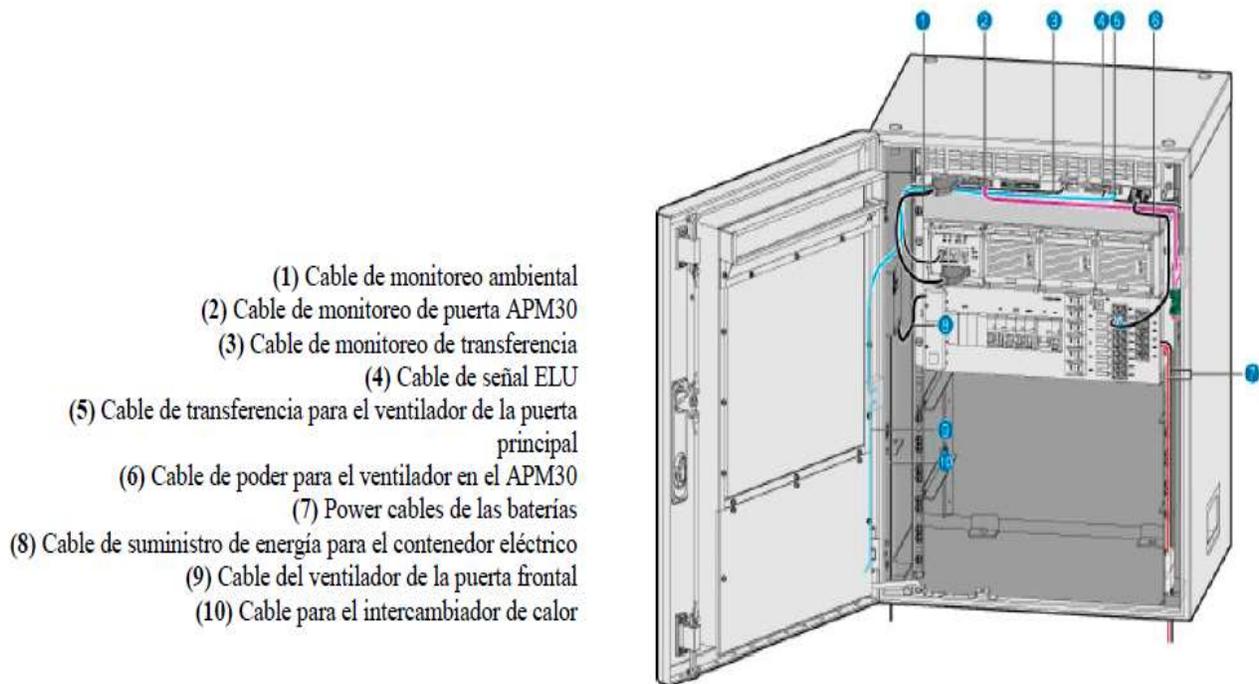


Figura 3.24 Cableado APM30

La figura 3.25 muestra las partes principales del gabinete de baterías.

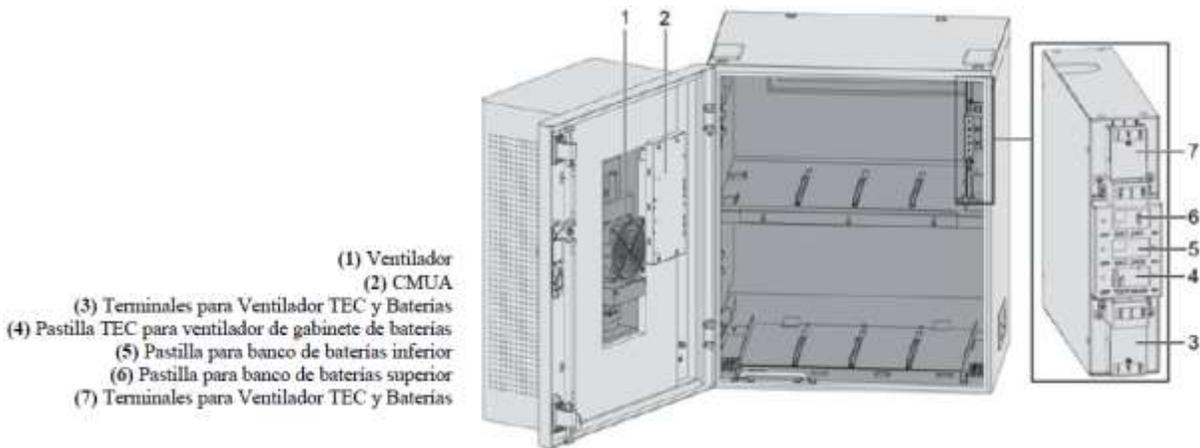


Figura 3.25 Gabinete de baterías

### 3.7 Rutina POWER-ON

La siguiente rutina muestra el procedimiento para el correcto encendido del equipo APM30.

- i. Encender pastilla de baterías en el gabinete de baterías.
- ii. Encender pastilla en centro carga asignado por ingeniería.
- iii. Medir voltaje en L1, L2, y N en pastilla del centro de carga. 110VAC a 120VAC (una fase) y 200VAC a 240VAC (dos fases).
- iv. Medir voltaje en L1, L2, y N de la entrada de VAC en el APM30. Figura 3.26

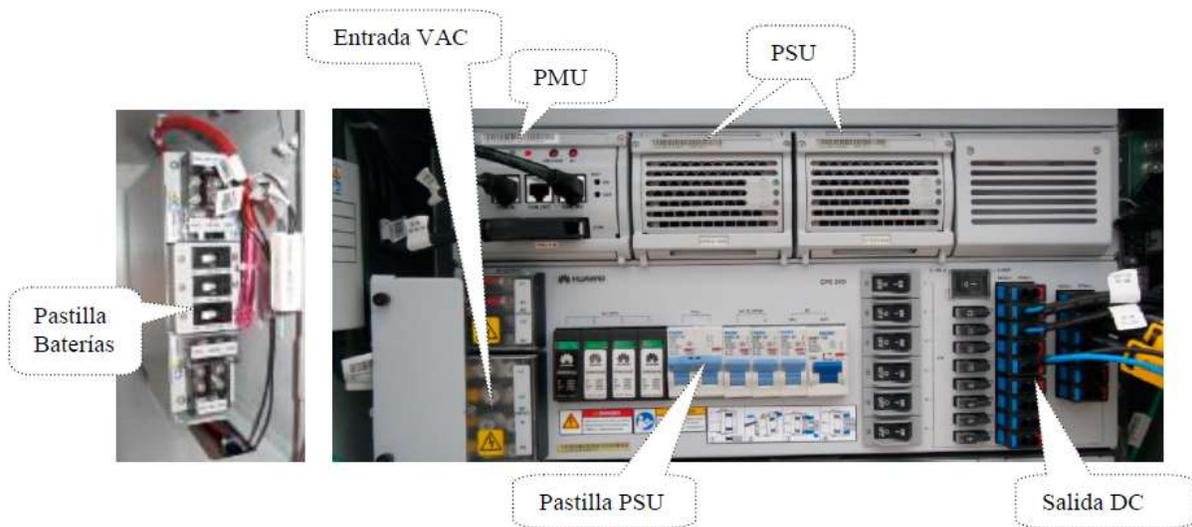


Figura 3.26 Elementos de la rutina POWER ON

- v. Encender pastilla en el PSU del EPS01D.
- vi. Revisar estado de LEDs en el PMU/PSU. PMU: RUN LED: 0.25s ON, 0.25s OFF, ALM LED: OFF PSU: RUN LED: POWER INPUT LED: ON Fijo, PROTECTION LED: OFF, FAULT LEAD: OFF
- vii. Encender pastilla correspondiente del OUTPUT de DC y medir voltaje en terminales de salida. El rango tolerado es -40V hasta -60V.
- viii. Apagar pastilla en el PSU del EPS01D.
- ix. Confirmar que el la salida de energía DC, se mantiene gracias a la energía de respaldo del banco de baterías. Medir voltaje en terminales de salida. El rango tolerado es -40V hasta -60V.
- x. Distribuir y conectar el cable UTP de monitoreo entre en el puerto COM\_485 del PMU y el COM\_IN de la puerta del gabinete de baterías.

Figura 3.27

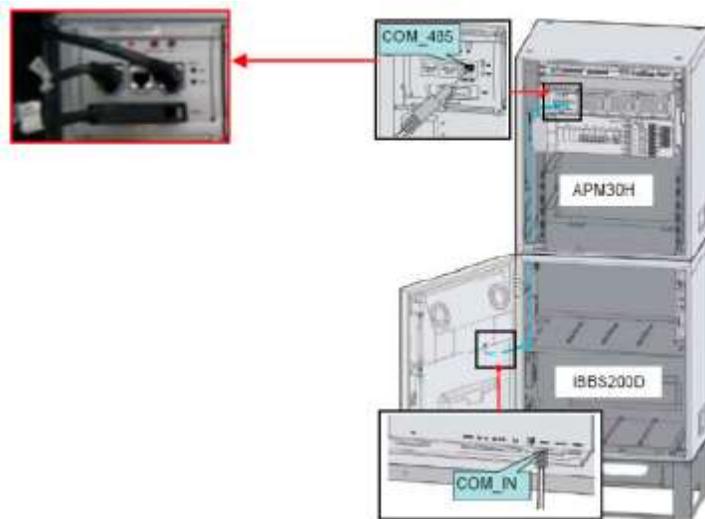


Figura 3.27 Monitoreo Puerta

### 3.7.1 Distribución estación de base distribuida con APM30

El APM30 como estación base distribuida, proporciona a un sistema RF (antena + RRU), monitoreo y distribución de energía para operación, respaldo, señalización y monitoreo de alarmas principales. Figura 3.28.

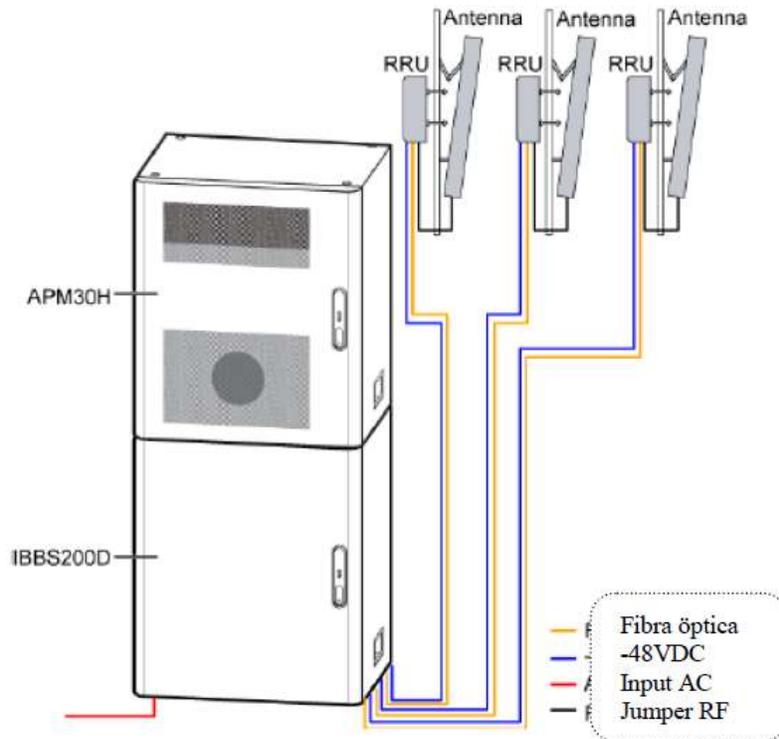


Figura 3.28 Distribución DBS mediante APM30

### 3.7.2 Equipamiento

#### Montaje BBU

- i. Utilizando los tornillos incluidos, montar BBU en la posición inmediata inferior al EPS. Figura 3.29

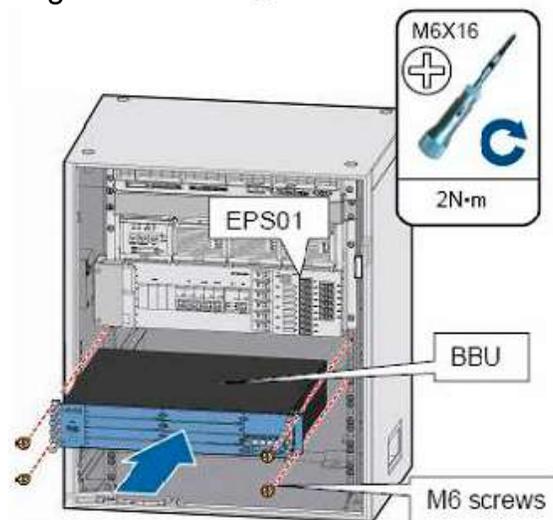


Figura 3.29 Fijación BBU en APM30

### Cable de energía BBU

- i. Utilizando el conector prefabricado y preconectado en LOAD1 del EPS, ajustar en la otra punta el conector 3V3 en el puerto PWR de la tarjeta UPEU de la BBU. Figura 3.30

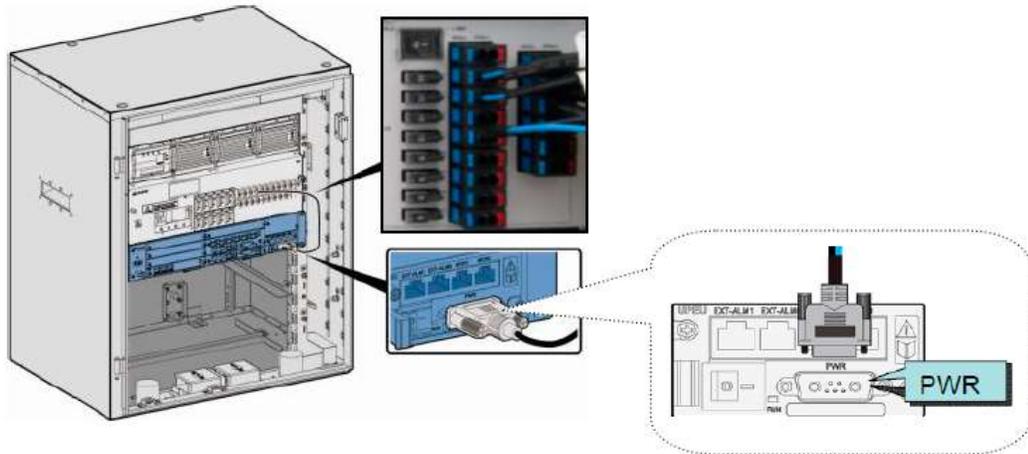


Figura 3.30 Alimentación BBU

### Cable de monitoreo

- i. Utilizando el conector prefabricado y preconectado en COM\_IN, conectar la otra punta RJ45 en el puerto MON1 de la tarjeta UPEU de la BBU. Figura 2 3.31

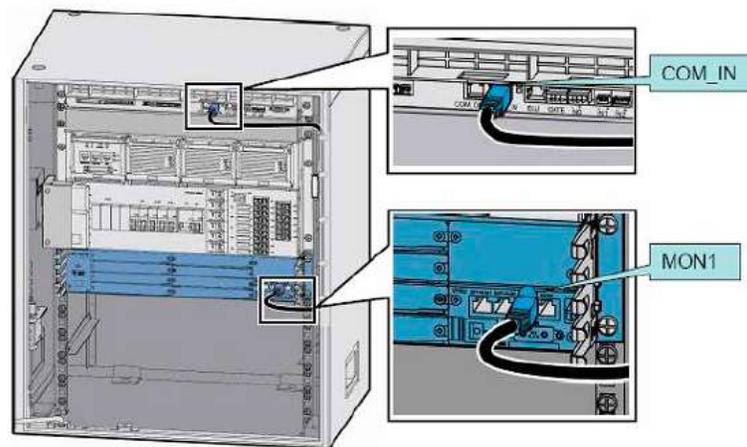


Figura 3.31 Cable Monitoreo entre la CMUA y BBU

### 3.8 Instalación de cables de RRU

#### Fibra óptica - CPRI

- i. Montar los transceiver en los puertos eSFP de la tarjeta WBBP de la BBU.

Figura 3.32

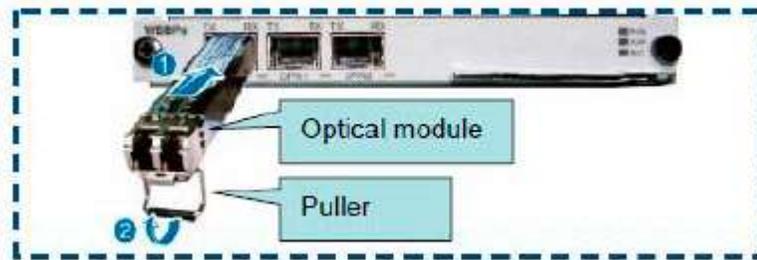


Figura 3-32 Transceiver en WBBP

- ii. Conectar en los puertos CPRI de la WBBP, conectar el tramo largo de fibra del lado del APM30 y el tramo corto de fibra del lado de la RRU. Figura 3.33

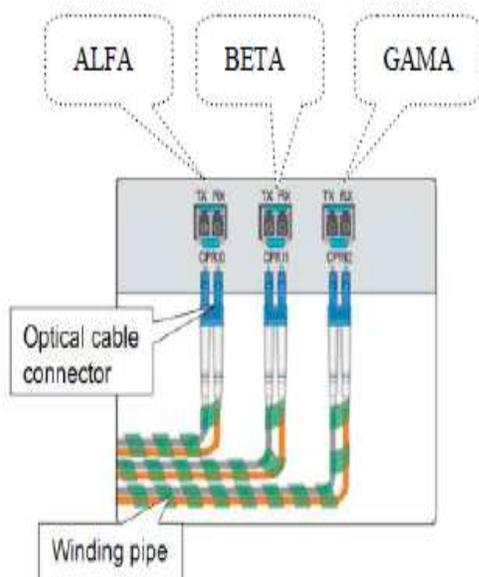


Figura 3.33 Distribución conexión CPRI

- iii. Colocar cintas de color indicativas del sector en conectores DLC de la fibra óptica.
- iv. Etiquetar cableado de acuerdo a la Figura 3.33

### Cableado DC – RRU

- i. Quitar 25mm de la porción del forro del cable de los cables de DC (tres sectores) cercana a la posición inferior derecha del APM30, con el fin de dejar expuesta la malla del cable.
- ii. Sujetar cableado a la altura de la malla expuesta utilizando el clip de puesta a tierra. Figura 3.34

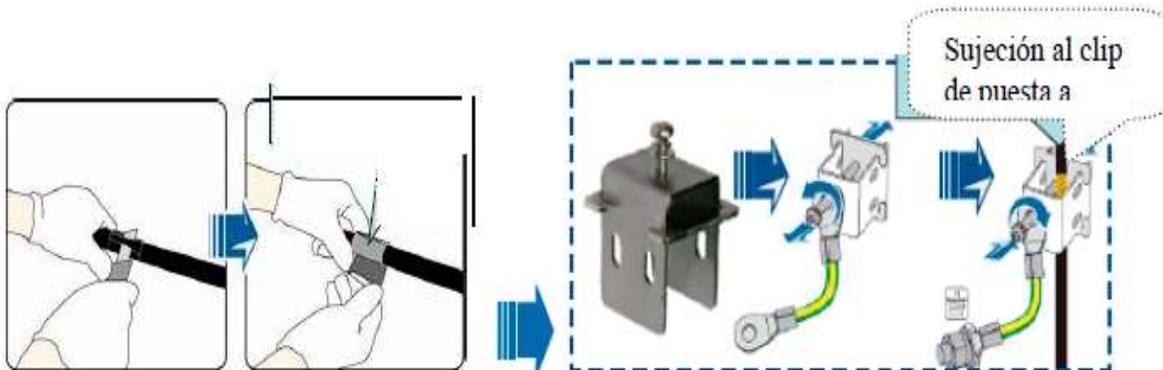


Figura 3.34 Puesta a tierra cableado DC

- iii. Conectar cables de DC en los puertos de salida DC de la EPS (Figura 1-14). El orden de las conexiones se indica en la Figura 3.35

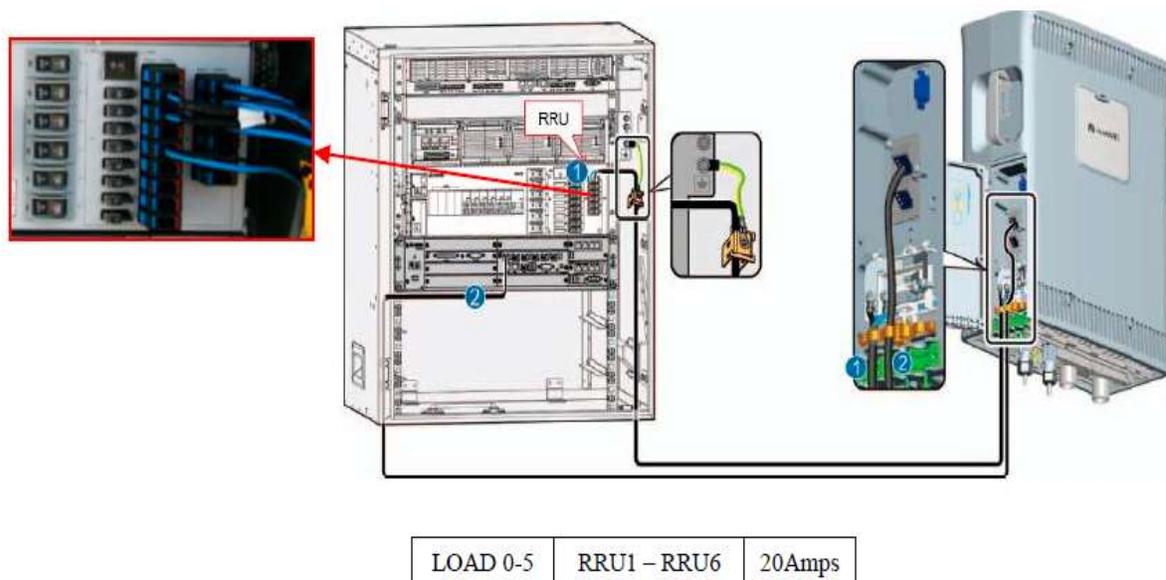


Figura 3.35 Alimentación DC en APM30

iv. Identificar cableado de acuerdo a los parámetros de la Figura 3.36

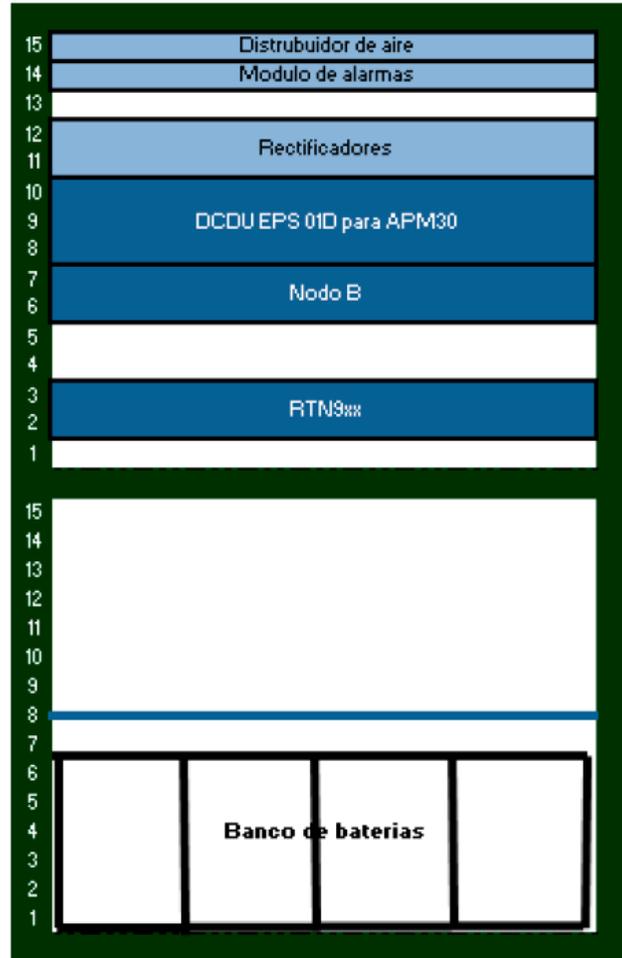


Figura 3.36 Rack layout APM30 y Gabinete de banco de baterías

### 3.9 Etiquetación activo fijo

Para la etiquetación de activo fijo en equipos de Nodo B Outdoor se describe a continuación la posición de las calcomanías de control de inventario de activo fijo Nextel.

El AMP30 consta de 2 gabinetes que conforman la radio base, orden en que se etiquetara el activo fijo de un gabinete Figura 3.37, 3.38.

1. Gabinete APM-30 (BBU) (En la puerta parte interior).
2. Gabinete APM-30 (Baterías) (En la puerta parte interior).

3. PMU Banco de baterías.
4. PSU 1 (Rectificador 1).
5. PSU 2 (Rectificador 2).
6. Chasis BBU.
7. RRU-1 (Alfa).
8. RRU-2 (Beta).
9. RRU-3 (Gama).
10. RCU-1 (Alfa).
11. RCU-2 (Beta).
12. RCU-3 (Gama).
13. Antena-1 (Alfa).
14. Antena-2 (Beta).
15. Antena-3 (Gama).

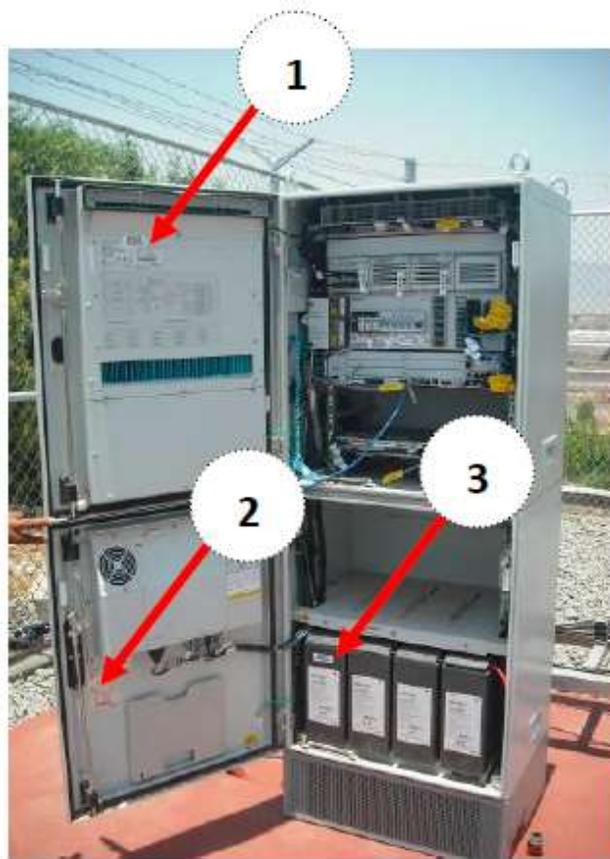


Figura 3.37 Etiquetación gabinetes APM30 y gabinete de baterías

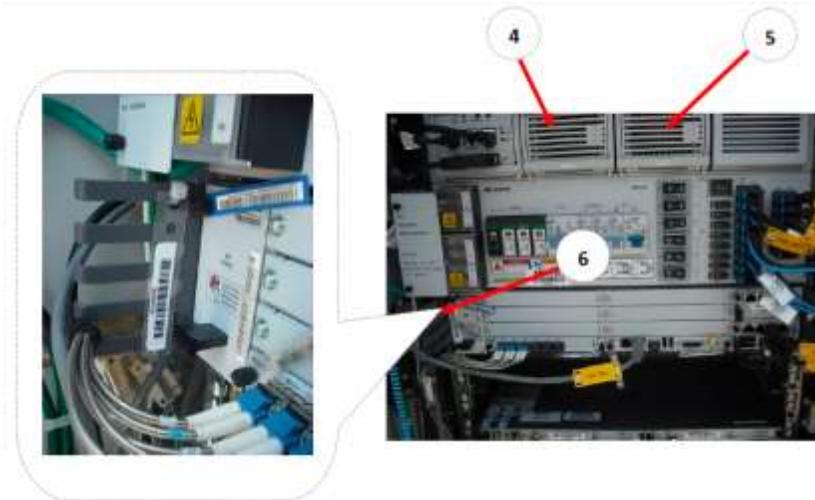


Figura 3.38 Etiquetación APM30

Forma de etiquetar activo fijo de dispositivos instalados en torre. Figura 3.39

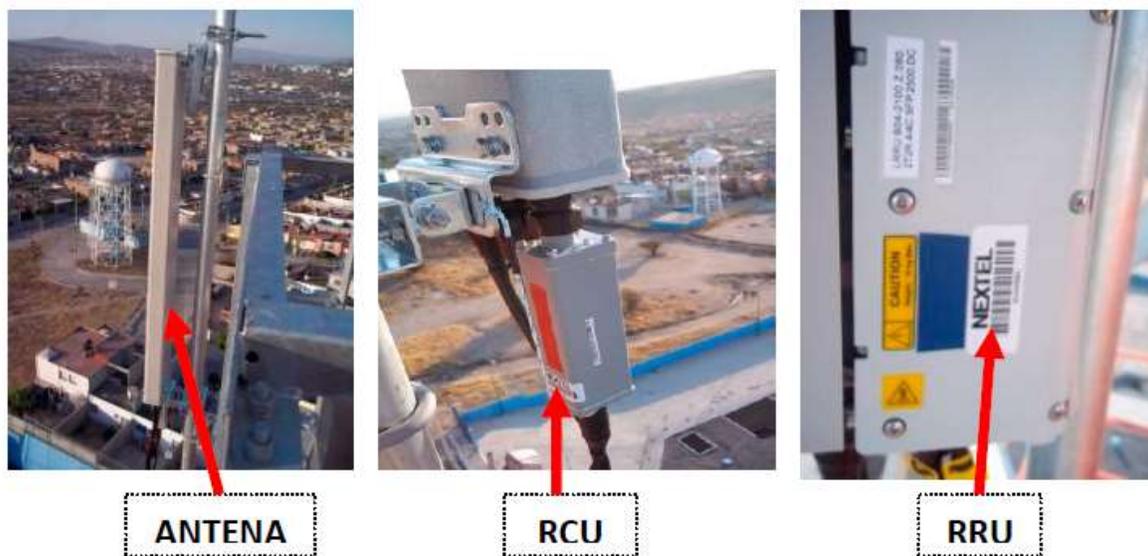


Figura 3.39 Etiquetación de elementos en torre

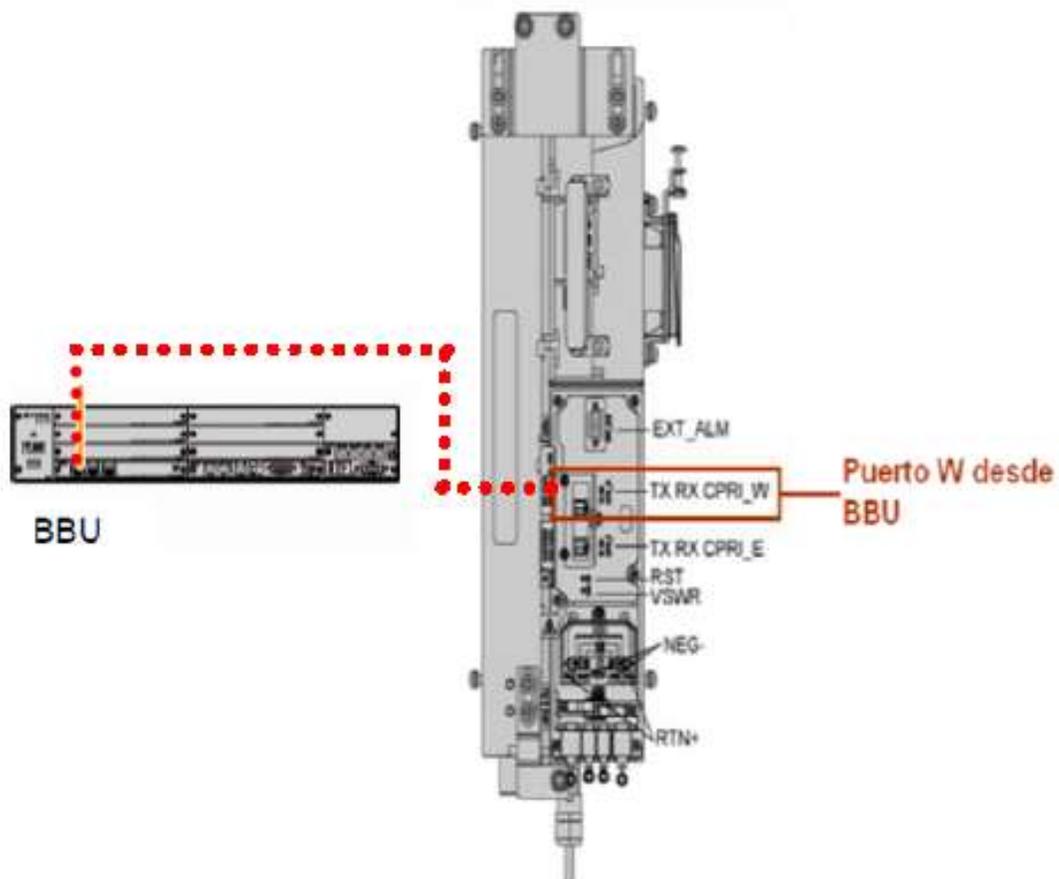
### 3.10 Conexión de CPRI (Fibra Óptica)

- i. Insertar transceiver en el puerto CPRI\_W.
- ii. Insertar el conector DLC de la Fibra Óptica en el transceiver, como se muestra en la Figura 3.40 Puerto de conexión de FO en RRU
- iii. Asegurar FO en compartimiento RRU.

- iv. Insertar conector DLC de la Fibra óptica correspondiente en el transceiver de la tarjeta WBBP de la BBU3900. Repetir para todos los sectores de acuerdo a la siguiente distribución

**Tabla 3.14** Tabla de conectores

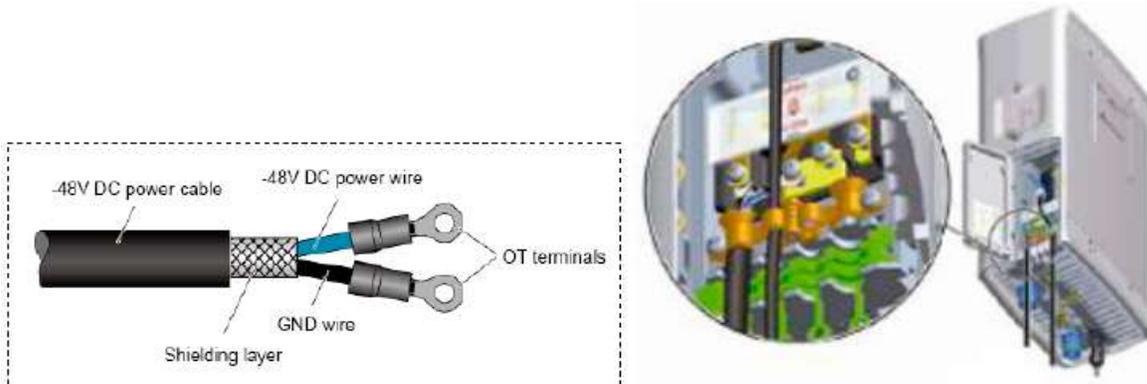
SECTOR	RRU	PUERTO WBBP (BBU)	IDENTIFICACION
ALFA	1	CPRI0	CPRI ALFA
BETA	2	CPRI1	CPRI BETA
GAMA	3	CPRI2	CPRI GAMA



**Figura 3.40** Puerto de conexión de FO en RRU

### Conexión de alimentación de RRU

- i. Preparar cable con las zapatas de conexión como se muestra en la Figura 3-41. Instalación de cable de energía de RRU.



**Figura 3.41** Instalación de cable de energía de RRU

- ii. Conectar cable azul en puerto NEG (-).
- iii. Conectar cable negro en puerto RTN (+).
- iv. Asegurar contacto de la malla protectora del cable con la tenaza de cobre como mecanismo de puesta a tierra.
- v. Repetir para todos los sectores de acuerdo a la siguiente distribución

**Tabla 3.15** Distribución de sectores

SECTOR	RRU	PUERTO DCDU	IDENTIFICACION
ALFA	1	LOAD0	PWR RRU ALFA
BETA	2	LOAD1	PWR RRU BETA
GAMA	3	LOAD2	PWR RRU GAMA

### 3.11 Grounding Kit

El primer grounding kit para cada línea DC del RRU se instala por debajo del soporte de RF, cuando inicia la corrida de la línea por la escalerilla vertical; este será aplicado de acuerdo a las especificaciones que recomienda el fabricante. (Figura 3.42).

Aterrizándose en la barra de tierra destinada para tal fin utilizando la zapata de doble ojillo: FRENTE Tornillo, rondana plana. DETRÁS: Rondana de presión y tuerca.

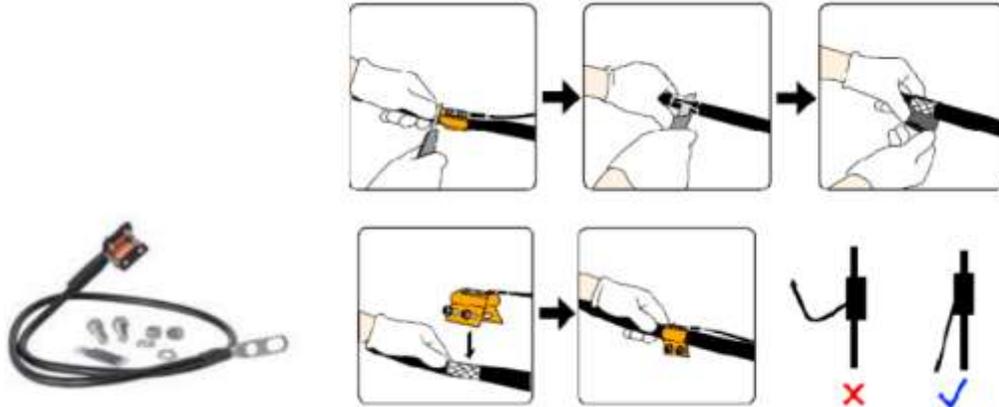


Figura 3.42 Componentes de grounding kit y Procedimiento para grounding kit

El segundo grounding kit se instala exactamente por debajo de la curva donde pasa la trayectoria de vertical a horizontal; procurando que el cable de cola de tierra del grounding kit permanezca vertical al ser instalado a la barra de tierra, la barra deberá estar ubicada a 60cm por debajo del puente (porta cablera horizontal) que va en dirección al pasamuros del shelter, de tal manera que si no está a esta distancia, es obligación del instalador subir o bajar la barra según sea el caso que aplique. Figura 3.43

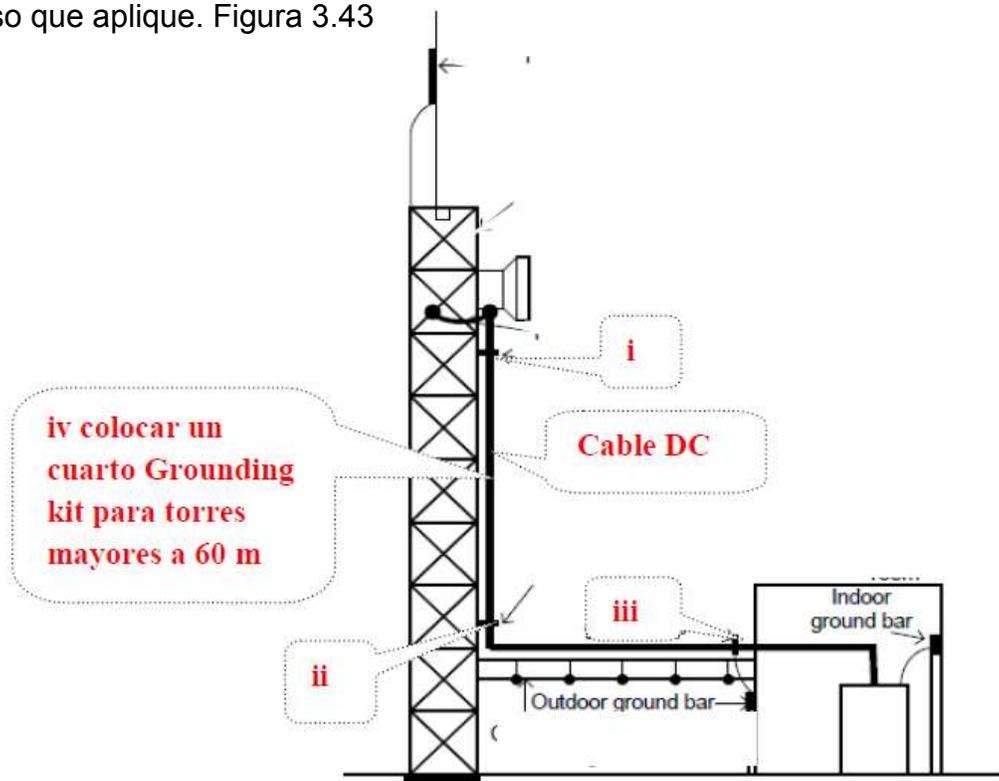


Figura 3.43 Ubicación del grounding kit a lo largo de la trayectoria de línea DC.

### 3.12 Código de colores

El código de colores para la identificación de sectores es: el primer sector será el más cercano al cero en color verde; el segundo sector será el siguiente siguiendo las manecillas del reloj en color azul rey; el tercer sector será el siguiente en color rojo. Figura 3.44. Código de colores para identificación de sectores

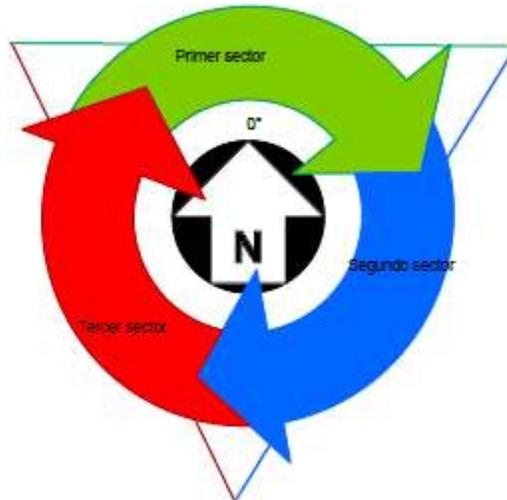


Figura 3.44 Código de colores para identificación de sectores

- i. Identificación de jumpers usando uno o dos anillos de color. ANT-TX/RXA un anillo y ANT-TX/RXB dos anillos. Figura 3.45. Anillos de color para jumpers:

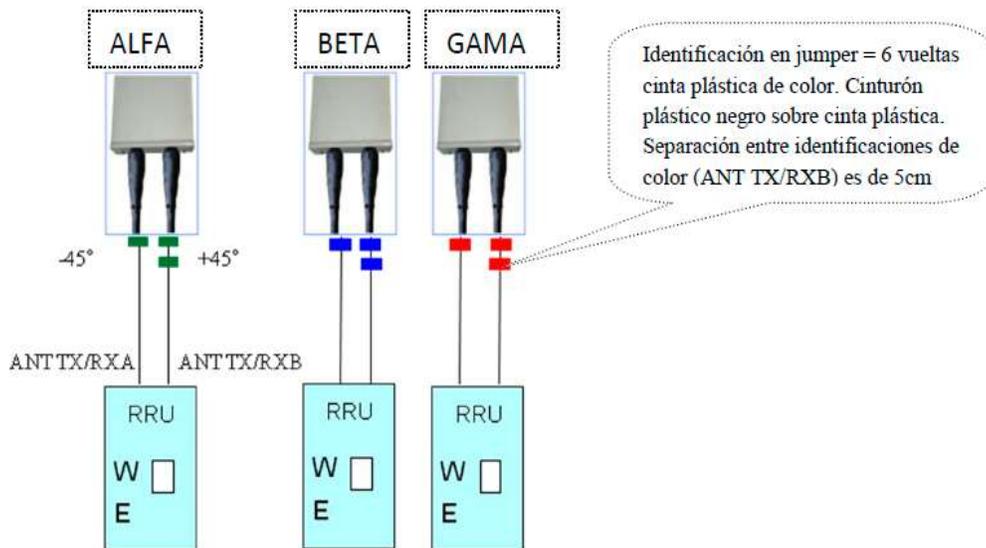


Figura 3.45. Anillos de color para jumpers

- ii. Identificar la FO y cable de alimentación de RRU en el recorrido de escalerilla como indica la Figura 3.46 Cintas de color en FO y cable de alimentación de RRU.

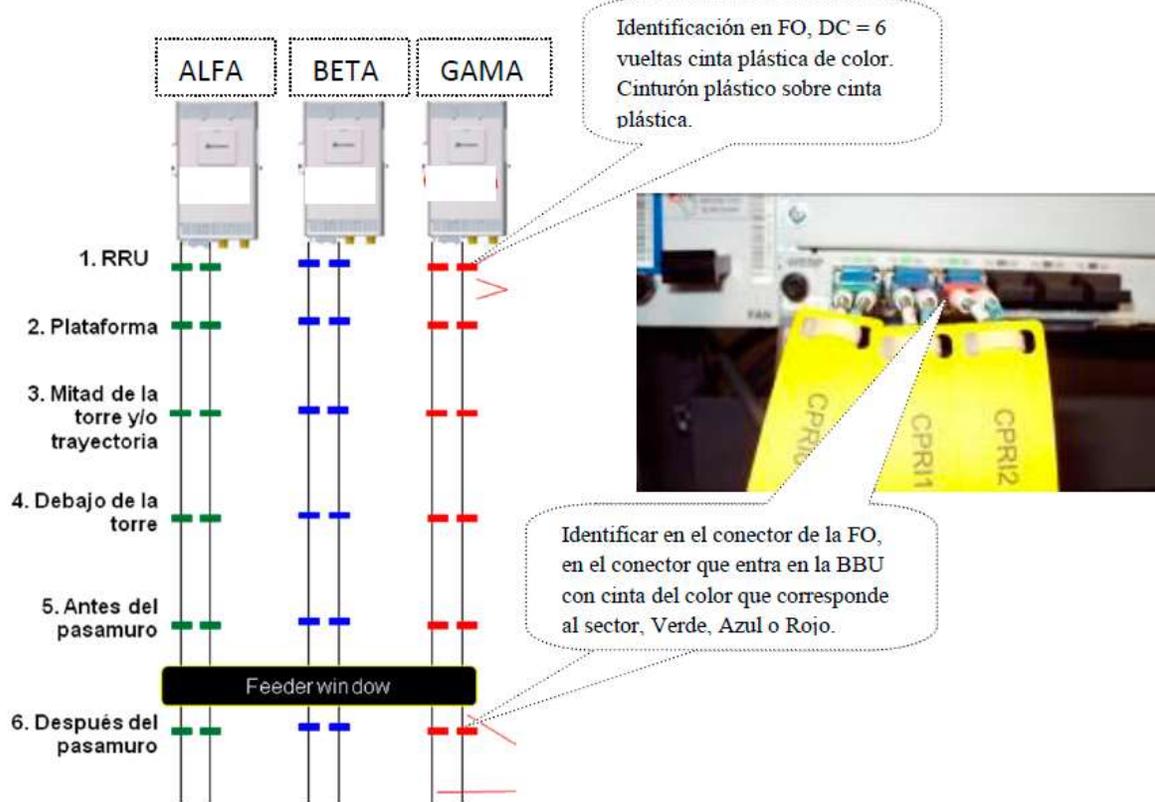


Figura 3.46 Cintas de color en FO y cable de alimentación de RRU

### 3.13 Evidencia fotográfica



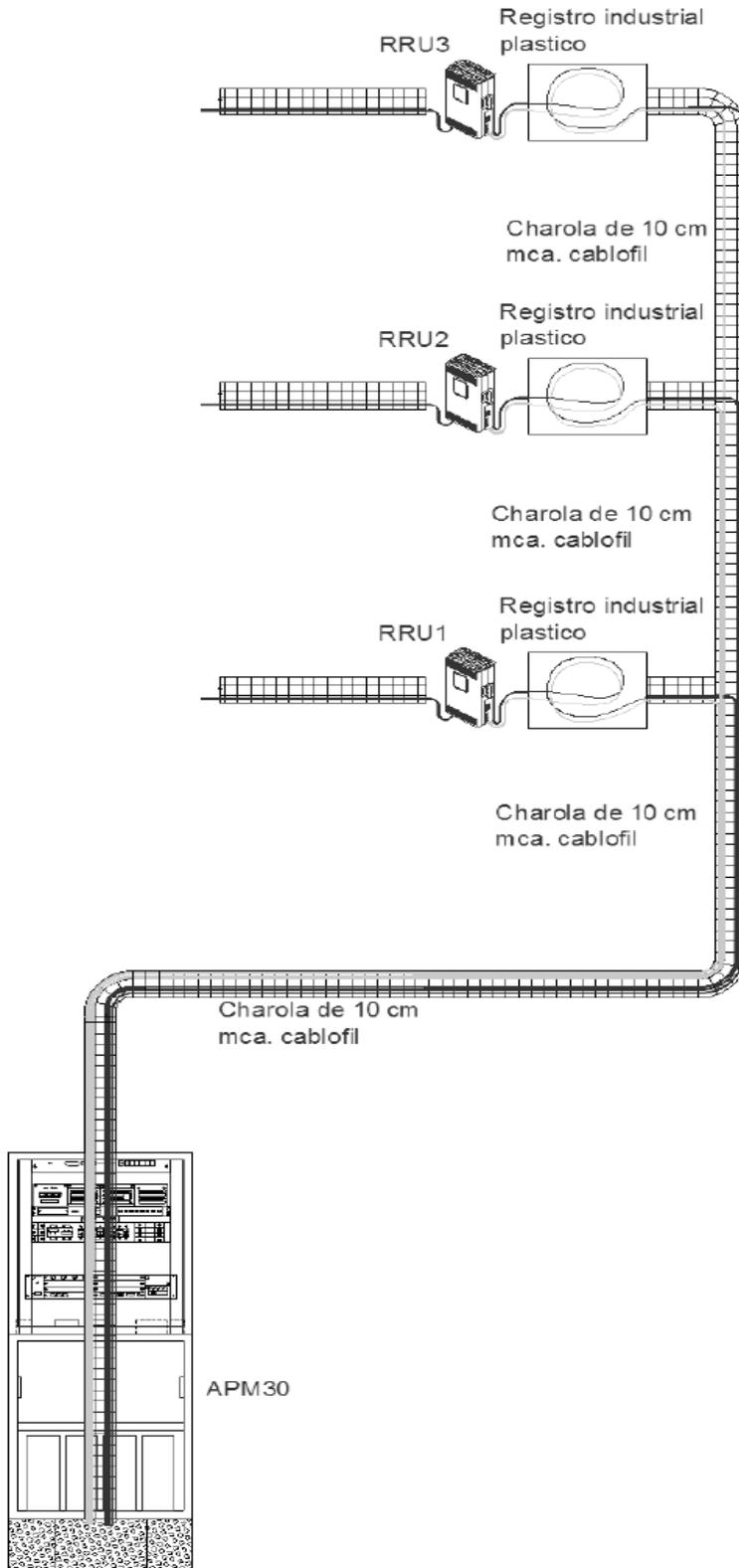
Figura 3.47 Fotos de Interiores



Figura 3.48 Fotos exteriores

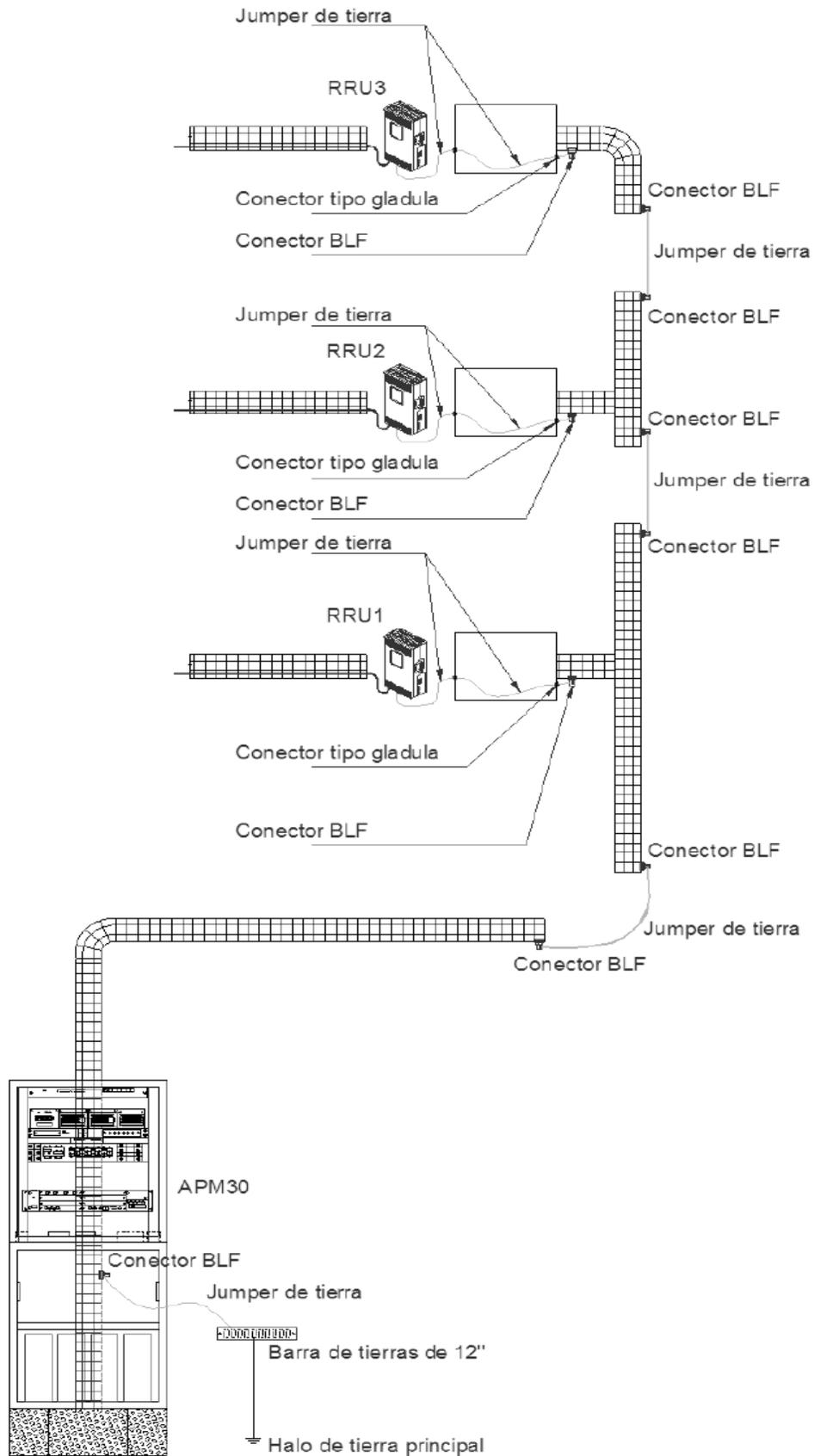
# ANEXO ESTÁNDAR DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN SISTEMA IN BUILDING

## A.1 Esquema general para concentración de cableado





### A.3 En ambientes de difícil acceso.

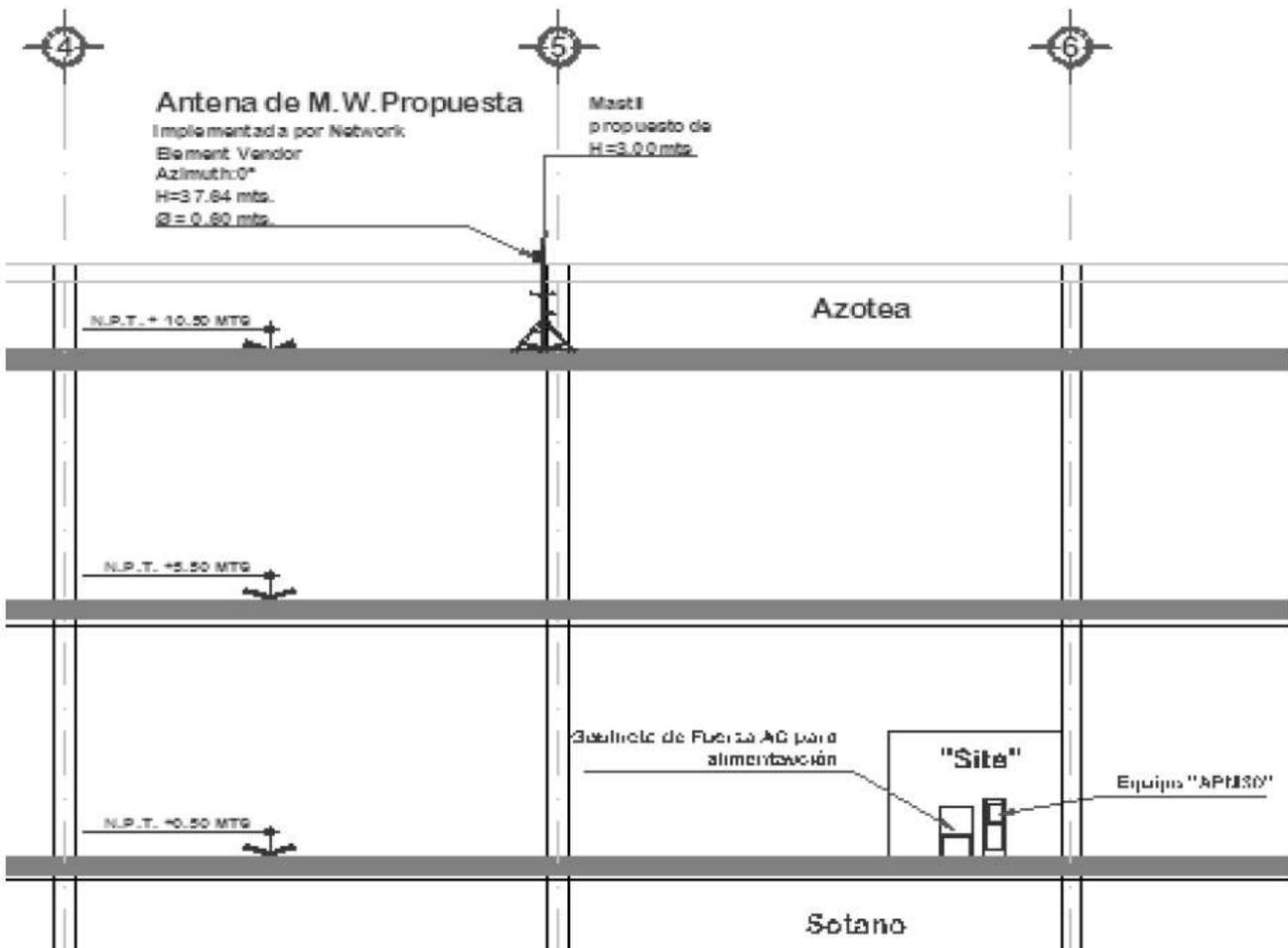


## A.4 INDOOR

Significa que el equipo electrónico de Nextel será instalado dentro de un inmueble.

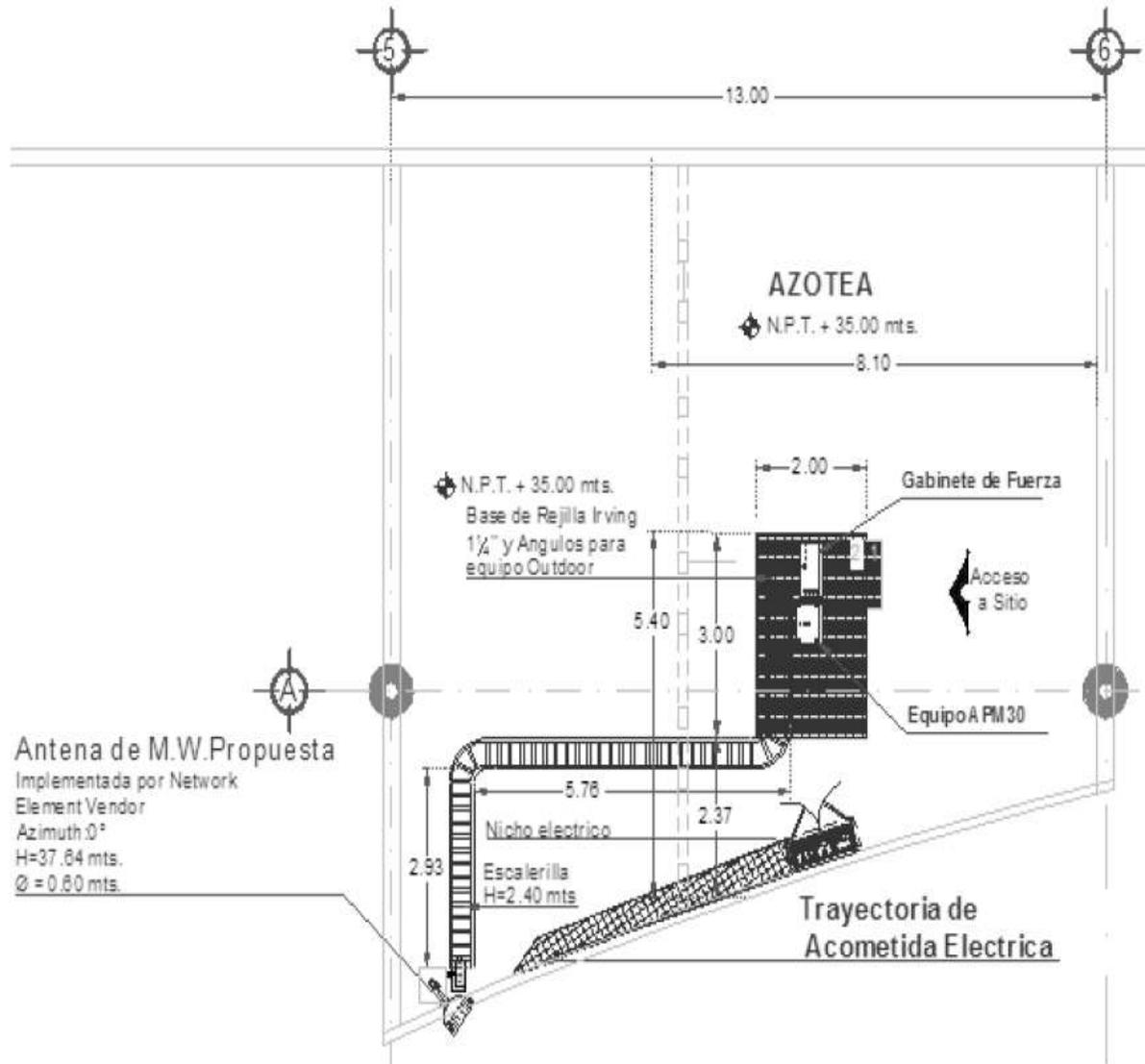
Los elementos que se instalarán son los siguientes:

- Nodo B, el cual será instalado dentro del inmueble en área dispuesta para Nextel, sobre un rack o un gabinete (APM30).
- Gabinete de Fuerza el cual será instalado sobre un muro o soporte dentro del área dispuesta para los equipos electrónicos.
- Equipos RRUs en uno o varios niveles estratégicamente valorados. Equipo de enlace hacia la red de Nextel (FO o MW).



**A.5 OUTDOOR**

Significa que la instalación de equipos principales (Gabinete de Fuerza, APM30, RRU's) se colocan sobre una base metálica, ubicada al exterior del inmueble.



## **A.6 Definiciones**

**IBS:** In Building Solution

**3G:** Abreviación de tercera-generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil

**BBU:** Base Band Unit (Unidad de banda base)

**DCDU:** Direct Current Distribution Unit (Unidad de distribución de DC)

**RRU:** Remote Radio Unit (Unidad de radio remota)

**RCU:** Remote Control Unit (Unidad de control remota)

**RTN:** Radio Trans Node (

**ODU:** Outdoor Unit

**BDA:** Bi- Directional Amplifier

**DAS:** Sistema de Antenas Distribuido

**APM30:** Gabinete Outdoor Huawei

### Conclusiones

La razón por la cual se realiza este trabajo surge de la necesidad de contar con un documento guía para el ingeniero de campo que tenga la necesidad de instalar y poner en funcionamiento una radio base para equipos de telefonía 3G, ya que en este documento se ha reunido la información necesaria en el idioma español para realizar estas actividades.

Podemos concluir que la instalación eléctrica y la integración de la radiobase se efectúa de manera que marca la norma del operador telefonico correspondiente y se enumeran los parámetros a seguir

Causas de los problemas en las Líneas de Energía Eléctrica.

#### Externas

- Rayos. un golpe directo puede ser catastrófico
- Rayos. en la distancia a varios kilómetros de distancia, transmite grandes oscilaciones momentáneas de voltaje (puntas) a lo largo de las líneas de transmisión.
- Corte parcial, corte total bajas de voltajes (caídas) seguidas inmediatamente por una oscilación momentánea de voltaje inusualmente ALTO.
- Conmutación de redes, compañías eléctricas conmutando líneas de transmisión desde un sistema usuario en la misma línea alimentadora.
- Otros usuarios en la misma línea alimentadora.

#### Internas

- La principal causa de las oscilaciones momentáneas (puntas), sobrevoltajes y bajas de voltaje es la conmutación entre encendido/apagado de motores eléctricos, es decir, ascensores, acondicionadores de aire, herramientas eléctricas, máquinas copadoras, INCLUSIVE cafeteras e interruptores de luz, etc.

- Activar o desactivar sistemas de relés o solenoides, sobrecargas de energía, cortocircuitos o conexión a tierra de circuitos eléctricos.
- Pérdidas de energía en transformadores o reguladores debido a una falla de la compañía-causando oscilaciones momentáneas de alto voltaje seguidas por una baja de voltaje o corte total de voltaje.

El conductor neutro de la acometida, se debe siempre conectar a tierra en la entrada del servicio directamente al sistema de tierras o a una varilla copperweld la cual deberá unirse a la malla principal de tierra, y no debe conectarse a tierra en ningún otro punto de la instalación, esto impide que la corriente alterna circule a través de estructuras, tuberías, etc. y cause ruido a los equipos electrónicos.

### **Escenarios que se presentan como problemática para poder realizar la integración y su entrega de la estación radio base**

- Antes de acudir a cualquier sitio programado en planeación, es necesario que los coordinadores hayan solicitado acceso días antes, ya sea con el dueño del lugar debido a que nos podemos encontrar con que el sitio se encuentra en un edificio, casa, negocio, etc.
- El no contar con un memorándum la persona asignada al sitio, no es posible el acceso al lugar
- Tener las llaves especiales para cada sitio que se visita.
- Acudir a sitio y no encontrar alimentación de CFE (Comisión Federal de Electricidad),
- Se opta por alimentar la RBS con el banco de baterías
- Carga de datos (Scripts) mal elaborados por el personal asignado
- Declaración incorrecta del equipo a integrar (tipo o modelo).
- Software erróneo en la Memoria Flash Card (asignado desde fabrica)
- Después de cargar la configuración asignada al sitio, el enlace no se refleja no tenemos gestión ni medio con la RBS vía remota apoyados desde el Centro de

Operación de la Red, NOC (Network Operations Center, por sus siglas en inglés.)

- Reportar al cliente para que verifique su transmisión
- Confirmar la gestión con la RBS y que todo este correcto se procede a la carga de una licencia para que el sitio pueda ponerse en operación y poder radiar.
- Realizar las pruebas de protocolo que maneja la empresa con el cliente final, para la entrega de la RBS
- Dentro de las pruebas que se realizan se verifican las conexiones de jumpers en los tres sectores que maneja la RBS, para saber si no tenemos perdidas de VSWR y Potencia
- Verificar la velocidad óptima de internet 3g y que cumpla con los parámetros del protocolo 1200 kbps.
- Realizar la prueba Handover (Se especifica en el capítulo 2), esta prueba está referida a que cada sector de la RBS tiene asignado un Scramble Code (código o numero) con el cual en nuestro teléfono de pruebas nos debemos de enganchar o colgar.
- Finalmente se verifica toda la instalación y se hace una inspección visual por el cliente final para poder aprobarnos el sitio como correcto.

## Bibliografía

1. Calderón Marcelo, Escandón Juan, Capítulo 2, Introducción a WCDMA para UMTS, pp. 72-80, <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/186/3/Capitulo%202.pdf>
2. Ferrús Ferré Ramón, Contribución a la caracterización de los mecanismos de acceso y traspaso en sistemas móviles celulares basados en transmisión de paquetes, Capítulo 5. arquitectura de red basada en transmisión de paquetes, Universitat Politècnica de Catalunya, pp 13 – 14
3. Meneses González Salvador Ricardo, Comunicaciones Móviles Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, D. F. Diciembre 2007, Evolucion de la redes celulares. pp. 1 – 2, <http://goo.gl/nj2sU>
4. UIT-R M.2024 informe UIT-R M.2024 ,Resumen de los resultados de la encuesta de utilización del espectro (2000)
5. Vélez Varela, Fernando. (2007). UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). El momento de la realidad de la tercera generación. Entramado, Julio-Diciembre, 68-88. McGraw-Hill

## Páginas web consultadas

1. [http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/egarcia/CursoWEB/Comunicaciones%20Moviles/Material%20de%20Curso/Descrip\\_RadioBase.pdf](http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/egarcia/CursoWEB/Comunicaciones%20Moviles/Material%20de%20Curso/Descrip_RadioBase.pdf)
2. <http://redes-telefonía-celular.wikispaces.com/evoluci%C3%B3n+de+las+redes+celulares>
3. <http://es.kioskea.net/contents/681-estandar-gsm-sistema-global-de-comunicaciones-moviles>
4. [http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula\\_virtual/Cursos/Topicos%20de%20EyE/Codificacion%20Modulacin.PPT](http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Topicos%20de%20EyE/Codificacion%20Modulacin.PPT).
5. <http://wikitel.info/wiki/3GPP>
6. <http://tubosmanquerasyconexiones.com/?portfolio=tubo-metalico-flexible-recubierto-de-pvc>