



Mejores prácticas para la activación de las celdas en una red LTE

Alejandra Valencia

Alejandra.Valencia@jdsu.com

Eduardo Inzunza

Eduardo.Inzunza@jdsu.com

Organización de Especialistas en
Soluciones Inalámbricas – Latinoamérica

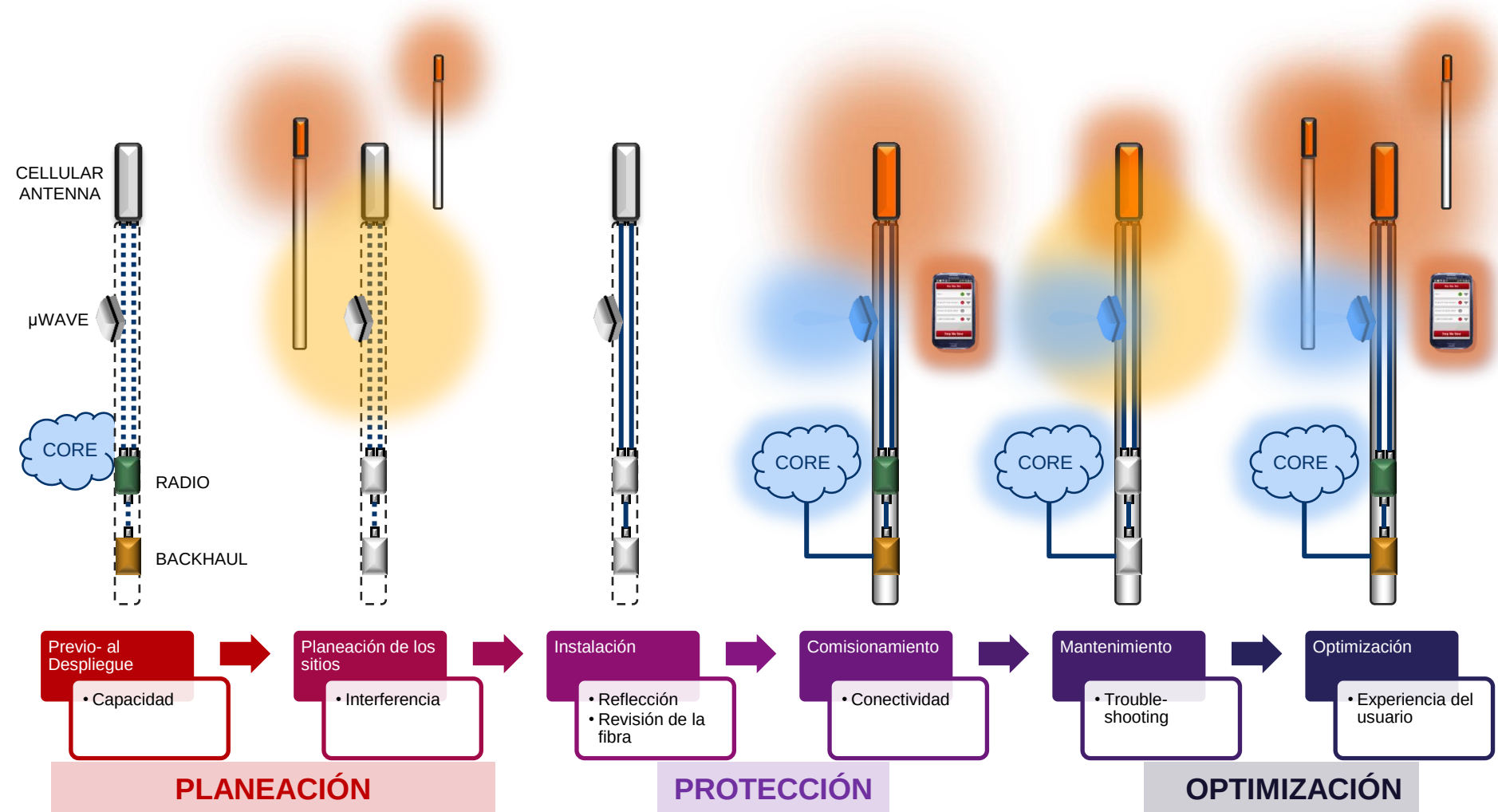
Marzo 2015 para Telesemana



Agenda

- Verificación de las conexiones de un sistema de Fibra a la Antena (FTTA)
- Inspección y manejo apropiado de los conectores
- Verificación de la banda, modulación, entre otros
- Medición del presupuesto de potencia óptica
- Verificación y diagnóstico con OTDR
- Conexión y verificación del backhaul

Ciclo de vida de una red celular





Fibra a la Antena FTTA

Introducción a los sitios distribuidos (CPRI/Fiber)

Sitio Convencional



Sitos con Coaxial

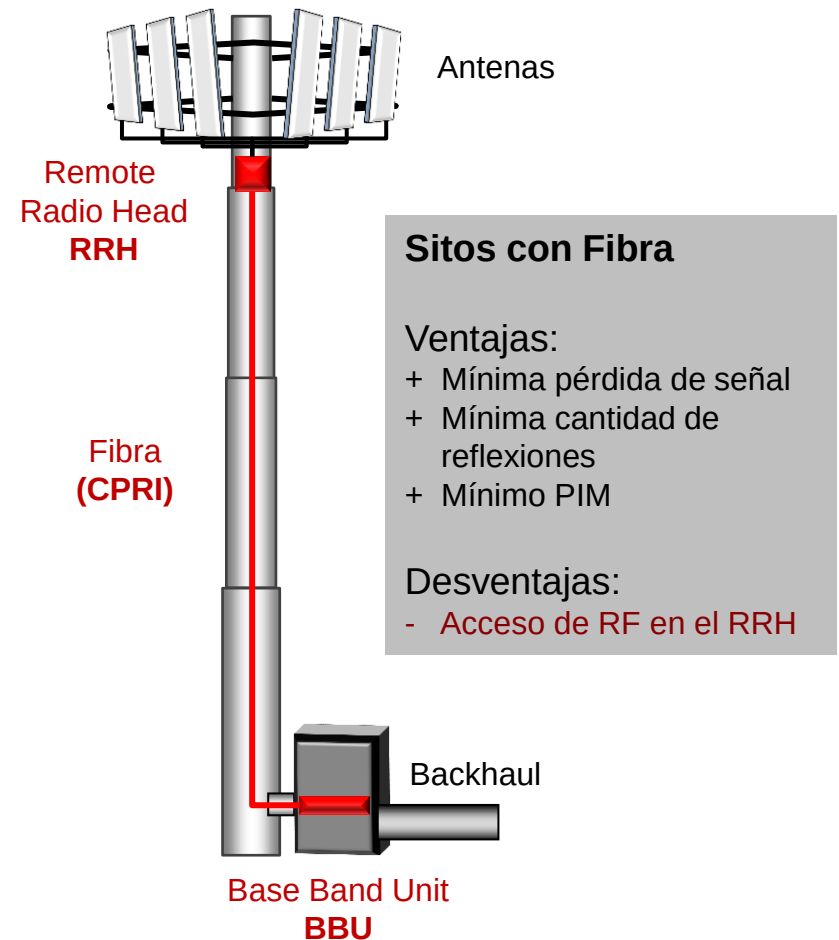
Ventajas:

- + Acceso de RF directo a la unidad de radio, para análisis de interferencia y de revisión

Desventaja:

- Altas Pérdidas
- Señales reflejadas
- PIM

Sitio Distribuido



Sitos con Fibra

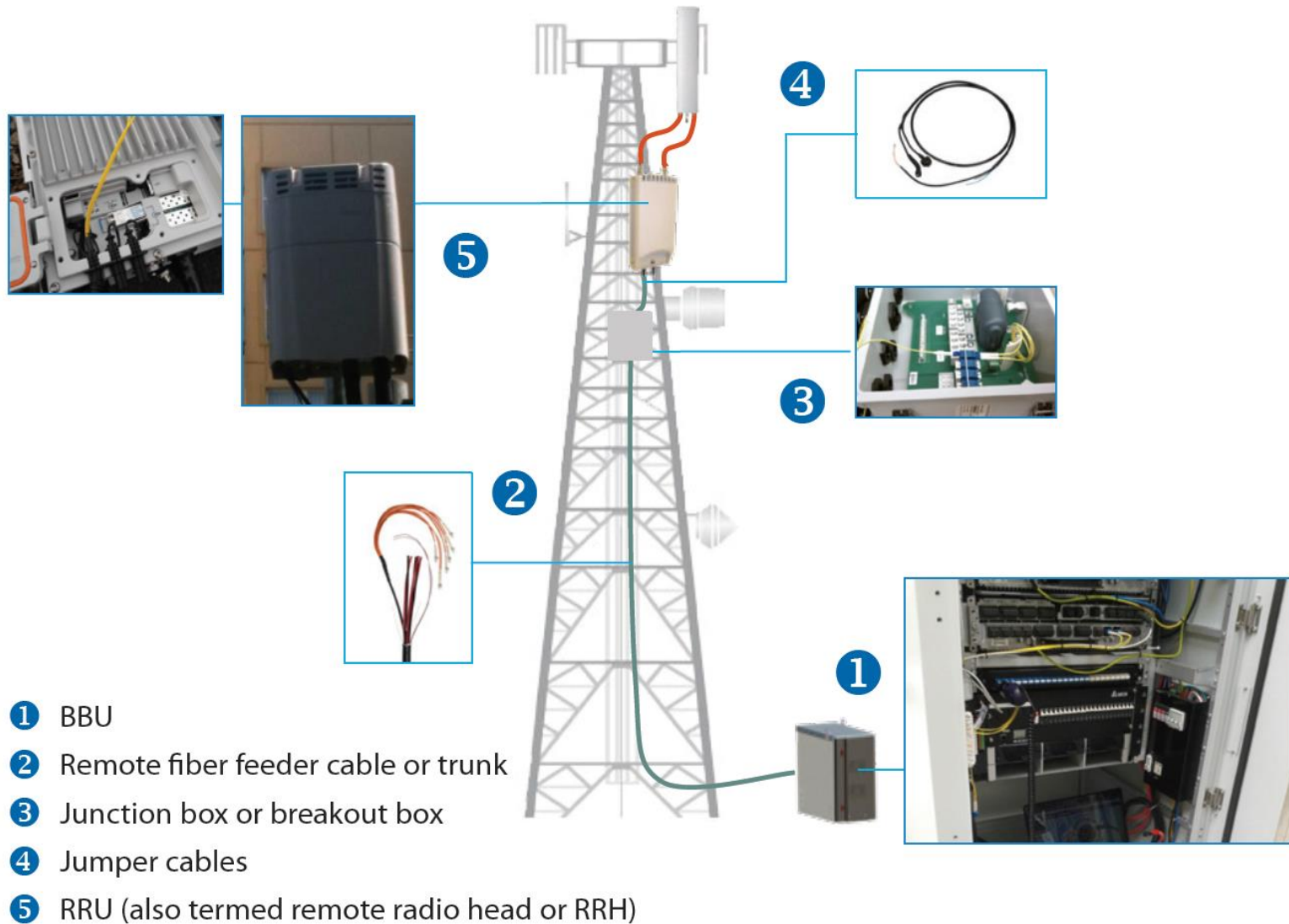
Ventajas:

- + Mínima pérdida de señal
- + Mínima cantidad de reflexiones
- + Mínimo PIM

Desventajas:

- Acceso de RF en el RRH

Arquitectura FTTA



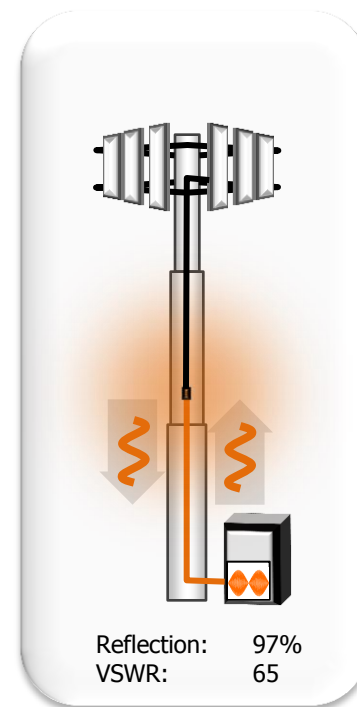
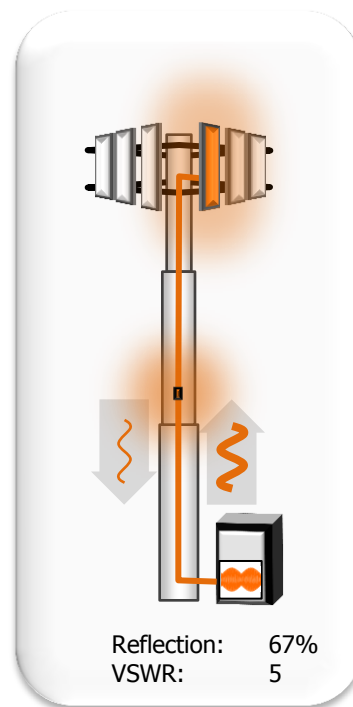
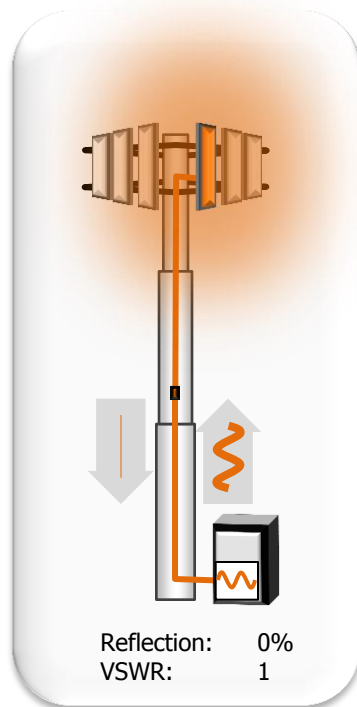


Inspección y manejo apropiado de los conectores

Analizador de Cable & Antena

- Una gran cantidad de problemas en las radio bases se debe a la reflexión en el cable.
- Por corrosión, oxidación y residuos de agua en la línea de transmisión.

VSWR



IDENTIFY

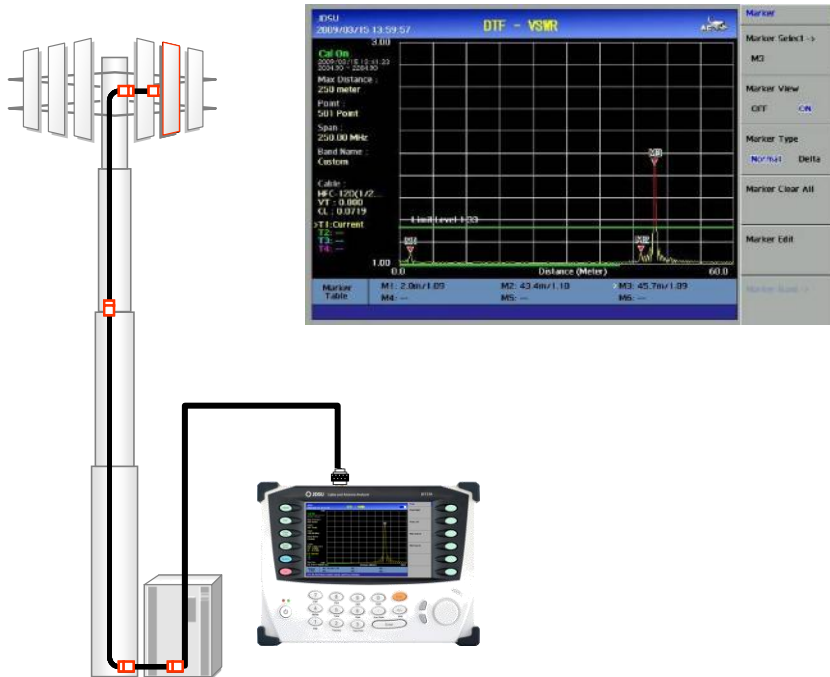
LOCATE

VERIFY

Analizador de Cable & Antena

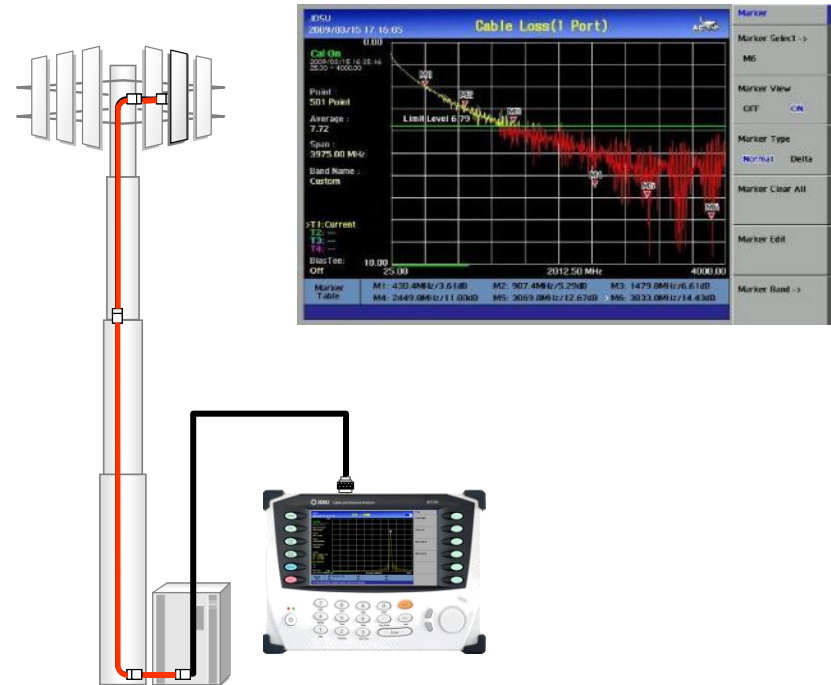
DTF & Cable Loss

Distance to Fault (DTF)



DTF es un reflectómetro que identifica la distancia a las reflexiones de la señal.

Cable Loss



Cable loss: verifica las características del cable midiendo la atenuación en una frecuencia conocida.

- Los conectores son la principal causa de PIM
 - Instalación deficiente
 - Conectores mal apretados (tanto flojos como apretados exageradamente)
 - Mal encintados
 - Conectores de mala calidad
 - Conectores sucios
- No es el único
 - Línea coaxial mal instalada, con golpes o doblada.

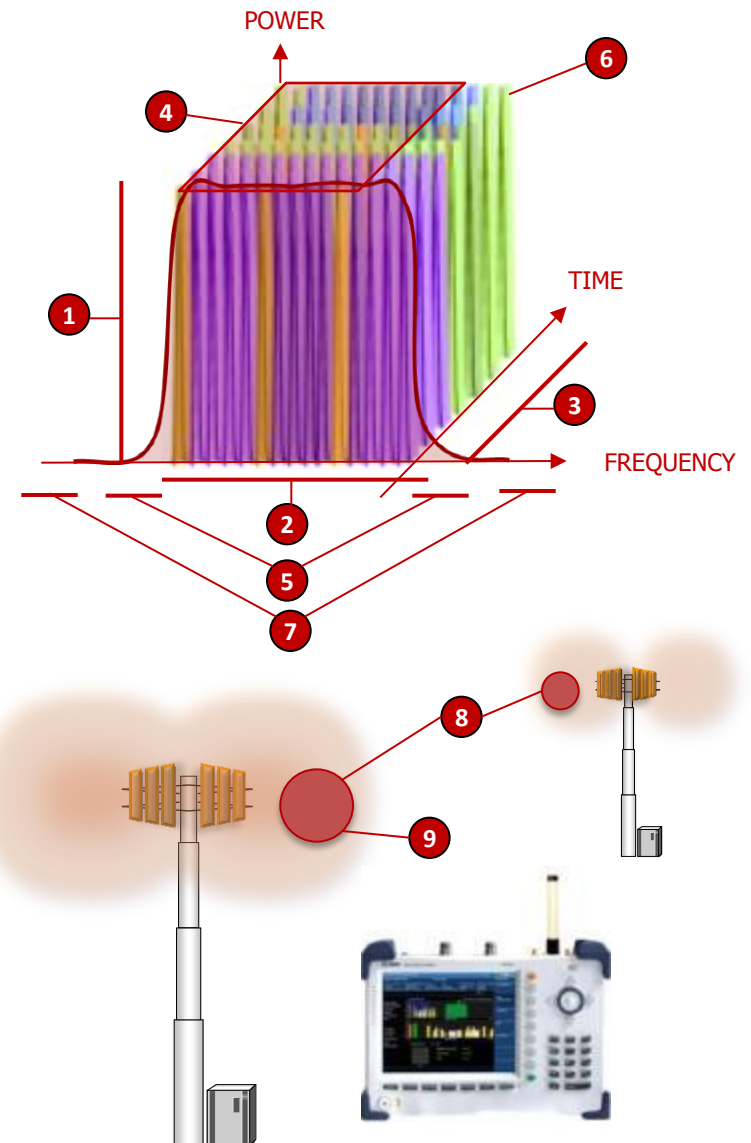
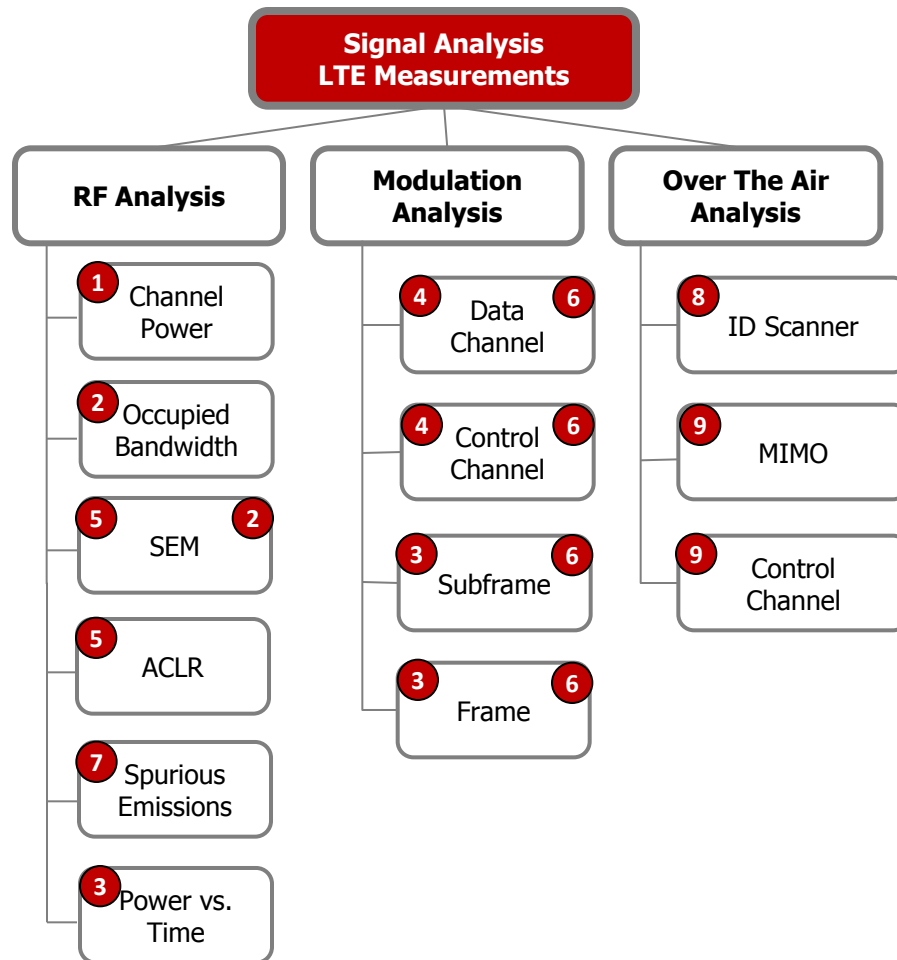




**Verificación de la banda,
modulación, entre otros**

Análisis de Señal.

Mediciones LTE.



Analizador de Estación Base

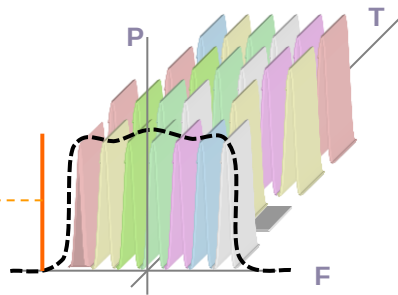
LTE – Análisis de RF



CHANNEL POWER



SIGNAL FORMAT
OFDMA



ADJACENT CHANNEL LEAKAGE RATIO



OCCUPIED BANDWIDTH



CONFORMANCE TESTING

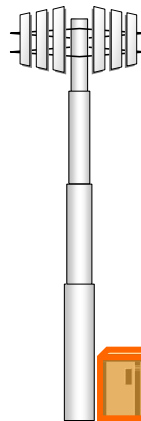
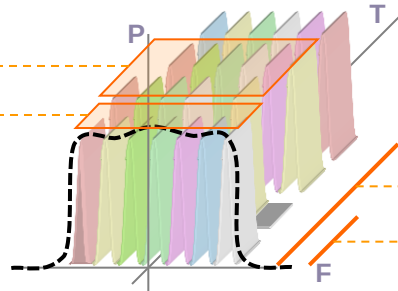


SPECTRUM EMISSION MASK

Analizador de Estación Base LTE – Análisis de Modulación



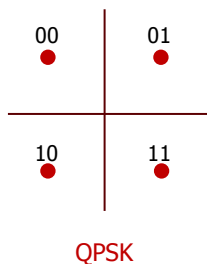
SIGNAL FORMAT
OFDMA



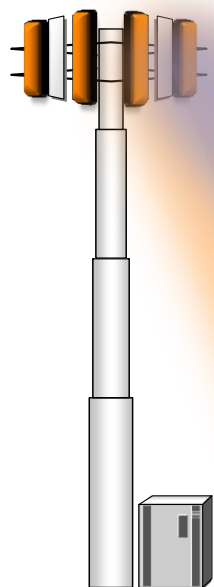
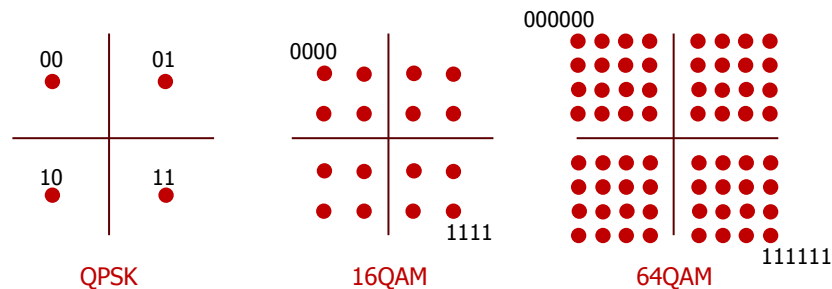
CONFORMANCE TESTING



Modulación de RS



Esquema de modulación para PDSCH, PMCH

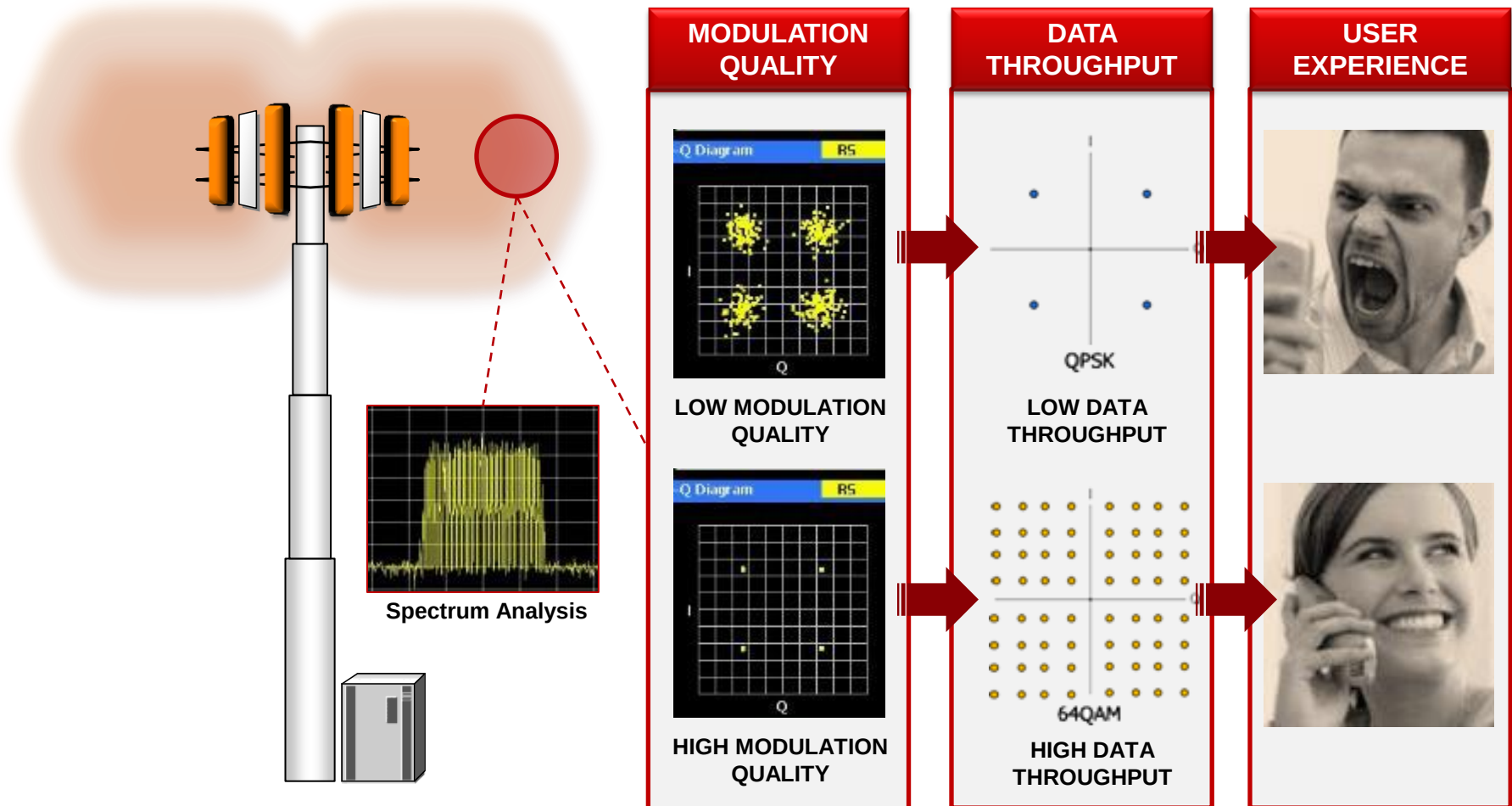


CQI	PDSCH MODULATION
0	Out of range
1 to 6	QPSK
7 to 9	16QAM
10 to 15	64QAM

Análisis de la Transmisión

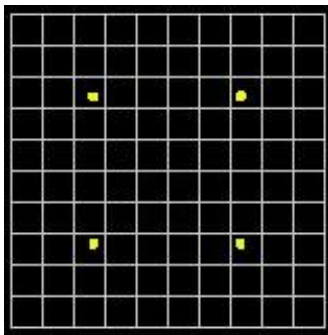
Throughput – Indicador del canal de calidad

- La calidad de la modulación indica el esquema de modulación (data throughput) que se asigna a cada usuario.



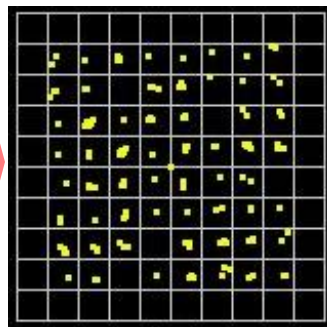
Calidad de Experiencia

Throughput del Usuario– Modulación



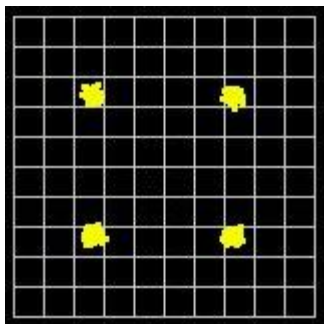
REFERENCE SIGNAL

CQI	PDSCH MODULATION
0	Out of range
1 to 6	QPSK
7 to 9	16QAM
10 to 15	64QAM



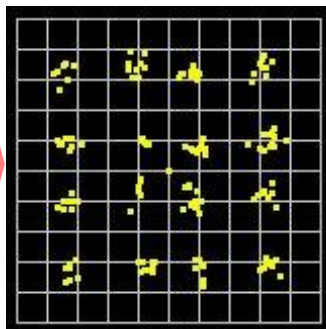
USER DATA (PDSCH)

LTE Bandwidth	
Channel bandwidth (MHz)	10.0
TX bandwidth (MHz)	9.0
RB per timeslot (0.5 ms)	50
64QAM MIMO 2x (Mbps)	100.8



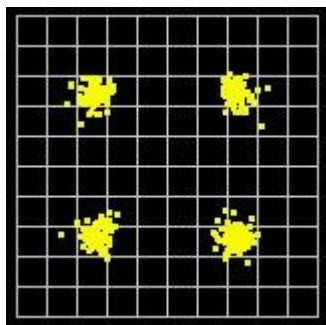
REFERENCE SIGNAL

CQI	PDSCH MODULATION
0	Out of range
1 to 6	QPSK
7 to 9	16QAM
10 to 15	64QAM



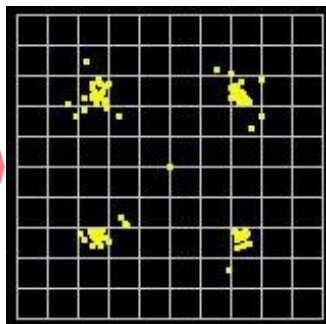
USER DATA (PDSCH)

LTE Bandwidth	
Channel bandwidth (MHz)	10.0
TX bandwidth (MHz)	9.0
RB per timeslot (0.5 ms)	50
64QAM MIMO 2x (Mbps)	100.8
LTE Bandwidth	
16QAM MIMO 2x (Mbps)	67.2
Bandwidth reduction	-33.3%



REFERENCE SIGNAL

CQI	PDSCH MODULATION
0	Out of range
1 to 6	QPSK
7 to 9	16QAM
10 to 15	64QAM



USER DATA (PDSCH)

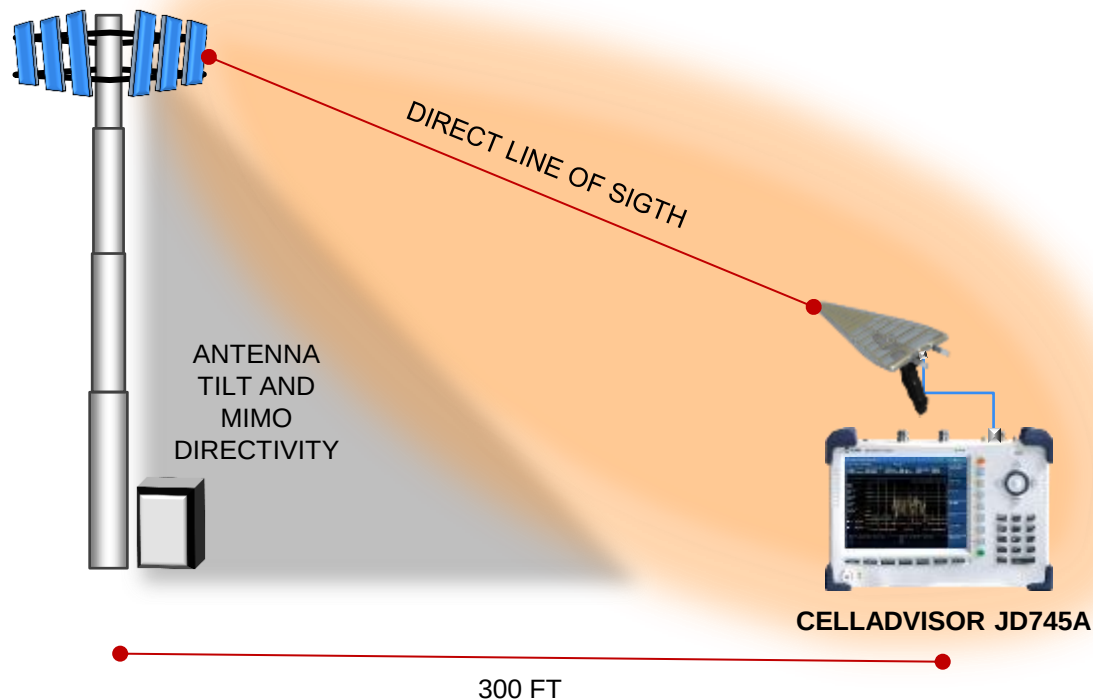
LTE Bandwidth	
Channel bandwidth (MHz)	10.0
TX bandwidth (MHz)	9.0
RB per timeslot (0.5 ms)	50
64QAM MIMO 2x (Mbps)	100.8
LTE Bandwidth	
QPSK MIMO 2x (Mbps)	33.6
Bandwidth reduction	-66.7%

LTE – Análisis en el Aire

Medición de la configuración

■ Análisis en el Aire para LTE:

- Calidad de la Modulación
- Desempeño de MIMO



Measurement Conditions:

Channel Power > -50 dBm

Modulation Quality

Antenna 1 (RS0) EVM < 10%

Antenna 2 (RS1) EVM < 10%

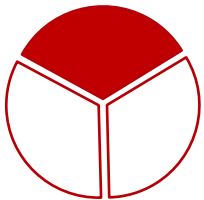
MIMO performance:

RS0 and RS1 power
difference < 10dB

RS0 and RS1 time alignment
error < 65ns

LTE – Análisis en el Aire

Análisis de un sector



PCI: 341, 113, 2

Measurement Conditions:
Channel Power > -50 dBm

Modulation Quality

Antenna 1 (RS0) EVM < 10%
Antenna 2 (RS1) EVM < 10%

MIMO performance:

RS0 and RS1 power difference < 10dB
RS0 and RS1 time alignment error < 65ns



CHANNEL POWER > -50dBm



RS0 – RS1 < 10dB & < 65ns



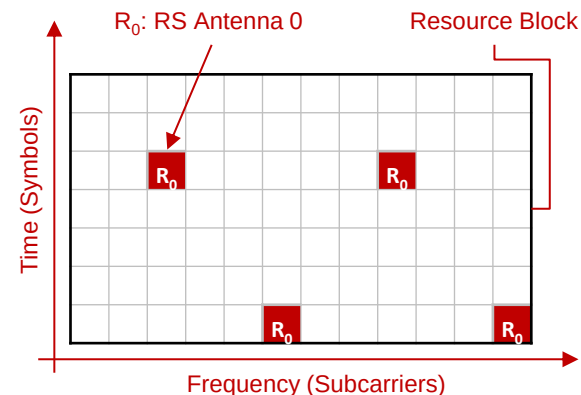
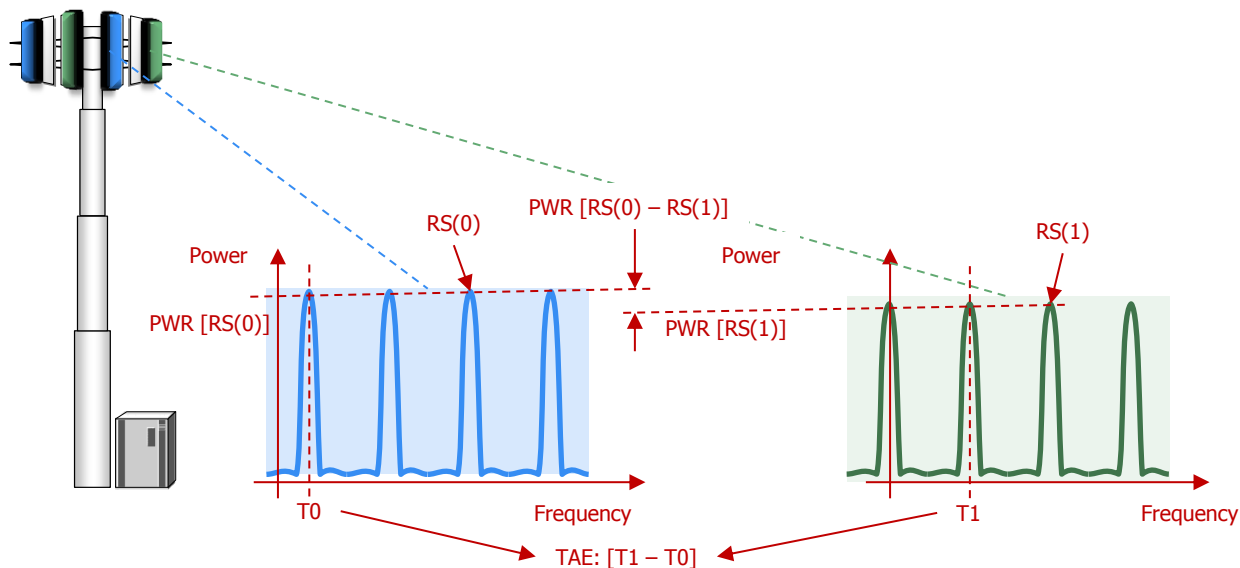
RS0 EVM < 10%



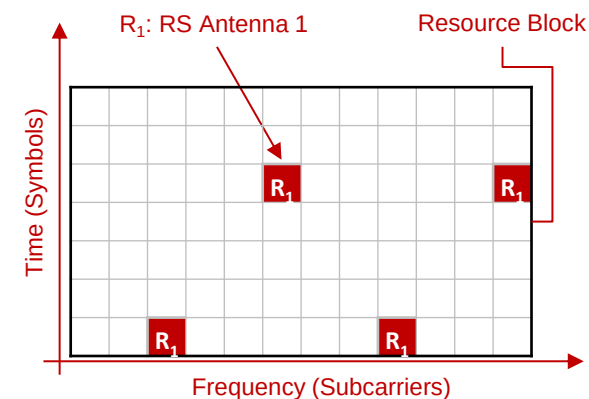
RS1 EVM < 10%

Calidad de Experiencia

Desempeño MIMO



ANT-0 FRAME



ANT-1 FRAME

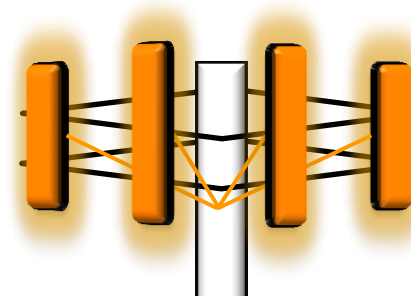


LTE OTA CONTROL

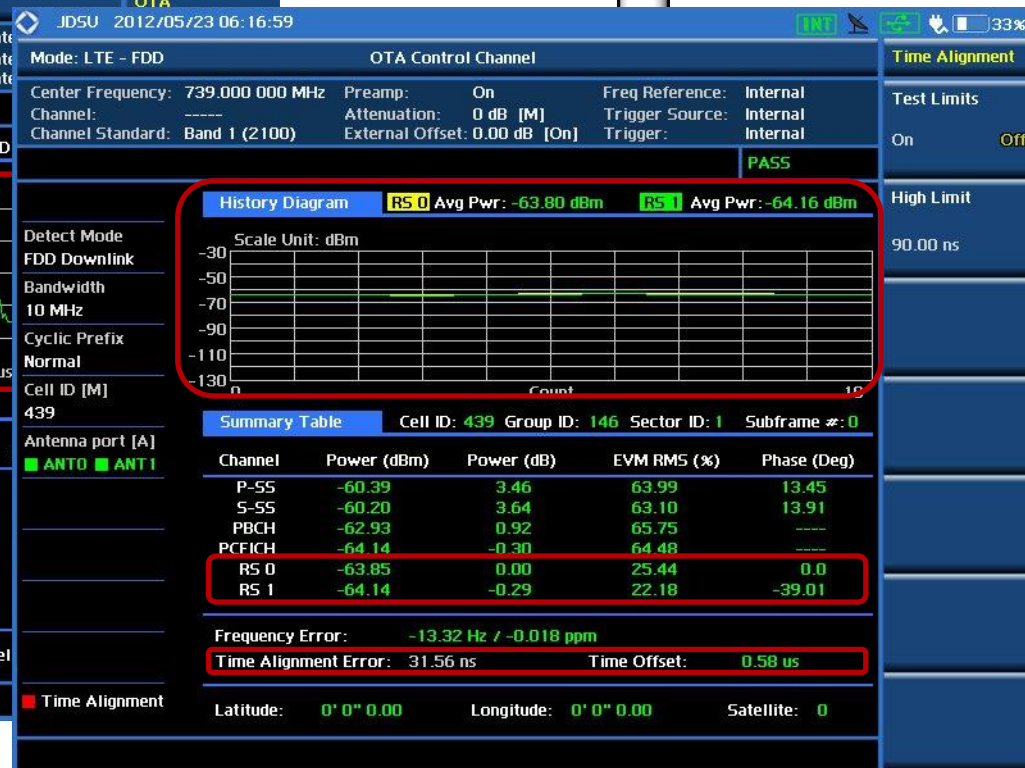
LTE OTA - MIMO

Canales de control - Multipath

- ✓ Desempeño MIMO, probar potencia, reflexión y modulación de cada antena (RS0 and RS1).



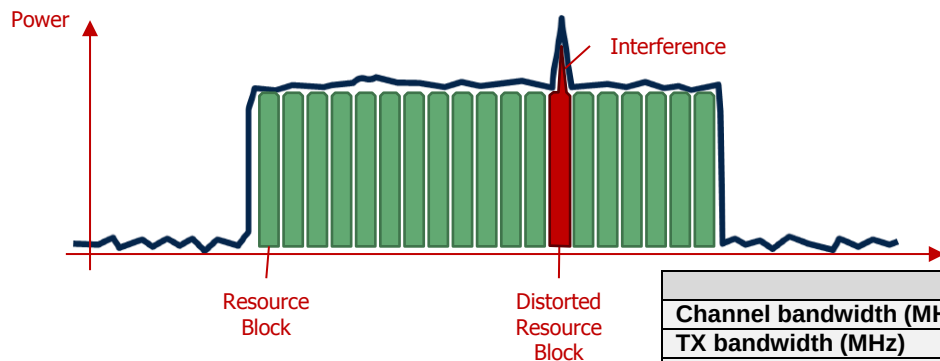
LTE MIMO Multipath



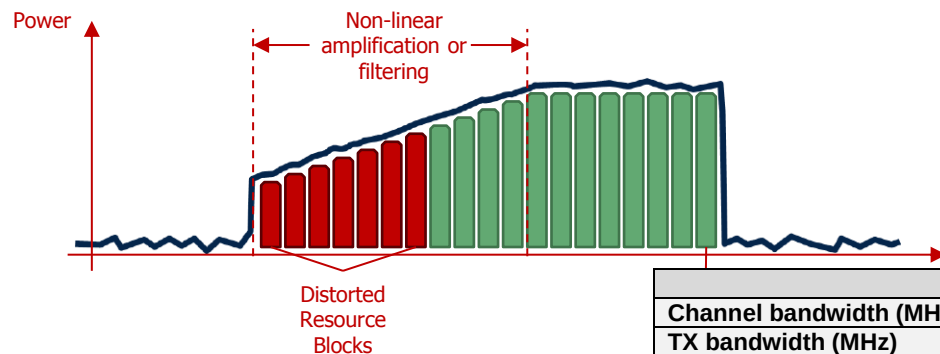
LTE MIMO Power and Time

Calidad de Experiencia LTE

Interferencia



LTE Bandwidth						
Channel bandwidth (MHz)	1.4	3.0	5.0	10.0	15.0	20.0
TX bandwidth (MHz)	1.1	2.7	4.5	9.0	13.5	18.0
RB per timeslot (0.5ms)	6	15	25	50	75	100
64QAM MIMO 2x (Mbps)	12.1	30.2	50.4	100.8	151.2	201.6
LTE Bandwidth (1 distorted RB)						
RB per timeslot (0.5 ms)	5	14	24	49	74	99
64QAM MIMO 2x (Mbps)	10.1	28.2	48.4	98.8	149.2	199.6
Bandwidth reduction	-16.7%	-6.7%	-4.0%	-2.0%	-1.3%	-1.0%



LTE Bandwidth						
Channel bandwidth (MHz)	1.4	3.0	5.0	10.0	15.0	20.0
TX bandwidth (MHz)	1.1	2.7	4.5	9.0	13.5	18.0
RB per timeslot (0.5 ms)	6	15	25	50	75	100
64QAM MIMO 2x (Mbps)	12.1	30.2	50.4	100.8	151.2	201.6
LTE Bandwidth (7 distorted RBs)						
RB per timeslot (0.5 ms)	0	8	18	43	68	93
64QAM MIMO 2x (Mbps)	---	15.8	35.4	84.7	133.9	187.5
Bandwidth reduction	-100%	-46.7%	-28.0%	-14.0%	-9.3%	-7.0%

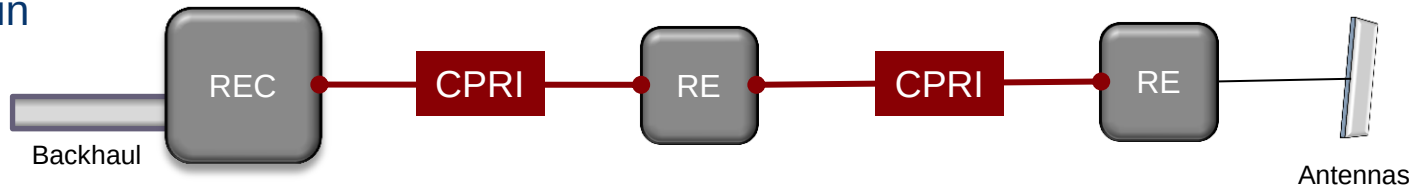


RFoCPRI

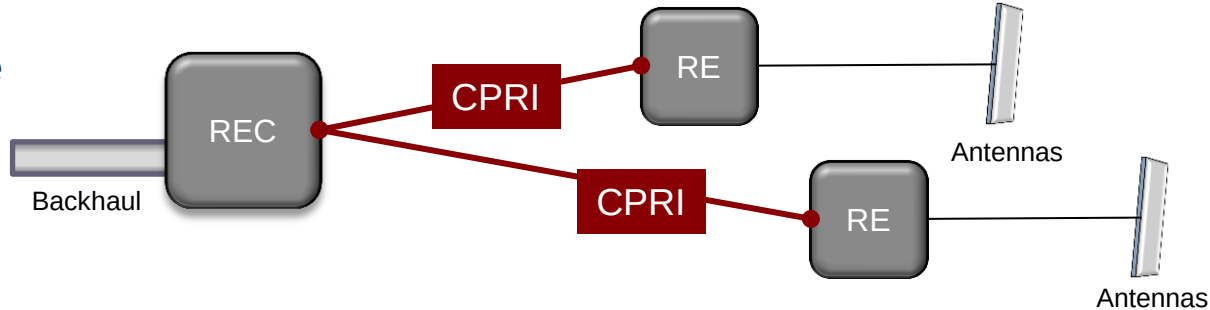
Topologías CPRI

- Existen 3 topologías básicas para la interconexión de RE's

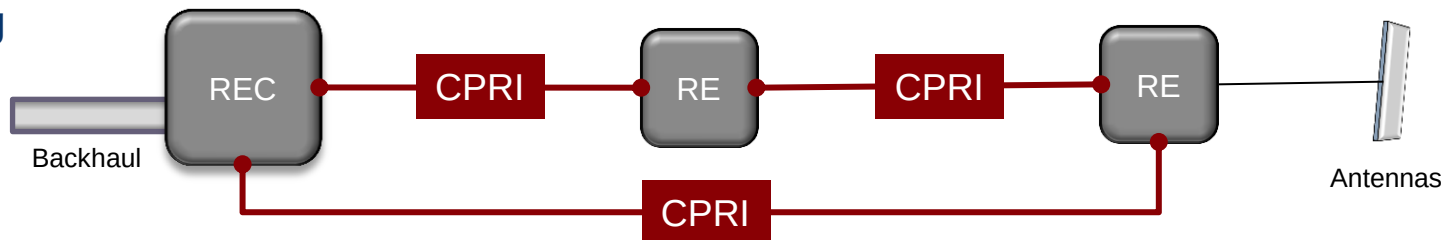
1. Chain



2. Tree



3. Ring

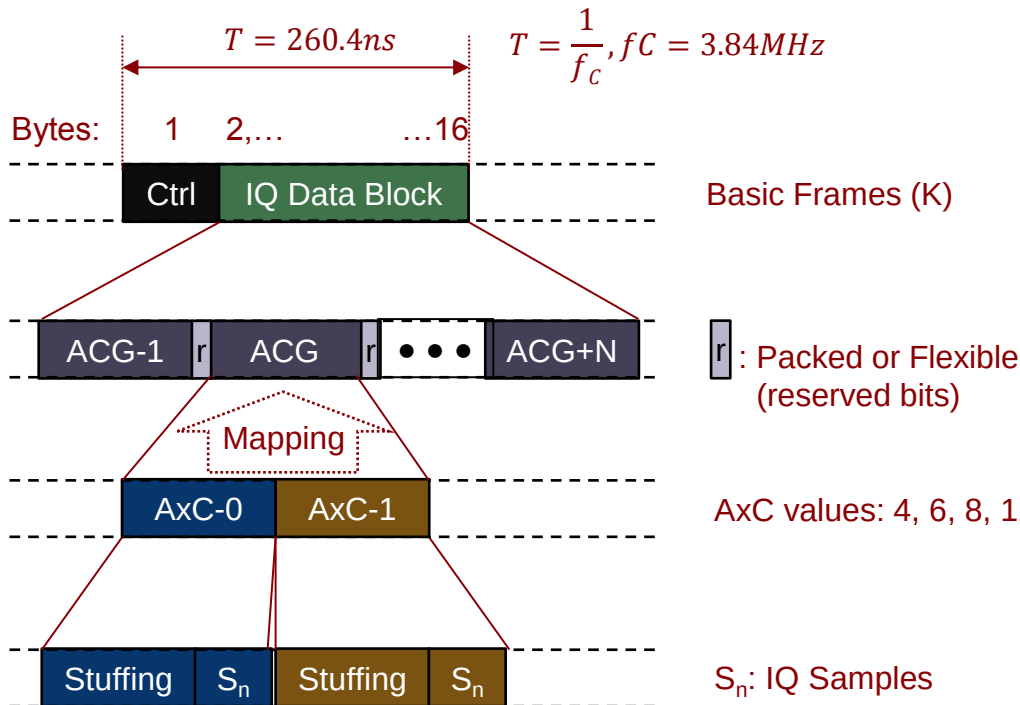


Tecnología RFoCPRI™

Estructura de la trama de CPRI

Un **antenna-carrier (AxC)** es la unidad de datos para Rx o Tx para una portadora de una antena.

- Para WCDMA, un AxC contiene muestras IQ (n es la tasa de sobremuestreo de $f_c = 3.84\text{MHz}$, para downlink $n = 1$ o 2 , y para uplink $n = 2$ o 4).
- Para GSM y LTE, un AxC contiene muestras IQ y bits de relleno mapeados por unos de los 2 métodos de mapeo



Basic Frames (K)

r: Packed or Flexible (reserved bits)

AxC values: 4, 6, 8, 12, 18, 24

S_n: IQ Samples

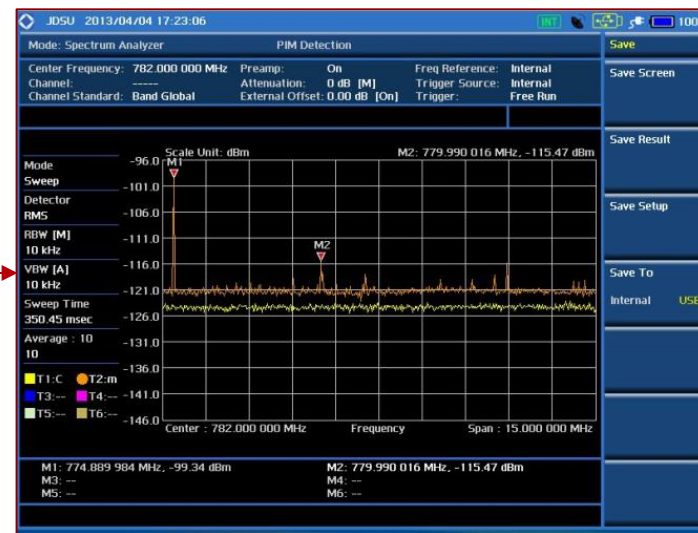
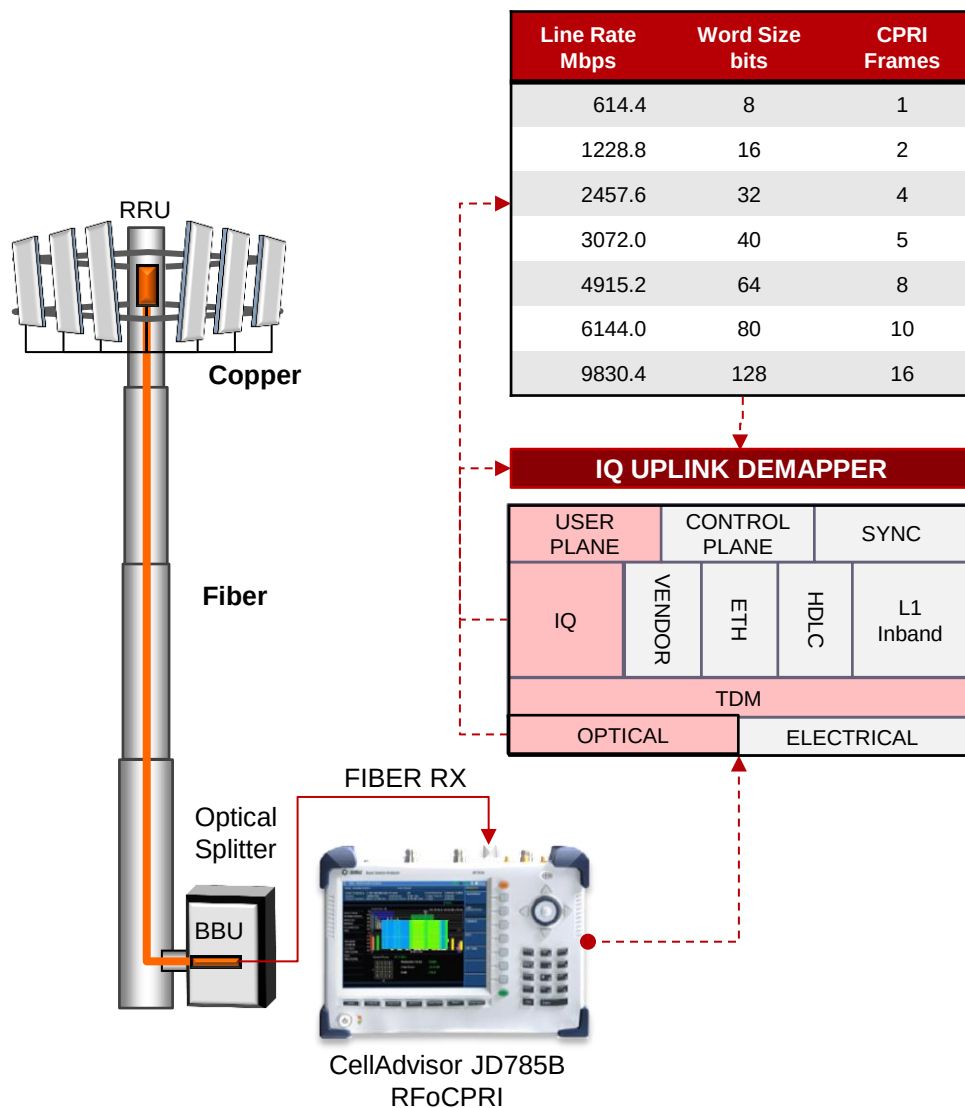
IQ sample width: DL: 8 to 20 bits, UL: 4 to 20 bits

Estructura Básica de la trama

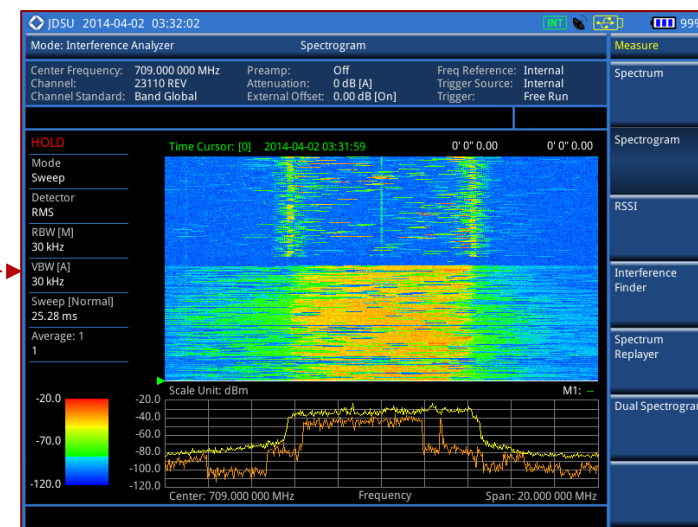
CPRI Link Rate (Mbps)	Palabras
614.4	1
1228.8	2
2457.6	4
3072.0	5
4915.2	8
6144.0	10
9830.4	16

RFoCPRI

Análisis de Uplink

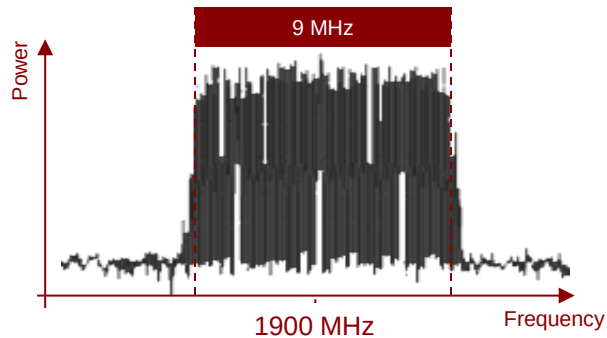


Uplink Interference (PIM) Analysis

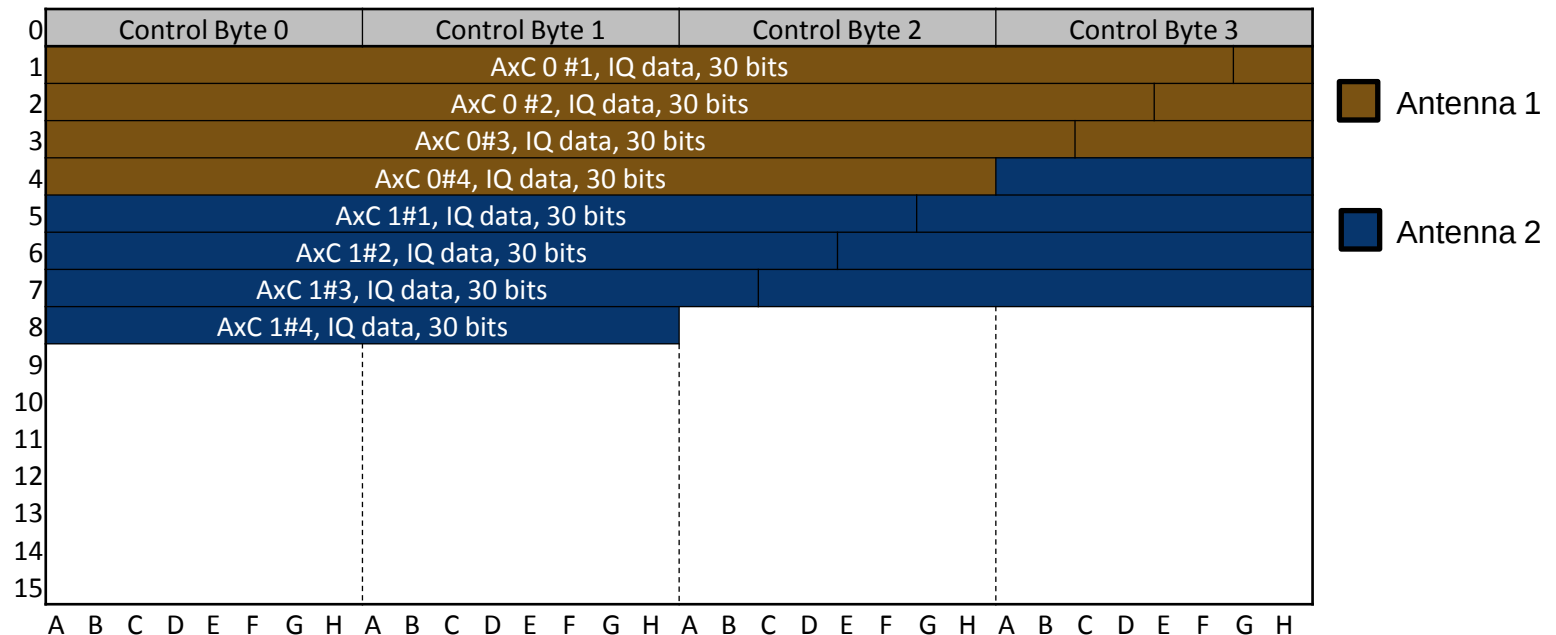


Uplink Spectrogram

■ LTE CPRI Mapping – 2457.8 Mbps

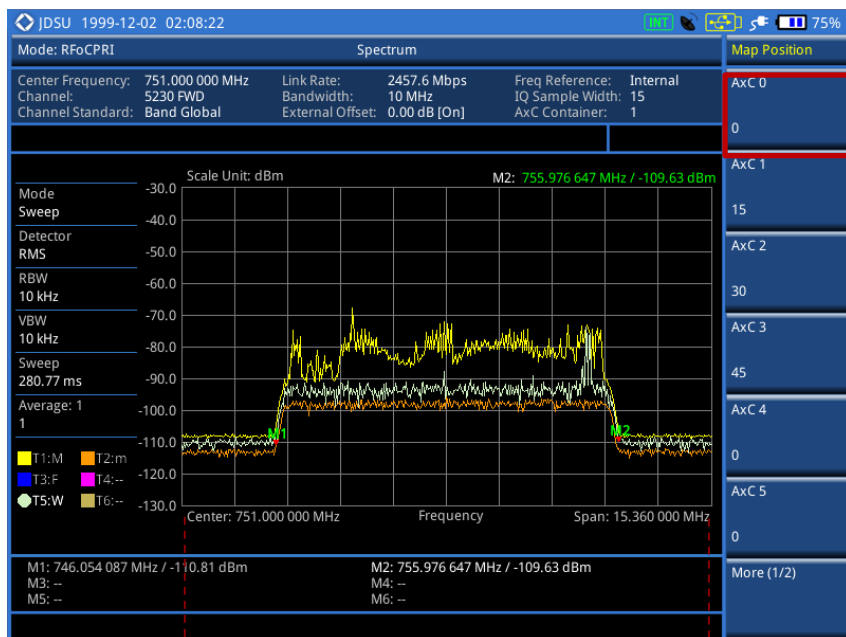


Basic Frame Structure	
CPRI line rate (Mbps)	2457.6
Words per frame	4
F_s (MHz) = Words x 3.84	15.36
LTE Channel (MHz)	9
AxC per carrier	4
AxC position	Packed
IQ Sampling	15



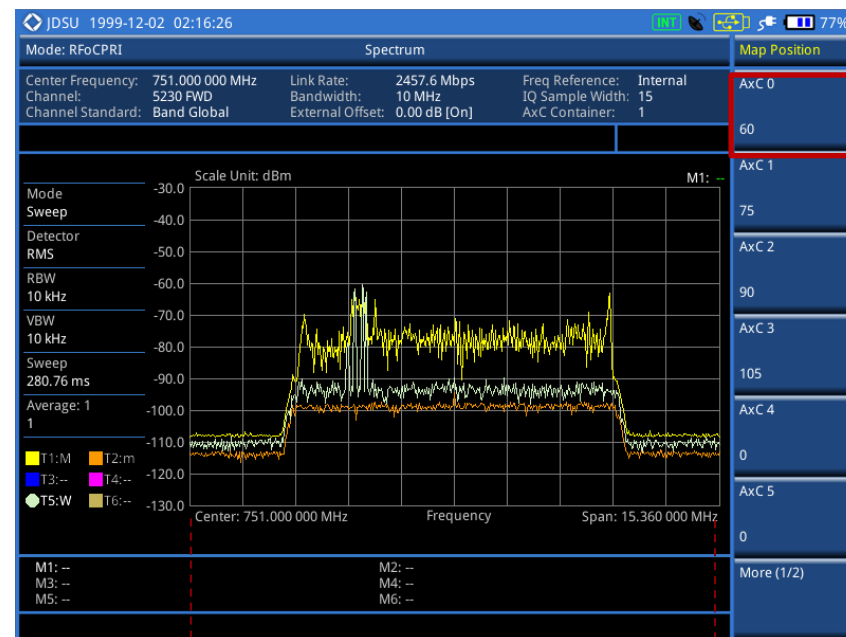
- Análisis de espectro con RFoCPRI™ Para una portadora de 10 MHz

■ Antenna 1



4 AxC = 0
15.36 MHz

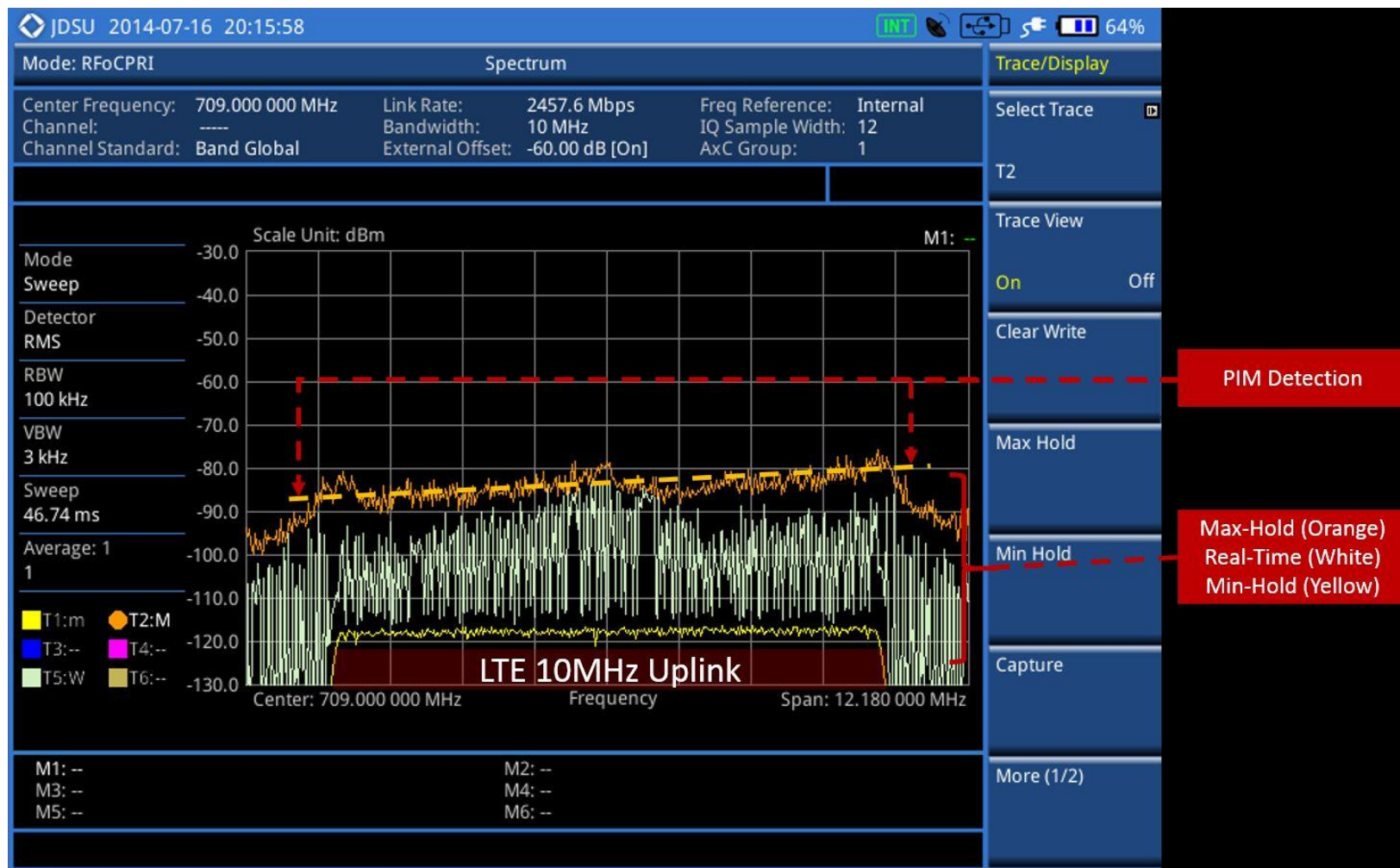
■ Antenna 2



4 AxC = 60
15.36 MHz

Certificación de Radio Bases

Front-Haul – Implementaciones con Fibra





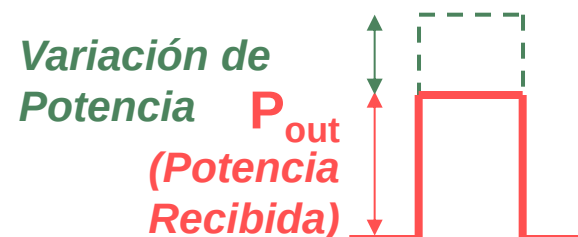
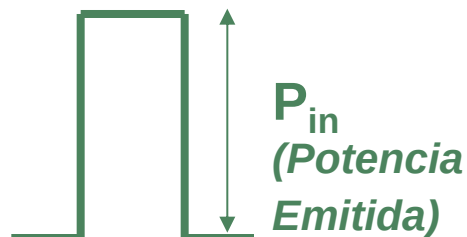
Medición del presupuesto de potencia óptica

Optical Loss Budget

When installing a fiber network, network topology and equipment specifications must be considered. One of the major parameters requiring measurement is optical loss budget, or end-to-end optical link loss. When calculating the optical loss budget of a fiber link, the source, detector, and optical transmission line must be considered.

An example of a typical singlemode system could be:

- (1) Average Transmitter (Tx) output optical power: **0 dBm**
- (2) Minimum Receiver (Rx) sensitivity: **-20 dBm**
- (1) – (2) Maximum optical loss budget: **20 dB**

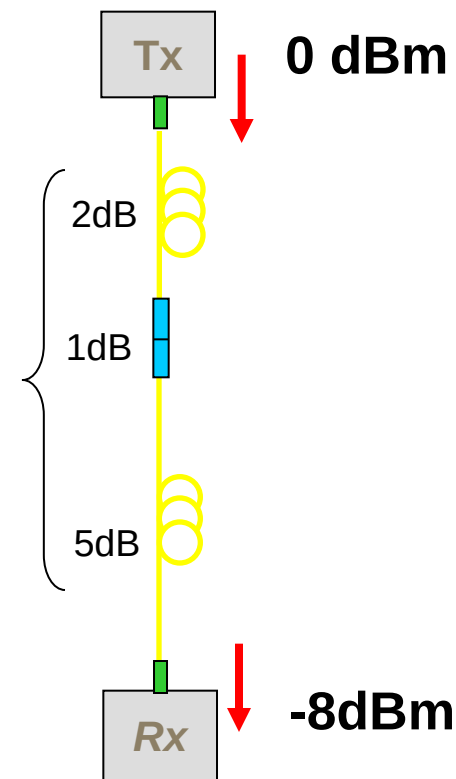


Comparando Valores dBm & mW

Unidad de dBm es decibelios (dB)
con respecto a 1 mW de potencia

Pérdida= 8dB

0 dBm	-3 dBm	-20 dBm	-40 dBm
1 mW	0.5 mW	0.01 mW	0.0001 mW



Calculando el Presupuesto De Perdidas

A Total connector Loss = 0.5 dB x Number of connector pairs

B Total fiber Loss = loss per km x fiber distance

1310 nm $\approx$ 0.35 dB/km

1550 nm $\approx$ 0.2 dB/km

C Total splice Loss = 0,1 dB x Number of splices

D Total other components loss = loss x Number of components

Mechanical splice $\approx$ 0.5 dB

1:2 splitter $\approx$ 3.5 dB

1:32 splitter $\approx$ 17 dB

Valores Típicos de Atenuación

Elemento	Longitudes de Onda	Pérdida Típica (Atenuación)
Fibra Monomodo	1310nm	0.35 dB / km
	1550nm	0.2 dB / km
	1625nm	0.2 dB / km
Fibra Multimodo	850nm	3 dB / km
	1300nm	1dB / km
Empalme de Fusión	Monomodo (cualquier λ)	0.05 dB
Empalme Mecánico	Monomodo (cualquier λ)	0.3 dB
Par de Conectores	Monomodo (cualquier λ)	0.25 - 0.5 dB
Splitters	1:64 (cualquier λ) – typical PON	20 dB
	1:2	3.5 dB



Verificación y diagnóstico con OTDR

Pruebas Básicas

Se realizan en todos los enlaces

- **Inspección de Conectores**



- **Potencia Óptica**



- **Pérdida de Inserción**

- **ORL del enlace**



- **Localizador de Fallas(VFL)**



- **Identificador de Fibra**



- **OTDR**

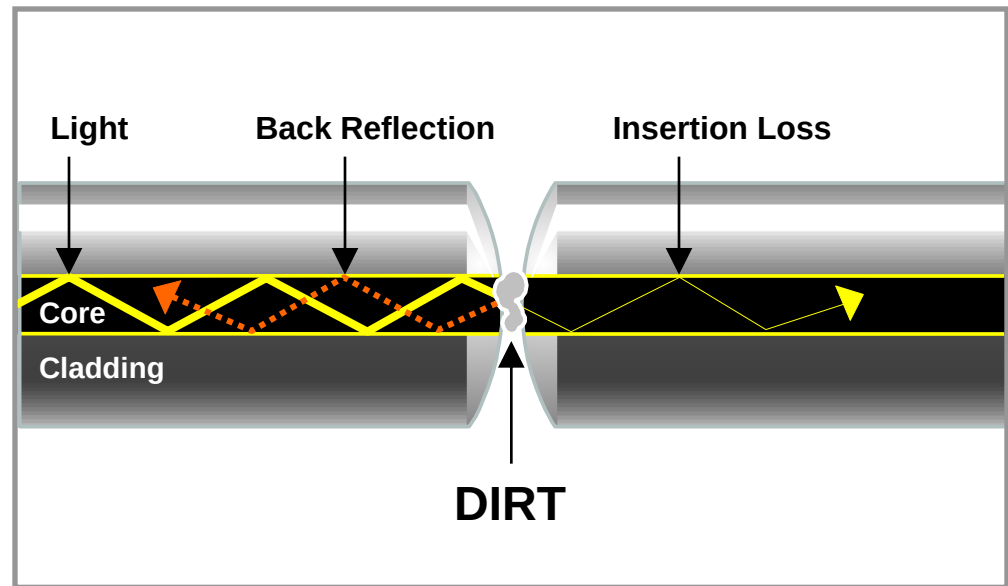
- Distancia
- Pérdida (cambios en retro-esparcimiento)
 - Secciones de FO
 - Secciones de enlace
 - Empalmes de fusión
 - Conectores
 - Macro-curvatura / Micro-curvaturas
- ORL
 - Secciones del enlace
 - Eventos reflexivos (reflectancia)



¿Que hace que una conexión de fibra sea mala?

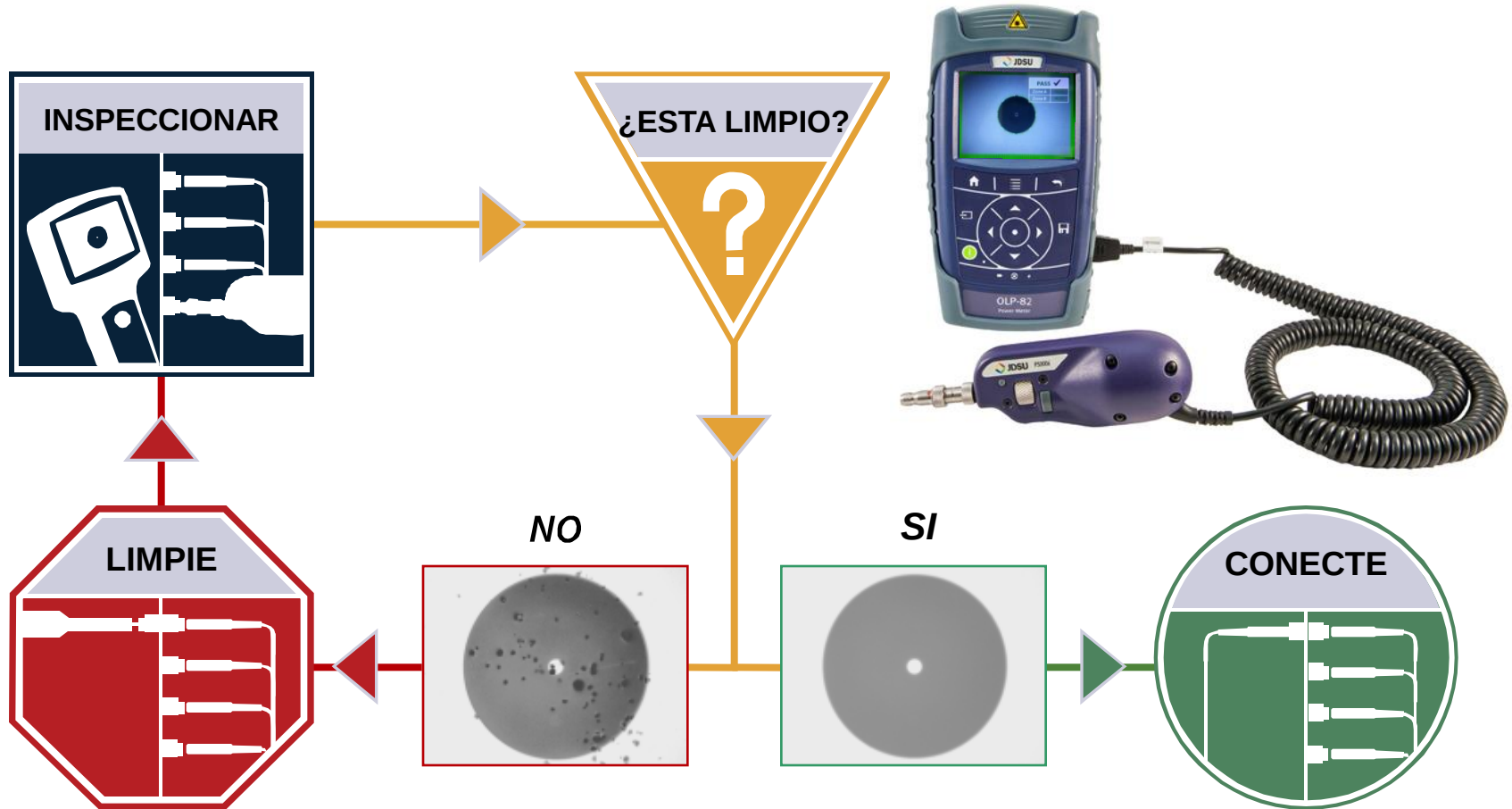
La Contaminación es la fuente No. 1 de problemas en las redes ópticas.

- Una sola partícula alojada en el núcleo de la fibra puede causar **reflexiones y pérdida de inserción** e incluso **daño en los equipos**.
- **La Inspección visual** del conector óptico es la **única forma** de determinar si están realmente limpios antes de acoplarlos.



Inspeccionar antes de Conectar

Siguiendo el simple proceso de **“INSPECCIONAR ANTES DE CONECTAR”** se asegura que las caras de los conectores estén limpias antes de acoplarse.



Contaminación de conectores Vs Desempeño



1 Conexión Limpia

Reflexión= **-67.5 dB**
Pérdida= **0.250 dB**



3 Conexión Sucia

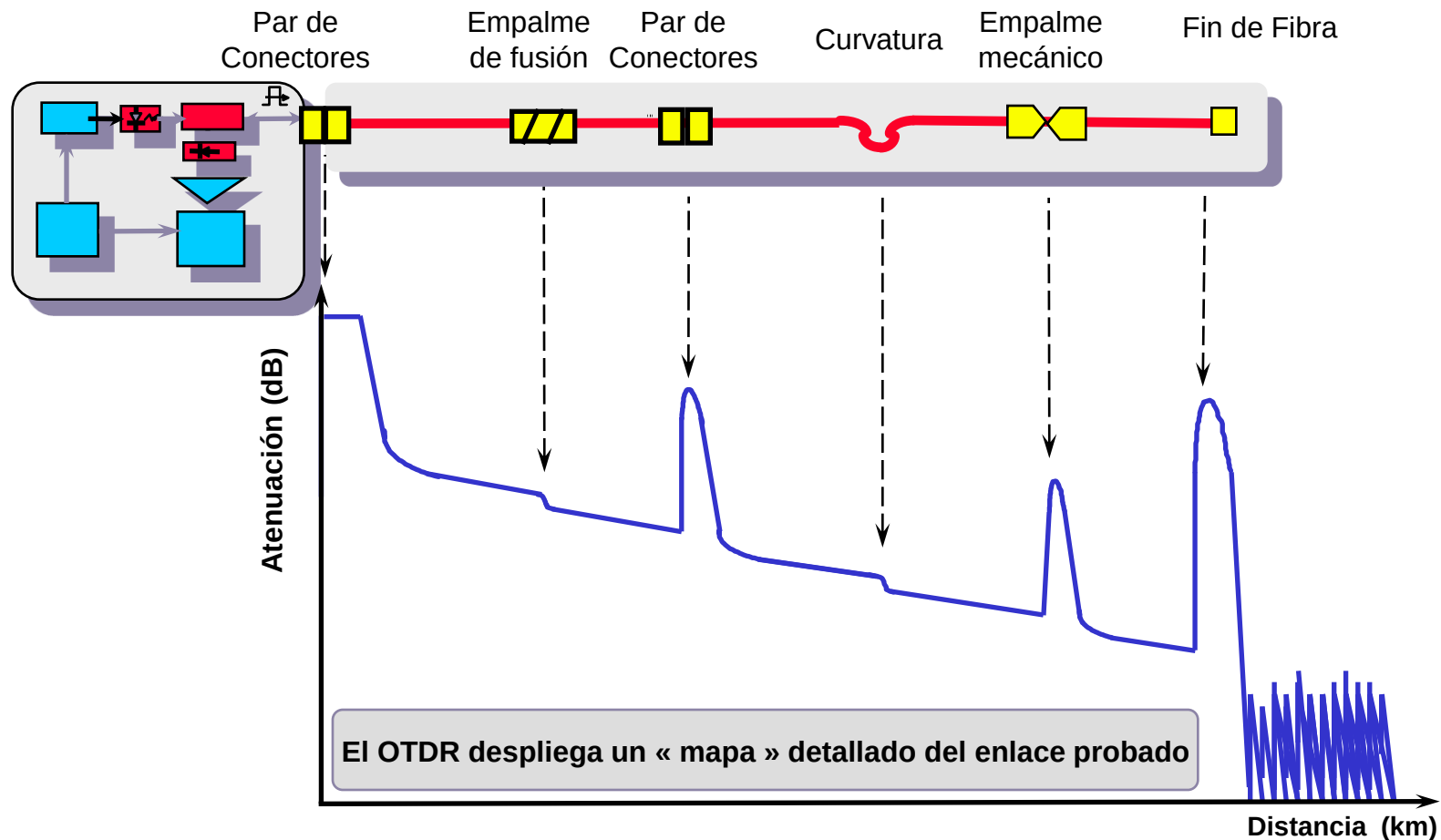
Reflexión= **-32.5 dB**
Pérdida= **4.87 dB**

Contaminación de conectores y su efecto en el desempeño

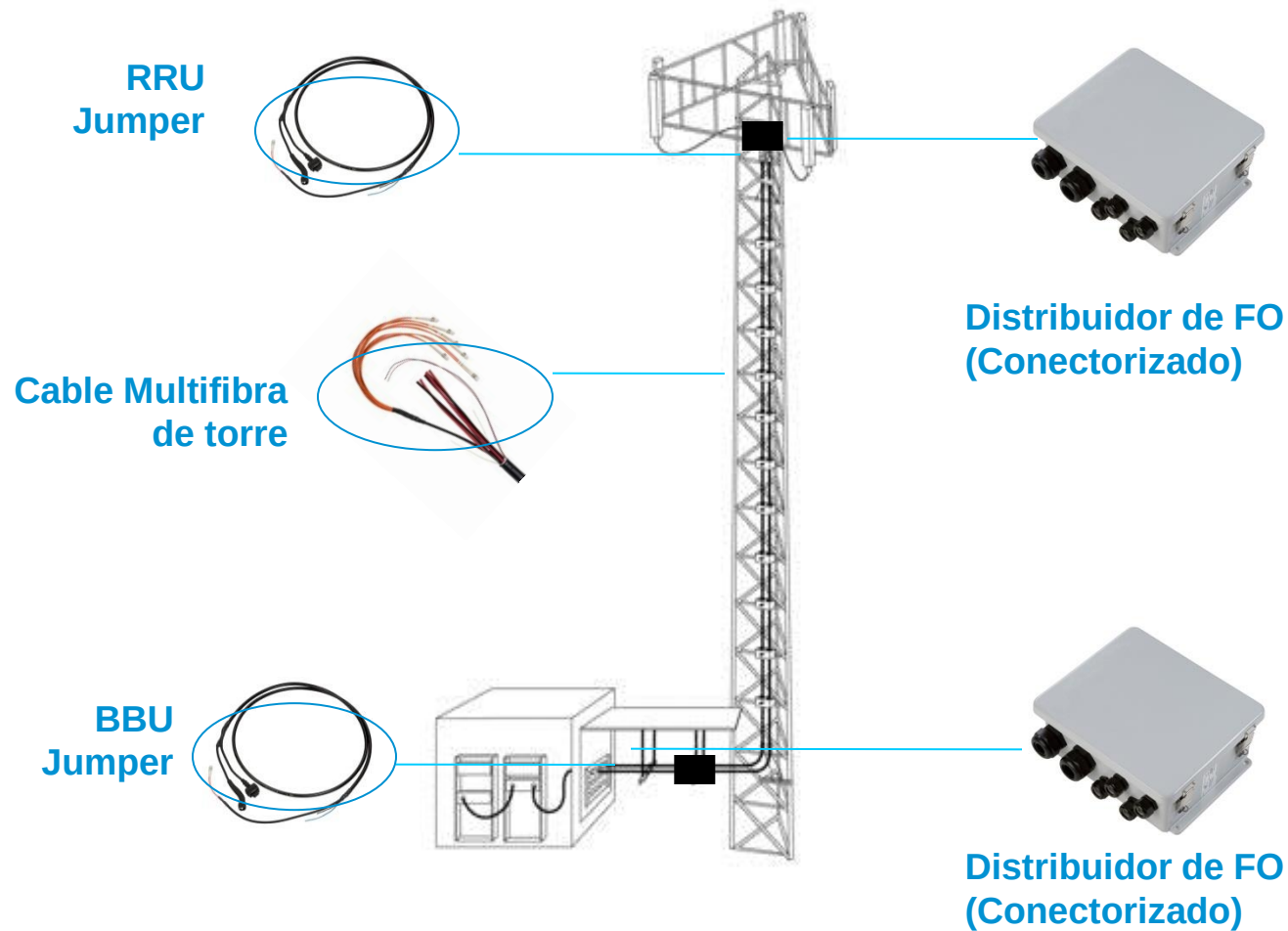
En el Trazo OTDR se puede ver la diferencia en atenuación entre un conector limpio **(1)** y uno sucio **(3)**



Mediciones de Reflectometría



Solución Estandar de 3 RRU Solution - Macrocelda





Conexión y verificación del backhaul

Flujo de Trabajo para la activación



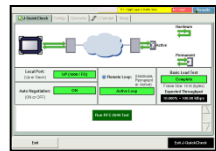
- **Conectividad a nivel capa 2 y 3 con la RFC-2544 y la Y.1564**
 - Pruebas básicas.
- **Tipo de servicio**
 - Verificación de los diferentes servicios, asegurando que cada uno de ellos se transporte con la prioridad que le corresponde.
- **Capa de aplicación, Activación por medio de TrueSpeed™ RFC-6439**
 - Simula a usuario reales con sesiones de aplicación (TCP, FTP, HTTP) y ayuda a verificar el Throughput esperado.

¿Probar únicamente con un Ping o con Ethernet OAM?

- PING y OAM no verifican el CIR en el link
 - Desconoces si estas entregando 5Mb, 100Mb o 500Mb en un servicio de 100Mb
 - Probar las capacidades del enlace y poner en contraste el CIR, permite descubrir problemas de buffers y cuellos de botella dentro de la red, estresando el enlace
- PING y tramas OAM frames no son considerados dentro del enlace como lo es el tráfico del cliente
 - Ping y Ethernet OAM son manejados por un procesador dentro de los elementos de red (administración por SW), el tráfico del cliente y el de prueba es manejado via HW
 - El hecho de que un elemento de red pueda manejar OAM no significa que pueda manejar tráfico del cliente, y vice versa.

Evolución de los Estándares de Ethernet

SLA Verification



Quickcheck

- Conectividad
- Auto-Negociación
- Throughput

RFC2544

- Un solo flujo
- Latencia
 - Pérdida paquetes
 - Jitter
 - Throughput

Y.1564

Múltiples Flujos

- Latencia
- Pérdida de paquetes
- Jitter
- Throughput: CIR, EIR, CBS, EBS

RFC6349

- L4/TCP QoS
- Window Size
- Buffer Size
- Policing v Shaping

Y.1564/2544 + RFC6349

Todo en un solo script de pruebas aseguramiento del servicio y QoS

KPIs de la RFC 2544 y Y.1564

Throughput

- Rendimiento inadecuado de la velocidad
- Descarga de archivos es lenta y pantalla cortada o azul..

Latencia— Round Trip Delay

- Voz: eco, llamadas caídas, over-talk
- Video : imagen cortada y retardo en la imagen
- Datos: toma demasiado tiempo descargar archivos

Jitter de paquetes— Delay Variation

- La latencia es causada por un inadecuado encolamiento y congestión en la red.
- Voz: Ruidos Video: Pixeleados o pantallas azules.
- En los datos el efecto es mínimo

Frame Loss

- Generalmente causado por inadecuado encolamiento y congestión
- Voz: Distorsión y ruido, llamadas caídas
- Video: pantalla con pixeles y pantalla azul
- Datos: largos periodos de descarga

Committed Burst Size

- Mucho pero mucho tiempo para descargar una pagina
- Subir/descargar un archivo toma demasiado tiempo
- Aplicaciones de video! Imposibles demasiado tiempo para descargar la imagen

SLA garantizado a través de Y.1564

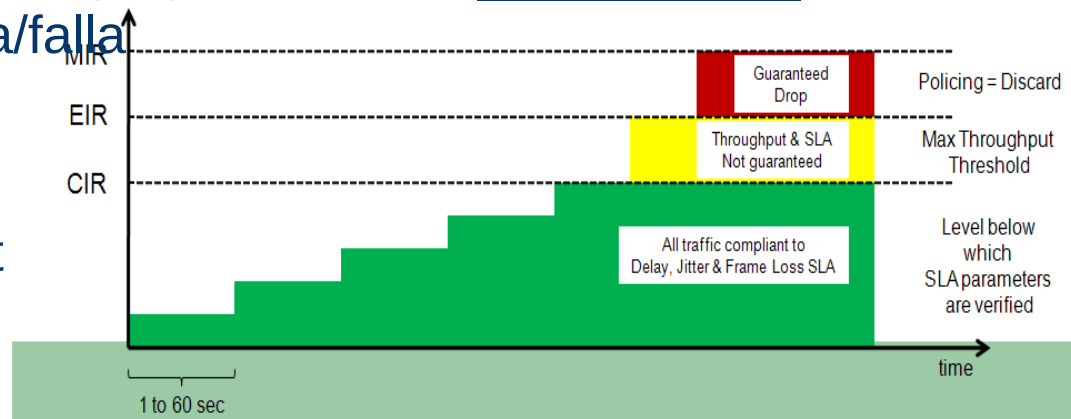
- Y.1564 valida el SLA de un servicio Carrier Ethernet con respecto a indicadores del perfil de ancho de banda (CIR, EIR, CBS, EBS) y KPIs (Delay, Jitter, Frame Loss)

- Repetibles pruebas y en corto tiempo para evaluar **Multi-Stream** con parámetros de evaluación pasa/falla

- Dos fases de prueba:

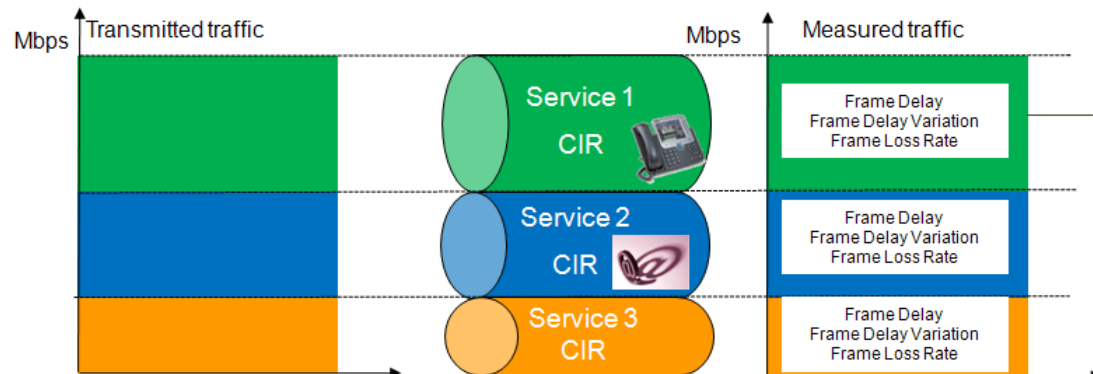
1. Service Configuration Test (Prueba de rampa)

- Cada stream/servicio es evaluado

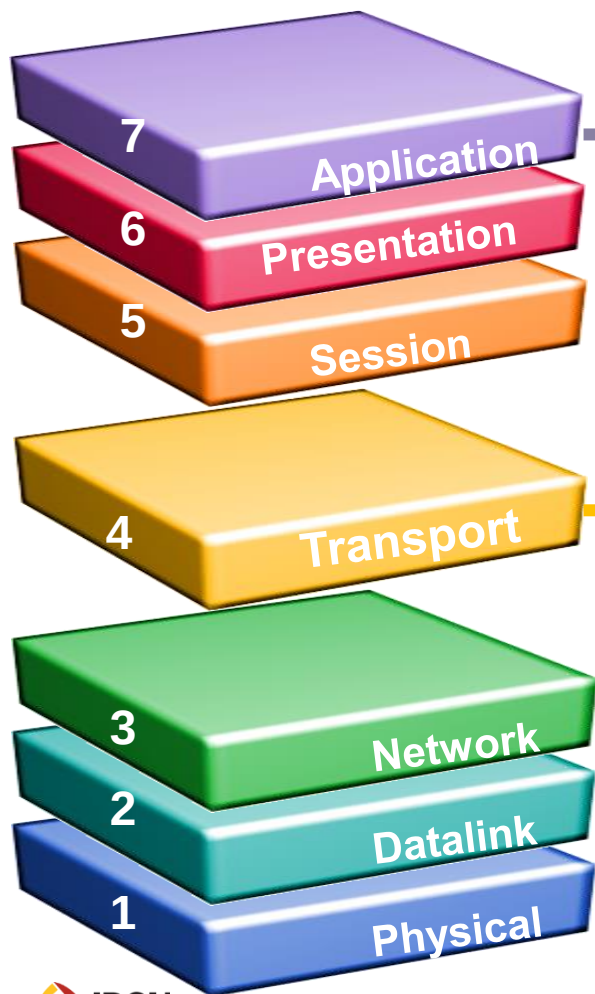


2. Service Performance Test (Multi Stream)

- Todos los servicios son evaluados al mismo tiempo



Aplicaciones de Tráfico Constante vs. Ráfagas



Tráfico de Ráfagas

HTTP, FTP, E-mail,
Sharepoint,
Communicator,
Facebook, YouTube

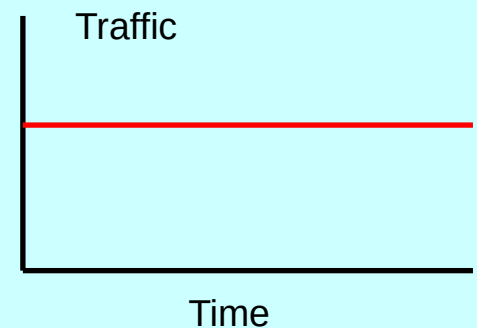
TCP

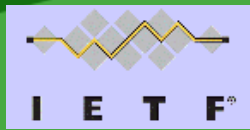


Tráfico Constante

Voz y Video

UDP





RFC 6349

- IETF RFC 6349 especifica una metodología para mediciones punto a punto para TCP Throughput en el manejo de una red IP.
 - **JDSU, Bell Canada, y Deutsche Telecom co-autores de la RFC6349**

PRUEBA 0.

RFC2544 verifica la integridad de la red en Capa 2/3 previo a pruebas de TCP.

1. Detección MTU (por RFC4821)

- Verifica el MTU que permita asegurar que no existirá fragmentación

2. RTT Base vs. Ancho de banda

- Indica el óptimo tamaño de ventana TCP para calcular el valor de BDP (TCP Bandwidth Delay Product)

3. Pruebas con una y múltiples conexiones TCP

1. Verifica el tamaño de ventana TCP óptimo que permita “llenar la pipa” en una prueba de TCP.

Falta de Pruebas en TCP, brecha en la activación del servicio

- RFC2544 / Y.1564 son esenciales para la activación de servicios L2/L3
Sin embargo los usuarios finales experimentan aplicaciones sobre TCP
- Los usuarios finales presentan quejas acerca de “una red lenta”, y es causado por el pobre desempeño de las aplicaciones (i.e. Facebook, YouTube, navegación)

Problemas relacionados con la activación	RFC2544	Y.1564sam	RFC 6349
Problemas relacionados con las Capa 2/3 de un solo servicio, pérdida de paquetes y desfase			N/A
Problemas relacionados con las Capa 2/3 de múltiples servicios, como priorización de servicio, pérdida y desfase)			N/A
Demostrar el efecto del tamaño de la ventana de TCP del cliente final en el rendimiento (problema del CPE)			
Configuración inadecuada de Búfer en dispositivos para manejar aplicaciones de clientes con altibajos			
Efectos del control del tráfico en el rendimiento de TCP			



facebook.com/jdsulatinamerica



[@JDSULATAM](https://twitter.com/JDSULATAM)



bit.ly/JDSULATAMLIST



blogs.JDSU.com/Tendencias



JDSU.com.mx