

consultoría colombiana s.a.
ingenieros consultores

ANCOL
Asesorías e Inversiones
de Colombia Ltda.



**Consultoría para determinar el modelo técnico
y económico eficiente del servicio de telefonía
pública local extendida TPBCLE
Metodología del Modelo de TPBCLE**

Bogotá D.C., 2 de diciembre de 2005

CONTENIDO

- ❖ Objetivos
- ❖ Módulo de planta externa
- ❖ Módulo de tráfico
- ❖ Módulo de conmutación
- ❖ Módulo de transmisión
- ❖ Módulo de gestión
- ❖ Módulo de activos de soporte y operación – mantenimiento
- ❖ Módulo de interconexión

OBJETIVOS DEL MODELO

- ❖ Modelar los costos de una red que previamente se ha tipificado y diseñado como eficiente para la prestación del servicio de TPBCLE en Colombia.
- ❖ El modelo de costos incluye los elementos funcionales y los recursos necesarios para soportar la prestación del servicio.

OBJETIVOS DEL MODELO

- ❖ El modelo adopta algunos supuestos que fueron validados y ampliamente discutidos durante el desarrollo del MCRF V2 para telefonía local.
- ❖ El modelo se estructura en módulos que agrupan funciones específicas. Para cada uno se han identificado y diseñado sus elementos, los cuales se valoran individualmente.

MÓDULOS

MODELO TÉCNICO – ECONÓMICO

MÓDULO DE PLANTA EXTERNA

METODOLOGÍA

- ❖ El modelo de planta externa para TPBCLE se desarrolló de tal manera que cubra las redes correspondientes a centrales de cualquier número de líneas.
- ❖ El desarrollo del módulo difiere dependiendo del número de líneas, ya que la capacidad de los cables que se manejan en cada caso son diferentes.

TIPIFICACION DE RED EFICIENTE

Se desarrolla el módulo para cada rango de línea.

Los rangos son los siguientes:

- ❖ **Redes Tipo 1:** $N \geq 5.000$ líneas
- ❖ **Redes Tipo 2:** $1.000 \leq N < 5.000$ líneas
- ❖ **Redes Tipo 3:** $400 \leq N < 1.000$ líneas
- ❖ **Redes Tipo 4:** $N < 400$ líneas

CRITERIOS DE EFICIENCIA

- ❖ CANALIZACIÓN (zanjas, banco de ductos, cámaras, repavimentaciones y acometidas).
 - ❖ Central en Centro de Gravedad
 - Dos rutas de canalización iguales
 - Menor distancia de canalización
 - Menor cantidad de ductos
- ❖ RED AÉREA (mural y/o en postes)
 - ❖ Considera modelos de distribución de red (muro y poste) que atiendan el mayor número de abonados con las menores distancias.

CRITERIOS DE EFICIENCIA

- ❖ **MANEJO DE RESERVAS**
 - ❖ Acepta reservas de red directa y de red secundaria.
 - ❖ No acepta reservas de red primaria.
- ❖ **INSTALACIONES EXTERIORES**
 - ❖ Contempla una instalación promedio de cincuenta (50) metros.

ELEMENTOS DE RED A MODELAR

Red Directa

- ❖ MDF, conexiones y puentes
- ❖ Tendido cable interior ignífugo incluido cables
- ❖ Empalme terminal
- ❖ Bastidor de empalmes terminales
- ❖ Cárcamo o túnel de cables
- ❖ Canalización

Red Aéreas

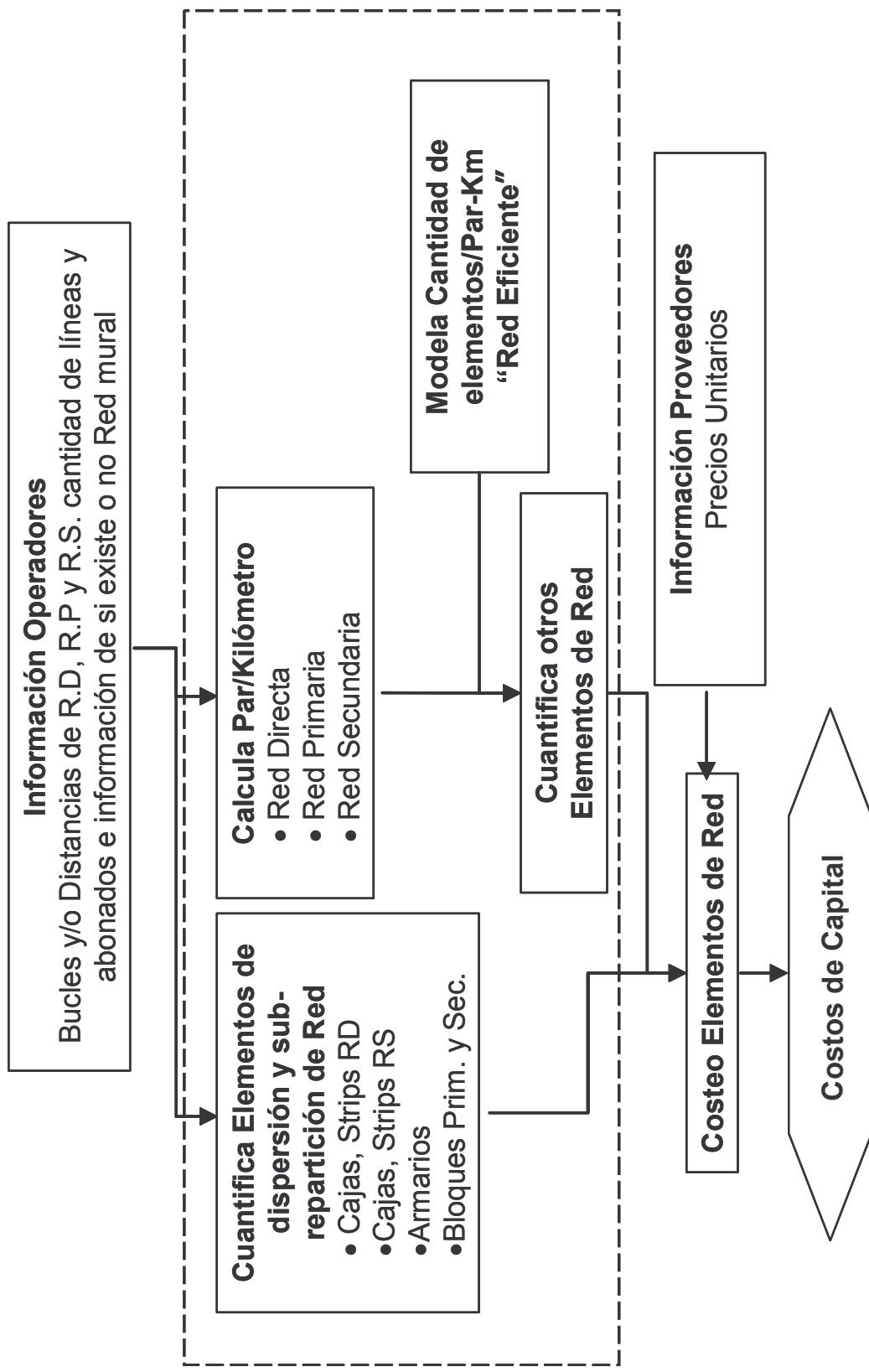
- Elementos de redes aéreas (murales y en poste)
- Cables aéreos
- Tendido de cables aéreos (murales y en poste)
- Empalmes aéreos (murales y en poste)
- ❖ Cajas terminales y “strips”
- ❖ Instalaciones exteriores

- ❖ Cámaras
- ❖ Zanjas
- ❖ Ductería
- ❖ Repavimentaciones
- ❖ Acometidas
- ❖ Cables canalizados
- ❖ Tendido de cables canalizados
- ❖ Empalmes canalizados

ELEMENTOS DE RED A MODELAR

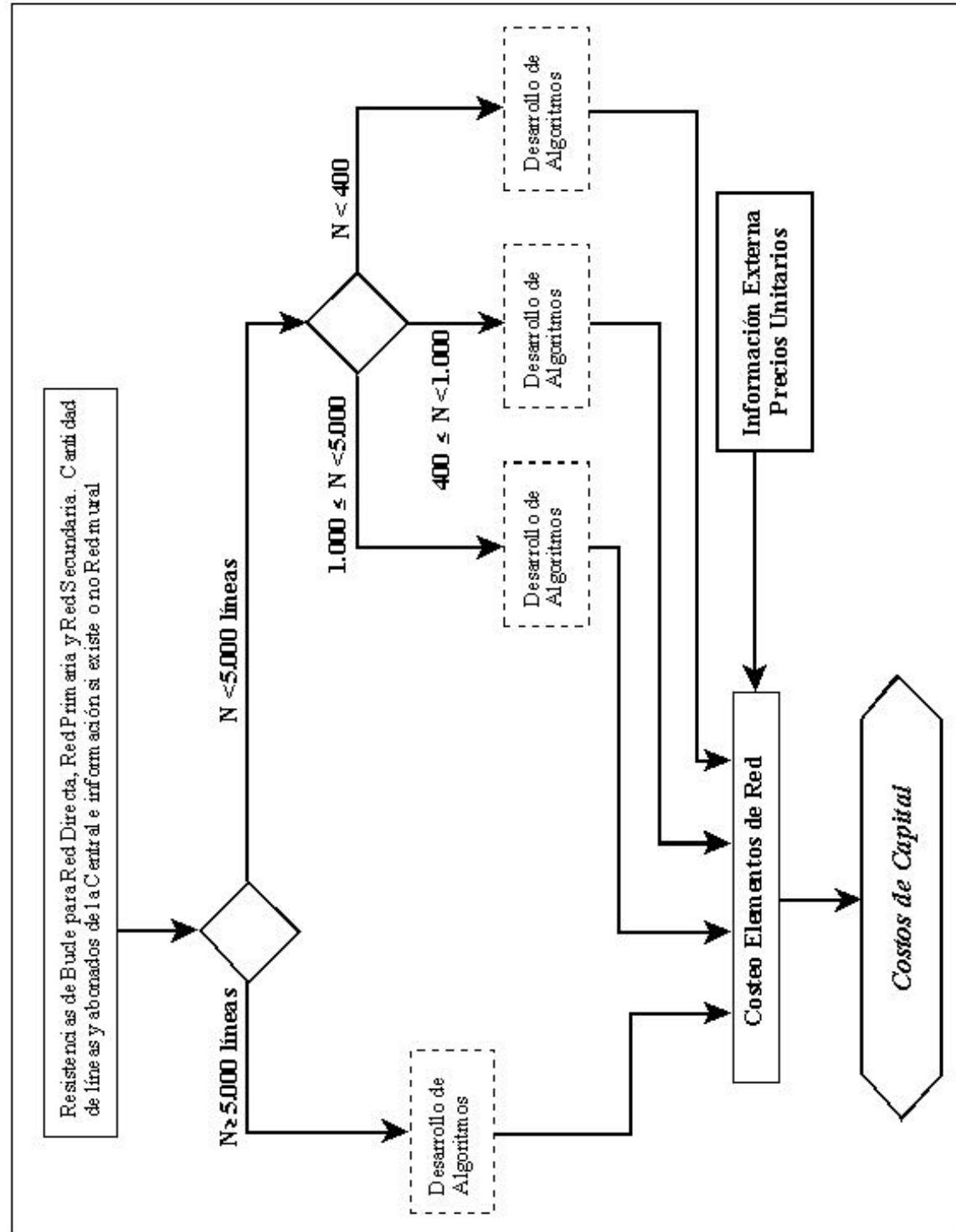
- | | |
|---|--|
| Red Flexible <ul style="list-style-type: none">❖ MDF, conexiones y puentes❖ Tendido cable interior ignífugo incluido cables❖ Empalme terminal❖ Bastidor de empalmes terminales❖ Cárcamo o túnel de cables Canalización Primaria <ul style="list-style-type: none">▪ Cámaras▪ Zanjas▪ Ductería▪ Repavimentaciones▪ Acometidas❖ Cables canalizados❖ Tendido de cables canalizados❖ Empalmes canalizados Redes Aéreas <ul style="list-style-type: none">❖ Elementos de redes aéreas (murales y en poste)▪ Cables aéreos❖ Tendido de cables aéreos (murales y en poste)▪ Empalmes aéreos (murales y en poste)❖ Cajas terminales y “strips”❖ Instalaciones exteriores | Canalización Secundaria <ul style="list-style-type: none">▪ Cámaras▪ Zanjas▪ Ductería▪ Repavimentaciones▪ Acometidas❖ Cables canalizados❖ Tendido de cables canalizados❖ Empalmes canalizados Redes Aéreas <ul style="list-style-type: none">❖ Elementos de redes aéreas (murales y en poste)▪ Cables aéreos❖ Tendido de cables aéreos (murales y en poste)▪ Empalmes aéreos (murales y en poste)❖ Cajas terminales y “strips”❖ Instalaciones exteriores |
|---|--|

MODELAMIENTO



MODELAMIENTO

Resistencia de Bucle para Red Directa, Red Primaria y Red Secundaria. Cantidad de líneas y abonados de 1 a Central e información si existe o no Red rural



MODELAMIENTO

Por todo lo anterior, para cada uno de los tipos de redes determinados, se establecen criterios específicos para:

- Canalización.
- Cables típicos.
- Distritos típicos.
- Modelos para empalmes canalizados de red primaria, de red directa y de red secundaria.
- Acometidas.
- Modelos de redes aéreas (murales y en poste).

MÓDULO DE TRÁFICO

METODOLOGÍA

❖ Dimensionamiento de rutas

- ❖ Cargas de tráfico ofrecido, en erlangs, en la hora pico.
- ❖ Matriz Punto- Punto $A(i,j)$
- ❖ Tráfico de interconexión reportado por el operador
- ❖ Tipificación tráfico total y local. Tráfico LE por diferencia
- ❖ Modelos Erlang-B y Wilkinson
- ❖ Arquitectura y esquema de enrutamiento considerado eficiente. Criterios de diseño de enrutamientos, pérdidas, y tráfico/circuito

METODOLOGÍA

❖ Dimensionamiento de nodos y señalización

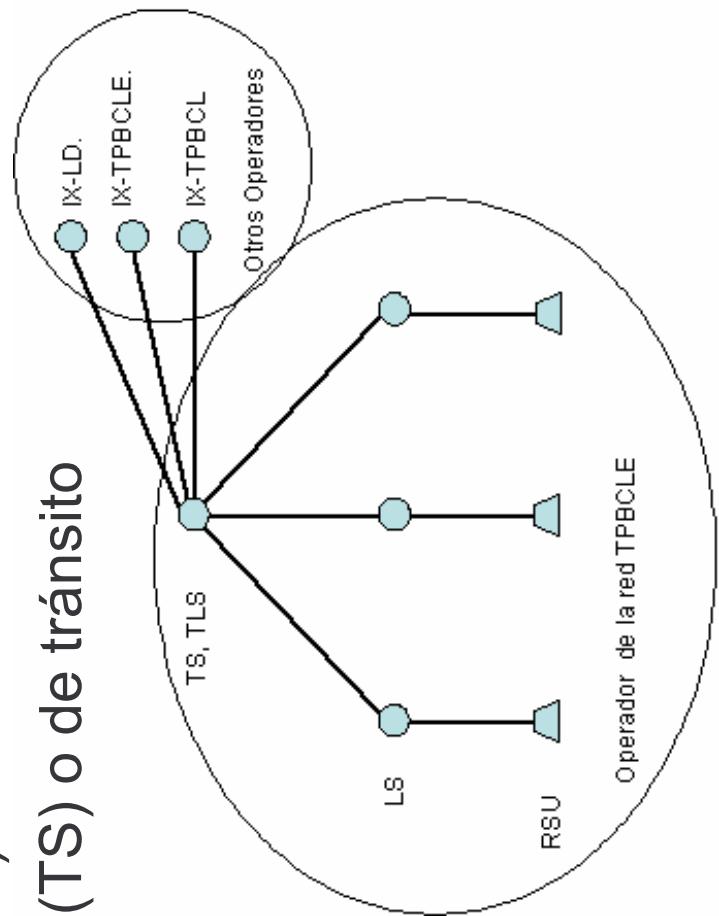
- ❖ Duración de intentos de llamadas en hora pico (BHCA):
“Busy Hour Call Attempt”
- ❖ Parámetros de mensajes de señalización

TIPIFICACIÓN DE RED EFICIENTE

❖ Arquitectura de red

Niveles de las redes locales extendidas (eficiente):

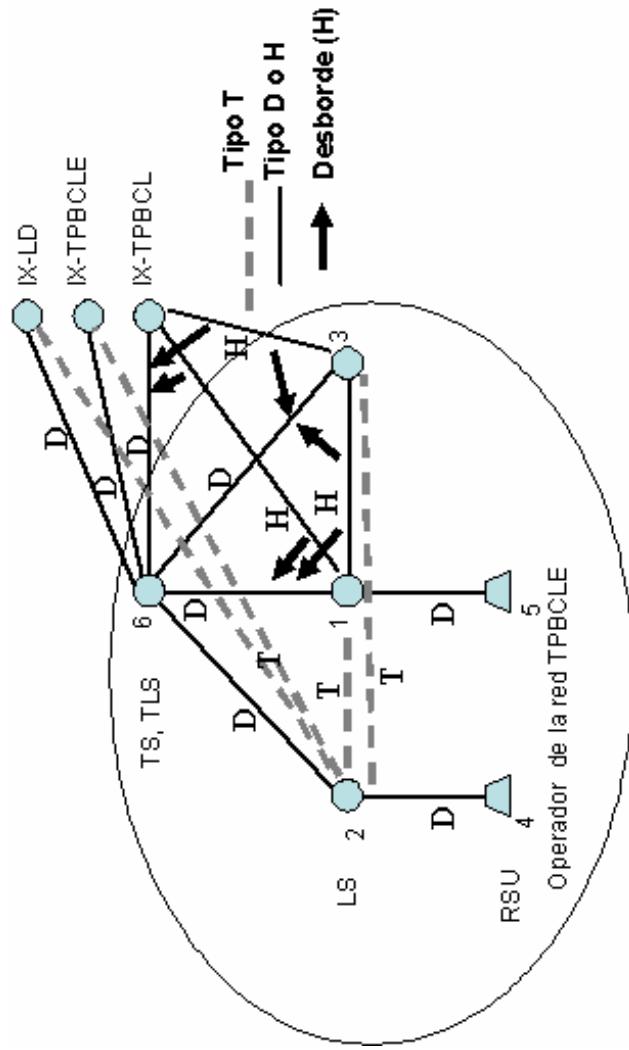
- ❖ Concentradores (RSU)
- ❖ Centrales locales (LS)
- ❖ Centrales tandem (TS) o de tránsito



TIPIFICACIÓN DE RED EFICIENTE

Enrutamientos

- ❖ Directo (D): Grupo de circuitos. Baja probabilidad de pérdida.
- ❖ Alto Uso (H): Grupo de circuitos. Alta probabilidad de pérdida. Desborde se tramita en tránsito por rutas finales
- ❖ Tránsito (T): No se establece grupo de circuitos. Tráfico se tramita en tránsito por rutas finales



TIPIFICACIÓN DE TRÁFICO

- ❖ Tráfico por abonado:

Total
(L+LE+IX)

Abonados de la localidad	Valor por Defecto	Unidad
≥ 10.000	0.070	Erlangs
≤ 1.000	0.058	Erlangs
100	0.050	Erlangs

Relación originado / total

Abonados de la localidad	Valor por Defecto	Unidad
≥ 10.000	0.51	(relación)
≤ 1.000	0.55	(relación)
100	0.60	(relación)

Abonados de la localidad	Valor por Defecto	Unidad
≥ 10.000	0.016	Erlangs
≤ 1.000	0.009	Erlangs
100	0.005	Erlangs

CRITERIOS DE EFICIENCIA

❖ Parámetros de diseño

Pérdidas admitidas

	Enrutamiento	Pérdida
Rutas Directas (D)		0,01
Rutas de Alto Uso (H)		0,20
Rutas Directas Finales (D)		0,005

Umbral de enrutamiento

Variable	Umbral	Unidad
Enrutamiento tipo T	A<15	Erlang
Enrutamiento tipo H	15<A<42	Erlang
Enrutamiento tipo D	A>42	Erlang

Eficiencia por circuito:

Mayor que 0,5 erl entre centrales

CRITERIOS DE EFICIENCIA

❖ Parámetros de diseño

Duración intento de llamada (Recomendación E.600 UIT)

Valor por Defecto	Unidad
90	segundos

Parámetros de señalización

Variable	Valor	Unidad
Mensajes de señalización por intento de llamada	5	Cantidad
Longitud promedio de un mensaje	184	Bits
Velocidad del enlace de señalización	64	Kilobits

Eficiencia por circuito de señalización:

0,2 erlangs (norma nacional)

MODELAGEMO[®] DE REDES EFICIENTES

Datos de entrada

Datos de tráfico reportados

Matriz punto-punto $A(i,j)$

Repartición.
Valores típicos
por defecto

Tráfico entre centrales

Enrutamientos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1	LS	LS	LS	RSU	RSU	TAN-INTX-1	INTX-2	INTX-3			
1	2	1	2	3	4	5	6	10	20	30		
2	3	LS	1	19.1	18.9	98.1	114.3	149.1	172.9	198.9	1109.5	
3	4	LS	2	170.7	47.9	55.5	206.8	86.2	100.5	114.9	782.5	
4	5	LS	3	91.0	53.6	30.6		46.0	53.6	61.3	336.2	
6	7	RSU	4	209.2							286.2	
7	8	RSU	5	120.2							120.2	
9	10	INTX-1	11	132.7	77.6	56.8					267.1	
10	11	INTX-2	12	154.8	90.5	66.3					311.6	
11	12	INTX-3	13	176.9	103.4	75.8					356.1	
12	13		14	103.7	76.0	385.2	206.8	114.3	0.0	281.2	3201	374.9
13	14		15	103.7	76.0	385.2	206.8	114.3	0.0	281.2	3201	374.9

Umbral de
Enrutamiento.
 $D_1 H_1 T$

Enrutamientos

MODELAMIENTO DE RED EFICIENTE

❖ Datos de salida

Tráfico total por ruta

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	LS	LS	LS	RSU	RSU	TAN.	INTX-1	INTX-2	INTX-3			
1												
2		1	2	3	4	5	6	10	20	30		
3	LS	1	191,5		98,1		114,1	725,3				
4	LS	2	47,3		208,9		527,8					
5	LS	3	91,0		30,6		232,7					
6	RSU	4			208,2							
7	RSU	5	120,2									
8	TAN.	6	653,3	509,0	219,9		281,3	328,9	375,0			
9	INTX-1	10					251,7					
10	INTX-2	20					233,6					
11	INTX-3	30					335,4					
12												

Pérdidas
Mod. Erlang-B
Mod. Wilkinson

Matriz de circuitos (E1s)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	LS	LS	LS	RSU	RSU	TAN.	INTX-1	INTX-2	INTX-3			
1												
2		1	2	3	4	5	6	10	20	30		
3	LS	1	191,5		98,1		114,1	725,3				
4	LS	2	47,3		208,9		527,8					
5	LS	3	91,0		30,6		232,7					
6	RSU	4			208,2							
7	RSU	5	120,2									
8	TAN.	6	653,3	509,0	219,9		281,3	328,9	375,0			
9	INTX-1	10					251,7					
10	INTX-2	20					233,6					
11	INTX-3	30					335,4					
12												

Tráfico Ix por ruta

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	LS	LS	LS	RSU	RSU	TAN.	INTX-1	INTX-2	INTX-3			
1												
2		1	2	3	4	5	6	10	20	30		
3	LS	1				54,2	478,7				532,9	
4	LS	2				90,5		300,8			381,4	
5	LS	3						123,3			123,3	
6	RSU	4	91,1								91,1	
7	RSU	5	57,0								57,0	
8	6	431,2	290,1	116,5			281,3	328,0	375,0	402,2		
9	INTX-1	10					251,7				251,7	
10	INTX-2	20					233,6				233,6	
11	INTX-3	30					335,4				335,4	
12		488,1	381,2	116,5	36,5	54,2	179,3	281,3	328,0	375,0	3880,5	

Datos de salida por nodo

BHCAS
ENLACES SEÑALIZACIÓN

MÓDULO DE CONMUTACIÓN

TIPIFICACIÓN DE RED EFICIENTE

- ❖ **Muestra para el estudio = cinco redes de TPBCLÉ**
 - ❖ Departamentos cubiertos = Boyacá, Meta, Cesar, Antioquia, Córdoba, Valle
 - ❖ Operadores del servicio = TELECOM, EDATEL, ESCARSA, ERT
- ❖ **Centrales o centros de conmutación de la muestra = 328**
 - ❖ Líneas en equipo = 866.351
 - ❖ Líneas en servicio = 542.524
 - ❖ 95,7% del total de líneas en equipo corresponden a seis proveedores
 - ❖ 4,3% del total de líneas en equipo corresponden a otros proveedores
- ❖ **Tipo de central o centro de conmutación**
 - ❖ Concentradores remotos = 64%
 - ❖ Centrales locales = 30%
 - ❖ Centrales con funciones de tránsito = 6%
- ❖ **Tipo de línea de abonado (en equipo)**
 - ❖ Líneas alámbricas = 96,2%
 - ❖ Líneas inalámbricas = 3,8%
- ❖ **Tipo de línea de abonado (en servicio)**
 - ❖ Líneas alámbricas = 95,6%
 - ❖ Líneas inalámbricas = 4,4%

TIPIFICACIÓN DE RED EFICIENTE

- ❖ **Tipo de tecnología utilizada**
 - ❖ NORTEL, ERICSSON, NEC, FUJITSU, ALCATEL, SIEMENS
 - ❖ Otros proveedores existentes se homologan con uno de los seis mencionados.
- ❖ **Tipo de concentrador utilizado**
 - ❖ Concentrador dependiente de la misma tecnología que su central matriz
- ❖ **Soluciones para 4.000 líneas o menos**
 - ❖ Con concentradores remotos y no con centrales locales
- ❖ **Reserva técnica**
 - ❖ No superior al 10% incluidos los números de prueba y teléfonos públicos

MODELAMIENTO DE RED EFICIENTE

- ❖ **Estructura de una central de commutación digital**
 - ❖ Cinco etapas funcionales = abonado, red Cx, troncal, control, señalización
 - ❖ Tres etapas adscritas = fuerza, aire, D.G/DDF
- ❖ **Modelamiento de las etapas funcionales según “drivers” escogidos para tal efecto**
 - ❖ La etapa de abonado se modela de acuerdo con número de líneas y tráfico por línea
 - ❖ La etapa de commutación se modela de acuerdo con número de E1 de Cx y Tx.
 - ❖ La etapa troncal se modela de acuerdo con número de troncales de Tx e Ix
 - ❖ La etapa de control se modela de acuerdo con el número de BHCA
 - ❖ La etapa de señalización se modela de acuerdo con el tráfico de señalización.
 - ❖ Las etapas adscritas se calculan de forma genérica para todos los proveedores
- ❖ **Información empleada para el modelamiento**
 - ❖ La suministrada por cuatro operadores de TPBCLE del país
 - ❖ Los parámetros de dimensionamiento de los seis proveedores de mayor presencia en el País.

MÓDULO DE TRANSMISIÓN

TEMAS DE TRANSMISIÓN

- ❖ Objetivos del Módulo de Transmisión
- ❖ Red de transmisión a modelar
- ❖ Parámetros para el modelamiento
- ❖ Supuestos y criterios de eficiencia
- ❖ Diagramas de flujo del modelamiento

OBJETIVOS DEL MÓDULO DE TRANSMISIÓN

- ❖ Determinar los costos de inversión de la red de transmisión de un operador que preste el servicio de TPBCLE.
- ❖ La red de transmisión a modelar y los distintos elementos que la conforman se dimensionan para soportar los siguientes tráficos:
 - ❖ El tráfico de voz del servicio de TPBCLE
 - ❖ El tráfico de interconexión entre la red de TPBCLE y otras redes de telecomunicaciones,
 - ❖ El tráfico de sincronismo, señalización y gestión
- ❖ Se incluyen dentro de este módulo cinco (5) sub-módulos:
 - ❖ Red de transmisión local
 - ❖ Red de transmisión departamental
 - ❖ Red de sincronismo
 - ❖ Red de señalización
 - ❖ Red de gestión



SUB-MÓDULO DE TRANSMISIÓN LOCAL

- ❖ Determina los costos de inversión de la red de transmisión de todas las localidades donde se encuentran en servicio más de una central de conmutación.

SUB-MÓDULO DE TRANSMISIÓN DEPARTAMENTAL

- ❖ Determina los costos de inversión de la red de transmisión entre las diferentes localidades que forman parte de la red de TPBCLE en un determinado departamento.



SUB-MÓDULO RED DE SÍNCRONISMO

- ❖ Determina los costos de inversión en equipos y elementos de red de sincronismo requeridos para el funcionamiento de los sistemas de multiplexación y radio SDH instalados en las redes de transmisión local y departamental que tenga un operador de TPBCLE en un determinado departamento.

SUB-MÓDULO RED DE SEÑALIZACIÓN

- ❖ Determina los costos de inversión asociados al número de enlaces de señalización que debe disponer un operador de TPBCLE para implementar la estructura de la red de señalización por canal común No. 7, Norma Colombiana

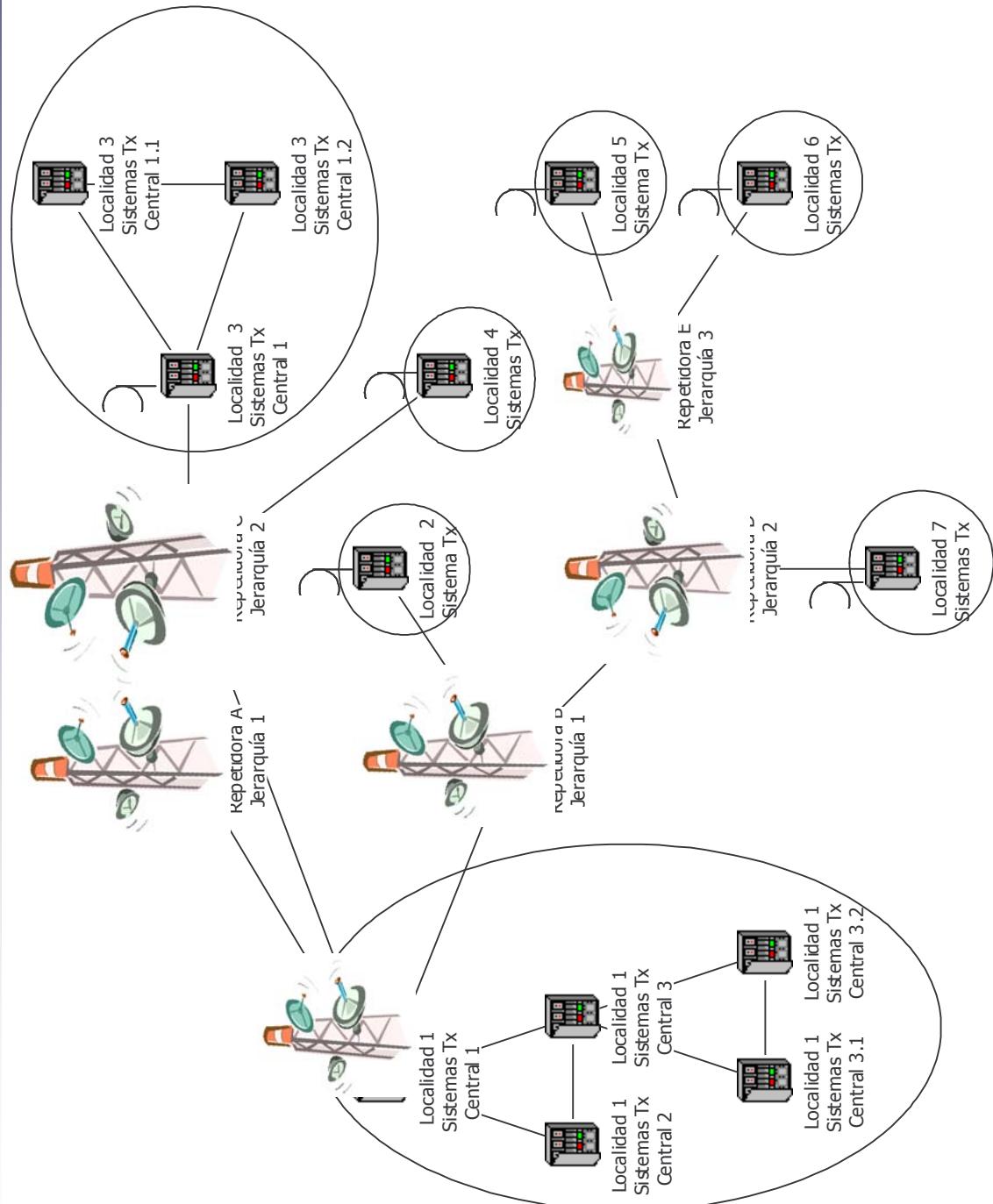


SUB-MÓDULO RED DE GESTIÓN

- ❖ Determina los costos de inversión asociados al número de enlaces de transmisión requeridos para cursar el tráfico de gestión de los diferentes elementos de red modelados en el módulo de gestión



RED DE TRANSMISIÓN A MODELAR



PARÁMETROS PARA EL MODELAMIENTO

- ❖ El modelo reconoce las siguientes características de la red de transmisión de cada operador de TPBCLE:

Parámetros para el modelamiento de la red de transmisión	Aspectos puntuales reconocidos para el modelamiento de la red de transmisión
Topología de la red de transmisión Departamental	<ul style="list-style-type: none">• Número y ubicación de los nodos de commutación del operador de TPBCLE.• Enlaces de transmisión en fibra y radio utilizados en el servicio de TPBCLE.• Medio de transmisión utilizado en los enlaces de transmisión.• Distancias de los distintos enlaces de transmisión mencionados.• Número, ubicación, tipo y jerarquía de las estaciones repetidoras utilizadas para el servicio de TPBCLE.
Topología de la red de transmisión local	<ul style="list-style-type: none">• Número y ubicación de los nodos de commutación del operador de TPBCLE.• Distancias de los distintos enlaces de transmisión local.
Estadísticas de tráfico	<ul style="list-style-type: none">• Matrices de tráfico.

PRINCIPALES SUPUESTOS Y CRITERIOS DE EFICIENCIA TÉCNICA

- ❖ Las topologías eficientes a modelar: en estrella y en anillo.
- ❖ Principales supuestos utilizados en la red de **transmisión local**:
 - ❖ Tecnología a modelar: SDH
 - ❖ Tipos de anillos modelados: troncales (primero y segundo nivel) y de acceso.
 - ❖ Número mínimo y máximo de nodos (ADM) por anillo: 1 y 16, respectivamente
- ❖ Principales supuestos utilizados en la red de **transmisión departamental**:
 - ❖ Tecnologías a modelar: SDH y PDH.
 - ❖ Número de enlaces de transmisión: según la topología reportada.
 - ❖ El medio de transmisión modelado: fibra o radio según la topología reportada.
 - ❖ Tipo de estaciones repetidoras modeladas: activas, pasivas y terminales
 - ❖ Número y ubicación de las repetidoras: según la topología reportada.
- ❖ En general, los elementos de red a modelar son los sistemas de transmisión (fibra y radio), las estaciones repetidoras, los cables de fibra óptica y la infraestructura en planta externa para el tendido de la red.



SUPUESTOS DE EFICIENCIA DE LA TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

- ❖ Estas topologías reconocen:
 - a) Las condiciones topográficas del terreno
 - b) Las condiciones socio-políticas y de desarrollo de cada departamento
 - c) La concentración y/o dispersión de las localidades atendidas por la red
 - d) La cobertura y tamaño de la red
 - e) Los tipos de servicios que se soporten en la red
 - f) Las tecnologías y medios de transmisión utilizados
 - g) La ubicación y el número de las centrales de commutación y estaciones repetidoras en servicio
- ❖ Permite ampliar la red en forma más rápida reduciendo los costos de despliegue de la red
- ❖ La tendencia mundial demuestra la vigencia de las topologías en estrella en las redes de transmisión que soportan cierto tipo de servicios



SUPUESTOS DE EFICIENCIA DE LA TOPOLOGÍA EN ANILLO

- ❖ En la práctica la forma más eficiente y más utilizada para conectar un par de centrales es a través de enlaces de fibra utilizando SDH.
- ❖ Una red de transmisión local híbrida (PDH y SDH) no es óptima por los altos costos que demanda su operación, administración y mantenimiento.
- ❖ Una red híbrida multi-proveedor PDH – SDH o SDH multi-proveedor demanda al operador la duplicidad de ciertas funciones básicas.
- ❖ La jerarquía SDH difícilmente habría tenido aceptación si su adopción hubiese conllevado a hacer obsoletos todos los equipos PDH existentes.
- ❖ Una topología de red en anillo se puede configurar a partir de dos o más centrales de commutación. Cuando el número de centrales de commutación a conectar en el anillo son dos, la topología en anillo se puede considerar como una topología en estrella con enlaces punto a punto.



SISTEMAS DE TRANSMISIÓN (FIBRA Y RADIO) A MODELAR

- ❖ Los sistemas de multiplexación y radio se costean en función de la capacidad de cada uno de los enlaces de transmisión dimensionados para la red de TPBCLE. Los sistemas a modelar son:

- ❖ Sistemas de Multiplexación:

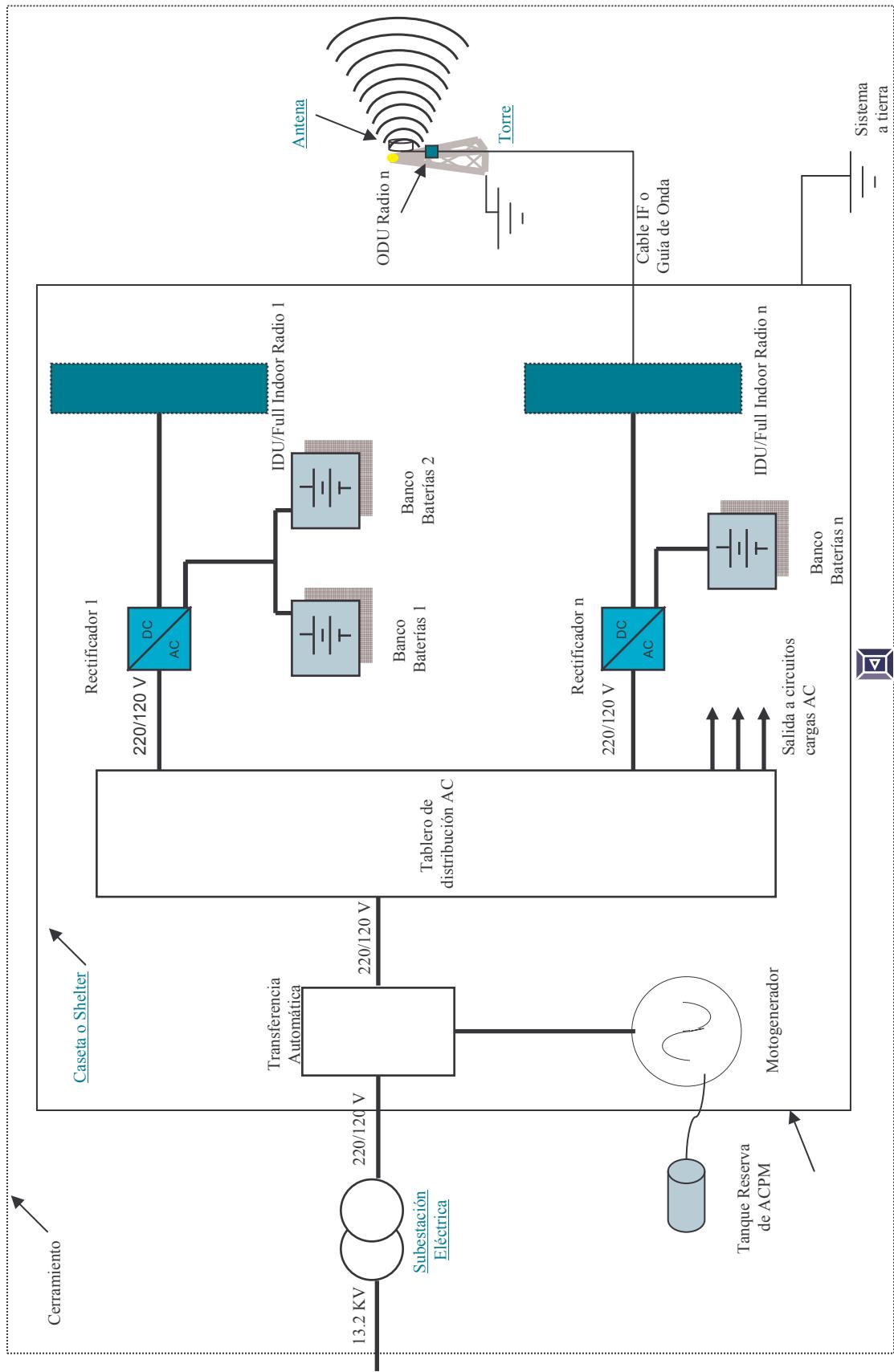
Equipo	Tipo	Capacidad del Mux	Velocidad Binaria [Mbps]
Multiplexores PDH	2	1	2
	2/8	4	8
Multiplexores SDH	8/34	16	34
	STM-1	63	155
Multiplexores STM-4	STM-4	252	620
	STM-16	1008	2480

- ❖ Sistemas de radio:

Tecnología	Tipo Radioenlace	Capacidad [E1s]	Velocidad binaria [Mbps]
Radioenlace PDH	8	4	8
Radioenlace SDH	34	16	34
	1xSTM-1	63	155



ESTACIONES REPETIDORAS



TORRES DE COMUNICACIONES A MODELAR

- ❖ Las torres de comunicaciones en la red de TPBCCLE son seleccionadas automáticamente por la herramienta computacional a partir de tablas donde se tipifica el tipo de torre requerida y la altura adecuada, en función del número de radioenlaces entrantes y salientes en cada estación repetidora.
Los tipos de torres a modelar son:

Componente	Tipo de Torre	Altura [m]	Número de Radios (Entrantes y Salientes) al Nodo o Estación Repetidora	Tipo de Nodo o Estación Repetidora	Tipo de Torre a Seleccionar*
Torres de Comunicaciones	Autosopportada Cuadrada	15	1	Terminal	Templeteada o riendada
		20			
		25			
		30			
		40			
		45			
		50			
		15			
		20			
		25			
Autosopportada Triangular o Piramidal		30	3	Rep activa o terminal	Auto triangular soportada
		40			
		45			
		50			
		10			
Templeteada o Riendada		15	>7	Rep activa	Auto soportada cuadrada
		20			
		25			
		30			
		35			
		40			

* Entre mayor sea el numero de radios mayor será la altura de la torre.



ANTENAS MICROONDAS A MODELAR

- ❖ Las antenas de microondas a modelar en cada radioenlace son seleccionadas automáticamente por la herramienta computacional a partir de tablas donde se tipifica el diámetro de la antena, en función de la capacidad y distancia del radioenlace.
- ❖ Las antenas a modelar son:

Componente	Tipo de Torre	Diámetro [m]
		0.6
		1.2
		1.8
		2.4
Antenas (ANT)	Parabolica	3.0
		3.7
		4.6



SISTEMAS DE ENERGÍA Y RESPALDO A MODELAR

Según tipo de torre (terminal, activa o pasiva), establecida por la herramienta computacional, se seleccionan los sistemas de energía y respaldo necesarios para la puesta en marcha y operación de la estación repetidora.

Componente	Tipo de Elemento	Características Técnicas
	Longitud de líneas de transmisión de media tensión [km]	5 10 15 20 25
	Subestación eléctrica, tablero de distribución, planta de emergencia [KVA]	15 30 45 75
	UPS – rectificador – cargador [A dual]	24V - 1x25 24V - 2x25 24V - 1x50 24V - 2x50 24V - 1x100 24V - 2x100 48V - 2x20 48V - 2x50 48V - 1x100 48V - 2x100
	Sistemas de energía y respaldo (EX)	24Vdc - 100 24Vdc - 200 24Vdc - 300 24Vdc - 500 48Vdc - 100 48Vdc - 200 48Vdc - 300 48Vdc - 500
	Banco de baterías [AH]	1.400 3.500 47.00 10.000 12.000 24.000
	Aire acondicionado [BTU]	



CASETAS Y CERRAMIENTOS

- ❖ Dependiendo del tipo de torre (terminal, activa o pasiva) establecida por la herramienta computacional se seleccionan las obras civiles mínimas necesarias para la puesta en marcha y operación de la estación repetidora.

Componente	Tipo de Elemento	Área
	Casetas o shelters	3.7 x 4.0 x 3.0 m 2.1 x 3.6 x 3.0 m
Obras civiles (OC)		20 ml 30 ml
	Cerramientos	40 ml 50 ml



CABLES DE FIBRA ÓPTICA

- ❖ Los cables ópticos modelados son de 24 fibras.
- ❖ Se asume una protección tradicional en configuración 1+1 en los anillos troncales de primer y segundo nivel y redundancia en fibras.
- ❖ Los costos de la instalación del cable incluyen:
 - ❖ Los costos de terminación del cable en central
 - ❖ Los costos de tendido del cable
 - ❖ Los costos de los empalmes correspondientes en planta externa



INFRAESTRUCTURA EN PLANTA EXTERNA

- ❖ Los elementos a modelar dentro de la infraestructura en planta externa son las canalizaciones, cámaras y ductos para el tendido del cable.
- ❖ El módulo asume por defecto un factor de ocupación de la canalización del 10% exclusivamente para la red de transmisión.



DIAGRAMA DE FLUJO RED DE TRANSMISIÓN LOCAL

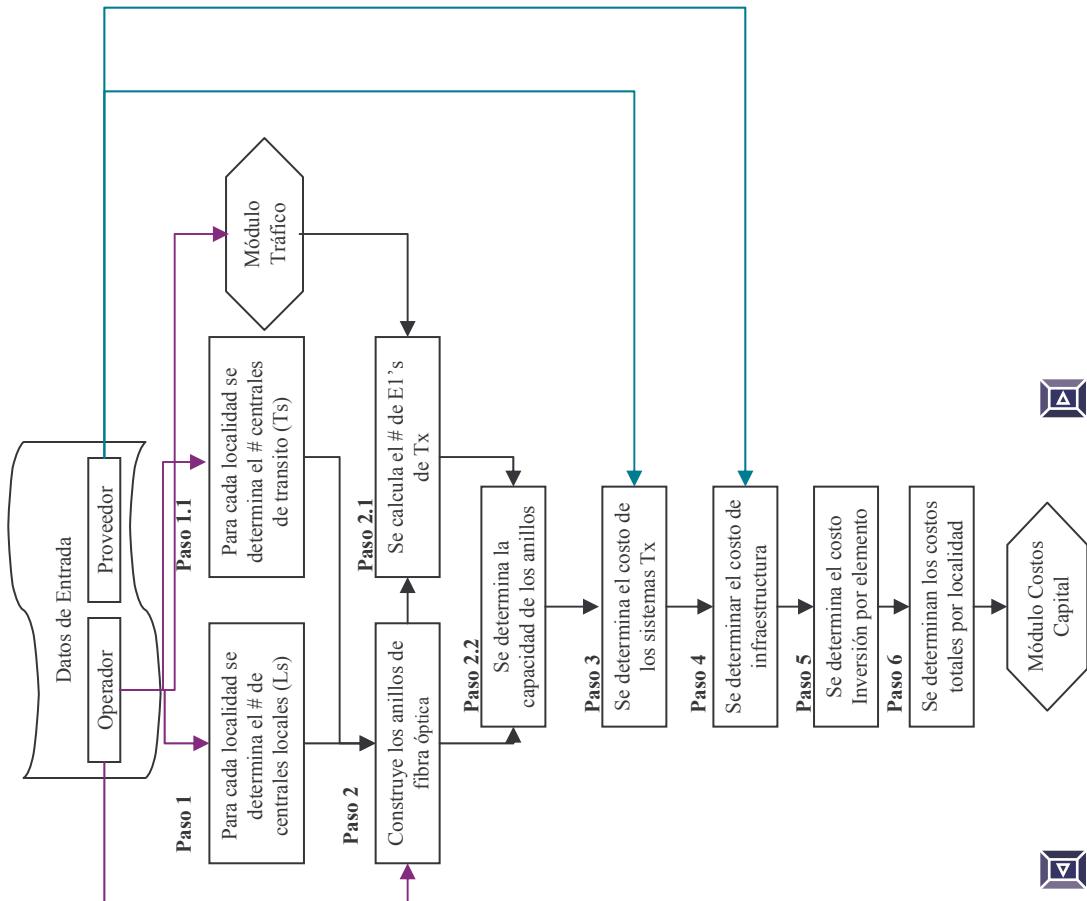
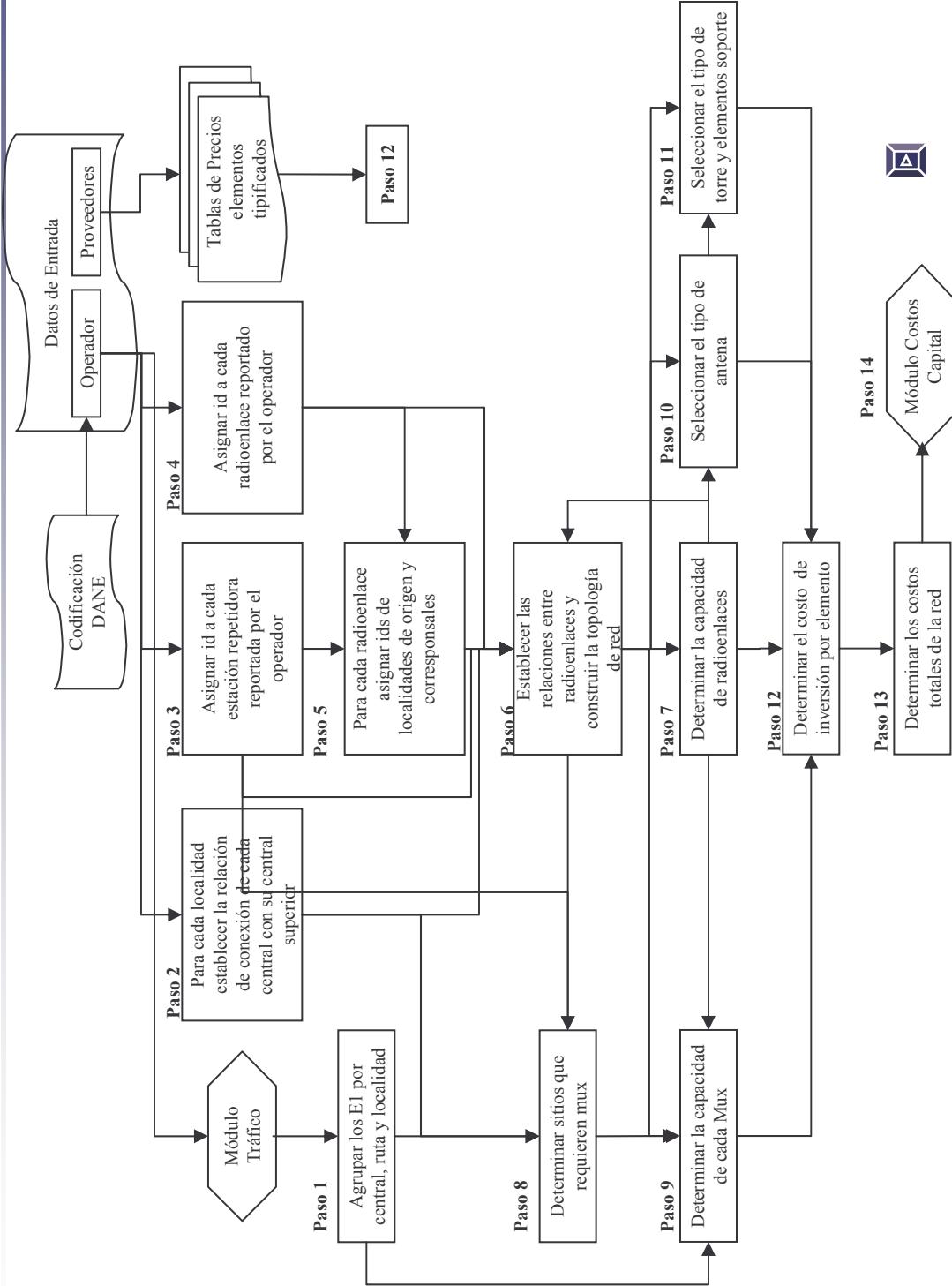


DIAGRAMA DE FLUJO RED DE TRANSMISIÓN DPTAL



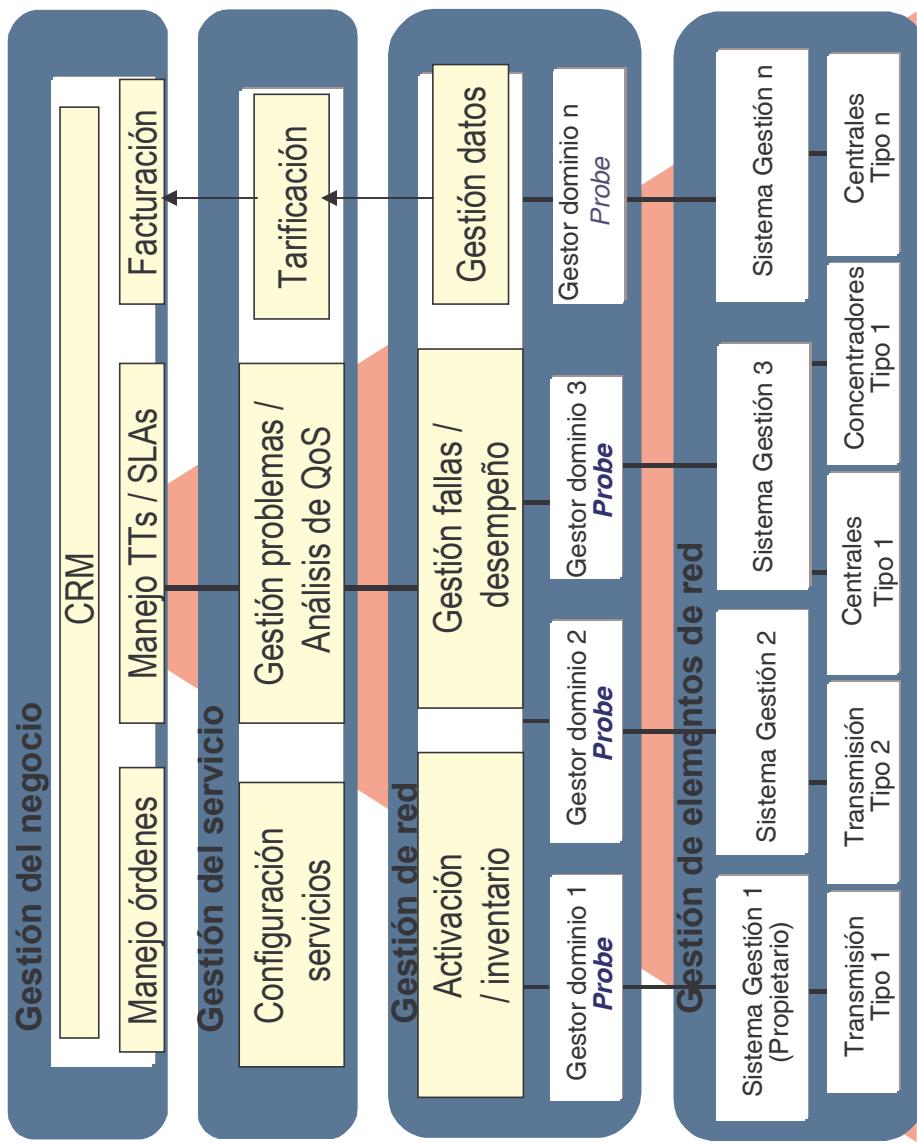
RECESO

MÓDULO DE GESTIÓN

METODOLOGÍA

- ❖ Referencia: mapa de procesos operacionales eTOM
(TeleManagement Forum)
- ❖ Solicitud de información a los operadores de TPBCLE
- ❖ Tipificación de redes existentes
- ❖ Información de proveedores de plataformas y soluciones de gestión
- ❖ Aplicación de criterios de eficiencia
- ❖ Definición de elementos de red a modelar
- ❖ Modelamiento de sistemas y componentes de gestión

MODELO DE GESTIÓN PARA TPBCLE



Probe: colector de datos
TT: Tiquetes de problema SLA: Acuerdos de nivel de servicio QoS: Calidad de servicio

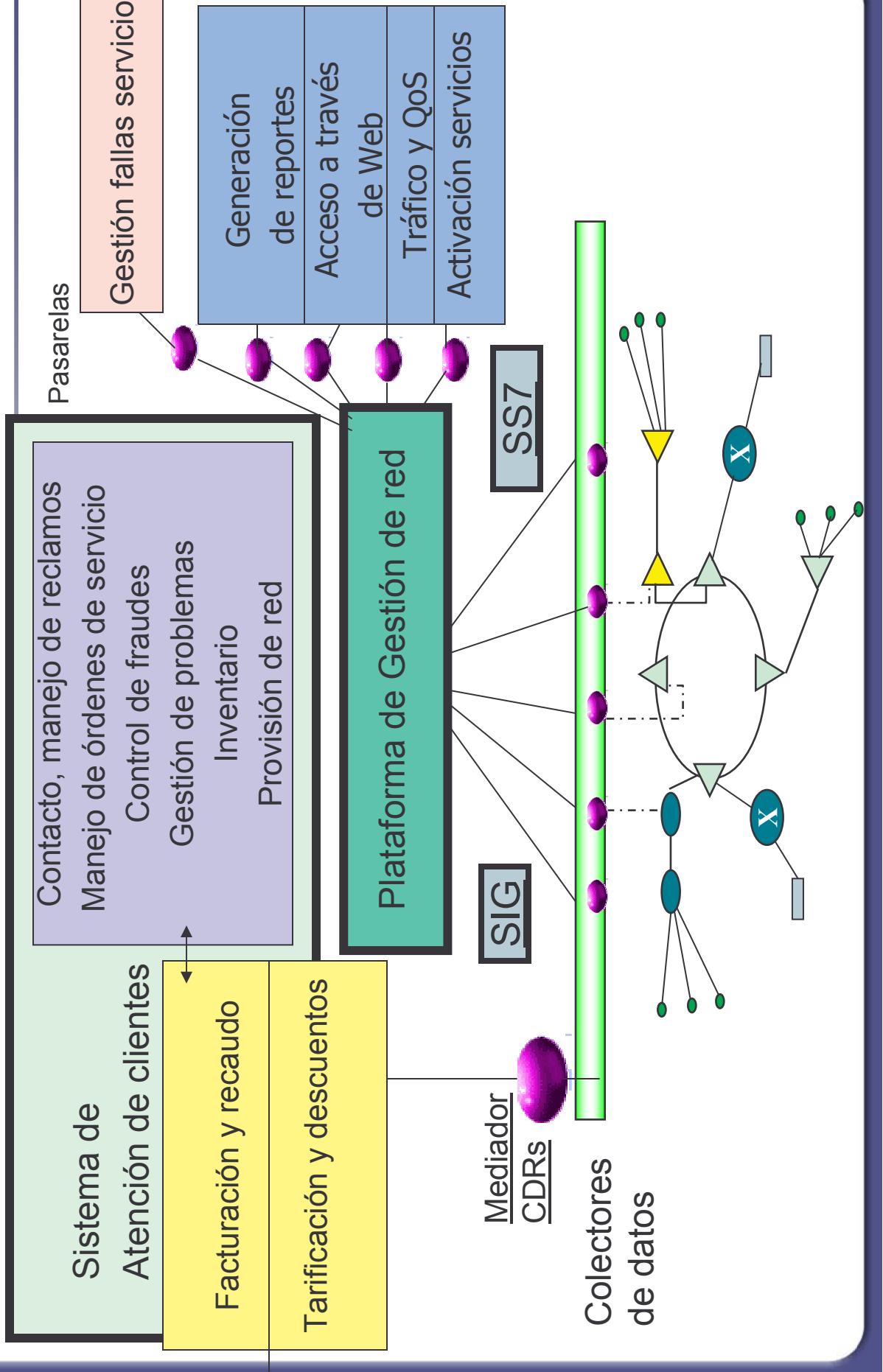
TIPIFICACIÓN DE REDES EXISTENTES

- ❖ Estrategias de gestión difieren según cobertura, número de abonados y clases de servicios del operador
- ❖ Elementos comunes
 - ❖ Gestores de elementos de red (propietarios) y SIG
 - ❖ Sistemas de atención de clientes
 - ❖ Sistemas de facturación (colección de datos de consumo, tarificación, facturación / recaudo)
- ❖ Elementos selectivos
 - ❖ Sistemas de gestión integrada de red y de servicios
 - ❖ Sistema de gestión de la red SS7

TIPIFICACIÓN DE RED DE GESTIÓN EFICIENTE

- ❖ Dimensionamiento uniforme para cualquier operador de TPBCLE: elementos mínimos para gestión eficiente
- ❖ Sustitución de productos obsoletos instalados (caso de gestores de elementos de red) y especializados, por desarrollos tecnológicos con costos menores
 - ❖ Plataformas genéricas de gestión de red con funcionalidades similares
 - ❖ Integración de aplicaciones complementarias con la plataforma principal
- ❖ Sistema de gestión de clientes multínivel (modular): atención de solicitudes, reclamos y facturación, más componentes adicionales integrados
- ❖ Variables de modelamiento: # líneas y # elementos a supervisar

MODELAMIENTO DE SISTEMAS DE GESTIÓN EN RED EFICIENTE DE TPBCLE



MÓDULO DE ACTIVOS DE SOPORTE Y OPERACIÓN - MANTENIMIENTO

CRITERIO DE MODELAMIENTO

- ❖ No se modelan los activos de soporte como tales. Su costo se determina en función de los costos de inversión de los otros activos.
- ❖ No se modela operación y mantenimiento, se toma la información contable y con base en ella se estima su costo en función de “drivers” según concepto.

COSTOS DE CAPITAL

- ❖ Módulo de costos de capital en el MCRFv2.0
- ❖ Parámetros
 - ❖ Tasa de retorno
 - ❖ Establecida por CRT en 13%
 - ❖ Vida útil de los elementos
 - ❖ Depreciación de los activos
 - ❖ Régimen tributario vigente

MÓDULO DE INTERCONEXIÓN

TABLA DE CONTENIDO

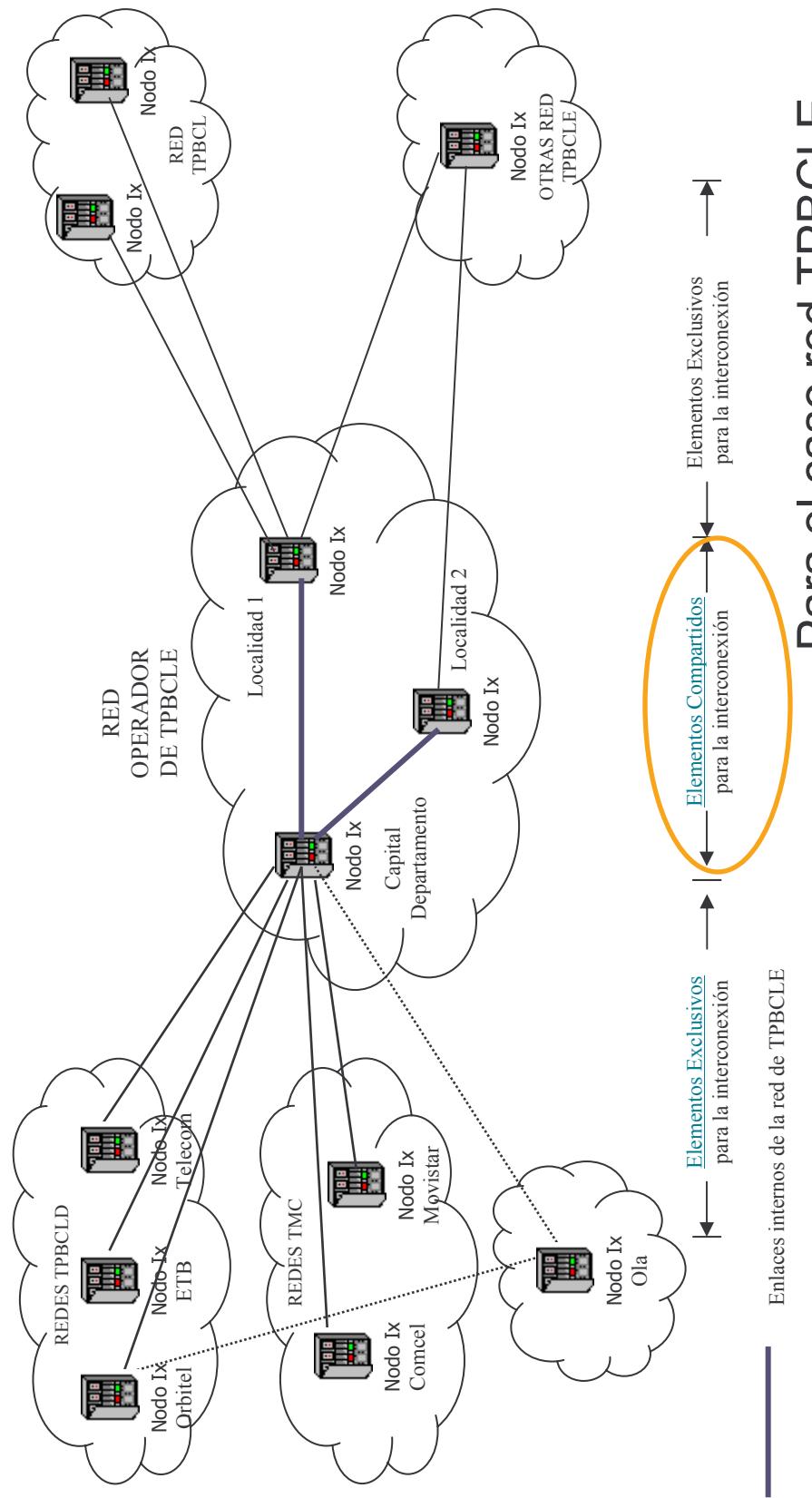
- ❖ Objetivos del Módulo de Interconexión
- ❖ Red de interconexión a modelar
- ❖ Características de los enlaces de interconexión
- ❖ Parámetros para el modelamiento
- ❖ Supuestos y criterios de eficiencia
- ❖ Niveles de interconexión a modelar

OBJETIVOS DEL MÓDULO DE INTERCONEXIÓN

- ❖ El Módulo de Interconexión del modelo de costos de TPBCLE determina los costos de inversión de los elementos exclusivos y compartidos para la interconexión entre la red de un operador de telefonía pública básica commutada (TPBC) que soporta los servicios de TPBCLE y cualquier otra red de telecomunicaciones.
- ❖ Para el caso de la red que soporta el servicio de TPBCLE:
 - ❖ Modelar todos los costos, elementos y recursos de red que representan costos exclusivos del servicio de interconexión soportado en la red de TPBCLE, así como los costos comunes y conjuntos que existen entre el servicio de interconexión y los servicios de TPBCLE



RED DE INTERCONEXIÓN A MODELAR



ELEMENTOS EXCLUSIVOS PARA LA INTERCONEXIÓN

- ❖ Los enlaces de interconexión
- ❖ La parte de la etapa troncal de los nodos de interconexión que dan cabida los circuitos interconectados.
- ❖ Los sistemas de “toll ticketing”, a través del cual se generan los registros de cada llamada desde la red de TPBCLE y con destino hacia otras redes. Cada nodo interconexión en la red de TPBCLE debe incluir un sistema de “toll ticketing”.

Parte de la red de interconexión	Componente	Sub Componente	Categoría	Elementos de red exclusivos para la interconexión
			Enlaces de Interconexión (Fibra)	Multiplexores Fibra Óptica Canalizaciones Cámaras Ductos
DDF lado calle del nodo de interconexión	Interconexión	Red de Transmisión para Interconexión	Enlaces de Interconexión (Radio)	Sistemas de radio Antenas Torres Sistemas de energía y respaldo Casetas Shelter Cerramientos
		Nodo de Interconexión	Sistema de Toll Ticketing Etapa Troncal	Toll Ticketing Etapa Troncal para interconexión



ELEMENTOS COMPARTIDOS PARA LA INTERCONEXIÓN CASO TPBCL

- ❖ El conjunto de elementos de red que forman parte de la planta externa asociada a las redes de acceso.
- ❖ Las centrales de commutación, los soportes lógicos y, en general, sus etapas funcionales.
- ❖ Los multiplexores, los sistemas de radio, las torres de comunicaciones, las antenas, los sistemas de energía y, en general, las obras civiles y la infraestructura de la red transmisión.
- ❖ En general, aquellos sistemas, plataformas y soportes lógicos utilizados por el operador para la administración, operación, gestión y mantenimiento de los servicios que se soportan a través de la interconexión.



ELEMENTOS COMPARTIDOS PARA LA INTERCONEXIÓN

Parte de la red de interconexión	Componente	Sub Componentes	Categoría	Elementos de red compartidos para la interconexión
	Planta Externa	Red primaria, secundaria e inalámbrica	Armarios, cables, ductos, babinetes, obras civiles	Bastidor, cables en general, ductos, postes, mensajero, herrajes, otros
	Commutacion	Etapas funcionales de las centrales de commutación	Etapas de abonado, troncal, red de commutación, control, señalización y otras etapas adscritas	Interfaz de línea, interfaz troncal, etapa troncal, etapa red de commutación, etapa de control, etapa de señalización, equipo de fuerza, aire acondicionado, DDF y edificios
DDF (lado no calle) del nodo de interconexión	Transmisión	Red de Transmisión (local, departamental, sincronismo, señalización y gestión)	Equipos de Transmisión, estaciones repetidoras, infraestructura en planta externa	Multiplexores, sistemas de radios, torres, antenas, sistemas de energía, aire acondicionado, casetas, shelters, cerramientos, canalizaciones, cámaras y ductos
Gestión	Sistemas de gestión		Sistema de gestión integrado de fallas	Enlaces de gestión, software de gestión, terminales, plataformas, sistemas de facturación
Soporte	Predios y otros bienes	Edificios y Terrenos, Plantas y Equipos		Lotes, oficinas, edificios, terrenos, computadores, muebles, vehículos, otros

Nota: para un lista exhaustiva de elementos compartidos para la interconexión véase los elementos de red a modelar en cada módulo.



CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE DE INTERCONEXIÓN

- ❖ La red de interconexión está conformada por los nodos de interconexión del operador de TPBCLE y de los otros operadores interconectados
- ❖ Los nodos de interconexión del operador de TPBCLE pueden estar ubicados en diferentes niveles de jerarquía de la red y se interconectan directamente o indirectamente con el nodo o los nodos de interconexión de los otros operadores, mediante enlaces de interconexión punto a punto.
- ❖ Los enlaces de interconexión son enlaces PCM de 2Mbps y/o de mayor jerarquía. Estos pueden ser directos o indirectos.
- ❖ Para cada operador de TPBCLE el número de enlaces de interconexión a modelar depende del número de nodos de interconexión que tenga dicho operador registrado ante la CRT, del número de redes de otros operadores que se interconectan y del número de nodos de interconexión que utilicen los otros operadores para interconectarse con la red de TPBCLE.



CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE DE INTERCONEXIÓN

- ❖ Los enlaces de interconexión se dimensionan a partir de los intereses de tráfico de interconexión entre la red de TPBCLE y cada una de las redes que se interconectan.
- ❖ El registro de las llamadas salientes de la red de TPBCLE y hacia otras redes de telecomunicaciones se efectúa con el sistema de “toll ticketing” en cada nodo de interconexión.
- ❖ La señalización se realiza utilizando el sistema de señalización por canal común No. 7 – Norma Nacional.



PARÁMETROS PARA EL MODELAMIENTO

- ❖ El modelo reconoce las siguientes características de la red de interconexión de cada operador de TPBCLÉ:

Parámetros para el modelamiento	Aspectos puntuales reconocidos para el modelamiento	Justificación
Topología de la red de interconexión	<ul style="list-style-type: none">• Número y ubicación de los nodos de interconexión del operador de TPBCLÉ.• Número de nodos de interconexión de otros operadores que se interconectan.• Número de enlaces de interconexión.• Distancias de los enlaces de interconexión.	Esta información se requiere para determinar el número de sistemas de “toll ticketing” requeridos en la red de TPBCLÉ; para dimensionar y costear los enlaces de interconexión; para modelar las interconexiones en los diferentes niveles jerárquicos de la red de TPBCLÉ y para determinar la alternativa de interconexión de menor costo.
Estadísticas de tráfico	<ul style="list-style-type: none">• Tráfico total de interconexión entre la red de TPBCLÉ y cada red interconectada• Intensidad de tráfico de interconexión saliente en hora pico	Estos tráficos se requieren para el dimensionamiento y costeo de los elementos exclusivos de la red de TPBCLÉ y para determinar los costos compartidos

PRINCIPALES SUPUESTOS Y CRITERIOS DE EFICIENCIA TÉCNICA

■ PARA LOS ENLACES DE INTERCONEXIÓN:

- ❖ La topología de la red de interconexión es en estrella con enlaces punto a punto entre cada nodo del operador de TPBCLE y cada nodo de interconexión del operador que se interconecta.
- ❖ Para determinar los costos de los enlaces de interconexión que son atribuibles al operador de TPBCLE se definen tres (3) tipos de interconexiones (interconexiones con redes de TPBCLD, interconexiones con redes de TMC y PCS; e interconexiones con redes de TPBCL y TPBCLE).
- ❖ En general, los elementos de red a modelar son los sistemas de transmisión, los cables de fibra óptima y la infraestructura en planta externa para el tendido del cable.



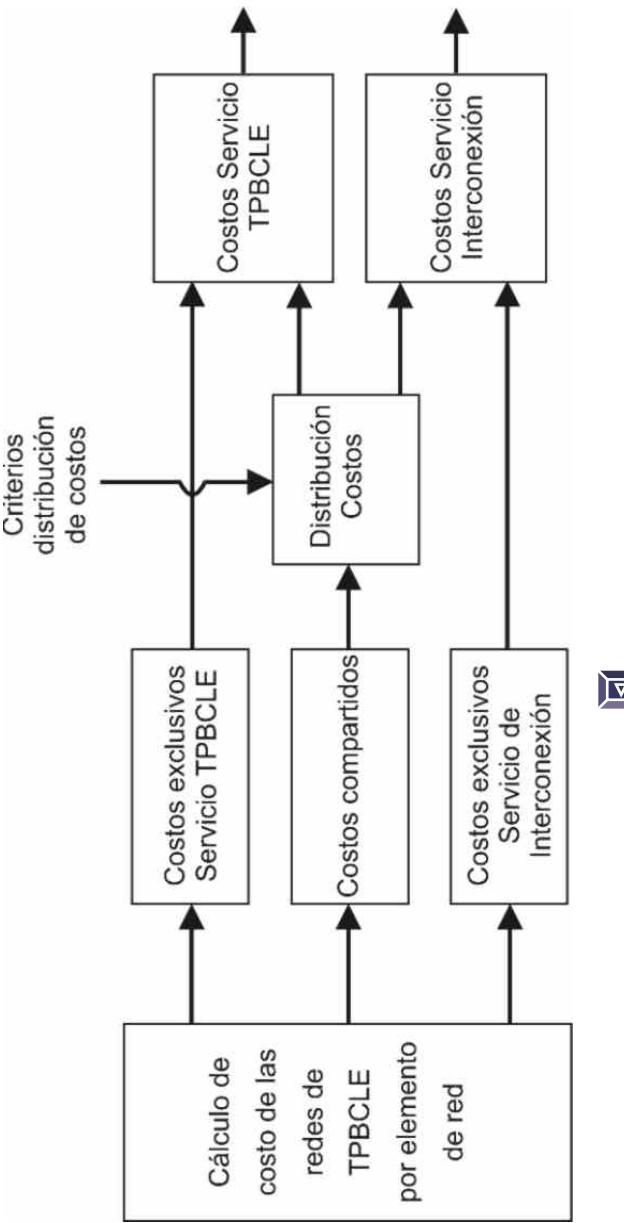
PRINCIPALES SUPUESTOS Y CRITERIOS DE EFICIENCIA TÉCNICA

- ❖ **PARA LA RED DE TPBCLE:**
 - ❖ Se modelan las diferentes interconexiones existentes entre la red de TPBCLE y otras redes de telecomunicaciones para determinar en forma detallada los costos de los elementos exclusivos que son atribuibles al operador de TPBCLE y los costos de los elementos compartidos para la interconexión.
 - ❖ Los costos compartidos para la interconexión se determinan utilizando la metodología de costos ponderados definidos por el modelo.
 - ❖ Los supuestos y criterios para determinar los costos de los elementos compartidos incluye un ajuste al ponderador según el tipo de componente de red: planta externa, comutación, transmisión y gestión

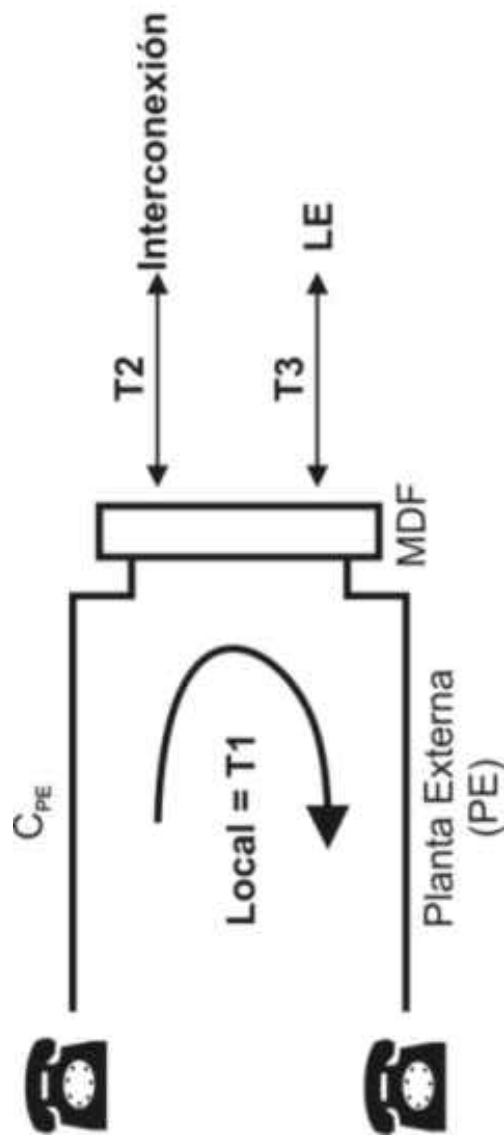


METODOLOGÍA DE COSTOS PONDERADOS

- ❖ Calcular los costos anuales de los elementos compartidos de los dos servicios como un todo y aplicar una variable de ponderación para distribuirlos.
- ❖ La variable de ponderación indica el uso que cada servicio hace de los elementos de red compartidos
- ❖ Se considera la variable tráfico como el factor ponderador más adecuado
 - ❖ Tráfico en hora pico en erlangs: para los elementos compartidos en conmutación y transmisión.
 - ❖ Tráfico en minutos: para los elementos compartidos en planta externa y gestión.



COSTOS COMPARTIDOS EN PLANTA EXTERNA



$$C_{\text{INTX}} = \frac{C_{\text{PE}} * T2}{2T1+T2+T3}$$
$$C_{\text{LE}} = \frac{C_{\text{PE}} * T3}{2T1+T2+T3}$$
$$C_{\text{L}} = \frac{C_{\text{PE}} * 2T1}{2T1+T2+T3}$$

El tráfico de local recorre dos veces la planta externa, mientras que el tráfico de acceso ya sea local extendida o interconexión, solo una. Por lo anterior se incluye un ajuste o equivalente técnico consistente en tomar el tráfico local (T1) dos veces.



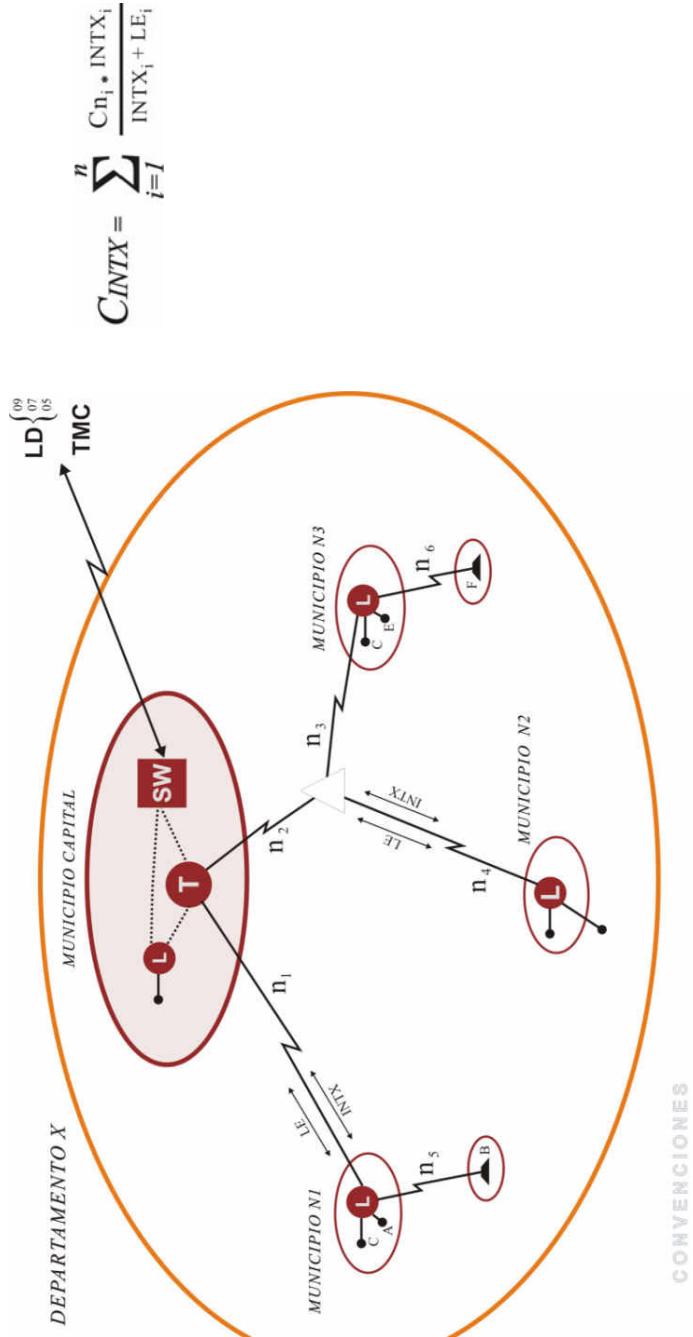
COSTOS COMPARTIDOS EN CONMUTACIÓN

- ❖ Centrales tandem:
 - Diagrama de Central Tandem:
 - Central Tandem
 - Región
 - Capital
 - Interconexión
 - T1
 - T2
 - T3
 - $C_{CT} = \frac{C_{CT} * T2}{\Sigma T}$
 - $C_{INTX} = \frac{C_{CT} * T2}{\Sigma T}$
 - $C_{LE} = \frac{C_{TX} * (T1+T3)}{\Sigma T}$
 - $C_L = \frac{C_{CW} * T1}{\Sigma T}$
- ❖ Centrales locales regionales y concentradores:
 - Diagrama de Regional:
 - Regional
 - Comutación Local (CW)
 - $C_{CW} = \frac{C_{CW} * T2}{\Sigma T}$
 - $C_{INTX} = \frac{C_{CW} * T2}{\Sigma T}$
 - $C_{LE} = \frac{C_{CW} * T3}{\Sigma T}$
 - $C_L = \frac{C_{CW} * T1}{\Sigma T}$
- ❖ Centrales locales o centrales ubicadas en el nodo o nodos de interconexión ubicados ya sea en capital del departamento u otra localidad



COSTOS COMPARTIDOS EN TRANSMISIÓN

- ❖ El modelo distingue entre los costos compartidos de los elementos de la red de transmisión local y los elementos de transmisión departamental.



CONVENCIONES

L = Central Local Urbana	SW = Central Larga Distancia
T = Central Tandem	\blacktriangle = Concentrador remoto
n_i = Trayecto de transmisión i	Cn_i = Costo trayecto de transmisión i
$INTX_i$ = Tráfico agregado de interconexión en el trayecto i	LE_i = Tráfico agregado de Local extendida en el trayecto i



COSTOS COMPARTIDOS EN GESTIÓN

- ❖ Los diferentes elementos de red que hacen parte de la gestión son elementos que no se utilizan en forma exclusiva para el servicio de TPBCLE o para el servicio de interconexión.
- ❖ El costo total de la gestión de la red de TPBCLE se considera como un costo compartido.
- ❖ Estos costos se calculan a partir de un ponderador, cuya variable es el tráfico en minutos, el cual se aplica al costo total de la gestión asociada a cada red de TPBCLE.



SISTEMAS DE TRANSMISIÓN (FIBRA) A MODELAR PARA EL ENLACE DE INTERCONEXIÓN

- ❖ Los sistemas de multiplexación se costean en función de la capacidad de cada uno de los enlaces de interconexión dimensionados. Los sistemas a modelar son:

Equipo	Tipo	Capacidad del Mux	Velocidad Binaria [Mbps]
Multiplexores PDH	2	1	2
	2/8	4	8
	8/34	16	34
Multiplexores SDH	STM-1	63	155
	STM-4	252	620
	STM-16	1008	2480



CABLES DE FIBRA ÓPTICA PARA EL ENLACE DE INTERCONEXIÓN

- ❖ Los enlaces de interconexión se modelan con cables ópticos de 12 fibras.
- ❖ Para cada enlace se asume una protección en configuración 1+1 en el número de fibras.
- ❖ Los costos de la instalación del cable incluyen:
 - ❖ Los costos de terminación del cable en central (1 empalme de transición por cable, 1 tendido de 10 metros de cable interior ignifugo y la elaboración de los “pigtail” correspondientes);
 - ❖ Los costos de tendido del cable; y
 - ❖ Los costos de los empalmes correspondientes en planta externa.



INFRAESTRUCTURA EN PLANTA EXTERNA PARA EL ENLACE DE INTERCONEXIÓN

- ❖ Los elementos a modelar dentro de la infraestructura en planta externa son las canalizaciones, cámaras y ductos para el tendido del cable.
- ❖ El módulo asume por defecto un factor de ocupación de la canalización del 10% exclusivamente para la red de interconexión.



NIVELES DE INTERCONEXION A MODELAR

- ❖ Haciendo uso de la herramienta computacional se modelará la interconexión en diferentes niveles jerárquicos de la red para determinar la interconexión de menor costo:
 - ❖ En los nodos de interconexión del operador de TPBCLE registrados ante la CRT
 - ❖ En las centrales tandem y locales de mayor tamaño.
- ❖ Este ejercicio se hará para las redes de TPBCLE de la muestra, de la cual se recibió información de los operadores.
- ❖ La herramienta tendrá la posibilidad de calcular los costos de interconexión por capacidad (E1s) y por uso (min).





AINCOL
Asesorías e Inversiones
de Colombia Ltda.

GRACIAS