



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE LA RED LAN PARA LA SEDE GUARUMO DEL I.E.P. DE  
EP PETROECUADOR

Trabajo de Titulación en conformidad con los requisitos establecidos para optar  
por el Título de Ingeniero en Redes y Telecomunicaciones

Profesor guía

Ing. Marcelo Núñez

Autor

William Alfonso Pinto Guzmán

Año

2013

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Ing. Marcelo Vinicio Núñez  
Ingeniero Electrónico  
Especialidad Telecomunicaciones  
C.C. 1802560431

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

William Alfonso Pinto Guzmán

1715307698

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de las Américas y a funcionarios y trabajadores de EP PETROECUADOR por brindar las facilidades administrativas y logísticas en la realización del proyecto.

## DEDICATORIA

Por el esfuerzo diario, el tiempo de amor, apoyo y comprensión, dedico este proyecto de titulación a mi madre Gloria, a mis amadas Myri y Victoria. A mi padre, Don Luis Alfonso Pinto, quien me alentará y guiará desde el cielo para continuar por el sendero del éxito.

## RESUMEN

El presente proyecto realiza el diseño y dimensionamiento de una Red de Área Local (LAN) de datos e Internet que requiere el Campamento Guarumo, tomando en cuenta que las diversas aplicaciones y switches de core, se encuentran en las ciudades de Quito y Lago Agrio.

Se desarrolló el marco teórico acerca de las tecnologías LAN y WLAN disponibles, así como un resumen de los estándares vigentes y fundamentos de diseño de redes LAN y WLAN, como una de las referencias para el análisis y selección de la tecnología más factible.

Previo al diseño se realizó un análisis de la situación actual de la Sede Guarumo del Instituto de Estudios del Petróleo, para ello se efectuó el levantamiento de información referente a las necesidades tecnológicas actuales y futuras de la Sede Guarumo.

Se diseñaron redes alámbricas e inalámbricas, basándose en los requerimientos obtenidos en el análisis previo y el dimensionamiento de la red de Internet, para obtener una conexión local fiable, que permita el intercambio de información a altas velocidades y con pérdidas mínimas; se generó un plano de la red de datos de la Sede Guarumo con rutas del cableado y la ubicación del cuarto de telecomunicaciones; la red será multiservicio y apoyará procesos de capacitación empresarial.

Una vez concluido el diseño se realizó un análisis costo – beneficio, para ello se determinó el CTP (Costo Total de Propiedad) y el análisis de factibilidad para la implementación y administración de la Sede.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que se han llegado a obtener en el desarrollo del proyecto y que serán la pauta de una buena implementación de las redes de la información.

## ABSTRACT

This project carries out the design and dimensioning of a Local Area Network (LAN) and Internet data required by Guarumo Camp, taking into account that the various applications and core switches are in the cities of Quito and Lago Agrio.

Theoretical framework was developed on the LAN and WLAN technologies available as well as a summary of the current standards and design fundamentals of LAN and WLAN, which served as reference for the analysis and selection of the most feasible technology.

Prior to design was made an analysis of the current situation Guarumo Headquarters of the Institute of Petroleum Studies; for it was carried out of the information collection regarding the current and future technology needs of Guarumo Headquarters.

Were designed wired and wireless networks, based on the requirements obtained in the previous analysis and dimensioning of the Internet network, to obtain a reliable local connection, which allows the exchange of information at high speeds and with minimal losses. A data network plane of the Guarumo, center of operations, was generated with wiring routes and location of the telecommunications room, the network will support multiservice business training processes.

Once the design was performed, a cost - benefit analysis was made; for it was determined a TCO (Total Cost of Ownership) and the feasibility analysis for the implementation and administration of the Guarumo center.

Finally the conclusions and recommendations were made; these conclusions have been estimated in the project's development and will be the pattern of a good implementation of the planned information networks.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
1.1 Redes .....	6
1.1.1 Clasificación.....	6
1.1.2 Topologías .....	8
1.2 Modelo OSI de ISO .....	8
1.2.1 Capa Física.....	9
1.2.2 Capa de enlace de datos .....	9
1.2.3 Capa de red .....	9
1.2.4 Capa de transporte .....	9
1.2.5 Capa de sesión.....	10
1.2.6 Capa de presentación.....	10
1.2.7 Capa de aplicación .....	10
1.3 Modelo TCP/IP .....	10
1.3.1 Capa de acceso a la red .....	11
1.3.2 Capa de internet .....	11
1.3.3 Capa de transporte .....	11
1.3.4 Capa de aplicación .....	11
1.4 Protocolo IP .....	11
1.5 Cableado Estructurado .....	11
1.5.1 Estándares.....	11
1.5.2 Estándares de ANSI/TIA.....	12
1.6 Red inalámbrica WLAN .....	26

1.6.1 Usos del espectro electromagnético .....	26
1.6.2. Cálculo matemático de redes inalámbricas .....	28
1.6.3 Principios sobre Antenas .....	32
1.7 Equipos de conectividad.....	35
1.7.1 Switch .....	35
1.7.2 Switch de acceso .....	36
1.7.3 Router .....	36
1.7.4 Gateway.....	36
1.7.5 Access Point .....	37
1.8 Aplicaciones .....	37
<b>2. Análisis Previo .....</b>	<b>41</b>
2.1 Introducción .....	41
2.2 Misión y Visión .....	42
2.3 Situación actual del Instituto de Estudios del Petróleo – Sede Guarumo .....	43
2.4 Readequación Arquitectónica e Infraestructura de Red .....	46
2.4.1 Descripción de Plano Arquitectónico.....	46
2.4.2 Requerimientos de la Red.....	48
2.4.2.1 Interconexión hacia la Sede Guarumo .....	48
2.4.2.2 Puntos de Datos .....	48
2.4.2.3 Servicios .....	49
<b>3. Diseño del Cableado Estructurado y Red     Inalámbrica.....</b>	<b>59</b>
3.1 Introducción .....	59

3.2 Escalabilidad .....	61
3.3 Dimensionamiento de Ancho de Banda .....	62
3.3.1 Datos .....	66
3.3.2. Distribución de direcciones IP .....	77
3.4 Diseño de Cableado Estructurado.....	77
3.4.1 Diseño de la parte pasiva de las redes .....	79
3.4.2 Determinación de la Red Activa .....	94
3.5 Diseño de la red inalámbrica .....	100
3.5.1 Equipos para la red inalámbrica.....	106
3.5.2 Punto de Acceso CISCO Aironet 1131AG –A-K9.....	107
3.6 Seguridad de la Red .....	109
<b>4. Análisis Costo – Beneficio .....</b>	<b>109</b>
4.1 Introducción .....	111
4.2 Definiciones.....	111
4.2.1 Ítem.....	111
4.2.2 Descripción .....	111
4.2.3 Cantidad .....	111
4.2.4 Unidad .....	112
4.2.5 Precio Unitario .....	112
4.2.6 Costo del Hardware requerido (Chw).-.....	112
4.2.7 Costo del Software requerido (Csw).- .....	112
4.2.8 Costo de los servicios iniciales para instalación (Cinst).- .....	112
4.2.9 Costo de los servicios iniciales para configuración (Cconf).- .....	112
4.2.10 Costo de red cableada (Crc) .....	112
4.2.11 Costo inicial de la solución o Costo Total (Ci).- .....	112
4.2.12 Costos de Administración.....	113

4.2.13 Costos de Operación .....	113
4.2.14 Costos de Soporte a Usuarios .....	113
4.3 Costo total de propiedad del Proyecto (CTP) .....	114
4.4. Evaluación de los costos iniciales de la solución.....	114
4.4.1 Costos de la Red Cableada .....	115
4.4.2 Costos de hardware requerido (Chw).....	117
4.4.3 Costos de servicios iniciales para la configuración (Cconf).....	118
4.4.4 Resultados de Costo inicial de la solución .....	118
4.5 Evaluación de los Costos de Administración, Costos de Operación y Costos de Soporte al usuario .....	119
4.5.1 Obtención de los Costos de Administración del Proyecto .....	119
4.5.2 Obtención de los Costos de Operación.....	119
4.5.3 Obtención de los Costos de Soporte a Usuarios .....	120
4.6 Determinación del Costo Total de Propiedad.....	120
4.7 Análisis de factibilidad.....	121
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>125</b>
5.1 Conclusiones.....	125
5.2 Recomendaciones .....	127
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>128</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>138</b>

## INTRODUCCIÓN

La Sede de Guarumo de EPPETROECUADOR, requiere de una infraestructura de red cableada e inalámbrica, la misma que permita elaborar cursos de educación virtual en sus aulas de cómputo y auditorio, lo cual incluido el servicio de videoconferencia permitiría servir a más de 2500 usuarios que laboran en esta zona Amazónica.

La Sede Guarumo necesita de un sistema de red cableado para que los funcionarios accedan a los diversos cursos virtuales que se dictan vía Internet y que son necesarios para ampliar y complementar sus conocimientos.

Esto conlleva que sea necesario realizar un dimensionamiento de la red LAN que permita contar con una conexión local fiable, con estándares de calidad, que entregue el intercambio de información en altas velocidades.

Es necesario además de una red inalámbrica WI-FI que abarque ciertas áreas de la Sede de Guarumo, en las que no se puede considerar una red cableada por las características que deben presentarse en ciertas áreas, como la movilidad y flexibilidad de equipos o dispositivos terminales.

Los puntos de red cableada y la cobertura de la red inalámbrica se distribuirán acorde las necesidades del I.E.P. que requieren de acceso a Internet.

# 1. Marco Teórico

Este capítulo consiste en documentar información teórica y directrices para el diseño de redes LAN y WLAN. Se determinará lo que significa una red de cableado estructurado y una red inalámbrica, ventajas y desventajas, así como se describirán los estándares existentes y directrices fundamentales de diseño de redes LAN y WLAN para la Sede del IEP en Guarumo (Sucumbíos).

## 1.1 Redes

Se denomina "red de telecomunicaciones" a la infraestructura encargada del transporte de la información y que utilizan un medio de transmisión para éste cometido (Kuhlmann y Alonso, 1996, p.8).

### 1.1.1 Clasificación

Las redes se clasifican por su cobertura y por su medio de transmisión.

Tabla 1. Clasificación de tipos de red.

CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE RED			
No.	SIGLAS	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
1	WAN	Red de área ampliada	Redes informáticas que se extienden sobre un área geográfica extensa. Medios utilizados: satélites, cables interoceánicos, etc.
2	LAN	Red de área local	Red que se limita a un área especial tal como un cuarto, un solo edificio, una nave, o un avión.
3	MAN	Red de área metropolitana	Red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica extensa.
4	PAN	Red de área personal	Red usada para la comunicación entre los dispositivos de la computadora cerca de una persona.
5	CAN	Red de área de campus	Red de computadoras que conecta redes de área local a través de un área geográfica limitada, como un campus universitario, o una base militar.
6	SAN	Red de área de almacenamiento	Red concebida para conectar servidores, matrices (arrays) de discos y librerías de soporte.

Nota explicativa: Esta tabla expone la clasificación de las redes a nivel global, con sus siglas en inglés, significado y descripción (Tomado de Hidalgo, 2008, pp 2-10).

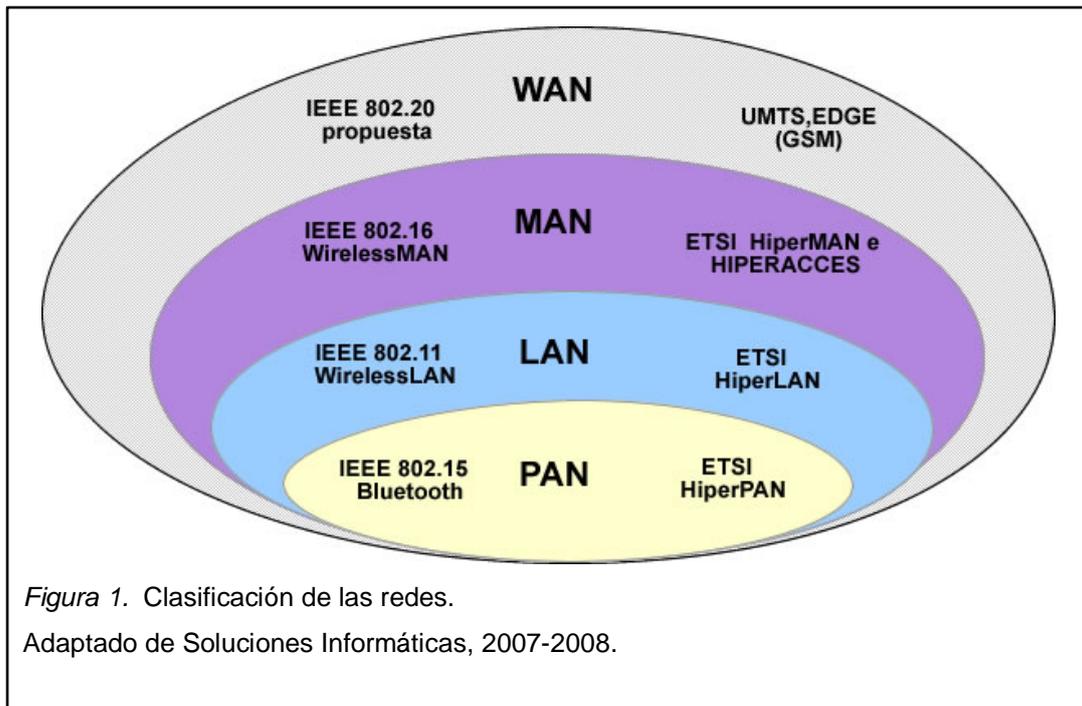


Tabla 2. Clasificación de las Redes

	PAN	LAN	MAN	WAN
<b>Estándares</b>	Bluetooth	802.11 HiperLAN2	802.11 MMDS,LMDS,WMAX (802.16)	GSM,GPRS,CDMA,HSDPA 2.5 -3G-3.5G
<b>Velocidad</b>	< 1Mbps	11 a 54 Mbps	11 a 100+ Mbps	10 A 384 kbps 1.8/3.6 - 7.2Mbps
<b>Rango</b>	Pequeño	Medio	Medio - Largo	Largo
<b>Aplicaciones</b>	De igual a igual de un dispositivo a otro	Redes Empresariales	E1 reemplazo, acceso a última milla	Teléfonos móviles con acceso a datos

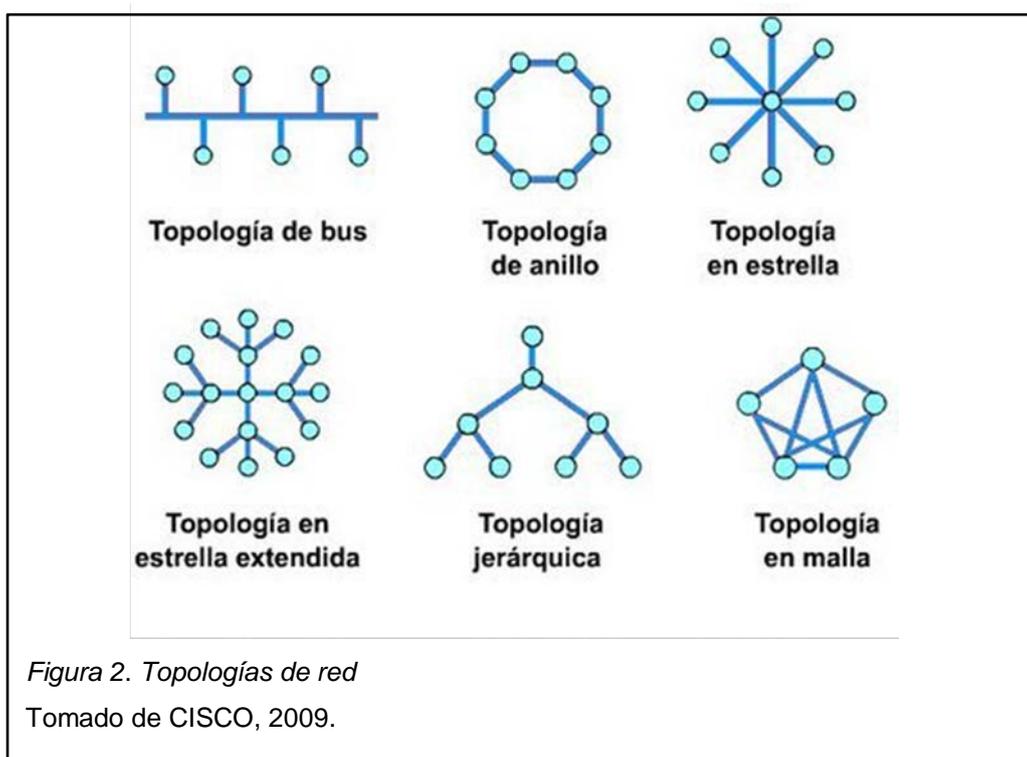
Nota explicativa: Los estándares inalámbricos de redes, describen los estándares, velocidades, rangos y aplicaciones. Tomado de González, 2007-2008.

Las redes por su medio de transmisión se clasifican en cableadas e inalámbricas. En el primer grupo se encuentran todas las tecnologías que utilizan algún medio físico guiado, como son el cobre, la fibra óptica, que sirven de camino a las señales. En el segundo grupo se encuentran las tecnologías

que emiten sus señales libremente por el espacio; su principal inconveniente es que estas señales altamente vulnerables a interferencias.

### 1.1.2 Topologías

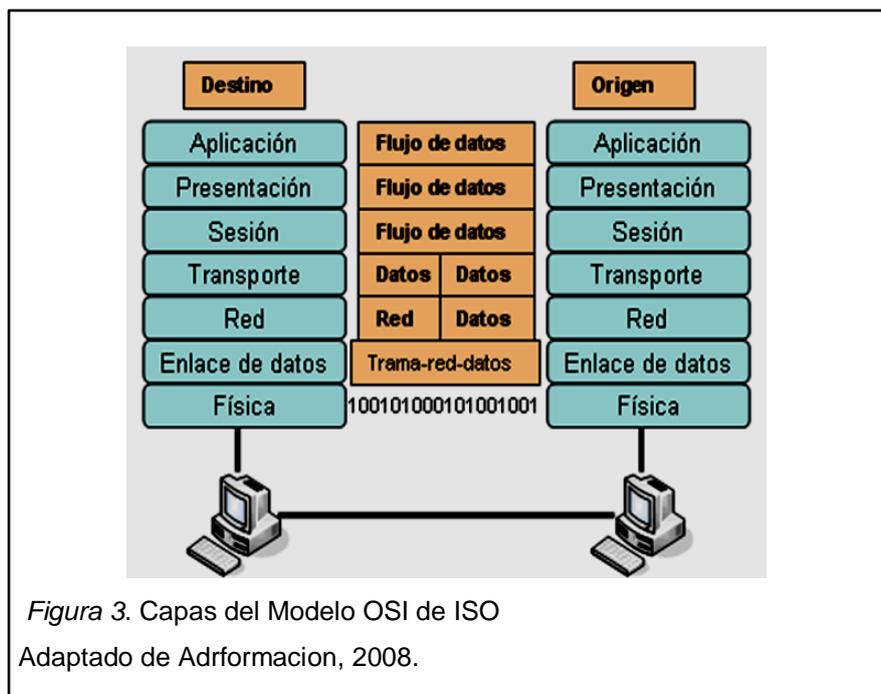
Las topologías de red han evolucionado en forma y complejidad. En la figura 2, particularmente se han destacado las siguientes topologías: bus, anillo, estrella, árbol y malla. De estas topologías la de tipo estrella es la más utilizada y además existen mezclas entre topologías para el diseño de red dependiendo la aplicación.



## 1.2 Modelo OSI de ISO

El modelo se llama modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos) de la ISO puesto que se ocupa de la conexión de sistemas abiertos, esto es, sistemas que están abiertos a la comunicación con otros sistemas (Hidalgo, 2008, pp 2-15).

El modelo OSI tiene siete capas: física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación, como se indica en la figura 3.



### 1.2.1 Capa Física

Es la transmisión de bits por un canal de comunicación, unos y ceros lógicos.

### 1.2.2 Capa de enlace de datos

Esta capa toma un medio de transmisión en bruto y transformarlo en una línea que parezca libre de errores de transmisión no detectados a la capa de red. Establece un enlace entre nodos.

### 1.2.3 Capa de red

Controla el funcionamiento de la subred. Su unidad de información es el paquete. La capa de red se encarga del enrutamiento de los paquetes, resuelve los problemas de la capa de enlace.

### 1.2.4 Capa de transporte

Realiza la conexión de host a host. Establece o libera conexiones a través de la subred y aísla a las capas superiores de los cambios inevitables de hardware.

### 1.2.5 Capa de sesión

Se encarga de manejar múltiples peticiones de conexiones entrantes y salientes de un host mediante sesiones.

### 1.2.6 Capa de presentación

Posibilita el entendimiento entre hosts que pueden tener diferentes formas de representar los datos.

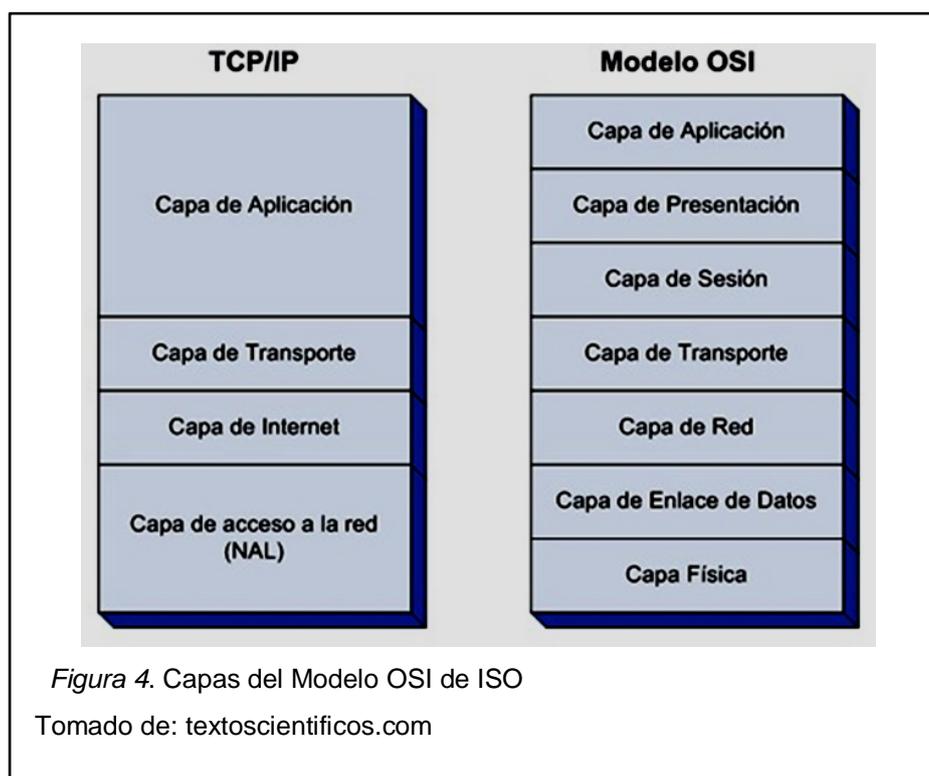
### 1.2.7 Capa de aplicación

Es la interfaz entre el host y el usuario. Facilita al usuario el entendimiento de la información que cruza por la red (Hidalgo, 2008, pp 2-15).

## 1.3 Modelo TCP/IP

La arquitectura TCP/IP se encuentra dividida en 4 capas: acceso a la red (host a red) internet, transporte y aplicación, comparables con el modelo OSI.

La correspondencia entre los modelos OSI y TC/IP se indica en la figura 4.



### **1.3.1 Capa de acceso a la red**

Equivale a las capas físicas y enlace de datos del modelo OSI. No define un medio de transmisión específico, por lo que el modelo TCP/IP se adapta a cualquier medio físico de transmisión.

### **1.3.2 Capa de internet**

Divide los datos provenientes de las capas superiores en paquetes y enviarlos a través de la red hacia su destino. Protocolo IP.

### **1.3.3 Capa de transporte**

Permite a dos dispositivos, origen y destino, establecer una conversación a través de diferentes redes. Protocolos: TCP y UDP. (Hidalgo, 2008, pp 2-15).

### **1.3.4 Capa de aplicación**

Contiene los protocolos de alto nivel con los cuales el usuario interactúa directamente (textoscientificos, s.f.).

## **1.4 Protocolo IP**

El protocolo Internet, IP, es el principal protocolo usado para proveer entrega de paquetes en redes, es un protocolo no orientado a conexión, tolerante a fallos y enrutable a través de diferentes redes. Es conocido como el protocolo del mejor esfuerzo por dejar a las capas superiores la resolución de errores.

## **1.5 Cableado Estructurado**

Se trata de especificar un “estructura” o “sistema” de cableado para empresas y edificios que sea Común y a la vez independiente de las aplicaciones, de gran Ancho de Banda, documentada, proyectada a largo plazo (más de 10 años).

### **1.5.1 Estándares**

EIA Electronic Industries Alliance: Alianza de Industria Electrónica.

IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ANSI American National Standards Institute: El Instituto Nacional de Normalización Estadounidense.

TIA Telecommunications Industry Association: Asociación de Industria de Telecomunicaciones.

### **1.5.2 Estándares de ANSI/TIA**

En la tabla 3, se describe un resumen de los estándares ANSI/TIA, los cuales se hallan clasificados en: estándares comunes, estándares locales y estándares de componentes. Dichos estándares describen las normas a cumplir al momento de implementar cableado estructurado en construcciones de índole residencial, comercial e industrial.

#### **1.5.2.1 ANSI/TIA/EIA-569**

Espacios y canalizaciones para los requerimientos de telecomunicaciones de edificios comerciales. Recomendación: ANSI/TIA/EIA-569-B Commercial Building Standard for Telecommunications. Pathways and Spaces.

ANSI/TIA/EIA-569-B1 Temperature and Humidity Requirements for Telecommunications Spaces. (Joskowicz, 2009, p. 6).

En estas recomendaciones se definen las instalaciones de entrada, sala de equipos, canalizaciones de montantes denominado “Backbone”, salas de telecomunicaciones (ex –“armarios”), canalizaciones horizontales, áreas de trabajo, como se aprecia en la figura 5.

**a) Instalaciones de entrada.** Es la ubicación donde entran los servicios al edificio.

Tabla 3. Resumen estándares ANSI/TIA

Estándares Comunes	Estándares Locales	Estándares de Componentes
568-C.0 Cableado de telecomunicaciones genérico para instalaciones	568.C1 Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales	568.C2 Componentes y cableado de Telecomunicaciones de par trenzado balanceado
569-B Rutas y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales	570-B Infraestructura de Telecomunicaciones Residencial	568.C3 Componentes de Cableado de Fibra Óptica
606-A Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales	758-A Cableado de Telecomunicaciones de planta externa propiedad del cliente	
(J-STD-607) 607-A Requerimientos para el Aterramiento de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales	942 Infraestructura de Telecomunicaciones para Data Centers	
862 Cableado para Automatización de Edificios Comerciales	1005 Infraestructura de Telecomunicaciones para Locales Industriales	

Adaptado de Comunicaciones Corporativas Unificadas, 2013, p6.

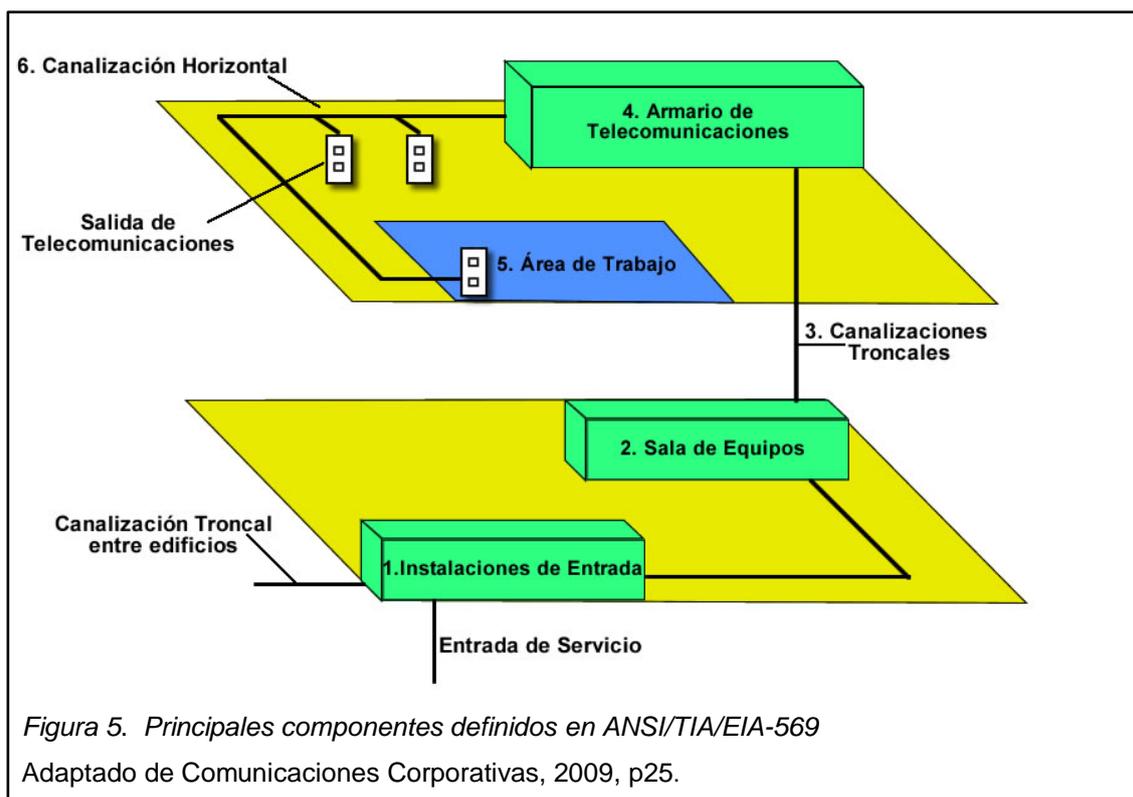


Figura 5. Principales componentes definidos en ANSI/TIA/EIA-569

Adaptado de Comunicaciones Corporativas, 2009, p25.

**b) Sala de equipos.** Definido como el espacio donde se ubican los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio (PBX, servidores centrales, centrales de video, etc.).

El tamaño mínimo recomendado es de 13.5 m<sup>2</sup>, se recomienda un tamaño de 0.07 m<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de área utilizable.

**c) Canalizaciones troncales** .Canalizaciones dentro del edificio.

Vinculan la sala de Instalaciones de entrada con la sala de equipos y la sala de equipos con las salas de telecomunicaciones.

Canalizaciones verticales y horizontales vinculan salas de los mismos o diferentes pisos, no pueden utilizarse ductos de ascensores.

Las canalizaciones pueden ser ductos o bandejas. La cantidad y el tamaño de las canalizaciones deben ser suficientes para alojar a todo el cableado necesario, y las futuras ampliaciones.

**d) Salas de Telecomunicaciones.** Es el espacio que actúa como punto de transición entre la troncal (backbone) y las canalizaciones horizontales. Estas salas pueden tener equipos de telecomunicaciones, equipos de control y terminaciones de cables para realizar interconexiones (Joskowicz, 2009, p. 11).

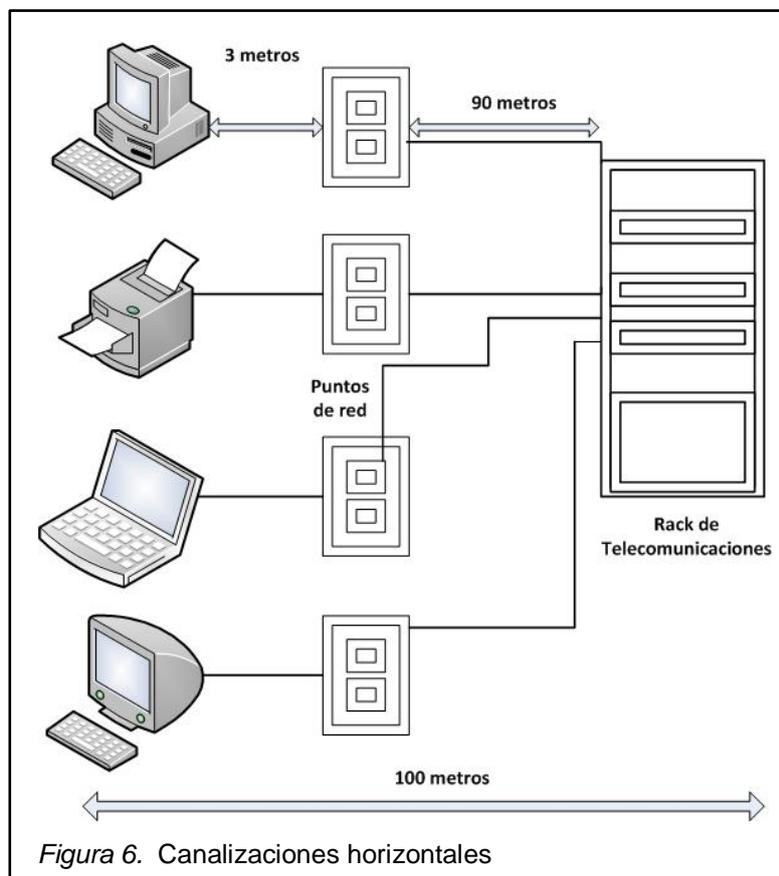
Tabla 4. Tamaño de las salas de telecomunicaciones

Superficie útil		Tamaño de sala	
m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>	m	ft
1000	10000	3x3.4	10x11
800	8000	3x2.8	10x9
500	5000	3x2.2	10x7

Adaptado de: Comunicaciones Corporativas Unificadas, 2009, p.11

La tabla No. 4, indica el tamaño de las salas de comunicaciones con base en la superficie útil, por ejemplo debe haber una sala de (3m x 3.4 m) en cada 1.000 m<sup>2</sup> de área utilizable. Si no se dispone de mejores datos, estimar el área utilizable como el 75% del área total.

**e) Canalizaciones horizontales.** Son las canalizaciones que vinculan las áreas de trabajo con las salas de telecomunicaciones. No puede tener más de 30 m y dos codos de 90 grados entre cajas de registro o inspección.



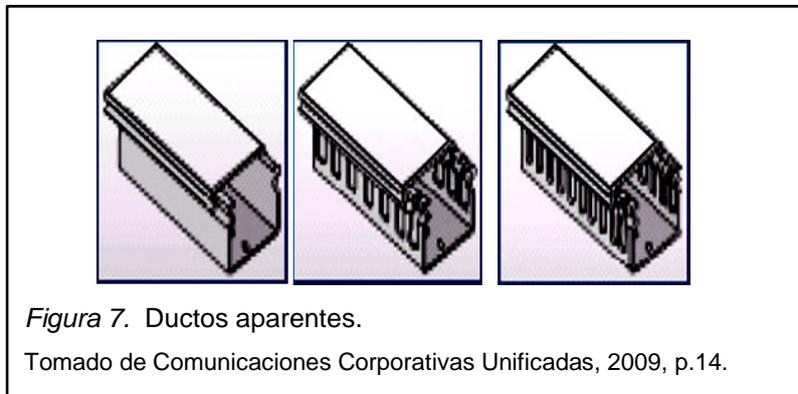
Como se indica en la figura 6, la distancia horizontal de cableado desde la sala de telecomunicaciones al área de trabajo no puede exceder en ningún caso los 90 m.

El radio de curvatura para ductos debe ser como mínimo 6 veces el diámetro de la canalización para cobre y 10 veces para fibra. Si la canalización es de más de 50 mm de diámetro, el radio de curvatura debe ser como mínimo 10 veces el diámetro de la canalización. En las figuras 7, 8, 9 y 11 se describen diferentes tipos de canalizaciones.

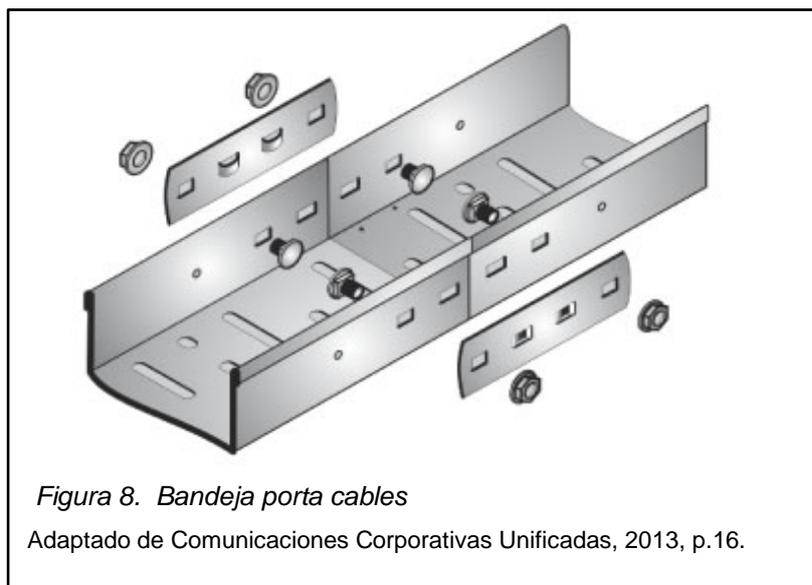
Ductos aparentes.- Pueden ser metálicos o de PVC, rígidos en ambos casos. No se recomiendan ductos flexibles para las canalizaciones horizontales. Las

características de estos ductos y de su instalación deben ser acordes a los requisitos arquitectónicos y edificios.

Se recomienda que no existan tramos mayores a 30 metros sin puntos de registro e inspección, y que no existan más de dos quiebres de 90 grados en cada tramo.



**Bandejas.-** Las bandejas porta cables consisten en estructuras rígidas, metálicas o de PVC, generalmente de sección rectangular (en forma de U). La base y las paredes laterales pueden ser sólidas o caladas. Las bandejas de este tipo pueden o no tener tapa.



**Ductos sobre cielorraso.-** Pueden ser utilizados, siempre y cuando su acceso sea sencillo, por ejemplo, removiendo planchas livianas de cielorraso. Los

ductos o bandejas sobre cielorraso deben estar adecuadamente fijados al techo, por medio de colgantes.

No se recomienda que estén directamente apoyadas sobre la estructura propia del cielorraso. Los cables sobre cielorraso no pueden estar sueltos, apoyados directamente sobre el cielorraso, sino que deben estar dentro de ductos o bandejas.

Ductos perimetrales.- Los ductos perimetrales pueden ser usados para llegar con el cableado horizontal hasta las áreas de trabajo, en caso de oficinas cerradas o tipo “boxes” (Joskowicz, 2009, pp. 13-15).

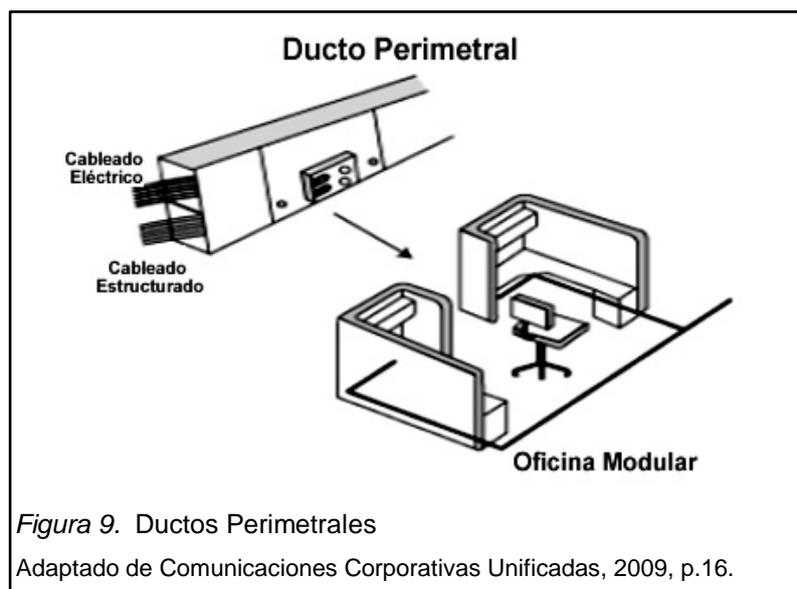


Figura 9. Ductos Perimetrales

Adaptado de Comunicaciones Corporativas Unificadas, 2009, p.16.

### Secciones de las canalizaciones

Las secciones de las canalizaciones horizontales dependen de la cantidad de cables que deben alojar y del diámetro externo de los mismos. En el diseño se debe recordar que cada área de trabajo podría disponer de dos cables UTP (diámetro entre 4.5 y 5.5 mm).

Asimismo se debe tener en cuenta el crecimiento futuro, dejando espacio en las canalizaciones para cables adicionales.

En la tabla 5, se pueden calcular las secciones de canalizaciones necesarias en función de la cantidad de cables y su diámetro, para un factor de llenado estándar.

Tabla 5. Cantidad de cables según el diámetro de las canalizaciones horizontales

Diámetro interno		Diámetro externo del cable (mm)				
(mm)	(pulgadas)	3.3	4.6	5.6	6.1	7.4
Cantidad de cables en canalizaciones (unidad)						
15.8	1/2	1	1	0	0	0
20.9	3/4	6	5	4	3	2
26.6	1	8	8	7	6	3
35.1	1 1/4	16	14	12	10	6
40.9	1 1/2	20	18	16	15	7
52.5	2	30	26	22	20	14
62.7	2 1/2	45	40	36	30	17
77.9	3	70	60	50	40	20

Adaptado de Comunicaciones Corporativas Unificadas, 2009, p.17.

### Distancias a cables de energía

Las canalizaciones para los cables de telecomunicaciones deben estar adecuadamente distanciadas de las canalizaciones para los cables de energía.

Las distancias mínimas se indican en la tabla 6.

Tabla 6. Distancias mínimas a cables de energía en relación de potencia

Descripción	< 2 kVA	2 - 5 kVA	> 5 kVA
Líneas de potencia no blindadas, o equipos eléctricos próximos a canalizaciones no metálicas.	127 mm	305 mm	610 mm
Líneas de potencia no blindadas, o equipos eléctricos próximos a canalizaciones metálicas aterradas.	64 mm	152 mm	305 mm
Líneas de potencia en canalizaciones metálicas aterradas próximos a canalizaciones metálicas aterradas	-	76 mm	152 mm

Adaptado de Comunicaciones Corporativas Unificadas, 2009, p.17.

**f) Áreas de Trabajo.** Son los espacios donde se ubican los escritorios, lugares habituales de trabajo, o sitios que requieran equipamiento de

telecomunicaciones. Pueden conectarse computadores, teléfonos, cámaras de video, sistemas de alarmas, impresoras, relojes de personal, etc.

Si no se dispone de mejores datos, se recomienda asumir un área de trabajo por cada 10 m<sup>2</sup> de área utilizable del edificio. Esto presupone áreas de trabajo de aproximadamente 3 x 3 m. En algunos casos, las áreas de trabajo pueden ser más pequeñas, generando por tanto mayor densidad de áreas de trabajo por área utilizable del edificio.

Se recomienda estimar como mínimo tres dispositivos de conexión por cada área de trabajo. Con base en esto y la capacidad de ampliación prevista se deben prever las dimensiones de las canalizaciones.

### 1.5.2.2 ANSI/J-STD-607- A (ANSI/TIA/EIA-607 mejorado)

Tierras y aterramientos para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales.

#### Componentes de aterramientos

**TMGB:** Telecommunications main ground busbar. Barra principal de tierra, ubicada en las "Instalaciones de entrada". Es la que se conecta a la tierra del edificio.

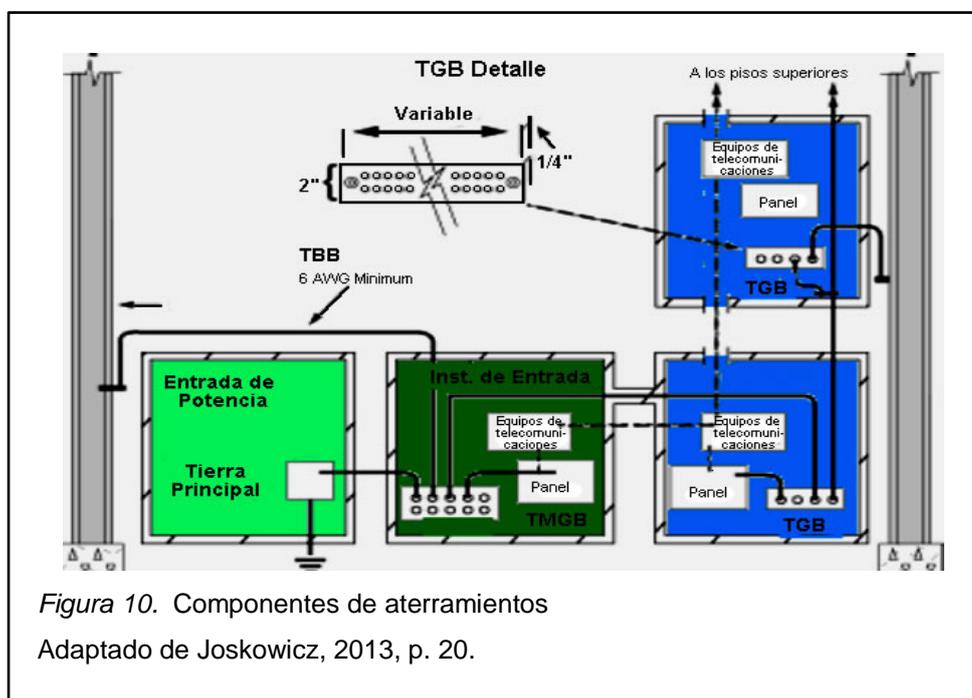


Figura 10. Componentes de aterramientos

Adaptado de Joscowicz, 2013, p. 20.

**TGB:** Telecommunications Grounding Busbar. Es la barra de tierra ubicada en la sala de telecomunicaciones o en la sala de equipos.

**TBB:** Telecommunications bonding backbone. Es un conductor de cobre usado para conectar la barra principal de tierra de telecomunicaciones (TMGB) con las barras de tierra de los armarios de telecomunicaciones y salas de equipos (TGB), El diámetro mínimo de este cable es 6 AWG = 4.51 mm = 16 mm<sup>2</sup>.

### **1.5.2.3 ANSI/TIA/EIA-568**

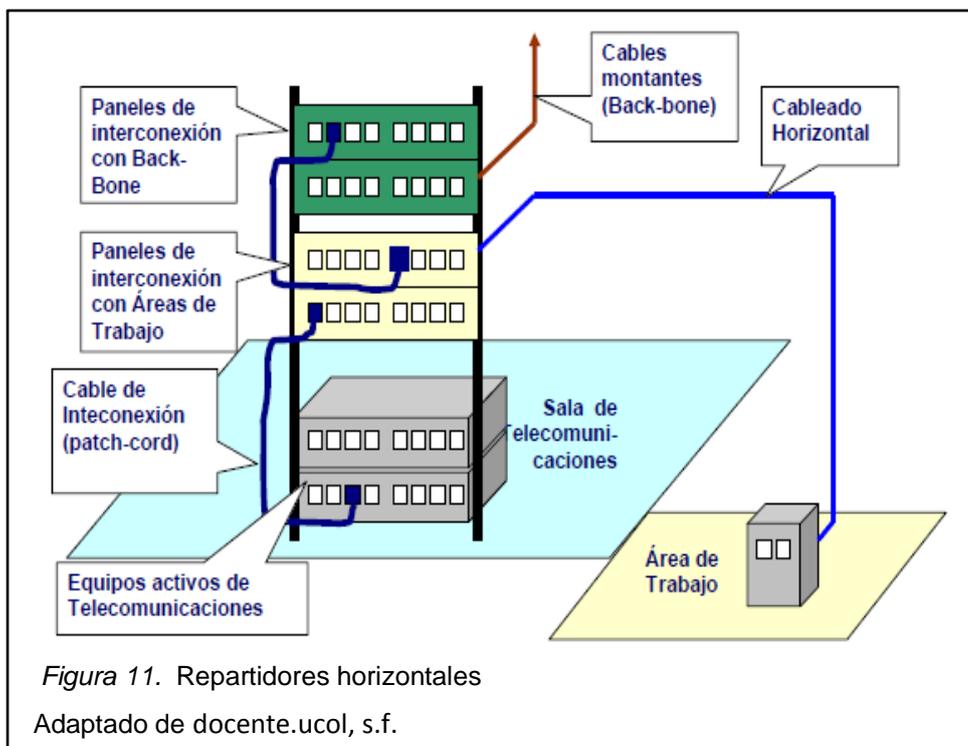
Cableado de telecomunicaciones de edificios comerciales. Provee especificaciones para el diseño de un sistema integral de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores de soluciones de redes para los edificios comerciales.

**1.5.2.4 ANSI/TIA/EIA 568-C.0.** Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises. (Febrero 2009). Desarrollada para la planificación y la instalación de un sistema de cableado estructurado para todo tipo de instalaciones.

Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la 568-C.0.

**1.5.2.5 ANSI/TIA/EIA 568-C.1** Commercial Building Telecommunications Cabling Standard (Febrero 2009).

Planeamiento, instalación y verificación de cableados estructurados para edificios comerciales.



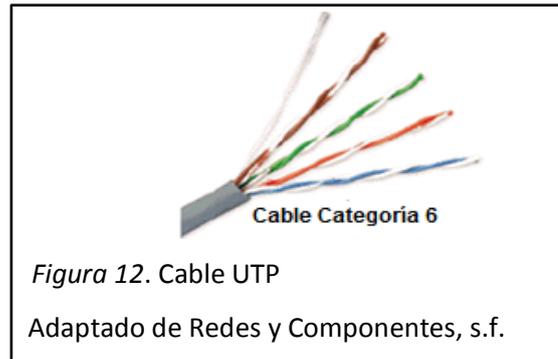
### **Distribución Horizontal de cableado (Horizontal Distribution)**

La distribución horizontal es la parte del cableado de telecomunicaciones que conecta las áreas de trabajo con los distribuidores o repartidores horizontales, ubicados en la Sala de Telecomunicaciones.

La distribución horizontal incluye: Cables de distribución horizontal, Conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo, terminaciones mecánicas de los cables horizontales.

Cordones de interconexión ("Patch-cords") en el Armario o Sala de Telecomunicaciones (Cables de red, s.f.).

Cables reconocidos para distribución horizontal: UTP o ScTP de 100  $\Omega$  y cuatro pares, fibra óptica multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$ , fibra óptica multimodo de 62.5/125  $\mu\text{m}$ , cable STP-A de 150  $\Omega$ . Este cable es aún reconocido pero no recomendado para nuevas instalaciones. (Joskowicz, 2009, pp. 16-25)



### Terminación del cableado horizontal en las áreas de trabajo

Uno de los conectores del área de trabajo debe estar conectado a un cable UTP de 100  $\Omega$  y cuatro pares, para instalaciones nuevas se recomiendan categoría 6 o categoría 6<sup>a</sup>, para estandarizar en la empresa un solo tipo de cable.

El segundo de los conectores del área de trabajo debe estar conectado a cables UTP de 100  $\Omega$  y cuatro pares, de categoría 6 o superior.

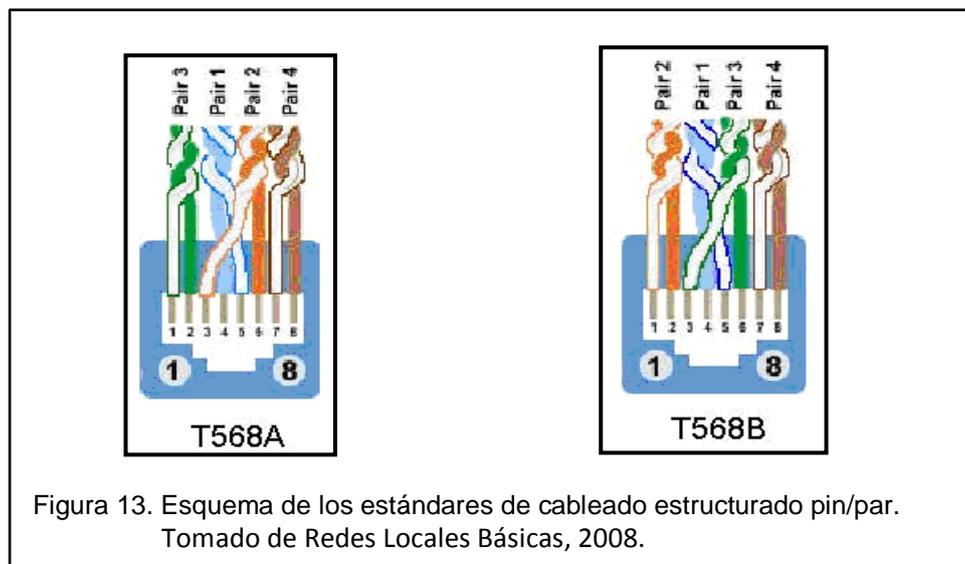


Tabla 7. Configuración T568A y T568B.

CONFIGURACIÓN	PAR	PIN	COLOR
T568A	1	5	BLANCO/AZUL
		4	AZUL
	2	3	BLANCO/NARANJA
		6	NARANJA
	3	1	BLANCO/VERDE
		2	VERDE
	4	7	BLANCO/CAFÉ
		8	CAFÉ
T568B	1	5	BLANCO/AZUL
		4	AZUL
	2	1	BLANCO/NARANJA
		2	NARANJA
	3	3	BLANCO/VERDE
		6	VERDE
	4	7	BLANCO/CAFÉ
		8	CAFÉ

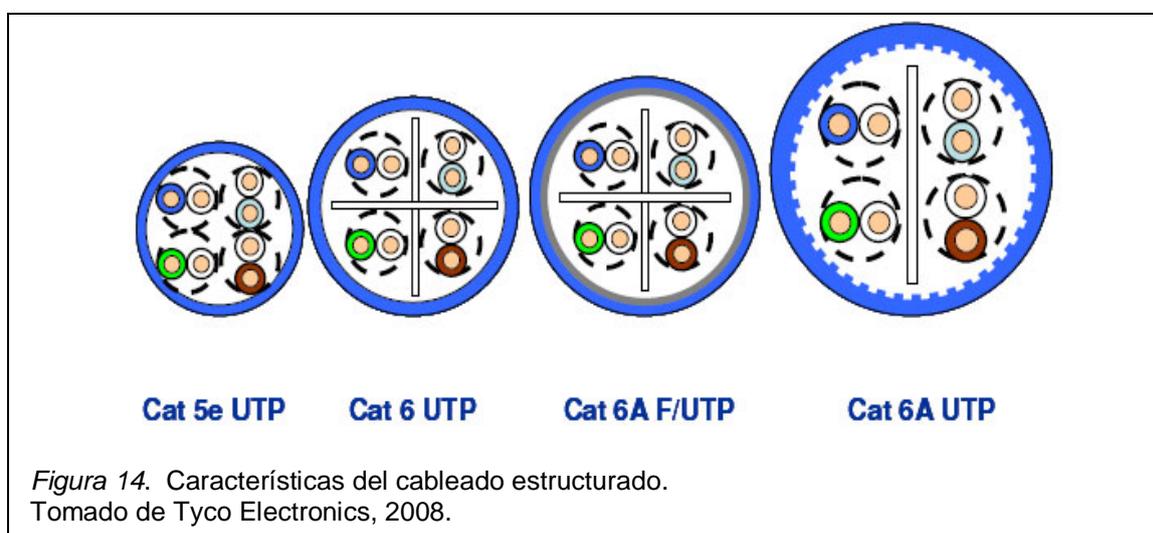
### 1.5.2.6 ANSI/TIA/EIA-568-C.2

ANSI/TIA/EIA 568-C.2 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard: Componentes y cableado de Telecomunicaciones de par trenzado balanceado. Detalla los requerimientos específicos de los cables de pares trenzados balanceados, a nivel de sus componentes y de sus parámetros de transmisión.

Tabla 8. Características del cableado estructurado

Categoría Obtenida	Topologías soportadas	Velocidad máxima de transferencia	Distancias máximas entre repetidores por norma	Requerimientos mínimos de materiales posibles a utilizar
<b>CAT. 5</b>	Inferiores y Fast Ethernet	100 Mb	90 mts.+10 mts. En patch cords	Cable UTP y conectores. Categoría 5 de 100 a 150 Mhz.
<b>CAT. 5e</b>	Inferiores y ATM	165 Mb	90 mts.+10 mts. En patch cords	Cable UTP/FTP y conectores categoría 5e de 150 a 350 Mhz TIA.
<b>CAT. 6</b>	Inferiores y Gigabit Ethernet	1000 Mb	90 mts.+10 mts. En patch cords, con cable de cobre Cat. 6. 1Km en fibra multimodo y 2 Km en fibra monomodo.	Cable de cobre y conectores. Categoría 6 de 1 a 250 Mhz y/o fibra óptica TIA.
<b>CAT. 6A</b>	Inferiores y Gigabit Ethernet	10000 Mb	90 mts.+10 mts. En patch cords con cable de cobre cat. 6A. 1Km en fibra multimodo y 2 Km en fibra monomodo.	Cable de cobre y conectores. Categoría 6A de 1 a 500 Mhz y/o fibra óptica TIA.
<b>CAT. 7</b>	Inferiores y Gigabit Ethernet	Mayor a 10Gbits	90 mts.+10 mts. En patch cords con cable de cobre cat. 7. 1Km en fibra multimodo y 2 Km en fibra monomodo.	Cable de cobre y conectores. Categoría 7 de 1 a 600 Mhz y/o fibra óptica ISO.
<b>CAT. 7A</b>	Inferiores y Gigabit Ethernet	Mayor a 10Gbits	90 mts.+10 mts. En patch cords con cable de cobre cat. 7A. 1Km en fibra multimodo y 2 Km en fibra monomodo.	Cable de cobre y conectores. Categoría 7A de 1 a 1000 Mhz y/o fibra óptica ISO.

Nota explicativa: En la tabla 7, se detalla y especifican las características de los componentes del cableado, incluyendo parámetros mecánicos, eléctricos y de transmisión.



### 1.5.2.7 TIA/EIA TSB-155

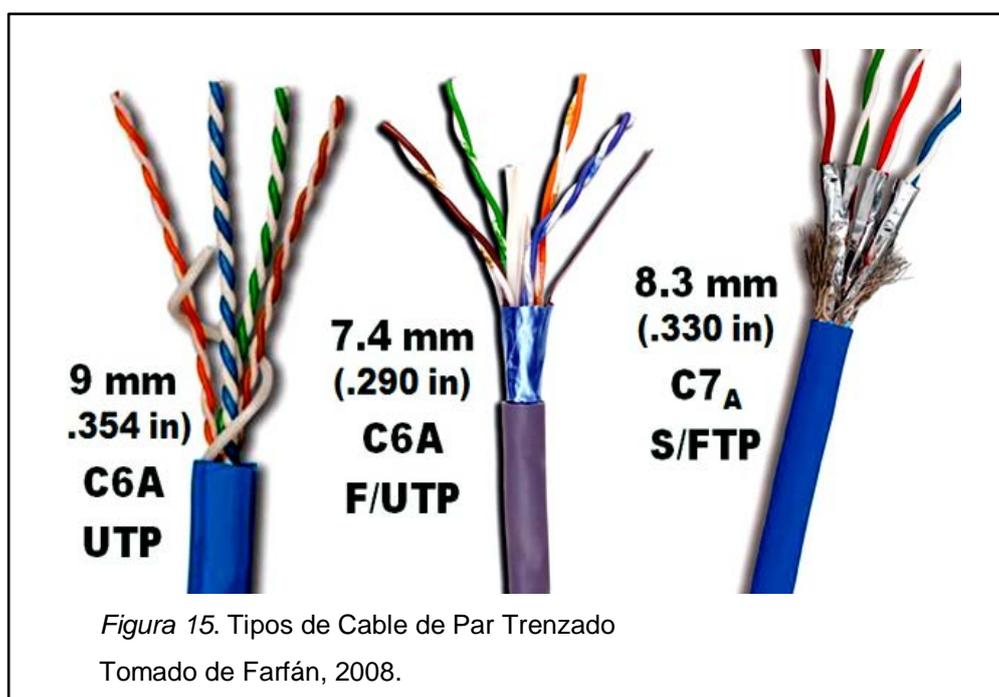
Es una guía que especifica métodos para evaluar el soporte de aplicaciones 10GBase-T en sistemas de cableados Categoría 6.

Indica cómo realizar medidas en el rango extendido de frecuencias de 250 a 500 MHz., así como requerimientos adicionales de AXT (Alien Cross Talk) necesarios para soportar aplicaciones de 10 GBase-T.

Dado que los sistemas categoría 6 no fueron diseñados originalmente para llegar a estas frecuencias, las distancias máximas soportadas pueden ser menores a 100 m, por ejemplo, se especifica que el rango de funcionamiento puede variar de 37 a 100m, dependiendo de varios factores.

#### Par Trenzado sin blindaje (UTP- Unshielded Twisted Pair)

Es un cable que no tiene revestimiento o blindaje entre la cubierta exterior y los cables. El UTP se utiliza comúnmente para aplicaciones de REDES Ethernet, el término UTP generalmente se refiere a los cables categoría 5 especificado por el estándar TIA/EIA 568-A. Las categorías 5e, 6 y 7 también han sido propuestos para soportar velocidades más altas. El cable UTP comúnmente incluye 4 pares de conductores (Siemon, 2010).



**Par Trenzado con Blindaje** o sus siglas en inglés STP-Shielded Twisted Pair, combina las técnicas de blindaje, cancelación y trenzado de cables.

Cada par de hilos está envuelto en un papel metálico. Los cuatro pares de hilo, están envueltos a su vez en una trenza o papel metálico. Generalmente es un cable par trenzado de 150 ohm definido por IBM utilizado en redes Token Ring.

El blindaje está diseñado para minimizar la radiación electromagnética (EMI, electromagnetic interference) y la diafonía (ruido eléctrico). Los cables STP de 150 ohm no se usan para Ethernet, sin embargo, puede ser adaptado instalando un convertidor de impedancias que convierten 100 ohms a 150 ohms de los STPs.

Par Trenzado Apantallado (ScTP Screen Twisted Pair) se origina a partir de eliminar el blindaje total (el que cubre los cuatro pares) al STP. Generalmente es un cable de 100 ó 120 ohms (Tyco Electronics, 2008).

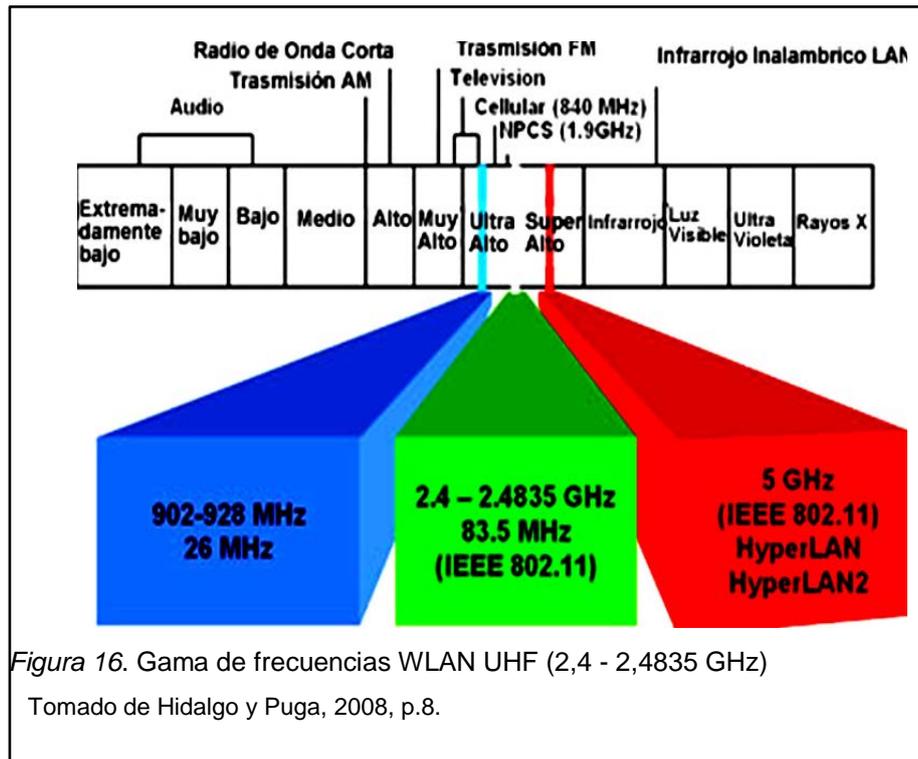
## **1.6 Red inalámbrica WLAN**

### **1.6.1 Usos del espectro electromagnético**

Dependiendo de la zona o región donde se utiliza el espectro, rigen organismos internacionales, por ejemplo en los Estados Unidos de América el organismo internacional regulador es la FCC (Federal Communications Commission). En Europa el organismo que regula el uso del espectro es el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) (Farfán, 2008)

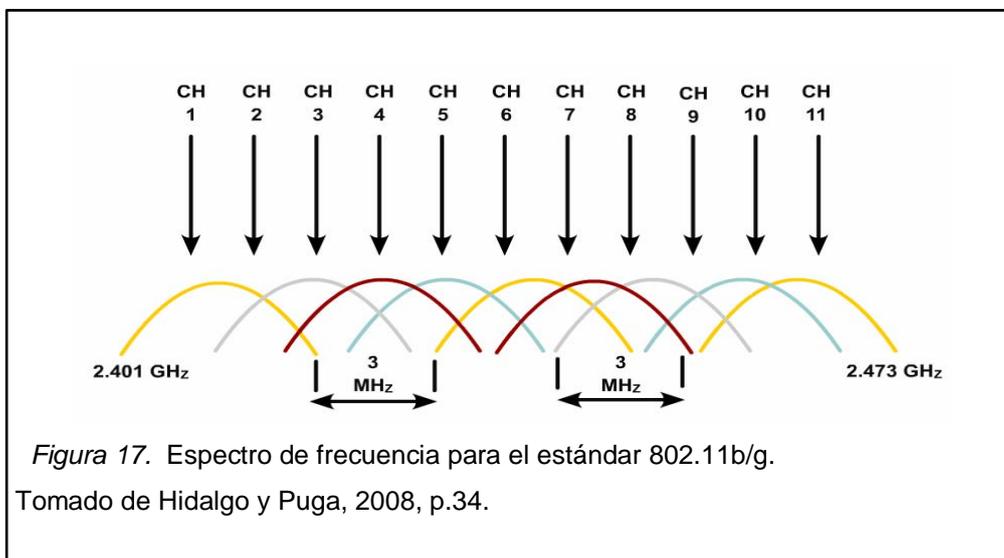
Ahora existen bandas de frecuencia que requieren autorización para su uso y otras que no requieren. Generalmente las bandas para uso de Onda corta, teléfonos celulares, televisión, aeronáutica requieren de permiso para su utilización. Las bandas que no requiere de autorización para su uso tienen la ventaja de ser implementadas para usos, médicos, científicos, industriales, aplicaciones de redes inalámbricas WLAN's (Hidalgo, 2008).

### 1.6.1.1 Espectro utilizado para sistemas Inalámbricos



Para las redes inalámbricas está asignada la gama de 2,4 Ghz (valor mínimo) a 2,4835 Ghz (valor máximo) con el estándar 802.11 b/g/n y el espectro de 5 Ghz para el estándar 802.11a/n.

#### Canales 802.11 b/g (FCC)



De la figura 17, se puede indicar lo siguiente:

- El espectro para el estándar 802.11b se halla dividido en 11 canales que ocupan la banda desde 2.4 Ghz hasta 2.4835 Ghz.
- La banda de frecuencia está compuesta de canales que se superponen o no. El canal 1, 6 y 11 no sufren superposición y son los más adecuados para utilizar, sin causar interferencia a los demás canales.
- Los restantes canales, de alguna manera, comparten el espectro con los canales adyacentes y son susceptibles de interferencia.

### 1.6.2. Cálculo matemático de redes inalámbricas

Se diseña una o varias redes inalámbricas que permitan dar cobertura de modo eficiente a las distintas dependencias de una institución. Se utiliza criterios de prioridad y equipos con las características adecuadas para la red.

**Decibelio = dB.-** Es una unidad logarítmica y se define como:

$$dB = 10 \log(P1/P2) \text{ [ecuación. 1]}$$

Es decir es una relación de potencias expresada en forma logarítmica (Hidalgo, 2008, pp 20-35).

Dependiendo de la referencia que se tome (P2) la unidad "dB" toma diferentes nombres: dB vatio= cuando la referencia es 1 Vatio [W], dBm= referencia de 1 mW, dB= es adimensional.

DBi= parámetro de ganancia de las antenas referido a un radiador isotrópico.

EIRP= es la potencia que está emitiéndose al espacio libre.

Ganancia= relación entre potencia en forma logarítmica.

EIRP = se define como el producto de la potencia radiada por la ganancia de la antena (Hidalgo y Puga, 2008, p. 16).

En forma logarítmica la EIRP ( $dB = P \text{ rad}(dB) + G \text{ ant}(dB)$ ) [ecuación. 2]

La potencia radiada  $P \text{ rad}(dB) = P \text{ dB} - \text{aten. Cables}(dB)$  [ecuación. 3]

### Vatio

El Vatio es la unidad de potencia tanto en el Tx como el RX y está relacionado con la energía radiada o recibida. En las redes inalámbricas se habla de niveles

de potencia en el TX en el orden de los milivatios. En el Rx es muchísimo menor el nivel de potencia. (Hidalgo Edgar, 2008, pp 20-35)

### Propiedades de los Medios de Transmisión

El debilitamiento de la señal se debe en gran parte a las propiedades del medio que atraviesa la onda. La tabla siguiente muestra los niveles de atenuación para diferentes materiales.

Tabla 9. Propiedades de los materiales

Materiales	Grado de atenuación	Ejemplos
Aire	Ninguno	Aire libre, patio interno
Madera	Bajo	Puerta, piso, medianera
Plástico	Bajo	Medianera
Vidrio	Bajo	Ventanas sin teñir
Vidrio teñido	Medio	Ventanas teñidas
Agua	Medio	Acuario, fuente
Seres vivientes	Medio	Multitud, animales, personas, plantas
Cerámica	Alto	Tejas
Papel	Alto	Bobinas de papel
Concreto	Alto	Muros de carga, pisos, columnas
Metal	Muy alto	Concreto reforzado, espejos, armarios metálicos, cabina del ascensor

Nota Explicativa: El presente cuadro expone la propagación de las ondas de radio en 802.11 y el grado de atenuación de los diversos materiales. Tomado de Kioskea, s.f.

### Pérdidas de espacio libre

La onda electromagnética cuando viaja a través del espacio sufre atenuación, es decir no llega al RX con el mismo nivel de potencia que salió del TX. Esta atenuación matemáticamente se halla definida por la siguiente ecuación:

$$Lp = \left(\frac{4\pi RF}{c}\right)^2 \quad [\text{ecuación. 4}]$$

Cuando esta fórmula se expresa en dB se dice que es:

$$Lp(dB) = 20 \log\left(\frac{4\pi RF}{c}\right) \quad [\text{ecuación.5}]$$

En donde:

$d$  = distancia del TX al RX en Km

$f$  = Frecuencia de operación del sistema de Telecomunicaciones en Hz

$c$  = velocidad de la luz en Km/seg 300.000 Km/seg

$L_p$  = pérdidas de espacio libre en dB

Del análisis matemático de la propagación de espacio libre se puede llegar a demostrar que la atenuación de espacio libre está dada por (Hidalgo Edgar, 2008, pp 20-35):

$$L_p(dB) = 32.44 + 20 \log f + 20 \log d \quad [\text{ecuación. 6}]$$

En donde:

$f$ = frecuencia en Mhz

$d$ = Distancia del enlace en Km

$L_p$ = pérdidas de espacio libre en dB

Si la frecuencia está en Ghz la fórmula se modifica como:

Fórmula:

$$L_p(dB) = k_1 + 20 \log f + 20 \log d$$

(Fórmula de Friis-pérdidas espacio libre) [ecuación. 7]

$$L_p(dB) = 92.44 + 20 \log f + 20 \log d \quad [\text{ecuación. 8}]$$

Dónde:

$f$  = frecuencia en Ghz

$d$ = distancia del enlace en Km

$L_p$ = atenuación de espacio libre en dB

$k_1$  = constante en fórmula de Friis (frecuencia expresada en Ghz)

### **Sensibilidad de Recepción**

(SdR [dBm]) Es una característica muy importante que nos indica cuanta potencia necesita el receptor para poder interpretar los datos recibidos. Se expresa en dbm, a medida que este valor aumenta (en número negativo) mejor serán las características del enlace (CTM Electrónica, s.f.).

Los valores típicos son:

Velocidad de transmisión Tx: 11Mbps → - 83 dBm, - 88 dBm

Velocidad de transmisión Tx: 54Mbps → - 72 dBm, - 70 dBm

Velocidad de transmisión Tx: MCS0 → - 91 dBm

Para poder calcular la eficiencia de un sistema wireless se utiliza diferentes fórmulas que permitan asegurar la buena puesta en marcha de la instalación.

Sumando los valores absolutos de la sensibilidad de recepción (receptor) y la potencia de emisión (emisor) da el valor máximo de potencia de señal que pierde la comunicación.

Por ejemplo en el caso de un access point cualquiera, se calcularía sumando en valor absoluto la sensibilidad de recepción de los adaptadores wireless como por ejemplo: (70dBm de sensibilidad de recepción a 54 Mbps.), con la potencia de salida del access point (20dBm del emisor), el resultado es la potencia máxima de señal que se pierde en el trayecto, un total de 90 dB.

Con lo citado anteriormente se puede saber la distancia a cubrir aplicando la fórmula de Friis y comprobar si el resultado es menor que los 90 dB resultantes anteriormente, tomaremos como ejemplo los siguientes datos:

$$Lp(dB) = K1 + 20 \log f + 20 \log d$$

$$d = 50 \text{ metros} = 0,050 \text{ Km}$$

$$f = 2,4835 \text{ Ghz (máxima frecuencia de funcionamiento en 802.11b/g)}$$

$$k1 = 92,44 \text{ (constante en fórmula de Friis-frecuencia expresada en Ghz)}$$

$$Lp =$$

$$92.44 + (20 \times \log \text{ de: } 2,4835 \text{ Ghz}) + (20 \times \log \text{ de la distancia expresada en Km})$$

[ecuación. 9]

Aplicando la fórmula de Friis [ecuación.8] a nuestros equipos el resultado sería de 74,32 dB, por debajo de nuestra sensibilidad de recepción absoluta (90 dB).

Tener en cuenta las interferencias electromagnéticas, los obstáculos y la diferencia de altura que perjudican los valores de sensibilidad de recepción absoluta a la hora de calcular exactamente la distancia máxima de cobertura de la señal WLAN.

### 1.6.3 Principios sobre Antenas

#### 1.6.3.1 Antenas

Las antenas son dispositivos que acoplan el TX y el RX con el medio de propagación. Tiene relación con dispositivos electrónicos como los amplificadores los cuales pueden expresar su ganancia en dBi. Sirven para irradiar la energía que tiene el Tx. Esta energía viaja por el espacio libre y llega a la antena receptora (Hidalgo y Puga, 2008, p. 18).

##### a. Parámetros

Las antenas están definidas por algunos parámetros como:

- Tipo de antena en cuanto a radiación
- Ganancia
- Ancho del lóbulo de radiación
- Ancho de banda en la que puede trabajar.

Todos estos parámetros tienen directa relación con la calidad del enlace, área de cobertura y el dimensionar adecuadamente la antena dará la calidad del enlace entre otros parámetros (Hidalgo y Puga, p. 18).

##### b. Ancho de Banda

Cuando se habla de ancho de banda debemos distinguir entre lo que es ancho de banda analógica y ancho de banda digital.

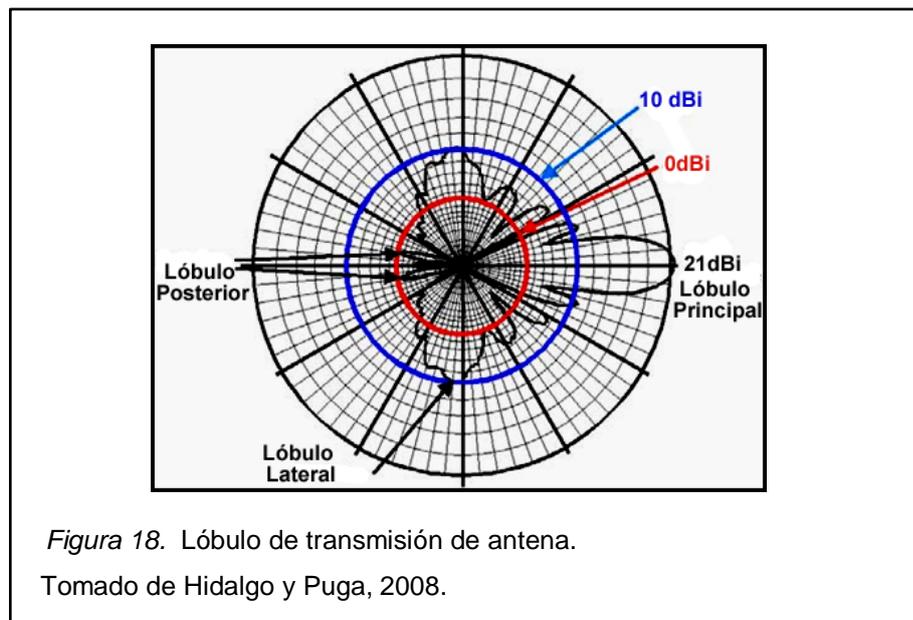
- Ancho de banda analógica. Está expresada en Hz como por ejemplo: la voz tiene un rango de frecuencias desde 300 Hz a 3.4 KHz. Por lo tanto su ancho de banda es de 3.1 KHz.
- Ancho de banda Digital. Se expresa en bps, por ejemplo un sistema digital de comunicaciones tiene una tasa de bits de 20 Mbps.

Para el caso de una antena esta se indica su ancho de banda en Hz y es la banda de frecuencias en la que trabaja (Hidalgo, 2008, pp 20-35).

##### b.2. Ganancia

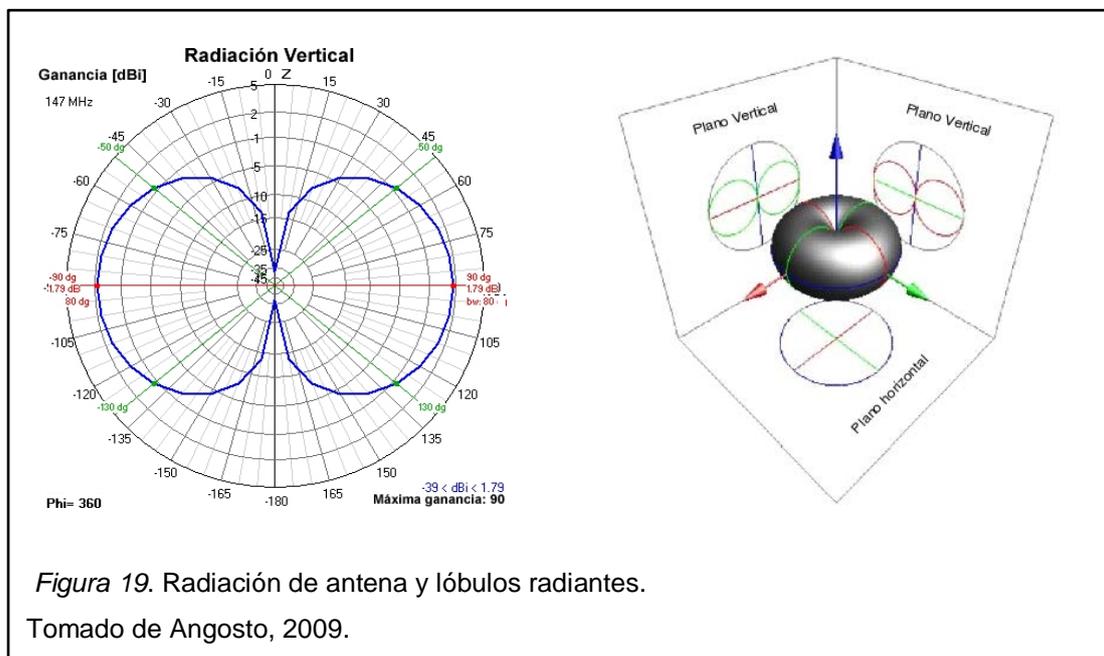
Es la facilidad con la cual la antena enfoca la energía que radia en una

dirección dada. Se mide en dBi. En la siguiente figura se indica que en la dirección donde está el lóbulo principal tiene una ganancia de 21 dBi.



### c. Antenas Omnidireccionales

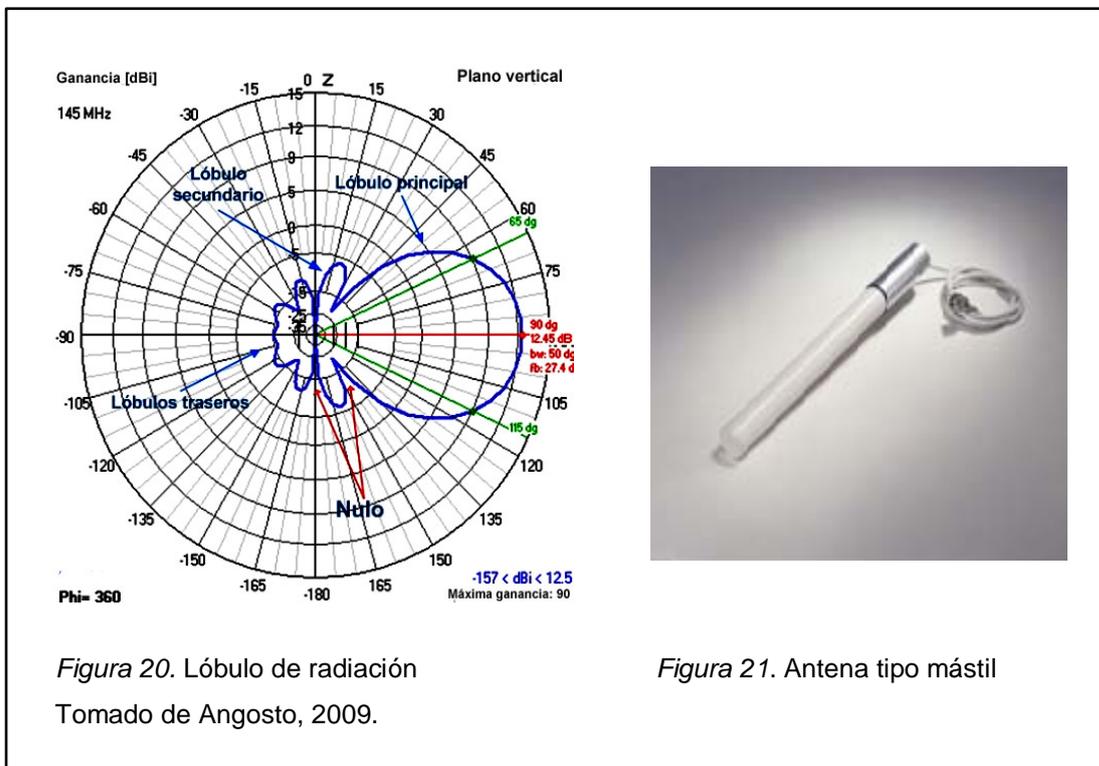
Se denomina antena omnidireccional al dispositivo que irradia energía en los 360 grados. En el gráfico de la figura 21, en la parte derecha se presenta el patrón de radiación de una antena vertical de ganancia de 2.2 dBi, mostramos ambos diagramas (vertical y horizontal) combinados, en 3D.



Existen diferentes tipos de antenas omnidireccionales, las cuales son:

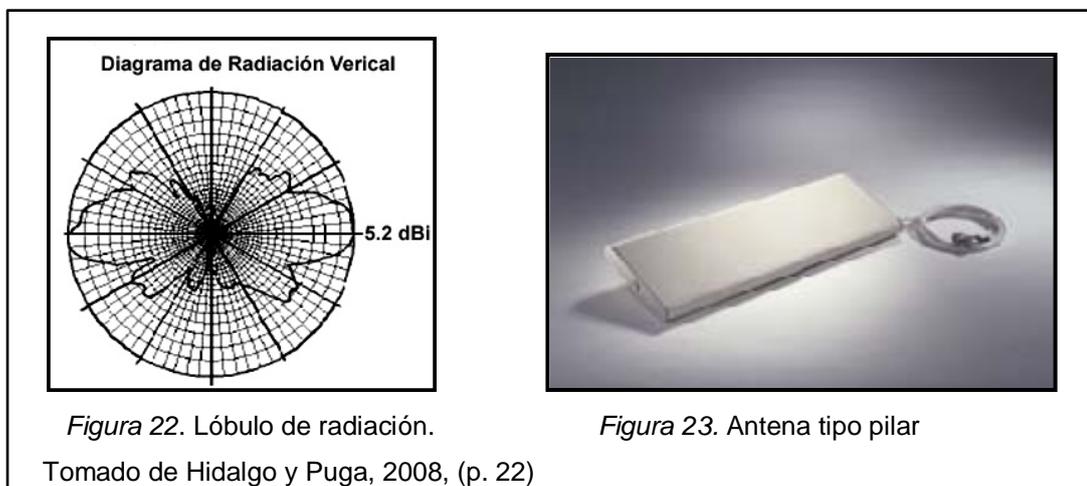
### c.1. Mástil y techo

Se encuentran instaladas sobre un mástil en forma vertical. Se visualiza el lóbulo de radiación en la Figura 22 y la fotografía de la antena en la Figura 23.



### c.2. Tipo Pilar

Se utiliza en la configuración de Diversidad.



### c.3. Tipo Integradas

Se encuentran localizadas en el mismo dispositivo.



Figura 24. Antena Integrada.

Adaptado de Hidalgo, 2008.

### d. Antenas Direccionales

En la figura se muestra el patrón de radiación y el ángulo a media potencia.



Figura 25. Ángulo de Media Potencia, antena y patrón de radiación.

Adaptado de Hidalgo 2008

## 1.7 Equipos de conectividad.

Los equipos de conectividad más importantes que se encuentran en una red de datos son: bridges, switches, routers, gateways y access point.

### 1.7.1 Switch

Un conmutador o switch es un dispositivo digital lógico de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local.

### **1.7.2 Switch de acceso**

Los switches de acceso permiten a su red adaptarse y admitir la implementación de nuevas aplicaciones para hacer frente a los cambios en las necesidades empresariales. (Kioskea, s.f.)

### **1.7.3 Router**

Un router es un dispositivo de red que permite el enrutamiento de paquetes entre redes independientes. Este enrutamiento se realiza de acuerdo con un conjunto de reglas que forman la tabla de enrutamiento. Es un dispositivo que opera en la capa 3 del modelo OSI. (Kioskea, s.f.)

### **1.7.4 Gateway**

Un gateway (puerta de enlace) es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino (Quarea, s.f.).

Una puerta de enlace o gateway es normalmente un equipo informático configurado para hacer posible a las máquinas de una red local (LAN) conectadas a él de un acceso hacia una red exterior, generalmente realizando para ello operaciones de traducción de direcciones IP (NAT: Network Address Translation). Esta capacidad de traducción de direcciones permite aplicar una técnica llamada IP Masquerading (enmascaramiento de IP), usada muy a menudo para dar acceso a Internet a los equipos de una red de área local compartiendo una única conexión a Internet, y por tanto, una única dirección IP externa. (Gateway, s.f.).

### **1.7.5 Access Point**

Un punto de acceso inalámbrico (WAP o AP por sus siglas en inglés: Wireless Access Point) en redes de computadoras es un dispositivo que interconecta terminales de comunicación alámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un WAP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red de cable y los dispositivos inalámbricos. Muchos WAPs pueden conectarse entre sí para formar una red aún mayor, permitiendo realizar "roaming" (Punto de acceso inalámbrico (Informática Moderna, 2009).

## **1.8 Aplicaciones**

### **Telefonía IP**

La telefonía IP le proporciona una manera de dotar servicios consistentes a todos sus empleados en sus lugares de trabajo, tanto si están en la oficina o conectados remotamente. La telefonía IP transmite comunicaciones de voz a través de la red mediante la utilización de los estándares del protocolo de internet. (Cisco, 2012)

### **Mensajería Instantánea**

Es un servicio de red que permite a los usuarios el envío y recepción de mensajes de texto en tiempo real. El usuario necesita tener un cliente de mensajería instantánea y estar conectado a una red de datos como el Internet.

### **Correo (e-mail)**

Servicio de red que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes y archivos rápidamente mediante sistemas de comunicación electrónicos. Principalmente se usa este nombre para denominar al sistema que provee este servicio en Internet, mediante el protocolo SMTP (Tanenbaum, 2003, pp. 5,57).

### **Telnet**

Es un protocolo de Internet estándar que permite conectar terminales y aplicaciones en Internet. El protocolo proporciona reglas básicas que permiten

vincular a un cliente (sistema compuesto de una pantalla y un teclado) con un intérprete de comandos (del lado del servidor).

El protocolo Telnet se aplica en una conexión TCP para enviar datos en formato ASCII codificados en 8 bits, entre los cuales se encuentran secuencias de verificación Telnet. Por lo tanto, brinda un sistema de comunicación orientado bidireccional (semidúplex) codificado en 8 bits y fácil de implementar. (Tanenbaum, 2003, pp. 43-57).

### **Videoconferencia**

Videoconferencia o videollamada es la comunicación simultánea bidireccional de audio y vídeo, que permite mantener reuniones con grupos de personas situadas en lugares alejados entre sí. Adicionalmente, pueden ofrecerse facilidades telemáticas o de otro tipo como el intercambio de gráficos, imágenes fijas, transmisión de ficheros desde el ordenador, etc.

Para que la videoconferencia se realice se debe de comprimir la imagen mediante un CODEC. Los datos se comprimen en el equipo de origen, viajan comprimidos a través de algún circuito de comunicación, ya sea terrestre o por satélite y se descomprime en el lugar de destino.

El núcleo tecnológico usado en un sistema de videoconferencia es la compresión digital de los flujos de audio y vídeo en tiempo real. Su implementación proporciona importantes beneficios, como el trabajo colaborativo entre personas geográficamente distantes y una mayor integración entre grupos de trabajo. (Tanenbaum, 2003, pp. 5,167).

Las soluciones unificadas de videoconferencia proveen una infraestructura para vídeo versátil, segura y fácil de utilizar.

Estas soluciones dotan a su organización de las herramientas que necesita para:

- Mejorar la productividad entre el personal distribuido
- La preparación y formación de sus empleados de manera remota

- Reducir los gastos de viaje
- Construir fuertes relaciones entre los clientes y su plantilla
- Obtener el máximo rédito de las inversiones en comunicaciones y redes (Cisco, 2013).

### **Intranet**

Una intranet es una red de ordenadores privados que utiliza tecnología Internet para compartir dentro de una organización parte de sus sistemas de información y sistemas operacionales. (Tanenbaum y Hosting Perú, 2003, pp.59).

### **Cómo funciona la Intranet**

Las Intranets están basadas en la arquitectura cliente / servidor. El software cliente y un navegador para Web, se ejecuta en una computadora local, y el software servidor en una Intranet anfitriona. El software cliente está disponible para PC, Macintosh y estaciones de trabajo.

Al estar conectado directamente en la Intranet, el programa TCP/IP que se necesita para ejecutar el navegador ya estará instalado en la computadora. En una Intranet, esa localización puede ser una página Web departamental o una página Web para toda la compañía (Hosting Perú, s.f.).



## Capacitación Virtual

Por medio de la red de Internet se puede conectar el usuario desde cualquier lugar del país hacia la Plataforma de Educación a Distancia del Instituto de Estudios del Petróleo.



Figura 27. IEP Modalidad Virtual a distancia.

Tomado de IEP Virtual, 2013.

## 2. Análisis Previo

El presente capítulo presenta una descripción del Instituto de Estudios del Petróleo de EP PETROECUADOR, su misión y visión de servir en la capacitación presencial y virtual.

Además, describe la Ubicación de la Sede Guarumo del Instituto de Estudios del Petróleo, Se realizará un levantamiento de información y se determinará la situación actual del I.E.P. Guarumo.

### 2.1 Introducción

El Instituto de Estudios del Petróleo (IEP) fue creado para fortalecer el desarrollo técnico de EP PETROECUADOR. El IEP está encargado de la investigación aplicada y es el principal impulsador de una cultura de gestión del conocimiento dentro de la Empresa, permitiendo al personal técnico/administrativo capacitarse en las diferentes áreas de la industria hidrocarburífera (I.E.P., 2012).



Figura 28. Instituto de Estudios del Petróleo – Sede Central Quito

Con ello logra formar profesionales competentes con un perfil acorde con la gestión de sus cargos, sin dejar de lado el talento humano del área administrativa (I.E.P., 2012).

## 2.2 Misión y Visión

### 2.2.1 Misión

Promover la gestión del conocimiento en petróleos para optimizar el talento humano de PETROECUADOR y mejorar los procesos de la cadena de valor de los hidrocarburos, en un marco de respeto y protección al medioambiente, para sostener en el tiempo las demandas de recursos del país.

### 2.2.2 Visión

Convertirse hasta el 2020 en un centro de estudios líder en la capacitación e investigación científica de la cadena de valor de los hidrocarburos, referente de eficiencia de la región, y realizar contribuciones importantes para la optimización de la industria petrolera ecuatoriana.

Para el cumplimiento de la misión y visión, el Instituto de Estudios del Petróleo ha creado dos tipos de capacitación: Presencial y Virtual. A lo largo del presente capítulo se describirá ubicación, estado de la infraestructura civil y de red de la sede Guarumo y cuadros estadísticos de los cursos realizados en modalidad virtual y presencial.

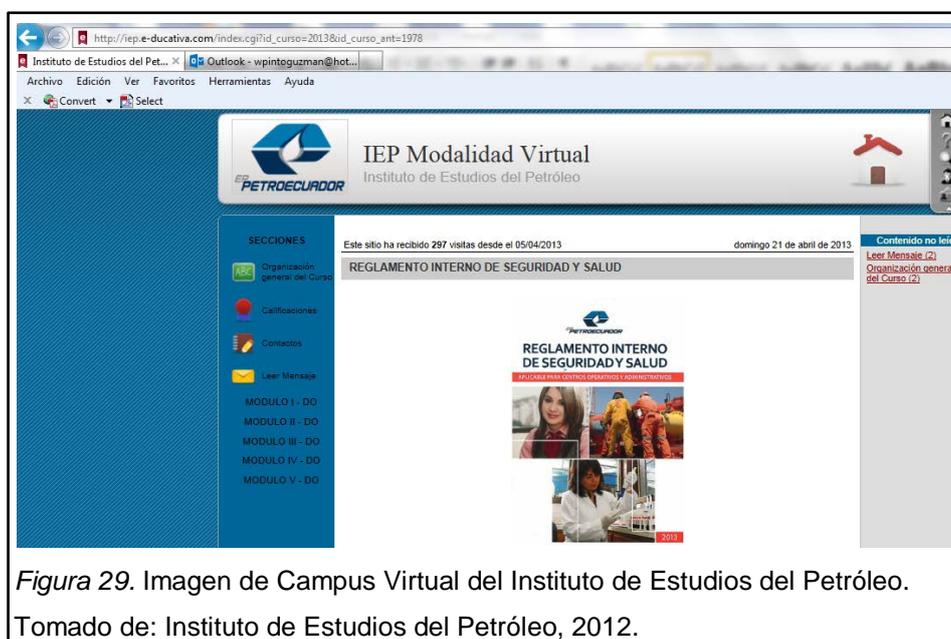


Figura 29. Imagen de Campus Virtual del Instituto de Estudios del Petróleo.

Tomado de: Instituto de Estudios del Petróleo, 2012.

## 2.3 Situación actual del Instituto de Estudios del Petróleo – Sede Guarumo

### Ubicación

Tabla 10. Distribución de Oficinas IEP Sede Guarumo

<b>CALLE:</b>	VÍA LAGO AGRIO PACAYACU-GUARUMO
<b>PROVINCIA:</b>	SUCUMBIOS
<b>CANTÓN:</b>	LAGO AGRIO
<b>SECTOR:</b>	PACAYACU
<b>TELÉFONO:</b>	2440333 (PBX)

El Campamento Guarumo se encuentra al sur del Campo Libertador, las Coordenadas UTM WGS 84 del IEP Guarumo son: 325336.50 m E y 9993446.02 m S. Las Coordenadas Geográficas WGS 84 del IEP Guarumo son: 0° 3'33.38"S y 76°34'10.06"O como se describe en la *Figura 39*.

El lugar en dónde funcionará la Sede del I.E.P. Guarumo se encuentra una antigua construcción que será objeto de readecuaciones internas, externas y ampliatorias para obtener la nueva Sede del I.E.P. Guarumo.





Figura 31. Ubicación del Instituto de Estudios del Petróleo Sede Guarumo  
Punto: 0° 3' 33.38" Sur; 76° 34' 10.06" Oeste. Adaptado de Google Earth.

Las Figuras 32, 33 y 34, muestran fotografías de las instalaciones donde funcionará el I.E.P. Guarumo.



*Figura 32.* Futura Aula de Capacitación No. 2 I.E.P. Sede Guarumo.



*Figura 33.* Futura oficina de Coordinación IEP Sede Guarumo.



*Figura 34.* Futura Aula de Capacitación No. 3 I.E.P. Sede Guarumo.

Como se aprecia en las Figuras 32, 33 y 32, las futuras instalaciones de la Sede I.E.P. Guarumo, estarán sujetas a una readecuación arquitectónica, así como, la implementación de la infraestructura de red.

## **2.4 Readecuación Arquitectónica e Infraestructura de Red**

Actualmente, ya se tiene los planos para la readecuación arquitectónica, los mismos que se pueden apreciar en la Figura 35 y en el Anexo 1, el mismo que provee información de las dimensiones físicas de la Sede, que servirá de base para el diseño del cableado estructurado y red inalámbrica.

### **2.4.1 Descripción de Plano Arquitectónico**

De la información obtenida de los planos arquitectónicos, la Sede se encuentra en una obra civil de una planta, con un área de 800 metros cuadrados de construcción, la altura aproximada de sus paredes es de 2,30 metros (Obras Civiles, 2012).

De acuerdo con el Área de Obras Civiles de EP PETROECUADOR, la Sede se encuentra dividida en las siguientes áreas:

- Administración de Sede (capacidad máxima: 13 personas).
- Aulas de Capacitación (capacidad máxima: 51 personas).
- Auditorio (capacidad máxima: 45 personas)
- Cuarto de Telecomunicaciones (capacidad máxima: 1 persona).
- Bodega (capacidad máxima: 1 persona).
- Jardín / Comedor (capacidad máxima: 20 personas).

De la información recopilada anteriormente se desprende que la Sede Guarumo del I.E.P. puede albergar una capacidad máxima de 131 personas en dicha infraestructura.

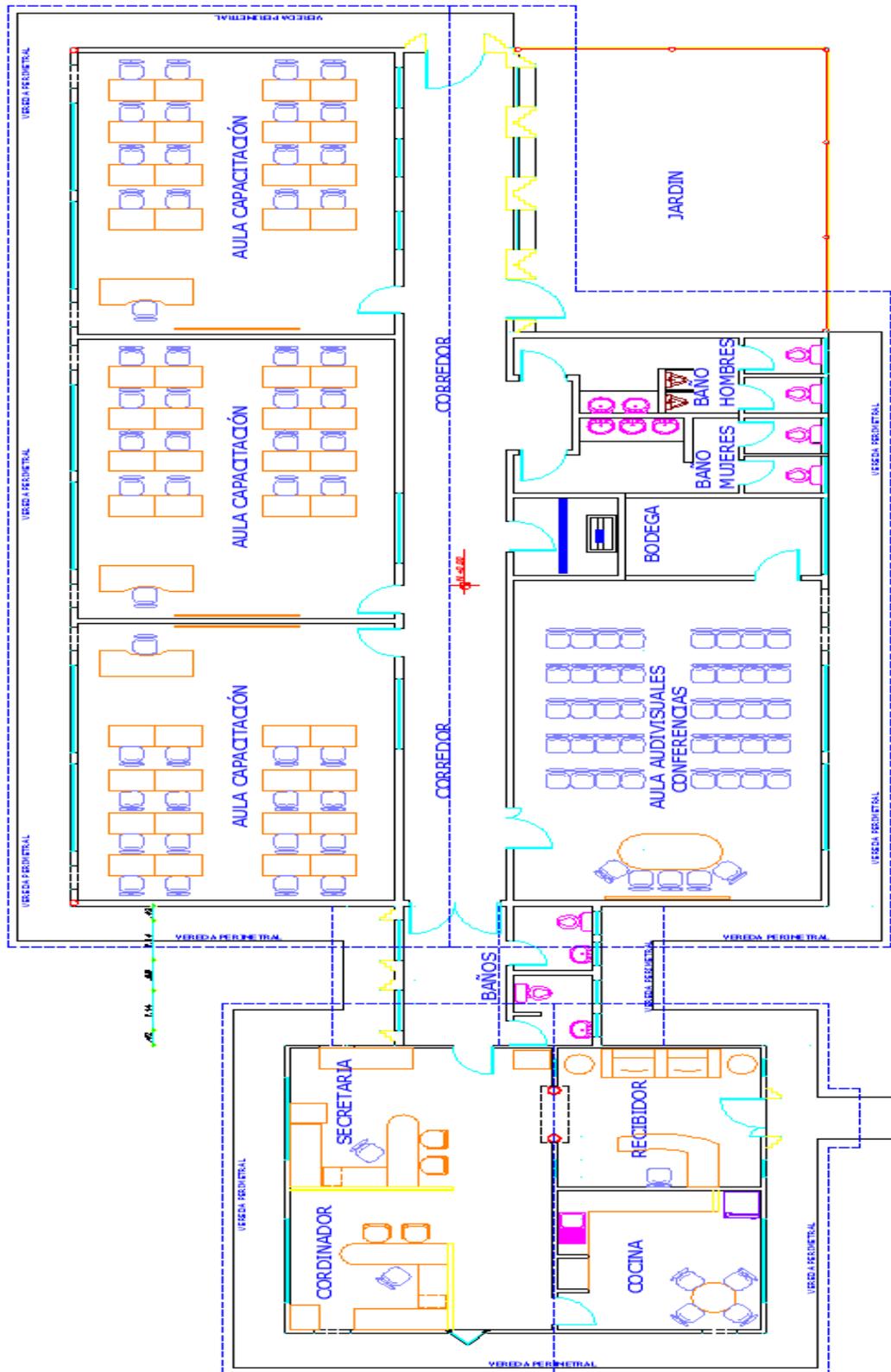
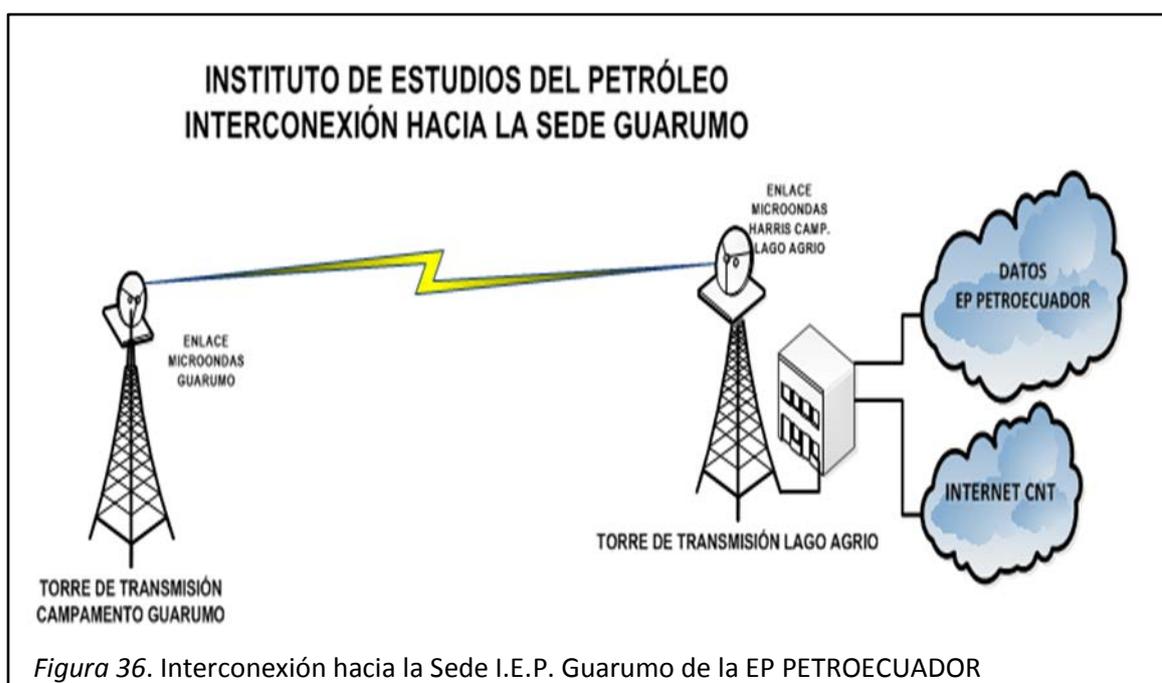


Figura 35. Planos Arquitectónicos IEP Guarumo EP PETROECUADOR - Adaptado de Obras Civiles, 2012).

## 2.4.2 Requerimientos de la Red

### 2.4.2.1 Interconexión hacia la Sede Guarumo

Actualmente se tiene una conexión dedicada de 2 E1, 4.096 kbps, desde Lago Agrio hacia la Sede Guarumo, como indica la Figura 44, los enlaces se encuentran implementados en el Distrito Amazónico siendo esta implementación tecnológica, la solución más rápida y ágil de proveer de la red de Internet en el I.E.P. Guarumo (TICS EGER, 2012).



### 2.4.2.2 Puntos de Datos

Los puntos de datos se implementarán en las siguientes áreas:

#### Administración de Sede:

Son las oficinas administrativas de la Sede en donde se encuentra la Coordinación, Secretaría, Recepción y Cafetería, se necesita de 1 computador de escritorio para cada una de las áreas citadas y una impresora láser junto a la secretaría, siendo en total 5 puntos de red en esta área.

**Aulas de Capacitación Presencial / Capacitación Virtual:**

Esta área se encuentra ubicada en la planta baja, allí se instalarán 51 computadores de escritorio, 17 PCs en cada una de las 3 aulas, para los cursos presenciales y virtuales, se necesita en total 51 puntos de red.

**Auditorio:**

Abarcará 1 computador portátil y 1 equipo de videoconferencia, requiriéndose 2 puntos de red.

**Cuarto de Telecomunicaciones**

Requiere de 1 computador, para uso de los técnicos en esa área.

**Bodega**

Requiere de 1 computador de escritorio, para uso de los funcionarios en el despacho de materiales.

**Comedor/Jardín**

Se instalará 1 computador de escritorio para la administración del Comedor.

De acuerdo con estas premisas, se concluye que se deberá implementar 61 puntos de red.

Las características o especificaciones técnicas de las computadoras varían dependiendo del año de adquisición, por lo que no se incluirán dichas características en el diseño.

**2.4.2.3 Servicios****Cursos Presenciales**

Tabla 11. Cursos presenciales para Distrito Amazónico, dictados en año 2012 en EP PETROECUADOR.

CURSOS PARA DISTRITO AMAZONICO PRESENCIAL 2012				
No.	PLAN DE ACCIÓN	PRESUPUESTO USD.	PARTICIPANTES	PORCENTAJE %
1	1. ANALISIS DE DAÑO DE FORMACION CON FLUIDOS (LODOS DE PERFORACION, ACIDOS, AGUAS DE MATADO. FLUIDOS DE CONTROL DE FINOS, CONTROL DE AGUA ETC.	20.000,00	19	6,65%
2	2. ANALISIS DE PLAY Y EVALUACION DE PROSPECTOS	18.100,00	15	6,02%
3	3. ANALISIS DE RIESGO	16.000,00	24	5,32%
4	4. APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGIAS PARA RECUPERACION DE PETROLEO	20.000,00	28	6,65%
5	5. CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN SISTEMAS DE MEDICION DE CRUDO	20.000,00	72	6,65%
6	6. DISEÑO Y OPTIMIZACION DE SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL	20.000,00	29	6,65%
7	7. ELECTRICIDAD	4.708,62	70	1,57%
8	8. ENSAYO DE ESTIMULACIONES Y DETERMINACION DE PERMEABILIDADES DE RETORNO	16.000,00	40	5,32%
9	9. GERENCIA INTEGRADA DE RESERVORIOS	16.000,00	40	5,32%
10	10. INSTRUMENTACIONES Y EQUIPOS DE CONTROL	-	40	0,00%
11	11. MANEJO DE EQUIPOS MECANICOS	-	40	0,00%
12	12. NORMAS ASME ISO, ASTM (INTERPRETACION, MANEJO, ACTUALIZACION Y CUMPLIMIENTO DE NORMAS)	30.000,00	20	9,97%
13	13. PERFORACION DE POZOS (ERFORACION DIRECCIONAL Y HORIZONTAL)	20.000,00	20	6,65%
14	14. SCADA RTUS, DMS, AGC, OASYS, GIS	100.000,00	20	33,24%
15	15. SOFTWARE OSPREY	-	20	0,00%
<b>TOTAL</b>		<b>300.808,62</b>	<b>497</b>	<b>100,00%</b>

En la Tabla 11, se describen los cursos presenciales, realizados por el Instituto de Estudios del Petróleo durante el año 2012 para el Distrito Amazónico. En los ítems 10, 11 y 15, no se estimó presupuesto a inicios del año 2012, (Tomado de I.E.P., 2012).

En la *Figura 37*, se puede visualizar gráficamente los cursos presenciales realizados en el año 2012 y su porcentaje de acuerdo con el presupuesto, demostrando la necesidad de tener una Sede en el Distrito Amazónico, empresarialmente designada en Guarumo.

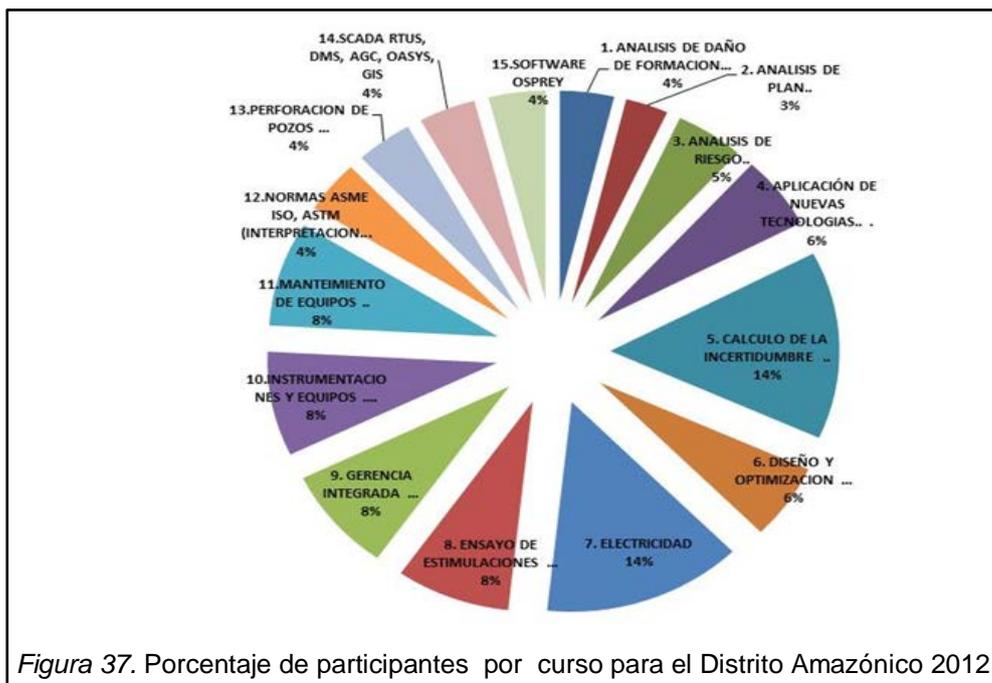


Figura 37. Porcentaje de participantes por curso para el Distrito Amazónico 2012.

Al finalizar cada curso presencial, el usuario puede realizar una evaluación por medio de la Plataforma de Educación virtual. En la *Figura 32*, se presenta la página Web de un curso virtual del Instituto de Estudios del Petróleo (I.E.P., 2012).

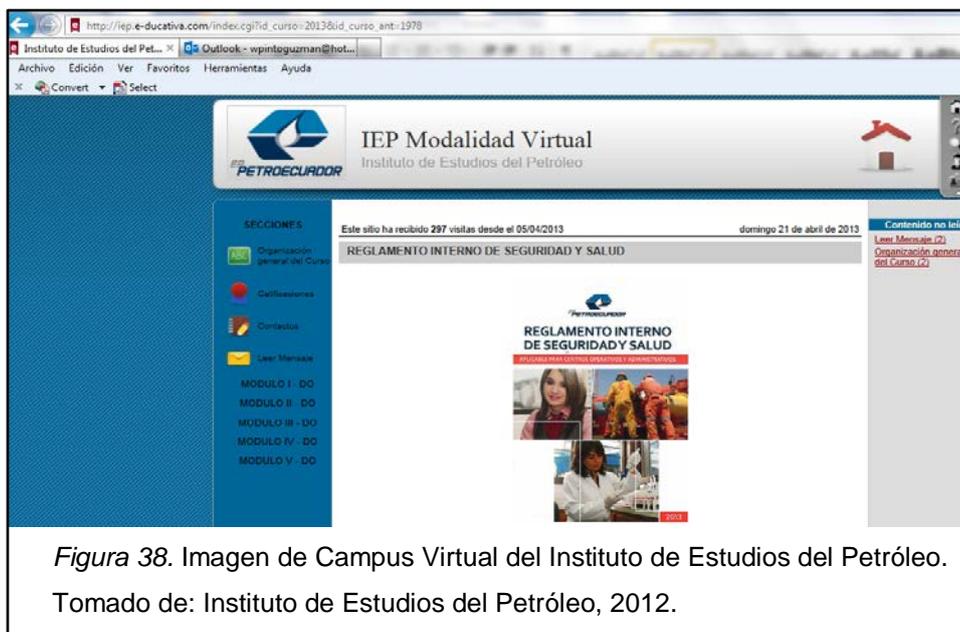


Figura 38. Imagen de Campus Virtual del Instituto de Estudios del Petróleo. Tomado de: Instituto de Estudios del Petróleo, 2012.

## Cursos Virtuales

La Sede I.E.P. Guarumo va a estar diseñada para que los trabajadores del Distrito Amazónico se trasladen a capacitarse en dicha sede, las capacitaciones serán virtuales, se accede a los cursos virtuales (aplicación ) vía Internet a un servidor que se encuentra en la Ciudad de Miami (I.E.P. Virtual, 2012).

El requerimiento por servidor actualmente es de 12,8 kbps para un funcionamiento normal del curso, el tiempo máximo de descarga más alto registrado es de 15 segundos (Administración I.E.P. Virtual, 2012). Las estadísticas de los cursos virtuales son las siguientes:

Tabla 12. Cursos virtuales en año 2010 que se brindaron en EP PETROECUADOR a nivel nacional. Adaptado de I.E.P. Virtual, 2010.

<b>CURSOS VIRTUALES EN EL AÑO 2010</b>			
<b>ORD.</b>	<b>NOMBRE DEL CURSO</b>	<b>USUARIOS QUE INGRESAN A CURSOS 2010</b>	<b>USUARIOS REGISTRADOS EN PLATAFORMA</b>
1	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EPR	300	<b>5000</b>
2	ATENCIÓN AL USUARIO	1200	
3	SEGURIDAD INDUSTRIAL	800	
4	PAQUETES UTILITARIOS	750	
5	SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN	60	
<b>TOTAL de usuarios por año</b>		<b>3110</b>	

Como se indica en la Tabla 12, en el año 2010, existieron 5 cursos virtuales, a los diferentes cursos accedieron 3110 usuarios y se encuentran registrados en la plataforma de capacitación virtual un total de 5000 usuarios que son los funcionarios de la empresa en ese año.

Tabla 13. Cursos virtuales en año 2011 que se brindaron en EP PETROECUADOR a nivel nacional. Adaptado de I.E.P. Virtual, 2011.

CURSOS VIRTUALES EN EL AÑO 2011			
ORD.	NOMBRE DEL CURSO	USUARIOS TOTALES QUE INGRESAN A CURSOS 2011	USUARIOS REGISTRADOS EN PLATAFORMA
1	ATENCIÓN AL USUARIO	960	6000
2	SEGURIDAD INDUSTRIAL	1228	
3	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EPR	2862	
4	PAQUETES UTILITARIOS	470	
5	SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN	115	
<b>TOTAL de usuarios por año</b>		<b>5635</b>	

Como se indica en la Tabla 13, en el año 2011, existieron 5 cursos virtuales, en los diversos cursos accedieron 5635 usuarios; se encuentran registrados un total de 6000 usuarios, siendo estos los funcionarios existentes en el listado base de la plataforma de capacitación virtual.

Tabla 14. Cursos virtuales en año 2012 que se brindaron en EP PETROECUADOR a nivel nacional. Adaptado de I.E.P. Virtual, 2012.

CURSOS VIRTUALES EN EL AÑO 2012			
ORD.	NOMBRE DEL CURSO	USUARIOS TOTALES QUE INGRESAN A CURSOS 2012	USUARIOS REGISTRADOS EN PLATAFORMA
1	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EPR	1704	7600
2	ORTOGRAFÍA	3400	
3	RELACIONES HUMANAS	1654	
4	SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN	71	
5	ATENCIÓN AL USUARIO	400	
6	PAQUETES UTILITARIOS	164	
<b>TOTAL de usuarios por año</b>		<b>7393</b>	

Como se indica en la tabla No. 14, en el año 2012, existieron 6 cursos virtuales, ingresaron 7393 usuarios; se encuentran registrados en la plataforma un total de 7600.

Tabla 15. Cursos virtuales en año 2013 que se brindaron en EP PETROECUADOR a nivel nacional. Adaptado de I.E.P. Virtual, 2013.

CURSOS VIRTUALES EN EL AÑO 2013			
ORD.	NOMBRE DEL CURSO	USUARIOS TOTALES QUE INGRESAN A CURSOS 2013	USUARIOS REGISTRADOS EN PLATAFORMA
1	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EPR	179	8132
2	ORTOGRAFÍA	316	
3	RELACIONES HUMANAS	312	
4	ESTADO ACTUAL DE LAS ENERGÍAS	261	
5	GEOLOGIA Y PROPIEDADES DE LOS	829	
6	GESTION Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN	248	
7	APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS	168	
8	PERMISOS DE TRABAJO	1113	
9	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE	214	
10	RGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD Y	2564	
11	MANEJO DE PERSONAL	297	
12	PAQUETES UTILITARIOS	190	
13	SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN	70	
14	ATENCIÓN AL USUARIO	340	
<b>TOTAL de usuarios por año</b>		<b>7101</b>	

Como se indica en la tabla No. 15, en el año 2013, existieron 14 cursos virtuales, a los diferentes cursos ingresaron 7101 usuarios; se encuentran registrados en la plataforma un total de 8132 usuarios.

En la Tabla No. 15, se describe que los cursos virtuales brindados por el IEP, de acuerdo con esta tabla se determina que 7101 funcionarios fueron capacitados en la modalidad virtual en el año 2013, de este total se tiene que el 40% (información brindada por Talento Humano), labora en el Distrito Amazónico, es decir alrededor de 2841 trabajadores.

Los cursos virtuales se pueden realizar en las Aulas 1, 2 y 3 y se requieren 17 puntos de red por aula, es decir un total de 51 puntos de red.

### **Voz (Telefonía)**

La Sede I.E.P. Guarumo tendrá una comunicación de voz sobre, mediante telefonía IP y dichos terminales se registrarán a la central telefónica más cercana que posea la empresa, estos dispositivos de comunicación se encuentran instalados centrales telefónicas en Quito, Lago Agrio y Shushufindi.

Es importante indicar que se tiene la renovación, actualización y homologación de la plataforma de red y telefonía en la EP PETROECUADOR desde el año 2011, acorde con las contrataciones que ha realizado la empresa en los últimos años actualmente se cuenta con el 100 % de equipamiento telefónico de una misma marca.

La empresa utiliza el estándar G.729, utilizado mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP VoIP por sus bajos requerimientos en ancho de banda; dicho estándar opera a una tasa de bits de 8 kbps, pero existen extensiones, las cuales suministran también tasas de 6.4 kbps y de 11.8 kbps para peor o mejor calidad en la conversación respectivamente.

En la Sede Guarumo se instalarán 6 teléfonos IP y utilizarán los mismos puntos de datos destinados a los computadores citados en el numeral 2.4.2.2. Para un registro adecuado, los teléfonos IP deben ser de la misma marca de la central telefónica que posee la empresa.

### **Video**

La Sede I.E.P. Guarumo, utilizará la videoconferencia para eventos de capacitación o para la comunicación entre directivos, el área de trabajo que brindará este servicio será únicamente el Auditorio de la Sede I.E.P. Guarumo, acorde con el criterio de capacitación, se utilizará este servicio cuando se lo requiera por el lapso 2 horas diarias de 8:00 a 10:00 a.m. de lunes a viernes.

Como estándar empresarial se requiere que el equipo de videoconferencia sea de alta definición HD con un ancho de banda mínimo de 512 kbps, en el capítulo siguiente se realizará el cuadro comparativo de equipos de videoconferencia con dispositivos de otras marcas.

#### **2.4.2.4 Red Inalámbrica**

Se requiere brindar cobertura de red inalámbrica a las siguientes áreas arquitectónicas:

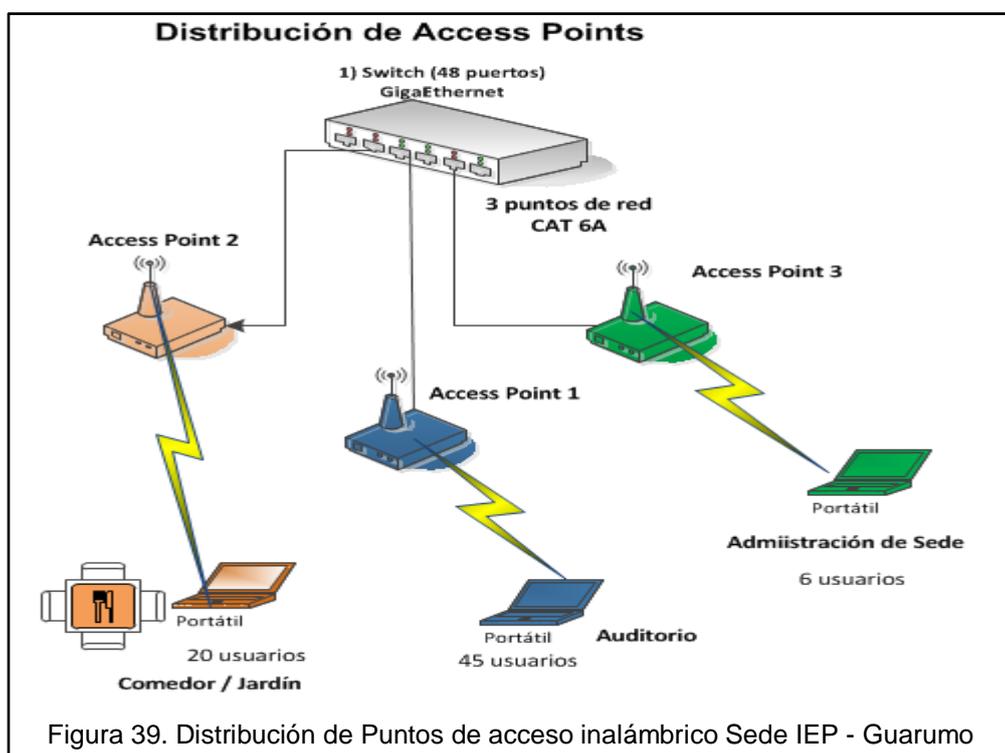
- Auditorio
- Administración de Sede
- Comedor / Jardín

En el área de Auditorio se requiere entregar el servicio de red inalámbrica a 45 usuarios que accederán a cursos virtuales si estuvieran utilizadas o saturadas las 3 aulas de capacitación destinadas para el efecto, para lo cual se utilizará un punto de acceso inalámbrico Access Point 1.

En el área de Comedor/Jardín se entregará el servicio de acceso a Internet a un máximo de 20 usuarios, debido a que esta es la máxima capacidad de esta área, por lo que se utilizará un punto de acceso inalámbrico Access Point 2.

En el área Administración de Sede se brindará red inalámbrica a los usuarios ocasionales de la red, se entregará acceso a la red de Internet a cerca de 6 usuarios, para lo cual se utilizará un punto de acceso inalámbrico Access Point 3.

Con estos antecedentes, en la Figura 39, se indica la distribución total de los 71 usuarios de Access Point en las 3 áreas de trabajo mencionadas anteriormente y que se encuentran descritas en Anexo 1.



Por normativa empresarial de TICS de EP PETROECUADOR, en todas las áreas que se utilice Internet, se encontrará restringido el acceso a redes sociales como Facebook, Youtube, Skype, Twitter, etc., tanto en la red cableada como en la red inalámbrica (TICS EP PETROECUADOR, 2012).

Con base en los numerales 2.4.2.2, 2.4.2.3 y 2.4.2.4, se desprende que se tendrá los siguientes puntos de red y usuarios, como se describe en las tablas 16 y 17.

Tabla 16. Puntos de Red Sede I.E.P. Guarumo acorde planos Arquitectónicos y numerales 2.4.2.2, 2.4.2.3 y 2.4.2.4.

ÁREA	Puntos de red
Administración de Sede	5
Aulas de Capacitación	51
Auditorio	2
Cuarto de Telecomunicaciones	1
Bodega	1
Jardín/Comedor	1
Redes Inalámbricas	3
<b>TOTAL</b>	<b>64</b>

En resumen, de la Tabla No. 16, sin considerar la escalabilidad, se obtiene que se debería implementar 64 puntos de red, la categoría a utilizarse es la 6A, categoría normada en la empresa como la red de cableado estructurado a utilizarse (TICS, EP PETROECUADOR).

De la Tabla No. 17, sin considerar la escalabilidad, indica que se brindará el servicio de red a un número de 135 usuarios; vale indicar que la Sede no ampliará su área superficial, por lo que no se deberá realizar otro estudio e implementar un posible Backbone en la misma, para fines empresariales esto no sería conveniente y se optaría por implementar una nueva Sede cerca de las siguientes zonas: Shushufindi-Coca, Lago Agrio-El Chaco, Pifo-Sangolquí de acuerdo con la Planificación de Capacitación de EP PETROECUADOR hasta el 2015 (Plan de Capacitación EP PETROECUADOR, 2010-2015).

Tabla 17. Distribución de usuarios de red cableada e inalámbrica

<b>ÁREA</b>	<b>Usuarios red cableada</b>
Administración de Sede	5
Aulas de Capacitación	51
Auditorio	2
Cuarto de Telecomunicaciones	1
Bodega	1
Jardín/Comedor	1
Redes Inalámbricas	3
<b>ÁREA</b>	<b>Usuarios red inalámbrica</b>
Red Inalámbrica	71
<b>TOTAL DE USUARIOS I.E.P. GUARUMO</b>	<b>135</b>

Se concluye que el servicio tecnológico de acceso a la red cubrirá todas las áreas y se considera que la red cableada será diseñada para dar soporte por al menos 5 años.

## **3. Diseño del Cableado Estructurado y Red Inalámbrica**

### **3.1 Introducción**

El presente capítulo, tiene como objetivo realizar el diseño del cableado estructurado y red inalámbrica para el Instituto de Estudios del Petróleo de EP PETROECUADOR.

Con base en la información recabada en el capítulo anterior se llevará a cabo el respectivo dimensionamiento de la red LAN inalámbrica, así como el detalle de los equipos intermedios.

Además se realizará el establecimiento de la red inalámbrica que tiene como objetivo determinar anchos de banda, coberturas y formas de implementar una red WLAN en esta Sede, con base en los diversos cálculos de pérdidas de espacio libre y ganancias respectivas en sus antenas.

En la figura 40, se muestra el diagrama del enlace de red del Instituto de Estudios del Petróleo de EP PETROECUADOR, además se indica la estructuración de la red de datos en la Sede.

Dicha infraestructura deberá satisfacer la demanda de transmisión y/o recepción de voz y datos; el estudio e implementación deberá acogerse a las normas y estándares establecidos. Se realizará también el diseño y dimensionamiento de una red LAN, provista de conectividad total con Calidad de Servicio.

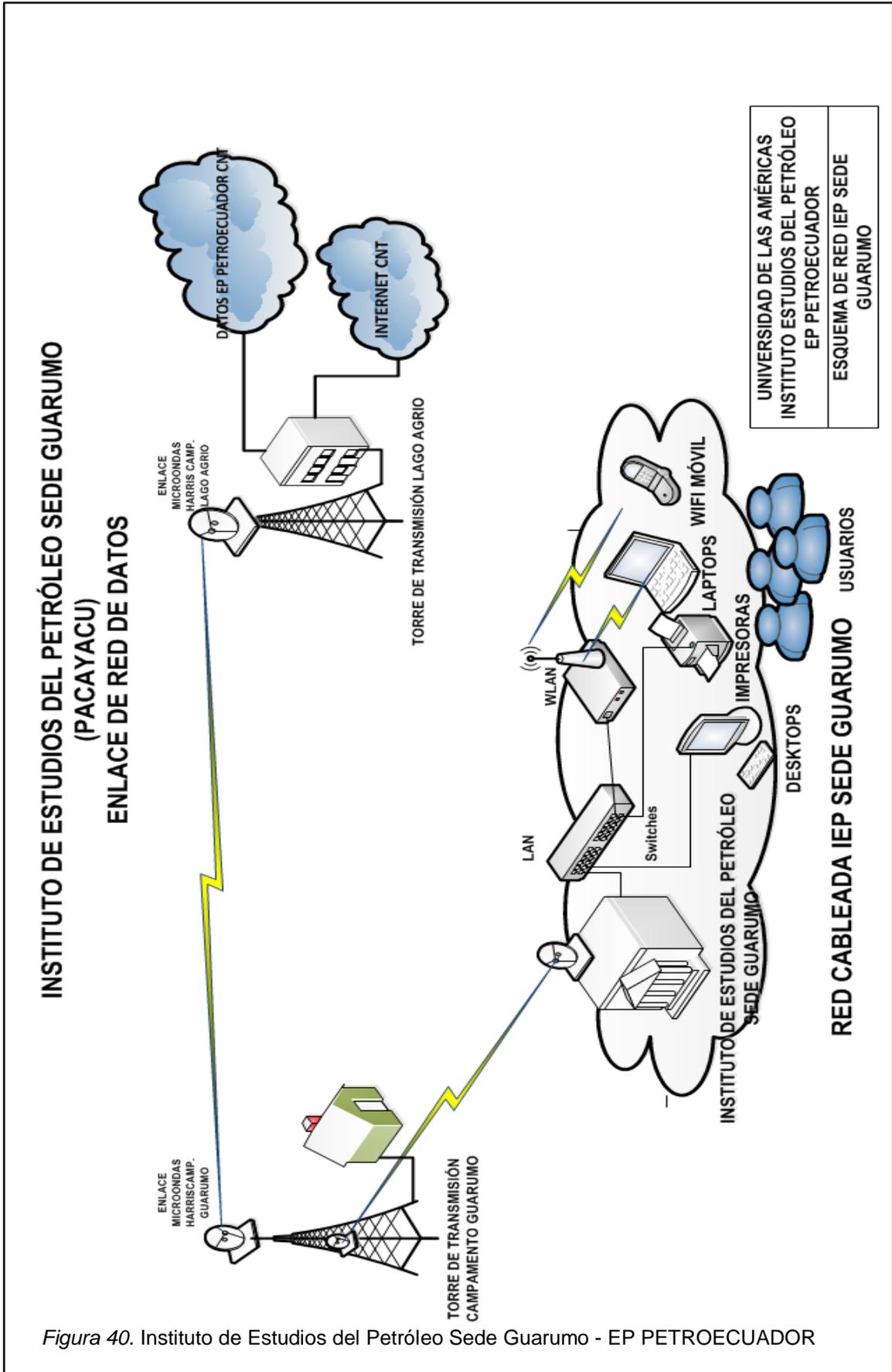


Figura 40. Instituto de Estudios del Petróleo Sede Guarumo - EP PETROECUADOR

### 3.2 Escalabilidad

De acuerdo con el plano, la posible escalabilidad que puede existir está en el Auditorio en Sala de Capacitación, actualmente en el Auditorio existen 3 puntos de red y puede llegar a crecer hasta 5 puntos de red, lo que sería 8 puntos adicionales, más 1 punto adicional de red que se puede agregar al área de trabajo de la Administración, hacen un total de 9 puntos de red.

Por capacidad de obra civil solo se puede crecer 1 punto de red más en Administración y 1 punto de red más en el Auditorio, en el caso que dicha área requiera conectarse a otro computador y tengamos que brindar el acceso mediante la red cableada, en total se suman 2 puntos de red, con lo que se estima un crecimiento del 3 por ciento (3%), en vista que la obra civil no abastecería ni permitiría incluir más puntos hasta dentro de 5 años, en las que se podrían generar otras políticas en la capacitación de la empresa. Con estos antecedentes se tiene la siguiente tabla:

Tabla 18. Usuarios que utilizarán la red cableada y la red inalámbrica

UBICACIÓN	Puntos de red	Puntos de red Escalabilidad a 5 años	Total (Puntos de red)
Administración de Sede (Coordinación)	5	1	6
Aulas de Capacitación Presencial / Capacitación Virtual	51	0	51
Auditorio	2	1	3
Cuarto de Telecomunicaciones	1	0	1
Bodega	1	0	1
Jardín / Comedor	1	0	1
Access Point	3	0	3
TOTAL	64	2	66

Basándose en la Tabla No. 18 se aprecia que existe una escalabilidad del proyecto del 3%, lo que determina que el número de puntos de red llegue a 66 y considerando las Tablas 16 y 17 del numeral 2.4.2.4, se brindará un servicio de red a 137 usuarios.

### 3.3 Dimensionamiento de Ancho de Banda

#### Throughput

Se llama throughput al volumen de trabajo o de información que fluye a través de un sistema. Así también se le llama al volumen de información que fluye en las redes de datos. Particularmente significativo en almacenamiento de información y sistemas de recuperación de información, en los cuales el rendimiento es medido en unidades como accesos por hora.

#### Cursos Virtuales

Se tendrán 51 usuarios de cursos virtuales en las PCs y 71 usuarios en las laptops; para acceder a dichos cursos se requiere un ancho de banda de 12,8 kbps, por cada uno de los usuarios que se conectan a un curso virtual, la información es obtenida de la Administración de la Plataforma de Capacitación Virtual del I.E.P., Anexo 2.

Con estos antecedentes, si se requiere conocer el ancho de banda total de los cursos virtuales, conociendo que los 51 computadores trabajarían al mismo tiempo se tiene lo siguiente:

Ancho de banda = ancho de banda por acceso al curso x ( # de computadores + # de computadores portátiles) [ecuación. 10]

Ancho de banda = 12,8 kbps x (51+71) usuarios

Ancho de banda = 12,8 kbps x 122

Total 1 = 1561,6 kbps

Tabla 19. Ancho de banda de cursos virtuales

Descripción	Ancho de Banda (kbps)	Ancho de banda (Mbps)
<b>Total 1</b>	1561,6	1,56

## Voz

Se desea realizar el cálculo para mantener un ancho de banda para 6 teléfonos IP.

### a) Determinación de ancho de banda

Basándose en el estándar G.729 descrito en el numeral 2.4.2.3, se realiza un ejemplo del cálculo de ancho de banda requerido para una llamada, en el estándar G.729 la velocidad de bits del códec es de 8 kbps con cRTP, MP y la carga útil de voz predeterminada es de 20 bytes, con estos antecedentes se tiene lo siguiente:

Tamaño del paquete total (bytes) = (encabezado de MP de 6 bytes) + (encabezado de IP/UDP/RTP comprimido de 2 bytes) + (carga útil de voz de 20 bytes) = 28 bytes  
*[ecuación. 11]*

Tamaño total del paquete (bits) = (28 bytes) \* 8 bits por byte = 224 bits

PPS = (8 kbps de velocidad de bits del códec) / (160 bits) = 50 pps

160 bits = 20 bytes (carga útil de voz predeterminada) \* 8 bits por byte

Ancho de banda por llamada = tamaño del paquete de voz (224 bits) \* 50 pps = 11.2 kbps. [CISCO Voz sobre IP, 2013]

Tomando como base el presente ejemplo, si deseamos saber el ancho de banda por llamada, suponiendo que los 6 teléfonos IP trabajarán al mismo tiempo se tiene que:

Ancho de banda = ancho de banda por llamada de cada teléfono x # teléfonos IP  
*[ecuación. 12]*

Ancho de banda = 11.2 kbps x 6

Ancho de banda = 67,2 kbps

Total 2 = 67,2 kbps

Con relación a la información expuesta se tiene que el ancho de banda que utilizarán los terminales telefónicos es de 67,2 kbps, como se describe en la Tabla 20.

Tabla 20. Ancho de banda por llamadas IP

Descripción	Ancho de Banda (kbps)	Ancho de banda (Mbps)
<b>Total 2</b>	67,2	0,1

Luego de determinar el ancho de banda requerido en Voz IP, el mismo que asciende a 0,1 Mbps de acuerdo con la Tabla 20; vale indicar que el dispositivo que cumple con el estándar G.729 y que sea compatible en su registro con las centrales telefónicas existentes en la empresa es el terminal telefónico Cisco IP Phone 7945, el mismo que será proporcionado por EP PETROECUADOR por tener dispositivos en stock de bodega.

### **Video**

Como se describe en el numeral 2.4.2.3, se realizará un análisis comparativo entre las diferentes marcas de equipos de videoconferencia, se determinará si es factible la utilización de los equipos que posee la empresa; de acuerdo a estándares empresariales y a los fabricantes de equipos de videoconferencia; en la siguiente tabla se presenta el nivel de cumplimiento.

Tabla 21. Ancho de banda de cursos virtuales

<b>EQUIPOS MULTIPUNTO DE VIDEOCONFERENCIA</b>				
ORD.	DESCRIPCIÓN	POLYCOM HDX 7000 S	LIFESIZE EXPRES 220	SONY PCS-XG80
1	Permite video en alta definición HD 1080p	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE
2	Comparte presentaciones en los equipos de videoconferencia y realizar la presentación de contenido desde un computador, deben soportar archivos de datos y multimedia.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE
3	Permite manejo de ancho de banda mínimo de 512kbps para videoconferencias H.323 o SIP.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
4	Video: H.261, H.263, H.264	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
5	Audio: G.711, G.722	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
6	Entrada de video: 2 entradas y una de ellas de alta definición como mínimo.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
7	Salida de video: 2 salidas de alta definición como mínimo entre ellas: HDMI, DVI-I, RGB x1.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
8	Salida de video: 2 salidas de alta definición como mínimo entre ellas: HDMI, DVI-I, RGB x1.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
9	Entrada de audio: 2 entradas de audio como mínimo.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
10	Salida de audio: 2 salidas de alta calidad como mínimo, entre ellas: HDMI, RCA, DVI.	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
11	Seguridad Web, Modo de seguridad, Estándares mínimos o compatibilidad con: AES, H.235	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
12	Cámara: 1280x720p, zoom óptico: 12X	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE	SÍ CUMPLE
13	Capacidad para conectar al menos dos (1) cámaras de vídeo conferencia (P, T, Z). Debe poseer base(s) para montaje de cámaras (brackets).	SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Del análisis realizado en la Tabla 21, se determina que el dispositivo de marca Polycom HDX 7000, sí cumple con las especificaciones técnicas requeridas para la implementación del equipo de videoconferencia.

Se verifica que de los equipos de videoconferencia tiene la empresa en stock, los modelos existentes son: QDX 6000 de definición estándar SD, HDX 7000 y HDX 8000 de alta definición.

Con los antecedentes brindados anteriormente, se selecciona al equipo de alta definición Polycom HDX 7000 como dispositivo a implementarse en el auditorio, dicho dispositivo que requiere de un ancho de banda mínimo de 512 kbps para su funcionamiento adecuado.

En la Tabla 22 se presenta el ancho de banda mínimo, requerido para equipos de videoconferencia de alta definición.

Tabla 22. Ancho de banda en videoconferencia.

Videoconferencia		Videoconferencia Promedio 512 kbps
Área de trabajo	Usuarios #	Vthroughput (kbps)
Auditorio (Total 3)	1	512

### 3.3.1 Datos

En vista que el I.E.P. será administrado por funcionarios de la Gerencia General se estima las labores administrativas por el lapso de 5 días a la semana, 8 horas diarias, desde el día Lunes hasta el día Viernes. Es así que a continuación se presenta el tráfico generado por usuarios que realizan las mismas actividades desde una Sede del I.E.P. a nivel nacional.

Se realiza el análisis de tráfico con el aplicativo Wireshark, el cual añade una interfaz gráfica y muchas opciones de organización, permite ver todo el tráfico que pasa a través de la red Ethernet, permite examinar datos de una red viva y analizar la información capturada por bits en este caso.

En las siguientes figuras, se realiza el análisis de tráfico respectivo, por alrededor de 8 horas diarias, los 5 días laborables de la semana, para el presente diseño se tomará como referencia el pico más alto producido durante un intervalo de tiempo, como el caso más extremo.

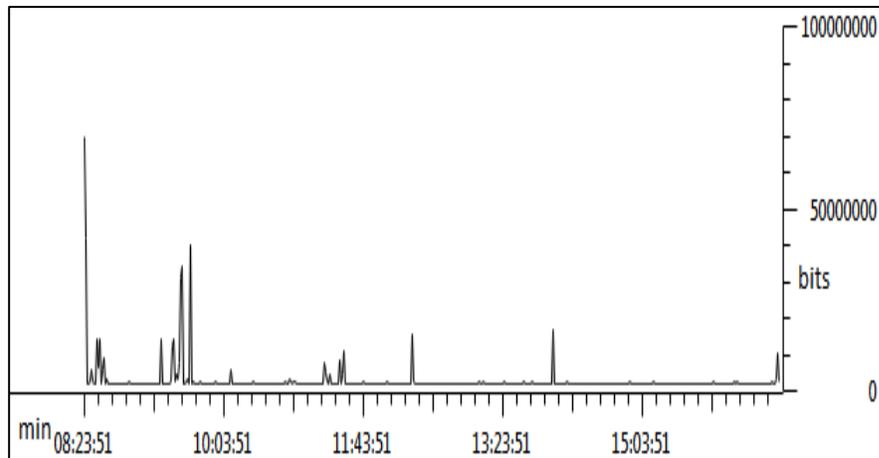


Figura 41. Diagrama de ancho de banda en el 1er día (bps)

Como se aprecia en la figura 41, de la información obtenida en el 1er día, se determina el pico más alto de tráfico en 40.000.000 bits, en un intervalo de tiempo de 2 min (120 seg.).

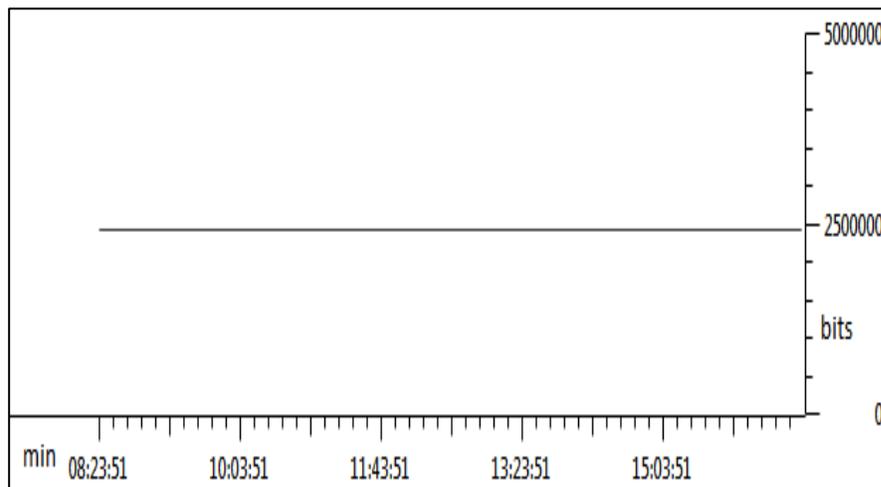


Figura 42. Lectura promedio de ancho de banda en el 1er día (bps)

Adicionalmente, en la figura 42, se presenta el tráfico promedio del 1er día que asciende a 2.500.000 bps.

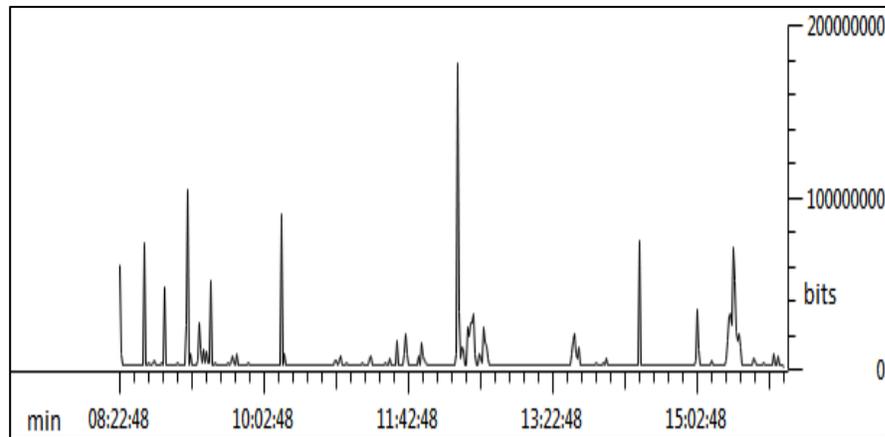


Figura 43. Diagrama de ancho de banda en el 2do día (bps)

De la información obtenida en el 2do día, de la figura 43, se determina el pico más alto de tráfico en 180.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 4 min (240 seg.).

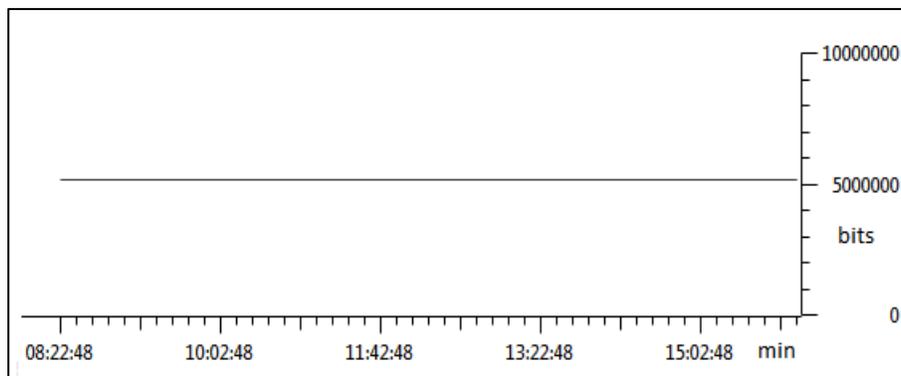


Figura 44. Lectura promedio de ancho de banda en el 2do día (bits/min)

En la Figura 44, se presenta el tráfico promedio del 2do día que asciende a 5.200.000 bps.

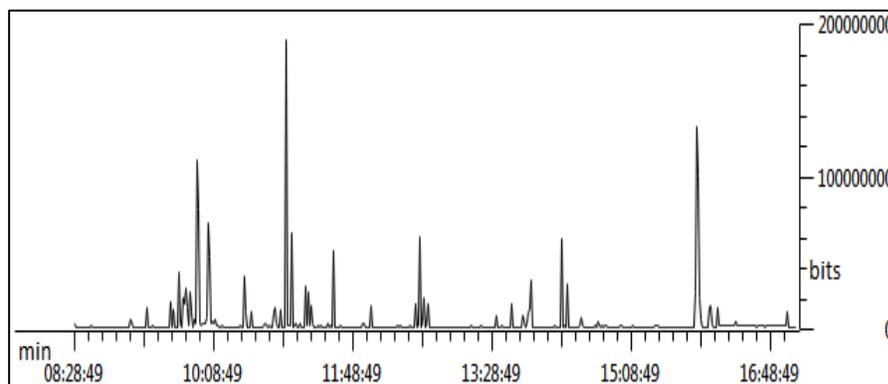


Figura 45. Diagrama de ancho de banda en el 3er día (bits/min)

Como se aprecia en la figura 45, de la información obtenida en el 3er día, se determina el pico más alto de tráfico en 190.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 2 min (120 seg.).

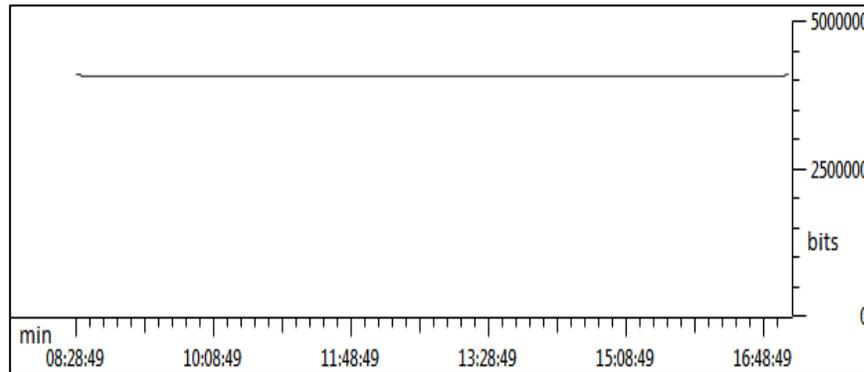


Figura 46. Lectura promedio de ancho de banda en el 3er día (bits/min)

En la Figura 46, se presenta el tráfico promedio del 3er día que asciende a 4.200.000 bps.

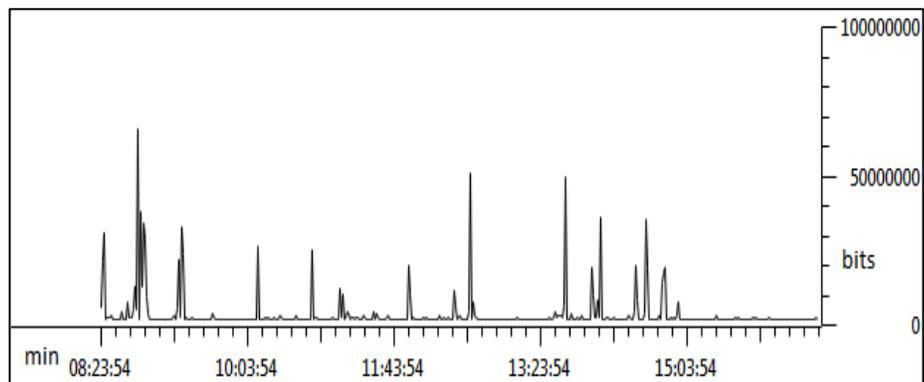


Figura 47. Diagrama de ancho de banda en el 4to día (bits/min)

De la información obtenida en el 4to día, de la figura 47, se determina el pico más alto de tráfico en 70.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 4 min (240 seg.).

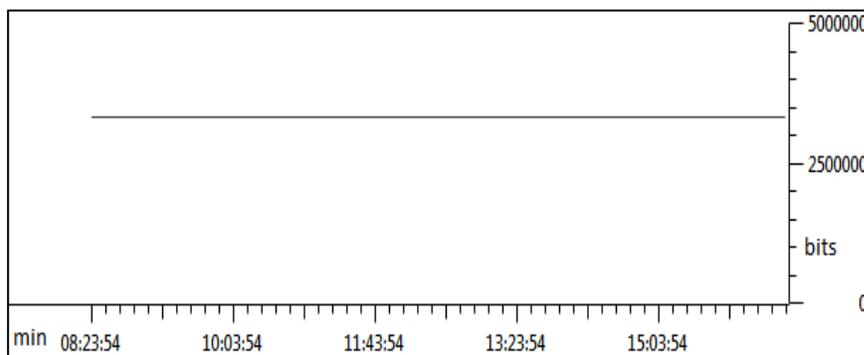


Figura 48. Lectura promedio de ancho de banda en el 4to día (bits/min)

En la Figura 48, se presenta el tráfico promedio del 4to día que asciende a 3.400.000 bps.

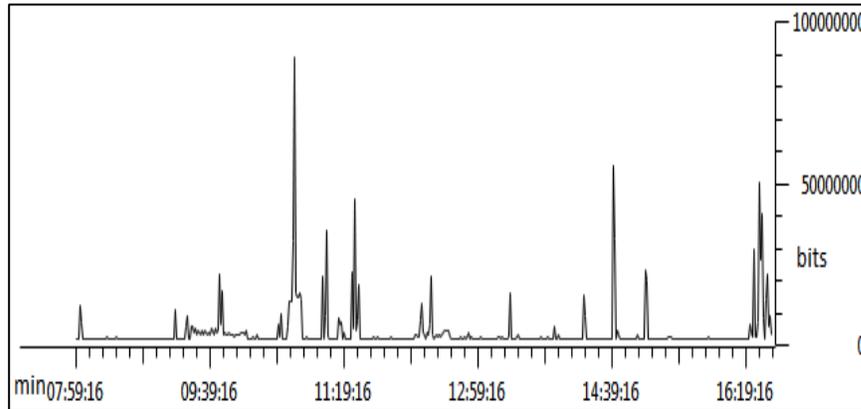


Figura 49. Diagrama de ancho de banda en el 5to día (bits/min)

De la información obtenida en el 5to día, de la figura 49, se determina el pico más alto de tráfico en 90.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 6 min (360 seg.).

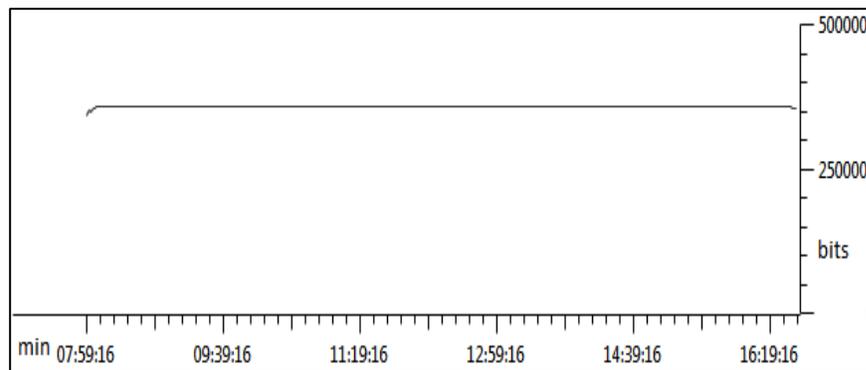


Figura 50. Lectura promedio de ancho de banda en el 5to día (bits/min)

En la Figura 50, se presenta el tráfico promedio del 5to día que asciende a 3.700.000 bps.

Con base en la información obtenida de las figuras 41 a 50, se presenta el siguiente cuadro resumen en la Tabla No. 23.

Tabla 23. Ancho de banda de áreas administrativas, (administración de sede, bodega, auditorio, Cuarto de telecomunicaciones y comedor para el IEP Sede Guarumo.

Consumo de ancho de banda							
ORD.	Día	Datos pico más alto (bits)	Datos promedio (bps)	Tiempo seg (pico más alto)	Velocidad (bps)	Velocidad (kbps)	12 usuarios simultáneos (kbps)
1	Lunes	40.000.000	2.500.000	120	333.333	333,33	4.000,00
2	Martes	180.000.000	5.200.000	240	750.000	750,00	9.000,00
3	Miércoles	190.000.000	4.200.000	120	1.583.333	1.583,33	18.999,96
4	Jueves	70.000.000	3.400.000	240	291.667	291,67	3.500,04
5	Viernes	90.000.000	3.700.000	360	250.000	250,00	3.000,00
<b>Promedio</b>		<b>114.000.000</b>	<b>3.800.000</b>	<b>216</b>	<b>641.667</b>	<b>641,67</b>	<b>7.700,00</b>

De la tabla 24, se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 24. Ancho de banda de Área Administrativa

Aplicación	Ancho de Banda requerido (kbps)
<b>Total 4</b>	7.700,00
<b>Ancho de Banda Total (Mbps)</b>	
7,7	

En la Tabla 24, se presenta el tráfico promedio de 12 usuarios simultáneos de 7.700,00 bits, 7,7 Mbps.

### Ancho de Banda de Red Inalámbrica y Aulas de Cómputo

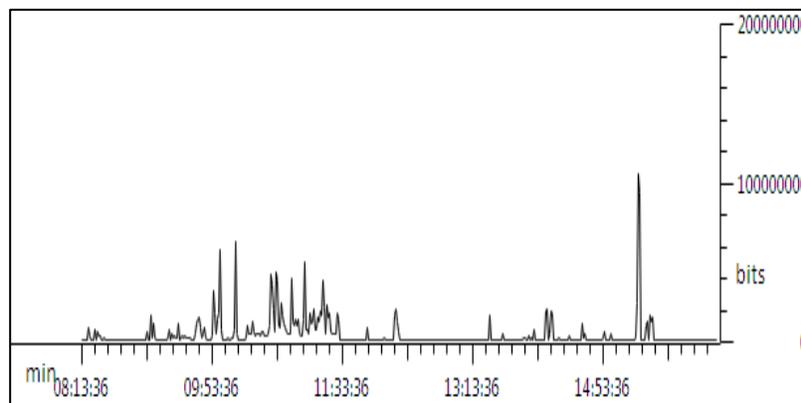


Figura 51. Diagrama de ancho de banda en el 1er día (bits/seg)

En la figura 51, de la información obtenida en el 1er día, se determina el pico más alto de tráfico en 110.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 2 min (120 seg.).

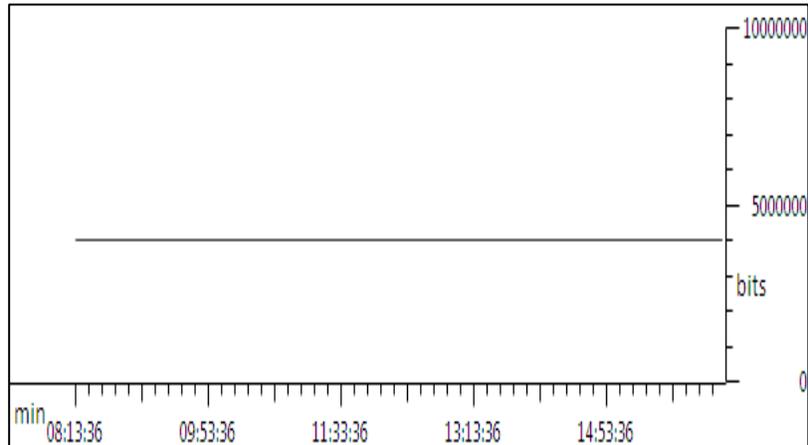


Figura 52. Lectura promedio de ancho de banda en el 1er día

Como se aprecia en la Figura 52, se presenta el tráfico promedio del 1er día que asciende a 4.000.000 bps.

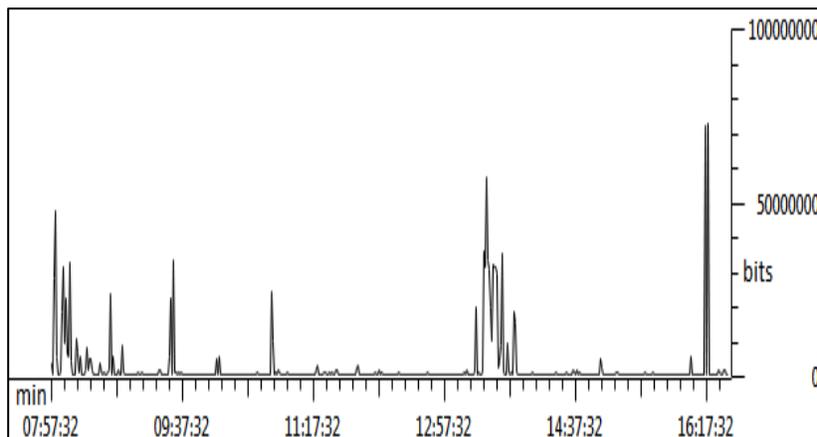


Figura 53. Diagrama de ancho de banda en el 2do día

Como se aprecia en la figura 53, de la información obtenida en el 2do día, se determina el pico más alto de tráfico en 75.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 3 min (180 seg.).

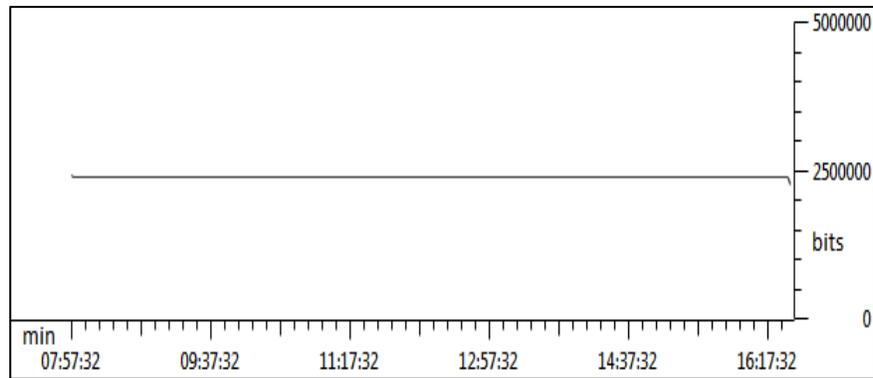


Figura 54. Lectura promedio de ancho de banda en el 2do día (bits/min)

En la Figura 54, se presenta el tráfico promedio del 2do día que asciende a 2.500.000 bps.

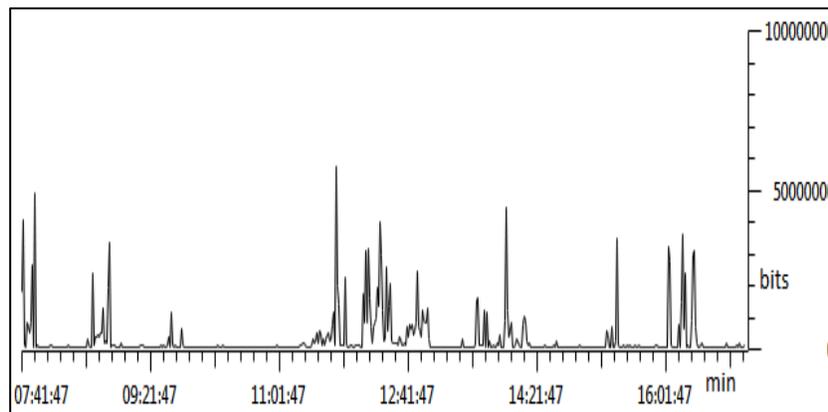


Figura 55. Diagrama de ancho de banda en el 3er día (bits/min)

Se visualiza en la figura 55, la información obtenida en el 3er día, el pico más alto de tráfico se encuentra en 60.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 2 min (120 seg.).

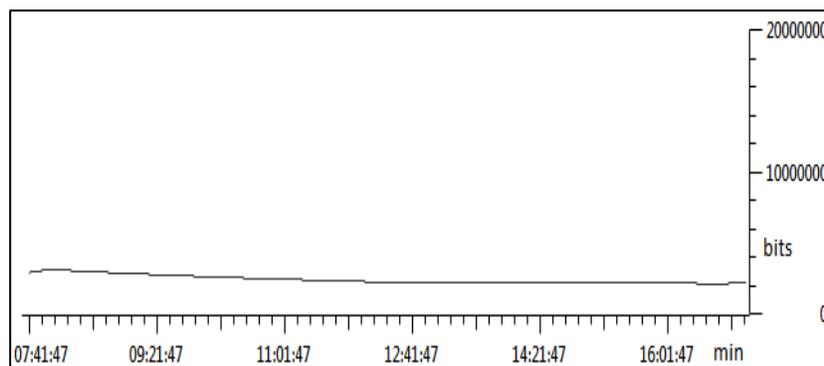


Figura 56. Lectura promedio de ancho de banda en el 3er día (bits/min)

En la Figura 56, el tráfico promedio del 3er día asciende a 2.000.000 bps.

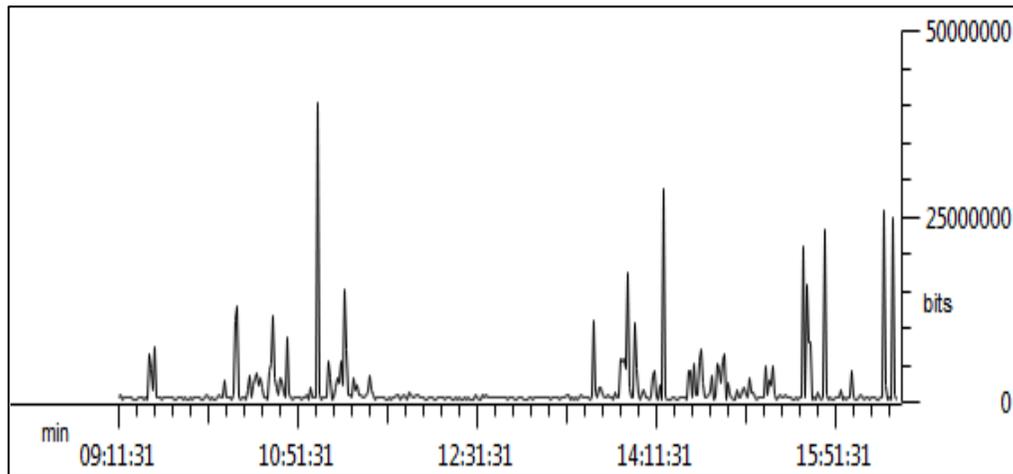


Figura 57. Diagrama de ancho de banda en el 4to día (bits/min)

Se aprecia en la figura 57, la información obtenida en el 4to día, el pico más alto asciende a 40.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 1 min (60 seg.).

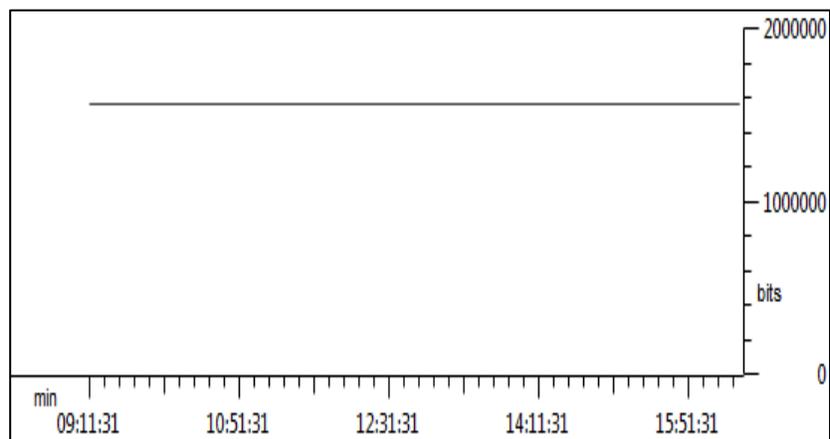


Figura 58. Lectura promedio de ancho de banda en el 4to día (bits/min)

En la Figura 58, se presenta el tráfico promedio del 4to día que asciende a 1.600.000 bps.

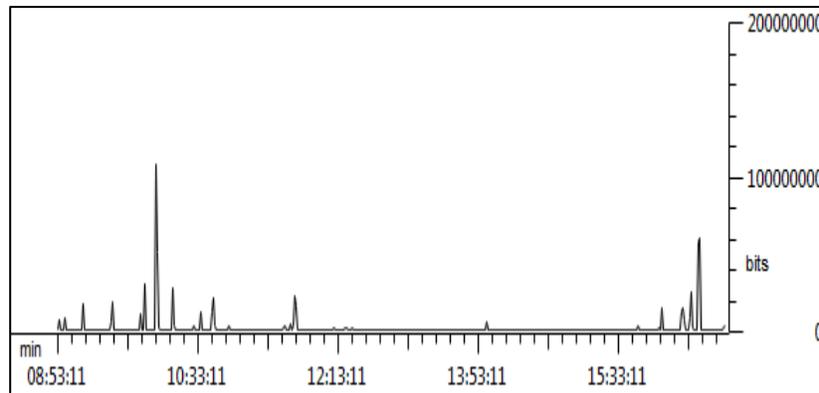


Figura 59. Diagrama de ancho de banda en el 5to día (bits/min)

Como se aprecia en la figura 59, de la información obtenida en el 5to día, se determina el pico más alto de tráfico en 120.000.000 bits, con un intervalo de tiempo de 2 min (120 seg.).

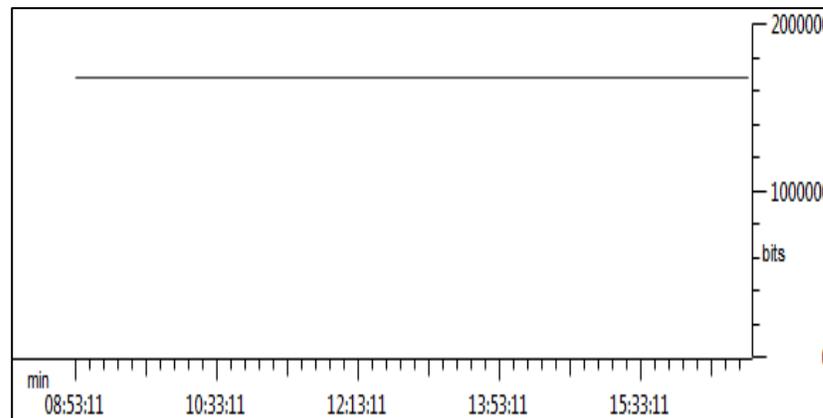


Figura 60. Lectura promedio de ancho de banda en el 5to día (bits/min)

En la Figura 60, se presenta el tráfico promedio del 5to día que asciende a 1.700.000 bps.

Con base en la información obtenida de las figuras 51 a 60, se presenta el siguiente cuadro resumen en la Tabla No. 25; se considerará el análisis para determinar el ancho de banda para soportar 122 usuarios invitados, desglosados de la siguiente manera: 51 computadores de escritorio, pertenecientes a las 3 aulas de cómputo, y 71 computadores portátiles, basándose en la Tabla 17.

Tabla 25. Ancho de banda para 122 usuarios invitados

Consumo parcial de ancho de banda (122 computadores = 51 PCs + 71 laptops)							
ORD.	Día	Datos pico más alto (bits)	Datos promedio (bps)	Tiempo pico más alto (seg)	Velocidad (bps)	Velocidad (kbps)	122 usuarios simultaneos (kbps)
1	Lunes	110.000.000	4.000.000	120	916.667	916,67	111.833,74
2	Martes	75.000.000	2.500.000	180	416.667	416,67	50.833,74
3	Miércoles	60.000.000	2.000.000	120	500.000	500,00	61.000,00
4	Jueves	40.000.000	1.600.000	60	666.667	666,67	81.333,74
5	Viernes	120.000.000	1.700.000	120	1.000.000	1000,00	122.000,00
<b>Promedio</b>		<b>81.000.000</b>	<b>2.360.000</b>	<b>120</b>	<b>700.000</b>	<b>700,00</b>	<b>85.400,24</b>

De la Tabla 25 se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 26. Ancho de banda de 122 usuarios

Aplicación	Ancho de Banda requerido (kbps)
<b>Total 5</b>	85.400,24
<b>Ancho de Banda Total (Mbps)</b>	
85,40	

De la información obtenida anteriormente en el numeral 3.3, se realiza la sumatoria para obtener el dimensionamiento del ancho de banda. En la Tabla 27 se refleja la siguiente información:

Tabla 27. Ancho de banda total

ORD.	Descripción	Ancho de Banda (kbps)	Ancho de banda (Mbps)
1	Total 1 (Cursos Virtuales)	1561,60	1,56
2	Total 2 (Voz sobre IP)	67,20	0,10
3	Total 3 (Videoconferencia)	512,00	0,51
4	Total 4 (Área administrativa)	7.700,00	7,70
5	Total 5 (Usuarios invitados)	85.400,24	85,40
<b>ANCHO DE BANDA TOTAL</b>			<b>95,27</b>

Como se aprecia en la Tabla No. 27, el ancho de banda total requerido asciende a **96 Mbps**.

### 3.3.2. Distribución de direcciones IP

Para la comunicación local de la red se utilizarán direcciones IP privadas. De acuerdo con el número estimado de puntos de red a 5 años con los que cuenta la Sede (66 puntos de red en total), se utilizará una red Clase C, 192.168.1.0/24.

Tabla 28. Distribución de direcciones IP

No.	Área de trabajo	Hosts	Dirección de subred	Primera dirección IP	Última dirección IP	Máscara
1	Aulas de Capacitación	51	192.168.1.0 /26	192.168.1.1	192.168.1.62	255.255.255.192
2	Access Point 1 (Auditorio)	46	192.168.1.64 /26	192.168.1.65	192.168.1.126	255.255.255.192
3	Access Point 2 (Jardín - Comedor)	21	192.168.1.128 /27	192.168.1.129	192.168.1.158	255.255.255.224
4	Administración de Sede, Auditorio, Cuarto de Telecomunicaciones, Almacén-Bodega, Comedor – Jardín	12	192.168.1.160 /28	192.168.1.161	192.168.1.174	255.255.255.240
5	Access Point 3 (Administración de Sede)	7	192.168.1.176 /28	192.168.1.177	192.168.1.190	255.255.255.240
Total		137				

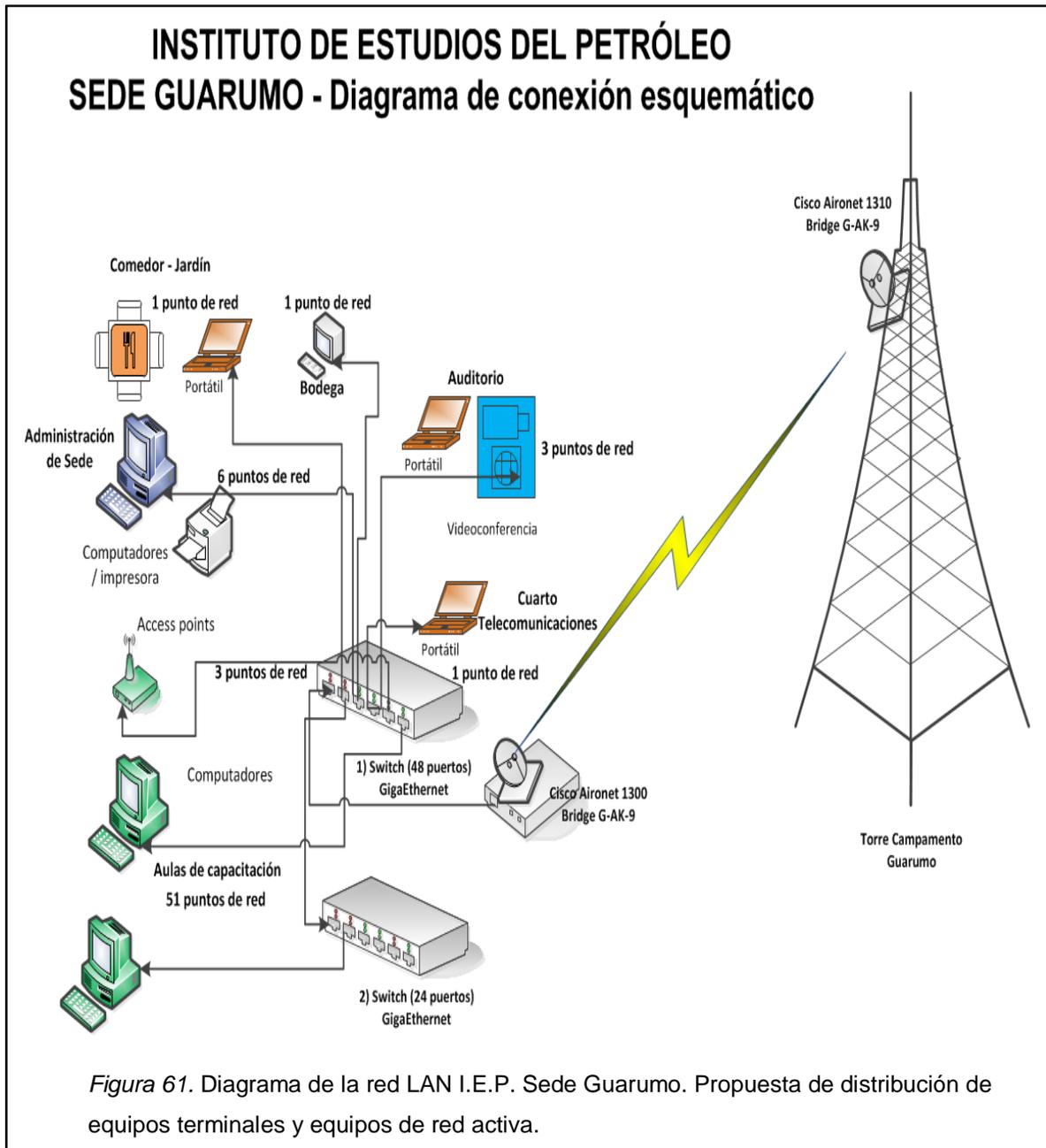
Como se indica en la Tabla 28, en donde se encuentran distribuidos los 137 hosts en las 5 subredes existentes.

### 3.4 Diseño de Cableado Estructurado

Los dispositivos terminales que inicialmente operarán en la Sede del I.E.P. Guarumo de EP PETROECUADOR, son: computadores de escritorio, portátiles, impresoras láser, access point, equipos de videoconferencia. En la Figura 49 se describe el diagrama de equipos terminales y de las redes activa y pasiva de la red LAN de la Sede I.E.P. Guarumo de EP PETROECUADOR.

El diseño de las redes de cableado estructurado, se fundamentará en las normas ANSI TIA/EIA 568-B, por ser las más adecuadas para adaptarse a los requerimientos actuales y futuros de la Sede del IEP Guarumo.

Con base en la Tabla 18, se realiza el diagrama de conexión esquemático de los 66 puntos de red de cableado estructurado, como se visualiza en la Figura 60 a continuación.



Para realizar el estudio y el diseño del cableado estructurado, previamente es necesario conocer de manera general, el diseño de los planos arquitectónicos del lugar en donde se realizará dicha instalación.

### **3.4.1 Diseño de la parte pasiva de las redes**

Se conocen los cuatro subsistemas:

- Subsistema Área de Trabajo.
- Subsistema Horizontal.
- Subsistema Cuarto de Telecomunicaciones.
- Subsistema Vertical.

#### **3.4.1.1 Subsistema Área de Trabajo**

El diseño de las redes de cada una de las áreas de trabajo de la Sede Guarumo del I.E.P., se limita específicamente a la distribución física de las salidas de información destinadas a brindar el servicio a las diferentes áreas de trabajo.

En la distribución de puntos de red que se indica en la Tabla 18 y Figura 54, se describen los 66 puntos de red de cableado estructurado que brindarán servicio a los equipos que serán instalados en el IEP Sede Guarumo.

Los puntos de red se ubicarán en tomas simples o dobles, compuestas por un cajetín, jacks terminales y face plates, que serán estandarizados para estos casos, y estará provistos de porta etiquetas con el fin de identificar la posición de terminación mecánica de las salidas de información respecto al panel de distribución de cada piso.

Los jacks, terminales que se utilizarán serán del tipo RJ-45 Categoría 6A de 8 pines, con un sistema de contactos por desplazamiento del aislamiento del conductor.

##### **3.4.1.1.1 Patch Cords**

Los cables de conexión (patch cords) que se utilizarán en el área de trabajo para transmisión y recepción de voz y/o datos serán cables de red categoría 6A de 4 pares, con conectores (plugs) RJ 45 categoría 6A en los extremos cubiertos de sus respectivos cobertores.

La longitud de los cables para la conexión de los equipos terminales será de 7 pies (2,1336m) y de 10 pies (3,048m) dependiendo el lugar o ubicación de los puntos. En la parte cableada, siempre que se cumpla la norma de los 100m, la atenuación se encuentra dentro de lo establecido por los estándares.

### **3.4.1.2 Subsistema Horizontal**

#### **3.4.1.2.1 Topología**

El cableado horizontal debe tener una topología de estrella, es decir, cada una de las salidas de Telecomunicaciones distribuidas en las áreas de trabajo, debe ser conectada a un distribuidor de cables que estará ubicado en la Planta Baja en el cuarto de telecomunicaciones.

Cada área de trabajo debe ser atendida por el distribuidor de cables ubicado en el mismo piso. Cuando en un piso de oficinas de un edificio existen pocos usuarios, se permite que las salidas/conectores de telecomunicaciones sean atendidas por un distribuidor de cables de piso localizado en un piso adyacente, siempre y cuando no se excedan las distancias máximas permitidas para cableado horizontal, de acuerdo con lo especificado en el punto siguiente de distancias. Cuando en un piso de oficinas se excedan las distancias máximas permitidas para el cableado horizontal, se permite la instalación de más de un distribuidor de cables.

#### **3.4.1.2.2 Distancias Horizontales**

La distancia máxima horizontal de cable de cobre permitida entre el distribuidor de cables de piso y la salida/conector de telecomunicaciones, debe ser de 90m, tal como se describe en el Capítulo 1.

#### **3.4.1.2.3 Cálculo del Cableado Horizontal.**

Los cables de cobre permitidos dentro de un edificio deben estar aprobados y listados como resistentes al fuego y a la propagación de flama. También se permite

instalar cables con cubierta con propiedades de bajo humo, cero halógenos y retardo a la flama, de acuerdo con el estándar IEC 332-1, o equivalente, en cámaras de aire, cableado principal de edificio u otros espacios usados para manejar aire acondicionado.

Los cables de conexión que serán utilizados desde el área de telecomunicaciones hacia el área de trabajo para transmisión y recepción de voz y/o datos de red serán cables UTP o F/UTP categoría 6A de 4 pares. Las salidas/conectores de telecomunicaciones deben ser configuradas como se describe a continuación:

Salida/conector para servicio de voz.- El conector para el servicio de voz debe ser RJ-45 hembra (jacks), categoría 6A, y debe conectarse a un cable de cuatro pares de par trenzado de 100  $\Omega$ , categoría 6A.

Conector para servicio de datos.- Para el cableado horizontal de cobre, el conector para servicio de datos debe ser RJ-45 hembra, compatible con el cable de cobre de 4 pares trenzados de 100  $\Omega$ , categoría 6A.

#### **3.4.1.2.4 Dimensionamiento de ductos o canaletas.**

El sistema de distribución del cableado horizontal, se lo hará mediante canaletas decorativas de PVC color blanco o marfil, con el fin de no alterar la estética del edificio, los cuales cuentan con techos falsos casi en todo el edificio, se utilizará para el enrutamiento del cable y otros métodos de distribución.

Este sistema de canaletas deberá prever una reserva libre del 60% de su capacidad nominal, en toda la longitud de sus trayectorias, es decir con un índice de llenado del 40% según lo recomiendan las normas de cableado.

La instalación de canaletas deberá incluir la colocación de sus respectivos accesorios tales como: ángulos internos, ángulos externos, uniones, terminaciones, etc., con el fin de garantizar los radios de curvatura y las tensiones mecánicas

permitidas por las normas, además se colocarán escalerillas en alturas menores que el del cielo falso o gypsum de ser necesario.

Se tomarán como referencia para el diseño, los tamaños de ciertas canaletas propuestas por el fabricante DEXSON, en razón de que el mismo tiene acogida en el mercado nacional. En la Tabla 29, se presenta un resumen del tamaño de las canaletas que se emplearán en el diseño.

Las canaletas, tanto plásticas como las metálicas, se usan generalmente para conducir cables, facilitando su distribución, organización y conexión de los equipos ubicados en las áreas de trabajo y cuartos de telecomunicaciones.

Tabla 29. Dimensiones de las canaletas que se emplearán en el enrutamiento del cableado horizontal de los edificios (DEXSON, s.f.).

No.	ALTURA [mm]	DIMENSIONES Base x Alto [mm]	CANTIDAD MÁXIMA DE CABLES Diámetro Ø(7,20 a 8,4) mm
1	13	60 x 13 <i>cd</i> (Piso)	2
2	25	25 x 25	3
3	25	40 x 25 <i>cd</i>	4
4	40	60 x 40 <i>cd</i>	10
5	45	100 x 45	17
6	60	120 x 60 <i>m</i>	38

Las dimensiones de las canaletas vienen dadas en milímetros (mm), la medida externa de la base y luego la medida externa de la altura. El fabricante indica la cantidad máxima de cables de 8,3mm de diámetro que pueden ubicar en las dimensiones de cada tipo de canaleta. Por ejemplo en la tabla anterior, la canaleta de 40x25cd, corresponde a 40mm de base y 25mm de altura, con división, en el cual pueden ingresar hasta 4 cables de 8,3mm de diámetro.

La distribución de las canaletas dentro del IEP de la Sede Guarumo, se indica en los planos en el Anexo A, se midieron las longitudes aproximadas de cada tipo de canaleta obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 28.

Tabla 30. Distancias de canaleta necesaria.

CANALETAS [mm]	DISTANCIAS [m]					
	25x25	40x25cd	60x13cd	60x40cd	100x45	120x60m
Coordinación o Administración de Sede (Administración, secretaria, recepción)	7,00	0	0	21,80	0	0
Aulas (1, 2 y 3)	15,90	34,5	60,00	0	21,8	10,85
Auditorio y puntos de acceso de hall	0	0	0	16,00	0	0
Jardín / Comedor	15,00	4,80	0	0	0	0

En cada una de las distancias anteriores expuestas en la Tabla 30, se puede estimar el número de canaletas, considerando que la longitud de las mismas es de 2 metros cualquiera que sea el tipo como se visualiza en la Tabla 29.

Tabla 31. Número de canaletas de 2m de longitud.

CANALETAS [mm]	NÚMERO DE CANALETAS					
	25x25	40x25cd	60x13cd	60x40cd	100x45	120x60m
Administración de Sede	4	0	0	11	0	0
Aulas de Capacitación / Access Point	8	18	30	0	11	6
Auditorio / Bodega	0	0	0	8	0	0
Jardín / Comedor	8	3	0	0	0	0
TOTAL	20	21	30	19	11	6

El número estimado de accesorios por tipo de canaleta se encuentra especificado en la Tabla 32, descrita a continuación.

Tabla 32. Lista de accesorios requeridos para canaletas

Tipo de Canaleta	ACCESORIOS			
	Uniones	Ángulos	Terminaciones	T(tes)
25 x 25	10	20	3	2
40 x 25 <i>cd</i>	11	12	3	2
60 x 13 <i>cd</i>	15	0	12	2
60 x 40 <i>cd</i>	10	7	2	0
100 x 45	6	3	1	2
120 x 60 <i>m</i>	3	1	1	2

El número de canaletas y accesorios se encuentran sujetas a variaciones dependiendo en qué lugar específico se implementen.

#### 3.4.1.2.5 Cálculo de la longitud o distancia de los puntos de red

Basándose en la Tabla 18 y el plano arquitectónico, se determina la longitud de los cables de red categoría 6A con las distancias obtenidas en la medición de cada punto de red hasta el cuarto de telecomunicaciones. Como parte del análisis, se considerarán 66 puntos de red.

Tabla 33. Puntos de Red, nomenclatura y longitud total aproximada desde el cuarto de Telecomunicaciones hacia la Coordinación o Administración de Sede.

ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Administración de Sede	PBD01	35,30
2		PBD02	35,30
3		PBD03	31,30
4		PBD04	31,30
5		PBD05	33,30
6		PBD06	31,30

Tabla 34. Puntos de Red, nomenclatura y longitud total aproximada desde el cuarto de Telecomunicaciones hacia el Aula 1.

ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Aula 1	PBD07	23,23
2		PBD08	22,43
3		PBD09	20,36
4		PBD10	19,45
5		PBD11	22,07
6		PBD12	21,27
7		PBD13	19,20
8		PBD14	18,29
9		PBD15	20,82
10		PBD16	20,02
11		PBD17	17,95
12		PBD18	17,04
13		PBD19	19,52
14		PBD20	18,72
15		PBD21	16,65
16		PBD22	15,74
17		PBD23	16,61

Tabla 35. Puntos de Red, nomenclatura y longitud total aproximada desde el cuarto de Telecomunicaciones hacia el Aula 2.

ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
18	Aula 2	PBD24	16,32
19		PBD25	16,68
20		PBD26	15,88
21		PBD27	13,81
22		PBD28	12,89
23		PBD29	17,95
24		PBD30	17,15
25		PBD31	15,08
26		PBD32	14,16
27		PBD33	19,19
28		PBD34	18,39
29		PBD35	16,32
30		PBD36	15,40
31		PBD37	20,39
32		PBD38	19,59
33		PBD39	17,52
34		PBD40	16,60

Tabla 36. Puntos de Red, nomenclatura y longitud total aproximada desde el cuarto de Telecomunicaciones hacia el Aula 3.

ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
35	Aula 3	PBD41	21,81
36		PBD42	24,93
37		PBD43	24,03
38		PBD44	21,96
39		PBD45	21,06
40		PBD46	26,22
41		PBD47	25,32
42		PBD48	23,25
43		PBD49	22,35
44		PBD50	27,46
45		PBD51	26,56
46		PBD52	24,49
47		PBD53	23,59
48		PBD54	28,66
49		PBD55	27,76
50		PBD56	25,69
51		PBD57	24,79

Tabla 37. Puntos de Red, nomenclatura y longitud total aproximada desde el cuarto de Telecomunicaciones (Auditorio, Cuarto de Telecomunicaciones, Bodega, Recepción y Comedor/Jardín).

ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Comedor / Jardín	PBD58	27,95
ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Bodega	PBD59	6,10
ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Cuarto de Telecomunicaciones	PBD60	6,10
ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Auditorio	PBD61	10,35
2		PBD62	22,72
3		PBD63	22,72
ORD.	UBICACIÓN	NOMENCLATURA	LONGITUD TOTAL [m]
1	Access Points	PBD64	13,97

2		PBD65	24,42
3		PBD66	27,89

La longitud o distancia desde el área de Telecomunicaciones hasta el área de trabajo de los diferentes puntos de red, las dimensiones fueron medidas y tabuladas a través de los planos que constan en Anexos y por medio de la herramienta informática Autocad 2013LT.

#### 3.4.1.2.6 Cantidad y tipo de cajetines (toma simple, toma doble)

Con base en la tabla 18; se establecieron las cantidades de toma simple o doble, dependiendo del número de puntos de red por cada área de trabajo descrita en los planos arquitectónicos. A continuación se indica el número de tomas o cajetines:

Tabla 38. Distributivo de tomas o cajetines de Telecomunicaciones.

Área de Trabajo	Tomas Simples	Tomas Dobles
Administración de Sede	2	2
Aulas de Capacitación	51	0
Auditorio	1	1
Cuarto de Telecomunicaciones	1	0
Bodega	1	0
Comedor	1	0
Access Point	3	0
<b>TOTAL</b>	60	3

#### 3.4.1.2.7 Determinación del cableado horizontal

Basándose en los planos arquitectónicos de la Sede del IEP Guarumo, se delinea una posible ruta por donde irán los correspondientes cables de la red de voz y datos, como se aprecia en los Anexos. Para obtener la longitud promedio se considerará la distancia al punto más cercano y más lejano al cuarto de telecomunicaciones.

Luego de obtener las diversas mediciones y tabulaciones en las Tablas 31 a 35, se puede determinar la distancia más lejana de 35,30 metros, desde el cuarto de

telecomunicaciones hasta la Coordinación o Administración de la Sede, denominado para el efecto como punto de red PBD01 y PBD02 de la tabla 31.

Así mismo se determina la distancia más corta al cuarto de telecomunicaciones, con el valor de 6,10 metros desde el punto de red PBD60 de la Tabla 35, en el cuarto de telecomunicaciones.

Para obtener la longitud promedio se procede a realizar los siguientes pasos:

a) Se realiza la sumatoria de las distancias lejana y cercana y se divide para 2.

$$dp_1 = \frac{\text{dista.punto.lejano} + \text{dist.puntocercano}}{2} \quad [\text{ecuación.13}]$$

$$dp_1 = \frac{35,30 + 6,10m}{2}$$

$$dp_1 = \frac{41,40m}{2}$$

$$dp_1 = 20,70 \text{ metros}$$

Se añade a la distancia promedio una holgura mínima de un 10% (Proyectos, 2006, pp. 36,70).

Longitud o distancia promedio del cable ( $Dp$ ):

$$Dp = dp_1 + (dp_1 \times 10\%) \quad [\text{ecuación.14}]$$

$$Dp = 20,70 + (20,70 \times 0,1)$$

$$Dp = 20,70 + 2,07$$

$$Dp = 22,77 \text{ metros}$$

Basándose en la distancia promedio se procede a calcular el número de corridas por caja o por rollo. Los fabricantes venden carretes o bobinas de cable de red estandarizando el rollo en 305 metros.

$$\text{Número de corridas} = \frac{\text{1 rollo}(m)}{Dp} \quad [\text{ecuación.15}]$$

$$Nc = \frac{305m}{Dp}$$

$$Nc = \frac{305m}{22,77m}$$

$$Nc = 13,39$$

Al número de corridas se debe realizar la debida aproximación hacia abajo (inmediato inferior), en este caso se tiene como resultado que el número de corridas es igual a 13.

Para conocer el número de rollos o cajas de 305 metros de longitud se calcula el número de salidas o puntos de red por número de corridas.

$$\text{Cajas (rollos)} = \text{número de salidas} / Nc \quad [\text{ecuación.16}]$$

El número de salidas corresponden a los 76 puntos de red actuales.

$$\text{Rollo} = \frac{\text{Número de salidas}}{Nc} = \frac{66}{13}$$

$$\text{Rollo} = 5,1$$

La aproximación se la realiza al número inmediato superior y se obtiene el número de cajas o rollos de cable de red a ser utilizados, en este caso son 6 rollos/cajas de 305 metros.

En la Tabla 39, se describen los valores obtenidos para el subsistema horizontal.

Tabla 39. Resultados de cálculos de cableado horizontal

Cálculo de la longitud promedio ( $dp_1$ ):	20,70 metros
Adición del 10% de holgura $Dp$ :	22,77 metros
Cálculo del número de corridas $Nc$ :	13
Cálculo número de rollos / cajas de 305 m	6

### **3.4.1.3 Subsistema Cuarto de telecomunicaciones**

La principal finalidad de los cuartos de telecomunicaciones es la distribución del cableado horizontal y, como tal, se les considera generalmente como instalaciones que atienden pisos individuales de edificios (Siemon, 2012).

El lugar seleccionado para trabajar como cuarto de telecomunicaciones, debe proporcionar todas las condiciones requeridas, tales como: espacio, seguridades, control ambiental, conexión a tierra y alimentación eléctrica: continua y regulada a través de UPS (Sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida).

El espacio del cuarto de telecomunicaciones no debería ser compartido con instalaciones eléctricas, con excepción de aquellas que son para los equipos de telecomunicaciones.

El cuarto de telecomunicaciones debe estar dimensionado de acuerdo con el área que requiere ser atendida. El área de acción a ser atendida es de 850 m<sup>2</sup>, por ende el espacio para el cuarto de telecomunicaciones tiene que ser de 3 metros x 3,40 metros.

El sistema de tierra debe cumplir con las especificaciones proporcionadas en el estándar ANSI/EIA/TIA 607 o su equivalente.

El cuarto de telecomunicaciones albergará en su interior equipos de infraestructura y comunicaciones, es recomendable que tenga ventilación, con la finalidad de conservar en su interior la temperatura y las condiciones adecuadas para la operación de los equipos.

En el cuarto de telecomunicaciones se deben considerar los siguientes elementos físicos de red: racks, patch panels (panel de organización para cableado estructurado), patch cords, organizadores verticales y horizontales, etc.

El cuarto de telecomunicaciones contará con un rack, el mismo que será de tipo abierto, de piso, de acero inoxidable, con toma eléctrica regulada y cubierta con pintura electrostática, negra texturizada, con sus respectivos organizadores horizontales y verticales. Se considera un rack abierto por la zona geográfica del IEP Guarumo que tiende a ser cálida húmeda y requerirá de la mayor ventilación de aire posible, además el rack se encontrará en área restringida y de acceso exclusivo de personal estrictamente autorizado.

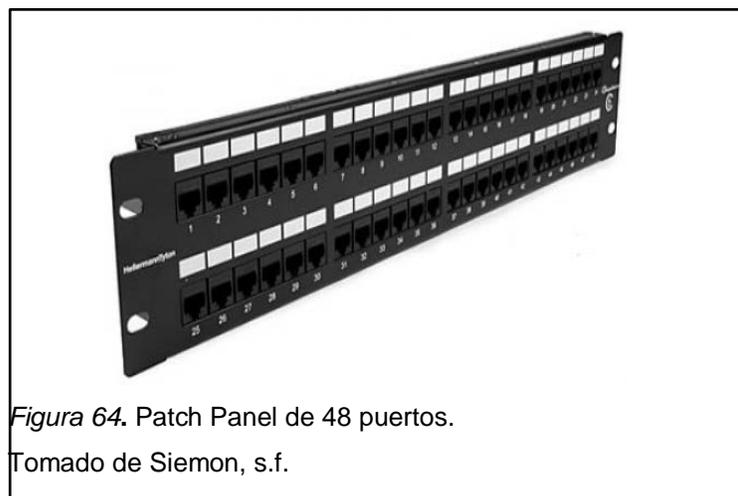
La altura del rack útil será de 45U (EIA-310), su altura total será de 7 pies (2,1 metros) y un ancho de 19 pulgadas (0,48m) aproximadamente. El rack tendrá dos organizadores verticales, y un número de organizadores horizontales dependiendo de la cantidad de patch panels y equipos activos que posea el rack.

Además, en el rack se instalarán regletas multitoma de seis salidas eléctricas, cada salida eléctrica funcionará a 110V – 115V AC y tendrá una intensidad de corriente de 15 amperios. Es probable que se utilice también una PDU (unidad de distribución de energía), dependiendo de los dispositivos que se desee incluir a través del tiempo (RFID CENTRE, 2013).



En este diseño se utilizará 1 patch panel de 19 pulgadas de ancho, para ubicar 48 jacks RJ-45 categoría 6A y 1 patch panel de 19 pulgadas de ancho para implementar 18 jacks RJ 45 categoría 6A.

Se utilizarán patch panels de 48 y 24 puertos para la mejor distribución de los cables, además en el Rack irá el equipo de enlace Cisco Aironet 1310G-AK-9 Bridge, la empresa utiliza este dispositivo y tiene en stock de bodega, por mantener la marca CISCO como estándar de equipos de comunicaciones, es ideal para climas húmedos en la Región Amazónica y se encuentra configurado punto a punto entre la torre del campamento Guarumo y la Sede del Campamento Guarumo (Tomado de TICS EP PETROECUADOR, 2013).



### 3.4.1.4 Subsistema Vertical (Backbone).

Con base en la concepción de la red interna y la estructura de la Sede Guarumo, actualmente no se considera necesario un subsistema vertical en vista que las longitudes/distancias entre el cuarto de Telecomunicaciones y las diferentes áreas de trabajo permanecerán en los valores establecidos en las normas técnicas del cableado estructurado horizontal.

#### 3.4.1.4.1 Material requerido para el Cableado Estructurado

A continuación, en la Tabla 38, se describe un listado de materiales más importantes y necesarios para la implementación del sistema de cableado estructurado. Se exceptúan accesorios que ya constan en la Tabla 30.

Los rollos de cable F/UTP se obtuvieron anteriormente, al igual que las canaletas en las tablas 30 y 37. Por cada switch se utilizarán organizadores horizontales de 1U con sujetadores para los cables.

Las cubiertas de montaje, face plates, jacks, etiquetas de identificación conformarán el punto de red cableada. El número de jacks a incorporarse en un cajetín dependerá del tipo de toma: simple de 1 jack categoría 6A y doble compuesto por 2 jacks categoría 6A.

Tabla 40 Materiales requeridos para cableado estructurado.

Materiales requeridos	Cantidades (Qty)							Total
	Administración de Sede	Aulas de Capacitación 1, 2 y 3	Auditorio	Cuarto de Telecomunicaciones	Bodega	Comedor / Jardín	Access Point	
Patch cord RJ-45 Cat6A 7 pies F/UTP (2.13 metros)	6	51	-	-	-	-	3	60
Patch cord RJ-45 Cat6A 10 pies F/UTP (3.05 metros)	-	-	3	1	1	1	-	6
Rollos de cable (305m) F/UTP Cat6A	-	-	-	-	-	-	-	6
Jack RJ-45 Cat6A	12	102	6	2	2	2	6	132

Rack abierto de 45U 84" x 19"	-	-	-	1	-	-	-	1
Bandejas	-	3	-	-	-	-	-	3
Organizador de Rack vertical	-	-	-	2	-	-	-	2
Organizador de Rack horizontal	-	-	-	2	-	-	-	2
Patch panel 48 puertos	-	-	-	1	-	-	-	1
Patch panel 24 puertos	-	-	-	1	-	-	-	1
Cajetín - cubierta superficial	4	51	2	1	1	1	3	63
Face plates simples	2	51	1	1	1	1	3	60
Face plates dobles	2	0	1	-	-	-	0	3
Etiquetas para face plate y patch panel	12	102	6	2	2	2	6	132
No. Canaletas 25 x 25 mm	4	8	-	-	-	8	-	20
No. Canaletas 40 x 25 mm	-	18	-	-	-	3	-	21
No. Canaletas 60 x 13 mm	-	30	-	-	-	-	-	30
No. Canaletas 60 x 40 mm	11	-	-	-	-	-	-	11
No. Canaletas 100 x 45 mm	-	11	-	-	-	-	-	11
No. Canaletas 120 x 60 mm	-	6	-	-	-	-	-	6

### 3.4.2 Determinación de la Red Activa

La red activa se diseña basándose en el nivel de operación de los elementos activos que permitirán la interconexión y las estaciones de trabajo de la sede, constituyéndose en un nivel de distribución y de acceso a la red.

La Sede Guarumo de EP PETROECUADOR cuenta con el enlace de radio punto a punto con el bridge Cisco Aironet 1310G-AK-9 y su respectiva antena direccional de grilla. Este equipo brinda la señal externa en enlace punto a punto entre la torre del campamento Guarumo y la Sede del mismo nombre, esto es un limitante para la capacidad de transmisión que posee el cableado estructurado en categoría 6A, con el tiempo el enlace será reemplazado con fibra óptica.

El cableado estructurado en EP PETROECUADOR está siendo estandarizado con cable F/UTP categoría 6A porque logra alcanzar una velocidad máxima de transmisión de 10Gbps, ofreciendo diferentes aplicaciones como Voz sobre IP (VoIP), video conferencia y nuevas tecnologías próximas, dichas aplicaciones dependerán de una mayor velocidad y ancho de banda.

Con estos antecedentes se determina la necesidad de implementar redes de tecnología 1000 BASE-T o 10GBase-T (Giga Ethernet) en la red activa interna de la Sede Guarumo del I.E.P.

### 3.4.2.1 Switches

Para la red activa se utilizarán 2 switches de 48 puertos marca Cisco y un switch de 24 puertos marca Cisco, siendo esta la marca estándar en EP PETROECUADOR, seleccionada por el área de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de la empresa. Los switches serán de distribución, es decir que tengan funciones de capa de enrutamiento, debido a que en el futuro la Sede brinde el enrutamiento entre las VLAN y demás temas inherentes a esta capa.

En la siguiente tabla, se indica la distribución de puertos de los switches que se implementarán en el Cuarto de Telecomunicaciones de la Sede del I.E.P. Guarumo de EP PETROECUADOR.

Tabla 41. Lista de dispositivos a utilizarse en red activa

<b>Red activa - Cantidad de puertos asignados</b>		
Área de trabajo	1) Switch Giga Ethernet (48 puertos)	2) Switch Giga Ethernet (24 puertos)
Aulas de Capacitación	33	18
Administración de Sede	6	0
Auditorio	3	0
Cuarto de Telecomunicaciones	1	0
Access Points	3	0
Bodega	0	1
Comedor	0	1
Interconexión de equipos	2	1
SUBTOTAL 1	48	21
TOTAL	69	

De acuerdo con la Tabla 39, son 68 puertos Giga Ethernet que se requieren para implementar la red activa, se utilizarán 5 puertos para las interconexiones entre switch por medio de cascada y se tendrá un excedente de 16 puertos libres en el tercer switch Giga Ethernet de 24 puertos.

La interconexión entre switches se realizará a través de puertos trunking (enlace troncal), ya que muchas veces es necesario agrupar usuarios de la misma VLAN que se encuentran ubicados en diferentes zonas.

La conexión stack puede darse en situaciones cuando se requiera un mayor tiempo de respuesta del switch, pero limitaría la conectividad entre switches de varios fabricantes, teniendo inconvenientes al realizarse un reemplazo emergente en caso de averías de los dispositivos mencionados.

Los switches existentes en stock de bodega de Tecnologías de la Información y Comunicaciones son los siguientes: Catalyst 3560X, 2960-X y 2960-XR. En la tabla siguiente se realiza un análisis comparativo, con las especificaciones que poseen dichos dispositivos.

Tabla 42. Lista de dispositivos a utilizarse en red activa

<b>SWITCHES EN STOCK DE BODEGA</b>					
ORD.	Características Técnicas		3560x	2960x	2960XR
1	Forwarding	80 Gbps (mínimo).	SI CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE
2	Protocolos de Enrutamiento	Direccionamiento IP estático.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
3	Protocolos de gestión	SNMP 1, Telnet, SNMP, SSH, CLI.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
4	Protocolo de Autenticación	Kerberos, Secure Shell (SSH), RADIUS, TACACS +.	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
5	Especificaciones	Soporta hot-swap, conmutación Layer 3 and Layer 2 asignación dirección dinámica IP soporte ARP, soporte VLAN automática, Dynamic Trunking Protocol (DTP), Lista de Control de Acceso (ACL).	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
10	Normas	IEEE 802.1ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z.	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE

En la Tabla 42, se aprecia entre los posibles switches que se pueden utilizar dentro del estándar que maneja la empresa, se realizó la comparación entre los modelos 3560-X, 2960-X y 2960-XR, luego de analizar las características de cada uno de los dispositivos, se determina que el modelo 2960-X queda descartado en vista que se requiere la capacidad de conmutar a nivel de capa 3.

Adicionalmente, comparando el modelo 3560-X y 2960-XR se concluye que el switch 3560-X, posee un mayor forwarding, el mismo que permitirá mejorar el performance de la red y tener una mayor rapidez en el envío de paquetes e incluye un protocolo de autenticación y autorización RADIUS, que permitirá manejar una mayor seguridad en futuras aplicaciones.

Desde estos puntos de vista, se recomienda seleccionar al switch de la marca CISCO Catalyst 3560X. Se indican las siguientes características del dispositivo seleccionado a continuación:

- Gigabit Ethernet (GbE) SFP dos módulos de 10 GbE SFP+, 10/100/1000 48 puertos PoE +, 10/100/1000 24 puertos PoE +.
- Alimentación eléctrica PoE (Power over Ethernet, PoE) +
- Fuentes de alimentación y ventiladores redundantes.
- Seguridad (Media Access Control MACsec) cifrado basado en hardware
- IPv4 e IPv6, enrutamiento, enrutamiento multicast, calidad de servicio avanzada (QoS), y características de seguridad de hardware.
- Garantía técnica en sitio, mínima de 3 años en partes y piezas.
- Acceso de 90 días para Cisco Technical Assistance Center (TAC) de apoyo.
- Puerto de administración.
- Switches modulares, 2 de 48 puertos y 1 de 24 puertos (RJ - 45) Giga Ethernet 10GBase – TX.
- Al averiarse una fuente de poder la fuente alterna sustituirá la generación de voltaje de corriente continua VDC.

- Panel de alarmas visible, conjunto de leds que con su encendido alertan o determinan las condiciones actuales del switch.
- Administrable bajo SNMP, la estación administradora envía una solicitud a un agente pidiéndole información o mandándole actualizar su estado de cierta manera, este protocolo será útil para la comunicación y evaluación de la red entre el administrador y el usuario.
- Soporte para VLANs.
- Priorización de tráfico multicapa, con base en tipo de tráfico y origen (dirección IP, puerto, usuario).
- Solución de problemas mejorada incluyendo la conectividad enlace y diagnóstico de cables.
- Calidad y servicio (QoS) para la clasificación de tráfico y dar prioridad a diversas aplicaciones, incluyendo voz y video. (Cisco, 2012)

#### **3.4.2.2 UPS**

Se realiza los cálculos requeridos para obtener la Potencia Aparente del UPS requerido, para abastecer un total de 66 computadores de escritorio, 2 switches y 3 access points, para lo cual se realizan las siguientes consideraciones:

- De acuerdo con el valor obtenido de la unidad de fuente de alimentación PSU del computador de escritorio DELL Optiplex 790, dispositivo existente en la empresa, una computadora consume alrededor de 250 W, además con base en el adaptador de alimentación eléctrica del computador portátil, DELL E5430, que se utiliza en la empresa, se determina que la potencia de consumo del mismo es de 90 W.
- Así mismo el consumo del Switch y Access point seleccionados es de 350 W y 12,2 W respectivamente (Cisco, 2013). Con estas premisas, en la Tabla 43 se aprecia la Potencia activa total, expresada en vatios [W].

Tabla 43. Desglose de consumo de Potencia eléctrica activa

DESCRIPCION	CANTIDAD	CONSUMO(W)	TOTAL(W)
PC	66	260	17.160,00
LAPTOPS	71	90	6.390,00
SWITCH	2	350	700,00
ACCESS POINT	3	12,2	36,60
			24.286,60

Se considera un factor de potencia de entrada como límite mínimo de 0,92 +/- 5%, con base en la regulación CONELEC – 004/01 vigente desde el 23 de mayo de 2001 (CONELEC, 2013). En la siguiente tabla se realiza el cálculo para obtener la potencia eléctrica aparente, expresada en [VA].

Tabla 44. Lista de dispositivos a utilizarse en red activa

(Potencia Activa) P [W]	$fp_i$	$fp_i + (5\%fp)$
24.286,60	0,92	0,97
$S [VA] = P (Kw) / fp_i$	26.398,48	25.037,73
Potencia Aparente S [VA]		

De acuerdo con la Tabla 44, la Potencia aparente requerida es de 25.037 VA, es decir se requiere de un UPS con una Potencia Aparente que asciende a 26 KVA. Los fabricantes no realizan UPS DE 26 KVA, teniendo como opciones 30 y 40 KVA, se ha determinado seleccionar el UPS de 30 KVA que posee la empresa, las especificaciones de dicho equipo, se describen en la Tabla 45.

Tabla 45. Especificaciones de UPS

ORD.	PARÁMETROS	ESPECIFICACIONES SOLICITADAS
1	Potencia Nominal (KVA)	30KVA
2	Forma de Onda	SINUSOIDAL
ENTRADA:		
3	Voltaje	208/120 V o 220/127V
4	Rango de Voltaje	-15%, + 10% del voltaje nominal
5	Rango de Frecuencia	45/65 Hz
6	Factor de Potencia fp	0.99

SALIDA:		
7	Factor de potencia	0.90 (30KVA/27KW)
8	Voltaje seleccionable	208/120 V o 220/127V
9	Frecuencia	50-60 HZ
CARACTERISTICAS:		
11	Eficiencia	91%
SEGURIDAD:		
11	Grado de protección	IEC 62040-1-1, IEC 60950, EN 62040-1-1, UL 1778
12	Filtros EMI/RFI	EN 50091-2 class A
13	Normas de calidad	ISO 9001:2000; ISO 14001:1996
COMUNICACIONES		
14	Puertos	RS-232 estándar, REPLAY CONTACT, REPO , Para Connect UPS, SNMPS, Xhub, Modbus card
15	Software	Software de monitoreo incluido
BATERIAS:		
16	Tipo	Internas en equipo, nuevas, secas selladas.
17	Tiempo de autonomía	11 minutos al 100% de la carga
CAPACIDAD DE CRECIMIENTO:		
18	Configuración en paralelo	Configuración N+1, no necesita gabinete adicional

### 3.5 Diseño de la red inalámbrica

Con base en el numeral 2.4.2.4, los puntos de acceso de red inalámbrica requeridos, brindarán cobertura en las áreas trabajo: Auditorio, Administración de Sede, Comedor/Jardín, se colocarán 1 (un) Access Point marca Cisco en cada una de las 3 áreas arquitectónicas requeridas, por ser la marca estándar a nivel empresarial.

La ubicación de los puntos de acceso de acuerdo con los requerimientos y necesidades determinadas en las inspecciones físicas realizadas en la Sede I.E.P. Guarumo, los lugares de instalación se encuentran descritos en los planos arquitectónicos de la Unidad con su respectiva simbología y nomenclatura como consta en Anexos.

En los cálculos y estimaciones, el valor de frecuencia más alto en 802.11g, de acuerdo con el numeral 1.6.1.1, figura 16, es de  $f = 2,4835$  Ghz, se utilizará dicho valor para simular una mayor potencia de pérdidas. Se empleará la Fórmula de Friis de pérdidas de espacio libre. Se considerará para todos los casos una antena omnidireccional de 5dbi, existente en el mercado.

$$L_p \text{ (dB)} = k + 20 \log f + 20 \log (\text{Friis Transmission Equation})$$

La simbología a utilizarse, es la siguiente:

$k = 92,44$  cte. fórmula de Friis (Ghz),

$f$  = frecuencia,  $d$  = distancia máxima del transmisor al receptor (km),

$a_c$  = atenuación (pared - concreto),

$r_s$  = sensibilidad de recepción,  $L_p$  = potencia de pérdidas de espacio libre,

$T_x$  = transmisión,  $R_x$  = recepción,  $P_p$  = potencia de pérdidas,

$P_{T_x}$  = potencia de transmisión (access point + antena),  $P_{antena}$  = potencia estimada de antena omidireccional de 2dBi para interiores, se encuentra en el mercado antenas de 2,2 dBi.

Para las áreas de trabajo del I.E.P. Sede Guarumo de acuerdo con el plano arquitectónico, que consta en Anexos, se realiza el cálculo siguiente:

### **1) Auditorio (Access Point 1)**

Se requiere brindar una cobertura de red inalámbrica para esta área arquitectónica con un Access Point exclusivamente, se utilizará la fórmula de Friis para el cálculo de la potencia de pérdidas; se tiene que la distancia más larga a cubrir es de 12,33 metros, la frecuencia es de 2,4835 GHz, la señal se atenúa a 25 dB por su pared de concreto (tomado de Hidalgo Edgar, 2008), la sensibilidad de recepción en el cálculo será de -70 dB a una velocidad de 54 Mbps. A continuación se realizan los

cálculos para la obtención de la potencia de transmisión para el Auditorio, expresada en mili vatios.

Datos:

$$d = 7,40 \text{ metros} = 0,0074 \text{ km}$$

$$f = 2,4835 \text{ GHz}$$

$$k = 92,44$$

$$a_c = 25 \text{ dB (atenuación pared de concreto)}$$

$$r_s = -70 \text{ dBm}$$

$$L_p \text{ (dB)} = k + 20 \log f \text{ (Ghz)} + 20 \log d \text{ (km)} \quad (\text{Fórmula de Friis})$$

$$L_p \text{ (dB)} = 92,44 + 20 \log f + 20 \log d$$

$$L_p = 92,44 + 20 \log 2,4835 + 20 \log 0,0074$$

$$L_p = 92,44 + 7,91 - 42,61$$

$$L_p \approx 58 \text{ dB}$$

$$P_p = L_p + a_c \quad [\text{ecuación. 17}]$$

$$P_p = 58 \text{ dB} + 25$$

$$P_p = 83 \text{ dBm}$$

$$P_{Tx} = P_p + r_s + P_{antena} \quad [\text{ecuación. 18}]$$

$$P_{Tx} = 83 \text{ dBm} + (-70 \text{ dBm}) - 2 \text{ dBi}$$

$$P_{Tx} = 11 \text{ dBm}$$

Obtención de potencia de transmisión en mili vatios.

$$10 \log P_{Tx(mw)} = x \text{ dB} \quad [\text{ecuación 19}]$$

$$P_{Tx(mw)} = 10^{x \text{ dB}/10}$$

$$P_{Tx(mw)} = 10^{11 \text{ dB}/10}$$

$$P_{Tx(mw)} = 10^{1,1}$$

$$P_{Tx(mw)} = 12,6 \text{ mW}$$

$$P_{Tx(mw)} \approx 13 \text{ mW}$$

$$P_{Tx(mw)} = 0,013 \text{ W}$$

En el área arquitectónica de trabajo denominada Auditorio, se requiere un Access Point con una potencia de transmisión mínima de 13 milivatios, incluida una antena omnidireccional de 2dBi, el dispositivo utilizará el canal 1 no solapado.

## 2) Comedor (Access Point 2)

Para tener una cobertura de red inalámbrica para esta área arquitectónica con un Access Point exclusivamente, se tiene que la distancia más larga a cubrir es de 17,86 metros, se utilizará la frecuencia de 2,4835 en GHz por lo que su constante k equivaldrá a 92,44 en la fórmula de Friis, en vista que existe una pared de concreto, esta se atenúa a 25 dB (tomado de Hidalgo Edgar, 2008), la sensibilidad de recepción en el cálculo será de -70 dB a 54 Mbps. A continuación se realizan los cálculos para la obtención de la potencia de transmisión, expresada en mili vatios, para el Comedor.

Datos:

$$d = 17,86 \text{ metros} = 0,01786 \text{ km}$$

$$f = 2,4835 \text{ GHz}$$

$$k = 92,44$$

$$ac_2 = 25 \text{ dB (atenuación pared de concreto 2)}$$

$$rs = -70 \text{ dBm}$$

$$Lp \text{ (dB)} = k + 20 \log f \text{ (Ghz)} + 20 \log d \text{ (km)} \quad (\text{Fórmula de Friis})$$

$$Lp \text{ (dB)} = 92,44 + 20 \log f + 20 \log d$$

$$Lp = 92,44 + 20 \log 2,4835 + 20 \log 0,01786$$

$$Lp = 92,44 + 7,91 - 34,96$$

$$Lp \approx 66 \text{ dB}$$

$$Pp = Lp + ac \quad [\text{ecuación. 17}]$$

$$Pp = 66 \text{ dB} + 25 \text{ dB}$$

$$Pp = 91 \text{ dBm}$$

$$PTx = Pp + rs + Pantena \quad [\text{ecuación. 18}]$$

$$PTx = 91 \text{ dBm} + (-70 \text{ dBm}) - 2 \text{ dBi}$$

$$PTx = 19 \text{ dBm}$$

Obtención de potencia de transmisión en mili vatios.

$$10 \log PT_{x(\text{mw})} = x \text{ dB} \quad [\text{ecuación. 19}]$$

$$PT_{x(\text{mw})} = 10^{x\text{dB}/10}$$

$$PT_{x(\text{mw})} = 10^{19\text{dB}/10}$$

$$PT_{x(\text{mw})} = 10^{1,9}$$

$$PT_{x(\text{mw})} = 79,43 \text{ mW}$$

$$P_{Tx(\text{mw})} \approx 80 \text{ mW}$$

$$PT_{x(\text{mw})} = 0,080 \text{ W}$$

Para el área de trabajo denominada Comedor - Jardín, se requiere un Access Point con una potencia de transmisión mínima de 80 milivatios, incluida una antena omnidireccional de 2dBi, el Access Point 2, utilizará el canal 6 no solapado.

### 3) Administración de Sede (Access Point 3)

Se requiere brindar una cobertura de red inalámbrica para esta área arquitectónica con un Access Point exclusivamente, se utilizará la fórmula de Friis para el cálculo de la potencia de pérdidas; se tiene que la distancia más larga a cubrir es de 12,33 metros, la frecuencia de 2,4835 GHz, la señal se atenúa a 25 dB por su pared de concreto (tomado de Hidalgo Edgar, 2008), la sensibilidad de recepción en el cálculo será de -70 dB a una velocidad de 54 Mbps. A continuación se realizan los cálculos para la obtención de la potencia de transmisión para la Administración de Sede, expresada en mili vatios.

Datos:

$$d = 9,03\text{m} \approx 9,1 \text{ metros} = 0,0091 \text{ km}$$

$$f = 2,4835 \text{ GHz}$$

$$k = 92,44$$

$$a_c = 25 \text{ dB (atenuación pared de concreto)}$$

$$r_s = -70 \text{ dBm (valor estimado a 54 Mbps)}$$

$$L_p \text{ (dB)} = k + 20 \log f \text{ (Ghz)} + 20 \log d \text{ (km)} \quad (\text{Fórmula de Friis})$$

$$L_p \text{ (dB)} = 92,44 + 20 \log f + 20 \log d$$

$$L_p = 92,44 + 20 \log 2,4835 + 20 \log 0,0091$$

$$L_p = 92,44 + 7,91 - 40,82$$

$$L_p \approx 60 \text{ dB}$$

$$P_p = L_p + a_{c1} + a_{c2} \quad [\text{ecuación. 17}]$$

$$P_p = 60 \text{ dB} + 25 \text{ dB}$$

$$P_p = 85 \text{ dBm}$$

$$P_{Tx} = P_p + r_s - P_{\text{antena}} \quad [\text{ecuación 18}]$$

$$P_{Tx} = 85 \text{ dBm} + (-70 \text{ dBm}) - 2 \text{ dBi}$$

$$P_{Tx} = 13 \text{ dBm}$$

Obtención de potencia de transmisión en mili vatios.

$$10 \log P_{Tx(\text{mw})} = x \text{ dB} \quad [\text{ecuación. 19}]$$

$$P_{Tx(\text{mw})} = 10^{x\text{dB}/10}$$

$$P_{Tx(\text{mw})} = 10^{13\text{dB}/10}$$

$$P_{Tx(\text{mw})} = 10^{1,3}$$

$$P_{Tx(\text{mw})} \approx 20 \text{ mW}$$

$$P_{Tx(\text{mw})} = 0,020 \text{ W}$$

Se obtiene la potencia de transmisión del Access Point con su transformación de decibelios a mili vatios, cuya potencia de transmisión mínima es de 20 mili vatios incluida una antena omnidireccional estimada de 2dBi, el Access Point 3, utilizará el canal 11 que no se solapa en el estándar 802.11g.

### 3.5.1 Equipos para la red inalámbrica

Luego de haber determinado la Potencia de transmisión de los Access Points es necesario seleccionar una marca y un modelo de equipos para Puntos de Acceso de la red inalámbrica.

Basándose en los valores obtenidos anteriormente y considerando que EP PETROECUADOR, tiene al fabricante Cisco como la marca estándar en redes y telecomunicaciones y se cuenta con la aprobación de las máximas autoridades de la empresa; cumplen las siguientes especificaciones técnicas:

- Soporte de configuraciones punto-a-punto porque pueden existir conexiones entre parejas individuales de máquinas o punto-multipunto ya que cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos. En una red multipunto solo existe una señal de comunicación cuyo uso está compartido por todas las terminales en la red.
- Soporte de tasas de transmisión de datos hasta los 54 Mbps, siendo el estándar aplicable para este diseño el 802.11g que transmite a dicha velocidad y que soporte.
- Sensibilidad de recepción mínima de -70dBm / 54 Mbps, este valor referencial se lo toma de los datasheets de la marca Cisco de Access Point estándar 802.11b/g.
- Antena integrada o adaptable mayor a 5dBi, de fácil instalación y operación.
- Cumplimiento de estándar 802.11i. 802.11i, “el estándar abarca los protocolos 802.1x, TKIP (Protocolo de Claves Integra – Seguras – Temporales), y AES (Estándar de Cifrado Avanzado). Se implementa en WPA2”.
- Con estos antecedentes se ha seleccionado al dispositivo Cisco Aironet 1131 AG-A-K9 802.11 A/B/G, cuenta con una antena omnidireccional integrada de 3 dBi y no se requiere una antena adicional para el efecto y trabajo en un alto rango de humedad del 10-90 %, ideal para la Región Amazónica. Adicionalmente el usuario se puede desplazar por cualquier sitio

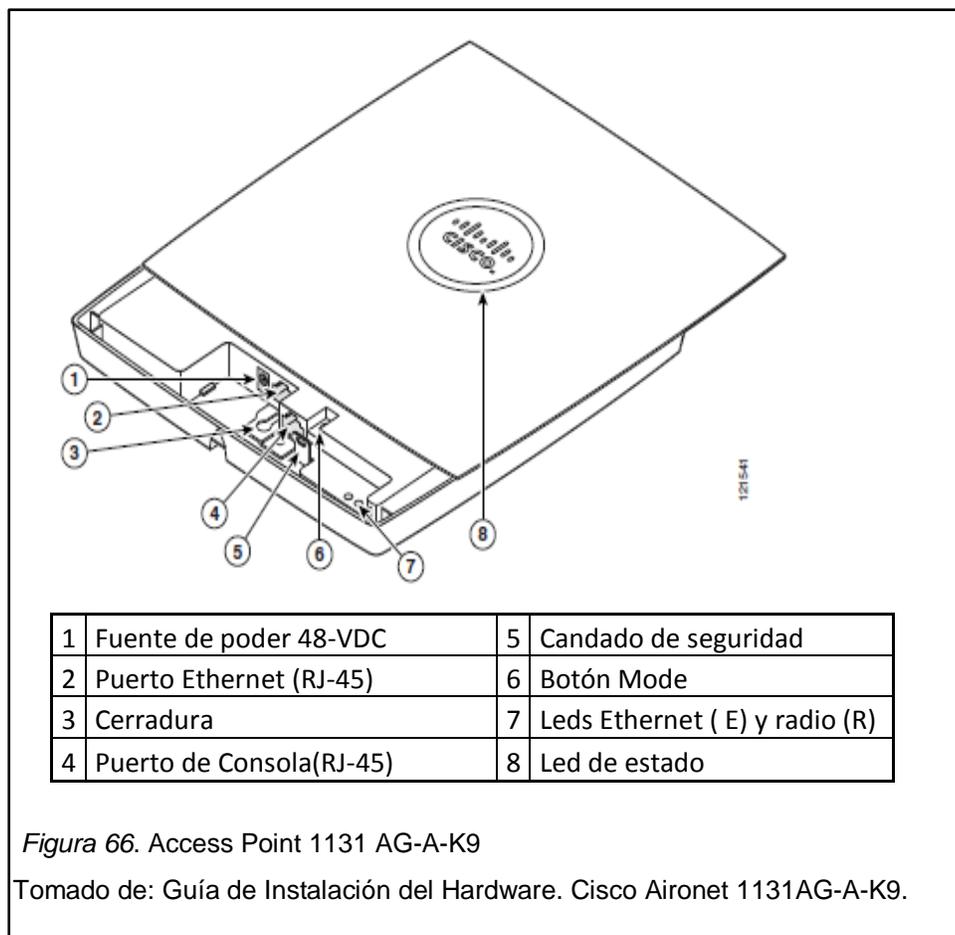
y podrá realizar “roaming”, es decir no perderá la señal inalámbrica dentro de la Sede I.E.P. Guarumo.

### 3.5.2 Punto de Acceso CISCO Aironet 1131AG –A-K9

El Access Point CISCO Aironet 1131AG –A-K9, posee las siguientes características de hardware y software:

- Procesador / Memoria / Almacenamiento
- RAM instalada (máx.) 32 MB
- Memoria flash instalada (máx.) 16 MB Flash
- Velocidad de transferencia de datos 54 Mbps
- Formato código de línea CCK, OFDM
- Protocolo de interconexión de datos IEEE 802.11 a/b/g
- Protocolo de gestión remota SNMP, Telnet, HTTP, HTTPS
- Indicadores de estado
- Potencia: 100 mW





#### Características:

- Enlace ascendente
- Algoritmo de cifrado LEAP, AES, WEP de 128 bits, WEP de 40 bits, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
- Método de autenticación Secure Shell (SSH), MS-CHAP
- Cumplimiento de normas IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.3af, IEEE 802.11g, IEEE 802.1x, IEEE 802.11i, Wi-Fi CERTIFIED
- Antena omnidireccional interna integrada : 2
- Expansión / Conectividad
- Interfaces 1 x red / energía - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45
- Alimentación por Ethernet (PoE) Sí
- Dispositivo de alimentación Adaptador de corriente - externa
- Voltaje necesario CA 120/230 V ( 50/60 Hz )
- Consumo eléctrico en funcionamiento 12.2 vatios

- Garantía del fabricante
- Temperatura mínima de funcionamiento 0 °C
- Temperatura máxima de funcionamiento 40 °C
- Ámbito de humedad de funcionamiento 10 - 90%

### **3.6 Seguridad de la Red**

Dentro de las políticas de seguridad, para el manejo, administración de la red y los recursos disponibles, se manejarán, las siguientes políticas:

#### **Política 1**

Accesos de usuarios.- La presente política, permite la validación de los usuarios con derechos de configuración sobre los equipos de conmutación.

#### **Recursos:**

Se realizan las configuraciones básicas de seguridad para acceso a los diferentes modos con sus respectivas contraseñas.

#### **Política 2**

Administración y acceso a los recursos.- A través de esta política, se permite a los usuarios, acceder a los recursos disponibles en la red, como son: acceso web, control de acceso remoto, dependiendo del perfil que se ha designado al usuario o área de trabajo.

#### **Recursos:**

Creación de VLANs, que permita manejar una agrupación lógica de los recursos de la red, para tener un grado de seguridad de la información al crear pequeños dominios de broadcast.

Adicionalmente, se realiza la configuración de listas de acceso, las mismas que permitirán realizar el filtrado del tráfico que utiliza cada VLAN,

**Política 3**

Vulnerabilidad de la red.- Esta política normará el acceso a un determinado número de dispositivos IP que puedan acceder a un mismo puerto de red.

**Recursos**

Se configura Port-Security, para restringir el número de equipos que se conecten a un puerto del switch. Para el presente proyecto, se permitirá conectar un máximo de 2 equipos a través del reconocimiento de las direcciones MAC, en el caso que se conecte un tercer equipo, el puerto del equipo de conmutación (switch), se bloqueará.

En el Anexo 3, se definen las configuraciones que permiten establecer las políticas establecidas para el presente proyecto, dichas configuraciones se realizan en los equipos de conmutación que serán administrados y monitoreados por el Administrador de la red funcionario del área de TICs de la empresa.

## 4. Análisis Costo – Beneficio

A continuación se realiza el análisis de factibilidad para la implementación de los diseños de red LAN y WLAN en el I.E.P. Guarumo, para ello se determinará el TCO, Costo Total de Propiedad del Proyecto, con base en los costos directos o costos iniciales de la solución y los costos indirectos del proyecto, el conjunto de ambos estudios brindará como resultado el CTP.

### 4.1 Introducción

El análisis de los costos del proyecto tiene como finalidad determinar el presupuesto referencial para la ejecución del mismo. Este presupuesto le permitirá al Instituto de Estudios del Petróleo de EP PETROECUADOR establecer las bases y pliegos para el proceso de contratación.

Los costos de implementación son proporcionados por los proveedores que realizaron las diferentes inspecciones del lugar para emitir sus respectivas cotizaciones, entre ellos están Infocoop, Netytel Integral Solutions, Netrix, Tecnología R.A., Desca, se ha tomado el precio unitario promedio por ítem.

### 4.2 Definiciones

#### a) Ítem

Cada uno de los artículos o capítulos en una cotización, factura, inventario o en otro instrumento.

#### b) Descripción

Enumeración de las características propias de un objeto o material, que lo convierte en único.

**c) Cantidad.-** Factor por el cuál puede medirse o numerarse un bien, artículo, concepto, etc. Es el valor numérico que resulta de una medición (de una magnitud)

**d) Unidad.-** Cantidad que se toma por término de comparación entre bienes, artículos o materiales de los demás de su especie.

**e) Precio Unitario.-** Es el valor de producción por unidad de un determinado bien, artículo, material o volumen de obra.

**f) Costo del Hardware requerido (Chw).-** Involucra el costo de la red activa, costos de los dispositivos electrónicos terminales.

**g) Costo del Software requerido (Csw).-** Involucra el costo de los diferentes programas requeridos para que el sistema o proyecto funcione.

**h) Costo de los servicios iniciales para instalación (Cinst).-** Son los costos totales de mano de obra e instalación física de equipos requeridos al momento de la implementación.

**i) Costo de los servicios iniciales para configuración (Cconf).-** Representan los costos de instalación de programas, actualizaciones, configuraciones de equipos, capacitación a administradores en manejo de dispositivos, al momento de la implementación. A veces los proveedores incluyen el costo de este rubro en el precio unitario de los dispositivos de hardware y software requeridos.

**j) Costo de red cableada (Crc)**

Son los costos expuestos en el Subsistema de área de trabajo, Subsistema de cableado horizontal y Subsistema de cuarto de telecomunicaciones.

**k) Costo inicial de la solución o Costo Total (Ci).-** Representa el valor de producción por cantidad total de un determinado bien, artículo, material o volumen de obra. Es la sumatoria de los costos iniciales, incluidos los costos de hardware y software requeridos, se puede representar de la siguiente manera:

$$C_i = C_{rc} + C_{hw} + C_{sw} + C_{inst} + C_{conf} \text{ [ecuación. 20]}$$

### **l) Costos de Administración**

Está definido por el costo anual que tiene todo el personal, para poder mantener el correcto funcionamiento diario de la solución; desde la administración de usuarios y permisos, hasta las operaciones diarias de mantenimiento de respaldos, etc.

Se puede describir con la ecuación siguiente:

$C_a$  = Costo anual de un ingeniero (interno o externo) ( $C_{an}$ ) x número de ingenieros de campo ( $n_c$ ) x número de años de la solución en funcionamiento ( $n_a$ ) x porcentaje de tiempo dedicado a la solución (%). Abreviando se tiene que:

$$C_a = (C_{an}) \times (n_c) \times (n_a) \times (\%) \text{ [ecuación. 21]}$$

### **m) Costos de Operación**

Los costos de operación están contruidos por aquellos factores de mantenimiento preventivo y correctivo, tanto de hardware como de software, como es el caso de limpieza del hardware (en caso de ser requerido), cambio de discos, memoria, actualización de software. Todos los gastos incurridos por pérdida de operación o soporte reactivo de la solución caerían aquí, por ejemplo caídas por virus, intrusos y demás problemas. Se puede describir con la ecuación siguiente:

$C_o$  = Número de incidentes promedio por año ( $n_i$ ) x número de años de la solución en funcionamiento ( $n_a$ ) x costo por hora de servicio ( $h_s$ ) x tiempo aproximado para reparar la falla ( $t_r$ ).

$$C_o = (n_i) \times (n_a) \times (h_s) \times (t_r) \text{ [ecuación. 22]}$$

### **n) Costos de Soporte a Usuarios**

Se compone de todos los costos generados de cualquier tipo de soporte dado a los usuarios finales de la solución en cuestión. Se puede describir con la ecuación siguiente:

Cs = número de incidentes promedio por año (ni) \* número de años de la solución en funcionamiento (na)\* costo por hora de soporte (chs) \* tiempo aproximado para dar el soporte requerido (ts).

$$\mathbf{Cs = (ni) \times (na) \times (chs) \times (ts)} \text{ [ecuación. 23]}$$

### **4.3 Costo total de propiedad del Proyecto (CTP)**

El Costo Total de Propiedad es conocido como TCO por sus siglas en inglés (Total Cost of Ownership), es el principal parámetro que en la actualidad se toma como referencia en el momento de tomar decisiones que influyen realizar proyectos importantes en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

En éste caso se estima que, dentro del parámetro de costos indirectos se tenga a los Costos de Administración (Ca), Costos de Operación (Co) y Costos de Soporte a Usuarios (Cs), se puede expresar entonces que el Costo CTP o TCO, podrían determinarse por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{CTP = Ci + Ca + Co +Cs} \text{ [ecuación. 24]}$$

### **4.4. Evaluación de los costos iniciales de la solución**

Se tomarán en cuenta los diversos costos por área, en materiales de red pasiva, equipos de red activa, dispositivos terminales y mano de obra, así como también otros rubros inherentes a la solución tecnológica. Estos costos son conocidos como costos directos, en vista que los mismos están relacionados a la ejecución del proyecto.

#### 4.4.1 Costos de la Red Cableada

Estos costos comprenden la red pasiva. A continuación se describe una descripción y detalle de los costos de materiales e instalación de los mismos de los puntos de red de cableado estructurado que requiere el I.E.P. Sede Guarumo.

Tabla 46. Costo de Subsistema de Área de Trabajo.

<b>SUBSISTEMA DE ÁREA DE TRABAJO</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (unidad)	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Patch cord RJ45/RJ45, categoría 6A (F/UTP), 7 pies	c/u	60,00	20,45	1.227,00
2	Patch cord RJ45/RJ45, categoría 6A (F/UTP), 10 pies	c/u	6,00	35.56	213,36
TOTAL (USD)		1.440,36			

Tabla 47. Costo de Subsistema de Cableado Horizontal

<b>SUBSISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (u)	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
1	Jack RJ45 categoría 6A	c/u	66,00	16,50	1.089,00
2	Face plate para Jacks RJ45	c/u	66,00	5,50	363,00
3	Cubierta para montaje superficial	c/u	66,00	4,50	297,00
4	Etiqueta para face plate y patch panel	c/u	132,00	0,50	66,00
5	Cable F/UTP categoría 6A	M	1.830,00	1,50	2.745,00
TOTAL (USD)		4.560,00			

Tabla 48. Costo de Subsistema Cuarto de Telecomunicaciones.

SUBSISTEMA CUARTO DE TELECOMUNICACIONES					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
1	Rack abierto 45U, incluye accesorios incluye conexión a tierra y PDU de 12 tomas.	c/u	1,00	780,00	780,00
2	Bandeja para soporte de equipos activos	c/u	2,00	30,00	60,00
3	Panel vacío para 48 Jacks RJ45 categoría 6A y organizador de cables	c/u	1,00	35,00	35,00
4	Panel vacío para 24 Jacks RJ45 categoría 6A y organizador de cables	c/u	1,00	20,00	20,00
5	Jack RJ45 categoría 6A	c/u	66,00	16,50	1.089,00
6	Patchcord RJ45, categoría 6A F-UTP, 3 pies	c/u	66,00	15,00	990,00
TOTAL (USD)					2.974,00

Tabla 49. Costo de Canaletas, Conectores y accesorios para subsistemas.

CANALETAS, CONECTORES Y ACCESORIOS					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad (u)	Precio unitario	Precio total usd
1	Canaletas metálicas (120x60 mm), accesorios y conectores incluidos	lote	1,00	1.250,00	1.250,00
2	Canaletas plásticas [mm] : (60x13), (40x25), (100x45), (60x40mm), (25x25mm) accesorios y conectores incluidos	lote	1,00	350,80	350,80
TOTAL (USD)					1.600,80

**Costos de red cableada = Crc =** Costo de Subsistema de Área de Trabajo + Costo de Subsistema de Cableado Horizontal + Costo de Subsistema Cuarto de Telecomunicaciones + Costo de Canaletas, Conectores y accesorios para subsistemas.

**Crc=** \$ 1.440,36 + \$ 4.560,00 + \$ 2.974,00 + \$ 1.600,80

**Crc=** \$ 10.575,16

Tabla 50. Costo de servicios iniciales para la instalación

SERVICIOS INICIALES PARA LA INSTALACIÓN					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (u)	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Instalación puntos de red categoría 6A.	c/u	66,00	5,42	357,72
2	Instalación ductería, terminales y accesorios (Accesorios).	lote	1,00	370,00	370,00
3	Pruebas de certificación con equipos para categoría 6A, incluye memoria técnica de certificación.	c/u	66,00	3,00	198,00
4	Movilización de personal y transporte de materiales	c/u	1,00	45,00	45,00
TOTAL (USD)					970,72

#### 4.4.2 Costos de hardware requerido (Chw)

Estos costos corresponden a los terminales de red inalámbrica y a los dispositivos de la red activa. En las tablas siguientes se describen los valores referenciales.

Tabla 51. Costos de hardware requerido (Chw)

HARDWARE REQUERIDO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (u)	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Catalyst 3560X 48 Port Full PoE IP Base, incluye accesorios.	c/u	1,00	6.424,72	6.424,72
3	Catalyst 3560X 24 Port Full PoE IP Base, incluye accesorios.	c/u	1,00	4.424,72	4.424,72
4	Aironet 1131AG –A-K9, antena omnidireccional integrada de 3dBi.	c/u	3,00	533,11	1.599,33
TOTAL 6 (USD)					12.448,77

#### 4.4.3 Costos de servicios iniciales para la configuración (Cconf)

Tabla 52. Costos de servicio iniciales para la configuración

RED WLAN					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (u)	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
1	Servicio de instalación, configuración y puesta en marcha con las configuraciones IP Básicas que permitan la operación del equipo.	Evento	1,00	350,00	350,00
2	Capacitación para manejo y configuración de switches y Access Point marca Cisco, 40 horas (para 2 personas)	Evento	1,00	1.800,00	1.800,00
TOTAL 7 (USD)					2.150,00

#### 4.4.4 Resultados de Costo inicial de la solución

Basándose en los subtotales obtenidos en las tablas anteriores, se realiza la respectiva sumatoria de los mismos, obteniendo como resultado el Costo inicial de la solución.

Se aplica la siguiente ecuación:

$$C_i = C_{rc} + C_{hw} + C_{sw} + C_{inst} + C_{conf} \text{ [ecuación.25].}$$

Tabla 53. Costo inicial de la solución para el I.E.P. Guarumo

COSTO INICIAL DE LA SOLUCIÓN	
Costos de red cableada (USD)	10.575,16
Costos servicios iniciales para la Instalación (USD)	970,72
Costos de Hardware requerido (USD)	12.448,77
Costos de servicios iniciales para la configuración (USD)	2.150,00
<b>Costo inicial de la Solución (USD)</b>	<b>26.144,65</b>

$$C_i = \$ 26.144,65 \text{ dólares.}$$

El costo inicial de la solución para la implementación de la red LAN I.E.P. Guarumo es de 26.144,65, considerando que el costo de Software  $C_{sw}$  es igual a cero.

## 4.5 Evaluación de los Costos de Administración, Costos de Operación y Costos de Soporte al usuario

En vista de que se obtuvieron los costos directos con el costo inicial de la solución, procedemos a determinar los costos indirectos, para lo cual se realizará varias estimaciones, tomando como referencia, información privada y particular de la empresa, y es necesario mantener acuerdo de confidencialidad al respecto.

### 4.5.1 Obtención de los Costos de Administración del Proyecto

Datos:

Costo anual de un ingeniero (Can) = \$ 26.748

Número de ingenieros de campo (nc) = 2

Número de años de la solución en funcionamiento (na)= 5

Porcentaje de tiempo dedicado a la solución (%) = 0,5%

$Ca = (Can) \times (nc) \times (na) \times (\text{factor } \%)$  [ecuación. 26]

$Ca = \$ 26.748 \times 2 \times 5 \times 0.005$

**Ca = \$ 1.337,40 dólares**

Como resultado obtuvimos que los Costos de Administración del Proyecto Guarumo asciendan a \$ 1.337,40, se utilizó la ecuación 38, para obtener el resultado indicado.

### 4.5.2 Obtención de los Costos de Operación

Datos:

Número de incidentes promedio por año (ni) = 8

Número de años de la solución en funcionamiento (na) = 5

Costo por hora de servicio (hs) = \$ 40

Tiempo aproximado para reparar la falla (tr) en horas = 4

$Co = (ni) \times (na) \times (hs) \times (tr)$  [ecuación. 26]

$Co = 8 \times 5 \times 40 \times 4$

**Co = \$ 6.400,00 dólares**

Como resultado se obtiene que los Costos de Operación del Proyecto Guarumo asciendan a \$ 6.400 dólares, se utilizó la ecuación 26, para obtener el resultado deseado.

### 4.5.3 Obtención de los Costos de Soporte a Usuarios

Datos:

Número de incidentes promedio por año ( $n_i$ ) = 96

Número de años de la solución en funcionamiento ( $n_a$ ) = 5

Costo por hora de soporte ( $chs$ ) = \$ 15

Tiempo aproximado para dar el soporte requerido ( $t_s$ ) en horas = 0,25

**$C_s = (n_i) \times (n_a) \times (chs) \times (t_s)$**  [ecuación. 27]

$C_s = 96 \times 5 \times 15 \times 0,25$

**$C_s = \$ 1.800,00$**  dólares

Como resultado se obtiene que los Costos de Soporte a Usuarios del Proyecto Guarumo asciendan a \$ 1.800 dólares, se utilizó la ecuación 27, para obtener el resultado deseado.

Nota: Vale aclarar que existen varios niveles de soporte al usuario y se ha considerado para este cálculo el Soporte al usuario nivel 1.

### 4.6. Determinación del Costo Total de Propiedad

Con los resultados obtenidos en los numerales anteriores se procede a calcular el Costo Total de Propiedad, para lo cual se utilizará la ecuación 28-29. Se realiza el cálculo de la siguiente manera:

Fórmula:

**$CTP = C_i + C_a + C_o + C_s$**  [ecuación. 28]

Datos:

**$C_i = \$ 26.144,65$**  dólares

**$C_a = \$ 1.337,40$**  dólares

**$C_o = \$ 6.400,00$**  dólares

**$C_s = \$ 1.800,00$**  dólares

$CTP_1 = C_i + C_a + C_o + C_s$  [ecuación. 29]

$CTP_1 = \$ 26.144,65 + \$ 1.337,40 + \$ 6.400,00 + \$ 1.800,00$

$CTP_1 = \$ 35.682,05$

$TCO_1 = \$ 35.682,05$

El costo total de Propiedad del presente proyecto es de \$ 35.682,05, treinta y cinco mil seiscientos ochenta y dos <sup>05</sup>/<sub>100</sub> dólares de los Estados Unidos de Norteamérica.

#### 4.7 Análisis del Beneficio

La remodelación y acondicionamiento de la infraestructura arquitectónica (obra civil), ascenderá a un valor de USD 160.664,11, como se aprecia en lista de precios en el Anexo 4. Para obtener el Gasto Total, sumaremos el CTP y el costo de la obra civil, de lo que se obtiene lo siguiente:

$$\text{Gasto Total} = \text{CTP}_1 + \text{Costo Obra civil} \quad [\text{ecuación. 30}]$$

$$\text{Gasto Total} = \$ 35.682,05 + \$ 160.664,11$$

$$\text{Gasto Total} = \$ 196.346,16$$

El Gasto Total  $G_T$ , tiene un valor de \$ 196.346,16. Tomando como base la información recopilada de la *Tabla 11*, se determina que existe un número de 497 participantes anuales en los diferentes cursos presenciales a realizarse en Quito, por lo que se considera el periodo de 12 meses.

De acuerdo con la normativa empresarial, cada uno de los funcionarios recibiría un valor por viáticos de \$ 660 semanales por la duración de un curso de 5 días - 40 horas; si se multiplica el número de cursantes por el valor de viáticos, se tiene un valor por este concepto de \$ 328.020,00 anual y si al dividir esta cifra para el periodo de 12 meses que tiene un año, se obtendrá un gasto de capacitación IEP Quito de USD 27.335,00 dólares mensuales por este rubro.

Cuando los funcionarios del Distrito Amazónico participan en los cursos de capacitación en la ciudad de Quito, cuentan con los gastos por viáticos, a dichos valores se los denominará Gastos de Capacitación en IEP Quito. Del numeral 4.6, se obtiene el valor de \$ 9.537,40 anuales provenientes de la suma de los costos indirectos de administración, operación y soporte, dicho valor dividido para 12

meses que tiene el año corresponde a \$ 794,78 mensuales, estos valores se desplegarán en la columna Gastos de Capacitación IEP Guarumo de la Tabla 54.

Tabla 54. Gastos por periodo mensual

PERIODO (MES)	GASTOS CAPACITACION IEP QUITO (USD)	GASTOS CAPACITACION IEP GUARUMO (USD)	AHORRO (USD)
1	27.335,00	794,78	26.540,22
2	27.335,00	794,78	26.540,22
3	27.335,00	794,78	26.540,22
4	27.335,00	794,78	26.540,22
5	27.335,00	794,78	26.540,22
6	27.335,00	794,78	26.540,22
7	27.335,00	794,78	26.540,22
8	27.335,00	794,78	26.540,22
9	27.335,00	794,78	26.540,22
10	27.335,00	794,78	26.540,22
11	27.335,00	794,78	26.540,22
12	27.335,00	794,78	26.540,22
TOTAL (USD)	328.020,00	9537,36	318.482,64

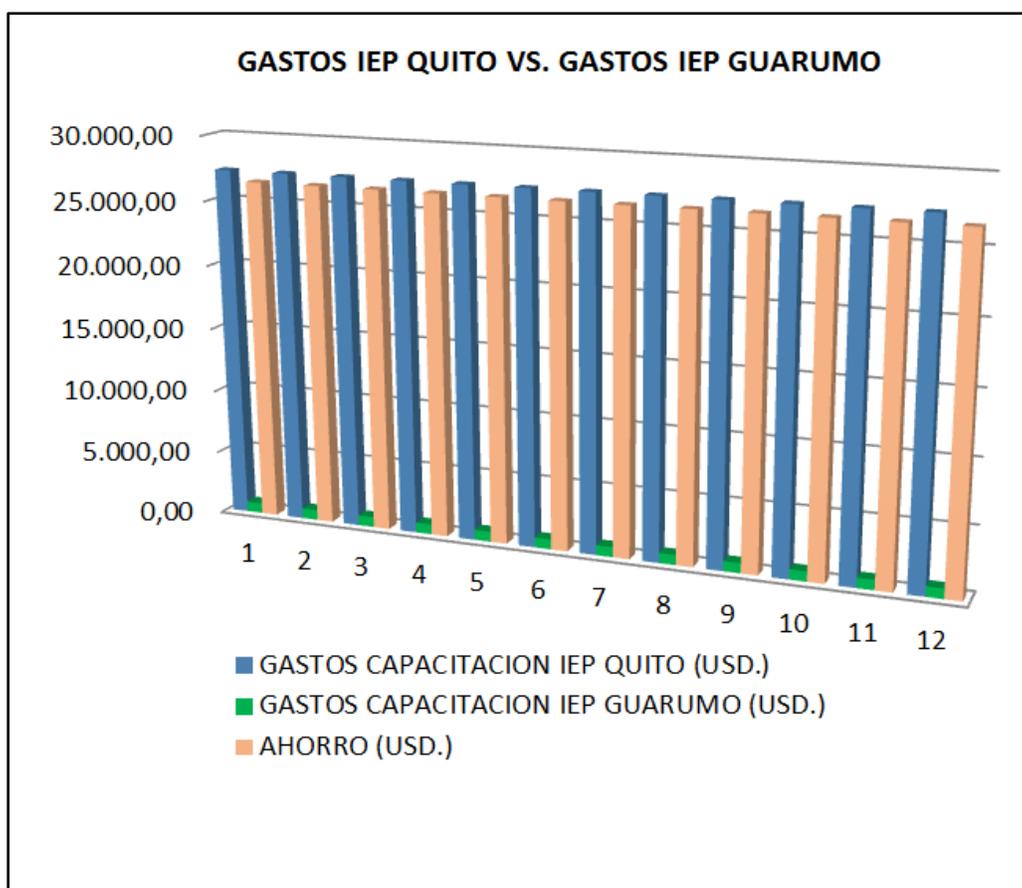
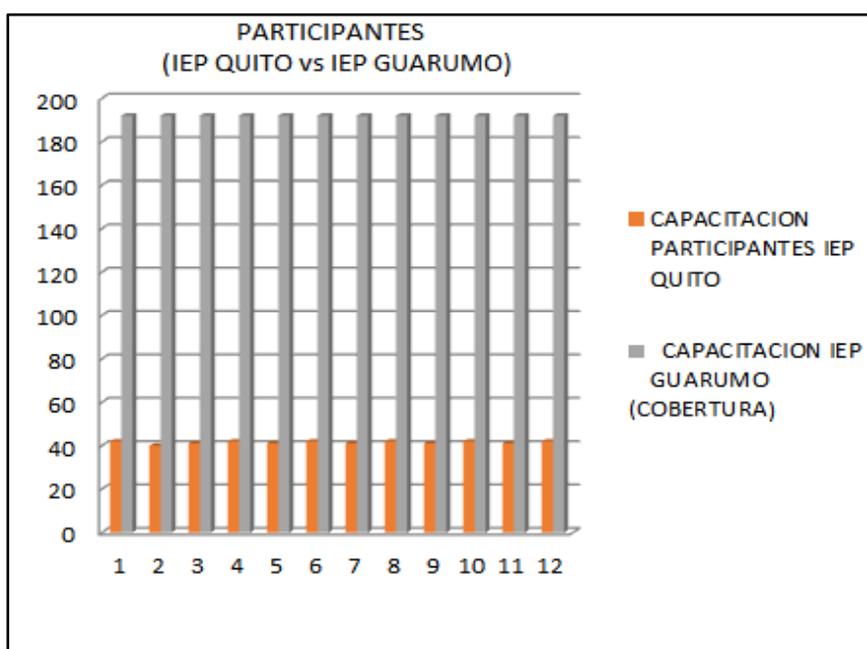


Figura 67. Gráfica determinante de Gastos IEP Quito y Gastos IEP Guarumo

Como se aprecia en la Figura 67, los Gastos de Capacitación IEP Quito, superan los Gastos de Capacitación IEP Guarumo, existiendo un ahorro de USD. 26.540,22 mensuales, USD 318.482,64 anuales de acuerdo a la Tabla 54. A continuación se describen el número de participantes a los cursos de Capacitación en IEP Quito e IEP Guarumo.

Tabla 55. Participantes por periodo mensual

PERIODO (MES)	CAPACITACION PARTICIPANTES IEP QUITO (PROMEDIO)	CAPACITACION IEP GUARUMO (COBERTURA MÁXIMA)	INCREMENTO (%)
1	42	192	357
2	40	192	380
3	41	192	368
4	42	192	357
5	41	192	368
6	42	192	357
7	41	192	368
8	42	192	357
9	41	192	368
10	42	192	357
11	41	192	368
12	42	192	357
<b>TOTAL (USD)</b>	497	2304	364



*Figura 68. Capacitación a Participantes (IEP Quito vs IEP Guarumo)*

De acuerdo con la Tabla 55, considerando la capacitación en el IEP Guarumo en cursos semanales, en sus 3 aulas, existiría un total de 192 cursantes por mes, lo que significa que se tiene una cobertura mensual promedio del 364% en relación con el IEP Quito. En la Figura 68, se presenta el beneficio que se tiene al realizar las capacitaciones en la Sede IEP Guarumo.

Con base en estos antecedentes, es factible realizar la implementación del diseño de la red LAN para la Sede Guarumo del I.E.P. de EP PETROECUADOR y la remodelación de su estructura civil, siendo los beneficios, los indicadores fundamentales que impulsan la ejecución del presente proyecto: el ahorro descrito en la Tabla 54 y el incremento del número de participantes como se describe en la Tabla 55.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

- No se debe implementar el cableado estructurado categoría 5e, en vista de que el tráfico existente se aproxima a 100 Mbps y sobrepasaría las especificaciones técnicas que posee dicho cable, adicionalmente los equipos de conmutación perderían la característica de transmitir a velocidades en el orden de los Gbps y se transmitiría tan solo a 100 Mbps.
- El subneteo evita el desperdicio del direccionamiento IP lo que le hace más operable y por lo tanto efectúa una contención del tráfico de broadcast de la red.
- A través de configuración de ACLs, en los puertos de los switches que se encuentran en el cuarto de telecomunicaciones de la Sede IEP Guarumo, se contará con un grado de seguridad a través de bloqueos por medio de la sentencia *deny any*, es decir si el paquete cumple esta condición, se ejecuta la acción de aceptar o rechazar la información.
- La telefonía IP en la Sede, brindará un beneficio económico, en razón que las llamadas internas de la empresa a nivel nacional no tienen costo debido a la utilización de la red de datos propia de la empresa; mientras que al utilizar un teléfono analógico se realiza la utilización de las centrales o nodos telefónicos de CNT EP a nivel nacional generando costos por llamadas.
- En el cálculo para la obtención de las potencias de transmisión de los Access Point a implementarse en la Sede IEP Guarumo, se requieren dispositivos en el rango de los 13mW a 80 mW, por lo que se seleccionan dispositivos con la potencia regulada desde 50 mW hasta los 100 mW.

- El Análisis de beneficios, ayudó a determinar la necesidad de ejecutar el presente proyecto, porque refleja un ahorro de \$ 318.482,64 anuales por concepto de viáticos y un incremento del 364 % anual en el número de participantes por curso en la Sede IEP Guarumo.
- El Gasto total que se realiza para implementar el presente proyecto es recuperado en menos de un año, lo que puede promover a que los valores que se utilizaban para viáticos de los funcionarios sea reprogramado presupuestariamente.
- Es mucho más rentable tener una Sede del I.E.P. en el Distrito Amazónico que aglutine a los funcionarios de la Zona Oriente, por su cercanía y ahorro en las movilizaciones y viáticos.
- Gracias a teléfonos IP marca CISCO modelo 7945 a implementarse en la Sede, se puede utilizar el mismo punto de red para brindar el servicio de voz y de datos a un computador simultáneamente.
- La videoconferencia será un medio de comunicación prioritario que brindará apoyo en la Sede del IEP Guarumo, además puede brindarse esta herramienta en las comunicaciones que realicen en caso de emergencia de cualquier tipo.
- A pesar de implementarse la Sede del IEP en la Región Amazónica, no se requieren evaluaciones de impacto ambiental (EIA), en vista que el proyecto no representa un impacto sobre el medio ambiente por situarse en un campamento existente hace más de 20 años.
- El presente proyecto tiene como objetivo principal facilitar al área de Talento Humano el proceso de capacitación a un mayor número de funcionarios al

año, y de acuerdo al análisis de beneficio ascendería a 2304 funcionarios capacitados anualmente.

## 5.2 Recomendaciones

- Con la finalidad de mantener los estándares empresariales en el tema de cableado estructurado, se recomienda implementar una red cableada con categoría 6A, en vista de que el ancho de banda requerido en este proyecto supera los 100 Mbps, ancho de banda máximo de transmisión realizado por un cable de red categoría 5e.
- Solicitar la certificación de cada uno de los puntos de red, como una garantía técnica al cumplimiento de las normas del sistema de cableado estructurado en 10GBASE-T para este tipo de cableado.
- Planificar conjuntamente la implementación del cableado estructurado con el oferente del reacondicionamiento de obra, con la finalidad de realizar un trabajo armónico entre la instalación del presente proyecto y la remodelación de la infraestructura civil.
- El cuarto de telecomunicaciones debe tener acceso a la canalización principal de la sede y a la canalización horizontal de las oficinas, creando las condiciones de temperatura y ventilación del aire adecuados en dicha área.
- Mantener el firmware de switches y Access points actualizado, para lo cual se debe realizar las descargas y actualizaciones correspondientes y así prevenir errores o pérdida de información, debido a que la red soportará comunicaciones en tiempo real como es el caso de las videoconferencias.

## REFERENCIAS

- Angosto, L. (2.009). *Diagramas de Radiación de una Antena*. Recuperado el 25 de febrero de 2013 de [http://tache.gnu.org.ve/?page\\_id=986](http://tache.gnu.org.ve/?page_id=986)
- Arl. (s.f.). *Soluciones blindadas c6a vs. soluciones utp c6a*. Recuperado el 18 de enero de 2013 de [http://www.arl.com.co:81/especificaciones/C6A\\_STPvsUTP.pdf](http://www.arl.com.co:81/especificaciones/C6A_STPvsUTP.pdf)
- Azuay, U. (2006). *Proyectos Curso Cableado Estructurado*. Recuperado el 14 de enero de 2013 de [http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/cableado\\_estructurado.pdf](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/cableado_estructurado.pdf)
- Cisco. (2009), *Cisco Aironet 1300 Series Outdoor Access Point or Bridge Datasheet*. Recuperado el 1 de abril de 2013 de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1300-series/product\\_data\\_sheet09186a00802252e1.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1300-series/product_data_sheet09186a00802252e1.pdf)
- Cisco. (2013). *Soluciones unificadas videoconferencia*. Recuperado el 1 de abril de 2013 de <http://www.cisco.com/web/ES/products/videoconferencia.html>
- Cisco. (2012). *Telefonía IP*. Recuperado el 15 de enero de 2013 de <http://www.cisco.com/web/ES/products/telefonía-IP.html>
- Cisco. (2013). *Videoconferencia*. <http://www.cisco.com/web/ES/products/videoconferencia.html>
- Cisco. (2013). *Voz sobre IP*. [http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73295\\_bwidth\\_consume.html](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73295_bwidth_consume.html)

Cisco. (2013). Cisco Catalyst 3560-X Series Switches. Recuperado el 15 de abril de 2013 de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-3560-x-series-switches/models-comparison.html>

Cisco. (2013). Cisco Aironet 1130AG IEEE 802.11 A/B/G Access Point. Recuperado el 15 de Abril de 2013 de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1130-ag-series/product\\_data\\_sheet0900aecd801b9058.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1130-ag-series/product_data_sheet0900aecd801b9058.html)

Computopractico. (s.f.). *CISCO. CCNA 1 – 2.1.4 Topología de red*. Recuperado el 16 de enero de 2013 de <http://computopractico.blogspot.com/2009/08/ccna-1-214-topologia-de-red-resumen.html>

Conelec. (2013). [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=23](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=23)

CtmElectrónica. (s.f.). *NT 4 rev1.0 Alcances Teóricos y Prácticos*. Recuperado el 15 de abril de 2013 de <http://www.ctmelectronica.com.ar/index.php/descargas/descargas/notas-tecnicas/nt04-alcances-teoricos-y-practicos-pdf/detail>

Dexson. (s.f.). *Canales Lisas*. Recuperado el 15 de marzo de 2013 de [http://www.dexson.com/canales\\_lisas.htm](http://www.dexson.com/canales_lisas.htm)

Dexson. (s.f.). *Canales Ranuradas*. Recuperado el 15 de marzo de 2013 de [http://www.dexson.com/canales\\_ranuradas.htm](http://www.dexson.com/canales_ranuradas.htm)

Docenteuol. (s.f.). *Repartidores horizontales*. Recuperado el 19 de febrero de 2013 de [http://docente.uol.mx/al966447/public\\_html/cableado.htm](http://docente.uol.mx/al966447/public_html/cableado.htm)

Farfán, N., (2008). *Material de conferencia, Nuevas Tecnologías en Conectividad: Verdades Sobre Categoría 7 y Sus Aplicaciones*. Quito, Ecuador: Siemon – Casa del Cable.

- González, F. (2008). *Diapositivas de sistemas de cableado estructurado*. Quito, Ecuador: ESFOT-EPN.
- Guiadigital. (s.f.). *Diseño para el Acceso Rápido – Peso de las páginas*. Recuperado el 18 de marzo de 2013 de <http://www.guiadigital.gob.cl/articulo/disenoparaelaccesorapido#t04peso>
- Hardeareandsoftware. (s.f.). *Cables para redes*. Recuperado el 26 de enero de 2013 de <http://www.hardwareandsoftware.com/menu-lateral/red-cabred.htm>
- Hidalgo, E. y Puga, S. (2008). *Administración y Seguridad de Redes Inalámbricas*. Quito, Ecuador: Vera Quintana Asoc.
- Hidalgo, P. (2008). *Folleto de redes de Área Local*. Quito, Ecuador: EPN.
- Hostingperu. (s.f.). *Que es Intranet y Como funciona Intranet*. Recuperado el 8 de marzo de 2013 de [http://www.hosting-peru.net/que\\_es\\_intranet.html](http://www.hosting-peru.net/que_es_intranet.html)
- Iep. (2011). *I.E.P. Modalidad Virtual*. Recuperado el 17 de enero de 2013 de [http://iep.e-educativa.com/acceso.cgi?id\\_curso](http://iep.e-educativa.com/acceso.cgi?id_curso)
- Iturrioz Del Campo, J., (2013). Tasa Interna de Retorno o Rentabilidad (TIR). Recuperado el 19 de junio de 2013 de <http://www.expansion.com/diccionario-economico/tasa-interna-de-retorno-o-rentabilidad-tir.html>
- Joskowicz, J. (2009-2013). *Comunicaciones Corporativas Unificadas*. Recuperado el 1 de noviembre de 2013 de <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefonia%20sobre%20IP%202009.pdf> y de <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado%20%28paginas%20para%20tomar%20notas%29.pdf>

- Kioskea. (s.f.). *Router definición*. Recuperado el 16 de febrero de 2013 de <http://es.kioskea.net/faq/2757-que-es-un-router>
- Kioskea. (s.f.). *Propagación de las ondas de radio - propiedades de los Materiales*. Recuperado el 15 de enero de 2013 de <http://es.kioskea.net/contents/wireless/wlpropa.php3>
- Kioskea. (s.f.). *Protocolo Telnet*. Recuperado el 18 de enero de 2013 de <http://es.kioskea.net/contents/internet/telnet.php3>
- Kuhlmann, F. y Alonso, A. (1996). *Información y Telecomunicaciones*. (1ª. ed.). México, D.F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Morales, F. y Sarabia, D. (2011). *Reingeniería de la red de datos corporativa de la Empresa Alianza Compañía de Seguros y Reaseguros S.A. para la integración de servicios de telefonía IP*. Quito, Ecuador: EPN.
- Murillo, J. (2007). *Fórmulas de Radio propagación en Decibelios*. Recuperado el 3 de marzo de 2013 de <http://www.personal.us.es/murillo/docente/radio/documentos/decibelios.pdf>
- Piep. (s.f.). *I.E.P. Instituto de Estudios del Petróleo*. Recuperado el 17 de enero de 2013 de <http://piep.eppetroecuador.ec/>
- Quarea. (s.f.). *Gateway definición*. Recuperado el 15 de febrero de 2013 de [http://www.quarea.com/es/tutorial/Que\\_es\\_un\\_Gateway\\_VoIP](http://www.quarea.com/es/tutorial/Que_es_un_Gateway_VoIP)
- Rfidc. (s.f.). *Estándares inalámbricos*. [http://www.rfidc.com/docs/introduction\\_towireless\\_standards.htm](http://www.rfidc.com/docs/introduction_towireless_standards.htm)
- Seifert, R. (2008). *The complete Guide to LAN Switching Technology*. (2ª. ed.). U.S.A.:John Wiley & Sons.

- Siemon, (s.f.). *Network cabling solutions catalog*. Recuperado el 17 de enero de 2013 de <http://files.siemon.com/int-download-catalogs-system-catalog/us-system-catalog-2010.pdf>
- Siemon, (2012). Cuarto de telecomunicaciones. BuenasTareas.com. Recuperado el 2 de marzo de 2012 de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Siemon-Cuarto-De-Telecomunicaciones/3653954.html>
- Tanembaun, A. (2003). *Computer Networks*. (4ª. ed.). Edo. México, México: Pearson-Prentice Hall
- Textoscientíficos. (2006). *TCP/IP y el modelo OSI*. Recuperado el 19 de enero de 2013 de <http://www.textoscientificos.com/redes/tcp-ip/comparacion-modelo-osi>
- Todoredes. (s.f.). *Gateway*. Recuperado el 1 de febrero de 2013 de <http://todoredes.com/gateway-puerta-de-enlace.html>
- Tripplite. (s.f.). *Rack Abierto*. Recuperado el 20 de marzo de 2013 de <http://www.tripplite.com/es/products/model.cfm?txtModelID=4552>
- Tvcmex. (s.f.). *Características del cableado estructurado*. Recuperado el 17 de enero de 2013 de [http://tvc.mx/tienda/catalog/product\\_info.php?products\\_id=323231](http://tvc.mx/tienda/catalog/product_info.php?products_id=323231)
- Uaeh. (2009). *Red Institucional de Videoconferencia*. Recuperado el 19 de enero de 2013 de <http://www.uaeh.edu.mx/virtual/riv/videoconferencia.php>
- Williamcastelunad. (s.f.). *Redes Locales Básicas*. Recuperado el 15 de enero de 2013 de <http://williamcastelunad.blogspot.com/>

## GLOSARIO

### -A-

**ADMINISTRACIÓN** El método para etiquetar, identificar, documentar y efectuar movimientos, adiciones y cambios al cableado y canalizaciones.

**AES** (Advanced Encryption Standard), Estándar de Encriptación Avanzado.

**ANSI** (American National Standards Institute), Instituto Americano de Estándares Nacionales.

**AP** (Access Point), Punto de Acceso.

**ÁREA DE TRABAJO** Espacio en el edificio, contenedor o taller donde los usuarios interactúan con el equipo terminal.

**ATENUACIÓN** Pérdida de voltaje a lo largo del cable.

**AWG** Calibre de cables (American Wire Gauge).

### -B-

**BLINDAJE** Capa metálica puesta alrededor de un conductor o grupo de conductores o accesorios de conexión.

### -C-

**CABLE DE TELECOMUNICACIONES** Ensamble de uno o más conductores de cobre o fibras ópticas aisladas entre sí, en una cubierta común y dispuesta de manera que permitan el uso de conductores o fibras individualmente o en grupos.

**CABLEADO** Conjunto de cables, alambres, cordones y elementos de conexión.

**CANAL (REFERIDO A VÍAS Y ACCESOS)** Apertura, usualmente rectangular a través de una pared, piso o techo para permitir el paso de cables o alambres.

**CANAL (REFERIDO A TELECOMUNICACIONES)** Trayectoria de transmisión de extremo a extremo, a la cual se conecta un equipo de aplicación específica.

**CANALIZACIÓN** Cualquier medio diseñado para sostener alambres o cables. Por ejemplo: tuberías, escaleras portacables, ductos, etc.

**CONEXIÓN A TIERRA** Conexión conductiva hacia tierra o hacia algún cuerpo conductivo que haga la función de tierra, ya sea intencional o accidental.

**CT (CUARTO DE TELECOMUNICACIONES)** Espacio cerrado para alojar equipo, terminaciones de cable y cableado de interconexión entre el cableado horizontal y el cableado principal.

**-D-**

**DNS** (Domain Name Server), Servidor de Nombres de Dominio.

**DUCTO** Canal cerrado para transportar y proteger cables o alambres generalmente usado para conducirlos bajo tierra o ahogado en concreto.

**-E-**

**EDIFICIO** Este término contempla edificios de oficinas, almacenes, hospitales, guarderías, deportivos, portadas de acceso, colonias habitacionales y todos aquellos edificios no incluidos en la definición de Áreas Industriales.

**EIA** (Electronics Industries Association), Asociación de Industrias Electrónicas.

**EIRP** Potencia radiada isotrópica emitida

**ELEMENTOS PASIVOS** Cables y accesorios de conexión.

**ENTRADA DE SERVICIOS EXTERNOS DE TELECOMUNICACIONES** Entrada de un edificio para cables de servicios de redes públicas; comprendiendo desde el punto de entrada en la pared del edificio, y continuando hasta el cuarto o espacio de acometida.

**EQUIPO TERMINAL** Elementos tales como un teléfono, una computadora personal, una terminal de vídeo, etc.

**ETSI** (European Telecommunications Standards Institute), Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas.

**-F-**

**FHSS** (Frequency Hopping Spread Spectrum), Espectro Disperso de Salto de Frecuencia.

**F/UTP** Par trenzado blindado.

**FTP** Cable con conductores reunidos en grupos de pares trenzados, con una cubierta primaria en forma de pantalla, fabricada de aluminio y un conductor de drenaje.

**-H-**

**HR/DS o HR/DSSS** (High-Rate Direct Sequence), Secuencia Directa de Alta Tasa.

**HTTP** (Hypertext Transfer Protocol), Protocolo de Transferencia de páginas de Hipertexto.

**-I-**

**IE** Interferencia electromagnética.

**IEEE** (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

**INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES** Conjunto de todos aquellos elementos de canalización que proporcionan el soporte básico para la distribución de todos los cables.

**IP** (Internet Protocol), Protocolo de Internet.

**ISO** (International Standards Organization), Organización de Estándares Internacionales.

**ISP** (Internet Service Provider), Proveedor de Servicio de Internet.

**-L-**

**LAN** (Local Area Network), Red de Área Local.

**LMDS** (Local Multipoint Distribution Service), Servicio de Distribución Multipunto.

**LONGITUD** La longitud no puede sobrepasar 90 metros especificados por la norma.

**-M-**

**MAC** (Medium Access Control), Capa de Control de Acceso al Medio.

**MAPEO** Se refiere a la correcta conexión en los jacks.

**Mbps** Megabits por segundo.

**MEDIO DE TRANSMISIÓN** Alambre, cable de cobre o fibra óptica, usados para el transporte de los servicios de telecomunicaciones.

**MHz** Megahertz.

**-O-**

**OSI** (Open Systems Interconnection), Interconexión de Sistemas Abiertos.  
ov Atenuación obstáculo de vidrio.

**-P-**

**PATCH CORD** Cable multifilar de longitud variable con conectores en ambos extremos, empleado para unir circuitos de telecomunicaciones en los distribuidores de cableado.

**PATCH PANEL** Conjunto de conectores en un mismo plano o ensamble usados para efectuar la terminación de los cables, facilitando la conexión de cruce y la administración de cableado.

**PC** (Personal Computer), Computador Personal.

**PÉRDIDA DE RETORNO** Energía reflejada por las diferencias de impedancia de los componentes instalados.

**PN** (Packet Number), Número de Paquete.

**petroecuador.com**, Dominio Windows para PETROECUADOR.

**PTx** Potencia de transmisión calculada de Access Point.

**PULG** Pulgadas.

**PVC** Cloruro de polivinilo, termoplástico de aplicación general.

**-Q-**

**Q&S** (Quality of Service), Calidad de Servicio.

**QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying), Claves de Cambio de Fase en Cuadratura.

**-R-**

**RF** (Radio Frequency), Radio Frecuencia.

**rs** Sensibilidad de recepción.

**Rx** Recepción.

**-S-**

**SSID** (Service Set Identify), Identificador de Conjunto de Servicios.

**ST** Salida de telecomunicaciones.

**-T-**

**TCP/IP** (Transport Control Protocol/Internet Protocol), Protocolo de Control. de Transporte/Protocolo de Internet.

**TELECOMUNICACIONES** Toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos (Ley Federal de Telecomunicaciones).

**TIA** (Telecommunications Industry Association), Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.

**TIC** Tecnología de Información y Comunicación. Un término genérico que engloba las técnicas utilizadas para automatizar el manejo y recuperación de información, incluyendo computación, telecomunicaciones e informática.

**TOPOLOGÍA** Arreglo físico o lógico de un sistema de telecomunicaciones.

**TPC** (Transmit Power Control), Control de Potencia de Transmisión.

**TUBO CONDUIT** Canalización de sección transversal circular, del material autorizado para cada uso.

**-U-**

**UTP** Par trenzado de cobre sin blindar.

**-V-**

**VLAN** (Virtual LAN), Redes LAN Virtuales.

**VoIP** (Voice over IP), Voz sobre IP.

**-W-**

**WAN** (Wide Area Network), Red de Área Extendida.

**WCS** (Cisco Wireless Control System), Sistema de Control Inalámbrico.

**WDS** (Wireless Distribution System), Sistema de Distribución Inalámbrico.

**WEP** (Wired Equivalent Privacy), Privacidad Equivalente Cableada.

**Wi-Fi** (Wireless Fidelity), Fidelidad Inalámbrica.

**WLAN** (Wireless Local Area Network), Redes Inalámbricas de Área Local.

## **ANEXOS**

## **Anexo 1. Plano**

Plano arquitectónico impreso, distributivo de salidas de información en la red del IEP Sede Guarumo, que indican:

- A. Plano Arquitectónico IEP Sede Guarumo
- B. Ubicación de cada toma y su nombre asignado
- C. Simbología y Nomenclatura.

**Anexo 2.****Administración Plataforma Virtual del I.E.P. E-DUCATIVA.**

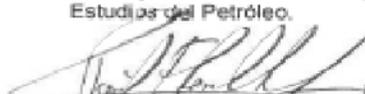
www.eppetroecuador.ec

**MEMORANDO INTERNO 27005 -PIEP-A6B-2011**

**PARA:** SR. MAXIMO VIÑAMAGUA ✓  
**c.c.:** COORDINADOR GENERAL DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETROLEO, ENC.  
**DE:** COORDINADOR GENERAL ACADEMICO, ENC.  
**ASUNTO:** ENCARGO ADMINISTRACION PLATAFORMA E-DUCATIVA  
**FECHA:** 2011-10-12

Una vez suscrito el contrato 2011320, con la empresa CENTROCICC, para el servicio de arrendamiento de la plataforma LMS - educativa en el Instituto de Estudios del Petróleo en EP PETROECUADOR y con la finalidad de viabilizar la operatividad inmediata de la misma, encargo a usted la administración temporal de la plataforma velando por el cumplimiento de las cláusulas estipuladas en el contrato antes indicado y los pliegos que para el efecto se elaboraron y fueron parte del proceso contractual.

El administrador de la Plataforma deberá presentar un informe mensual sobre el cumplimiento del contrato, con copia al Coordinador General del Instituto de Estudios del Petróleo.

  
Ing. P. J. Cevallos Acosta  
574332



### Anexo 3. Configuración de Seguridad de la Red

Basándose en la Tabla No. 26, se presenta la siguiente configuración:

a) Configuración en Switch 1 de 48 puertos

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#hostname S1
```

```
#Desactivación de la búsqueda DNS
```

```
S1(config)#no ip domain-lookup
```

```
#Contraseña del modo privilegiado y secreto
```

```
S1(config)#enable password udla2013
```

```
S1(config)#enable secret udla2013
```

```
#Configurar la contraseña para el ingreso por consola
```

```
S1(config)#line console 0
```

```
S1(config-line)#password udla2013
```

```
S1(config-line)#login
```

```
S1(config-line)#exit
```

```
#Configurar la contraseña para el ingreso por terminales virtuales
```

```
S1(config)#line vty 0 4
```

```
S1(config-line)#password udla2013
```

```
S1(config-line)#login
```

```
S1(config-line)#exit
```

```
S1(config)#
```

#Crear VLANs

```
S1(config)#vlan 2
```

```
S1(config-vlan)#name admiep
```

```
S1(config-vlan)# vlan 3
```

```
S1(config-vlan)#name apauditorio
```

```
S1(config-vlan)#vlan 4
```

```
S1(config-vlan)#name apcomedor
```

```
S1(config-vlan)#vlan 5
```

```
S1(config-vlan)#name apadmsede
```

```
S1(config-vlan)#vlan 6
```

```
S1(config-vlan)#name aulas
```

```
S1(config-vlan)#exit
```

#Asignar VLANs a diferentes puertos

```
S1(config)#interface range fastEthernet 0/3-14
```

```
S1(config-if-range)#switchport access vlan 2
```

```
S1(config-if-range)#interface fastEthernet 0/15
```

```
S1(config-if)#switchport access vlan 3
```

```
S1(config-if)#interface fastEthernet 0/16
```

```
S1(config-if)#switchport access vlan 4
```

```
S1(config-if)#interface fastEthernet 0/17
```

```
S1(config-if)#switchport access vlan 5
```

```
S1(config-if)#interface range fastEthernet 0/18-48
```

```
S1(config-if-range)#switchport access vlan 6
```

```
S1(config-if-range)#exit
```

```
S1(config)#
```

#Asignar IP a la VLANs

```
S1(config)#interface vlan 2
```

```
S1(config-if)#ip address 192.168.1.161 255.255.255.240
```

```
S1(config-if)#no shutdown
```

```
S1(config-if)#interface vlan 3
S1(config-if)#
S1(config-if)#ip add 192.168.1.65 255.255.255.192
S1(config-if)#no shutdown
S1(config-if)#interface vlan 4
S1(config-if)#ip add 192.168.1.129 255.255.255.224
S1(config-if)#no shut
S1(config-if)#interface vlan 5
S1(config-if)#
S1(config-if)#ip add 192.168.1.177 255.255.255.240
S1(config-if)#no shutdown
S1(config-if)#interface vlan 6
S1(config-if)#ip add 192.168.1.1 255.255.255.192
S1(config-if)#no shutdown
S1(config-if)#exit
```

#Crear puertos trunk para comunicar VLANs

```
S1(config)#interface fastEthernet 0/1
S1(config-if)#switchport mode trunk
S1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3,4,5,6
S1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
S1(config-if)#ip routing
S1(config)# exit
S1(config)#interface fastEthernet 0/2
S1(config-if)#switchport mode trunk
S1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3,4,5,6
S1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
S1(config-if)#ip routing
S1(config)# exit
```

#Configurar listas de acceso (ACL) a la interfaz de la VLAN en el Switch 1

S1#configure terminal

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.0 0.0.0.63 eq 22 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.0 0.0.0.63 eq 23 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.64 0.0.0.63 eq 22 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.64 0.0.0.63 eq 23 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.128 0.0.0.31 eq 22 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.128 0.0.0.31 eq 23 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.160 0.0.0.15 eq 22 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.160 0.0.0.15 eq 23 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.176 0.0.0.15 eq 22 any

S1(config)# access-list 120 deny tcp 192.168.1.176 0.0.0.15 eq 23 any

#Permitir todo lo que se requiere

S1(config)# access-list 120 permit tcp any eq www any

S1(config)#access-list 120 permit tcp any any

S1(config)# access-list 120 permit udp any any

S1(config)# access-list 120 deny any any

S1(config)#exit

#Permitir todo lo que se requiere

S1#

S1#configure terminal

S1(config)# interface vlan 2

S1(config-if)#ip access-group 120 out

S1(config)# interface vlan 3

S1(config-if)#ip access-group 120 out

S1(config)# interface vlan 4

S1(config-if)#ip access-group 120 out

S1(config)# interface vlan 5

S1(config-if)#ip access-group 120 out

```
S1(config)# interface vlan 6
```

```
#Activar la seguridad de puerto en la interfaz
```

```
S1(config-if-range)#switchport port-security
```

```
#Establecer a 2 como número máximo de direcciones seguras
```

```
S1#configure terminal
```

```
S1(config)#interface fastEthernet 0/3-14
```

```
S1(config-if)#switchport port-security maximum 2
```

```
#Desactivar el puerto cuando se supera el número máximo de direcciones MAC seguras
```

```
S1(config-if-range)#switchport port-security violation shutdown
```

```
#Activar el aprendizaje sin modificaciones.
```

```
S1(config-if-range)#switchport port-security mac-address sticky
```

```
S1(config)#interface fastEthernet 0/18-48
```

```
S1(config-if)#switchport port-security maximum 2
```

```
S1(config-if-range)#switchport port-security violation shutdown
```

```
S1(config-if-range)#switchport port-security mac-address sticky
```

```
#Volver al modo EXEC privilegiado.
```

```
S1(config-if-range)# end
```

```
S1(config)#
```

b) Ejemplo de configuración en Switch 2 de 24 puertos

```
Switch>enable
```

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#hostname S2
```

#Desactivación de la búsqueda DNS

S2(config)#ip domain-lookup

#Contraseña del modo privilegiado y secreto

S2(config)#enable password udla2013

S2(config)#enable secret udla2013

#Configurar la contraseña para el ingreso por consola

S2(config)#line console 0

S2(config-line)#password udla2013

S2(config-line)#login

S2(config-line)#exit

#Configurar la contraseña para el ingreso por terminales virtuales

S2(config)#line vty 0 4

S2(config-line)#password udla2013

S2(config-line)#login

S2(config-line)#exit

S2(config)#vlan 6

S2(config-vlan)#name aulas

S2(config-vlan)#exit

S2(config)#interface range fastEthernet 0/2-19

S2(config-if-range)#switchport access vlan 6

S2(config-if-range)#no shutdown

S2(config-if-range)#exit

S2(config)#

S1(config)#interface fastEthernet 0/2-19

S1(config-if)#switchport port-security maximum 2

S1(config-if-range)#switchport port-security violation shutdown

```
S1(config-if-range)#switchport port-security mac-address sticky
```

```
#Crear puertos trunk para comunicar VLANs
```

```
S1(config)#interface fastEthernet 0/1
```

```
S1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 2,3,4,5,6
```

```
S1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
```

```
S1(config-if)#ip routing
```

```
S1(config)# exit
```

```
S2(config-if)#
```

## Anexo 4. Lista de precios Remodelación Sede Guarumo (Obra Civil)

PROYECTO: REMODELACION Y EQUIPAMIENTO DE LA SEDE DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETROLEO EN GUARUMO					
ITEM	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Replanteo y nivelación	m2	405.97	1.07	434.39
2	Derrocamiento a mano de mampostería	m2	17.90	13.76	246.30
3	Rotura de pavimento a mano	m2	14.00	18.02	252.28
4	Acero de refuerzo 8-12 mm (con alambre galvanizado No. 18)	KG	65.00	2.22	144.30
5	Mampostería de bloque e=15 cm	m2	65.00	11.99	779.35
6	Contrapiso H.S 180 kg/cm2, e=6 cm	m2	16.00	22.74	363.84
7	Masillado de pisos	m2	400.00	6.29	2,516.00
8	Acera H.S. 180 kg/cm2, e=6 cm	m2	10.00	19.28	192.80
9	Cajas de revisión (0,80 x 0,80 x 0,80) c/ tapa de H.A.	u	2.00	116.75	233.50
10	Ventana de aluminio natural c/ vidrio esmerilado de 6 mm	m2	4.80	87.74	421.15
11	Retiro de pisos y cerámicas existentes en oficinas	m2	400.00	11.23	4,492.00
12	Retiro de cielo falso existente	m2	260.00	4.42	1,149.20
13	Retiro de puertas deterioradas	u	14.00	9.66	135.24
14	Retiro de piezas sanitarias y puntos de aguas existentes	u	6.00	8.80	52.80
15	Retiro de instalación eléctrica (incl. Piezas)	m	78.00	2.78	216.84
16	Cambio de vidrio de 6 mm en ventanas	m2	16.80	23.55	395.64
17	Pisos de porcelanato	m2	400.00	37.72	15,088.00
18	Barrederas de porcelanato	m	112.84	11.70	1,320.23
19	Cerámica para pisos de baños	m2	35.00	24.74	865.90
20	Cerámica para paredes de baños	m2	165.00	23.53	3,882.45
21	Tumbado falso, planchas de emstron 1/2" (con susp. Met.)	m2	300.00	15.62	4,686.00
22	Gypsum en tumbado de 1/2" estucado	m2	100.00	21.83	2,183.00
23	Enlucido vertical, incluye andamios	m2	130.00	7.31	950.30
24	Estucado interior paredes	m2	1,200.00	4.71	5,652.00
25	Pintura interior/exterior paredes (latex vinyl acrílico)	m2	1,200.00	3.60	4,320.00
26	Puerta de aluminio c/ vidrio claro y esmerilado de 6 mm	m2	18.00	158.36	2,850.48
27	Puerta de vidrio templado	m2	7.50	206.98	1,552.35
28	Mampara de aluminio c/ vidrio claro de 6 mm	m2	10.50	128.66	1,350.93
29	Puerta de madera sólida (incluye marco y tapamarco)	u	15.00	229.26	3,438.90
30	Cerradura puerta llave llave (Tipo Kwikset)	u	12.00	30.49	365.88
31	Cerradura puerta baño (Tipo Kwikset)	u	8.00	24.64	197.12
32	Mesón de granito (mármol cultivado) o similar	m	12.00	168.18	2,018.16
33	Mueble de baño	m	6.00	242.97	1,457.82
34	Mueble bajo de cafetería con lavacopas	m	4.20	308.02	1,293.68
35	Mueble alto de cafetería	m	3.95	319.37	1,261.51
36	Divisiones de gypsum en baños	m2	1.20	32.65	39.19
37	Especo de baño (0,80 x 0,80 m) incl. Apliques de luz	u	7.00	61.81	432.67
38	Persianas o cortinas en ventanas	m2	56.45	30.10	1,699.15
39	Señalética	u	18.00	13.57	244.26
40	Murales de publicidad	u	7.00	73.97	517.79
41	Gabinete con implementos contra incendios *	u	2.00	2,378.06	4,756.12
42	Llave de control tv 1/2"	u	8.00	9.99	79.92
43	Instalación agua potable 1/2" cobre	ptos	16.00	79.20	1,267.20
44	Tubería agua potable 3/4" (cobre)	m	40.00	32.28	1,291.20
45	Tubería agua potable 1" (cobre)	m	30.00	40.53	1,215.90
46	Tubería PVC desague 110 mm	ptos	6.00	34.60	207.60
47	Tubería PVC desague 50 mm	ptos	17.00	17.36	295.12
48	Canalización PVC desague 110 mm	m	30.00	12.24	367.20
49	Bajantes de agua lluvia PVC 75 mm	m	60.00	11.52	691.20
50	Canal de tol para aguas lluvias	m	160.00	19.50	3,120.00
51	Poncheras de tol para aguas lluvias	u	15.00	16.87	253.05

## Anexo 4

PROYECTO: REMODELACION Y EQUIPAMIENTO DE LA SEDE DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETROLIO EN GUARUMO

52	Inodoro FV (línea intermedia)	u	8,00	124,38	746,28
53	Lavamanos empotrable Plasmade Edesa	u	7,00	69,52	487,34
54	Urinario (línea intermedia)	u	2,00	433,99	867,98
55	Grifería lavamanos pistón 8" (línea intermedia)	u	7,00	76,99	538,93
56	Dispensador de jabón líquido	u	4,00	18,37	73,48
57	Dispensador de papel	u	8,00	43,18	345,44
58	Secador de manos automático	u	4,00	83,01	332,04
59	Juego de accesorios Spazio suave	u	4,00	30,25	121,00
60	Rejillas de piso	u	6,00	12,13	72,78
ITEM	ELÉCTRICOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
61	Punto de iluminación Interior. Interruptor o conmutador-tubo conduit 1/2"-cables 12 AWG	pto	16,00	24,95	399,20
62	Tablero de distribución trifásico 225A, 220/127 V, 42 pto., para exterior (TDP)	u	1,00	1,195,21	1,195,21
63	Tablero de distribución monofásico 220A, 220/125 A, 16 pto., zapata principal para interiores (TDS)	u	1,00	297,94	297,94
64	Malla de puesta a tierra	u	1,00	514,77	514,77
65	Luminaria incandescente ojo de buey, cuerpo de aluminio, bulbo 30 W	u	8,00	35,60	284,80
66	Lámpara 3X60 W fluorescente incluye louver cromado 0,60 m x 1,20 m	u	48,00	66,38	3,166,24
67	Punto de tomacorriente regular polarizado 110 v - pared-tubo conduit 1/2", cable 12 AWG	pto	52,00	41,83	2,175,16
68	Punto de tomacorriente polarizado 110 v- desde UPS, sobre el piso color naranja	pto	9,00	44,72	402,48
69	Punto de tomacorriente polarizado GFCI 110 v- pared-tubo conduit 1/2", cable 12 AWG	pto	7,00	63,97	447,79
70	Luminaria-letrero de salida de emergencia, 2 cabezales	u	6,00	63,06	378,36
71	Punto eléctrico para aire acondicionado 220 V. Conduit 1", 2 x 10 AWG y 1 x 12 AWG	pto	13,00	94,43	1,227,59
72	Recorrido inst. eléctrica, tub. Conduit 1/2" cables #12	m	100,00	8,88	888,00
73	Recorrido inst. eléctrica, tub. Conduit 1" cables #10	m	100,00	14,24	1,424,00
74	Punto eléctrico para alimentación UPS. Conduit 1 1/4", 4 x #4 AWG + 1#6 AWG (G)	u	1,00	71,85	71,85
75	Tablero de distribución trifásico 220/127 V. 125 A-24 pto.-zapata principal, interiores, TDU	u	1,00	557,70	557,70
76	Punto de tomacorriente polarizado 110 v- desde UPS al tumbado, color naranja conduit 1/2"	u	4,00	40,40	161,60
77	Aires acondicionados	u	13,00	1,300,20	16,902,60
ITEM	MOBILIARIO SEDE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
94	Estación de trabajo	u	3,00	533,95	1,601,85
95	Sillas	u	64,00	71,03	4,545,92
96	Sillón ejecutivo	u	2,00	262,58	525,16
97	Papeleras metálicas	u	4,00	29,53	118,12
98	Archivador	u	4,00	582,09	2,328,36
99	Audliar (Credenza)	u	2,00	484,98	969,96
100	Sillón tripersonal	u	1,00	742,38	742,38
101	Mesa redonda	u	1,00	250,98	250,98
102	Mesas Bipersonales	u	24,00	449,58	10,797,12
103	Escritorio auxiliar	u	3,00	415,95	1,247,85
104	Mesa para conferencias	u	1,00	798,54	798,54
105	Butacas	u	40,00	484,98	19,399,20

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

SON:

PLAZO:

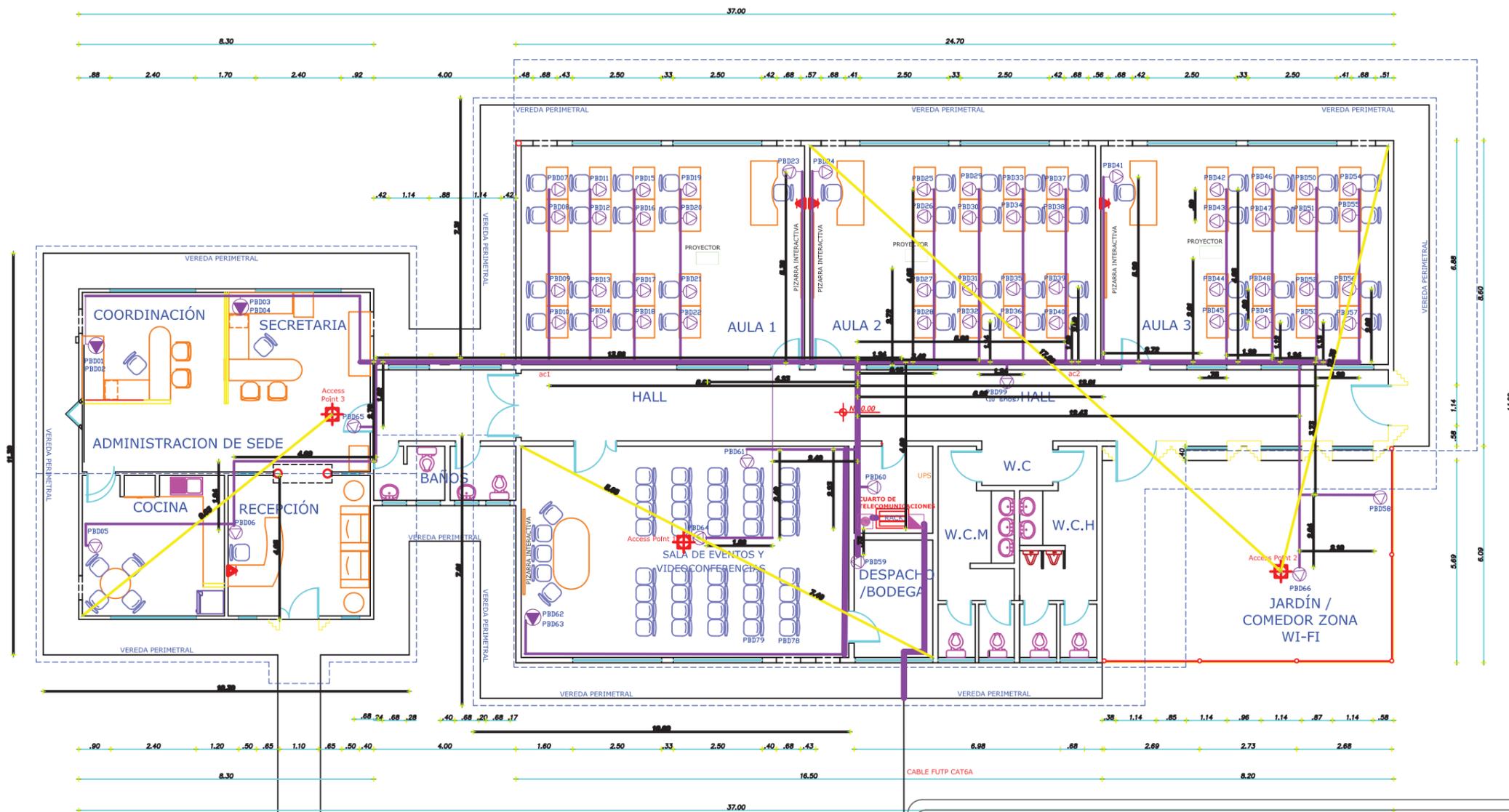
Quito,


ING. RUBEN SANCHEZ VALVERDE  
OFERENTE

# INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO - SEDE GUARUMO

ESCALA 1:135

## DIAGRAMA DE RED DE DATOS I.E.P. SEDE GUARUMO



SIMBOLOGIA	
	Toma simple
	Toma doble
	Malla puesta a Tierra
	Bajantes
	Rack
	Ductería red datos
	PUNTOS DE ACCESO INHALAMBRIKO
NOMENCLATURA	
PBD#	Planta Baja Datos (Número de pto. de red)



**INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO**

PROYECTO: <b>INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO                  I.E.P.</b>	CONTIENE: <b>Diseño de la red LAN para                  la Sede Guarumo del I.E.P.                  de EP PETROECUADOR</b>	N° LÁMINA: <p style="text-align: center; font-size: 24px;">1</p>
UBICACIÓN: <b>CAMPAMENTO GUARUMO D.A.</b>	DISEÑADO POR: <p style="text-align: center;">William Pinto G.  <small>ASISTENTE DE SOPORTE AL USUARIO                  DTTC-404</small></p>	REVISADO POR: <p style="text-align: center;">-----  <small>COORDINADOR GENERAL                  ACADÉMICO, ENC. PEP-ACD</small></p>
APROBADO POR: <p style="text-align: center;">-----  <small>COORDINADOR GENERAL DEL INSTITUTO                  DE ESTUDIOS DEL PETRÓLEO, ENC. PEP</small></p>	FECHA: <p style="text-align: center; font-size: 18px;"><b>JULIO                  2012 - 2013</b></p>	ESCALA: <p style="text-align: center; font-size: 18px;"><b>INDICADA</b></p>