



# **Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo**



## **Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura**

### **Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**

---

#### **TESIS**

Para obtener el título profesional de Ingeniero de Sistemas

#### **TITULO**

Diseño alternativo de una red LAN de voz y datos con acceso inalámbrico para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo - Lambayeque.

#### **PRESENTADO POR**

Francis Michael Castro Falen

Wilder Alessy Rubio Gordillo

Mayo, 2018  
Lambayeque, Perú

## **TITULO**

Diseño alternativo de una red LAN de voz y datos con acceso inalámbrico para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo - Lambayeque.

### **PRESENTADO POR**

---

Bach. Francis Michael Castro Falen  
RESPONSABLE

---

Bach. Wilder Alessy Rubio Gordillo  
RESPONSABLE

---

Ing. César Augusto Guzmán Valle  
ASESOR

### **APROBADO POR**

---

Mg. Ing. Robert Edgar Puican Gutierrez  
PRESIDENTE

---

Ing. Luis Alberto Llontop Cumpa  
SECRETARIO

---

Mg. Ing. Juan Elías Villegas Cubas  
VOCAL

# INFORMACIÓN GENERAL

## **Título de la Investigación**

Diseño alternativo de una red LAN de voz y datos con acceso inalámbrico para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo - Lambayeque.

## **Responsables de la Investigación**

### **Autor(es)**

- Francis Michael Castro Falen  
Email: michaelcastrofalen@hotmail.com
- Wilder Alessy Rubio Gordillo  
Email: wilrubgor@gmail.com

### **Asesor**

Ing. César Augusto Guzmán Valle

## **Orientación de la Investigación**

- **Área de Investigación**  
Desarrollo de tecnologías e innovación
- **Línea de Investigación**  
Redes, Sistemas Distribuidos y Comunicaciones

## **Lugar de Ejecución de la Investigación**

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque

## **Fecha de Inicio**

Diciembre, 2016

## **Fecha de Culminación**

Abril, 2018

## DEDICATORIA

*A mi madre Carmen, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.*

A Marcial, Por haberme apoyado a seguir creciendo profesionalmente.

A diana. Por haber estado pendiente con su apoyo y sus consejos.

**Michael**

Dedico la presente a mi padre Letaniel Rubio Gonzales y mi madre Lucila Gordillo Carranza, que con esfuerzo y sacrificio han logrado hacer de mí una persona de éxito profesional, por lo que les estoy eternamente agradecido, Dios me permita cuidarlos e iluminarles cada minuto de vida.

**Wilder**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar el agradecimiento sincero a nuestro asesor de tesis el Ing. Cesar Guzmán Valle, por su apoyo incondicional en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

También a todos los docentes que contribuyeron con mi formación profesional en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

De igual manera a los jurados expertos que aceptaron amablemente revisar el presente proyecto.

Y finalmente, a todas mis amistades que contribuyeron de alguna manera en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

**Michael**

A mis hermanos José, Milagros y Jesús por el respaldo incondicional, amor y cariño que me brindan día a día.

A mis maestros que en adelante serán mis colegas, valentía y entusiasmo supieron sembrar nuevos conocimientos y hacer de mí un profesional de bien.

A mis amigos por la comprensión y la complicidad para seguir avanzando todos como un equipo.

**Wilder**

# INDICE

TITULO	ii
INFORMACIÓN GENERAL	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vi
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	3
1.2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4. JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD DEL ESTUDIO	4
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES	7
2.2. BASE TEÓRICA	9
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	47
3.1. HIPÓTESIS	47
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	47
3.3. VARIABLES E INDICADORES	47
3.4. MÉTODO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	49
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
3.6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA.	49
CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCION	51
4.1. DISEÑO DE LA RED DE VOZ Y DATOS	51
4.1.1. Fase de Planificación	51
A. Necesidades de la Organización	54

B.	Ubicación Geográfico-plano	56
C.	Requerimientos detallados	61
D.	Resumen puntos de red	62
4.1.2.	Fase de Diseño	62
A.	Diseñar la topología de la red: Diseño Lógico	62
B.	Diseñar la topología de la red: Diseño Físico	66
C.	Definición de Equipos y Materiales	71
D.	Lista de materiales y equipos	76
E.	Análisis de costos	78
F.	Cálculo de consumo de ancho de banda	80
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>		<b>85</b>
5.1.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS A JUICIO DE EXPERTOS.	85
Pregunta 01		86
Pregunta 02		87
Pregunta 03		88
Pregunta 04		89
Pregunta 05		90
Pregunta 06		91
Pregunta 07		92
Pregunta 08		93
Pregunta 09		94
Pregunta 10		95
Dimensión Diseño Físico		96
Dimensión Diseño Lógico		96
Dimensión Cumplimiento de Estándares		96
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>98</b>
6.1.	CONCLUSIONES	98
6.2.	RECOMENDACIONES	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>100</b>
<b>ANEXO 01: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS RECOMENDADOS</b>		<b>101</b>
<b>ANEXO 02: SOLICITUD DIRIGIDA A EXPERTOS PARA SU COLABORACION PARA VALIDACION DEL DISEÑO PROPUESTO</b>		<b>110</b>

<b>ANEXO 03: CUESTIONARIO PARA VALIDACION DEL DISEÑO POR PARTE DE LOS EXPERTOS</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO 04: CUESTIONARIOS RESPONDIDOS POR LOS EXPERTOS</b>	<b>118</b>



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Mapa de Ubicación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 2: Esquema de Arquitectura de una Red Empresarial .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3: Arquitectura de Red basado en el Modelo OSI .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 4: Tamaños recomendados de Sala de Telecomunicaciones .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5: Ejemplo de distribución de una Sala de Telecomunicaciones .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 6: Tipos de Redes Ethernet y los tipos de cable que utilizan .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 7: Sistema de Cableado según recomendación 568-C.0.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 8: Tipos de conectores .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 9: Dimensiones del TBB .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 10: Puesta a Tierra para Telecomunicaciones.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 11: Tipos de Comunicación.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 12: Principales dispositivos de una Red LAN .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 13: Diseño Jerárquico de tres capas de Cisco.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 14: Red de datos sin implementación de VLANs .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 15: Red con segmentación de VLANs implementada .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 16: Listado de códec.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 17: Ciclo de vida de una Red de Datos.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 18: Metodología PDIOO.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 19: Cronograma de Actividades .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 20: Cronograma de Actividades (Continuación) .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 21: Plano Primer Nivel .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 22: Plano Segundo Nivel.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 23: Plano Tercer Nivel.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 24: Plano de Azotea .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 25: Enlaces al Datacenter UNPRG .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 26: Capa de Distribución de la Red Propuesta .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 27: Capa de Acceso de la Red Propuesta .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 28: Diseño Jerárquico de Red Propuesto.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 29: Distribución de Puntos de Red Primer Nivel .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 30: Distribución de Puntos de Red Segundo Nivel.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 31: Distribución de Puntos de Red Tercer Nivel.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 32: Rutas de fibra óptica .....</b>	<b>70</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1: Tabla de Clasificación de Redes Inalámbricas según su velocidad .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 2: Códigos de Colores para Etiquetado .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 3: Rango de direcciones IP privadas.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 4: Cuadro de Operacionalización de Variables .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 5: Puntos de Red Primer Nivel.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 6: Puntos de Red Segundo Nivel .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 7: Puntos de Red Tercer Nivel .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 8: Resumen de Puntos de Red .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 9: Etiquetado y metraje cable UTP- Primer Piso .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 10: Etiquetado y metraje cable UTP- Segundo Piso .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 11: Etiquetado y metraje cable UTP- Tercer Piso.....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 12 : Tabla Resumen de metraje. ....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 13 : Distribución de puertos en patch panel.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 14: Calculo del área de un cable UTP a usar .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 15: Capacidad canaleta 100x50mm .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 16: Capacidad canaleta 40x30mm .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 17: Capacidad canaleta 27x30mm .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 18: Cantidad de canaletas a usar .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 19: Conmutadores Elegidos en el diseño .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 20: Metraje de fibra óptica .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 21: Materiales y equipos .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 22: Costos de materiales y equipos .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 23: Costos de servicios.....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 24: Costo total .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 25: Resumen del ancho de banda, según el uso .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 26: Tráfico de red, según índice de simultaneidad. ....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 27: Consumo de ancho de banda, según índice de simultaneidad. ....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 28: Consumo de ancho de banda, según índice de simultaneidad al 100%. ....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 29: Respuestas de los expertos, según la encuesta .....</b>	<b>85</b>

## RESUMEN

La presente tesis propone un diseño alternativo para la red LAN para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, un diseño que integra voz y datos y además considera un acceso inalámbrico para poder dar las facilidades a los visitantes y los mismos trabajadores de esta facultad, permitiendo una convergencia de servicios que facilite las labores de los mismos en sus diferentes áreas de trabajo.

Se realizó el análisis de la situación actual de los ambientes administrativos del edificio en estudio, encontrando que no existía un diseño de red en el que se considere de forma integrada la transmisión de voz y datos, además de un acceso inalámbrico que en la actualidad es indispensable poseer por el uso tan difundido de los dispositivos móviles en diferentes ámbitos del quehacer humano.

Con este análisis se pudo establecer los requerimientos de comunicación de cada uno de los ambientes y poder así plantear un diseño que respetando las normas internacionales pueda cubrir dichos requerimientos además de un posible crecimiento en necesidades y servicios disponibles a través de esta red.

Para poder contrastar que nuestro diseño era el más adecuado, recurrimos a profesionales expertos con amplia preparación y experiencia en este rubro para que calificara dicho diseño para que revise y nos proporcione algunas sugerencias, las cuales fueron acogidas y con un diseño definitivo se pudo establecer los elementos necesarios para su implementación, y en base a ello la estructura de costos en los que se incurriría.

Finalmente se pudo contrastar en base al juicio de estos expertos que el diseño alternativo planteado si cumplía con los estándares internacionales para esta labor y tiene un correcto dimensionamiento para poder cubrir las necesidades actuales y futuras para lo cual está diseñado este nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

**Palabras Clave:** LAN, diseño, convergencia, inalámbrico, voz, datos.

## **ABSTRACT**

This thesis proposes an alternative design for the LAN network for the new administrative building of the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering of the National University Pedro Ruiz Gallo, a design that integrates voice and data and also considers a wireless access to provide the facilities to the visitors and the workers of this faculty, allowing a convergence of services that facilitates the work of the same in their different areas of work.

An analysis was made of the current situation of the administrative environments of the building under study, finding that there was no network design in which the transmission of voice and data was considered in an integrated way, in addition to a wireless access that is currently indispensable to possess by the widespread use of mobile devices in different areas of human endeavor. With this analysis it was possible to establish the communication requirements of each of the environments and thus be able to propose a design that respecting international standards can cover these requirements as well as a possible growth in needs and services available through this network. In order to verify that our design was the most appropriate, we resorted to expert professionals with extensive training and experience in this area to qualify this design to review and provide us with some suggestions, which were accepted and with a definitive design it was possible to establish the necessary elements for its implementation, and based on it the cost structure in which it would be incurred.

Finally it was possible to contrast based on the judgment of these experts that the alternative design raised if it met international standards for this work and has a correct dimensioning to cover the current and future needs for which this new administrative building of the Faculty is designed of Mechanical and Electrical Engineering of the National University Pedro Ruiz Gallo.

**Key Words:** LAN, design, convergence, wireless, voice, data.

## INTRODUCCION

En los últimos tiempos han ocurrido grandes avances en los ambientes tecnológicos, encontrando ahora computadoras más rápidas con una capacidad de procesamiento mayor, manejo de datos integrados, y provenientes de diversas fuentes, aplicaciones con manejo de cantidades ingentes de información (Big Data), datawarehouse, etc., y a medida que pasa el tiempo, van surgiendo nuevas tecnologías, avances, aplicaciones y la necesidad de compartir voz, datos y video por un mismo medio, se hace cada vez más necesario.

En un mundo donde la información debe fluir tan rápidamente como sea posible, y al mismo tiempo tenerla disponible desde cualquier lugar y de una manera confiable se necesita de una infraestructura de telecomunicaciones adecuada, lo que ha obligado también a que en este sector requiera de elementos que permitan estar a la par de dichos avances.

La presente investigación está basada en el diseño de una red de área local (LAN) que permita integrar voz y datos, además de poder acceder inalámbricamente a los recursos disponibles en dicha red, considerando normas internacionales que aseguren una adecuada calidad de servicio y un mejor acceso a todos los recursos que sean puestos a disposición de los usuarios a través de esta red.

Es por ello que el presente informe presenta cinco (5) capítulos, los cuáles se estructuran de la siguiente manera:

En el capítulo I, se presenta la problemática a solucionar, el planteamiento del problema, los objetivos y alcances de la investigación.

En el capítulo II, el Marco teórico, empezando con los antecedentes de investigaciones previas en las cuales nos hemos basado para poder encontrar los mejores componentes en el diseño a plantear, así como también las normas en las cuales nos hemos basado para poder plantearlo.

En el capítulo III, el Marco Metodológico, donde se detalla la metodología utilizada como es el tipo, diseño, la hipótesis y su forma de contrastación.

En el capítulo IV, se desarrolla la solución, donde se puede ver el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos planteados y al finalizar el diseño alternativo planteado como objetivo general de la presente tesis.

En el capítulo V, se presenta y analiza los resultados obtenidos del juicio de expertos al diseño planteado.

En el capítulo VI, como marco final, se especifican las conclusiones y recomendaciones del proyecto realizado.

Al final se incorporan algunos anexos donde podemos ver los cuestionarios diseñados para la validación del diseño por parte de los expertos, así como las cartas enviadas para asegurar su

colaboración con la presente investigación; también se considera aquí algunos documentos técnicos que detallan las características de los equipos seleccionados y normas en las que nos hemos basado para el estudio.

# CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Actualmente los administrativos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se encuentran realizando sus labores administrativas en el edificio ubicado geográficamente en  $6^{\circ}42'31.91''\text{S}$  latitud y  $79^{\circ}54'14.61''\text{O}$  longitud. (Ver Figura 1).

Para continuar, las autoridades tomaron la decisión de cambiar el lugar del centro de labores de los administrativos de la Facultad en mención teniendo la disponibilidad de un edificio recientemente construido el cual se ubica geográficamente en  $6^{\circ}42'29.36''\text{S}$  latitud y  $79^{\circ}54'15.76''\text{O}$  longitud. (Ver Figura 1) para lo cual serían reubicados en edificio mencionado el cual es motivo de análisis.



**Figura 1: Mapa de Ubicación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

Fuente: Elaboración Propia

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ha construido un nuevo edificio de 3 pisos con la finalidad de que sirva como ambiente de labores administrativas, el cual debe otorgar las comodidades básicas para el correcto desempeño de sus trabajadores, para lo cual debe contar con una infraestructura tecnológica adecuada que sirva para el procesamiento e intercambio de información, es por eso que en la presente tesis nos planteamos realizar un

estudio y diseño de una red de telecomunicaciones, que en un futuro pueda ser implementado, lo cual escapa al alcance del presente proyecto.

El proyecto de construcción del edificio no cuenta con una red de telecomunicaciones implementada, no cuenta con algún equipo y/o materiales de red de datos instalados hasta la fecha, antes de que el diseño planteado por la constructora sea ejecutado, se ve conveniente realizar un análisis de las necesidades futuras de comunicación de estos ambientes y contar así con una alternativa de diseño de dicha red que tome en cuenta dichas necesidades.

## **1.2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué características debe presentar el diseño de red de área local que satisfaga los requerimientos de comunicación de voz y datos del nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo?

## **1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente diseño se realizó para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

### **Conveniencia**

El diseño de red de voz y datos que se propone en el siguiente proyecto de investigación será beneficioso, pues brinda una alternativa para la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, con características técnicas recomendables para desarrollar las actividades de TI con las mejores condiciones necesarias a nivel de infraestructura de red.

### **Implicancia práctica**

El desarrollo del proyecto de investigación proporcionará muchas ventajas importantes con respecto al diseño inicialmente propuesto ya que en el diseño alternativo presentado se está considerando los diversos estándares internacionales vigentes para redes de voz y datos, además de la presencia de controles establecidos en el estándar IEEE 802.11, para comunicaciones inalámbricas.

### **Viabilidad tecnológica**

Con el diseño de la red de datos, telefonía IP y acceso inalámbrico, se tendrá una eficaz evaluación y diseño con los estándares descritos.



**Viabilidad económica**

El análisis de estructura de costes brindará la información suficiente para que la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica pueda tomar decisiones acertadas acerca de la inversión correcta en la implementación de los diseños, reduciendo así, gastos innecesarios que no aportan efectos positivos que suceden por adquirir equipos de menor calidad y que satisfagan las necesidades de la red.

**Viabilidad científica**

Esta investigación permitirá aportar una propuesta ya que servirá de guía para posteriores estudios que necesiten establecer la manera de cómo se debe diseñar una red de telecomunicaciones con las necesidades de datos, IP y acceso inalámbrico basada en estándares internacionales la cual mejorará la eficacia relacionados con TI de una organización.

**Viabilidad social**

Debido al hecho de que la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo se ha trazado objetivos estratégicos como son:

- Mejorar la calidad en la formación científica, Profesional y humanista con capacidad de liderazgo que contribuya al desarrollo de la sociedad.
- Modernizar la estructura educativa actual para el cumplimiento de los fines y objetivos de la Facultad.
- Propiciar y actualizar un servicio de calidad a los estudiantes, priorizando aquellos de menores recursos y alto rendimiento académico.

**1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- El nuevo diseño planteado está enmarcado en las políticas de estándares tecnológicos que la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo ha establecido.
- En la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo como en toda institución pública los cambios en ambientes se da con mucha frecuencia, aunque el diseño planteado posee cierta capacidad de flexibilidad, en algún momento podría resultar que no cumpla con alguna necesidad puntual que apareció posteriormente al diseño propuesto.

## **1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo general**

Realizar un diseño alternativo de red LAN de voz y datos con acceso inalámbrico para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un Análisis de la situación actual de los nuevos ambientes administrativos en estudio.
- Evaluar los requerimientos para cada uno de los ambientes para el diseño de la red cableada y para aquellos que necesitarían contar con acceso inalámbrico.
- Elaborar el Diseño del cableado vertical y horizontal.
- Elaborar el modelo del diseño planteado.
- Validar el modelo del diseño planteado por expertos en telecomunicaciones.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

A continuación se hará referencia a trabajos de investigación internacional, nacional y local que han sido tomados como antecedentes de la presente investigación por tener elementos bastante similares en el objetivo que se pretende lograr.

#### Tesis 1:

- **Título:**  
Diseño de una red LAN para el transporte de voz, datos y video para el municipio del Cantón Valencia Provincia De Los Ríos-Ecuador.
- **Entidad:**  
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica-escuela politécnica nacional.
- **Fecha de publicación:**  
Marzo 2015.
- **Autor:**  
Byron Omar Verdezoto Veloz.
- **Resumen:**  
La presente tesis consiste en el diseño de una red LAN que integre voz, datos y video con las características que permitan la conectividad y el ancho de banda necesario para el desarrollo tecnológico en cantón y de allí mejorar los servicios que se les ofrece a los ciudadanos, también se ofrece las bases necearías para un concurso de licitación.
- **Análisis de relación con la presente investigación**  
Nos permite contar con información acerca de los elementos que debemos tener en cuenta para poder diseñar la red LAN en voz y datos adecuada según requerimientos.
- **Referencia**  
(Verdezoto, 2015)

#### Tesis 2:

- **Título:**  
Diseño de una red inalámbrica para una empresa de Lima.
- **Entidad:**  
Pontificia universidad católica del Perú | PUCP.
- **Fecha de publicación:**

Octubre 2011.

- **Autor:**

Taylor Iván, Barrenechea Zavala.

- **Resumen:**

La presente tesis es diseñar una red lan inalámbrica para una empresa de Lima. Por tal motivo, se realiza un estudio de las principales tecnologías y estándar de comunicaciones inalámbricas de la actualidad como es el IEEE 802.11 en sus especificaciones 802.11a, 802.11b y 802.11g. Se describen los principales métodos de seguridad inalámbricos. Luego se selecciona la tecnología y un método de seguridad, teniendo en consideración los requerimientos de la empresa, se describen equipos a usar para luego ser seleccionados y configurados para su correcto funcionamiento. Se usará un simulador para comprobar el correcto funcionamiento de la red inalámbrica diseñada.

- **Análisis de relación con la presente investigación**

Nos permite contar con información relevante acerca del diseño y configuración de una red inalámbrica.

- **Referencia**

(Barrenechea, 2016).

### Tesis 3:

- **Título:**

Propuesta de actualización de la infraestructura de voz y datos de las escuelas de nivel medio superior de la UNAM

- **Entidad:**

Universidad Nacional Autónoma de México.

- **Fecha de publicación:**

Enero 2014

- **Autor:**

Lidia Gabriela Rivera Villar  
Amaury Ramírez Martínez

- **Resumen:**

*EL presente proyecto tiene como fin dar una propuesta de Actualización de la Red de Voz y Datos en las ENMS de la UNAM” se presenta la propuesta de actualización*

de la infraestructura de la red de telecomunicaciones, con el uso de estándares y normas.

- ***Análisis de relación con la presente investigación***

Nos permite tener una noción general de los estándares a utilizar cuando se necesita diseñar e implementar una buena red de datos y telefonía.

- ***Referencia***

(RIVERA VILLAR & RAMÍREZ MARTÍNEZ, 2014)

## **2.2. BASE TEÓRICA**

### **2.2.1. Red Informática**

Como indica (Tabembaum, 2003) define a una red informática como: un conjunto de dispositivos interconectados entre sí a través de un medio, que intercambian información y comparten recursos.

La estructura y el modo de funcionamiento de las redes informáticas actuales están definidos en varios estándares, siendo el más extendido el Modelo de Referencia OSI.

Pues es así que de dicha definición podemos identificar los actores principales en toda red informática, los cuales indicamos a continuación:

- **Dispositivos.** Son los que gestionan el acceso y las comunicaciones en una red.
- **Medio.** El medio es la conexión que hace posible que los dispositivos se relacionen entre sí.
- **Información.** Comprende todo elemento intercambiado entre dispositivos, tanto de gestión de acceso y comunicación, como de usuario final (texto, hipertexto, imágenes, música, video, etc.)
- **Recursos.** Es todo aquello que un dispositivo le solicita a la red.
- **Clasificación.** Según su envergadura, se clasifica de la siguiente manera:
  - ✓ **PAN** (Personal Area Network) o red de área personal: está conformada por dispositivos utilizados por una sola persona.
  - ✓ **LAN** (Local Area Network) o red de área local: es una red cuyo rango de alcance se limita a un área relativamente pequeña.
  - ✓ **WLAN** (Wireless Local Area Network) o red de área local inalámbrica: es una red LAN que emplea medios inalámbricos de comunicación.

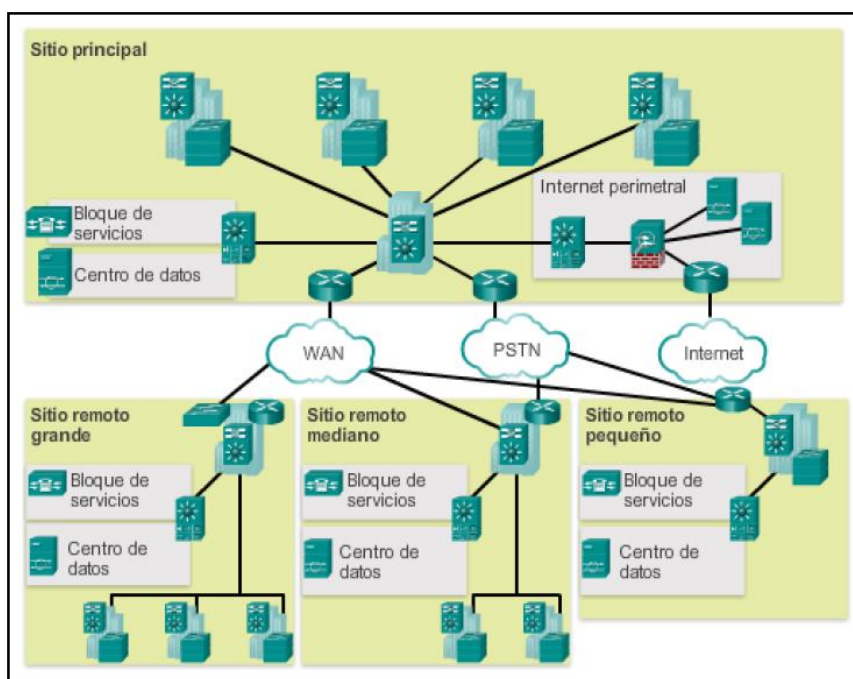
- ✓ **CAN** (Campus Area Network) o red de área de campus: es una red de dispositivos de alta velocidad que conecta redes de área local a través de un área geográfica limitada.
  - ✓ **MAN** (Metropolitan Area Network) o red de área metropolitana: es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica más extensa.
  - ✓ **WAN** (Wide Area Network) o red de área amplia: se extiende sobre un área geográfica extensa empleando medios de comunicación poco habituales, como satélites, fibra óptica, etc.
- **Velocidades de conexión.** La velocidad a la cual viaja la información en una red está dada por la velocidad máxima que soporta el medio de transporte. Entre los medios más comunes podemos afirmar que la fibra óptica es la más veloz, con aproximadamente 2 Gbps; después le sigue el par trenzado, con 100 Mbps a 1000 Mbps; y por último, las conexiones Wi-Fi, con 54 Mbps en promedio.

### 2.2.2. Arquitectura de Redes

Según el Instituto de Ciencia de la Computación de la Universidad de Granada se define a la Arquitectura de redes como un conjunto de protocolos y niveles que dan una solución completa a sistemas de Telecomunicaciones o Teleinformática. Las arquitecturas de red se caracterizan porque definen protocolos, estándares y formatos especiales.

- **Elementos de una Arquitectura de Red.** Algunos de los elementos que componen una red son: tarjetas de red, cables, conectores, concentradores, servidores, estaciones de trabajo, sistemas operativos entre otros.
- **Protocolo de Red.** Toda comunicación, independiente del medio en que se dé está regida por reglas. Un protocolo es un conjunto de reglas que gobiernan la comunicación de datos, además, se encarga de definir que se comunica, cómo se comunica y cuándo lo hace. Se utilizan en la comunicación entre distintas entidades de un sistema (aplicaciones, terminales, etc), de forma que "hablen el mismo idioma".
- **Características de un Protocolo.** A continuación se muestran algunas de las características de los protocolos:
  - ✓ Permitir ubicar un computador de forma inequívoca.
  - ✓ Permitir efectuar una conexión con otro computador.

- ✓ Permitir intercambiar información entre computadores de forma segura.
  - ✓ Separar a los usuarios de los enlaces telefónicos, satelitales y otros para el intercambio de información.
  - ✓ Permitir liberar la conexión organizadamente.
- **Elementos de un protocolo.** Los elementos primordiales de un protocolo son:
    - ✓ Sintaxis: se refiere al orden en el cual se presentan los datos (estructura del formato de los datos).
    - ✓ Semántica: se refiere al significado de cada conjunto de bits.
    - ✓ Temporización: define dos características: cuándo se deberían enviar los datos y con qué rapidez.

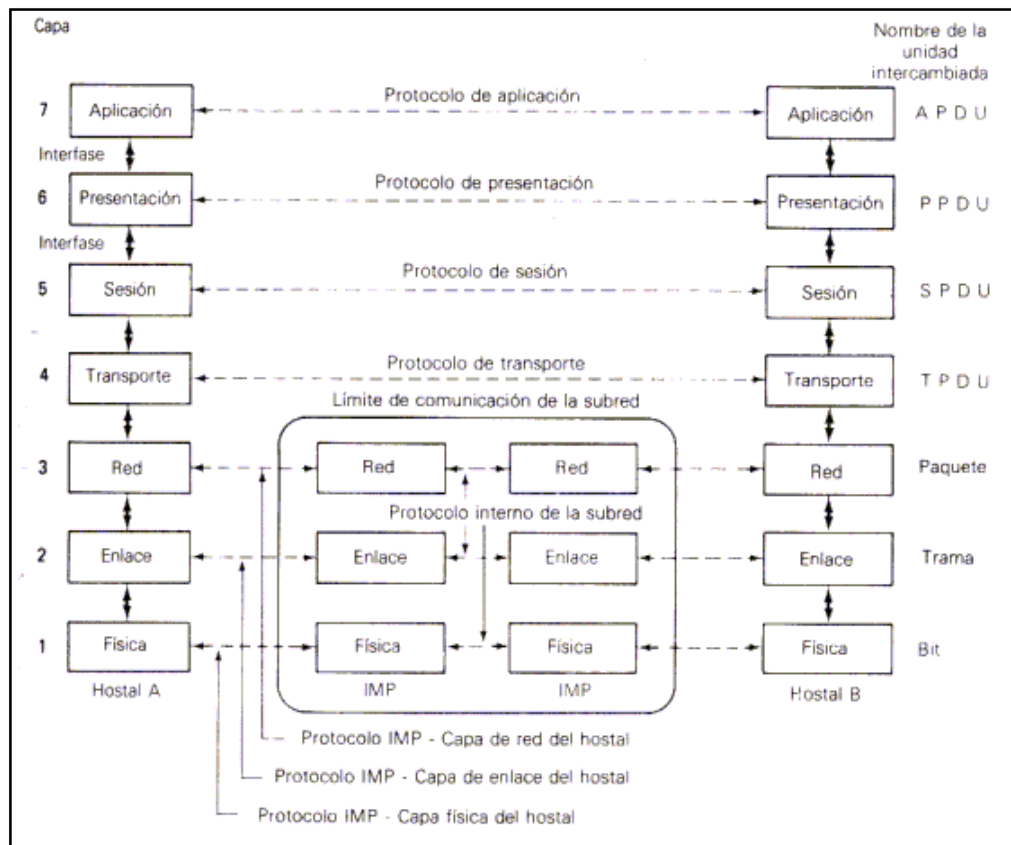


**Figura 2: Esquema de Arquitectura de una Red Empresarial**

Fuente: Cisco. Manual CCNA5.

### 2.2.3. El Modelo OSI

Según (Marín Moreno, 2013) de la Universidad de Costa Rica define al Modelo OSI de la siguiente manera: El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones por red, especialmente cuando desean enseñar a los usuarios cómo utilizar sus productos.



**Figura 3: Arquitectura de Red basado en el Modelo OSI**

Fuente: Modelo de Referencia OSI -

[http://www1.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/modelo\\_osi.html](http://www1.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/modelo_osi.html)

A continuación se describen brevemente las siete capas del modelo OSI y algunos de sus aspectos más relevantes.

- **Nivel físico:** En este nivel se describen los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para activar, mantener y desactivar conexiones físicas para la transmisión de bits hacia y desde un dispositivo de red.
- **Nivel de enlace.** Los protocolos de este nivel describen los métodos para intercambiar tramas de datos entre dispositivos en un medio común.
- **Nivel de red.** Este nivel proporciona servicios para intercambiar datos en la red entre dispositivos.
- **Nivel de transporte.** Este nivel define los servicios para segmentar, transferir y reensamblar los datos para las comunicaciones entre dispositivos finales.



- **Nivel de sesión.** El nivel de sesión es el quinto nivel del modelo OSI y es el controlador de dialogo de la red; es decir, el que establece, mantiene y sincroniza la interacción entre sistemas de comunicación.
- **Nivel de presentación.** Está relacionado con la sintaxis y la semántica de la información intercambiada entre dos sistemas.
- **Nivel de aplicación.** Este nivel permite al usuario (humano o software) acceder a la red y proporciona los medios para la conectividad de extremo a extremo con la interfaz entre las aplicaciones y la red en que se transmiten los mensajes.

#### 2.2.4. Familia de Protocolos TCP/IP

La denominación TCP/IP recoge la descripción de una serie de protocolos, la topología y la arquitectura que sirven de base para una red de área extensa (WAN) como es el caso de Internet. La descripción de todos los elementos que forman parte de la arquitectura TCP/IP y la mayor parte de las aplicaciones que hacen uso de ella, se encuentran recogidos como estándares "de facto" en los RFCs (Request For Comments).

- **El servicio DHCP:** El DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, RFC 2131) sirve para configurar parámetros de los "hosts" en forma dinámica a través de la red. Estos parámetros suelen ser fundamentalmente los que necesita el sistema para poder ser operativo en una red TCP/IP.
- **Protocolo ARP:** El protocolo de resolución de direcciones es responsable de convertir la dirección de protocolo de alto nivel (direcciones IP) a direcciones de red físicas.
- **Protocolo IP:** El protocolo IP (Internet Protocol) define la unidad básica de transmisión de datos, y el formato exacto de todos los datos cuando viajan por una red TCP/IP. Además, el protocolo IP incluye una serie de reglas que especifican como procesar los paquetes y cómo manejar los errores.
- **Protocolo RIP:** (Routing Information Protocol) ampliamente utilizado en entornos de redes de área local. RIP distingue entre dispositivos activos que difunden sus tablas de rutas a través de la red y pasivos que se limitan a escuchar y actualizar sus propias tablas a partir de la información que reciben.
- **El protocolo UDP** entrega al servicio IP el segmento que contiene los datos, que es el que se transmite realmente, y una pseudo-cabecera que no se trasmite, pero que permite al protocolo IP completar los datos del o los datagramas que va a generar.

- **El protocolo TCP** combina una adjudicación de números de puertos TCP dinámica y estática, usando una serie de asignaciones de puertos conocida para un conjunto de programas que se utilizan comúnmente.
- **El protocolo FTP** (File Transfer Protocol) permite, a usuarios autorizados, entrar en un sistema remoto, identificarse y listar directorios remotos, copiar ficheros desde o a la máquina remota y ejecutar algunos comandos remotos. Además, FTP maneja varios formatos de ficheros y puede hacer conversiones entre las representaciones más utilizadas (por ejemplo, entre EBCDIC y ASCII). FTP puede ser usado por usuarios interactivos así como por programas.
- **El protocolo TFTP** (Trivial File Transfer Protocol) proporciona un servicio barato y poco sofisticado de transferencia de ficheros.

Al contrario que FTP, el protocolo TFTP no utiliza un servicio fiable de transmisión. No utiliza el protocolo TCP, sino que se basa en el protocolo UDP (User Data Protocol). TFTP utiliza temporización y retransmisión para asegurar que los datos lleguen a su destino.

- **Protocolo SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol). Este protocolo se centra en cómo el sistema de distribución de mensajes pasa los datos a través de una unión de una máquina con la otra. Inicialmente, el cliente establece una conexión TCP con el servidor y se intercambian una serie de comandos para establecer la unión.
- **Protocolo de Oficina Postal** (POP, actualmente POP3) define el diálogo entre un servidor de correo POP y la aplicación de correo electrónico en el computador del usuario. Esto es necesario cuando el usuario no lee el correo en la propia máquina donde se encuentra el buzón de su correo.
- **Protocolo IMAP** (Internet Message Access Protocol), sólo que este protocolo permite al usuario mantener sus mensajes en el servidor donde están los buzones y clasificarlos en carpetas, sin necesidad de hacer copias en su computador local.
- **Protocolo de Transferencia de HyperTexto** (HTTP) es la base de la existencia del World Wide Web (WWW). El servicio HTTP en un "host" se conoce como "servidor web" y permite que usuarios a distancia puedan acceder a los documentos que almacena si conocen su dirección exacta.

## 2.2.5. ANSI/TIA/EIA-569 Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones

### Definición

Es un estándar que nos brinda una serie de especificaciones para el diseño de las instalaciones y la infraestructura edilicia necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios. Su última actualización comenzó su vigencia en Marzo de 2013, la revisión “C”, conocida como ANSI/TIA/EIA-569-C “Telecommunications Pathways and Spaces”.

Este estándar tiene en cuenta tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- **Los edificios son dinámicos:** Durante el uso de la existencia de una construcción (edificio), las remodelaciones son muy frecuentes, y deben ser consideradas desde el momento del diseño. Este estándar reconoce que existirán cambios y los tiene en cuenta en sus recomendaciones para el diseño de las canalizaciones de telecomunicaciones.
- **Los sistemas de telecomunicaciones son dinámicos:** Durante la existencia de un edificio, las tecnologías y los equipos de telecomunicaciones pueden cambiar dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores y tecnologías de equipo.
- **El concepto de telecomunicaciones** también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas que transportan información en los edificios.

Es muy importante entender que para que un edificio sea correctamente diseñado, construido y equipado para soportar los requerimientos actuales y futuros de los sistemas de telecomunicaciones, es necesario que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

### Componentes en la infraestructura

El estándar identifica seis componentes en la infraestructura:

#### a) Instalaciones de Entrada

Es el lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o dónde llegan las canalizaciones de interconexión con otros

edificios de la misma corporación (por ejemplo, si se trata de un “campus”).

Las instalaciones de entrada pueden contener dispositivos de interfaz con las redes públicas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, y también equipos de telecomunicaciones. Estas interfaces pueden incluir borneras (por ejemplo telefónicas) y equipos activos (por ejemplo módems).

El estándar recomienda que la ubicación de las “Instalaciones de entrada” sea un lugar seco.

**b) Sala de Equipos**

Se define como el espacio dónde se ubican los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio. Los equipos de esta sala pueden incluir centrales telefónicas (PBX), equipos informáticos (servidores), Centrales de video, etc. Sólo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.

**c) Salas de Telecomunicaciones**

Las salas de telecomunicaciones son espacios que actúan como punto de transición entre distribución vertical y la distribución horizontal.

Estos ambientes contienen puntos de terminación e interconexión de cableado, equipamiento de control y equipamiento de telecomunicaciones (típicamente equipos “activos” de datos, como por ejemplo switches).

- ✓ También se recomienda no compartir la sala de telecomunicaciones con equipamiento de energía.
- ✓ Debe estar en el centro del área a la que deben prestar servicio.
- ✓ Disponer de por lo menos una sala de telecomunicaciones por piso.

En los siguientes casos se requiere de más de una sala de telecomunicaciones por piso:

- ✓ El área a servir es mayor a 1.000 m<sup>2</sup>. En estos casos, se recomienda una sala de telecomunicaciones por cada 1.000 m<sup>2</sup> de área utilizable.
- ✓ La distancia de las canalizaciones de distribución horizontal desde la sala de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo no puede superar en ningún caso los 90 m. Si algún área de trabajo se encuentra a más de esta distancia de la sala de telecomunicaciones,

debe preverse otra sala de telecomunicaciones, para cumplir con este requerimiento.

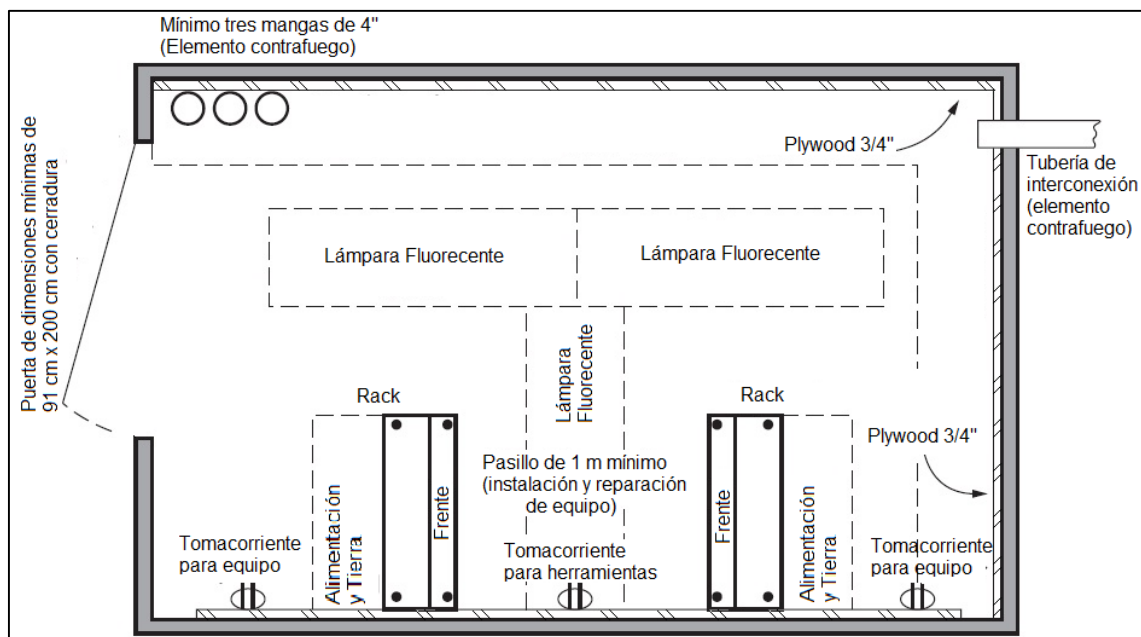
- ✓ Los tamaños recomendados para las salas de telecomunicaciones son las siguientes (se asume un área de trabajo por cada 10 m<sup>2</sup>):

Tamaño recomendado para las salas de telecomunicaciones (basado en 1 estación de trabajo por cada 10 metros cuadrados)			
Área de servicio		Tamaño del armario para cableado	
(m) <sup>2</sup>	(pies) <sup>2</sup>	(m) <sup>2</sup>	(pies) <sup>2</sup>
1000	10000	3.0 x 3.4	10 x 11
800	8000	3.0 x 2.8	10 x 9
500	5000	3.0 x 2.2	10 x 7

**Figura 4: Tamaños recomendados de Sala de Telecomunicaciones**

Fuente: Norma Estándar TIA/EIA-569-A

- ✓ Las salas de telecomunicaciones deben estar apropiadamente iluminadas. Se recomienda que el piso, las paredes y el techo sean de colores claros (preferiblemente blancos), para mejorar la iluminación.
- ✓ No debe tener cielorraso. Es recomendable disponer de sobre piso, o piso elevado.
- ✓ Recomienda que se debe brindar el enfriamiento adecuado de los equipos de telecomunicaciones de acuerdo a las características de los equipos que se instalarán en estas salas.



**Figura 5: Ejemplo de distribución de una Sala de Telecomunicaciones**

#### d) Canalizaciones horizontales

Son aquellas que unen las salas de telecomunicaciones con las áreas de trabajo. Estas canalizaciones deben ser diseñadas para soportar los tipos de cables recomendados en la norma TIA-568, entre los que se incluyen el cable UTP de 4 pares, el cable STP y la fibra óptica.

##### **Tipos de Canalizaciones**

El estándar TIA-569 admite los siguientes tipos de canalizaciones horizontales:

##### ☒ **Ductos bajo piso**

En estos casos los ductos son parte de la obra civil. Bajo el piso se puede realizar una “malla” de ductos, disponiendo de líneas determinadas para telecomunicaciones, energía, etc. En las áreas de trabajo se dispone de puntos de acceso a los ductos bajo piso, utilizando “torretas”, “periscopios” u otro tipo de accesorios.

Como regla general, debe preverse una sección de 650 mm<sup>2</sup> por cada área de trabajo de 3 puestos que alimente el ducto.

##### ☒ **Ductos bajo piso elevado**

Los “pisos elevados” consisten en un sistema de soportes sobre el que apoyan lozas generalmente cuadradas. Son generalmente utilizados en

salas de equipos y salas de telecomunicaciones. Sin embargo pueden ser también utilizados para oficinas.

Debajo de este sistema de soportes puede ser instalado un sistema de ductos para cableado de telecomunicaciones, de energía, etc. No se recomienda tender cables “suelos” debajo del piso elevado.

Las losas de los pisos elevados deben ser perforadas en los lugares correspondientes a las áreas de trabajo, y sobre éstas perforaciones se deben ubicar “torretas” u otro tipo de accesorios adecuados para la terminación de los cables. Existen varios tipos de estos accesorios, algunos de los cuales quedan a ras del piso.

☑ ***Ductos aparentes***

Los 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 edilicios. 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 portacables 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. Las bandejas se instalan generalmente sobre el cielorraso, aunque pueden ser instaladas debajo del cielorraso, o adosadas a las paredes.

☑ ***Ductos perimetrales***

Los ductos perimetrales pueden ser usados para llegar con el cableado horizontal hasta las áreas de trabajo, en caso de oficinas cerradas.

**e) Canalizaciones de “Back-Bone”**

Proporciona la interconexión entre los cuartos de telecomunicaciones, armarios de telecomunicaciones, cuartos de equipo y la entrada de servicio del sistema de cableado

Se distinguen dos tipos de canalizaciones de “back-bone”: Canalizaciones externas, entre edificios y canalizaciones internas al edificio.

***Canalizaciones externas entre edificios***

Son necesarias para interconectar “Instalaciones de Entrada” de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo “campus”. La recomendación ANSI/TIA/EIA-569 admite, para estos casos, cuatro tipos de canalizaciones:

#### **Canalizaciones Subterráneas**

Consisten en un sistema de ductos y cámaras de inspección. Los ductos deben tener un diámetro mínimo de 100 mm (4”). No se admiten más de dos quiebres de 90 grados.

#### **Canalizaciones directamente enterradas**

Los cables de telecomunicaciones quedan enterrados. Es importante que los cables dispongan, en estos casos, de las protecciones adecuadas (por ejemplo, anti-roedor).

#### **Backbone aéreos**

Algunas consideraciones a tener en cuenta al momento de tender cableas aéreas:

- Apariencia del edificio y las áreas circundantes.
- Legislación aplicable.
- Separación requerida con cableados aéreos eléctricos.
- Protecciones mecánicas, carga sobre los puntos de fijación, incluyendo tormentas y vientos.

#### **Canalizaciones en túneles**

La ubicación de las canalizaciones dentro de túneles debe ser planificada de manera que permita el correcto acceso al personal de mantenimiento, y también la separación necesaria con otros servicios.

#### ***Canalizaciones internas***

Las canalizaciones internas de “backbone”, generalmente llamadas “montantes” son las que vinculan las “instalaciones de entrada” con la “sala de equipos”, y la “sala de equipos” con las “salas de telecomunicaciones”. Estas canalizaciones pueden ser ductos, bandejas, escalerillas portacables, etc. Es muy importante que estas canalizaciones tengan los elementos “cortafuegos” de acuerdo a las normas corporativas y/o legales. Las canalizaciones “montantes” pueden ser físicamente verticales u horizontales.

#### **Canalizaciones montantes verticales**



Se requieren para unir la sala de equipos con las salas de telecomunicaciones o las instalaciones de entrada con la sala de equipos en edificios de varios pisos. Generalmente, en edificios de varios pisos, las salas de telecomunicaciones se encuentran alineados verticalmente, y una canalización vertical pasa por cada piso, desde la sala de equipos. Estas canalizaciones pueden ser realizadas con ductos, bandejas verticales, o escalerillas portacables verticales. No se admite el uso de los ductos de los ascensores para transportar los cables de telecomunicaciones.

#### **Canalizaciones montantes horizontales**

Si las salas de telecomunicaciones no están alineadas verticalmente, son necesarios tramos de “montantes” horizontales. Estas canalizaciones pueden ser realizadas con ductos, bandejas horizontales, o escalerillas portacables. Pueden ser ubicadas sobre el cielorraso, debajo del piso, o adosadas a las paredes.

#### **f) Áreas de trabajo**

Son los espacios dónde se ubican los escritorios, lugares habituales de trabajo, o sitios que requieran equipamiento de telecomunicaciones. Las áreas de trabajo incluyen todo lugar al que deba conectarse computadoras, teléfonos, cámaras de video, sistemas de alarmas, impresoras, relojes de personal, etc.

Las salidas multiusuario son puntos de terminación del cableado horizontal, que consisten en varios conectores en una misma caja, puede tener hasta 12 conectores.

### **2.2.6. IEEE 802.11**

#### **2.2.6.1. ¿Qué es IEEE 802.11?**

El estándar IEEE 802.11 define la modalidad de interconexión entre estaciones en áreas limitadas utilizando el aire como medio de transmisión; constituye uno de los estándares de mayor interés para la evolución de las tecnologías de interconexión en áreas locales.

#### **2.2.6.2. Clasificación por velocidad**

Los distintos estándares 802.11 evolucionaron con los años. Los estándares incluyen:

- a) **IEEE 802.11a:** opera en la banda de frecuencia de 5 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mb/s. Posee un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras edilicias ya que opera en frecuencias superiores.

Los dispositivos que funcionan conforme a este estándar no son interoperables con los estándares 802.11b y 802.11g que se describen a continuación.

- b) **IEEE 802.11b:** opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y proporciona velocidades de hasta 11 Mb/s. Los dispositivos que implementan este estándar tienen un mayor alcance y pueden penetrar mejor las estructuras edilicias que los dispositivos basados en 802.11a.
- c) **IEEE 802.11g:** opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y proporciona velocidades de hasta 54 Mbps. Por lo tanto, los dispositivos que implementan este estándar operan en la misma radiofrecuencia y tienen un alcance de hasta 802.11b pero con un ancho de banda de 802.11a.
- d) **IEEE 802.11n:** opera en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. Las velocidades de datos típicas esperadas van de 150 Mb/s a 600 Mb/s, con un alcance de hasta 70 m. Es compatible con dispositivos 802.11a, b y g anteriores.
- e) **IEEE 802.11ac:** opera en la banda de 5 GHz y proporciona velocidades de datos que van de 450 Mb/s a 1,3 Gb/s (1300 Mb/s); es compatible con dispositivos 802.11a/n.
- f) **IEEE 802.11ad:** también conocido como “WiGig”. Utiliza una solución de Wi-Fi de triple banda con 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz, y ofrece velocidades teóricas de hasta 7 Gb/s.

**Tabla 1: Tabla de Clasificación de Redes Inalámbricas según su velocidad**

ESTANDAR	VEL. MAX	FRECUENCIA
<b>802.11a</b>	54 Mb/s	5 Ghz
<b>802.11b</b>	11 Mb/s	2.4 GHz
<b>802.11g</b>	54 Mb/s	2.4 GHz
<b>802.11n</b>	600 Mb/s	2.4 GHz o 5 Ghz
<b>802.11ac</b>	1.3 Gb/s	2.4 GHz y 5 Ghz
<b>802.11ad</b>	7 Gb/s	2.4 GHz, 5 Ghz y 60 Ghz

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.6.3. Seguridad inalámbrica

#### a) Protocolos de seguridad inalámbrica

La seguridad a nivel de protocolo es la encargada de que los datos transmitidos por una WLAN no puedan ser descifrados por alguien ajeno a nuestra red. Para ello nuestra red ha de tener un algoritmo de codificación y gestión de claves.

Se describirá brevemente los protocolos de seguridad inalámbrica:

##### ☒ **WPE (*Wired Equivalent Privacy*)**

Es un protocolo de seguridad de red utilizado con muy poca frecuencia, debido a su facilidad para ser vulnerado. Está basado en el algoritmo de cifrado RC4 que utiliza claves de 64 bits o de 128 bits, este último, aunque cuente con un tamaño de clave de cifrado más grande, no es realmente lo mejor.

##### ☒ **WPA (*Wi-Fi Protected Access*)**

Es diferente a WEP, este protocolo utiliza un vector de inicialización de 48 bits y una clave de cifrado de 128 bits. Lo más importante, es que WPA, utiliza lo que se llama el Protocolo de integridad de clave temporal (TKIP). Considerando que WEP usa la misma clave para cifrar todos los paquetes que fluyen a través de la red, WPA con TKIP, cambia la clave de cifrado cada vez que un paquete se transmite. Lo anterior, combinado con el uso de claves más largas, impide que un router sea fácilmente accedido sólo a través de la observación de un conjunto de transmisión de paquetes.

##### ☒ **WPA2 (*Wi-Fi Protected Access 2*)**

Es simplemente la versión certificada del estándar de la IEEE de WPA con algunas actualizaciones como el uso de cifrado AES.

#### b) Cifrados

##### ☒ **TKIP(*Temporal Key Integrity Protoco*)**

Significa Protocolo de integridad de clave temporal es un protocolo de encriptación provisional introducido con WPA para reemplazar el cifrado WEP, el cual se veía muy afectado por la inseguridad en el momento, aunque TKIP es en realidad muy similar a WEP.

##### ☒ **AES (*Advanced Encryption Standard*)**

Significa Estándar de cifrado avanzado es un protocolo de cifrado más seguro introducido con WPA2, que reemplazó el estándar WPA. AES no es una norma creada específicamente para redes Wi-Fi, es un estándar de cifrado usado globalmente. AES es considerado muy seguro, y la principal debilidad sería un ataque de fuerza bruta, el cual se puede impedir usando una contraseña muy segura.

☑ ***PSK(pre-shared key)***

Significa “llave pre-compartida”, que es generalmente la frase de cifrado. Esto lo distingue de WPA-Enterprise, que utiliza un servidor RADIUS, que crea de forma aleatoria claves únicas en redes corporativas o gubernamentales, -Wi-Fi más grandes.

#### **2.2.6.4. Espectro radioeléctrico**

Como toda tecnología radio, la familia IEEE 802.11 utiliza el espectro radioeléctrico, recurso escaso cuyo uso y asignación son globalmente regulados por organismos de ámbito internacional y nacional, como la ITU-R (International Telecommunication Union - Radio). Normalmente se requiere de licencia para ocupar una franja del espectro. Pero como se mostró en la tabla 2.x el estándar IEEE 802.11 tiene como espectro las bandas 2.4 Ghz y 5 GHz.

#### **2.2.7. IEEE 802.3**

##### **2.2.7.1. ¿Qué es la norma IEEE 802.3?**

Es un estándar que define las características de los Cables que deben utilizarse para establecer una conexión de Red, sino también todo lo relativo a los niveles Físicos de dicha conectividad, además de brindar los formatos necesarios para las tramas de datos de cada nivel.

##### **2.2.7.2. Clasificación de las redes Ethernet**

Existen por lo menos 18 variedades de Ethernet, relacionadas con el tipo de cableado empleado y con la velocidad de transmisión.

Las tecnologías Ethernet más comunes y más importantes las son:

- a) **Ethernet 10Base2.** Usa un cable coaxial delgado, por lo que se puede doblar más fácilmente, y además es más barato y fácil de instalar, aunque los segmentos de cable no pueden exceder de 200 metros y 30 nodos. Las

conexiones se hacen mediante conectores en T, más fáciles de instalar y más seguros.

- b) **Ethernet 10Base5.** También llamada Ethernet gruesa, usa un cable coaxial grueso, consiguiendo una velocidad de 10 Mbps. Puede tener hasta 100 nodos conectados, con una longitud de cable de hasta 500 metros. Las conexiones se hacen mediante la técnica denominada derivaciones de vampiro, en las cuales se inserta un polo hasta la mitad del cable, realizándose la derivación en el interior de un transceiver, que contiene los elementos necesarios para la detección de portadores y choques. El transceiver (Transductor) se une al computador mediante un cable de hasta 50 metros.
- c) **Ethernet 10Base-T.** Cada estación tiene una conexión con un hub central, y los cables usados son normalmente de par trenzado. Son las LAN más comunes hoy en día. Mediante este sistema se palian los conocidos defectos de las redes 10Base2 y 10Base5, a saber, la mala detección de derivaciones no deseadas, de rupturas y de conectores flojos. Como desventaja, los cables tienen un límite de sólo 100 metros, y los hubs pueden resultar caros.
- d) **Ethernet 10Base-FX.** Basada en el uso de fibra óptica para conectar las máquinas, lo que la hace cara para un planteamiento general de toda la red, pero idónea para la conexión entre edificios, ya que los segmentos pueden tener una longitud de hasta 2000 metros, al ser la fibra óptica insensible a los ruidos e interferencias típicos de los cables de cobre. Además, su velocidad de transmisión es mucho mayor.
- e) **Fast Ethernet.** Las redes 100BaseFx (IEEE 802.3u) se crearon con la idea de paliar algunos de los fallos contemplados en las redes Ethernet 10Base-T y buscar una alternativa a las redes FDDI. Son también conocidas como redes Fast Ethernet, y están basadas en una topología en estrella para fibra óptica. Con objeto de hacerla compatible con Ethernet 10Base-T, la tecnología Fast Ethernet preserva los formatos de los paquetes y las interfaces, pero aumenta la rapidez de transmisión hasta los 100 Mbps. En la red Fast Ethernet se usan cables de cuatro pares trenzados de la clase 3, uno de los cuales va siempre al hub central, otro viene siempre desde el hub, mientras que los

otros dos pares son conmutables. En cuanto a la codificación de las señales, se sustituye la codificación Manchester por señalización ternaria, mediante la cual se pueden transmitir 4 bits a la vez. También se puede implementar Fast Ethernet con cableado de la clase 5 en topología de estrella (100BaseTX), pudiendo entonces soportar hasta 100 Mbps con transmisión full dúplex.

A continuación podemos ver en la Figura 6, un resumen de algunos de los tipos de red Ethernet.

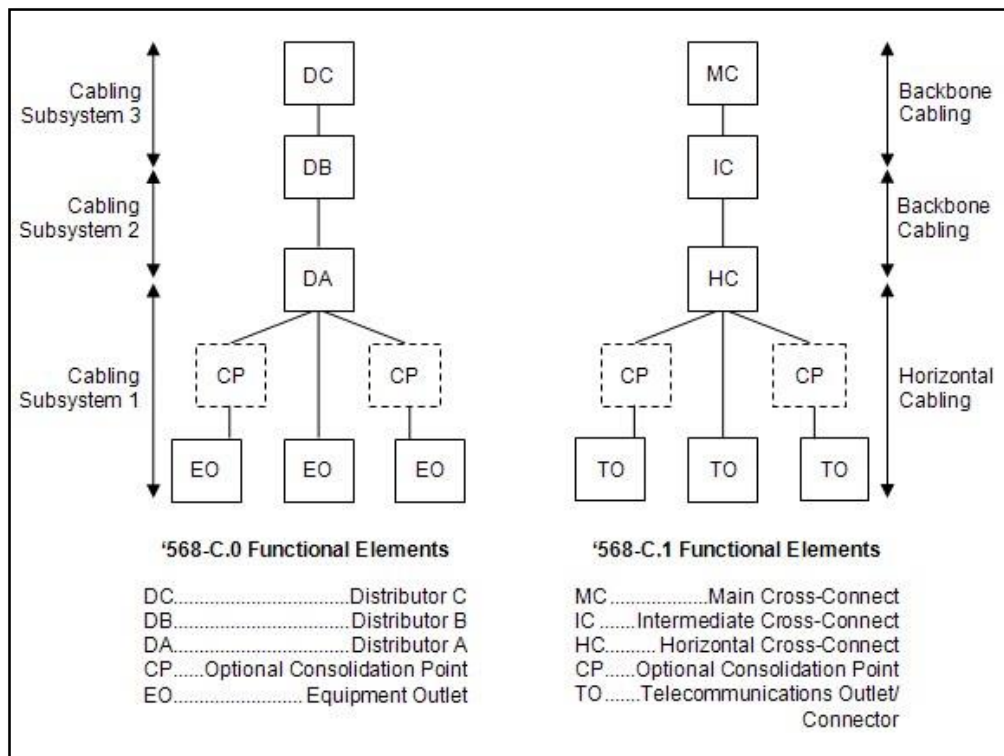
Tipos de Ethernet	Ancho de banda	Tipo de cable	Duplex	Distancia máxima
10Base-5	10mbps	Coaxial thicknet	Half	500m
10Base-2	10mbps	Coaxial thinnet	Half	185m
10Base-T	10mbps	UTP Cat3/Cat5	Half	100m
100Base-T	100mbps	UTP Cat5	Half	100m
100Base-TX	200mbps	UTP Cat5	Full	100m
100Base-FX	100Mbps	Fibra multimodo	Half	400m
100Base-FX	200mbps	Fibra multimodo	Full	2km
1000Base-T	1Gbps	UTP Cat 5e	Full	100m
1000Base-TX	1Gbps	UTP Cat 6	Full	100m
1000Base-SX	1Gbps	Fibra multimodo	Full	550m
1000Base-LX	1Gbps	Fibra monomodo	Full	5km
10GBase-CX4	10Gbps	Twinaxial	Full	15m
10GBase-T	10Gbps	UTP Cat6a/Cat7	Full	100m
10GBase-LX4	10Gbps	Fibra multimodo	Full	300m
10GBase-LX4	10Gbps	Fibra monomodo	Full	10km

**Figura 6: Tipos de Redes Ethernet y los tipos de cable que utilizan**

Fuente: <http://wiki.inf.utfsm.cl/index.php?title=Ethernet>

#### 2.2.8. ANSI/TIA/EIA 568-C.0

En este nuevo estándar se recogen los aspectos generales de la anterior recomendación 568-B.1, con el objetivo de que sean comunes a diferentes estándares que apliquen a todo tipo de edificios (comerciales, residenciales, etc.). 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. Se establece en esta recomendación como se debe diseñar una estructura de cableado en “estrella”, y se define una nueva nomenclatura respecto a las diferentes etapas o sub-sistemas del cableado. En la figura 7 se esquematiza el sistema de cableado propuesto en la recomendación 568-C.0



**Figura 7: Sistema de Cableado según recomendación 568-C.0**

Fuente: Comunicaciones Corporativas Unificadas. Dr. Ing. José Joskowicz. Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Octubre, 2013. Versión 11.

Se definen los siguientes componentes:

**a) Subsistema de cableado 1**

Es el cableado que se tiende desde las áreas de trabajo (escritorios) hasta el primer nivel de distribución, llamado “Distribuidor A” (por ejemplo, la sala de telecomunicaciones del piso en edificios comerciales).

**b) Subsistema de cableado 2**

Es el cableado que se tiende desde el Distribuidor A hasta un segundo nivel de distribución, llamado “Distribuidor B”.

**c) Subsistema de cableado 3**

Es el cableado que se tiende desde el Distribuidor B hasta el distribuidor principal del edificio, llamado “Distribuidor C”.

**d) Distribuidor A**

Es el primer nivel de distribución, donde se concentran las áreas de trabajo.

**e) Distribuidor B**

Es un nivel de distribución intermedio, entre el primer nivel de distribución y el distribuidor principal de cableado. En caso que el Distribuidor A no exista, las áreas de trabajo se conectan directamente a este distribuidor.

**f) Distribuidor C**

Es el distribuidor principal del edificio

Equipo de salida (Equipment outlet) Lugar donde se ubican los puestos o áreas de trabajo, escritorios, etc.

**2.2.9. ANSI/TIA/EIA 568-C.1**

El estándar es compatible con una amplia gama de aplicaciones comerciales como por ejemplo: voz, datos, texto, vídeo e imágenes entre otras. También es compatible con las obras de construcción con una extensión geográfica de 3000 m hasta 1 000 000 m<sup>2</sup> de espacios de oficinas y con una población de hasta 50 000 usuarios.

Las actualizaciones clave y los cambios realizados al estándar incluyen:

- ☑ Incorpora la nomenclatura genérica que se encuentra en 568-C.0.
- ☑ Incluye la Categoría 6A como un medio de comunicación reconocido.
- ☑ La Fibra óptica 50/125 µm optimizada para láser 850 nm se recomienda si la fibra óptica multimodo se utiliza para cableado de backbone.
- ☑ La Categoría 5, 150Ω STP, y cable coaxial de 50Ω y 75Ω se han eliminado de la lista de medios reconocidos.

**2.2.10. ANSI/TIA/EIA 568-C.2**

Es un estándar que incluye especificaciones de los componentes y el cableado, así como los requisitos de prueba para el cableado de cobre.

**2.2.10.1. Tipos de cable UTP**

Para estudio de esta tesis mencionaremos los tipos de cables que son recomendados para instalación:



**a) Categoría 5e**

Cables y hardware de conexión con los parámetros de transmisión caracterizados hasta 100 MHz.

**b) Categoría 6**

Cables y hardware de conexión con los parámetros de transmisión caracterizados hasta 250 MHz.

**c) Categoría 6A**

Cables y hardware de conexión con los parámetros de transmisión caracterizados hasta 500 MHz.

**2.2.11. ANSI/TIA/EIA 568-C.3**

El propósito del estándar ANSI/TIA/EIA 568-C.3 es especificar los requisitos de desempeño de transmisión para el cableado y componentes de fibra óptica.

**2.2.11.1. Conector**

El estándar recomienda el conector dúplex 568SC que se muestra en la Figura xy. Tomando en cuenta que no es el único conector que se puede utilizar pero es el recomendado por el estándar, otros conectores que se pueden utilizar son de la serie MPO o MTP.



**Figura 8: Tipos de conectores**

#### **2.2.11.2. Color de identificación**

El conector y el adaptador de la toma de telecomunicaciones debe ser identificada por los siguientes colores:

- ☒ Fibra óptica 50/125  $\mu\text{m}$  optimizada para láser 850 nm: Agua
- ☒ Fibra óptica 50/125  $\mu\text{m}$ : negro
- ☒ Fibra óptica 62.5/125  $\mu\text{m}$ : beige
- ☒ Fibra monomodo: azul

A menos que la codificación de color se utiliza para otros fines, el cuerpo de la clavija del conector debe estar identificado genéricamente por los siguientes colores, siempre que sea posible:

- ☒ Multimodo: beige, negro o agua.
- ☒ Monomodo: azul

#### **2.2.12. ANSI/TIA/EIA 606-A**

Es una norma que en resumen nos brinda recomendaciones para una correcta administración y mantenimiento durante la vida de la infraestructura de telecomunicaciones.

Establece las directrices para los propietarios, usuarios finales, fabricantes, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y los administradores de la infraestructura de telecomunicaciones.

El uso de esta norma tiene como finalidad aumentar el valor de la inversión en la infraestructura mediante la reducción de la mano de obra en gastos de mantenimiento del sistema, ampliando la utilidad económica, vida útil del sistema, y proporcionando un servicio eficaz a los usuarios.

##### **2.2.12.1. Clases de administración**

El estándar 606-A establece 4 clases de sistemas de administración, según el tamaño y las características de la infraestructura de telecomunicaciones que será administrada.

###### **a) Clase 1:**

Es solamente para los sistemas de un edificio que cuentan con un solo Cuarto de Telecomunicaciones (TR) desde donde todo el cableado de la estación de trabajo se

distribuye. El TR, cableado horizontal de Telecomunicaciones y barra principal de Puesta a tierra (TMGB) están obligados a ser etiquetados y administrados.

**b) Clase 2:**

Es para los sistemas de un edificio que se sirven por múltiples TR. Incluye la administración de cableado troncal, elementos de puesta a tierra y contra fuego, así como todos los elementos de la clase 1.

**c) Clase 3:**

Es para los sistemas que abarquen varios edificios, conocido como campus. Incluye la administración del cableado de edificios y cableado entre edificios, así como todos los elementos de la clase 2. Se recomienda la administración de rutas, espacios y elementos fuera de la planta.

**d) Clase 4.**

Es para sistemas que abarcan varios campus. Incluye la administración de cada sitio así como todos los elementos de la clase 3. Se recomienda la administración de rutas, espacios y conexiones de red de banda ancha.

#### **2.2.12.2. Etiquetado**

A cada componente y hardware de soporte de un sistema de cableado estructurado, se le asigna una etiqueta única que une al componente a su registro. Los registros contienen información relacionada con un cableado específico o componente de la infraestructura. Los vínculos son conexiones lógicas entre los identificadores y los registros. El estándar identifica cinco áreas de administración, y son:

**a) Espacios de Telecomunicaciones:**

Se refiere a cada una de las áreas donde se encuentra instalado equipo de telecomunicaciones.

**b) Canales de Telecomunicaciones:**

Principalmente del Panel de Parcheo a el área de trabajo.

**c) Medios de transmisión:**

Se refiere al cableado a la fibra óptica y demás medios utilizados para la transmisión.

**d) Terminación de hardware:**

Cada equipo que integra el sistema de Telecomunicaciones debe tener una etiqueta única.

**e) Vinculación y conexión a tierra**

TMGB debe de ir etiquetada.

El etiquetado deberá llevar la siguiente nomenclatura:

**ER o CT X / P Y - Z D o V / R W**

**CTW/P1-12D (V)/**

Donde:

X = número que se le asignó al cuarto de equipos o closet de telecomunicaciones respectivamente.

Y = número de panel de parcheo.

Z = número del puerto del panel de parcheo.

D = si le da servicio a una salida de datos.

V = si le da servicio a una salida de voz.

W = número de Rack dentro del cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo.

ER = se refiere a cuarto de equipo.

CT = se refiere a cuarto de telecomunicaciones.










P = se refiere a panel de parcheo.

R = hace referencia a un rack y será instalada en paneles de parcheo, faceplates, patchcords del área de trabajo y del equipo activo, ambas puntas del cable permanentemente instalado.

**2.2.12.3. Código de Colores**

El estándar identifica los códigos de colores que se deben asignar a cada elemento o subsistema de la infraestructura de un sistema de cableado estructurado. Las recomendaciones de los colores mediante el código de estos elementos del sistema de cableado estructurado se muestra:

**Tabla 2: Códigos de Colores para Etiquetado**

Tipo de terminación	Color	Aplicación
Punto de demarcación		Conexión en oficina central
Conexión de red.		Usuario del lado de la conexión a la oficina central
Equipo común		Conexiones de PBX, Computadora Mainframe, LAN, multiplexor.
Clave de sistema		Conexiones a claves de sistemas telefónicos.
Primer nivel de Backbone		Terminaciones de cable troncal dentro del edificio, conexiones de MC a IC.
Segundo Nivel de Backbone		Terminaciones de cable troncal dentro del edificio, conexiones de IC a HC.
Backbone entre edificios		Terminaciones de cable troncal entre edificios
Horizontal		Terminaciones del cableado horizontal en los cuartos de comunicaciones.
Otra terminación		Alarmas, Seguridad o manejo de energía.

#### **2.2.13. Estándar ANSI/TIA/EIA 607-A**

Este estándar especifica los requerimientos para una puesta a tierra y protección para la infraestructura de Telecomunicaciones dentro de los edificios comerciales donde los equipos de telecomunicaciones serán instalados.

Describe el esquema básico y los componentes necesarios para proporcionar protección eléctrica a los usuarios e infraestructura de las telecomunicaciones mediante el empleo de un sistema de puesta a tierra adecuadamente configurado e instalado. Provee especificaciones para el diseño de las tierras y el sistema de aterramientos relacionadas con la infraestructura de telecomunicaciones para edificios comerciales.

A continuación se explicarán términos básico para entender un sistema de puesta a tierra en general:

**a) Puesta a tierra (*grounding*):**

Es la conexión entre un equipo o circuito eléctrico y la tierra

**b) Conexión equipotencial a tierra (*bonding*):**

Es la conexión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria conductora eléctrica que asegura la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir de manera segura cualquier corriente que le sea impuesta.

**c) Conductor de enlace equipotencial para telecomunicaciones (BCT):**

Es un conductor de cobre aislado que interconecta el sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones al sistema de puesta a tierra del edificio. Por lo tanto une el TMGB con la puesta a tierra del sistema de alimentación. Debe ser dimensionado al menos de la misma sección que el conductor principal de enlace de telecomunicaciones (TBB). No debe llevarse en conductos metálicos.

**d) Barra de tierra principal de telecomunicaciones (TMGB):**

Es una barra que sirve como una extensión dedicada del sistema de electrodos de tierra (pozo a tierra) del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones. Todas las puestas a tierra de telecomunicaciones se originan en él, es decir que sirve como conexión central de todos los TBB's del edificio.

Consideraciones del diseño:

- ☑ Usualmente se instala una por edificio.
- ☑ Generalmente está ubicada en el cuarto de entrada de servicios o en el cuarto de equipos, en cualquiera de los casos se tiene que tratar de que el BCT sea lo más corto y recto posible.
- ☑ Montada en la parte superior del tablero o caja.
- ☑ Aislada del soporte mediante aisladores poliméricos (50 mm. mínimo)
- ☑ Hecha de cobre y sus dimensiones mínimas 6 mm. de espesor y 100 mm. de ancho.

Su longitud puede variar, de acuerdo a la cantidad de cables que deban conectarse a ella y de las futuras conexiones que tendrá.

**e) Barra de tierra para telecomunicaciones (TGB):**

Es la barra de tierra ubicada en el cuarto de telecomunicaciones o de equipos que sirve de punto central de conexión de tierra de los equipos de la sala. Consideraciones del diseño:

- ☑ Cada equipo o gabinete ubicado en dicha sala debe tener su TGB montada en la parte superior trasera.
- ☑ El conductor que une el TGB con el TBB debe ser cable 6 AWG. Además se debe procurar que este tramo sea lo más recto y corto posible.
- ☑ Hecha de cobre y sus dimensiones mínimas 6 mm. de espesor y 50 mm. de ancho. Su longitud puede variar, de acuerdo a la cantidad de cables que deban conectarse a ella y de las futuras conexiones que tendrá.
- ☑ Aislada mediante aisladores poliméricos (h=50 mm mínimo)

**f) Conductor central de enlace equipotencial de Telecomunicaciones (TBB):**

Es un conductor aislado de cobre utilizado para conectar todos los TGB's al TMGB. Su principal función es la de reducir o ecualizar todas las diferencias de potencial de todos los sistemas de telecomunicaciones enlazados a él.

Consideraciones del diseño:

- ☑ Se extiende a través del edificio utilizando la ruta del cableado vertical.
- ☑ Se permite varios TBB's dependiendo del tamaño del edificio.
- ☑ Cuando dos o más TBB's se usen en un edificio de varios pisos, éstos deberán ser unidos a través de un TBBIBC en el último piso y cada tres pisos.
- ☑ Su calibre debe ser mínimo 6 AWG y máximo 3/0 AWG, por lo tanto se deberá usar un conductor de cobre aislado cuya sección acepte estas medidas.
- ☑ El estándar ha establecido una tabla para diseñar este conductor de acuerdo a su distancia:

Longitud del TBB (m)	Calibre (AWG)
Menor a 4	6
4 - 6	4
6 - 8	3
8 - 10	2
10 - 13	1
13 - 16	1/0
16 - 20	2/0
Mayor a 20	3/0

**Figura 9: Dimensiones del TBB**

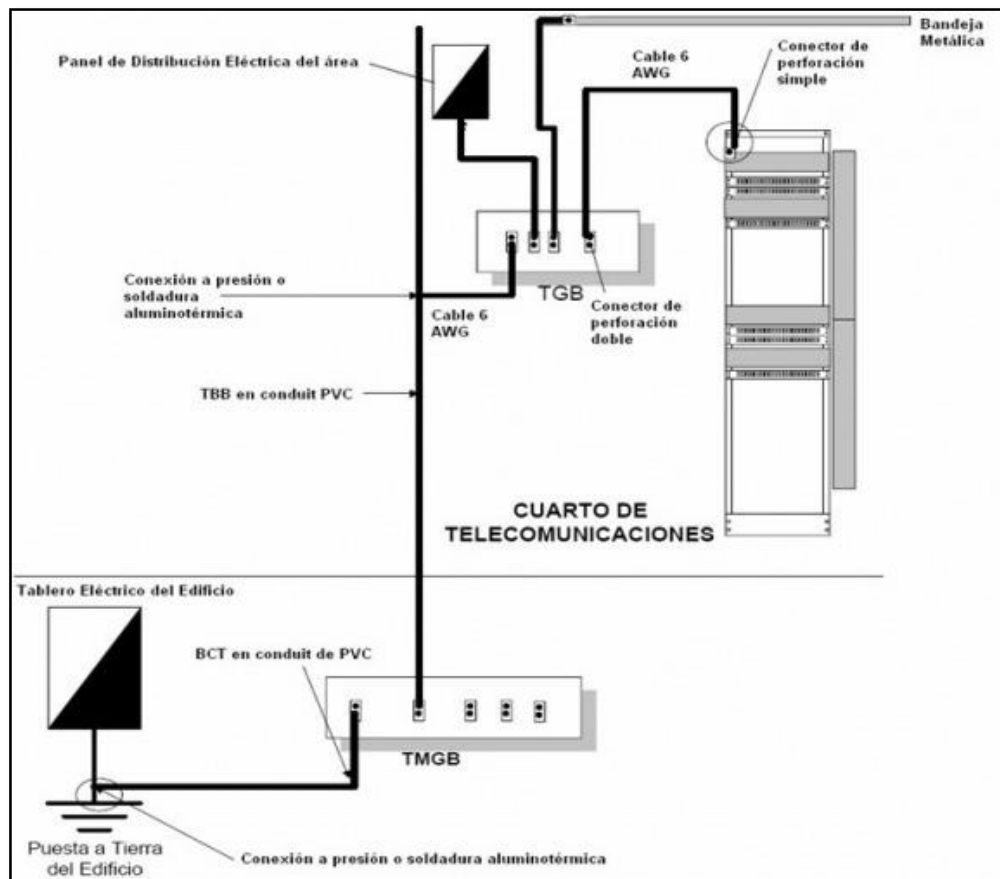
Deben evitarse empalmes, pero sí de todas maneras existen estos deben estar ubicados en algún espacio de telecomunicaciones.

Es importante mencionar que los conectores usados en la TMGB y los usados en la conexión entre el TBB y el TGB, deberán ser de compresión de dos perforaciones. Mientras que la conexión de conductores para unir equipos de telecomunicaciones a la TMGB o TGB pueden ser conectores de compresión por tornillo de una perforación, aunque no es lo más recomendable debido a que pueden aflojarse por cualquier movimiento.

Todos los elementos metálicos que no lleven corriente en el sistema de cableado estructurado deberán ser aterrados, como por ejemplo bastidores (*racks*), bandejas o *conduits*.

Por último, cualquier doblez que se tenga que realizar a los cables no debe ser mayor a 2,54 cm

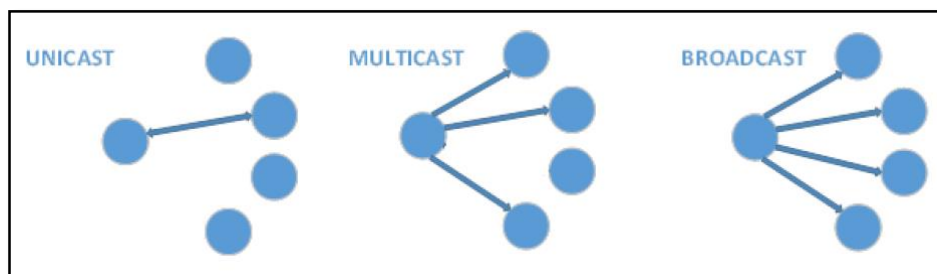




**Figura 10: Puesta a Tierra para Telecomunicaciones**

#### 2.2.14. Broadcast

En las redes existen diversos tipos de comunicaciones (Ilustración 3), para el Caso de la el protocolo IP v4 se pueden reconocer básicamente 3: Unicast (Comunicación uno a uno), multicast, (comunicación 1 a varios) y Broadcast (Mensajes con destino a todos los dispositivos de la red).



**Figura 11: Tipos de Comunicación**

Fuente: Elaboración Propia

#### **2.2.15. Dominio de broadcast**

Uno dominio de difusión MAC (Broadcast) está formado por el número de equipos que pertenecen al mismo segmento de red, este puede ser tan grande como cientos de equipos, un equipo tipo Router (que trabaja en capa 3) puede segmentar un dominios de broadcast, a través de la implementación de subredes y VLAN.

Cuando un dominio de broadcast se hace demasiado grande, el rendimiento de la red se puede ver afectado, por esta razón es importante dividir estos en unos más pequeños y manejables. Así lo explica (Cisco Networking Academy, 2009) CISCO en su material de estudio CCNA R&S:

*Según cisco En ocasiones, las difusiones son necesarias para localizar inicialmente otros dispositivos y servicios de red, pero también reducen la eficacia de la red. El ancho de banda de red se usa para propagar el tráfico de difusión. Si hay demasiadas difusiones y una carga de tráfico intensa en una red, se puede producir una congestión: un rendimiento de la red más lento.*

#### **2.2.16. Direcciones IP**

Una dirección IP es una secuencia de números que se utiliza para identificar, de forma única, un dispositivo de una red IP. Como lo explica CISCO en su página de internet (CISCO, 2016).

*El direccionamiento se compone de 32 bits binarios, que pueden ser divisibles en una porción de la red y recibir la porción con la ayuda de una máscara de subred. Los 32 bits binarios se dividen en cuatro octetos (1 octeto = 8 bits). Cada octeto se convierte a decimal y se separa con un punto. Por esta razón, se dice que una dirección IP se expresa en formato decimal con puntos (por ejemplo, 172.16.81.100). El valor en cada octeto posee un rango decimal de 0 a 255 o binario de 00000000 a 11111111.*

#### **2.2.17. Clases de Direcciones IP**

Dentro de las direcciones IP que pueden ser asignadas por la ICANN (Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números) a una organización se encuentran las direcciones:

- ☑ Clase A: en la que el primer octeto identifica la red y los últimos tres octetos se utilizan para identificar los host, permitiría entonces crear 126 redes, cada una con la capacidad de alojar 16'777. 214 equipos.
- ☑ Clase B: Los dos primeros octetos son asignados como identificadores de red mientras que los dos octetos restantes se asignan a host. Esta asignación permite 16.384 redes y 65.534 host por cada red.
- ☑ Clase C: Los primeros 3 octetos se asigna a identificación de redes mientras que el octeto final se reserva para identificar host, obteniendo una cantidad de 2'097.152 redes cada una con un número máximo de 254 host.

### 2.2.18. Direcciones IP privadas

Las direcciones privadas son direcciones que identifican equipos dentro de una organización o red LAN, estas direcciones no son enrutadas hacia internet y solo han parte de la identificación de los dispositivos internos, CISCO las define de la siguiente forma.

*Dentro del rango de direcciones IP de cada clase (A,B,C) se estableció la reserva de un bloque de direcciones par uso en redes privadas, esto significa que dentro de una organización se puede hacer uso de estos bloques sin necesidad de acudir a un ente , como IANA[2], para su coordinación. (CISCO, 2005)*

**Tabla 3: Rango de direcciones IP privadas**

CLASE	REDES
<b>A</b>	10.0.0.0 hasta 10.255.255.255
<b>B</b>	172.16.0.0 hasta 172.31.0.0
<b>C</b>	192.168.0.0 hasta 192.168.255.0

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.19. Subredes (Subnetting)

Las direcciones IP y sus divisiones en clases, como se conocieron al principio al cabo de un tiempo terminaron por ser insuficientes, y la asignación de sus octetos en identificador de red y host, presentaban algunas deficiencias, puesto que para las redes de clase A, habían pocas redes para asignar y por cada red se tenían una gran cantidad de direcciones asignables a host, mientras que las de clase C tenían gran capacidad para asignación de redes , pero solo se podían asignar un número muy limitado de host por cada una de ella , fue entonces cuando se hizo necesario subdividir las redes en unos rangos mucho más manejables. Como lo explica (CISCO, 2016)

*La conexión en subredes permite crear múltiples redes lógicas que existen dentro de una red única Clase A, B o C. Si no crea una subred, solamente podrá utilizar una red de la red de Clase A, B o C, lo que es poco realista.*

*Cada link de datos de una red debe tener una identificación de red única, siendo cada nodo de ese link miembro de la misma red. Si divide una red principal (clase A, B, o C) en subredes menores, podrá crear una red de subredes interconectadas.*

### 2.2.20. Principales dispositivos de una red LAN

Dentro de una red interviene diferentes dispositivos, cada uno de estos cumple un rol específico dentro de una transmisión de datos.

#### a) **Conmutador o Switch:**

Es un equipo activo de red, que se encarga de conmutar paquetes entre sus diferentes puertos, una vez un paquete ingresa por un puerto del equipo, este revisa una base de datos denominada Tabla de MAC, en la que tiene asociados las direcciones Mac de las terminales y el puerto por el que puede alcanzar esta.

Es un dispositivo que trabaja en la capa 2 del modelo OSI, sin embargo también existen otros tipos de conmutadores que integran, por ejemplo, servicios de enrutamiento o características de otras capas.

En la actualidad se pueden encontrar, principalmente 3 tipos de conmutadores:

- ☑ **Core:** Cuenta con una gran capacidad de procesamiento y densidad de puertos baja, que trabajan a velocidades de 10 y 40 Gbps, los cuales son utilizados en centros de datos.
- ☑ **Acceso:** Estos equipos poseen una densidad de puertos alta aunque su capacidad de procesamiento sea reducida, su función principal es conectar a los usuarios finales a la red, las interfaces de estos equipos trabajan normalmente a velocidad de 1 Gbp/s.
- ☑ **Distribución:** Equipos con una capacidad de procesamiento media e igual densidad de puertos, son utilizados como equipos principales en un centro de cableado y su función consiste en conectar la red de Core con la red de acceso.

#### **b) Router:**

Este equipo permite encaminar paquetes de redes diferentes, siempre que un paquete tenga su destino en una red diferente a la propia, necesitara pasar a través del Router quien basado en unas reglas de enrutamiento definirá a que red enviar dicho paquete.

Así como los conmutadores, existen diferentes tipos de router que pueden prestar servicios avanzados como por ejemplo de seguridad.

Los router se pueden clasificar de diversas formas y sus capacidades de enrutamiento, densidad de puertos y prestaciones de servicios varían de acuerdo las necesidades de la red en la que van a operar.

#### **c) AP (Access Point)**

Es un dispositivo que permite realizar conexiones de tipo inalámbricas, funcionan proveyendo conexiones equipos de cómputo y dispositivos móviles.

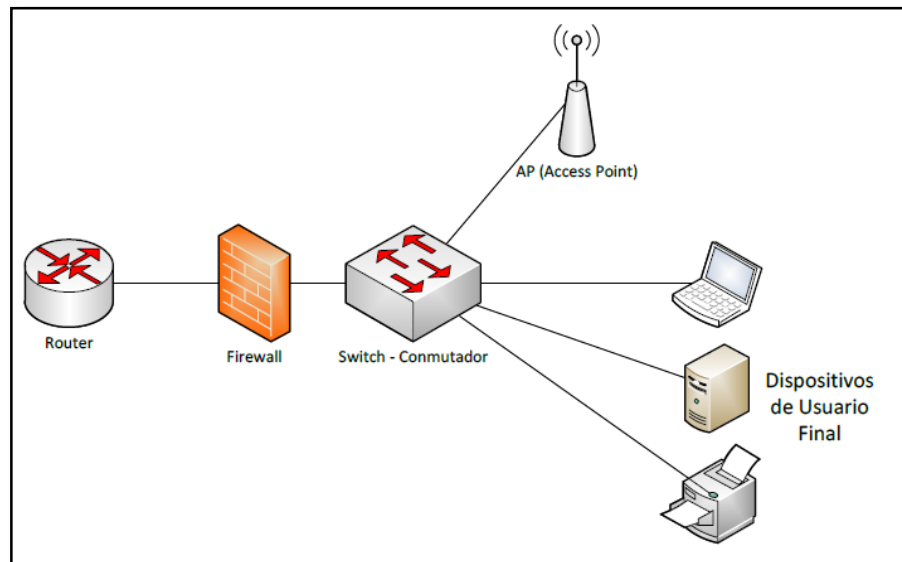
#### **d) Firewall (Corta Fuegos)**

Este dispositivo funciona como una barrera, bloqueando accesos no autorizados y permitiendo que se establezcan conexiones entre dispositivos, solo cuando estas han sido previamente autorizadas.

Un Firewall puede inspeccionar paquetes y detectar accesos que no han sido autorizados y representan una amenaza para la seguridad de la red. Existen otros servicios que se pueden implementar en un corta fuegos, esto pueden ser tan avanzados como así lo requiera la red en la que opera. Por lo general este dispositivo se sitúa en los límites entre la red LAN y la red WAN

### 2.2.21. Dispositivos de usuario Final

Esto equipos incluyen, terminales de escritorio, laptops, impresoras, celulares y demás equipos por medio de los que un usuario final logra acceder a un servicio de red, estos equipos también se les suele denominar host.



**Figura 12: Principales dispositivos de una Red LAN**

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.22. Diseño Jerárquico de red

Propuesto por CISCO, se basa en un modelo que está compuesto por tres capas, (Ilustración 5) “Este desglose del diseño en capas permite a cada capa implementar funciones específicas, lo que simplifica el diseño de red y, por lo tanto, la implementación y administración de la red”. (CISCO, 2014)

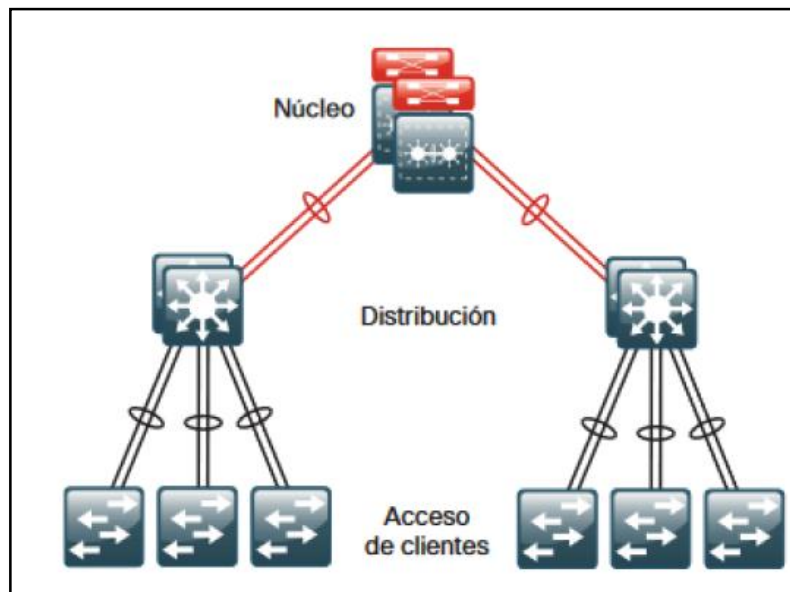
Este tipo de diseño modular es una gran herramienta para un administrador de red “La estructuración modular de la red en elementos pequeños y fáciles de comprender también facilita la recuperabilidad mediante aislamiento de fallas mejorado” (CISCO, 2014)

Las capas incluidas en un diseño jerárquico son:

- ☑ Capa de núcleo: Proporciona, gracias a sus grandes capacidades de procesamiento y velocidad de puertos, conectividad a la capa de distribución, servicio de centro de datos entre otros. Los equipos que hacen parte de esta capa son de gran capacidad,

deben funcionar en alta disponibilidad, por lo que es común implementar conexiones redundantes.

- ☑ Capa de distribución: Se encarga de brindar conexión a los dispositivos de red en la capa de acceso, en este nivel se pueden implementar conexiones redundantes y agregación de interfaces para aumentar su capacidad de conmutación.
- ☑ Capa de acceso: En esta se encuentran los dispositivos que ofrecen acceso a la red para los equipos y usuario final.



**Figura 13: Diseño Jerárquico de tres capas de Cisco**

Fuente: (CISCO, Campus, 2014) - Recuperada de [http://www.cisco.com/c/dam/r/es/la/internet-of-everything-ioe/assets/pdfs/en-05\\_campus-wireless\\_wp\\_cte\\_es-xl\\_42333.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/r/es/la/internet-of-everything-ioe/assets/pdfs/en-05_campus-wireless_wp_cte_es-xl_42333.pdf)

Ventaja de una red jerárquica:

- ☑ Administración simplificada.
- ☑ Redundancia
- ☑ Seguridad
- ☑ Escalabilidad
- ☑ Mantenimiento más simple

Para algunas organizaciones que por sus características y necesidades particulares no crecen lo suficiente, no demandan una opción de gran escala o simplemente requieren reducir costos, se puede implementar un diseño jerárquico de red con “núcleo

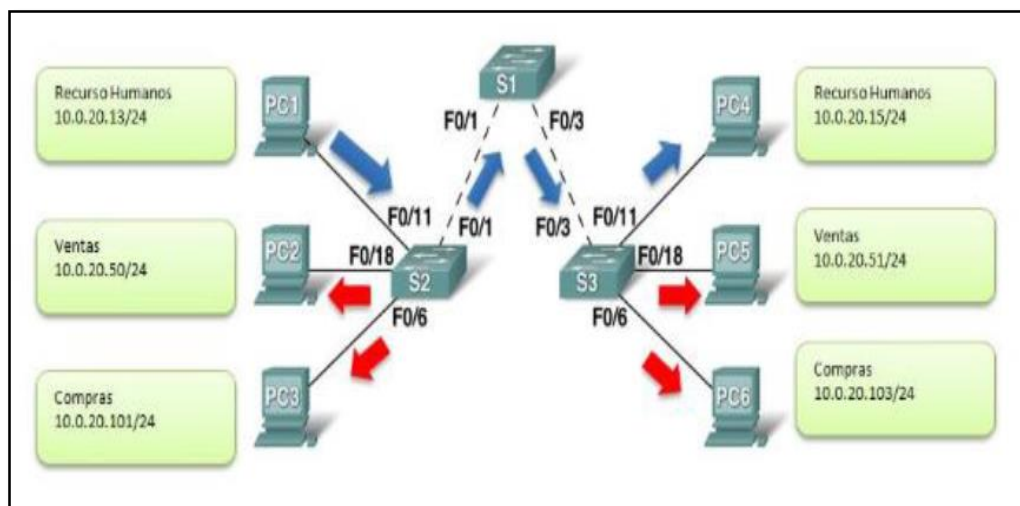
contraído”, esto sucede cuando un dispositivo o grupo de ellos hacen las veces de capa de núcleo y distribución, esto son renuncias a las ventajas antes propuesta por el modelo jerárquico de tres niveles.

### 2.2.23. Red de área Local Virtual (VLAN)

Las VLAN o Virtual LAN, pueden ser usadas para dividir la red en áreas lógicas diferentes, esto con el fin de poder mantener el tráfico de un grupo de usuarios separado de otros grupos, a esto se le conoce como diferentes dominios de broadcasts.

Dentro de estas agrupaciones lógicas se puede organizar diferentes usuarios y agruparlos de acuerdo a algunas características que miembros del mismo grupo o VLAN compartan, por ejemplo la ubicación dentro de la organización, departamentos o servicios utilizados.

En una red que no está segmentada por medio de VLAN (Ilustración 6), un flujo de datos sobre la red, será alcanzado por todos los usuarios de la red (su dominio de broadcasts) aun cuando este solo tenga como destino un único usuario, esto resulta en un uso ineficiente de los recursos de la red.



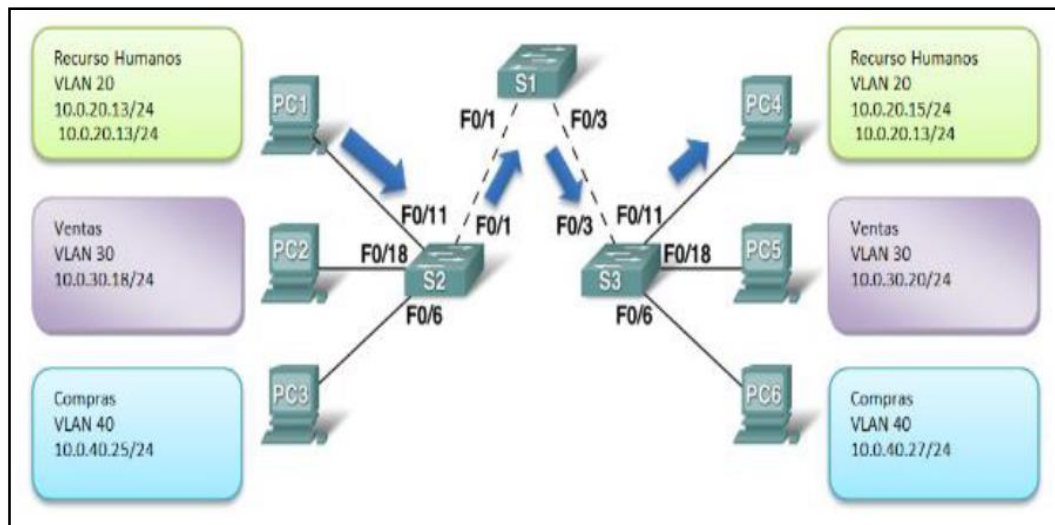
**Figura 14: Red de datos sin implementación de VLANs**

Fuente: (CISCO, CCNA V4.0-Modulo 3, Conmutación y Conexión inalámbrica de LAN)

Para una red de datos que implementa la segmentación de VLAN, un paquete que es enviado a través de la red, solo llegara a los usuarios que estén agrupados lógicamente sobre la VLAN que se originó el paquete (Ilustración 7). Teniendo como resultado un



dominio de broadcasts más pequeño y la seguridad que el paquete solo se transmitirá sobre la VLAN a la que pertenece.



**Figura 15: Red con segmentación de VLANs implementada**

Fuente: (CISCO, CCNA V4.0-Modulo 3, Conmutación y Conexión inalámbrica de LAN)

Las ventajas que se pueden obtener de segmentar la red en VLANs son entre otras;

- ☑ Uso de la red más eficiente.
- ☑ Reducción de un segmento de broadcasts muy grande a varios otros de menor tamaño.
- ☑ Administración y detección de errores simplificada.
- ☑ Menos congestión causada por tormentas de broadcasts.
- ☑ Administración de seguridad simplificada.

#### 2.2.24. Códec de telefonía voz sobre ip

Un códec de audio es un códec que incluye un conjunto de algoritmos que permiten codificar y decodificar los datos auditivos, lo cual significa reducir la cantidad de bits que ocupa el fichero de audio.

Nos centraremos en Voz sobre IP - Consumo de ancho de banda por llamada, mostraremos un listado de códec usado con mayor frecuencia, así como también los datos técnicos que refieren a ellos.

Información de códec				Cálculos de ancho de banda					
Códec y velocidad de bits (Kbps)	Tamaño de muestra de códec (bytes)	Intervalo de muestra de códec (ms)	Puntuación de opinión media (MOS)	Tamaño de la carga útil de voz (bytes)	Tamaño de la carga útil de voz (ms)	Paquetes por segundo (PPS)	Ancho de banda MP o FRF.12 (Kbps)	Ancho de banda w / cRTP MP o FRF.12 (Kbps)	Ancho de banda Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms			20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps
G722_64k (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
ilbc_mode_20 (15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	N / A	38 Bytes	20 ms	50	34.0 Kbps	18.8 Kbps	38.4 Kbps
ilbc_mode_30 (13.33Kbps)	50 bytes	30 ms	N / A	50 bytes	30 ms	33.3	25.867 Kbps	15.73 Kbps	28.8 Kbps

**Figura 16: Listado de códec**

Fuente: (CISCO, ID del documento: 7934, 7934-bwidth-consume)

## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. HIPÓTESIS

El Diseño de una Red LAN con acceso inalámbrico permitirá satisfacer los requerimientos de comunicación de voz y datos del nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

- ☒ **De acuerdo al fin que se persigue:**

Aplicada

- ☒ **De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis:**

Descriptiva

### 3.3. VARIABLES E INDICADORES

- ☒ **Variable Independiente:**

Diseño de red LAN de voz y datos con acceso inalámbrico

- ☒ **Variable Dependiente:**

Requerimientos de comunicación del nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

**Tabla 4: Cuadro de Operacionalización de Variables**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	FÓRMULA DE CÁLCULO	TÉCNICA O INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<b>DISEÑO DE RED LAN DE VOZ Y DATOS CON ACCESO INALÁMBRICO</b>	Diseño Físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de Puntos de Red</li> <li>• Distribución de Nodos</li> <li>• Distribución de Access Point</li> <li>• Distribución de Teléfonos IP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de Puntos de Red</li> <li>• N° de Nodos</li> <li>• N° de Access Point</li> <li>• N° de Teléfonos IP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de tesis, normas</li> <li>• Observación y medición</li> <li>• Entrevistas a personal administrativo</li> <li>• Juicio de expertos</li> </ul>
	Diseño Lógico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de VLANs</li> <li>• Niveles Jerárquicos</li> <li>• Crecimiento Futuro</li> <li>• Ancho de Banda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VLANs consideradas</li> <li>• Niveles de Red</li> <li>• Flexibilidad</li> <li>• Ancho de Banda del Medio de Transmisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de tesis, normas</li> <li>• Juicio de expertos</li> </ul>
	Cumplimiento de Estándares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de Estándares de Cableado Estructurado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de Estándar ANSI TIA/EIA-569-A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juicio de expertos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. MÉTODO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se utilizará juicio de expertos, los cuales validarán el diseño propuesto con un cuestionario que analiza las diversas características que debe tener un diseño que cumpla con las normas internacionales de cableado estructurado, además de la flexibilidad y posibilidad de crecimiento. Población y Muestra

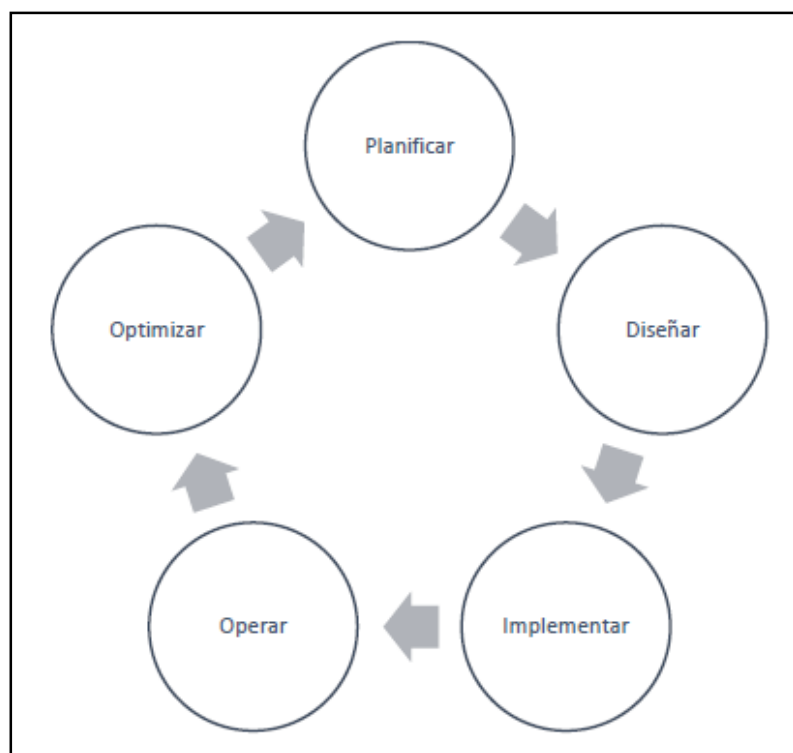
El diseño de la red será propuesto para el nuevo edificio de oficinas administrativas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

### 3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Observación, Revisión de documentos y Cuestionario. El cuestionario puede verse en el Anexo 1.

### 3.6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA.

Para diseñar una red que satisfaga las necesidades del cliente, deben identificarse las metas de la organización, las limitaciones de la organización, los objetivos técnicos y las limitaciones técnicas. Cisco ha formalizado el ciclo de vida de una red en las siguientes fases: planificar, diseñar, implementar, operar y optimizar (PDIOO). Ver figura 16. (Blogspot - Cisco Documents, 2011).



**Figura 17: Ciclo de vida de una Red de Datos**

**Fase 1. Planificación:**

Esta fase identifica los requerimientos de red a través de la evaluación o diagnóstico, para lo cual se identifican las deficiencias o falencias de la arquitectura actual. Esta fase es seguida durante todo el ciclo de la metodología.

- ☑ Necesidades de la Organización.
- ☑ Ubicación geográfica.
- ☑ Tipo de Red Existente.

**Fase 2. Diseño:**

Desarrollar un diseño detallado que comprenda requerimientos técnicos y de negocios, obtenidos desde la fase anterior. Esta fase incluye diagramas de red y lista de equipos que intervienen en la infraestructura.

- ☑ Diseñar una topología de la red
- ☑ Diseñar modelos de direccionamiento y nombres.
- ☑ Desarrollar estrategias de seguridad para la red

**Fase 3. Implementación:**

Se hace el diseño físico de la red junto con la configuración de interfaces, enrutamiento y equipos. Otro punto importante dentro de esta fase es la realización de la configuración de los servidores, el modelo de red Basado en servidor, la configuración de los clientes de la red y la distribución del cableado.

- ☑ Documentar la implementación de la red
- ☑ Diseño y segmentación física de la red.
- ☑ Configuración de los equipos como Routers, Switch, Computadoras, Teléfonos IP, entre otros.
- ☑ Tendido de la fibra óptica.

**Fase 4. Operación:**

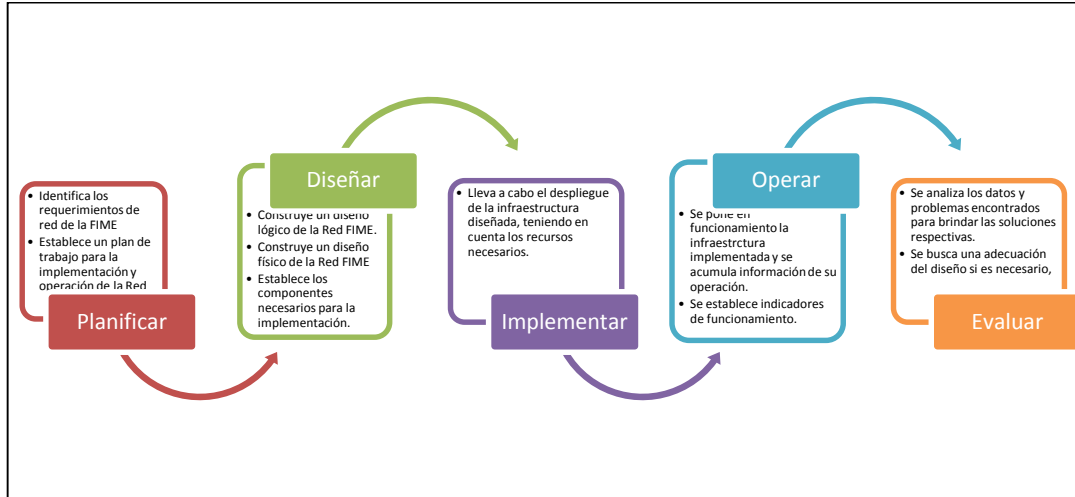
Esta fase incluye la administración y monitoreo de los componentes de la red, mantenimiento de ruteo, administración de actualizaciones, administración del desempeño, identificación y corrección de errores.

**Fase 5. Optimización:**

Esta fase permite mejorar la infraestructura implementada y dotar de continuidad de servicio, identificando y resolviendo incidencias o errores antes que afecten a la red. En esta fase se plantea la modificación del diseño si se encuentran demasiados problemas, para mejorar el desempeño de la red o resolver problemas de las aplicaciones que hacen uso de la misma.

## CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCION

### 4.1. DISEÑO DE LA RED DE VOZ Y DATOS



**Figura 18: Metodología PDIOO**

Fuente: Elaboración Propia

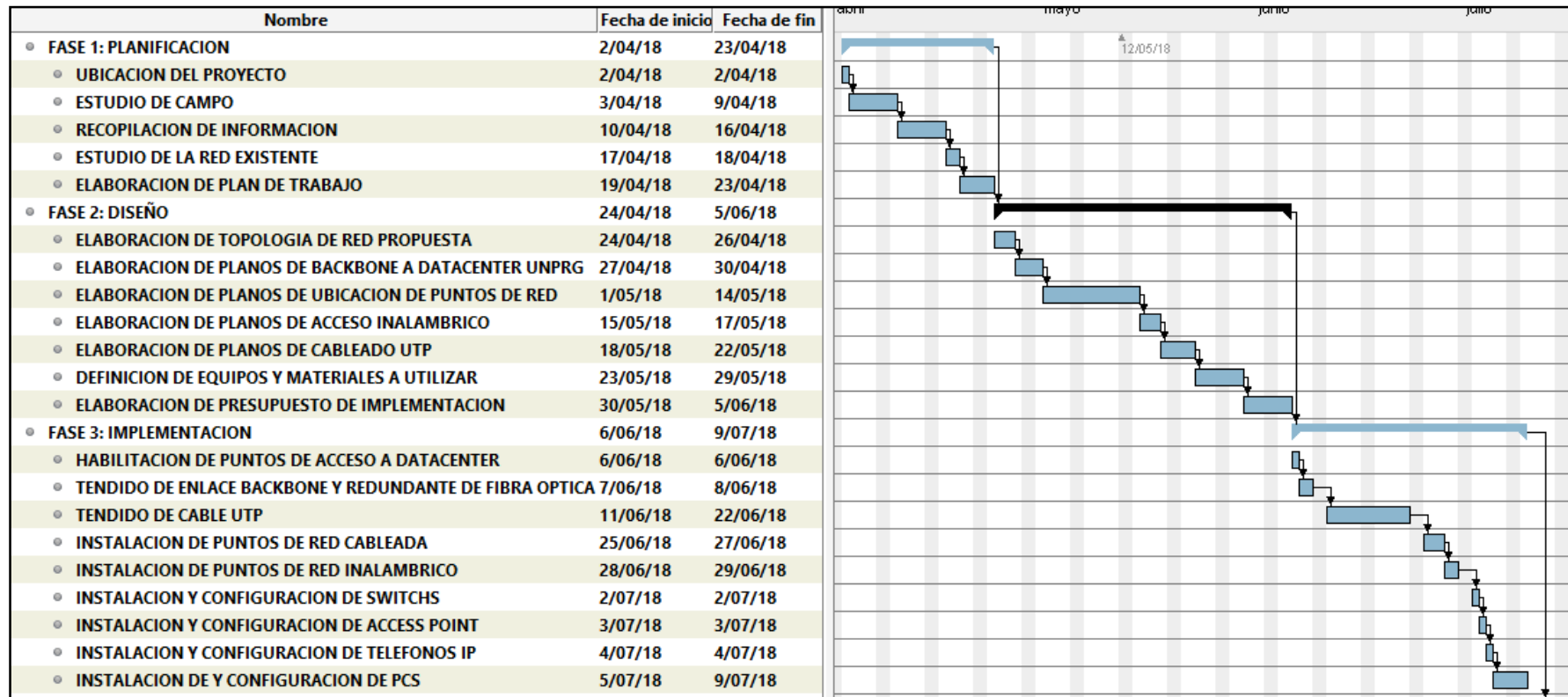
Cabe mencionar que aunque se planifica hasta la fase de implementación y operación y optimización, el presente proyecto llegará a realizar solo hasta la fase de Diseño, para posteriormente si fuese el caso se proceda a la implementación del mismo según se tome las decisiones para ello.

#### 4.1.1. Fase de Planificación

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ha construido un nuevo edificio de 3 pisos con la finalidad de que sirva como ambiente de labores administrativas, el cual debe otorgar las comodidades básicas para el correcto desempeño de sus trabajadores, para lo cual debe contar con una infraestructura tecnológica adecuada que sirva para el procesamiento e intercambio de información, es por eso que en la presente tesis nos planteamos realizar un estudio y diseño de una red de telecomunicaciones, que en un futuro pueda ser implementado, lo cual escapa al alcance del presente proyecto.

Por el momento se muestra la planificación de actividades para la ejecución hasta la puesta en marcha y optimización de la presente red de voz y datos con soporte inalámbrico.

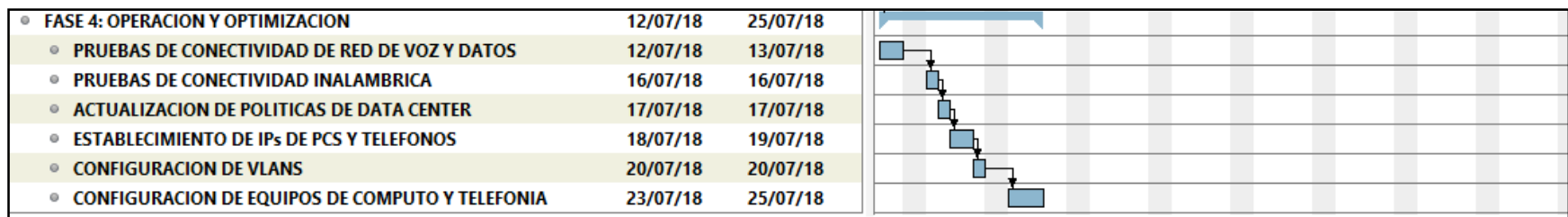
### Planificación de Actividades a realizar:



**Figura 19: Cronograma de Actividades**

Fuente: Elaboración Propia





**Figura 20: Cronograma de Actividades (Continuación)**

Fuente: Elaboración Propia

El proyecto de construcción del edificio no cuenta con una red de telecomunicaciones implementada, no cuenta con algún equipo y/o materiales de red de datos instalados hasta la fecha, antes de que el diseño planteado por la constructora sea ejecutado, se ve conveniente realizar un análisis de las necesidades futuras de comunicación de estos ambientes y contar así con una alternativa de diseño de dicha red que tome en cuenta dichas necesidades, lo cual se puede ver en el siguiente apartado.

#### **A. Necesidades de la Organización**

##### **a) Oficinas de la Planta 1er nivel**

- ✓ **Mesa de partes.** Oficina que se encarga del trámite documentario, recepcionar y entregar documentos, y recepcionar llamadas telefónicas para brindar información, posiblemente se implemente el uso de un sistema de trámite documentario que estará almacenado en el datacenter de la universidad.
- ✓ **Oficina de asuntos pedagógicos.** Esta oficina se encarga de procesar la información académica de los alumnos, como matrículas y notas, emisión de certificados de estudios, constancias, para lo cual normalmente para estas labores utilizan un sistema que se encuentra en el datacenter de la unprg. Son tres personas las que laboran aquí, un jefe y dos secretarias, además de comunicación telefónica requiere de una impresora en red para la emisión de los documentos mencionados anteriormente.
- ✓ **Oficina de Recaudación.** Oficina que se encarga de cobranza de derechos de los alumnos, egresados, u otros por los servicios que brinda a facultad, por el momento no se tiene un sistema para dicha labor solo llevan control con hojas de cálculo. Hay dos personas que trabajan en esta oficina, y se requiere además comunicación telefónica para dar información de los pagos que se realizan.
- ✓ **Oficina de Grados y títulos.** Oficina que controla la emisión de los grados y títulos de los egresados de esta facultad, para ello habrá dos personas encargadas de realizar esas labores. Necesitarán además comunicación telefónica para poder informar a los usuarios el estado de sus trámites. Necesitan además acceder a internet para comunicación por internet para acceder a la web de Sunedu para informar o consultar información de los grados y títulos.
- ✓ **Sala de espera.** Aquí solo habrá unos asientos para las personas que llegan a realizar algún trámite a las oficinas administrativas, se necesitará acceso inalámbrico para los visitantes.

**b) Oficinas de la Planta 2do nivel**

- ✓ **Oficina de decanato.** Oficina del decano, máxima autoridad de la facultad, que tendrá la necesidad de comunicación por teléfono interna y externa, además de utilizar una laptop o pc para acceder a sistemas de la universidad como a los diferentes servicios disponibles en el portal de la unprg.
- ✓ **Secretaria de decanato.** Aquí se ubicará la secretaria del decano y que recibirá las comunicaciones en primera instancia que serán luego derivadas al decano cuando sea necesario, se dedica a redacción de documentos de oficina como oficios, cartas, resoluciones, memorandums, etc. Acceso a internet para mantener informado al decano de novedades o noticias relevantes para el quehacer de la facultad.
- ✓ **Secretaria documental.** Se encarga de llevar el control de las resoluciones emitidas por la facultad en la cual hay 4 personas laborando allí, incluido el secretario docente, como aquí se emiten una gran cantidad de documentos, se necesita de una impresora en red y un teléfono para comunicarse con las diferentes dependencias.
- ✓ **Sala de espera.** Sala donde esperaran las personas que tienen alguna reunión o cita con el decano o que van a ver algún documento en las secretarías que en este nivel se encuentran y se le pretende brindar acceso inalámbrico a internet.
- ✓ **Cuarto de Telecomunicaciones.** Aquí se ubicará el gabinete de piso donde se instalarán los equipos de comunicación y de donde se repartirá a los otros dos niveles el cableado que llegara a los diversos puntos de trabajo ya sea de datos, voz o de equipos inalámbricos.

**c) Oficinas de la Planta 3er nivel**

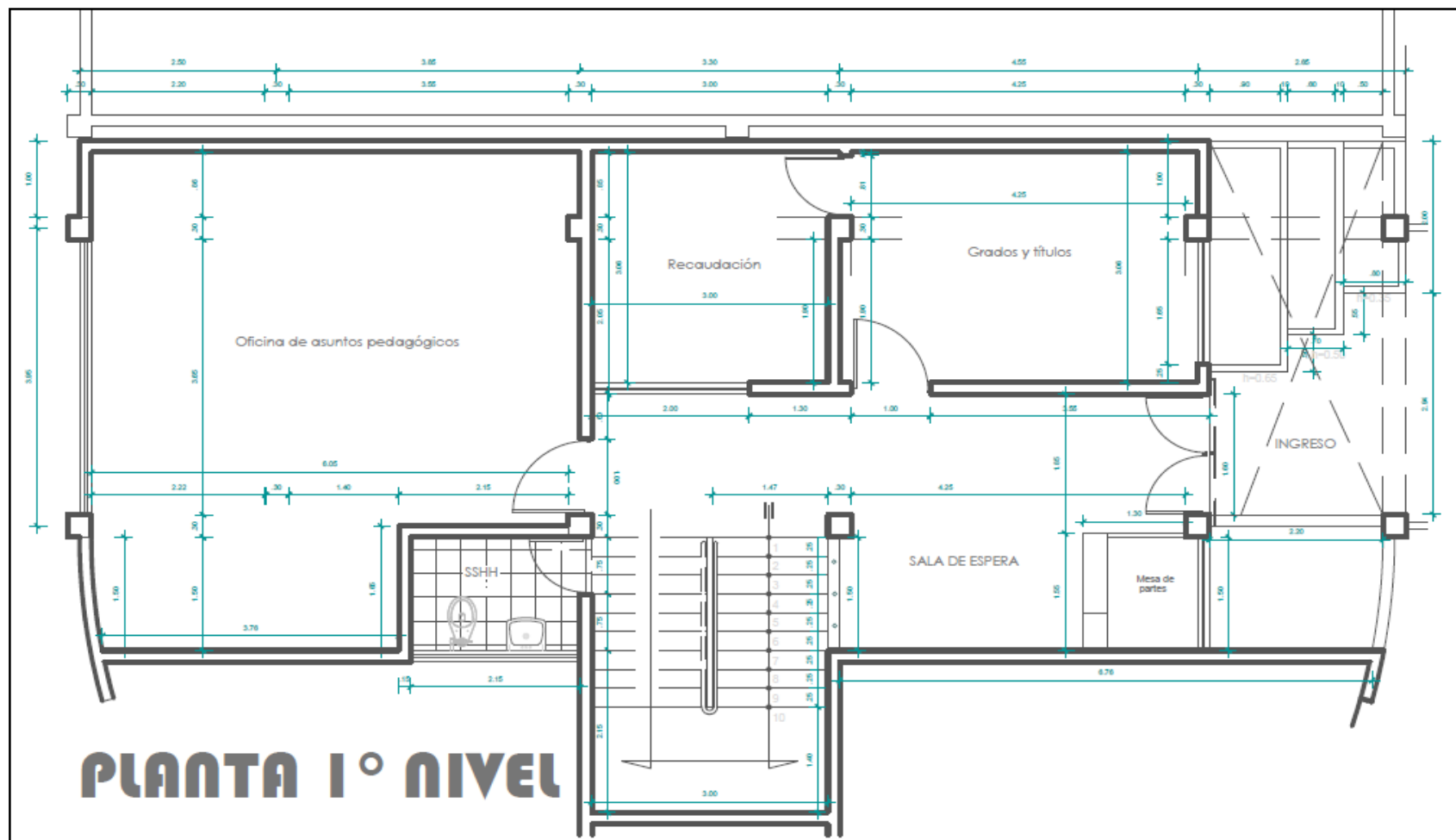
- ✓ **Escuela y departamentos.** Aquí funciona dos oficinas, la dirección de escuela de ingeniería mecánica y el departamento académico, para cada una de estas dependencias hay un jefe, y una secretaria, pero se ha creído conveniente añadir un punto de datos más para una asistente o visitante que a veces llega a reuniones con estas autoridades. Estas dos oficinas a pesar de encontrarse en el mismo ambiente deben tener comunicación telefónica independiente por la misma naturaleza de sus labores.
- ✓ **Oficina de administración de facultad.** Oficina encargada de la gestión administrativa de la facultad, aquí hay un jefe, y dos secretarias, una de ellas

se encarga de la comunicación telefónica y derivar las comunicaciones al jefe de esta oficina cuando sea necesario. La otra secretaria utilizará una pc para labores de oficina como elaborar documentos gestionar hojas de cálculo, etc.

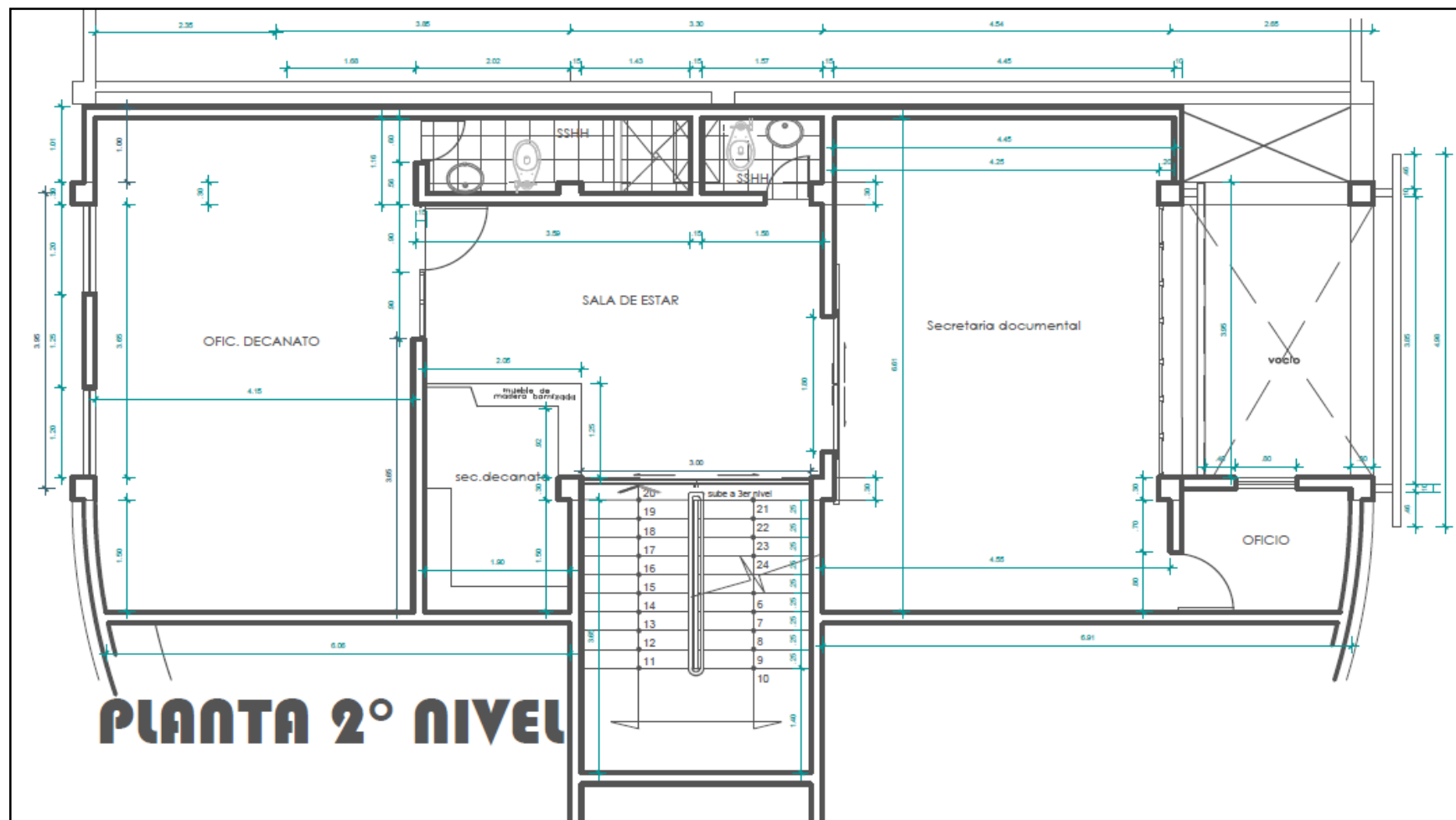
- ✓ **Sala de espera.** Al igual que en los otros niveles esta sala es para los visitantes que esperan alguna reunión con el director de escuela, jefe de departamento o administrador de la facultad y se le pretende brindar acceso inalámbrico a internet.

## **B. Ubicación Geográfico-plano**

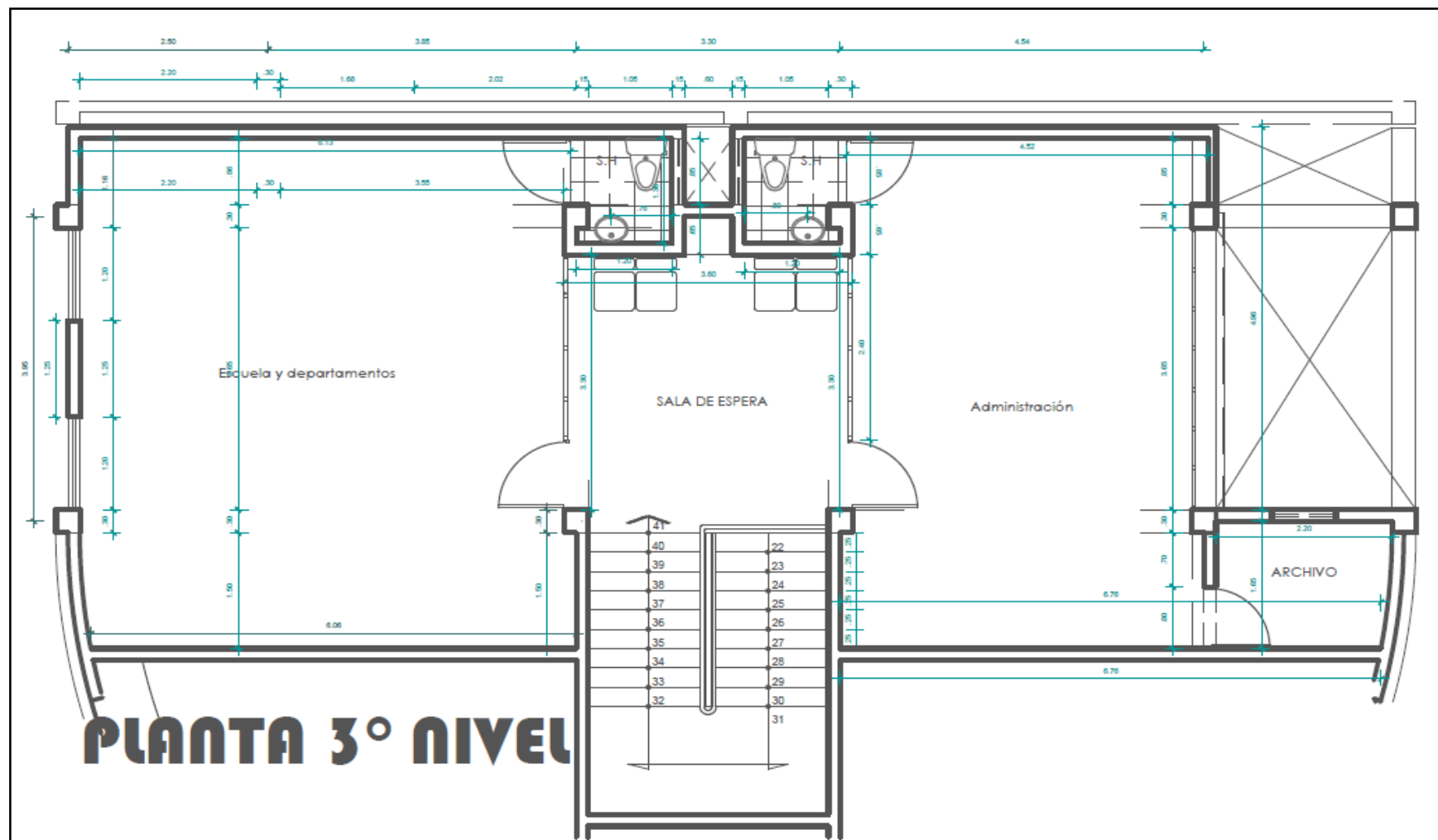
A continuación se muestra los planos de los diferentes niveles del nuevo edificio para poder tener una idea de la distribución que se necesitaría realizar de los puntos de red según los requerimientos de cada una de las oficinas que se detallaron en apartado previo y el área que deben cubrir los puntos de acceso inalámbrico para que puedan dar un servicio adecuado a los usuarios que requieran ese servicio.



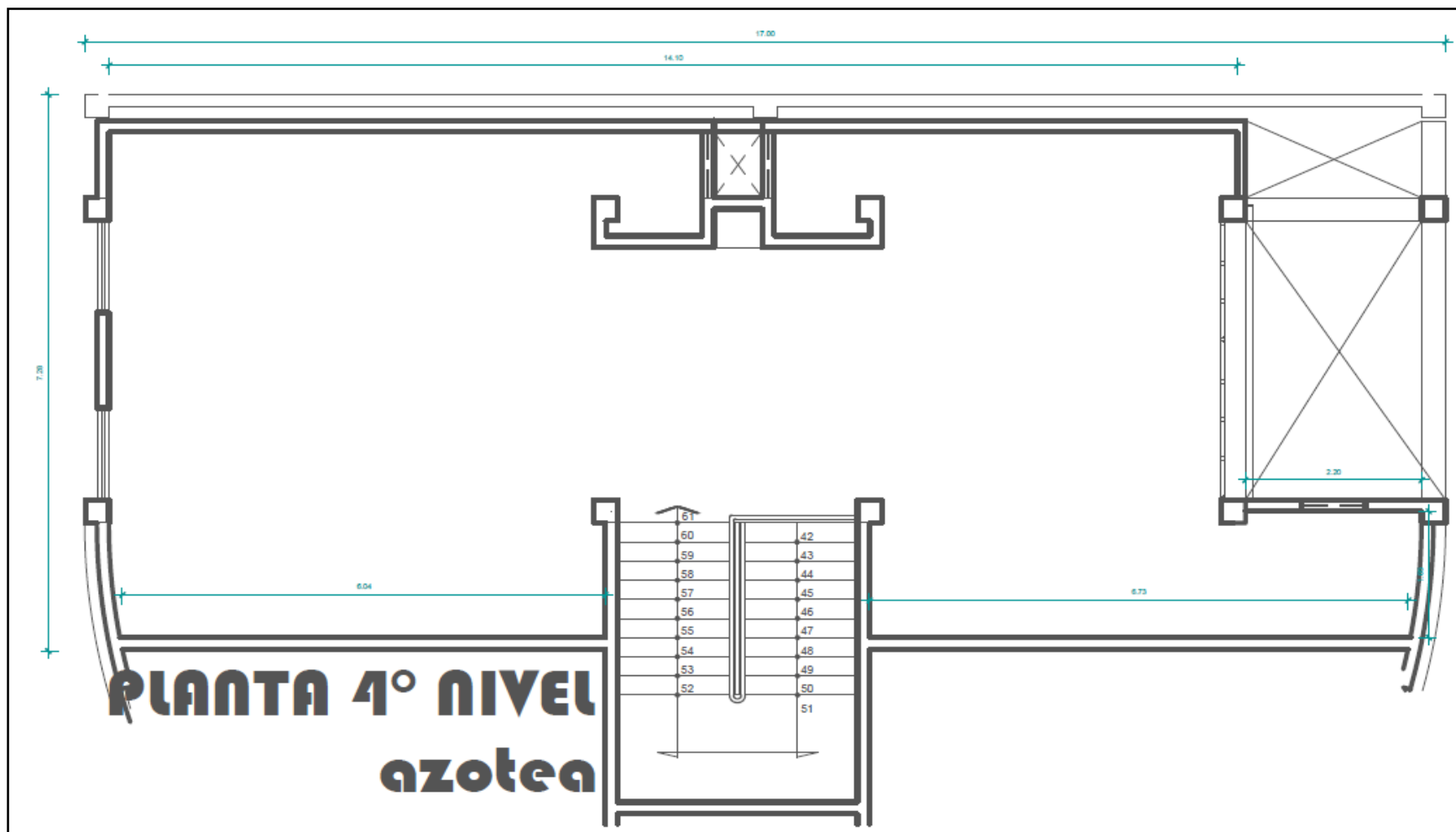
**Figura 21: Plano Primer Nivel**  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 22: Plano Segundo Nivel**  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 23: Plano Tercer Nivel**  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 24: Plano de Azotea**  
Fuente: Elaboración Propia



### C. Requerimientos detallados

De los requerimientos detallados y los planos proyectados de las diferentes oficinas, se establece que los puntos de red para datos, voz, impresoras y de Access point son los siguientes:

#### Primer Nivel

**Tabla 5: Puntos de Red Primer Nivel**

Ambiente	N° de impresoras en red	N° de pc	N° de puntos de teléfonos IP	N° de puntos de AP
Asuntos pedagógicos	1	3	1	0
Recaudación	0	2	1	0
Grados y Títulos	1	2	1	0
Mesa de partes	0	1	1	0
Sala de espera	0	0	0	1

Fuente: Elaboración Propia

#### Segundo Nivel

**Tabla 6: Puntos de Red Segundo Nivel**

Ambiente	N° de impresoras en red	N° de pc	N° de puntos de teléfonos IP	N° de puntos de AP
Decanato	0	1	1	0
Secretaria de Decanato	0	1	1	0
Secretaria Documental	1	4	1	0
Sala de espera	0	0	0	1

Fuente: Elaboración Propia

#### Tercer Nivel

**Tabla 7: Puntos de Red Tercer Nivel**

Ambiente	N° de impresoras en red	N° de pc	N° de puntos de teléfonos IP	N° de puntos de AP
Escuela y Departamentos	1	6	2	0
Administración	1	3	2	0
Sala de espera	0	0	0	1

Fuente: Elaboración Propia

#### D. Resumen puntos de red

**Tabla 8: Resumen de Puntos de Red**

Detalle	Cantidad
Puntos de Red de Datos para PC	23
Puntos de Red de Voz para Teléfono IP	11
Puntos para Access Point	3
Puntos para Impresoras en Red	5
<b>Cantidad Total de Puntos de Red</b>	<b>42</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Fase de Diseño

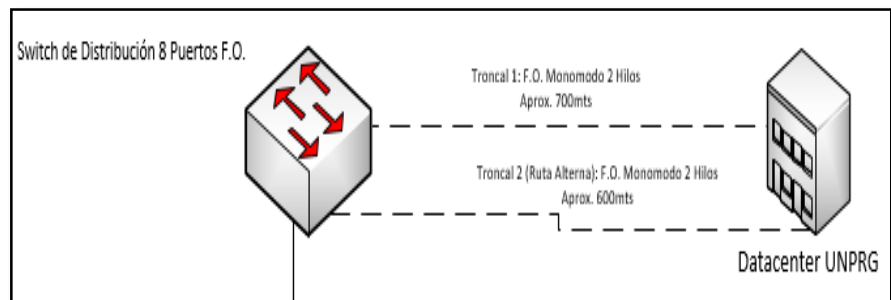
##### A. Diseñar la topología de la red: Diseño Lógico

Como ya se detalló en el marco teórico, se utilizará un modelo jerárquico de red por las diversas bondades que nos brinda, por lo que en este apartado se detallará los elementos considerados en cada uno de los niveles de este modelo.

##### *a) Capa de núcleo*

Como esta propuesta de diseño de red forma parte de la red de campus de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, la capa de núcleo forma parte de la infraestructura de dicha red, por lo que solamente se considera el enlace desde el datacenter de la UNPRG, hasta el edificio administrativo que es materia de este proyecto, y que forma parte del nivel de distribución.

Cabe mencionar que como las normas internacionales de cableado estructurado sugieren, se ha considerado un enlace redundante para asegurar la continuidad de los servicios de red prestados por este nuevo diseño.

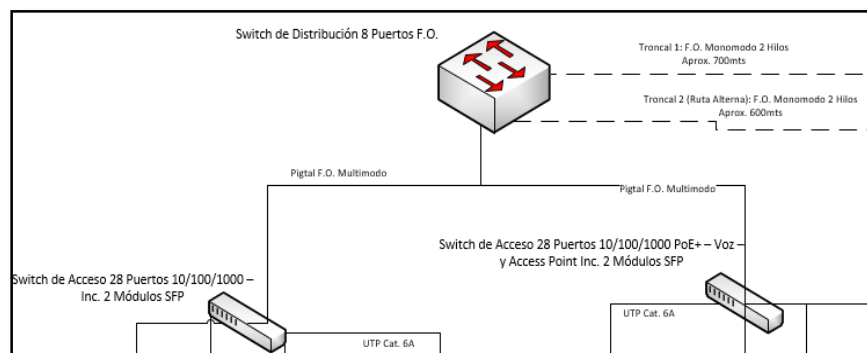


**Figura 25: Enlaces al Datacenter UNPRG**

Fuente: Elaboración Propia

## b) Capa de distribución

En este nivel, se considera la implementación de un Cuarto de Telecomunicaciones con un Gabinete de Piso de 38RU, donde se ubicará el Switch de Distribución que debe contar con 8 puertos, que recibe los 2 enlaces de Fibra Óptica Monomodo que vienen del Datacenter, además de los enlaces a los 2 switch de acceso. Se considera enlaces redundantes a cada uno de los switches de acceso para asegurar la continuidad de los servicios.



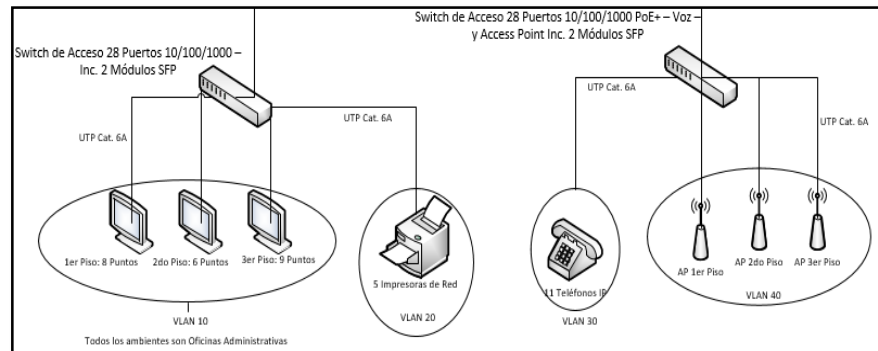
**Figura 26: Capa de Distribución de la Red Propuesta**

Fuente: Elaboración Propia

## c) Capa de acceso

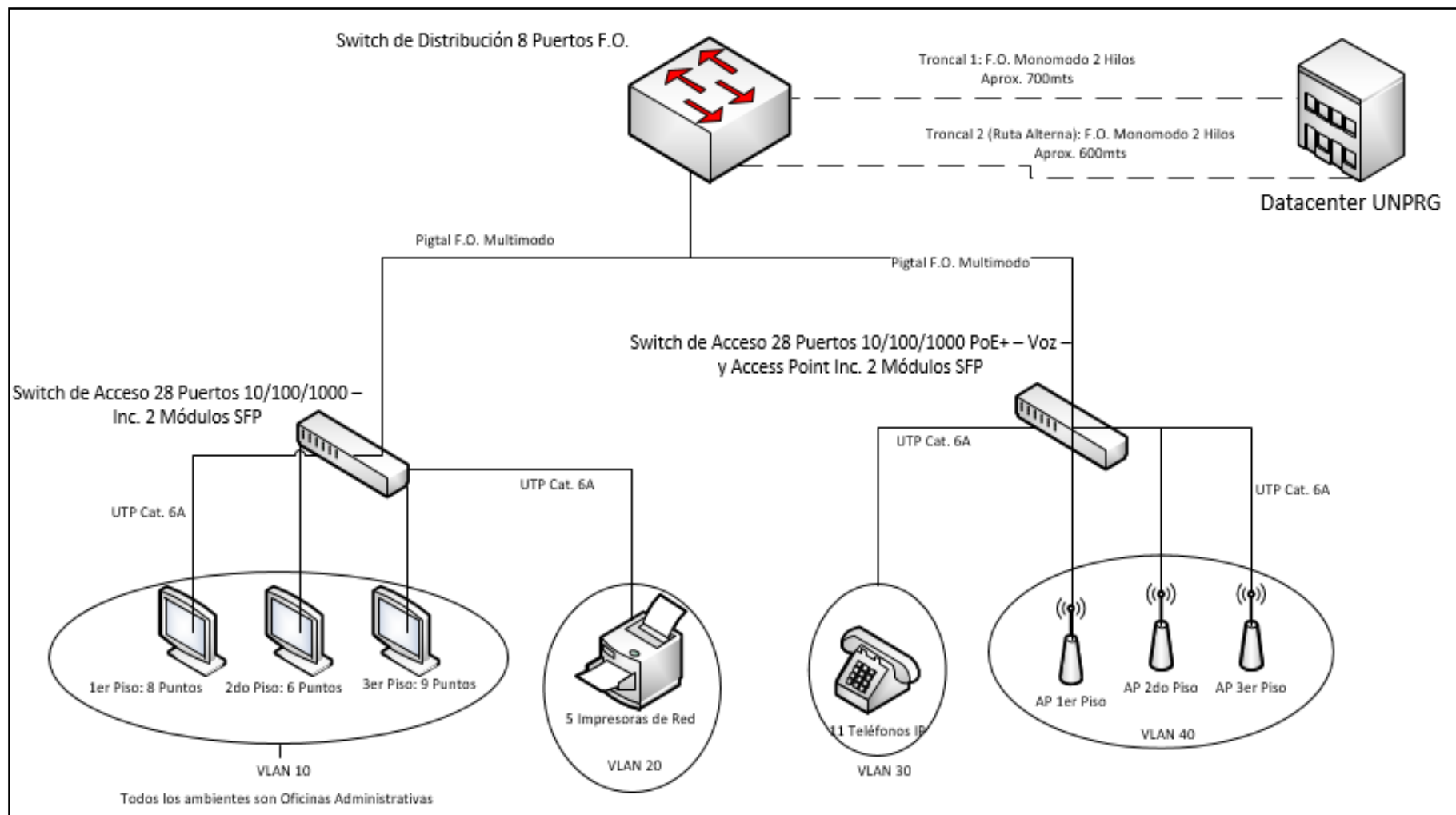
Se considera en esta capa a los dos switches de acceso, que en el cual uno de ellos es un switch con 28 puertos Gigabit con dos puertos SFP para poder realizar el enlace con el switch del nivel superior, y el otro switch con 28 puertos Gigabit PoE+, para poder alimentar a los teléfonos IP y los Access Point, y además en un futuro poder considerar otras soluciones que necesiten de esta tecnología como puede ser cámaras de videovigilancia,

además de 2 puertos SFP también para poder realizar el enlace con el switch del nivel superior.



**Figura 27: Capa de Acceso de la Red Propuesta**

Fuente: Elaboración Propia



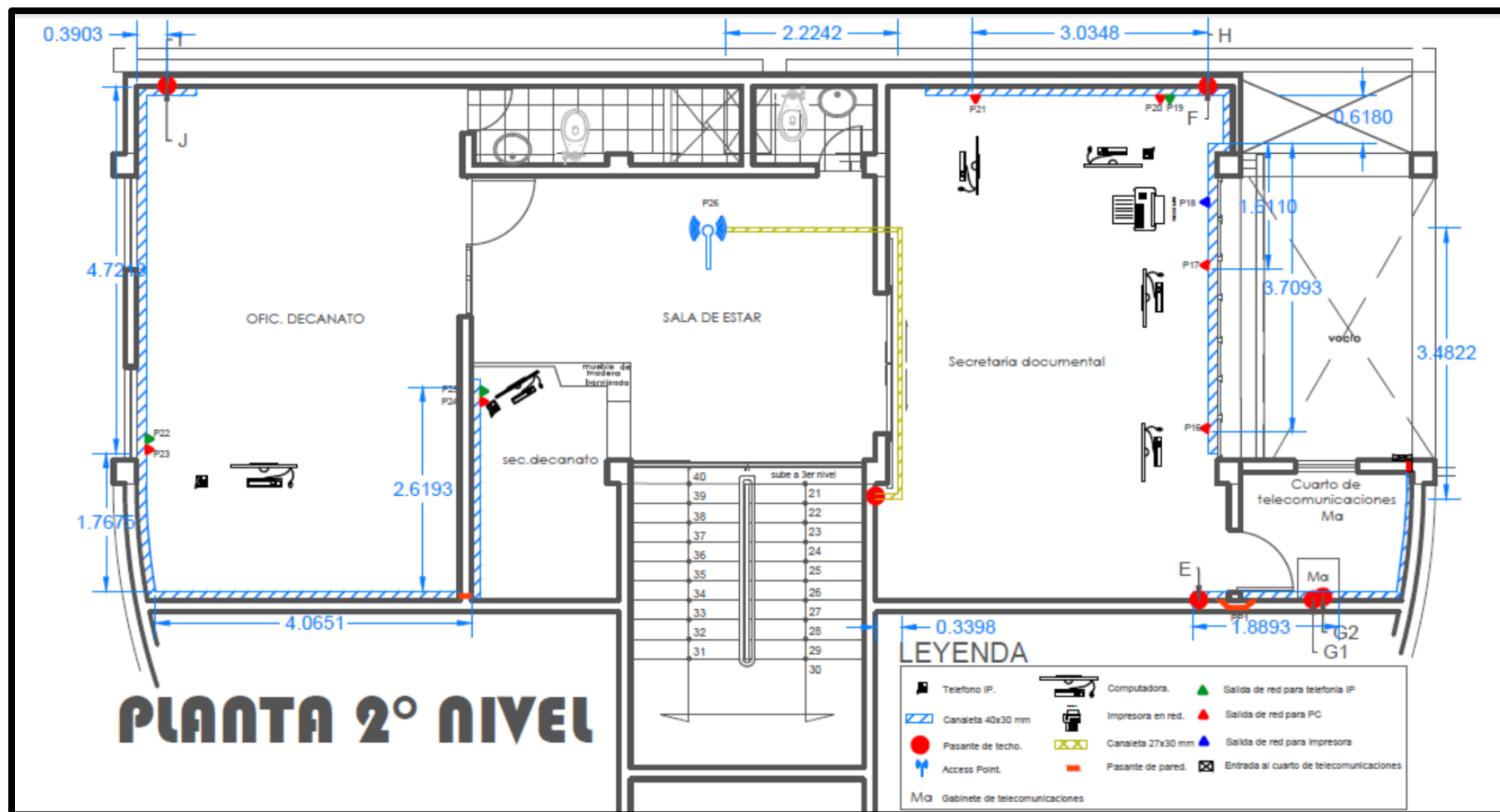
**Figura 28: Diseño Jerárquico de Red Propuesto**  
Fuente: Elaboración Propia

## **B. Diseñar la topología de la red: Diseño Físico**

En el diseño físico podremos establecer la distribución exacta de cada uno de los puntos de red en las oficinas, lo que permitirá luego definir las necesidades de equipos y materiales que se necesitarán para su implementación, por lo que a continuación mostramos los planos donde se puede apreciar la ubicación física de cada uno de estos puntos, cabe mencionar que la ubicación se ha determinado según lo indicado por personal administrativo que se encarga de realizar labores similares en oficinas de otras facultades, lo que nos da una idea de que labores realizan y su desplazamiento en sus oficinas, la ubicación de estos puntos podría cambiar cuando el edificio ya este implementado pero los cambios serían mínimos lo cual no tendría un impacto significativo con la presente propuesta de distribución.



**Figura 29: Distribución de Puntos de Red Primer Nivel**  
Fuente: Elaboración Propia

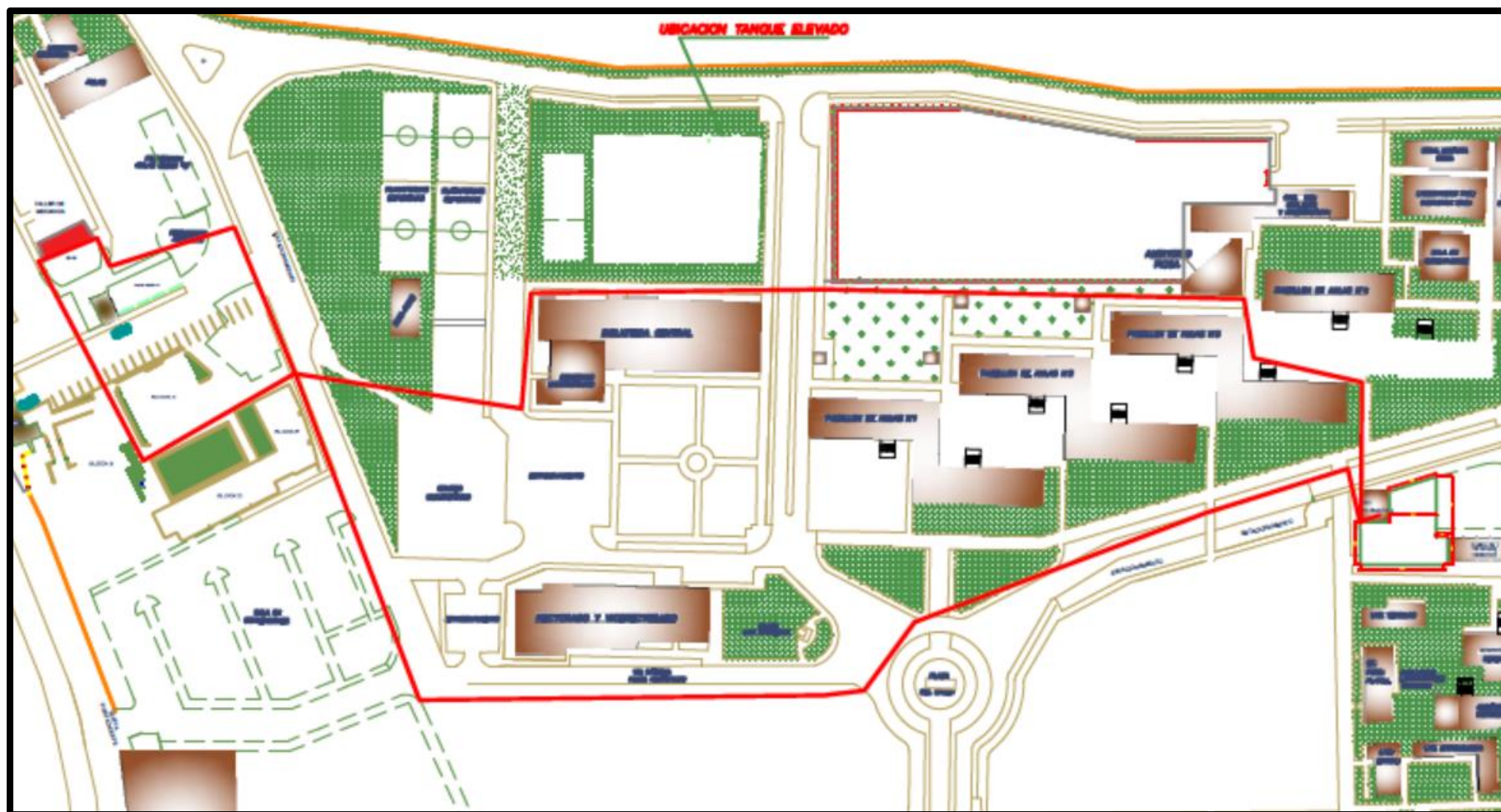


**Figura 30: Distribución de Puntos de Red Segundo Nivel**

Fuente: Elaboración Propia







**Figura 32: Rutas de fibra óptica**

Fuente: Elaboración Propia

### C. Definición de Equipos y Materiales

#### a) Cable UTP Cat. 6A

Para el cálculo del metrado necesario de Cable UTP Cat. 6, tenemos el siguiente cuadro:

**Tabla 9: Etiquetado y metraje cable UTP- Primer Piso**

AMBIENTE	DESCRIPCIÓN DE PUNTO EN PLANO	TIPO DE PUNTO DE RED	ETIQUETADO	METRAJE
Mesa de partes	P1	V	Ma/P3-01V	12.74
	P2	D	Ma/P1-01D	12.74
Grados y Títulos	P3	V	Ma/P3-02V	32.21
	P4	D	Ma/P1-02D	32.21
	P5	P	Ma/P3-12P	31.05
	P6	D	Ma/P1-03D	31.74
Recaudación	P7	D	Ma/P1-04D	42.55
	P8	V	Ma/P3-03V	42.15
	P9	D	Ma/P1-05D	42.15
Asuntos Pedagógicos	P10	D	Ma/P1-06D	48.02
	P11	D	Ma/P1-07D	45.78
	P12	P	Ma/P3-13P	47.43
	P13	V	Ma/P3-04V	49.88
	P14	D	Ma/P1-08D	49.88
Sala de estar	P15	W	Ma/P3-17W	29.34

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10: Etiquetado y metraje cable UTP- Segundo Piso**

AMBIENTE	DESCRIPCIÓN DE PUNTO EN PLANO	TIPO DE PUNTO DE RED	ETIQUETADO	METRAJE
Secretaria documental	P16	D	Ma/P1-09D	31.65
	P17	D	Ma/P1-10D	29.50
	P18	P	Ma/P3-14P	28.65
	P19	V	Ma/P3-05V	27.18
	P20	D	Ma/P1-11D	27.18
	P21	D	Ma/P1-12D	29.63
Decanato	P22	V	Ma/P3-06V	46.10
	P23	D	Ma/P1-13D	46.10
Secretaria de decanato	P24	D	Ma/P1-14D	49.58
	P25	V	Ma/P3-07V	49.58
Sala de estar	P26	W	Ma/P3-18W	28.29

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11: Etiquetado y metraje cable UTP- Tercer Piso**

AMBIENTES	DESCRIPCIÓN DE PUNTO EN PLANO	TIPO DE PUNTO DE RED	ETIQUETADO	METRAJE
Administración	P27	P	Ma/P3-15P	26.42
	P28	V	Ma/P3-08V	23.55
	P29	D	Ma/P1-15D	23.55
Escuelas y departamentos	P30	D	Ma/P1-16D	39.69
	P31	D	Ma/P1-17D	38.26
	P32	V	Ma/P3-09V	37.82
	P33	D	Ma/P1-18D	37.82
	P34	P	Ma/P3-16P	41.79
	P35	D	Ma/P1-19D	46.39
	P36	V	Ma/P3-10V	46.95
	P37	D	Ma/P1-20D	46.95
	P38	D	Ma/P1-21D	52.24
Administración	P39	D	Ma/P1-22D	15.51
	P40	V	Ma/P3-11V	13.49
	P41	D	Ma/P1-23D	13.49
Sala de estar	P42	W	Ma/P3-19W	22.40

Fuente: Elaboración Propia

**Leyenda:**

MA: Cuarto de Telecomunicaciones

P1: Patch Panel 1

P2: Patch Panel 2

V: Punto de Voz

D: Punto de Datos

W: Punto para Access Point

P: Punto para Impresora

## Resumen

Tabla 12 : Tabla Resumen de metraje.

DESCRIPCIÓN DE PUERTOS	CANTIDAD
Puertos de Access point	3
Puertos de Pc	23
Puertos de impresoras	5
Puertos de Teléfonos Ip	11
Total de Cable UTP Cat. 6A	1,469.68

Fuente: Elaboración Propia

### b) Patch Panel:

Tabla 13 : Distribución de puertos en patch panel

IDENTIFICADOR PANEL	TIPO	CANTIDAD DE PUERTOS A USAR	PUERTOS USADOS	PUERTOS LIBRES
P1(24)	Datos	23	1--23	24
P2(24)	Datos	0	0	0--24
P3(24)	Voz	11	1--11	20--24
	Impresoras	5	12--16	
	Access Point	3	17--19	

Fuente: Elaboración Propia

### c) Canaletas

Para dar pase al análisis del área ocupada por los cables UTP Cat. 6a, se necesita calcular el área del cable.

Tabla 14: Calculo del área de un cable UTP a usar

Cable UTP Cat. 6A (23 awg)	Diámetro	5.80	mm
	Radio	2.90	mm
	Área x cable	26.42	mm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15: Capacidad canaleta 100x50mm**

<b>Caleta 100x50mm</b>	Área total	5000.0	mm2
	Área total utilizable	3666.5	mm2
	40% del área utilizable	1466.4	mm2
	60% del área utilizable futuras instalaciones	2199.9	mm2
	Máxima cantidad de cables UTP Cat. 6A (23awg), al 40 % de capacidad.	39	cables
	Máxima cantidad de cables UTP Cat. 6A (23awg), al 60 % de capacidad.	58	Cables

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16: Capacidad canaleta 40x30mm**

<b>Canaleta 40x30mm</b>	Área total	1200	mm2
	Área total utilizable	880	mm2
	40% del área utilizable	352	mm2
	60% del área utilizable futuras instalaciones	528	mm2
	Máxima cantidad de cables UTP Cat. 6A (23awg), al 40 % de capacidad.	9	cables
	Máxima cantidad de cables UTP Cat 6A (23awg), al 40 % de capacidad.	13	cables

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17: Capacidad canaleta 27x30mm**

<b>Canaleta 27x30mm</b>	Área total	810.0	mm2
	Área total utilizable	594.0	mm2
	40% del área utilizable	237.6	mm2
	60% del área utilizable futuras instalaciones	356.4	mm2
	Máxima cantidad de cables UTP Cat. 6A (23awg), al 40 % de capacidad.	5	cables
	Máxima cantidad de cables UTP Cat. 6A (23awg), al 60% de capacidad.	7	cables

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18: Cantidad de canaletas a usar**

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	CANTIDAD
<b>Canaletas 100x50mm</b>	12m	06
<b>Canaletas 40x30mm</b>	82m	41
<b>Canaletas 27x30mm</b>	18m	09

Fuente: Elaboración Propia

**d) Switches**

**Tabla 19: Conmutadores Elegidos en el diseño**

<b>1 Switch Huawei Modelo S5720-12TP-LI-AC (Ver Anexo 1)</b>	Switch que recibirá las dos troncales de Fibra Monomodo que vienen del datacenter. Con sus respectivos Transceivers. 8 Ethernet 10/100/1000 ports 2 Gig SFP and 2 dual-purpose 10/100/1000 or SFP, AC 110/220V.
<b>1 Switchs de 36 puertos cada uno. Huawei Modelo S5720-36C-EI-AC. (Ver Anexo 1)</b>	Para los puntos de datos 28 Puertos 10/100/1000 4 Puertos propósito Dual 10/100/1000 o SFP 4 Puertos 10 Gig SFP+
<b>1 Switchs de 36 puertos cada uno. Huawei Modelo S5720-36C-PWR-EI-AC. (Ver Anexo 1)</b>	Se utilizará para alimentar a los teléfonos IP y Access Point. 28 Puertos 10/100/1000 PoE+ 4 Puertos propósito Dual 10/100/1000 o SFP 4 Puertos 10 Gig SFP+

Fuente: Elaboración Propia

**e) Access point**

**3 Access Point Huawei Modelo AP2030DN. (Ver Anexo 1)**

Tipo Empresarial. Soporta aproximadamente 64 usuarios concurrentes.

**f) UPS (Ver Anexo 1)**

Para la alimentación de los 3 Switches, y una autonomía de 120 minutos, un UPS de 2KVA podrá cubrir estas necesidades.

**g) 1 Bandeja de Fibra óptica**

**h) 11 Teléfonos IP**

Los Teléfonos IP deben ser compatibles a los que se vienen utilizando en la UNPRG, en la actualidad se usa marca SNOM, modelo gerencial con alimentación PoE.

i) **Gabinete de Piso 28RU (Ver Anexo 1)**

- Formato 19"
- Ancho 22.5"
- Profundidad 32"
- Capacidad 325 Kg

j) **Fibra óptica Monomodo**

El metraje es el siguiente:

**Tabla 20: Metraje de fibra óptica**

RUTA	METRAJE
<b>Ruta 1</b>	677,98
<b>Ruta 2</b>	577,17
<b>Total</b>	1255,16

Fuente: Elaboración Propia

La información puede ser consultada en los planos.

**D. Lista de materiales y equipos**

**Tabla 21: Materiales y equipos**

ÍTEM	NOMBRE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Gabinete 28RU	1 Und	Para el cuarto de telecomunicaciones, detalles técnicos específicos en el anexo 1.
2	Patch Panels	3 Und	24 Puertos, cat. 6ª, sin módulos Jack.
3	Patch Cords 3m	39 Und	Para puntos de red de datos, voz e impresoras, cat. 6a, color negro.
4	Patch Cords 1m	45 Und	Para unir cada puerto de los switches a los patch panels y los Access Point, cat. 6a, color azul.
5	Organizadores	3 Und	Uno por cada Patch Panel, de 2 UR, color negro.
6	Cable UTP Cat. 6A	1469,68 m	Aprox. 5 rollos de 305 m
7	Canaletas 100x50mm	13 Und.	Canaletas de 2m cada una, PVC Rígido, Autoextinguible según UL94 V0, color blanco.
8	Canaletas 40x30mm	35 Und.	Canaletas de 2m cada una, PVC Rígido, Autoextinguible según UL94 V0, color blanco.
9	Canaletas 27x30mm	9 Und.	Canaletas de 2m cada una, PVC Rígido, Autoextinguible según UL94 V0, color blanco.



<b>10</b>	Tubo de PVC de 5m	5 Und.	Para cableado exterior
<b>11</b>	Tubo de PVC de 3 m	3 Und.	Para cableado exterior
<b>12</b>	Abrazaderas de 2 ½"	6 Und.	Para cableado exterior
<b>13</b>	Curvas de tubos para pasantes	14 Und.	Para cableado exterior
<b>14</b>	Fibra Óptica Monomodo	1255,16 m	Para enlace del datacenter al cuarto de telecomunicaciones del edificio.
<b>15</b>	Patch Cords de Fibra Óptica	4 Und.	Para enlace de switch de distribución a switch de acceso.
<b>16</b>	Transceivers de F.O. Monomodo	2 Und.	Para los enlaces de switch de distribución a switch de acceso.
<b>17</b>	Transceivers de F.O. Multimodo	8 Und.	
<b>18</b>	Jacks Cat. 6A	114 Und.	24 x 3 para los Patch Panels y 42 puntos de red.
<b>19</b>	Cajas Tomadatos	42 Und.	Para Area de Trabajo, Auto extingible según UL94 V0, color blanco.
<b>20</b>	Tapas Dobles	42 Und.	Para Área de Trabajo, Autoextinguible según UL94 V0, color blanco.
<b>21</b>	Switch Huawei Modelo S5720-12TP-LI-AC	1 Und.	Para Distribución.
<b>22</b>	Switch de 36 puertos. Huawei Modelo S5720-36C-EI-AC.	1 Und.	Para nivel de acceso, para los puntos de datos, impresoras.
<b>23</b>	Switch de 36 puertos. Huawei Modelo S5720-36C-PWR-AC.	1 Und.	Para nivel de acceso, con puertos PoE+ para Teléfonos IP y Access Point.
<b>24</b>	Access Point Huawei Modelo AP2030DN	3 Und.	Uno para cada piso según distribución en planos, detalles técnicos en el anexo 1.
<b>25</b>	UPS de 2KVa	1 Und.	Para dar energía ininterrumpida al cuarto de telecomunicaciones
<b>26</b>	Bandeja de Fibra Óptica	1 Und.	Que recibirá los enlaces de Fibra del Datacenter.
<b>27</b>	Teléfono IP	11 Und.	Ubicados según distribución en planos, se registrarán al servidor de Telefonía IP de la UNPRG.

Fuente: Elaboración Propia

## E. Análisis de costos

- Equipos

Tabla 22: Costos de materiales y equipos

ÍTEM	NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN SOLES	PRECIO TOTAL EN SOLES
1	Gabinete 28RU	1 Und	2244.0	2244.0
2	Patch Panels	3 Und	250.0	750.0
3	Patch Cords 3m	39 Und	28.9	1127.1
4	Patch Cords 1m	45 Und	20.0	900.0
5	Organizadores	3 Und	150.0	450.0
6	Cable UTP Cat. X rollos de 305 metros.	5 Rollos	600	3000.0
7	Canaletas 100x50mm	13 Und	111.4	1448.1
8	Canaletas 40x30mm	35 Und	45.0	1575.0
9	Canaletas 27x30mm	9 Und	22.0	198.0
10	Tubo de PVC de 5m	5 Und	79.0	395.0
11	Tubo de PVC de 3 m	3 Und	48.0	144.0
12	Abrazaderas de 2 ½"	6 Und	9.0	54.0
13	Curvas de tubos para pasantes	14 Und	10.6	148.4
14	Cajas de paso pesada 6x6x4"	9 Und	10.4	93.6
15	Conector PVC	25 Und	2.3	57.5
16	Fibra Óptica Monomodo	1300 metros	2.4	3202.3
17	Patch Cords de Fibra Óptica	4 Und	39.1	156.4
18	Transceivers de F.O. Monomodo	2 Und	508.3	1016.6
19	Transceivers de F.O. Multimodo	8 Und	508.3	4066.4
20	Jacks Cat. 6A	114 Und	37.0	4218.0
21	Cajas Tomadatos	42 Und	12.0	12.0
22	Tapas Dobles	42 Und	10.0	420.0
23	Switch Huawei Modelo S5720-12TP-LI-AC	1 Und	3400.0	3400.0
24	Switch de 36 puertos. Huawei Modelo S5720-36C-EI-AC.	1 Und	3400.0	3400.0

25	Switch de 36 puertos. Huawei Modelo S5720-36C-PWR-AC.	1 Und	7027.8	7027.8
26	Access Point Huawei Modelo AP2030DN	3 Und	374.0	1122.0
27	UPS de 2KVa	1 Und	2670.0	2670.0
28	Bandeja de Fibra Óptica	1 Und	163.5	163.5
29	Teléfono IP	11 Und	527.0	5797.0
30	KIT DE FIBRA ÓPTICA	1 Und	703.8	703.8
31	Distribuidor eléctrico rackeable de 1 ur	2 Und	153.0	306.0
32	Accesorios para canaletas	60 Und	8.0	480.0
<b>TOTAL EN EQUIPOS EN SOLES</b>				<b>S/. 50746.5</b>

Fuente: Elaboración Propia

- **Servicios**

**Tabla 23: Costos de servicios**

ÍTEM	NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN SOLES	PRECIO TOTAL EN SOLES
01	Instalación de materiales de red( cableado estructurado )	01	8400.0	8400.0
02	Configuración de equipos de red( switch, Access point, Ups)	01	3200.0	3200.0
03	Servicio de alquiler 1 semana de empalmadora profesional.	01	977.5	977.5
04	Servicio de alquiler 1 semana de otr monomodo/multimodo.	01	977.5	977.5
05	Servicio de calibración de cortadora.	01	586.5	586.5
<b>TOTAL EN SERVICIOS EN SOLES</b>				<b>S./ 14141.5</b>

Fuente: Elaboración Propia

- **Costo total**

**Tabla 24: Costo total**

ÍTEM	NOMBRE	PRECIO TOTAL
01	TOTAL EN EQUIPOS	<b>S/. 50 746.5</b>
02	TOTAL EN SERVICIOS	<b>S/. 14 141.5</b>
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 64 888.0</b>

Fuente: Elaboración Propia

## **F. Cálculo de consumo de ancho de banda**

### **a) Para descarga de archivos**

El cálculo de la capacidad necesaria para la descarga de archivos desde internet se realizará en base a un tamaño promedio de archivo de 500Kb el cual cuenta con texto y gráficos, y se estima que un usuario descarga un archivo de esas dimensiones en 30 segundos.

$$C_{DA} = \frac{500Kb}{1 Descargar} \times \frac{8 bits}{1 Byte} \times \frac{1 Descarga}{30 seg.} = 133.33Kbps$$

Por lo que se concluye que un usuario consume aproximadamente 133.33Kbps en descargar de archivos.

### **b) Navegación Web**

El cálculo de la capacidad necesaria para la navegación en páginas web se realiza a razón de páginas de un peso aproximado de 320 Kbytes las cuales incluyen texto, imágenes y animaciones, y según estadísticas se calcula que un usuario visita aproximadamente 10 páginas en una hora.

$$C_{NW} = \frac{320Kb}{1 Página} \times \frac{8 bits}{1 Byte} \times \frac{10 páginas}{3600 seg.} = 7.11 Kbps$$

Por lo que se concluye que un usuario consume aproximadamente 7.11Kbps en Navegación Web.

### **c) Correo Electrónico**

Haciendo el seguimiento de la información manejada en correos electrónicos institucionales en actividades relacionadas al desempeño laboral se estima que un correo electrónico pesa aproximadamente 500Kb con texto, hojas de cálculo, gráficos y en algunos casos archivos adjuntos de poco tamaño.

Además se estima que un usuario revisa en promedio unos 10 correos electrónicos en 30 minutos, con lo cual se calcula:

$$C_{CE} = \frac{500Kb}{1 \text{ correo}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} \times \frac{10 \text{ correos}}{1800 \text{ seg.}} = 22.22Kbps$$

Por lo que se concluye que un usuario consume aproximadamente 22.22Kbps en uso de correo electrónico.

**d) Telefonía IP**

Para la transmisión de voz a través de las redes de comunicaciones, será necesaria la utilización de un códec que permita la transformación de una señal analógica a una señal digital, que también permita comprimir el audio y así tener una alta calidad en la conversación sin sacrificar el consumo de ancho de banda, en nuestro caso como en la Universidad se utiliza telefonía con Asterix y los terminales de voz recomendados lo permiten, se usará el códec G.729, que emplea bajos recursos de ancho de banda y permite tener una buena calidad en una conversación, teniendo los siguientes datos se calculará el consumo de ancho de banda de una llamada de telefonía IP.

Tamaño de Paquete de voz = 20 Bytes

Tamaño de Cabeceras= 58 Bytes

Velocidad de Transmisión del códec= 8Kbps

$$C_{TIP} = V_{codec} \times \frac{58 \text{ Bytes} + 20 \text{ Bytes}}{20 \text{ Bytes}} = 8Kbps \times \frac{78 \text{ Bytes}}{20 \text{ Bytes}} = 31.2 \text{ Kbps}$$

Por lo que se concluye que un usuario consume aproximadamente 31.2Kbps en comunicaciones de Telefonía IP.

La siguiente información también puede ser consultada en el marco teórico.

**e) Uso de Sistemas de la Intranet**

Para el cálculo de esta capacidad podemos resumir que el máximo necesario se compara al consumo utilizado para la descarga de archivos.

*f) Resumiendo el consumo de ancho de banda según el uso*

**Tabla 25: Resumen del ancho de banda, según el uso**

SERVICIO	ANCHO DE BANDA NECESARIO
Descarga de Archivos	133.33 Kbps
Navegación Web	7.11 Kbps
Correo Electrónico	22.22 Kbps
Telefonía IP	31.2 Kbps
Uso de Sistemas de Intranet (Gestac, SIGA, SIAF, Trámite Documentario, etc)	133.33 Kbps

Fuente: Estadísticas de google

Cantidad de usuarios consumiendo servicios que generan tráfico de red, según índice de simultaneidad. (El índice de simultaneidad promedio se puede encontrar en estadísticas de Google).

**Tabla 26: Tráfico de red, según índice de simultaneidad.**

Tipo Usuarios	Total Usuarios	Descarga (30%)	Navegación Web (25%)	Correo Electrónico (20%)	Telefonía IP (30%)	Sistemas Intranet (20%)
Acceso Cableado	23	7	6	5	0	5
Acceso Inalámbrico	80	24	20	16	0	16
Teléfonos IP	11	0	0	0	4	0

Fuente: Estadísticas de google

*g) Consumo de Ancho de Banda según índice de simultaneidad*

**Tabla 27: Consumo de ancho de banda, según índice de simultaneidad.**

<b>Tipo Usuarios</b>	<b>Descarga (Kbps)</b>	<b>Navegación Web (Kbps)</b>	<b>Correo Electrónico (Kbps)</b>	<b>Telefonía IP (Kbps)</b>	<b>Sistemas Intranet (Kbps)</b>	<b>Total (Kbps)</b>
<b>Acceso Cableado</b>	933.31	42.66	111.1	0	666.65	1753.72
<b>Acceso Inalámbrico</b>	3199.92	142.20	355.52	0	2133.28	5830.92
<b>Teléfonos IP</b>	0	0	0	124.08	0	124.80
<b>Total</b>						7709.44

Fuente: Estadísticas de google

**Tabla 28: Consumo de ancho de banda, según índice de simultaneidad al 100%.**

<b>Tipo Usuarios</b>	<b>Descarga (Kbps)</b>	<b>Navegación Web (Kbps)</b>	<b>Correo Electrónico (Kbps)</b>	<b>Telefonía IP (Kbps)</b>	<b>Sistemas Intranet (Kbps)</b>	<b>Total (Kbps)</b>
<b>Acceso Cableado</b>	3066,59	163,53	511,06	0	3066,59	6807,77
<b>Acceso Inalámbrico</b>	10666,4	568,8	1777,6	0	10666,4	23679,20
<b>Teléfonos IP</b>	0	0	0	343,2	0	343,20
<b>Total</b>						30830,17

Fuente: Estadísticas de google.

Al sumar la capacidad de ancho de banda necesaria, se puede ver que se necesita 7.8Mbps aproximadamente, por lo que una red cableada con cable UTP Cat. 5e sería más que suficiente, para el diseño propuesto se ha establecido el uso de cable UTP Cat. 6a que permite una transmisión a 10Gpbs, que permitiría el aumento de servicios disponibles cuando estos sean implementados como cámaras de video vigilancia, terminales de acceso, equipos de videoconferencia,

y sea compatible con el resto de la infraestructura de cableado con la que cuenta la Universidad; y además en los puntos inalámbricos se está recomendando equipos que trabajan en una tasa máxima de transmisión de 1.16 Gbps como puede verse en el anexo respectivo donde se detallan sus especificaciones técnicas.

Además si fuésemos pesimistas suponiendo que todos los usuarios están utilizando todos los servicios simultáneamente, es decir un índice de simultaneidad del 100%, el cálculo de ancho de banda necesario llega a 31 Mbps aproximadamente y de ser el caso en una futura implementación de un sistema de video vigilancia, el edificio necesitaría una cantidad aproximada de 9 cámaras de video, considerando un equipo con especificaciones técnicas, a resolución FHD con un tipo de flujo de H.264 y Velocidad de fotogramas por cámara de 25FPS, se necesitaría 10 Mbps, con un total de 120 Mbps. Sumando todo estos consumos de ancho de banda, se tendría un consumo a futuro de 160Mbps.

Cabe mencionar también que las limitaciones del ancho de banda también está dada por la capacidad de los equipos activos, tomando en cuenta que los switches recomendados utilizan tecnología en sus enlaces troncales puertos de fibra óptica con velocidad máxima de 10Gbps, teóricamente se podrá llegar a transmitir como máximo a esta velocidad.

Ante todas estas circunstancias podemos concluir que el medio de transmisión elegido para la Red LAN que es cable UTP Cat. 6a y para los enlaces troncales que es fibra óptica monomodo soportarán sin problema alguno el tráfico generado en este edificio, permitiendo además un crecimiento sostenido en usuarios y servicios disponibles.



## CAPÍTULO V: RESULTADOS y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con el fin de contrastar la variable diseño de la infraestructura de red, se realizó una encuesta a juicio de expertos, en la que se encuestó a cinco profesionales dedicados al área de redes y comunicaciones, los mismos que laboran en importantes empresas de nuestro medio.

Luego de realizado dicha encuesta (Anexo 2), cuyo procesamiento de datos se muestra en la tabla 29.

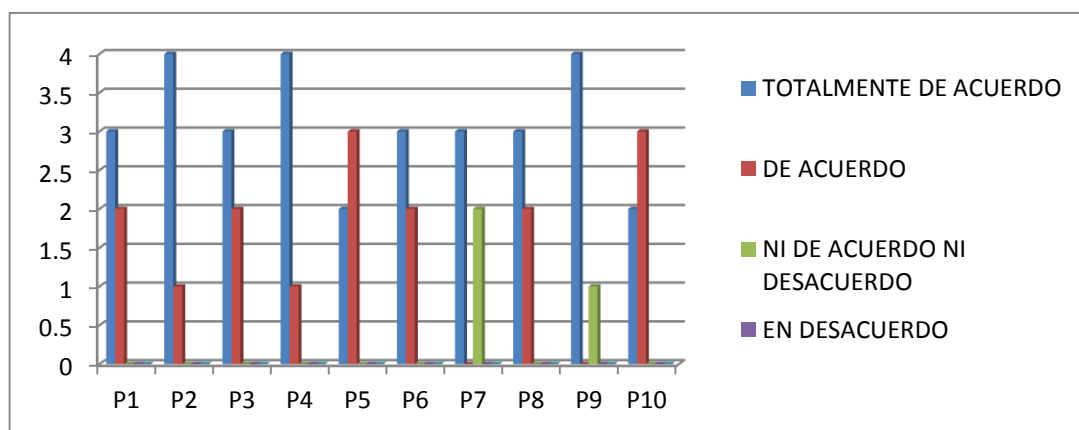
**Tabla 29: Respuestas de los expertos, según la encuesta**

Experto	P1	P1	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Ing. Bernardo Nuñez Montenegro	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
Ing. Taine Vásquez Sime	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ing. José Denis Estela Zumaeta	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ing. James Manrique	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4
Ing. José Soto Brachowicz	4	5	5	5	4	4	3	5	5	4

Fuente: Elaboración Propia

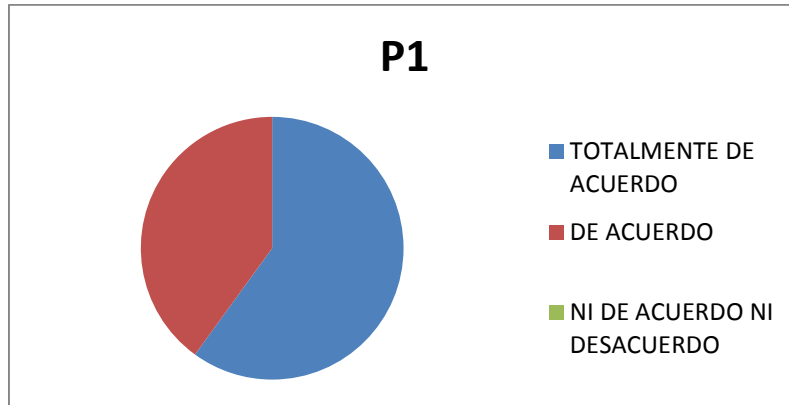
### 5.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS A JUICIO DE EXPERTOS.

Esta contrastación se ha realizado con la prueba no paramétrica llamada Prueba de Rangos de Wilcoxon para una sola muestra, dada la categoría de respuesta de las preguntas formuladas en el cuestionario que se puede visualizar en (Anexo 3), y un nivel de significación del 5%.



## Pregunta 01

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

### Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: Pregunta 1

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.1	5	0	5	4.000	5.000	4.600	0.548

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.346
alpha	0.05

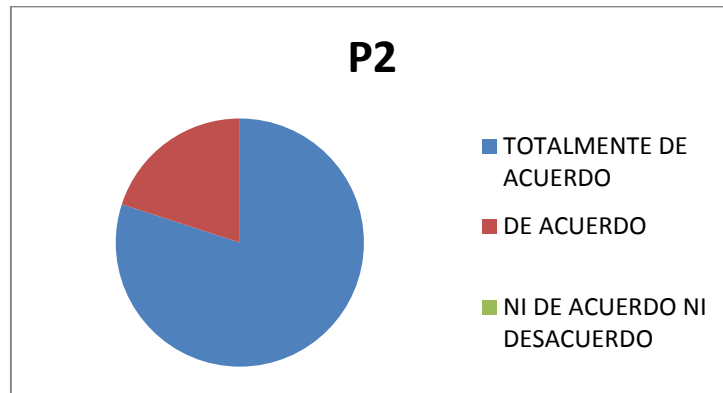
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que el diseño de Red propuesto es el más adecuado.

## Pregunta 02

2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med ≠ 5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.2	5	0	5	4.000	5.000	4.800	0.447

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	1.000
alpha	0.05

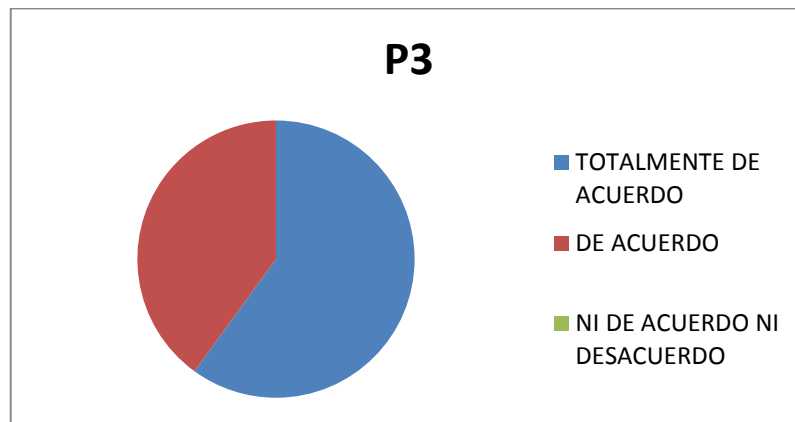
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que el diseño de Red propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A.

### Pregunta 03

3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?



#### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.3	5	0	5	4.000	5.000	4.600	0.548

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.346
alpha	0.05

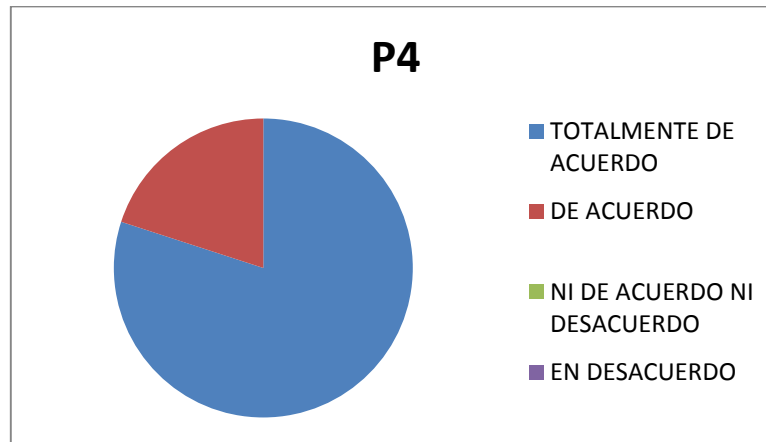
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

#### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que en el diseño de Red propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas.

## Pregunta 04

4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.4	5	0	5	4.000	5.000	4.800	0.447

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	1.000
alpha	0.05

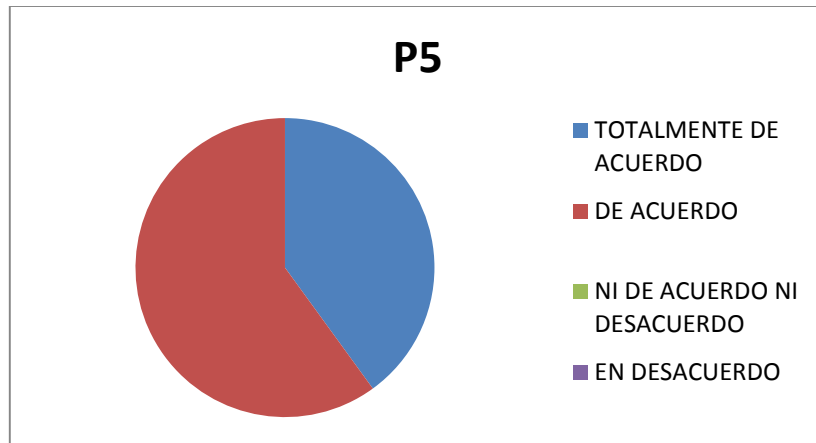
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que en el diseño de Red propuesto, la distribución de los nodos son correctos.

## Pregunta 05

5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.5	5	0	5	4.000	5.000	4.400	0.548

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.149
alpha	0.05

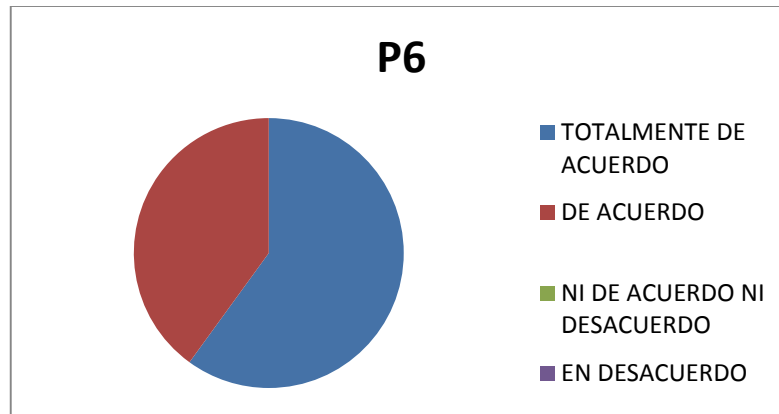
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con la distribución de los Access Point en el diseño de Red propuesto.

## Pregunta 06

6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med ≠ 5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.6	5	0	5	4.000	5.000	4.600	0.548

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.346
alpha	0.05

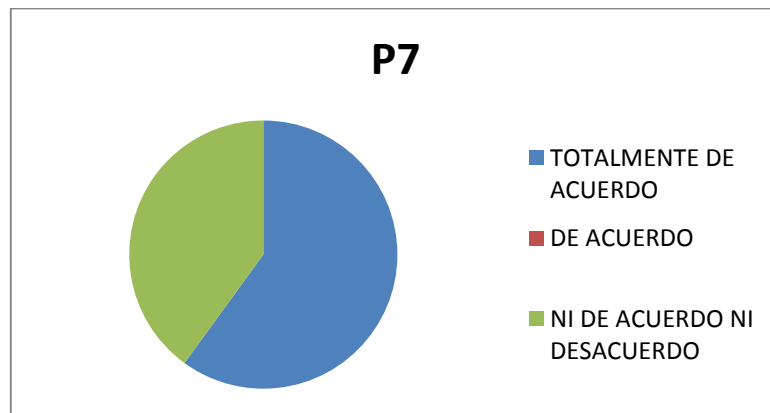
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con la distribución de los Teléfonos IP en el diseño de Red propuesto.

## Pregunta 07

7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.7	5	0	5	3.000	5.000	4.200	1.095

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.346
alpha	0.05

- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

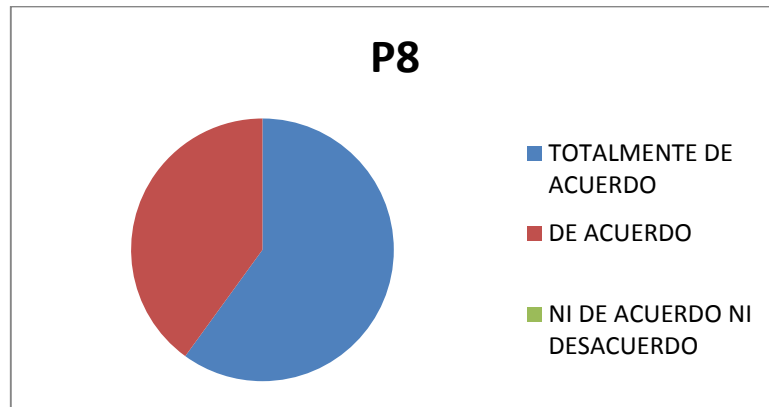
### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con la distribución de las VLANs en el diseño de Red propuesto.



## Pregunta 08

8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med ≠ 5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.8	5	0	5	4.000	5.000	4.600	0.548

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.346
alpha	0.05

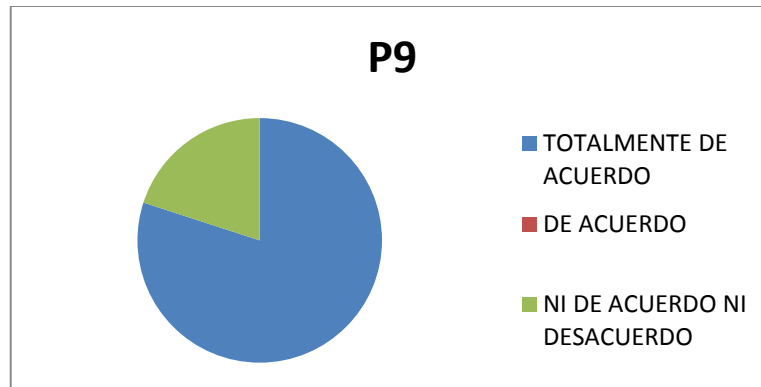
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que los niveles jerárquicos propuestos han sido correctamente establecidos en el diseño de Red propuesto.

## Pregunta 09

9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.9	5	0	5	3.000	5.000	4.600	0.894

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	1.000
alpha	0.05

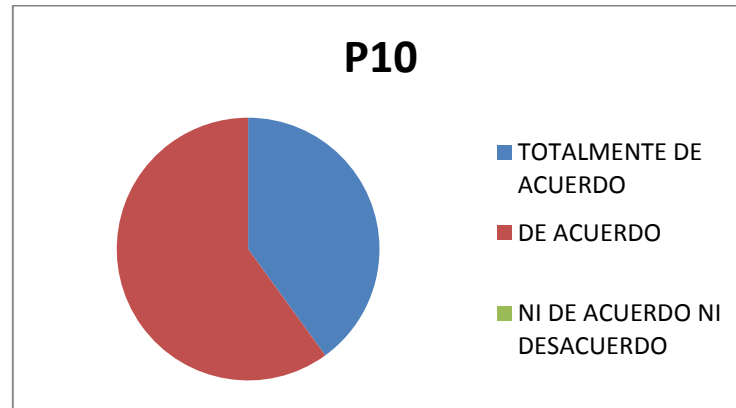
- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que el diseño de Red propuesto permitirá un adecuado crecimiento futuro.

## Pregunta 10

10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?



### Formulación de la Hipótesis

Ho: Med = 5

H1: Med  $\neq$  5

$\alpha = 0.05$

Variable	Obser.	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Preg.10	5	0	5	4.000	5.000	4.400	0.548

Wilcoxon signed-rank test / Lower-tailed test:	
V	0
p-value (one-tailed)	0.149
alpha	0.05

- El p-valor es mayor a 0.05 por tanto no se rechaza Ho.()
- Es decir la opinión poblacional de los expertos tiene una respuesta de totalmente de acuerdo, con un nivel de significación del 5%.

### Interpretación:

- Los expertos opinan significativamente estar **TOTALMENTE DEACUERDO** con que el ancho de banda en el diseño de Red propuesto permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos.

Podemos concluir de los resultados obtenidos que el Diseño de Red Alternativo propuesto, según las dimensiones planteadas como son el Diseño Físico, Diseño Lógico y el Cumplimiento de Estándares, ha tenido una evaluación por parte de los expertos de estar casi en todos los ítems, TOTALMENTE DE ACUERDO.

### **Dimensión Diseño Físico**

- **Pregunta 3:** Distribución de Puntos de Red  
3 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
2 Expertos: DE ACUERDO
- **Pregunta 4:** Distribución de Nodos  
4 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
1 Experto: DE ACUERDO
- **Pregunta 5:** Distribución de Access Point  
2 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
3 Expertos: DE ACUERDO
- **Pregunta 6:** Distribución de Teléfono IP  
3 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
2 Expertos: DE ACUERDO

### **Dimensión Diseño Lógico**

- **Pregunta 7:** Definición de VLANs  
3 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
2 Expertos: NI DE ACUERDO NI DESACUERDO
- **Pregunta 8:** Niveles Jerárquicos  
3 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
2 Expertos: DE ACUERDO
- **Pregunta 9:** Crecimiento Futuro  
4 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
1 Experto: NI DE ACUERDO NI DESACUERDO
- **Pregunta 10:** Ancho de Banda  
2 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO  
3 Expertos: DE ACUERDO

### **Dimensión Cumplimiento de Estándares**

- **Pregunta 2:** Cumplimiento de Estándar ANSI TIA/EIA-569-A

4 Expertos: TOTALMENTE DEACUERDO

1 Experto: DE ACUERDO

- En el caso de la pregunta 7 donde 2 de los expertos no estuvieron ni de acuerdo ni en desacuerdo fue específicamente debido a que ellos sugerían que se debía seguir la misma política de la universidad y como no la conocían no podían opinar con respecto a ello.
- En el caso de la pregunta 9 donde se pedía indicar si el diseño permitiría un crecimiento futuro, un experto indico que no estaba ni de acuerdo ni en desacuerdo debido a que no creía que fuese necesario aumentar los puntos de red según los detalles de uso que se le había alcanzado.

# **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **6.1. CONCLUSIONES**

- Como no se tuvo acceso al diseño de red contemplado en la construcción del nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, se propone un diseño de red y distribución de equipos alternativo con acceso inalámbrico, tomando en cuenta la proyección de uso de cada uno de los ambientes de este edificio en base a la experiencia de las labores realizadas en áreas similares en otras facultades.
- Se realizó el diseño de Red contemplando la distribución de equipos, puntos de red, canalizaciones y cableado estructurado de la Infraestructura de Red del nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica teniendo como fundamento las normas internacionales ANSI/EIA/TIA 568 y la ANSI/EIA/TIA 569.
- Se realizó una propuesta basada en la metodología PDIOO desarrollada por Cisco donde se contempla un diseño jerárquico con 3 niveles, utilizando 2 de ellos, no considerando el nivel Core debido a que esta red forma parte de una red mayor de campus que es la red de la UNPRG.
- Se contempló en el diseño para el enlace con el nivel Core de la Red de la UNPRG, un enlace principal y un enlace de respaldo de fibra óptica monomodo, ya que cuenta con distancias mayores a los 500 metros.
- De acuerdo a la evaluación del diseño por parte de los expertos se puede concluir que el diseño físico de red cumple con los requerimientos mínimos según el uso de los ambientes del nuevo edificio.
- De acuerdo a la evaluación del diseño por parte de los expertos se puede concluir que el diseño lógico de red cumple con los requerimientos mínimos de calidad para que pueda ser flexible en cuanto a la seguridad y crecimiento futuro del mismo.
- De acuerdo a la evaluación del diseño por parte de los expertos se puede concluir que el diseño de red cumple con las normas internacionales de cableado estructurado ANSI/EIA/TIA 568 y la ANSI/EIA/TIA 569.
- Finalmente este trabajo de investigación será propuesto a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica para que pueda ser tomado en cuenta pues tiene todos los detalles técnicos necesarios para su implementación.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar marcas reconocidas para los equipos que se han contemplado sobre todo que cumplan con las especificaciones técnicas detalladas en los anexos respectivos.
- Se recomienda también que el ambiente que se ha considerado como cuarto de telecomunicaciones tenga control de seguridad adecuado para evitar inadecuada manipulación de los equipos por personal no autorizado.
- Que en futuras construcciones de cualquier ambiente en la universidad se contemple la participación de un especialista en cableado estructurado para que se tenga en cuenta desde el diseño de los ambientes, los ductos, cajas de pase, y otros elementos necesarios para así evitar la realización de obras civiles que obliguen a romper y luego resanar paredes, techos u otros para cuando se desea implementar una red que no haya considerado desde su diseño dichas necesidades.
- Se sugiere posteriormente añadir servicio de vigilancia como cámaras y control de acceso que redoblen las medidas de control en este nuevo edificio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrenechea, Z. T. (4 de diciembre de 2016). Obtenido de tesis.pucp.edu.pe:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/809/BARRENECHEA\\_ZAVALA\\_TAYLOR\\_RED\\_INALAMBRICA\\_LIMA.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/809/BARRENECHEA_ZAVALA_TAYLOR_RED_INALAMBRICA_LIMA.pdf?sequence=1)
- CISCO. (2005). *Asignación de Direcciones para Interredes Privadas*. Obtenido de  
[https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/ip-multicast/13789-35.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/ip-multicast/13789-35.html)
- CISCO. (2014). *Campus*. Obtenido de  
<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/solutions/CVD/Aug2014/CVD-CampusWiredLANDesignGuide-AUG14.pdf>
- CISCO. (2016). *Direccionamiento de IP y conexión en subredes para los usuarios nuevos*.
- Cisco Networking Academy. (2009). *CCNA Eaxploration 4.0 Fundamentos Básicos de Networking*.
- Marín Moreno, W. (2013). *Modelo OSI*. Obtenido de  
[http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/mpc/redes/Modelo\\_osi\\_tcp\\_ip\(oficial\).pdf](http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/mpc/redes/Modelo_osi_tcp_ip(oficial).pdf)
- RIVERA VILLAR, L. G., & RAMÍREZ MARTÍNEZ, A. (enero de 2014). PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE VOZ Y DATOS DE LAS ESCUELAS DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE LA UNAM. Ciudad de mexico , Mexico .
- Tabembaum, A. (2003). *Redes de Computadoras*. Mexico: Pearson/Prentice Hall.
- Verdezoto, V. B. (3 de diciembre de 2016). Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec>:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10312/3/cd-6141.pdf>



## **ANEXO 01: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS RECOMENDADOS**

## **A. GABINETE DE PISO PARA CABLEADO**

- Color negro, formato de montaje: 19”.
- Altura mínima útil 28R, Profundidad 34.5”, alto 58.5”, ancho 25”, que soporte el peso mínimo total de 93 kg.
- Cumplimiento del estándar EIA 310 D.
- Estructura y base: acero laminado en frío calibre 16, paneles laterales: acero laminado en frío calibre 18, tapa superior: Acero laminado en frío calibre 18, Puerta Frontal: Marco metálico en acero laminado en frío calibre 18 con malla metálica expandida en calibre 18, Puerta Posterior: Acero laminado en frío, calibre 18. Incluya Niveladores.
- Barraje a tierra: Cobre, Cable Equipotencial.
- Con Pintura electrostática.
- Rodachinas: Giratorias con soporte de acero.
- Estructura de tipo multipliegue con perforaciones laterales, frontal y posterior en techo y base para su correcta ventilación.
- Sistema de ventilación incluido, Unidad de ventilación doble, con volumen de aire de 90CFM a volteje de 110 voltios.
- Que incluya dos bandejas ventiladas.
- Incluye mínimo 40 Tornillos + Tuercas enjauladas + arandela plástica para montaje de equipos.
- que incluya Acceso para cables en la tapa superior e inferior.

## **B. SWITCH DE ACCESO PARA TELÉFONOS Y ACCESS POINT**

- Tipos de puertos: 28 puertos Ethernet 10/100/1000 PoE +, 4 de los cuales son de doble propósito 10/100/1000 o SFP, 4 10 Gig SFP+.
- Todos los puertos PoE+.
- Fuentes de alimentación de CA o CC dobles intercambiables en caliente, una A C o DC, módulo de potencia equipado por defecto.
- Capacidad de conmutación mínima: 598 Gbit / s.
- Filtrado de paquetes basado en direcciones MAC.
- Que tenga capacidad de aceptar configuración de VLAN.

- Administración y mantenimiento: iStack, Virtual Cable Test (VCT), Remote configuration and maintenance using Telnet, SNMPv1/v2c/v3, RMON, web-based NMS, HTTPS, LLDP/LLDP-MED, System logs and multi-level alarms, 802.3az EEE, Dying Gasp (S5720-X-LI, S5720-TP-LI series).
- QoS/ACL.
- IPv4 / IPv6.

### **C. SWITCH DE ACCESO PARA DATOS**

- Tipos de puertos: 28 puertos Ethernet 10/100/1000, 4 de los cuales son de doble propósito 10/100/1000 o SFP, 4 10 Gig SFP +.
- Fuentes de alimentación de CA o CC dobles intercambiables en caliente, una A C o DC, módulo de potencia equipado por defecto.
- Filtrado de paquetes basado en direcciones MAC.
- IPv4 / IPv6.
- Que tenga capacidad de aceptar configuración de VLAN.
- Administración y mantenimiento: iStack, Virtual Cable Test (VCT), Remote configuration and maintenance using Telnet, SNMPv1/v2c/v3, RMON, web-based NMS, HTTPS, LLDP/LLDP-MED, System logs and multi-level alarms, 802.3az EEE, Dying Gasp (S5720-X-LI, S5720-TP-LI series).
- QoS/ACL.
- Capacidad de conmutación mínima: 598 Gbit/s.

### **D. SWITCH DE DISTRIBUCIÓN**

- Tipos de puertos: 8×Ethernet 10/100/1000 Base-T ports, 4 × Gig SFP ports, 2× combo 10/100/1000Base-T Ethernet ports.
- Fuente de alimentación de AC.
- QoS/ACL.
- IPv4 / IPv6 ACL.
- Filtrado de paquetes basado en direcciones MAC.
- Que tenga capacidad de aceptar configuración de VLAN.

- Administración y mantenimiento: iStack, Virtual Cable Test (VCT), Remote configuration and maintenance using Telnet, SNMPv1/v2c/v3, RMON, web-based NMS, HTTPS, LLDP/LLDP-MED, System logs and multi-level alarms, 802.3az EEE, Dying Gasp (S5720-X-LI, S5720-TP-LI series).
- Capacidad de conmutación mínima: 336 Gbit/s.

#### **E. PACH PANEL**

- El Panel de 24 puertos, plataforma de 1UR, Formato de Montaje: 19”.
- El panel de conexiones viene con un sistema de administración de cables de plástico listo para ser recortado en el panel.
- Tiras de etiquetas deben estar disponibles para una identificación clara y cada puerto está marcado con número de puerto 1-24.
- Debe contar con un cable de puesta a tierra.

#### **F. JACK 6A UTP**

- Debe cumplir con los siguientes estándares  
ANSI/TIA-568-C.2, ISO/IEC 11801 2nd ed Amendment 1, ETL Tested, IEEE 802.3an, IEEE 802.3af (PoE), IEEE 802.3at (PoE+), ANSI/TIA 1096-A, IEC 60603-7-4, IEC 60512-99-001 (3rd party verified).
- Además debe aceptar rango de tamaño del cable de 23-26 AWG sólido y trenzado.
- Sistema de iconos de alta visibilidad: los iconos impresos permiten designación para aplicaciones de voz / datos y también proporcionar una opción de codificación de color adicional.
- Los Materiales plásticos debe ser Termoplástico ignífugo.

#### **G. ORGANIZADOR DE CABLEADO**

- Color negro, 2 RU en formato de 19”.
- Cumplimiento del estándar EIA 310 D.
- Estructura en aluminio.
- Incluya tapa(3.5”H x 19”w).

## **H. MÓDULOS TRANSEIVER MONOMODO**

- Compatible con el switch de distribución y con los switch de acceso que se adquiriera (preferencia en la misma marca).
- Que soporte 10 Gigabit Ethernet.
- Longitud de onda debe ser igual en los módulos adquiridos.
- Que cumpla la norma IEEE 802.3ae.
- Color: Plata.
- Conectores de la Unidad: 1 - Dúplex de fibra óptica LC Hembra.
- Que soporte distancia mínima de 2 kilómetros.

## **I. MÓDULOS TRANSEIVER MULTIMODO**

- Compatible con el switch de distribución y con los switch de acceso que se adquiriera (preferencia en la misma marca).
- Que soporte 10 Gigabit Ethernet.
- Que cumpla la norma IEEE 802.3ae.
- Color: Plata.
- Longitud de onda: 850 nm, debe ser igual en los módulos adquiridos.

## **J. DISTRIBUIDOR ELÉCTRICO**

- Multitomas horizontales, también debe presentar pestañas de montaje, Formato de Montaje: 19”.
- 10 tomas eléctricas de grado comercial, con polo a tierra, certificado UL de 15 AMP 125/250 VAC 50/60 Hz.
- La extensión del cable encauchado deberá ser 3x14 AWG, de 1.5 metros de largo con clavija inyectada de 15 AMP 125/250 VAC 50/60 Hz.
- Debe tener un interruptor luminoso.

## **K. PACH CORD CABLE UTP CATEGORÍA 6A**

- Debe cumplir los siguientes estándares, ANSI/TIA-568-C.2, ISO/IEC 11801 Ed 2.2, IEEE 802.3an (10Gbase-T), IEEE 802.3af (PoE), IEEE 802.3at (PoE+), IEC 60603-7, UL 1863 and CSA-C22.2 No. 182.4-

M90, IEC 60332-1 (LSOH), IEC 60754 (LSOH), IEC 61034 (LSOH), ANSI/TIA-1096-A, IEC-60603-7-51, Anatel Resolution No.242,2000.

- 23 AWG cobre desnudo sólido.
- Compatible con enchufes RJ45.
- Grado de inflamabilidad UL 94 V-0.
- Color azul para patch cord dentro del gabinete, patch cord para pcs, impresora color negro, para teléfono y Access point color rojo.
- Los Materiales plásticos debe ser Termoplástico ignífugo.

#### **L. CABLE UTP CATEGORIA 6A**

- Grado de inflamabilidad UL 94 V-0.
- Los Materiales plásticos debe ser Termoplástico ignífugo.
- De 23 awg, color preferido azul.
- Numeración secuencial inversa, Cubierta redonda, Separador de asilamiento en cruceta al centro, con capa con hoja de aluminio.
- Cumplimiento de los siguientes estándares: ANSI/TIA-568-C.2, IEC 61156-5 Ed 2.0, ISO/IEC 11801 Ed 2.2, UL CMR y CSA FT4, UL CM, IEC 60332-1, LSOH: IEC 60332-1, IEC 60754, y IEC 61034.
- Adecuado para PoE y PoE +.
- Que soporte 100BASE-T, 1000BASE-T, 10BASE-T, 10GBASE-T.

#### **M. PINTA DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO**

- Compatibles a los conectores según módulos transeiever adquiridos.
- Longitud recomendada 1.5 metros.
- Ancho de Banda Moda 850nm.
- 50/125 µm.
- Cable de fibra óptica para uso interior de 2 hilos multimodo
- Cubierta de aramida para brindar protección mecánica y forro de PVC
- Totalmente dieléctrico
- Cumplimiento de la recomendación G.651.1.

## **N. FIBRA ÓPTICA MONOMODO**

- Cumplimiento de la recomendación ITU G.652 D.
- Cable de fibra óptica armado dieléctrico para exteriores.
- Relleno de gel para condiciones extremas de humedad.
- Recubrimiento interior y exterior de PE.
- Armadura de acero como protección anti-roedores.
- Hilos de vidrio.

## **O. BANDEJA DE FIBRA OPTICA**

- Cada bandeja tendrá capacidad de entrada para dos cables ST de 6 hilos de Fibra Óptica en su parte posterior, y salida para 12 puertos LC multimodo dúplex en el frente.
- Cada bandeja será totalmente cerrada, sin acceso a las fibras dentro de la misma.
- Será una bandeja deslizante.
- La bandeja será de 19" de ancho, con una altura de 1UR.

## **P. ACCESS POINT**

- Cumplimiento de los estándar IEEE 802.11a/b/g/n/ac/h/d/e/k/u/v/w, IEEE 802.3u.
- Antenas incluidas, access point exclusivo para interiores.
- Servicios de acceso inalámbrico de alta velocidad, soporte para frecuencias 2.4 GHz y 5 GHz.
- Incluye un puerto gigabit Ethernet (GE) de enlace ascendente.
- Montaje especial, se puede montar en el techo o la pared con el montaje especial, montaje no plástico.
- Con soporte 2 x 2 MIMO, el AP da un gran salto en el acceso a Wi-Fi de 100M a GE.
- Modos de autenticación/criptación WEP, WPA / WPA2-PSK, WPA / WPA2-802.1x y WAPI para garantizar la seguridad de la red inalámbrica.
- Máximo número de usuarios: 64.

- Velocidad máxima: 1.167 Gbit/s.
- Selección de frecuencia dinámica 802.11 (DFS).
- Gestión de canal WLAN y ajuste de velocidad de canal.
- Escaneo automático de canales y evitación de interferencias.
- Ocultación del identificador del conjunto de servicios (SSID).
- Ahorro de energía automático (U-APSD).
- Control y aprovisionamiento de puntos de acceso inalámbricos (CAPWAP).
- Itinerancia rápida ( $\leq 50$  ms).
- Hotspot2.0.
- Asignación de VLAN basada en SSID.
- Cliente DHCP, obteniendo direcciones IP a través de DHCP.
- Protocolo de puerta de enlace del servicio de nombres de dominio de multidifusión (mDNS): admite el uso compartido de servicios de AirPlay y AirPrint entre usuarios de diferentes VLAN.
- IPv4 / IPv6 ACL.
- Cumplimiento de protocolos LLDP, GRE, SAVI.
- STelnet utilizando SSH v2.

#### **Q. CT FACEPLATES**

- Las placas frontales deben incluir etiqueta (s) de designación, tapa (s) de etiqueta transparente y tornillos de montaje, color blanco.
- El Plástico debe ser resistente a los rayos UV, de alto impacto
- Para dos salida de Jack categoría 6A.
- Los Materiales plásticos debe ser Termoplástico ignífugo.
- Cumplimiento de la norma de comportamiento al fuego: UL 94 V0, ASTM D635 y Clase M1.
- Compuesto de PVC Rígido.

#### **R. CAJA DE SALIDA DE DATOS**

- Caja de montaje en superficie, placa frontal de CT de una sola faja.



- Dimensiones, altura: 119.3 mm (4.70 in), ancho: 74.8mm (2.95 in), profundidad: 40.6mm (1.60 in).
- Color blanco.
- Los Materiales plásticos debe ser Termoplástico ignífugo.
- Cumplimiento de la norma de comportamiento al fuego: UL 94 V0, ASTM D635 y Clase M1.
- Compuesto de PVC Rígido.

#### **S. CANALETAS**

- Color blanco.
- Cumplimiento de Grado de inflamabilidad según UL 94 V-0, ASTM D635 y Clase M1.
- Compuesto de PVC Rígido.
- Cumplimiento de norma de comportamiento dieléctrico: NFC 68-102.

#### **T. TELÉFONOS IP**

- De preferencia marca snom.
- HTTPS (servidor/cliente).
- Seguridad de la capa de transporte (Transport Layer Security (TLS))
- SRTP (RFC3711), SIPS, RTCP.
- VLAN (IEEE 802.1X).
- LLDP-MED, RTCP-XR.
- Pantalla de cuatro líneas, blanco y negro, 128x48 píxeles
- 5 teclas de función programables de libre configuración, 4 teclas de función variables.
- Certificados: FCC Clase B, Marcado CE.
- Ethernet: Conmutador 2 x 10/100 Mbps
- Interfaz de usuario guiado a través de menús.
- Completamente configurable a través de interfaz web.
- Admite IP estática y DHCP, admite IPV6.
- Audio de banda ancha, G.711 A-law,  $\mu$ -law, G.722 (banda ancha), G.726, G.729AB, GSM 6.10 (full rate), Generador de ruido de confort (CNG), Detección de voz (VAD).

**ANEXO 02: SOLICITUD DIRIGIDA A EXPERTOS PARA  
SU COLABORACION PARA VALIDACION DEL DISEÑO  
PROPUESTO**

**SOLICITUD DIRIGIDA A EXPERTO EN:  
Cableado Estructurado, Diseño de Redes de Voz y Datos**

Lambayeque, 29 de Setiembre del 2018

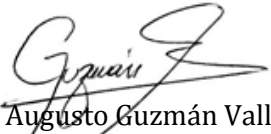
**Ing.**  
Presente

Reciba un cordial saludo

Quien suscribe la presente Ing. César Augusto Guzmán Valle, Docente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Asesor de la Tesis *"DISEÑO ALTERNATIVO DE UNA RED LAN DE VOZ Y DATOS CON ACCESO INALAMBRICO PARA EL NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO-LAMBAYEQUE"* desarrollada por los Bach. I.S. Francis Michael Castro Falen y Wilder Alessy Rubio Gordillo para optar el Título en Ingeniería de Sistemas, informado de su reconocida formación y experiencia en materia de Redes de Datos y/o Cableado Estructurado, me complace dirigirme a usted para solicitarle su valiosa colaboración para la revisión como experto del diseño propuesto en dicha tesis, por lo cual si fuese positiva su aceptación, agradecería sÍrvase imprimir el presente documento, llenar los datos solicitados como son su nombre y DNI, además de su firma en el recuadro para tal motivo que se encuentra al final de este documento, para luego escanear y remitir por el mismo medio el documento con los datos completos.

Seguro de su disposición para colaborar con los tesisistas mencionados, agradezco su valiosa colaboración en el desarrollo e impulso de la investigación, me suscribo.

Muy Cordialmente,

  
César Augusto Guzmán Valle  
Ing. De Sistemas – CIP. 87923

FORMATO DE ACEPTACION DE EXPERTO	
<b>Nombre:</b>	
<b>DNI:</b>	
<b>Firma:</b>	

**ANEXO 03: CUESTIONARIO PARA VALIDACION DEL  
DISEÑO POR PARTE DE LOS EXPERTOS**

## CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. OBJETIVO:

Evaluar los estándares y requerimientos mínimos del cableado estructurado y Wireless en el diseño de red LAN de voz y datos para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### II. HOJA DE VIDA DEL ENTREVISTADO

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_

Centro de Labores: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_ Nº CIP: \_\_\_\_\_ DNI: \_\_\_\_\_

Experiencia en el rubro de Redes y Conectividad: \_\_\_\_\_

### III. CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo

5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo:
  - e. Totalmente de acuerdo
9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo

11. De acuerdo a su experiencia, y de acuerdo al análisis de esta propuesta de diseño, que sugerencia daría para su mejor y adecuada implementación.

## **ANEXO 04: CUESTIONARIOS RESPONDIDOS POR LOS EXPERTOS**



## CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

### IV. OBJETIVO:

Evaluar los estándares y requerimientos mínimos del cableado estructurado y Wireless en el diseño de red LAN de voz y datos para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### V. HOJA DE VIDA DEL ENTREVISTADO

Nombres y Apellidos: Bernardo NUÑEZ MONTENEGRO

Especialidad: Ing. en Telecomunicaciones

Centro de Labores: UNPRG

Cargo: Profesor Principal      Nº CIP: 29860      DNI: 16720979

Experiencia en el rubro de Redes y Conectividad: Consultor en Proyectos corporativos de TI, especialidad de Telecomunicaciones.

---

### VI. CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo

5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo**
  - Totalmente de acuerdo
6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo**
  - Totalmente de acuerdo
7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo: esto corresponde a la administración de red, creo que no está dentro del alcance del diseño**
  - De acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo:**
  - Totalmente de acuerdo
9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo: el crecimiento depende de las políticas institucionales, las cuales desconozco**
  - De acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo**
  - Totalmente de acuerdo

11. De acuerdo a su experiencia, y de acuerdo al análisis de esta propuesta de diseño, que sugerencia daría para su mejor y adecuada implementación.

- En lo que se refiere al Cuarto de telecomunicaciones, se recomienda:
  - Que este no tenga ventanas
  - La puerta deberá abrirse hacia afuera, para no restar espacio al tablero eléctrico y al gabinete interior, y para dar comodidad al personal de soporte cuando fuere necesario.
  - Control de acceso biométrico
- La instalación de tierra debe contar con una impedancia  $\leq 5$  ohm y debe estar bien aterrado el gabinete de comunicaciones.
- Las montantes (lugar por donde pasan los cables entre los diferentes pisos, a la cual ustedes le llaman pasantes) deben ser por un único lugar, salvo cuando el edificio tiene plantas con área muy grandes.
- En cuanto a la ubicación física de los puestos de trabajo, no es función de la ingeniería de diseño de TI, sino de las funcionalidades de trabajo que corresponden al diseño de los arquitectos.
- Si se habla de crecimiento futuro, se podría tener en cuenta la seguridad física del lugar (video vigilancia) y perifoneo.

## CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. OBJETIVO:

Evaluar los estándares y requerimientos mínimos del cableado estructurado y Wireless en el diseño de red LAN de voz y datos para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### II. HOJA DE VIDA DEL ENTREVISTADO

Nombres y Apellidos: Taine Vasquez Sime

Especialidad: Ingeniería de Sistemas

Centro de Labores: Hospital Regional Lambayeque

Cargo: Ing. Especialista en Red N° CIP: 174608 DNI: 42512971

Experiencia en el rubro de Redes y Conectividad: 8 años trabajando en Redes y Conectividad, configuración de Equipos de Telecomunicaciones, Instalación de Redes LAN y WIFI, Cableado Estructurado.

### III. CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo

5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo

11. De acuerdo a su experiencia, y de acuerdo al análisis de esta propuesta de diseño, que sugerencia daría para su mejor y adecuada implementación.

La propuesta es correcta, en cuanto a sugerencias para una adecuada implementación sería que los materiales que se utilicen para la instalación sea de alta calidad, los equipos también deben ser con capacidades con proyección al aumento de tráfico por la aplicaciones utilizadas.

  
TAINÉ VÁSQUEZ SIME  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP. 174608



## CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. OBJETIVO:

Evaluar los estándares y requerimientos mínimos del cableado estructurado y Wireless en el diseño de red LAN de voz y datos para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### II. HOJA DE VIDA DEL ENTREVISTADO

Nombres y Apellidos: José Dennis Estela Zumaeta

Especialidad: Ingeniero en Computación e Informática

Centro de Labores: Ingeniero On-Site - ITALTEL PERU SAC

Cargo: Ing. On-Site/Residente N° CIP: \_\_\_\_\_ DNI: 43678004

Experiencia en el rubro de Redes y Conectividad: TENGO 6 AÑOS DE

EXPERIENCIA EN TODO NETWORKING, SERVIDORES Y  
SOPORTE TÉCNICO, GESTIÓN DE PROYECTOS, SEGURIDAD.

### III. CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. ☒ Totalmente de acuerdo
2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. ☒ Totalmente de acuerdo
3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. ☒ Totalmente de acuerdo
4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. ☒ Totalmente de acuerdo

5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo
10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - ☒ e. Totalmente de acuerdo



11. De acuerdo a su experiencia, y de acuerdo al análisis de esta propuesta de diseño, que sugerencia daría para su mejor y adecuada implementación.

TODO ESTÁ OK, NO HE ENCONTRADO NINGUNA  
OBSERVACIÓN.

## CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. OBJETIVO:

Evaluar los estándares y requerimientos mínimos del cableado estructurado y Wireless en el diseño de red LAN de voz y datos para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### II. HOJA DE VIDA DEL ENTREVISTADO

Nombres y Apellidos: James Manrique Boza

Especialidad: Ing. Electrónico de Universidad del Callao

Centro de Labores: COMTEL

Cargo: Gerente Comercial      Nº CIP:    DNI: 09794336

Experiencia en el rubro de Redes y Conectividad: Jefe del área de Banda Ancha Inalámbrica, pre-venta y post-venta de radioenlaces de las marcas Cambium Networks (antes Motorola) y Fluidmesh. Desarrollo de proyectos de Banda Ancha Inalámbrica para empresas estatales y privadas, proyectos de Videovigilancia y Seguridad electrónica para Municipalidades y empresas privadas.

---

### III. CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?

- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo: esto corresponde a la administración de red, creo que no está dentro del alcance del diseño
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo.
  - e. Totalmente de acuerdo
9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo: el crecimiento depende de las políticas institucionales, las cuales desconozco
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo.

## CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

### I. OBJETIVO:

Evaluar los estándares y requerimientos mínimos del cableado estructurado y Wireless en el diseño de red LAN de voz y datos para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.

### II. HOJA DE VIDA DEL ENTREVISTADO

Nombres y Apellidos: José Soto Brachowicz

Especialidad: Ing. De Sistemas – Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Centro de Labores: ELPA Perú

Cargo: Product Manager Surveillanncce      Nº CIP:      DNI: 16796556

Experiencia en el rubro de Redes y Conectividad: Product Manager para Cableado Estructurado y Fibra óptica y videovigilancia

---

### III. CUESTIONARIO

1. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto es el más adecuado?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
2. ¿Cree Usted que el diseño de Red Propuesto cumple con los estándares ANSI TIA/EIA-569-A?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
3. ¿Cree Usted que en el diseño de Red Propuesto la distribución de los equipos es el más adecuado para las diversas oficinas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo
4. Según el diseño propuesto de la red, ¿La distribución de los nodos para usted es la correcta?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo

5. Según el diseño de la red, se está considerando tres Access Point, uno en cada piso, a fin de abastecer de acceso inalámbrico a los usuarios visitantes a las oficinas administrativas de la Facultad, ¿Está de acuerdo a con su distribución?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo**
  - Totalmente de acuerdo
6. Según el diseño de la Red, se está considerando puntos de telefonía IP, a fin de dar comunicación fluida a los diferentes ambientes y oficinas, ¿Está de acuerdo con su distribución?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo**
  - Totalmente de acuerdo
7. Según los requerimientos se ha dividido la red en varias VLANs detalladas en el esquema lógico, ¿Ud. está de acuerdo con dicha distribución?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - c. Ni de acuerdo ni desacuerdo**
  - De acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
8. Según su experiencia y conocimiento usted cree que los niveles jerárquicos propuestos ¿han sido correctamente establecidos?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - De acuerdo:
  - e. Totalmente de acuerdo**
9. Según el diseño propuesto de la red establece en la actualidad un total de 42 puntos de acceso entre puntos para Computadoras, Teléfonos IP, Impresoras en Red y Access Point. Cree usted que el diseño propuesto ¿Permitirá un adecuado crecimiento futuro?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo: el crecimiento depende de las políticas institucionales, las cuales desconozco
  - De acuerdo
  - e. Totalmente de acuerdo**
10. Según el diseño propuesto de la red los medios de transmisión seleccionados, y sabiendo que las oficinas son de trabajo administrativo. ¿Cree usted que dicho diseño considera un adecuado ancho de banda que permitirá una fluida comunicación tanto de voz como de datos?
- Totalmente en desacuerdo
  - En desacuerdo
  - Ni de acuerdo ni desacuerdo
  - d. De acuerdo**
  - Totalmente de acuerdo