

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

**INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN
ESPECIAL**

TEMA:

**“Análisis de cobertura de la Red Wireless de la Facultad de Ingeniería Ciencias
Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador”**

WILIAM MARCIAL ANAGUANO CADENA

Quito – 2017

AUTORÍA

Yo, Wiliam Marcial Anaguano Cadena, portador de la cédula de ciudadanía No.17110738707, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Wiliam Marcial Anaguano Cadena

Contenido

1. Introducción.....	4
2. Justificación.....	5
3. Antecedentes.....	6
4. Objetivos.....	8
5. Desarrollo Caso de Estudio.....	9
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	98
Bibliografía:.....	100
Anexos:.....	101

1. Introducción

Las telecomunicaciones juegan un papel muy importante en casi todos los ámbitos sociales pues han proporcionado muchas facilidades para realizar diversas de nuestras actividades diarias relacionadas con el acceso a la información.

Las redes inalámbricas en la actualidad se han convertido en una de las tecnologías con mayor crecimiento, por la movilidad que brinda y mayor facilidad en su instalación, menor costo en su mantenimiento, mayor accesibilidad y por ende las facilidades en la ampliación de una red, aunque con un ancho de banda menor que una red cableada.

La Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador, entidad seleccionada para este estudio cuenta con una red inalámbrica con acceso a internet la cual presenta varias falencias en cuanto a acceso y cobertura por lo que surge la necesidad de que se realice la reestructuración de la misma pues según encuestas realizadas a estudiantes no presta el servicio adecuado y no tiene la cobertura necesaria.

El presente trabajo de investigación realiza un análisis de la situación actual mediante la evaluación de la estructura de la red inalámbrica, análisis de tráfico y cobertura lo cual permitirá realizar una propuesta de diseño de red inalámbrica acorde a las necesidades de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática y por ende se podrá definir el tipo de equipos activos y tecnología recomendable para su implementación.

2. Justificación

El acceso a una red inalámbrica y a través de ésta al internet en una entidad de educación superior tanto para la parte docente como para los estudiantes es una fuente de información lo cual fomenta la investigación a sabiendas que muchas universidades del mundo publican resultados de investigaciones, artículos por ende brindan acceso a bases de datos de bibliotecas, bases científicas, etc. Como se puede notar en la actualidad para los estudiantes el acceso a la información por vía Wi-Fi es tan importante como lo son las aulas en la Universidad.

Uno de los problemas que en la actualidad se está experimentando en todos los sitios con acceso wireless es el incremento en el número de usuarios de la red inalámbrica que ya no solo es de acceso a la red para computadores portátiles sino de una serie de dispositivos móviles como smartphones y tablets.

Siendo la misión de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática ofrecer acceso al conocimiento y cultura universal en sus ámbitos de especialidad, es muy importante que los estudiantes y no solo ellos sino también la parte docente y administrativa tenga fácil acceso a esta tecnología inalámbrica que actualmente se ha convertido en una herramienta vital en muchos aspectos para el desarrollo de las actividades diarias.

3. Antecedentes

Las redes inalámbricas en la actualidad cada vez se vuelven más importantes pues la movilidad juega un gran papel con los últimos avances tecnológicos teniendo que soportar tráficos similares a los de las redes cableadas. Tomando esto como antecedente y de los resultados de la evaluación de cobertura realizada a la Universidad Central del Ecuador y en particular a la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática por el CEAACES en el 2013 que determinó lo siguiente:

- Existe una Red inalámbrica y equipamiento activo soportado por la misma instalado en el año 2009 a los cuales no se les ha realizado mantenimiento alguno siendo su cobertura el 20% de lo que se requiere actualmente.
- En el 2009 La cobertura inicial fue del 35% de señal inalámbrica en espacios abiertos, actualmente han dejado de funcionar varios puntos de acceso inalámbricos y la infraestructura física ha variado como la cantidad de usuarios que demanda este servicio en el campus pues el acceso también ha variado por tipo de dispositivo que se ha incrementado por el uso de tablets y smartphones, determinándose actualmente una cobertura del 30% en espacios abiertos.
- Al 2009 la demanda de uso del servicio se estimó en un 30% de uso en diferentes tipos de dispositivos tecnológicos que han incrementado considerablemente y al momento se estima un aproximado de 70%.
- No estaba considerado acceso inalámbrico dentro de las aulas en la cobertura inicial.

Bajo estas consideraciones se realizará un estudio para la actualización del equipamiento activo y la prestación de servicios de tecnología para los siguientes 5 años.

4. Objetivos

Objetivo General:

Realizar un estudio de cobertura de la Red Inalámbrica de la Facultad de Ingeniería.

Objetivos Específicos:

1. Revisar el estado de situación de la infraestructura de la red Wireless.
2. Evaluar la cobertura actual.
3. Analizar el tráfico de Internet
4. Realizar una propuesta de mejoras.

5. Propuesta de infraestructura de la Red inalámbrica

5.1 Revisión del estado de situación actual de la Red inalámbrica.

Para revisar el estado actual de la Red Inalámbrica de La Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador se empezará indicando que en cuanto a la infraestructura física actualmente está compuesta de cuatro edificios:

- Edificio de Ensayo de Materiales
- Edificio de Suelos
- Edificio de Aulas(Edif. Posgrado)
- Edificio de Hidráulica

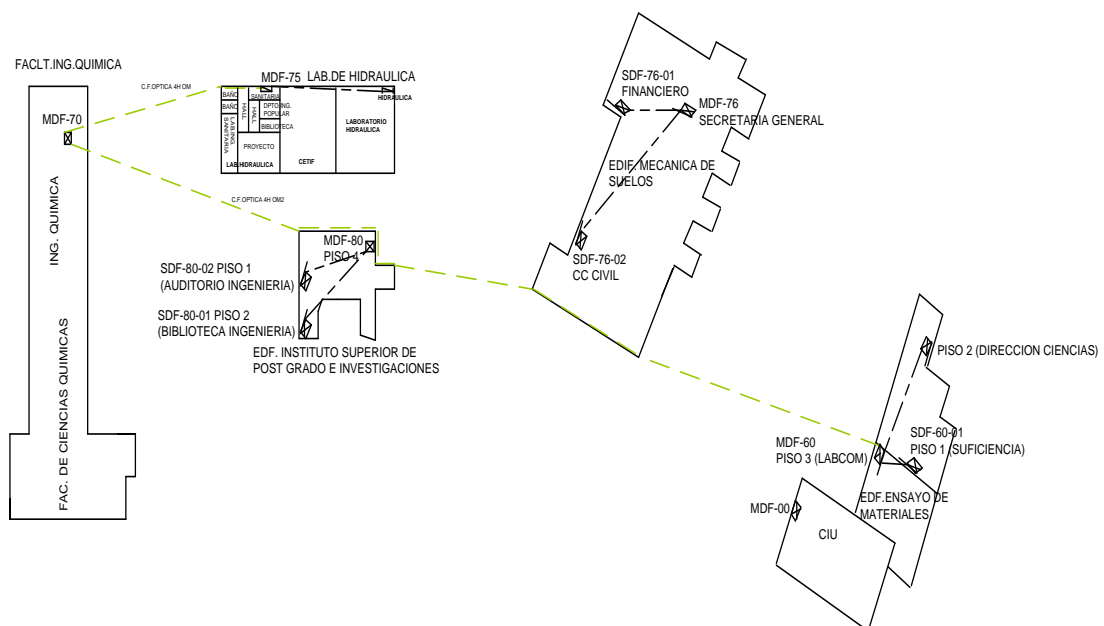


Ilustración 1 Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática Fuente: Memoria Técnica Ingeniería

En la imagen aún consta el edificio de ex Ingeniería Química que ya no es parte de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática pero el enlace hacia el Edificio de hidráulica es a través de éste.

Se analiza ahora la distribución de los puntos de acceso existentes en los edificios, su estado y cobertura.

A continuación en la tabla 1 se detallan los equipos inalámbricos que actualmente están instalados en los edificios que realmente resultan insuficientes para dar el servicio que se requiere.

Tabla 1: Ubicación APs edificios Fuente: El Autor

No.	Punto de acceso	Edificio	Ubicación	Dir. IP	Marca	Modelo
1	AP1	Aulas(Posgrado)	Planta baja(Hall)	10.x.x.x	Cisco	1242
1	AP2	Aulas(Posgrado)	Piso1 (Biblioteca Facultad)	10.x.x.x	Cisco	1242
1	AP3	Aulas(Posgrado)	Piso 3(Hall)	10.x.x.x	Cisco	1242

Cabe indicar que este tipo de equipos soportan múltiples SSID y son administrados mediante una Wireless Lan Controller de Cisco modelo 4400 desde la Dirección de Tecnologías de la Universidad. Los SSID creados y administrados son:

- Estudiantes_UCE_1
- Estudiantes_UCE_2
- Estudiantes_UCE_3

- Estudiantes_UCE_4
- ESTUDIANTES-UCE
- WIFI-UCE
- DOCENTES-UCE

Realizando un recorrido y utilizando la herramienta llamada inSSIDer se realizó un análisis para determinar la cobertura de los sitios en donde se cuenta con puntos de acceso, como se puede notar internamente solo se encuentran en el edificio de Aulas (Posgrado).

La evaluación se la realizó dividiendo cada sector en zonas críticas de cobertura en cada una de las cuales se evaluó el nivel de la señal y la conectividad de la red mediante el software inSSIDer el cual presenta cada uno de los SSID que se propagan en el sector medido, así como también, el nivel de la señal detectada en dBm.

Como una referencia para realizar la evaluación de las mediciones obtenidas se muestra en la tabla 2 valores comparativos de la señal inalámbrica:

Tabla 2: Valores Comparativos de señal en dBm, Fuente: El Autor

Nivel de Señal (dBm)	Calidad de la Señal
-35 a -41	Excelente
-41.1 a -53	Muy bueno
-53.1 a -65	Bueno
-65.1 a -71	Bajo
-71.1 a -83	Muy bajo
-83 e inferiores	Sin cobertura

En la ilustración 3 se puede observar un ejemplo de los resultados que se obtienen mediante esta herramienta.

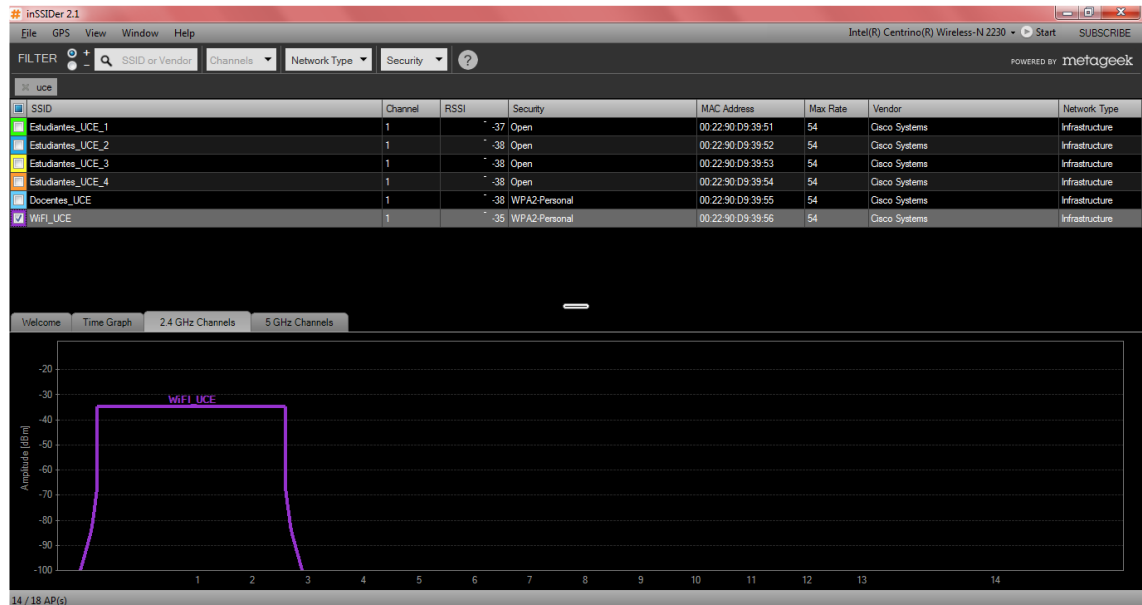


Ilustración 2: Resultado InSSIDer Planta baja Edificio Aulas Fuente: El Autor

Este resultado fue obtenido en el edificio de posgrado en el Hall de la planta baja que es una área abierta, en esta área como se puede observar el nivel de la señal es de -35dBm que como indica la tabla de nivel de señal se encontraría en el rango de excelente situación que no es la misma si se ingresa a alguna de las aulas de este piso pues la computadora no logra engancharse a ningún SSID.

Utilizando otra herramienta llamada Ekahau Site Survey se pudo obtener la siguiente grafica en la cual se puede observar como varían los niveles de señal.

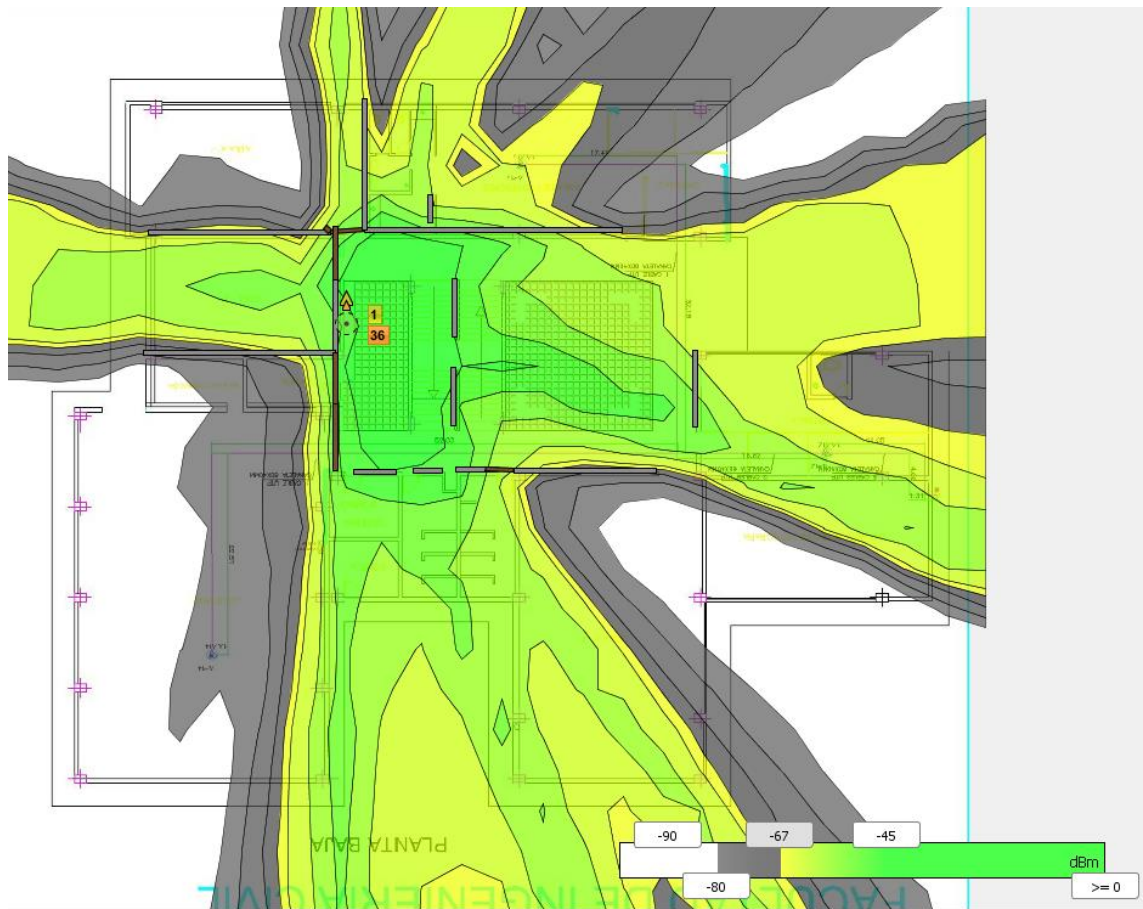


Ilustración 3: resultado Ekahau Site Survey Planta baja Edificio Aulas; Fuente: El Autor

Los puntos de acceso ubicados en la biblioteca (Piso 1) y en el Piso 3 se encuentran deshabilitados por daños en los mismos.

En los otros edificios no se realizaron pruebas ya que dentro de los mismos no existen equipos instalados.

5.1.1 Medios de Transmisión

Aunque existen varios medios de transmisión para este caso se requiere el uso de un medio de transmisión inalámbrico utilizado por la WLAN la cual haciendo un poco de historia tuvo sus orígenes a finales de los años 70 por ingenieros de IBM en Suiza

quienes experimentaron con enlaces infrarrojos de transmisión para crear una red de área local en una fábrica siendo este el inicio del desarrollo de esta tecnología que después de varios años de investigación salió de los laboratorios y fue estandarizada en los protocolos IEEE¹ 802.11 para medios inalámbricos en las bandas de 2.4 y 5 GHz. Siendo los más utilizados el 802.11b, 802.11g, 802.11b/g, 802.11n y recientemente el 802.11ac.

En la siguiente tabla se describen algunas características de estos estándares:

Tabla 3: Resumen Estándares IEEE 802.11

Estándar	Año	Velocidad (Mbps)	Canales	Frecuencia (GHz)	Distancia máxima
802.11a	1999	54	12	5	
802.11b	1999	11	14	2.4	30
802.11g	2003	54	14	2.4	30
802.11 b/g		22	14	2.4	30
802.11n	2008	300	14-12	2.4 – 5	50
802.11ac	2013	1300	12	5	50

5.1.1.1 Topologías WLAN

Una WLAN podría extender una red cableada tradicional o dependiendo del caso o la necesidad podría reemplazarla. El estándar 802.11 presenta dos modos principales de topología inalámbrica:

¹ Institute of Electrical and Electronics Engineers

- Modo Ad Hoc.- Dos computadores constados inalámbricamente a través de sus adaptadores de red sin necesidad de un dispositivo intermedio como un AP.

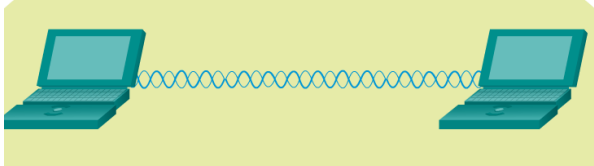


Ilustración 4 Red Ad Hoc Fuente: Cisco Fundamentals WLAN

- Modo Infraestructura.- Un grupo de computadores se conectan mediante un AP inalámbrico. Los AP se conectan a la infraestructura de la red mediante la LAN cableada.

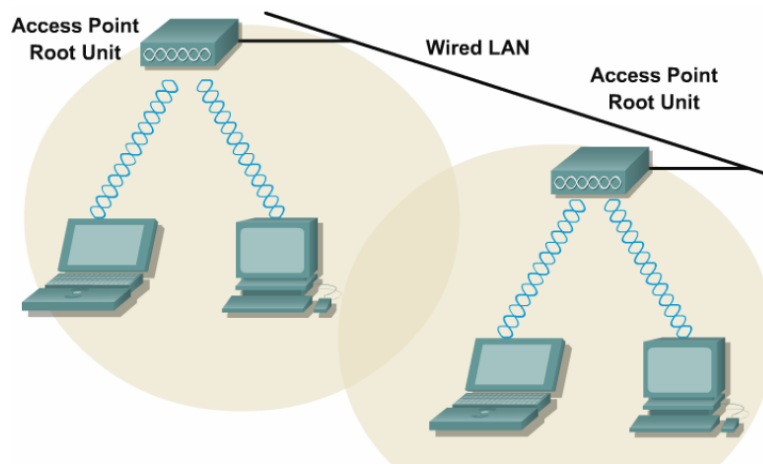


Ilustración 5 Red inalámbrica con APs Fuente: Cisco Fundamentals WLAN

También el AP puede funcionar como bridge de una red Ethernet o actuar como un bridge entre edificios de un mismo campus u organización permitiendo su conectividad

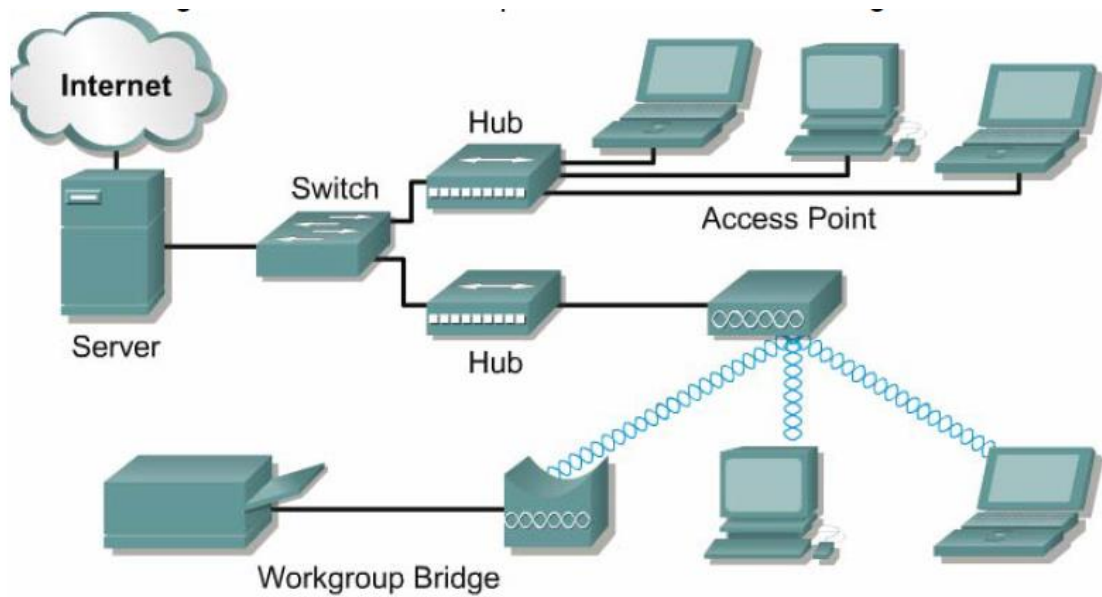


Ilustración 6 AP como Bridge de una Ethernet Fuente: Fundamentals WLAN Cisco

El AP podría también actuar como un Bridge entre edificios o incluso como un repetidor si lo que se requiere es amplificar la señal para extender el área de cobertura.

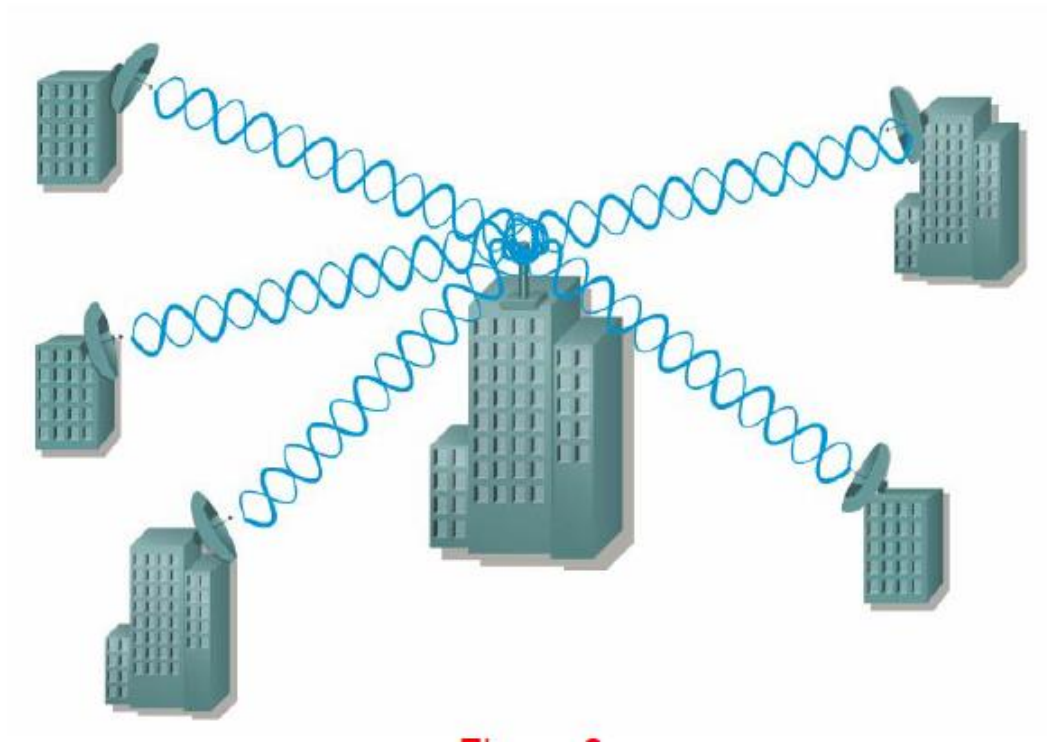


Ilustración 7 AP en modo Bridge entre edificios Fuente: Cisco Fundamentals WLAN

Actualmente existe otra alternativa conocida como Redes Mesh que en el caso de las soluciones Cisco el equipo Wireless Lan Controller administra a los AP mesh conocidos como MAP. Unen las topologías de Ad Hoc e Infraestructura haciendo que los AP cumplan con las funciones de BackHaul (Backbone inalámbrico) a 5GHz y la función de dar conectividad a los clientes tanto en la banda de 2,4 GHz como en la de 5 GHz.

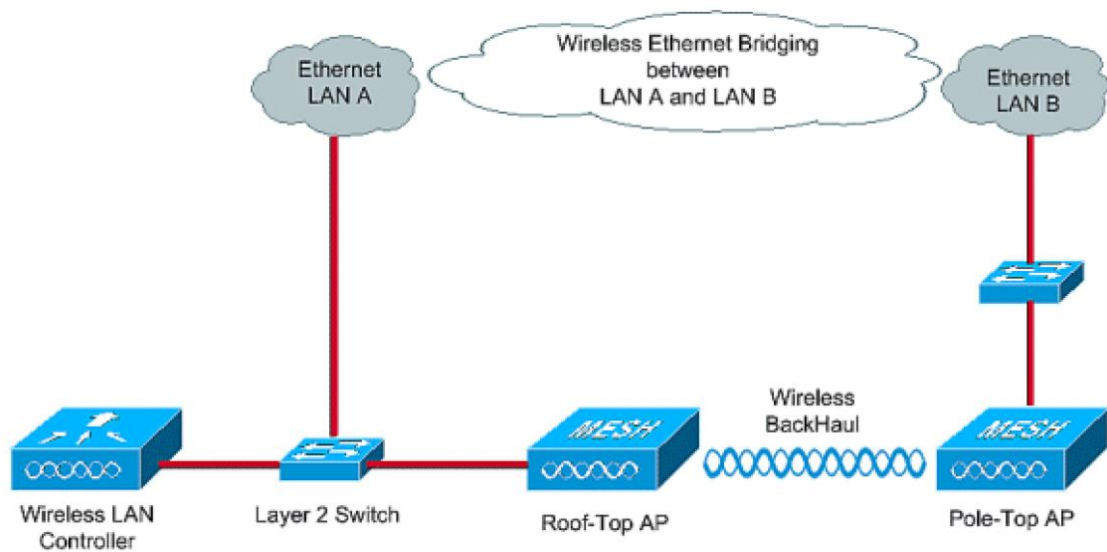


Ilustración 8 APs Mesh Fuente: Cisco Wireless Mesh Networking

5.1.1.2 Componentes de la Arquitectura Lógica 802.11

Consiste de algunos elementos principales como:

- Conjunto de servicios básicos (BSS).- Utiliza el modo infraestructura el cual necesita un AP. Todas las estaciones se comunican a través del AP y todo el conjunto incluido el AP conforman el BSS el cual abarca un área RF o celda.
- Access Point (AP).- contiene un transceptor de radio. Puede actuar como punto central de una red inalámbrica autónoma o como punto de conexión entre redes inalámbricas y cableadas pudiendo funcionar en modo root, modo bridge, modo repetidor o modo monitor. (Narváez, 2013)
- Sistema de Distribución (DS).- Interconecta varios BSS y puede ser cableado o inalámbrico.
- Conjunto de servicios extendido (ESS).- Dos o más BSSs conectados por medio de un DS.

- Conjunto de Servicios Básicos Independiente (IBSS).- Consiste en STAs conectadas directamente sin un Access Point.
- Estación (STA).- es un cliente Wireless que se interconecta con otras estaciones ya sea a través de un AP o directamente por medio de su tarjeta de interfaz de red.
- Roaming (Itinerancia).- capacidad de un cliente inalámbrico en pasar de un BSS a otro sin perder conectividad a la red.

5.1.2 Determinación de tráfico de internet.

Se utilizan los parámetros de la norma ETSI EG 202 057-4 (European Telecommunications Standards Institute, 2005) basados en la satisfacción del usuario final para determinar el tráfico, con la información de la tabla 4 en la que se muestra los objetivos de calidad de funcionamiento para estas aplicaciones.

Tabla 4: Análisis de parámetros necesarios para tráfico de internet de la norma ETSI EG 202 057-4

Medio	Aplicación	Grado de Simetría	Velocidad típica de datos	Tiempo de transmisión en un sentido(Nota)	KBps preferido (optimo)	KBps Aceptable (mínimo)
Datos	Web-browsing - HTML	Primarily one-way	~10 KB	Preferred < 2 s /page Acceptable < 4 s /page	10KB/2s=5	10KB/4s=2,5
Datos	Bulk Data Transfer/ Retrieval	Primarily one-way	10 KB – 10 MB	Preferred < 15s Acceptable < 60 s	10KB/15s=0,666 10MB/15s=666	10KB/60s=0,166 10MB/60s=166,6
Datos	E-Mail (server acces)	Primarily one-way	<10 KB	Preferred < 2 s Acceptable < 4 s	10KB/2s=5	10KB/4s=2,5

Solo se requiere para tráfico de internet por lo que solo se consideran las aplicaciones Web-browsing- HTML(Navegación en la Web-HTML), Bulk Data Transfer/Retrieval (Transferencia/Recuperación de gran Volumen de Datos), E-mail (acceso a servidor).

A continuación en la tabla 5 se muestra un resumen del Anexo A con los requerimientos de la Red Inalámbrica de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central en la cual se establece el factor de uso considerando el 100% al uso de equipos desde las 07:00 hasta las 21:00 que es el horario de la facultad. Suponiendo que en cierta área se encuentran 4 equipos

Tabla 5: Requerimiento de internet Facultad de ingeniería

Edificio	# areas	portátiles promedio	portátiles * factor de uso
Edificio Ensayo			
Piso 1	15	62	45,71
Piso 2	27	95	50,29
Piso 3	14	62	48,57
total	56	219	144,57
Edif Suelos			
Piso 1	21	43	24,71
Piso 2	11	53	30,43
total	32	96	55,14
Edificio Aulas			
Piso 1	6	68	32,86
Piso 2	8	82	64,29
Piso 3	29	63	34,86
Piso 4	16	53	31,43
total	59	266	163,43
Edif Hidraulica			
Piso 1	20	55	30,57

En la tabla se va a considerar el factor de uso del 100% a la utilización de los equipos en el horario normal de la facultad desde las 7am a 9pm es decir un total de 14 horas, por ejemplo si el número de computadoras es 4 y se utilizan por 12 horas entonces el factor de uso sería 0.85 (=12/14) y esto multiplicado por las 4 computadoras daría una aproximación a los bytes que usarían 3.42 computadoras en horas no pico.

Ahora para calcular el tráfico de internet se hace uso de la siguiente fórmula:

$$AB=(\Sigma KBps)*(\# \text{ de portátiles a conectarse simultaneamente})$$

Donde Σ KBps representa los KB a transmitirse por segundo

Con la información de la tabla anterior basada en la norma *ETSI EG 202 057-4 se* calcula esta suma dependiendo de la calidad:

$$\Sigma KBps = KBps(\text{web http}) + KBps(\text{bulk data}) + KBps(\text{email})$$

Por ejemplo, suponiendo un bulk data de 3MB y realizando este análisis.

Para calidad alta sería:

$$KBps(\text{web http}) = 5KBps$$

$$KBps(\text{bulk data}) = 3MBps/15s$$

$$KBps(\text{email}) = 5KBps$$

Remplazando los valores se tendría que:

$$\Sigma KBps = 5KBps + 3MBps/15s + 5KBps$$

$$\Sigma KBps = 5KBps + 200KBps + 5KBps$$

$$\Sigma KBps = 210KBps$$

Y como el AB = $\Sigma KBps * (\# \text{ de portátiles a conectarse simultaneamente})$

$$\text{Entonces } AB = 210Kbps * 4 = 840KBps$$

Para calidad media:

$$KBps(\text{web http}) = 5KBps$$

$$KBps(\text{bulk data}) = 3MBps/30s$$

$$KBps(\text{email}) = 5KBps$$

Remplazando los valores se tendría que:

$$\Sigma KBps = 5KBps + 3MBps/30s + 5KBps$$

$$\Sigma KBps = 5KBps + 100KBps + 5KBps$$

$$\Sigma KBps = 110KBps$$

Y como el $AB = \Sigma KBps * (\# \text{ de portátiles a conectarse simultaneamente})$

Entonces $AB = 110Kbps * 4 = 440KBps$

Para calidad aceptable:

$KBps(\text{web http}) = 2,5KBps$

$KBps(\text{bulk data}) = 3MBps/60s$

$KBps(\text{email}) = 2,5KBps$

Remplazando los valores se tendría que:

$\Sigma KBps = 2,5KBps + 3MBps/60s + 2,5KBps$

$\Sigma KBps = 2,5KBps + 50KBps + 2,5KBps$

$\Sigma KBps = 55KBps$

Y como el $AB = \Sigma KBps * (\# \text{ de portátiles a conectarse simultaneamente})$

Entonces $AB = 55Kbps * 4 = 220KBps$

Este procedimiento se lo aplica para cada una de las áreas de los diferentes edificios obteniéndose la tabla del Anexo A, la siguiente tabla representa en resumen el tráfico de internet acorde a los requerimientos de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador dividiendo en plantas cada edificio y el total calculado para horas picos dado por el # de portátiles promedio * calidad (alta media o aceptable) y para horas no pico dado por (portátiles * factor de uso) * calidad (alta media o aceptable).

Tabla 6: Resumen de tráfico de internet con datos acorde a la Facultad

						ANCHO DE BANDA WI-FI (KBps)					
						hora pico			hora no pico		
Edificio	portátiles promedio	portátiles * factor de uso	KBps calidad alta	KBps calidad media	KBps calidad aceptable	calidad alta	calidad media	calidad aceptable	calidad alta	calidad media	calidad aceptable
Edificio Ensayo											
Piso 1	62	45,71	210	110	55	13020,00	6820,00	3410,00	9600,00	5028,57	2514,29
Piso 2	95	50,29	210	110	55	19950,00	10450,00	5225,00	10560,00	5531,43	2765,71
Piso 3	62	48,57	210	110	55	13020,00	6820,00	3410,00	10200,00	5342,86	2671,43
total	219	144,57				45990,00	24090,00	12045,00	30360,00	15902,86	7951,43
Edif Suelos											
Piso 1	43	24,71	210	110	55	9030,00	4730,00	2365,00	5190,00	2718,57	1359,29
Piso 2	53	30,43	210	110	55	11130,00	5830,00	2915,00	6390,00	3347,14	1673,57
total	96	55,14				20160,00	10560,00	5280,00	11580,00	6065,71	3032,86
Edificio Aulas											
Piso 1	68	32,86	210	110	55	14280,00	7480,00	3740,00	6900,00	3614,29	1807,14
Piso 2	82	64,29	210	110	55	17220,00	9020,00	4510,00	13500,00	7071,43	3535,71
Piso 3	63	34,86	210	110	55	13230,00	6930,00	3465,00	7320,00	3834,29	1917,14
Piso 4	53	31,43	210	110	55	11130,00	5830,00	2915,00	6600,00	3457,14	1728,57
total	266	163,43				55860,00	29260,00	14630,00	34320,00	17977,14	8988,57
Edif Hidraulica											
Piso 1	55	30,57	210	110	55	11550,00	6050,00	3025,00	6420,00	3362,86	1681,43
total	55	30,57				11550,00	6050,00	3025,00	6420,00	3362,86	1681,43

5.2 Diseño de la WLAN

La WLAN será parte de una red LAN así que antes de realizar el Diseño de la WLAN se necesita también revisar el diseño actual de la Red LAN por la cual va a circular el tráfico que viene y va a la parte inalámbrica.

5.2.1 Distribución de la red Actual

Se describe a continuación los enlaces de fibra que se muestran en la ilustración 9:

- El enlace hacia el DTIC es mediante fibra óptica aéreo Multimodo (MM) 8 hilos de 62.5/125um, de tipo Loose Buffer y con armadura.
- El distribuidor del DTIC tiene un panel de fibra de 2U con capacidad de 48 conectores ST, incluye un módulo de 6 conectores tipo ST Multimodo que mediante un cordón de conexión SC-SC conecta al CORE.
- El distribuidor de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática es un rack abierto de piso de 42U, en el que está instalado un panel de fibra de 2U con capacidad de 48 conectores ST incluye un módulo de 6 conectores tipo ST Multimodo del cual saldrán las conexiones al switch principal de la Facultad (Cisco 3560G Catalyst)

Tabla 7 Distribución DTIC, Universidad Central del Ecuador, Fuente: Memoria Técnica Facultad

Distribuidor:		MDF-00 CIU		
Ubicación del distribuidor:		Piso subsuelo – Centro de Cómputo CIU Área de Capacitación CISCO		
Id de patch panel: PP – 2o3		Tipo de patch panel: PP-FO 48P 2U		
Puerto panel	Id del cable	Id del canal	Ubicación del área de trabajo	Planta
1	FO-1(8h MM) Az	00- 201	Enlace MDF-00 a MDF-60, puertos 00-201 al 60-101	S1
2	FO-1(8h MM) Na	00- 202	Enlace MDF-00 a MDF-60, puertos 00-202 al 60-102	S1
3	FO-1(8h MM) Ve Backup	00- 203	Enlace MDF-00 a MDF-60, puertos 00-203 al 60-103	S1
4	FO-1(8h MM) Ca Backup	00- 204	Enlace MDF-00 a MDF-60, puertos 00-204 al 60-104	S1
5			Dañado	S1
6			Dañado	S1
7			Dañado	S1
8			Dañado	S1

Tabla 8 Distribuidor Principal Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, Fuente: Memoria Técnica Facultad

Distribuidor: DE MATERIALES		MDF-60 INGENIERÍA - RESISTENCIA		
Ubicación del distribuidor: Materiales		Piso Tercero Edificio de Resistencia de		
Ciencias		Laboratorio de Computadoras Escuela de		
Matemática		Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y		
Id de patch panel: PP – 1		Tipo de patch panel: PP - FO 48P - 96P 2U		
Puerto panel	Id del cable	Id del canal	Ubicación del área de trabajo	Planta
1	FO-1(8h MM) Az	60- 101	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-101 al 00-201	P2
2	FO-1(8h MM) Na	60- 102	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-102 al 00-202	P2
3	FO-1(8h MM) Ve Backup	60- 103	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-103 al 00-203	P2
4	FO-1(8h MM) Ca Backup	60- 104	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-104 al 00-204	P2
			Dañado	P2
			Dañado	P2
			Dañado	P2
			Dañado	P2

5.2.2 Backbone Facultad de Ingeniería

Internamente los enlaces van desde el distribuidor principal de la red (**MDF-60**) de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática ubicado en el tercer piso del edificio de Resistencia de Materiales, con el distribuidor principal ubicado en el CIU (**MDF-00**) y a su vez con los distribuidores principales de la Facultad: (**MDF-80**) ubicado en el cuarto piso de Postgrado en el edificio de Aulas, (**MDF-70**) ubicado en el segundo piso del edificio de la Ex Carrera de Ingeniería Química, (**MDF-75**) ubicado en la planta baja del edificio de Hidráulica y (**MDF-76**) ubicado en la planta baja del edificio de Suelos.

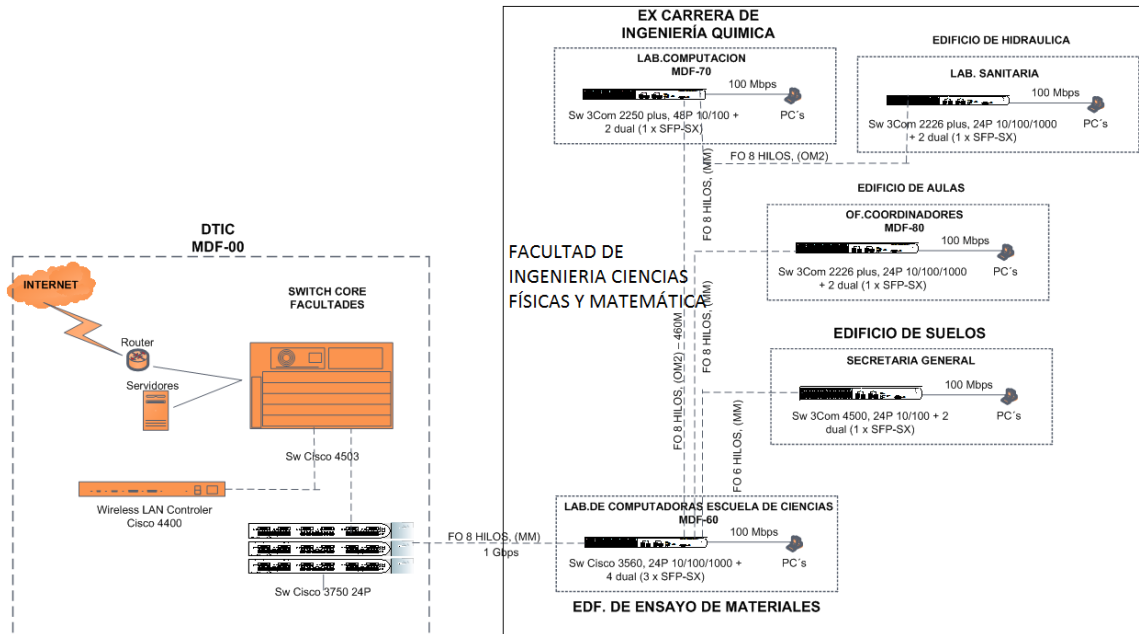


Ilustración 9: Enlaces de Fibra entre Edificios Fuente: El Autor

A continuación se muestran los cuadros de distribución de los enlaces internos

Tabla 9 Distribuidor Principal Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, Enlaces Edificios, Fuente: Memoria Técnica Facultad

Distribuidor: MDF-60 INGENIERÍA - RESISTENCIA DE MATERIALES				
Ubicación del distribuidor: Piso Tercero Edificio de Resistencia de Materiales Laboratorio de Computadoras Escuela de Ciencias Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática				
Id de patch panel: PP – 1		Tipo de patch panel: PP - FO 48P - 96P 2U		
Puerto panel	Id del cable	Id del canal	Ubicación del área de trabajo	Planta
1	FO-1(8h MM) Az	60-101	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-101 al 00-201	P2
2	FO-1(8h MM) Na	60-102	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-102 al 00-202	P2
3	FO-1(8h MM) Ca Backup	60-103	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-103 al 00-203	P2
4	FO-1(8h MM) Ve Backup	60-104	Enlace MDF-60 a MDF-00, puertos 60-104 al 00-204	P2
			Dañado	P2
			Dañado	P2

			Dañado	P2
			Dañado	P2
5	FO-2(6h MM)	60-105	Enlace MDF-60 a MDF-76, puertos 60-105 al 76-301	P2
6	FO-2(6h MM)	60-106	Enlace MDF-60 a MDF-76, puertos 60-106 al 76-302	P2
7	FO-2(6h MM) Backup	60-107	Enlace MDF-60 a MDF-76, puertos 60-107 al 76-303	P2
8	FO-2(6h MM) Backup	60-108	Enlace MDF-60 a MDF-76, puertos 60-108 al 76-304	P2
13	FO-3(8h MM)	60-113	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-113 al 80-101	P2
14	FO-3(8h MM)	60-114	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-114 al 80-102	P2
15	FO-3(8h MM) Backup	60-115	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-115 al 80-103	P2
16	FO-3(8h MM) Backup	60-116	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-116 al 80-104	P2
17	FO-3(8h MM)	60-117	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-117 al 80-105	P2
18	FO-3(8h MM)	60-118	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-118 al 80-106	P2
19	FO-3(8h MM) Backup	60-119	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-119 al 80-107	P2
20	FO-3(8h MM) Backup	60-120	Enlace MDF-60 a MDF-80, puertos 60-120 al 80-108	P2

Tabla 10 Distribuidor Edificio de Aulas (Posgrado) Fuente: Memoria Técnica Facultad

Distribuidor:		MDF-80 POSTGRADO		
Ubicación del distribuidor:		Of. Coordinadores-Instituto Superior de Postgrado		
		e Investigaciones P3		
Matemática		Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y		
Id de patch panel: PP – 1		Tipo de patch panel: PP - FO 6P - 72P + bandeja -		
Placa Módulo 8 ST				
Puerto panel	Id del cable	Id del canal	Ubicación del área de trabajo	Planta
1	FO-3(8h MM)	80-101	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-101 al 60-113	P3
2	FO-3(8h MM)	80-102	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-102 al 60-114	P3
3	FO-3(8h MM) Backup	80-103	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-103 al 60-115	P3
4	FO-3(8h MM) Backup	80-104	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-104 al 60-116	P3
5	FO-3(8h MM)	80-105	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-105 al 60-117	P3
6	FO-3(8h MM)	80-106	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-106 al 60-118	P3
7	FO-3(8h MM) Backup	80-107	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-107 al 60-119	P3
8	FO-3(8h MM) Backup	80-108	Enlace MDF-80 a MDF-60, puertos 80-108 al 60-120	P3
9	FO-4(8h MM)	80-109	Enlace MDF-80 a MDF-70, puertos 80-109 al 70-101	P3
10	FO-4(8h MM)	80-110	Enlace MDF-80 a MDF-70, puertos 80-110 al 70-102	P3
11	FO-4(8h MM) Backup	80-111	Enlace MDF-80 a MDF-70, puertos 80-111 al 70-103	P3
12	FO-4(8h MM) Backup	80-112	Enlace MDF-80 a MDF-70, puertos 80-112 al 70-104	P3

Tabla 11 Distribuidor Edificio Ex Carrera de Ingeniería Química Fuente: Memoria Técnica Facultad

Distribuidor:		MDF-70 EX-INGENIERÍA QUÍMICA		
Ubicación del distribuidor:		Lab. Computadoras Ex Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática		
Id de patch panel:		PP – 1		
		Tipo de patch panel:		
		PP - FO 48P - 96P 2U		
Puerto panel	Id del cable	Id del canal	Ubicación del área de trabajo	Planta
1	FO-4(8h MM)	70-101	Enlace MDF-70 a MDF-80, puertos 70-101 al 80-109	P2
2	FO-4(8h MM)	70-102	Enlace MDF-70 a MDF-80, puertos 70-102 al 80-110	P2
3	FO-4(8h MM) Backup	70-103	Enlace MDF-70 a MDF-80, puertos 70-103 al 80-111	P2
4	FO-4(8h MM) Backup	70-104	Enlace MDF-70 a MDF-80, puertos 70-104 al 80-112	P2
5		70-105	Libre	P2
6		70-106	Libre	P2
			Libre	P2
			Libre	P2
7	FO-5(4h MM)	70-107	Enlace MDF-70 a MDF-75, puertos 70-107 al 75-101	P2
8	FO-5(4h MM)	70-108	Enlace MDF-70 a MDF-75, puertos 70-108 al 75-102	P2
9	FO-5(4h MM) Backup	70-109	Enlace MDF-70 a MDF-75, puertos 70-109 al 75-103	P2
10	FO-5(4h MM) Backup	70-110	Enlace MDF-70 a MDF-75, puertos 70-110 al 75-104	P2
11		70-111	Libre	P2
12		70-112	Libre	P2

Tabla 12 Distribuidor Edificio Hidráulica Fuente: Memoria Técnica Facultad

Distribuidor:		MDF-75 HIDRÁULICA		
Ubicación del distribuidor:		LABORATORIO DE HIDRAULICA-SANITARIA - PB		
Id de patch panel: PP – 1		Tipo de patch panel: PP - FO 24P 2U		
Puerto panel	Id del cable	Id del canal	Ubicación del área de trabajo	Planta
1	FO-5(4h MM)	75-101	Enlace MDF-75 a MDF-70, puertos 75-101 al 70-107	PB
2	FO-5(4h MM)	75-102	Enlace MDF-75 a MDF-70, puertos 75-102 al 70-108	PB
3	FO-5(4h MM)	75-103	Enlace MDF-75 a MDF-70, puertos 75-103 al 70-109	PB
4	FO-5(4h MM)	75-104	Enlace MDF-75 a MDF-70, puertos 75-104 al 70-110	PB

Actualmente los enlaces entre los edificios de la Facultad que viene a ser el backbone interno de la misma está hecho mediante cable de 8 fibras multimodo OM2 (50/125UM), tipo Loose Buffer utilizando una topología tipo en estrella, y de acuerdo a los estándares la velocidad aproximada sería de 1 Gb con este tipo de fibra óptica. No existe cableado estructurado en ninguno de los edificios de la Facultad y el tipo de cable UTP existente es de categoría 5E y en cuanto al equipamiento activo actual algunos de los Switches tienen por lo menos 10 años de uso con puertos 10/100.

Toda esta situación debería ser mejorada mediante un proyecto de reestructuración de cableado de fibra óptica, cableado estructurado y equipamiento activo para esta Facultad. En cuanto al cableado de fibra óptica los enlaces tanto hacia la Dirección de Tecnologías de la Universidad como entre los Edificios de la Facultad deberían

ser a 10 Gb mediante fibra óptica monomodo de 6 hilos ADSS² basada en el estándar ITU-T G.652.D (UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, 2009). Para el cableado estructurado se debería usar Categoría 6A FTP que cumpla con los requerimientos de transmisión y desempeño del canal de comunicación establecidos en el estándar TIA/EIA-568-C.2 el cual especifica las características de los componentes del cableado incluyendo parámetros mecánicos, eléctricos y de transmisión. (Joskowicz, 2013).

Tomando en cuenta el hecho de que un sistema de cableado debe contar con al menos una vida útil de 10 años el cual pueda soportar de 2 a 3 generaciones de equipos activos. La Universidad ha puesto interés en el tema de mejoramiento de conectividad y pretende proveer a su Dirección de Tecnologías de una reestructuración con equipamiento activo y brindar a las diferentes Facultades el servicio de conectividad por medio de enlaces de fibra óptica a 10 Gbps. Los equipos necesarios serían los que se muestran en la tabla:

Tabla 13 Equipos activos sugeridos Fuente: El Autor

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	cantidad	Ubicación
SWITCH	SWITCH-CORE /DISTRIBUCIÓN	2	DTIC
SWITCH	SWITCH-ACCESO TIPO 1	1	FAC. INGENIERIA
SWITCH	SWITCH-ACCESO TIPO 2	2	FAC. INGENIERIA
SWITCH	SWITCH-ACCESO TIPO 3	1	FAC. INGENIERIA
ACCESS POINTS	CONTROLADORA WIRELESS PRINCIPAL		DTIC
ACCESS POINTS	CONTROLADORA WIRELESS REDUNDANCIA		DTIC

² All-Dielectric Self Supporting

ACCESS POINTS	WIRELESS-ACCESS POINT PARA INTERIORES CON ANTENAS INTERNAS	46	FAC. INGENIERIA
ACCESS POINTS	WIRELESS-ACCESS POINT PARA INTERIORES CON ANTENAS EXTERNAS	1	FAC. INGENIERIA
ACCESS POINTS	WIRELESS-ACCESS POINT PARA EXTERIORES CON ANTENAS INTERNAS	2	FAC. INGENIERIA
ACCESS POINTS	WIRELESS-ACCESS POINT PARA EXTERIORES CON ANTENAS EXTERNAS	1	FAC. INGENIERIA

En el Diseño de la WLAN para la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática se debe tener en cuenta los requerimientos establecidos por la Universidad tanto para networking como para equipamiento activo lo cual considera para la parte de switching:

- Backbone de fibra a 10 Gbps
- Backbone de cobre tipo estrella a 1 Gbps para interconexión de switches en modo redundante.
- Equipos de acceso para Access Point PoE.

Los Equipos Core como serán el núcleo de los enlaces de las distintas Facultades (17 en total) incluida la de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, la universidad establece que deberán ser switches de Core y agregación con alto rendimiento y disponibilidad.

Estos equipos deben contar con valores de performance mayores o iguales a 1,6 Tbps. Pudiendo ser de 24 puertos con puertos no bloqueados (non blocking) con funcionalidad de 1 Gbps o 10Gbps dependiendo de la necesidad.

Los Switches de acceso nivel dos trabajarán con la capa de acceso y como se muestra en la tabla anterior se plantea 3 modelos los cuales se ubicarán dependiendo de la necesidad.

Los de Acceso tipo 1 estarán enlazados al backbone de 10 Gbps, 24 puertos 10/100/1000 dando conectividad a los Access Point cercanos.

Los de Acceso tipo 2 y 3 estarán enlazados al backbone de 1 Gbps siendo estos de 24 y 8 puertos 10/100/1000 respectivamente que darán conectividad a los Access Point cercanos.

Se propone el uso de una **controladora Wireless** con redundancia y de las mismas características de hardware con licencia para el 100% de equipos. La controladora debe poder soportar configuraciones de redes mesh para futuras implementaciones grandes, debe tener características enterprise con un performance mínimo de 10 Gbps y crecimiento de hasta 6000 Access point.

Para la ubicación de los Access Points propuestos se debería considerar espacios externos abiertos, que incluyan jardines, canchas, parqueaderos, espacios dentro de los edificios o entre los edificios para lo cual se usarán dependiendo del área un tipo específico. Para el caso de la Facultad de Ingeniería se contempla la ubicación de la siguiente manera:

- Por seguridad dentro de aulas de clase, pasillos, laboratorios y salas de reuniones los Wireless Access Point para Interiores con antenas internas.

- Para áreas interiores con alta densidad de usuarios como auditorios y bibliotecas los Wireless Access Point para Interiores con antenas externas.
- Para cubrir amplias áreas abiertas y ubicados sobre los edificios altos del campus los Wireless Access Point para exteriores con antenas externas.
- Para cubrir áreas cerradas como parques pequeños o entre edificios los Wireless Access Point para exteriores con antenas internas.

Revisando los anchos de banda por cada edificio se observa lo siguiente:

Tabla 14: Trafico de internet por edificio

	ANCHO DE BANDA WI-FI					
	hora pico			hora no pico		
Edificio	calidad alta	calidad media	calidad aceptable	calidad alta	calidad media	calidad aceptable
Edificio Ensayo						
total KBps	45990,00	24090,00	12045,00	30360,00	15902,86	7951,43
total MBps	45,99	24,09	12,05	30,36	15,90	7,95
Total Mbps	367,92	192,72	96,36	242,88	127,22	63,61
Edif Suelos						
total KBps	20160,00	10560,00	5280,00	11580,00	6065,71	3032,86
total MBps	20,16	10,56	5,28	11,58	6,07	3,03
Total Mbps	161,28	84,48	42,24	92,64	48,53	24,26
Edificio Aulas						
total KBps	55860,00	29260,00	14630,00	34320,00	17977,14	8988,57
total MBps	55,86	29,26	14,63	34,32	17,98	8,99
Total Mbps	446,88	234,08	117,04	274,56	143,82	71,91
Edif Hidraulica						
total KBps	11550,00	6050,00	3025,00	6420,00	3362,86	1681,43
total MBps	11,55	6,05	3,03	6,42	3,36	1,68
Total Mbps	92,40	48,40	24,20	51,36	26,90	13,45

Se analiza el tráfico que cada una de las portátiles envía a cada punto de acceso recordando el cálculo del tráfico de internet dado por:

$$\Sigma \text{KBps} = \text{KBps}(\text{web http}) + \text{KBps}(\text{bulk data}) + \text{KBps}(\text{email})$$

Suponiendo un bulk data de 3MB se realiza el análisis nuevamente.

Para calidad alta que sería el caso crítico:

$$\text{KBps}(\text{web http}) = 5\text{KBps}$$

$$\text{KBps}(\text{bulk data}) = 3\text{MBps}/15\text{s}$$

$$\text{KBps}(\text{email}) = 5\text{KBps}$$

Remplazando los valores se tendría que:

$$\Sigma \text{KBps} = 5\text{KBps} + 3\text{MBps}/15\text{s} + 5\text{KBps}$$

$$\Sigma \text{KBps} = 5\text{KBps} + 200\text{KBps} + 5\text{KBps}$$

$$\Sigma \text{KBps} = 210\text{KBps}$$

5.3 Propuesta de ubicación e instalación de puntos de acceso

Nuevamente utilizando la herramienta Ekahau Site Survey, se realiza un recorrido físico por las instalaciones de la Facultad con un Punto de Acceso para pruebas marca Cisco modelo AP 1702I se determina la ubicación e instalación de los Puntos de Acceso en las distintas Dependencias y áreas de los Edificios.

Edificio de Ensayo de Materiales

En el Edificio de Ensayo de Materiales en la Planta Baja sería recomendable ubicar los Puntos de Acceso de la siguiente manera.

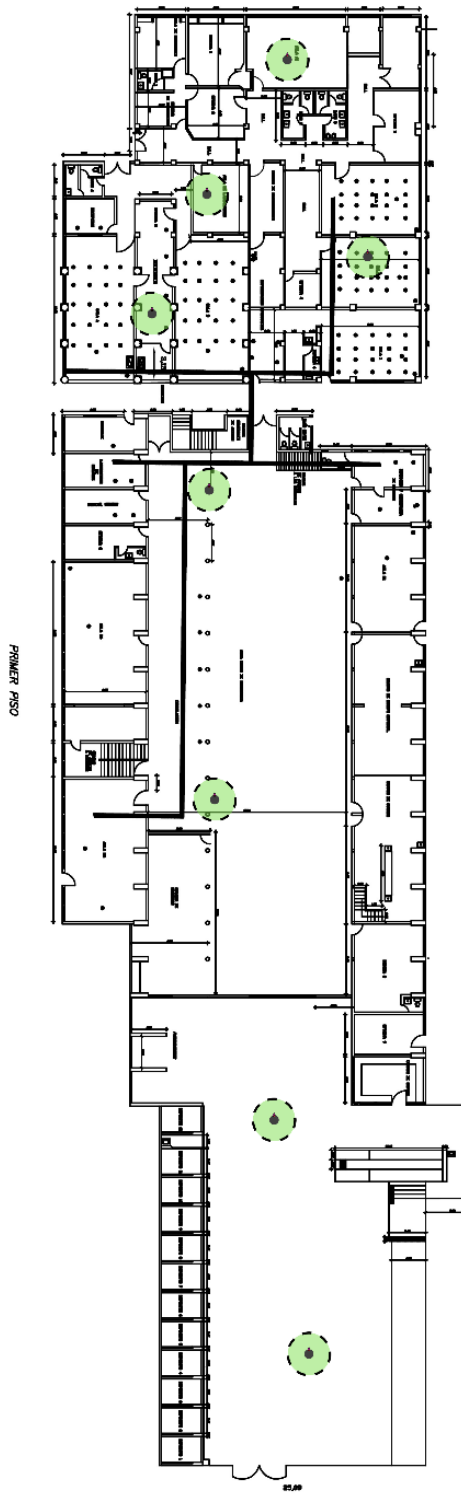


Ilustración 10 Ubicación de Access Points Edif. Ensayo Materiales Planta Baja

Con lo que se obtendría la Cobertura, solapamiento y Rendimiento como se muestra a continuación.



Ilustración 11 Intensidad de la señal de Access Points para Edif. Ensayo Materiales Planta Baja

La conectividad por cada punto de acceso en el plano se muestra a continuación.

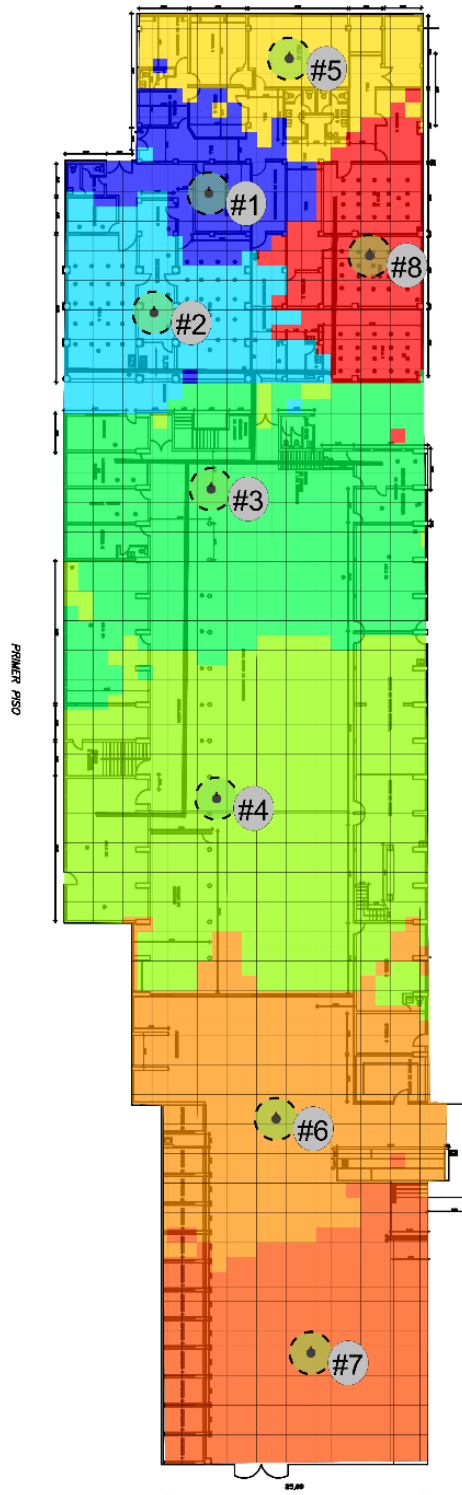










Ilustración 12 Conectividad por Access Point, Edif. Ensayo Materiales Planta Baja

Tabla 15 Conectividad por Access Point, Edif. Ensayo Materiales Planta Baja

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (8)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (10)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (11)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (12)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (7)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
6	Cisco AP1702I (13)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
7	Cisco AP1702I (14)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
8	Cisco AP1702I (9)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

En la tabla a continuación se detalla las áreas

Tabla 16: cobertura de Puntos de Acceso Planta Baja de Ensayo de Materiales

Edificio Ensayo	AP #
Piso 1	
secretaria sufi	2
Sala A (sufi)	2
Sala B (sufi)	2
Sala 1 (capacit)	8
Sala 2 (capacit)	8
Sala 3 (capacit)	8
Direcc Ens Mat	3
Secret Ens Mat	3
Ayudant Ens Mat	3
Ayudant Ens Mat	3
Lab Ens Mat	3 y 4
Aula	3
Aula	4
Aula R1	4
Aula R2	4

Los APs #1 y #5 no se considerarán pues no es parte de la Facultad, los APs #6 y #7 tampoco se considerarán pues es área de garaje de vehículos de la Facultad.

Para el Piso 2 sería recomendable ubicar los puntos de acceso de la siguiente manera como se muestra a continuación.

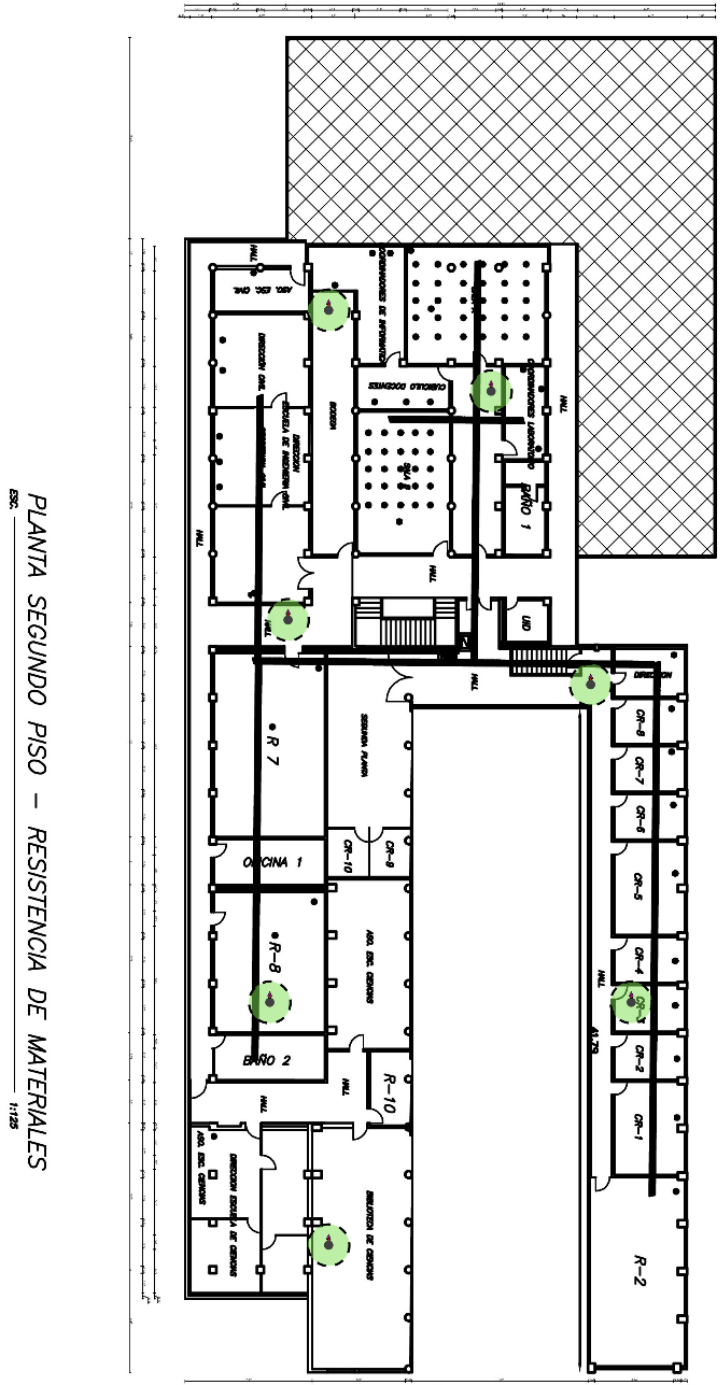


Ilustración 13 Ubicación de Access Points Edif. Ensayo Materiales Piso 2

La cobertura sería como se muestra en la siguiente figura.



Ilustración 14 Intensidad de la señal de Access Points para Edif. Ensayo Materiales Piso 2

La conectividad por cada punto de acceso para este piso se refleja en la figura.

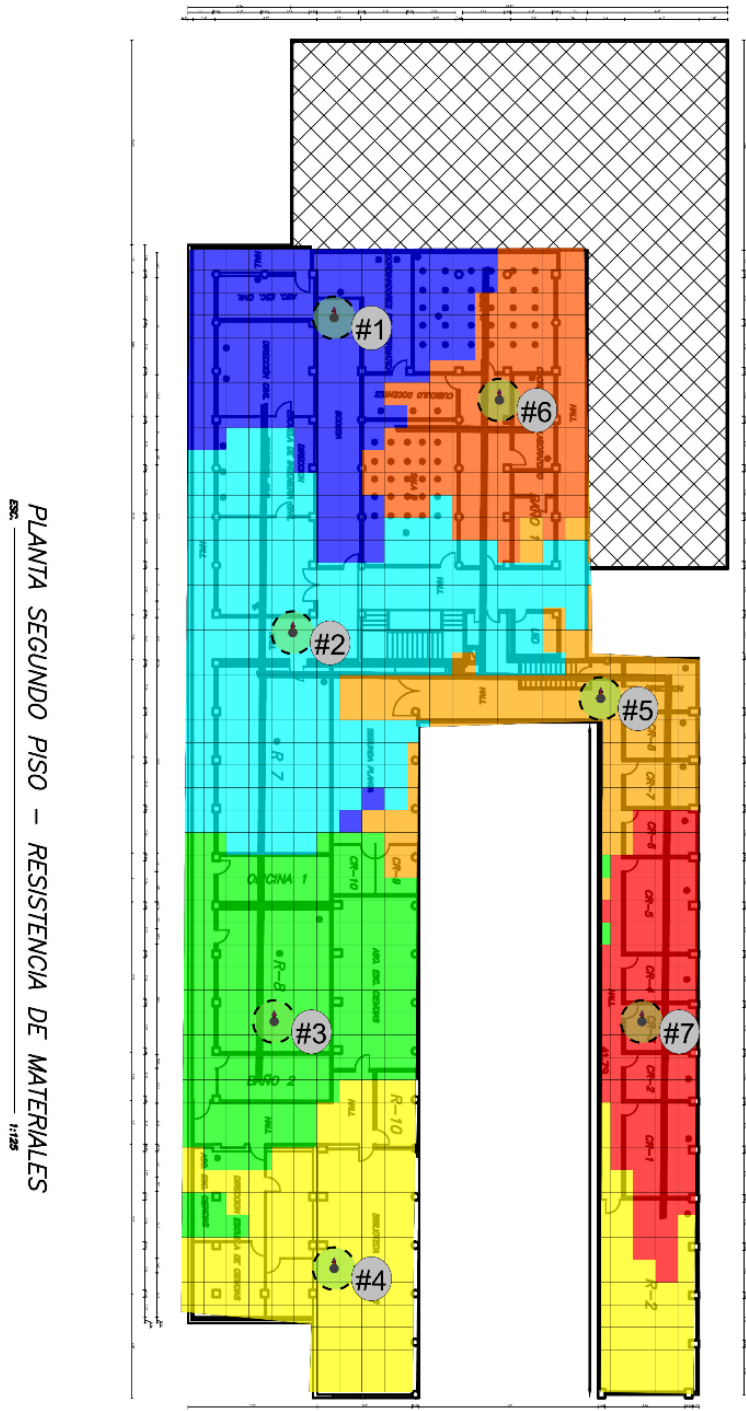


Ilustración 15 Conectividad por Access Point, Edif. Ensayo Materiales Piso 2

Tabla 17 Conectividad por Access Point, Edif. Ensayo Materiales Piso 2








AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (15)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (17)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (19)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (20)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (22)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
6	Cisco AP1702I (16)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
7	Cisco AP1702I (21)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 18: cobertura de Puntos de Acceso Piso2 de Ensayo de Materiales

Edificio Ensayo Piso 2	AP #
Aso Est Civil	1
Dir Carr Civil	1
Secre Carr Civ	2
Archivo civ	1
Lab Comp Civ(Ofic)	6
Lab Comp Civ(Sala 1)	6
Lab Comp Civ(Sala 2)	1 y 6
Lab Comp Civ(Docentes)	1
Cubi Ens mat 1	2
Cubi Ens mat 2	2
Cubi Ens mat 3	3
Cubi Ens mat 4	3
Cubi Ens mat 5	3
Cubi Ens mat 6	3
Cubi Ens mat 7	4
Cubi Ens mat 8	5
Cubi Ens mat 9	5
Cubi Ens mat 10	5
Cubi Ens mat 11	7
Cubi Ens mat 12	7
Cubi Ens mat 13	7
Cubi Ens mat 14	7
Cubi Ens mat 15	4
Hall piso2	2
Aula R7	2
Aula R8	3
Aso Ciencias	4

Para el Piso 3 lo recomendable serían las ubicaciones siguientes.

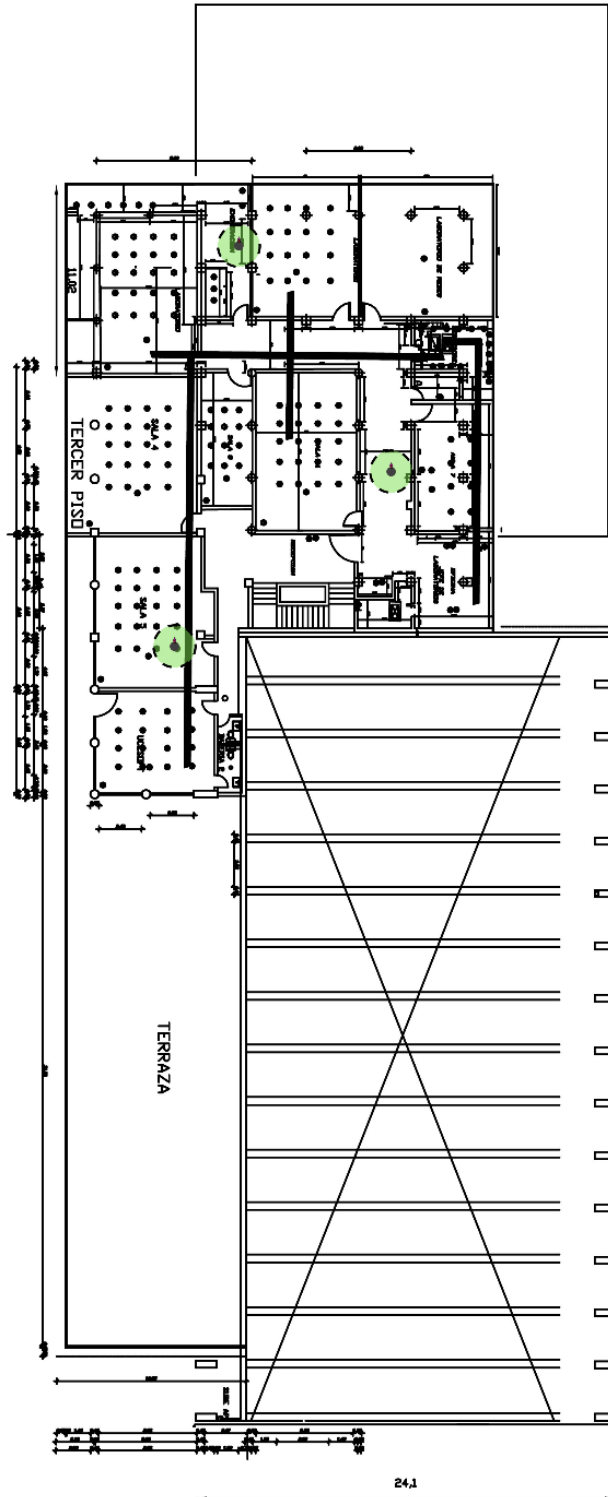


Ilustración 16 Ubicación de Access Points Edif. Ensayo Materiales Piso 3

El gráfico siguiente que representa la cobertura.

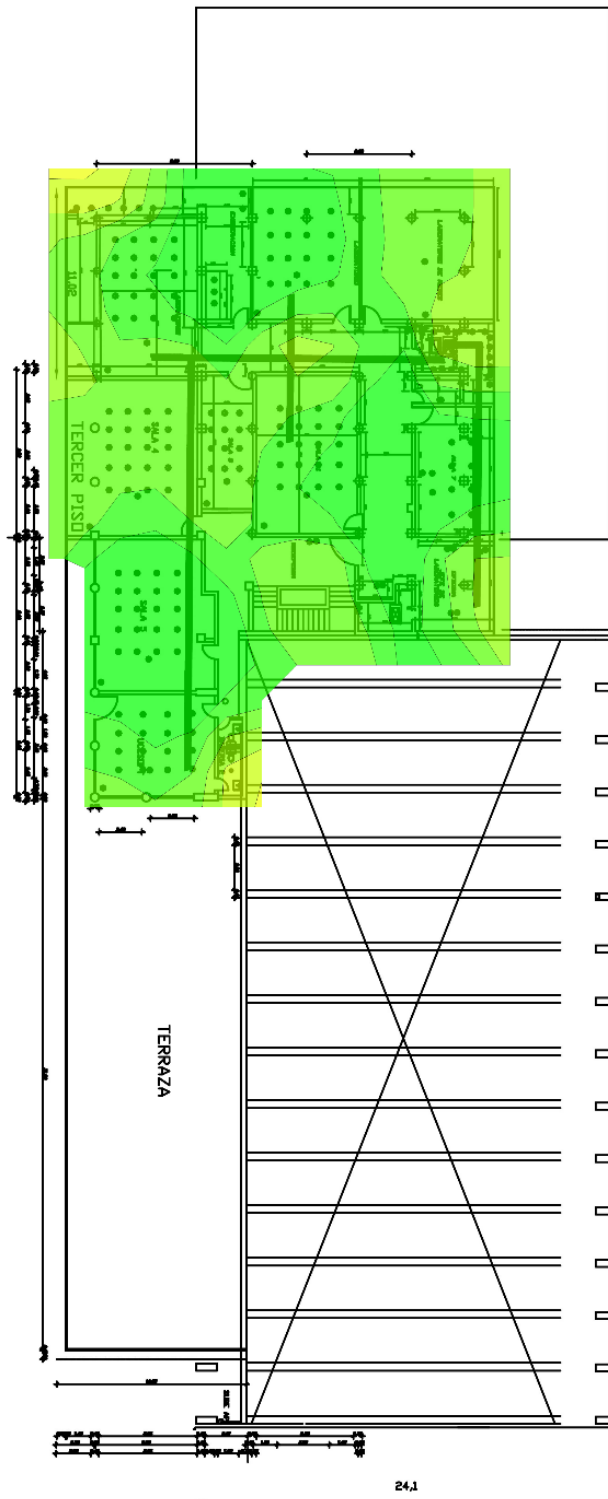


Ilustración 17 Intensidad de la señal de Access Points para Edif. Ensayo Materiales Piso 3

La conectividad por cada punto de acceso para este piso.



Ilustración 18 Conectividad por Access Point, Edif. Ensayo Materiales Piso 3

Tabla 19 Conectividad por Access Point, Edif. Ensayo Materiales Piso 3




AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (4)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (6)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (5)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 20: Cobertura de Puntos de Acceso Piso3 de Ensayo de Materiales

Edificio Ensayo Piso 3	AP #
Lab Comp Recep	2
Sala B (Jefatura)	3
Area (exonera)	1
Sala 1 (Labcom)	3
Sala 2 (Labcom)	1
Sala 3 (Labcom)	1
Sala 4 (Labcom)	2
Sala 5 (Labcom)	2
Sala 6 (Labcom)	2
Sala 7 (Labcom)	3
Sala 8 (Labcom)	1 y 3
Sala redes (Labcom)	1
hall (Labcom)	1 y 3
gradas (Labcom)	2

Ilustración 19 Ubicación de Access Points Edif. Suelos Piso 1

La cobertura para este edificio en este piso sería como se observa en la figura.

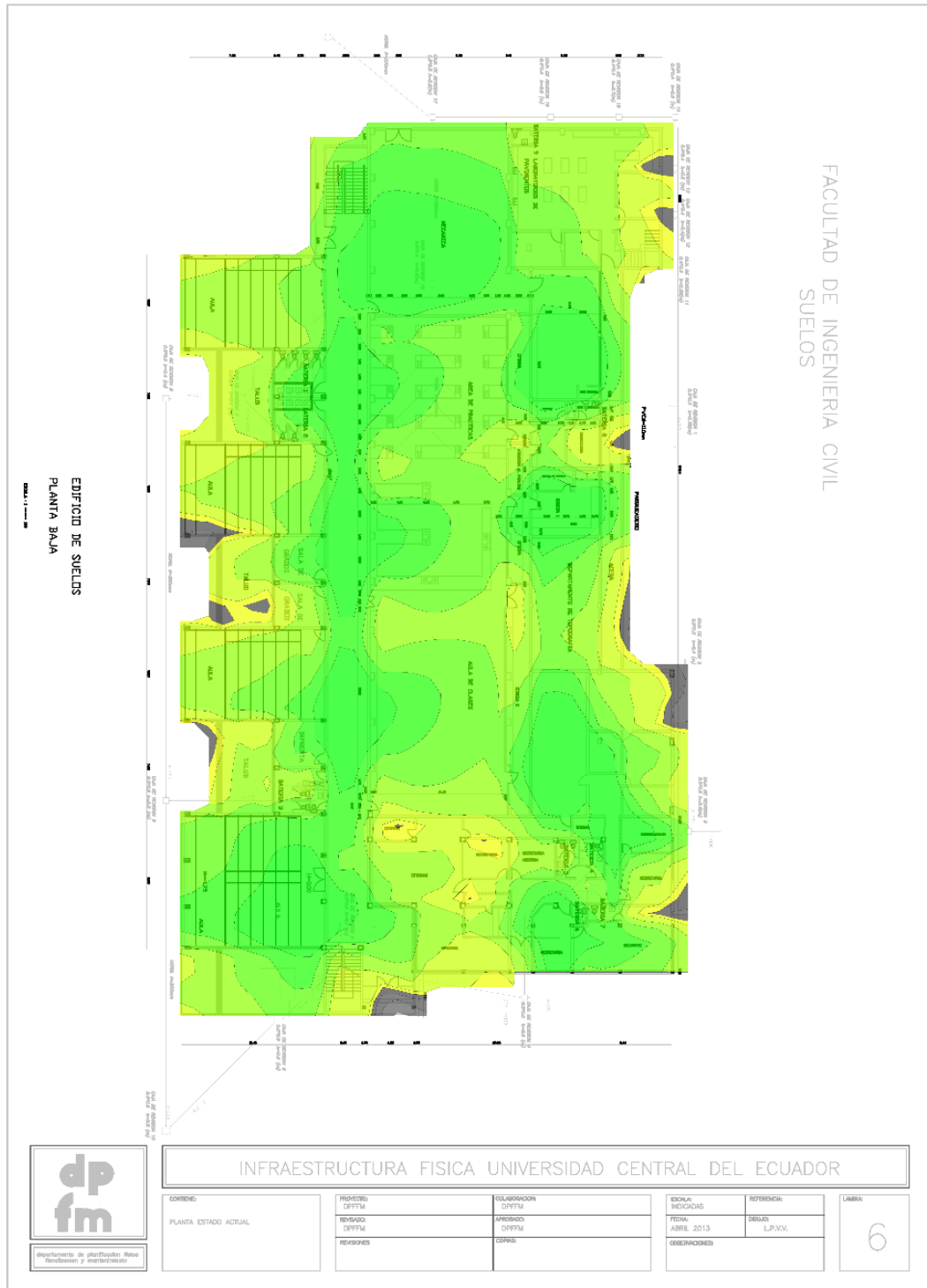


Ilustración 20 Intensidad de la señal de Access Points para Edif. Suelos Piso 1

Quedando la conectividad para cada punto de acceso de esta manera

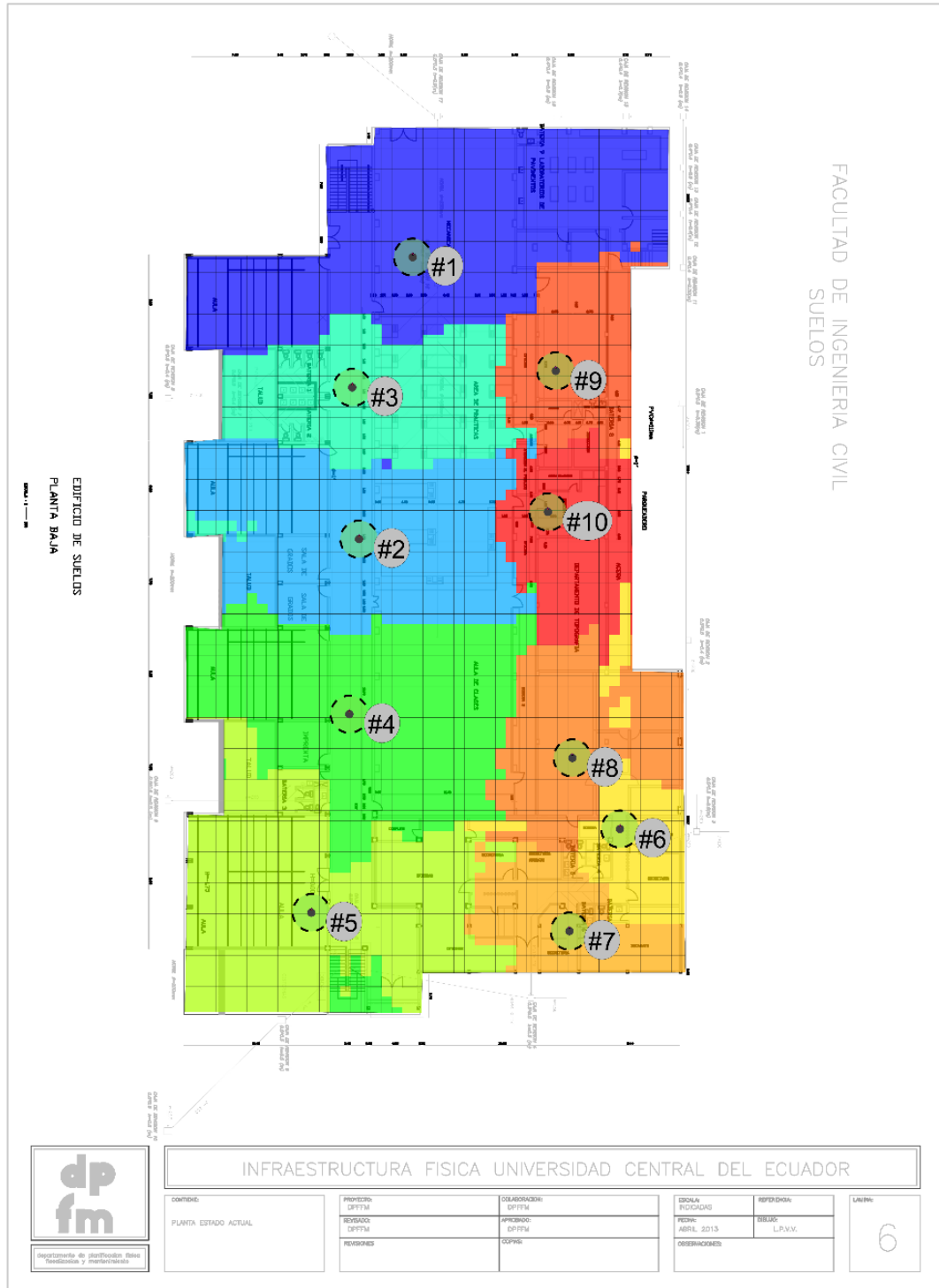










Ilustración 21 Conectividad por Access Point, Edif. Suelos Piso 1

Tabla 21 Conectividad por Access Point, Edif. Suelos Piso 1

AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (9)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (12)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (10)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (14)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (19)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
6	Cisco AP1702I (16)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
7	Cisco AP1702I (17)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
8	Cisco AP1702I (15)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
9	Cisco AP1702I (11)			

	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
10	Cisco AP1702I (13)			
	802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 22: Cobertura de Puntos de Acceso Piso 1 de Suelos

Edificio Suelos Piso 1	AP#
Secretaria Fac	5
Sec Abog	5
Informaci[on	5
Decanato	7
Vicedecanato	6
Cafeteria	6
Dpto Financiero	8
Bodega	8
Lab Suelos	8 y 10
Direc Lab Suel	10
Secre Lab Suel	10
Guardalmacen	10
Aula S1	5
Aula S2	4
Aula S3	2
Aula S4	1
Aula S10	9
Aula S11	9
Lab Pavimentos	1
Mecanica	1
Hall	1,3,2,4 y 5

Para el Piso 2 del Edificio de Suelos sería recomendable ubicar los Puntos de Acceso de la siguiente manera como se muestra a continuación.

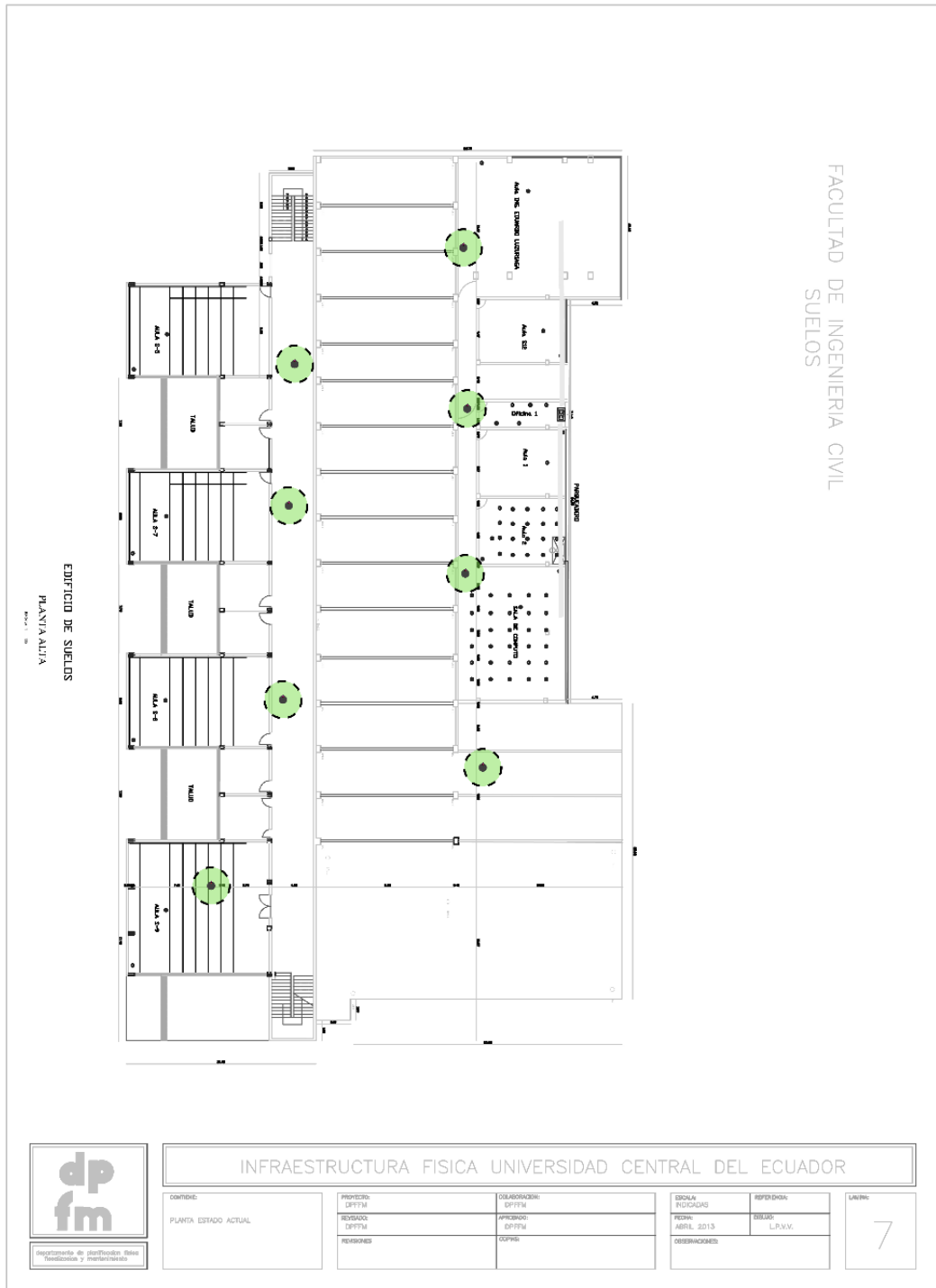


Ilustración 22 Ubicación de Access Points Edif. Suelos Piso 2

En la siguientes dos gráficas se pueden observar tanto la cobertura como la conectividad respectivamente.

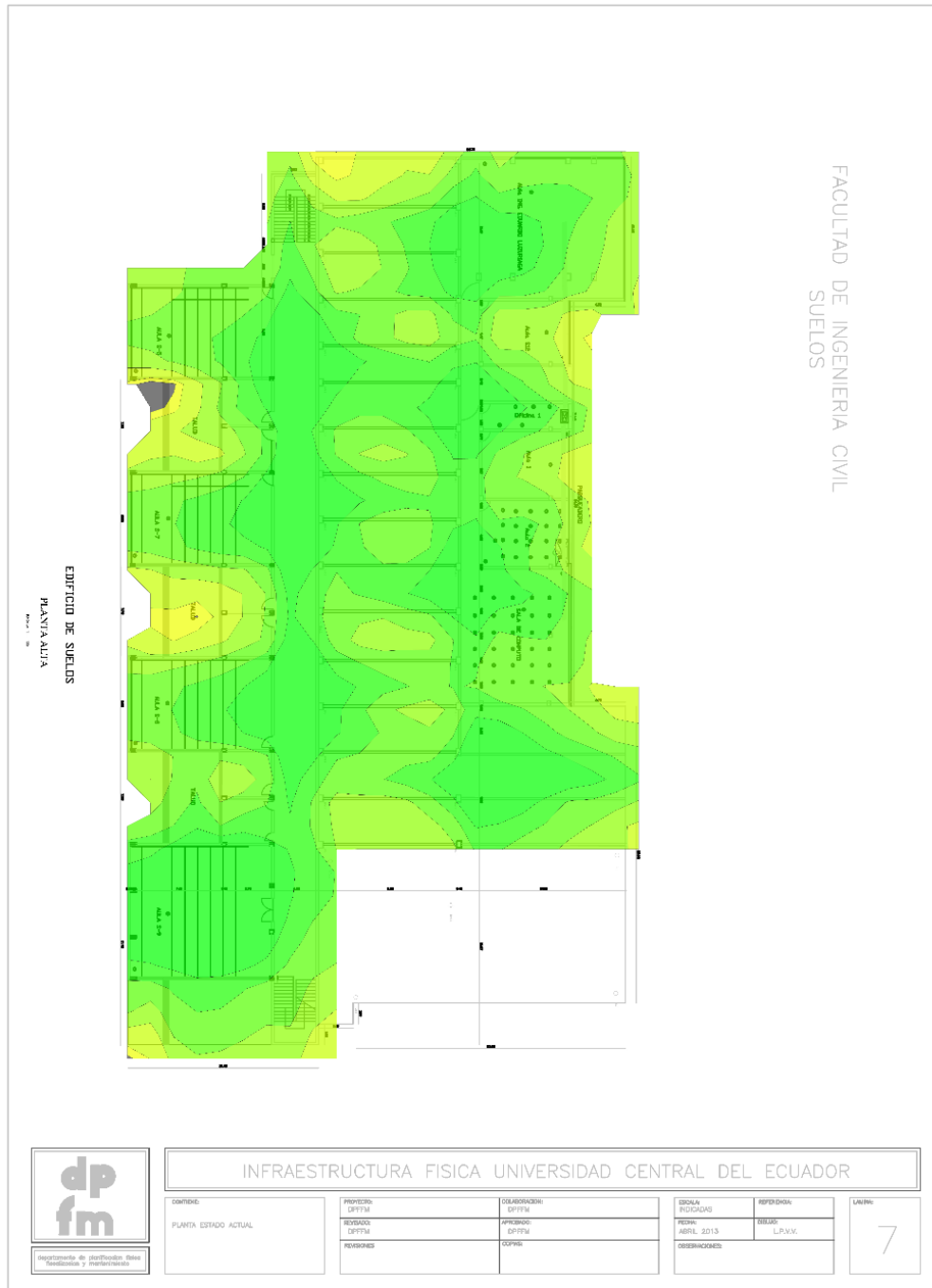
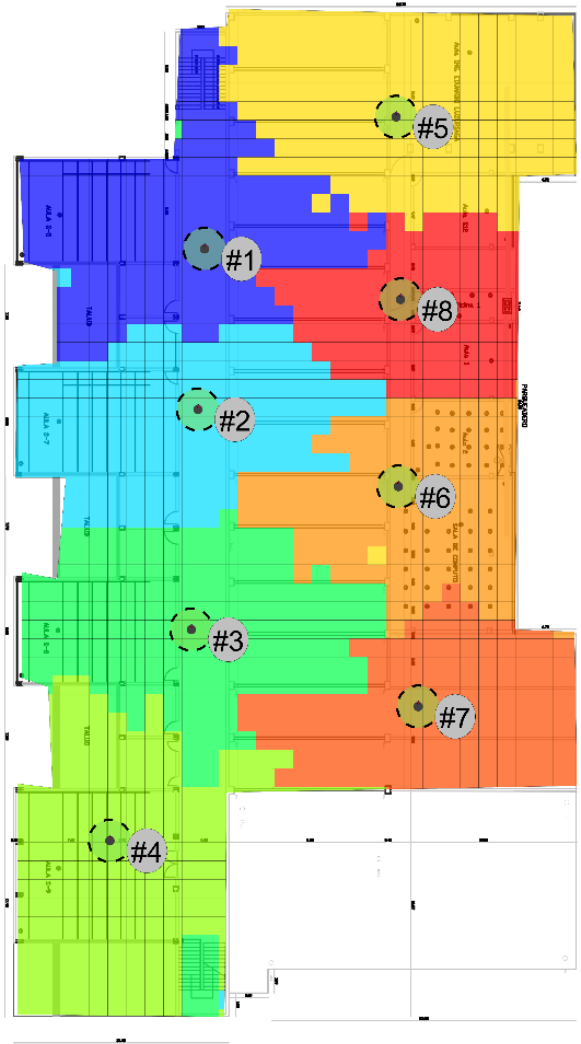


Ilustración 23 Intensidad de la señal de Access Points para Edif. Suelos Piso 2



EDIFICIO DE SUELOS
PLANTA ALTA



INFRAESTRUCTURA FISICA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

CONTENIDO: PLANTA ESTADO ACTUAL	PROYECTO: DPTFM	COLABORACION: DPTFM	ESCALA: INDICADAS	REFERENCIA: SUELOS LP.V.V.	LÁMINA: 7
	REVISADO: DPTFM	APROBADO: DPTFM	FECHA: ABRIL 2013	DESEÑADOR: LP.V.V.	
	REVISIONES	COPES	COORDINADOR:		

Ilustración 24 Conectividad por Access Point, Edif. Suelos Piso 2

Tabla 23 Conectividad por Access Point, Edif. Suelos Piso 2









AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (20)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (22)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (21)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (23)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (25)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
6	Cisco AP1702I (28)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
7	Cisco AP1702I (26)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
8	Cisco AP1702I (29)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 24: Cobertura de Puntos de Acceso Piso2 de Suelos

Edificio Suelos Piso 2	AP #
Aula S5	4
Aula S6	3
Aula S7	2
Aula S8	1
Hall	1,2,3 y 4
Of. Lab Com Civ2	8
Aula 1	8
Aula 2	6
Sala Comp	6
Aula S12	5 y 8
Aula Ing Luzuriaga	5

Edificio de Aulas

A continuación en las tres figuras siguientes se observa la ubicación recomendada para los puntos de acceso del Primer Piso de este Edificio como también un gráfico de cobertura y de conectividad respectivamente.

PLANTA BAJA

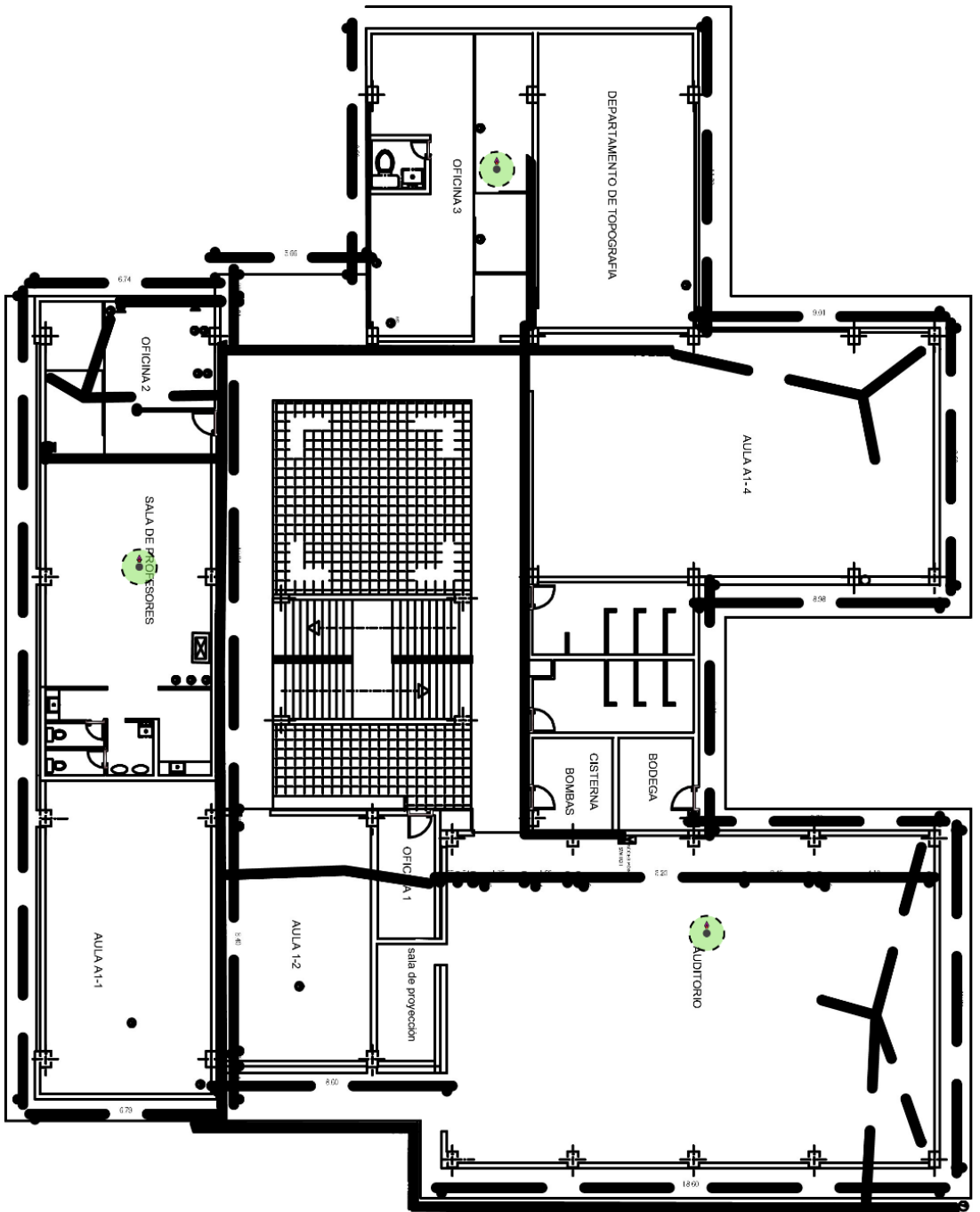


Ilustración 25 Ubicación de Access Points Edif. Aulas Piso 1

PLANTA BAJA

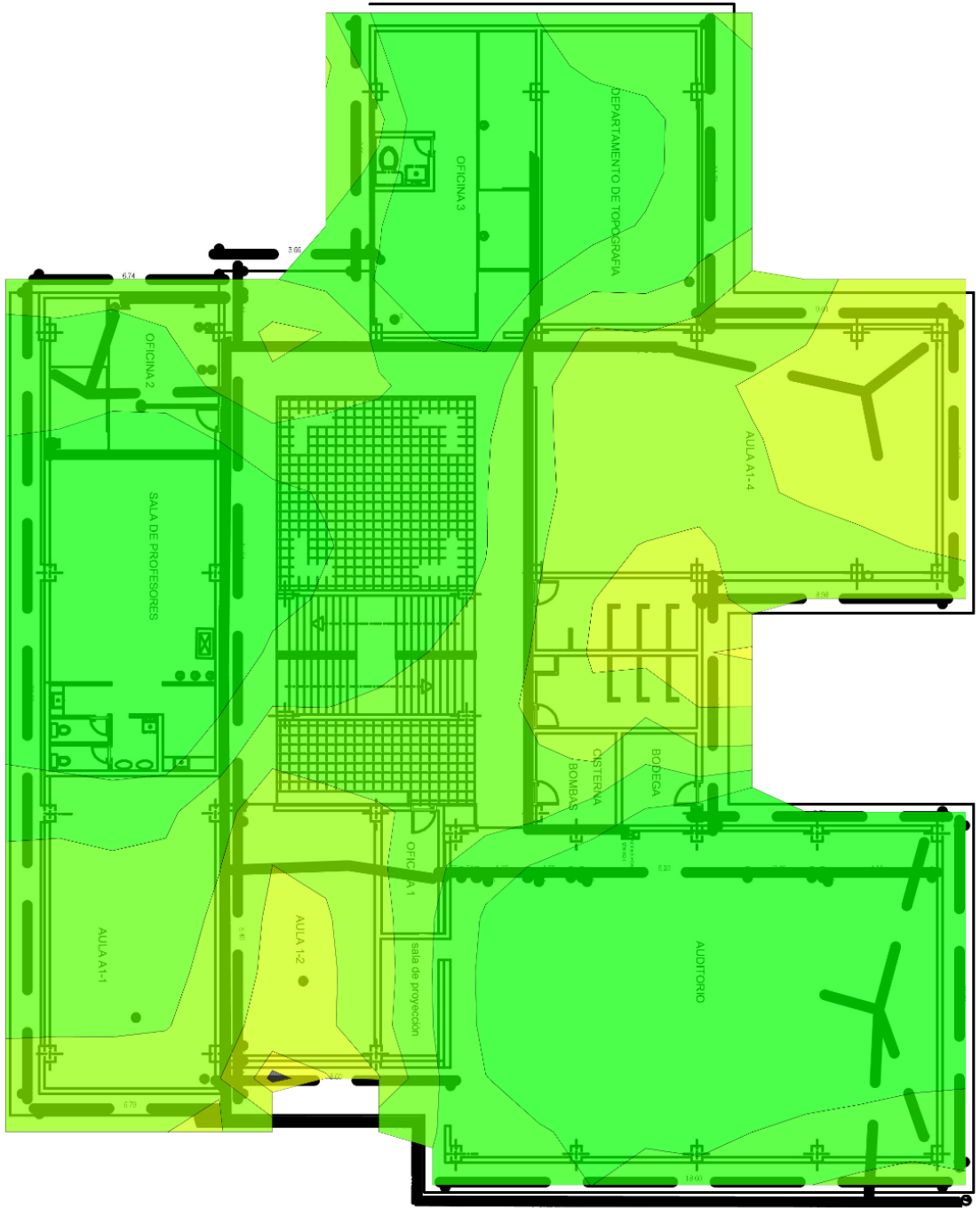
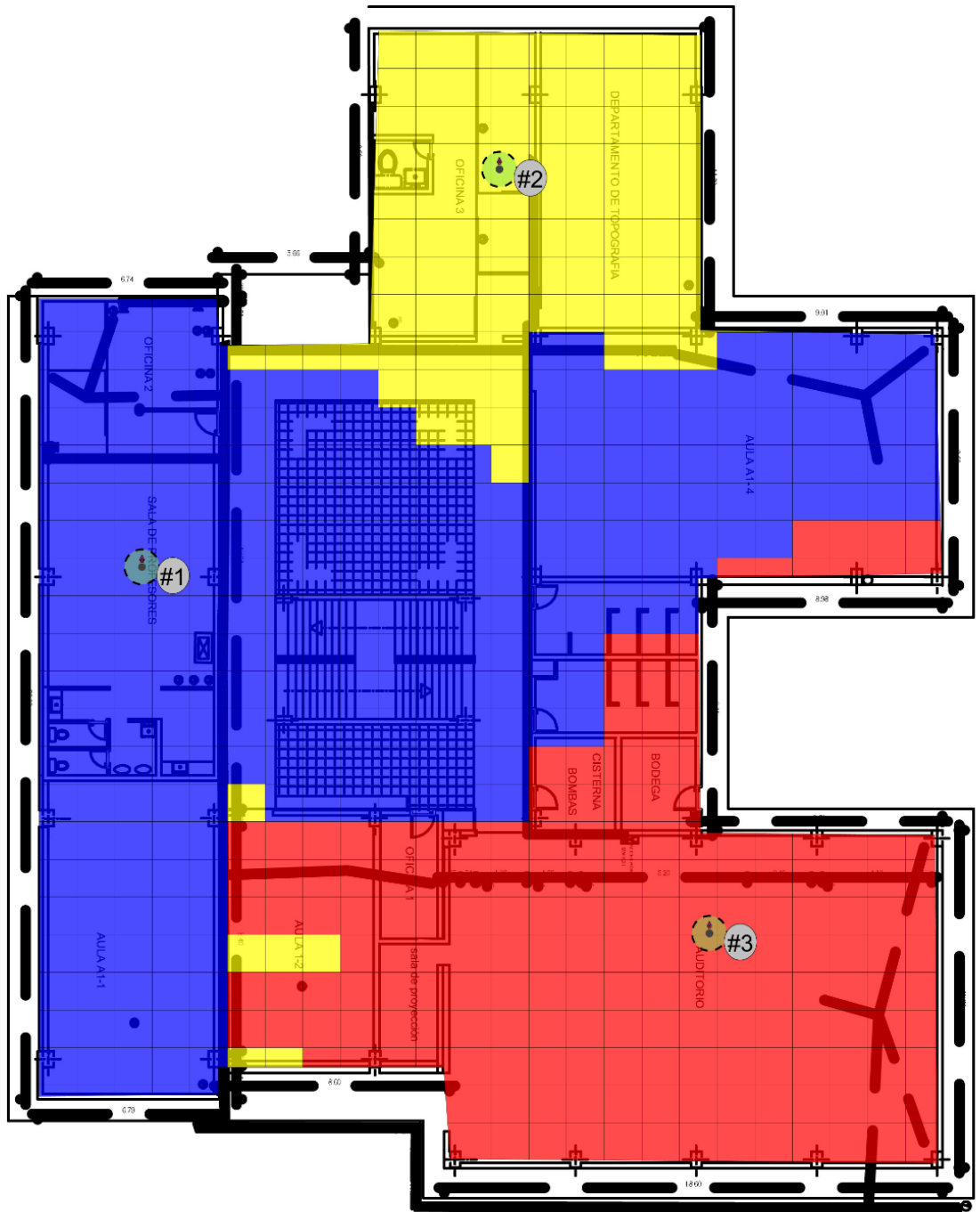


Ilustración 26 Intensidad de la señal de Access Points para Edif.Aulas Piso1



PLANTA BAJA

Ilustración 27 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 1

Tabla 25 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 1




AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (2)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (1)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (3)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 26: Cobertura de Puntos de Acceso Piso 1 de Aulas

Edificio de Aulas Piso 1	AP #
Sala Profes	1
Aula A1-1	1
Aula A1-2	3
Aula A1-4	1
Auditorio Antonio Salgado	3
Hall	1
Dpto Topografía	2

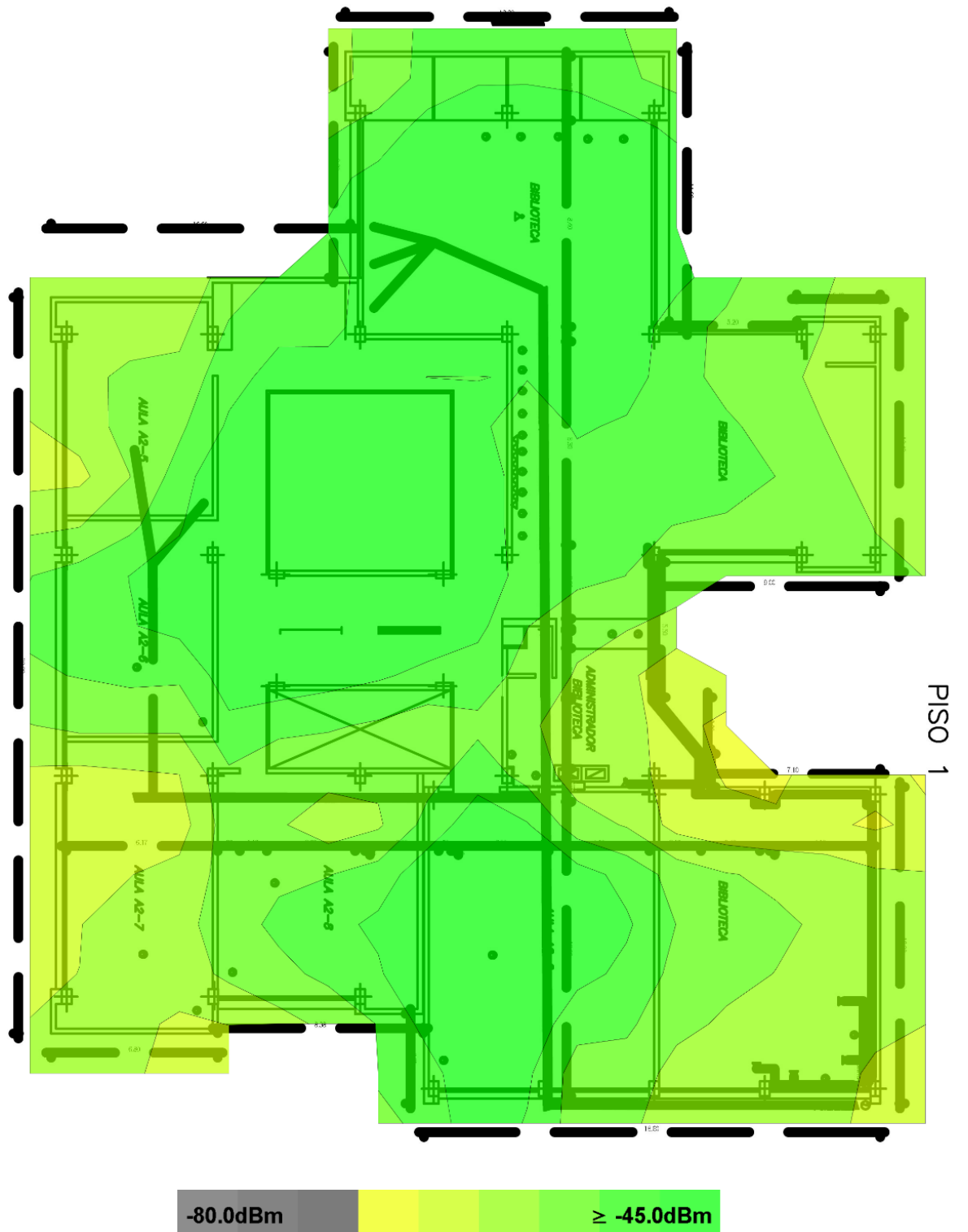


Ilustración 29 Intensidad de la señal de Access Points para Edif.Aulas Piso2

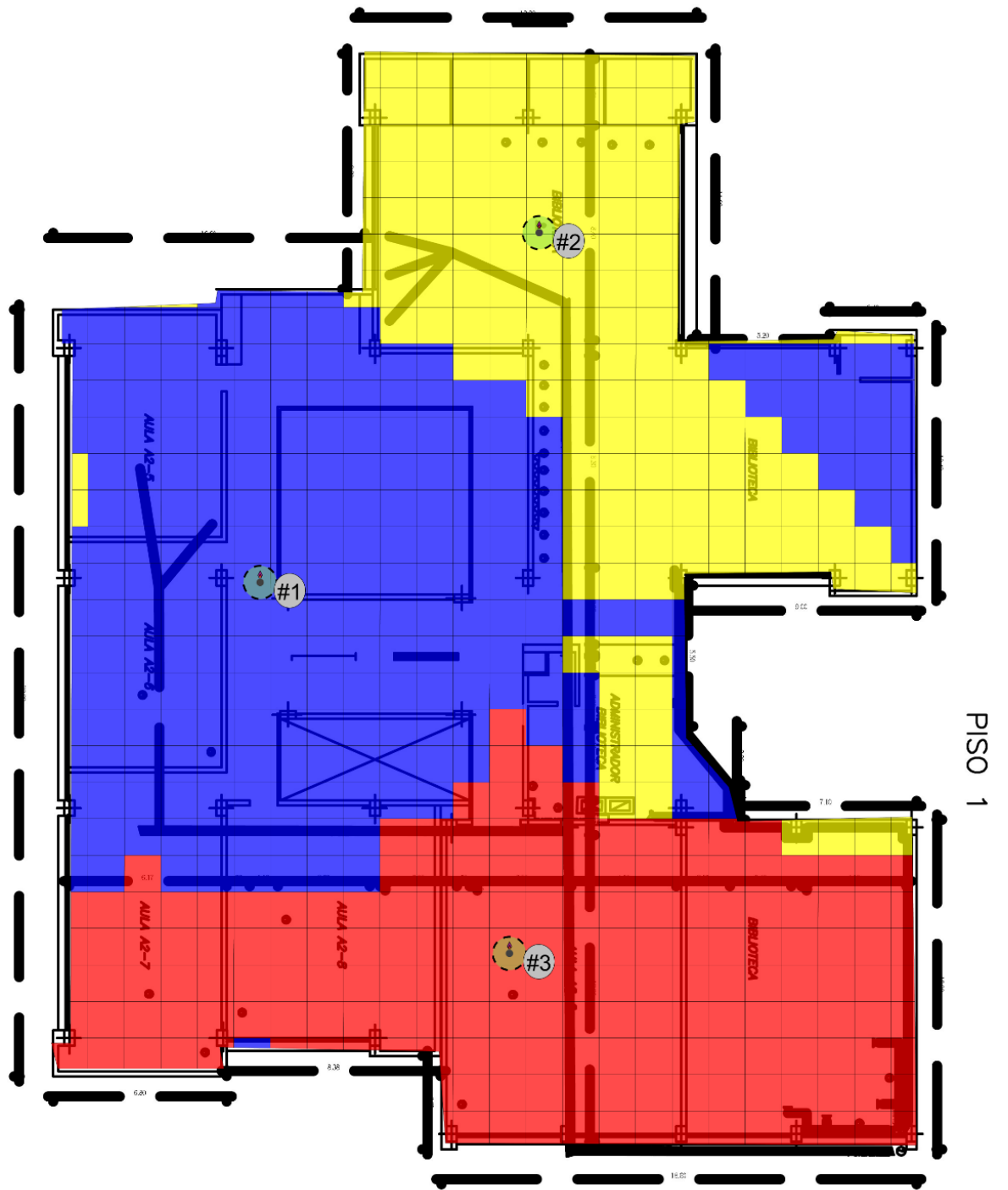


Ilustración 30 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 2

Tabla 27 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 2




AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (5)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (4)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (6)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 28: Cobertura de Puntos de Acceso Piso2 de Aulas

Edificio Aulas Piso 2	AP #
Aula A2-5	1
Aula A2-6	1
Aula A2-7	2
Aula A2-8	2
Aula A2-9	2
Biblioteca	3 y 2
Hall	1
Balcón y gradas	1

Piso 3 del Edificio de Aulas

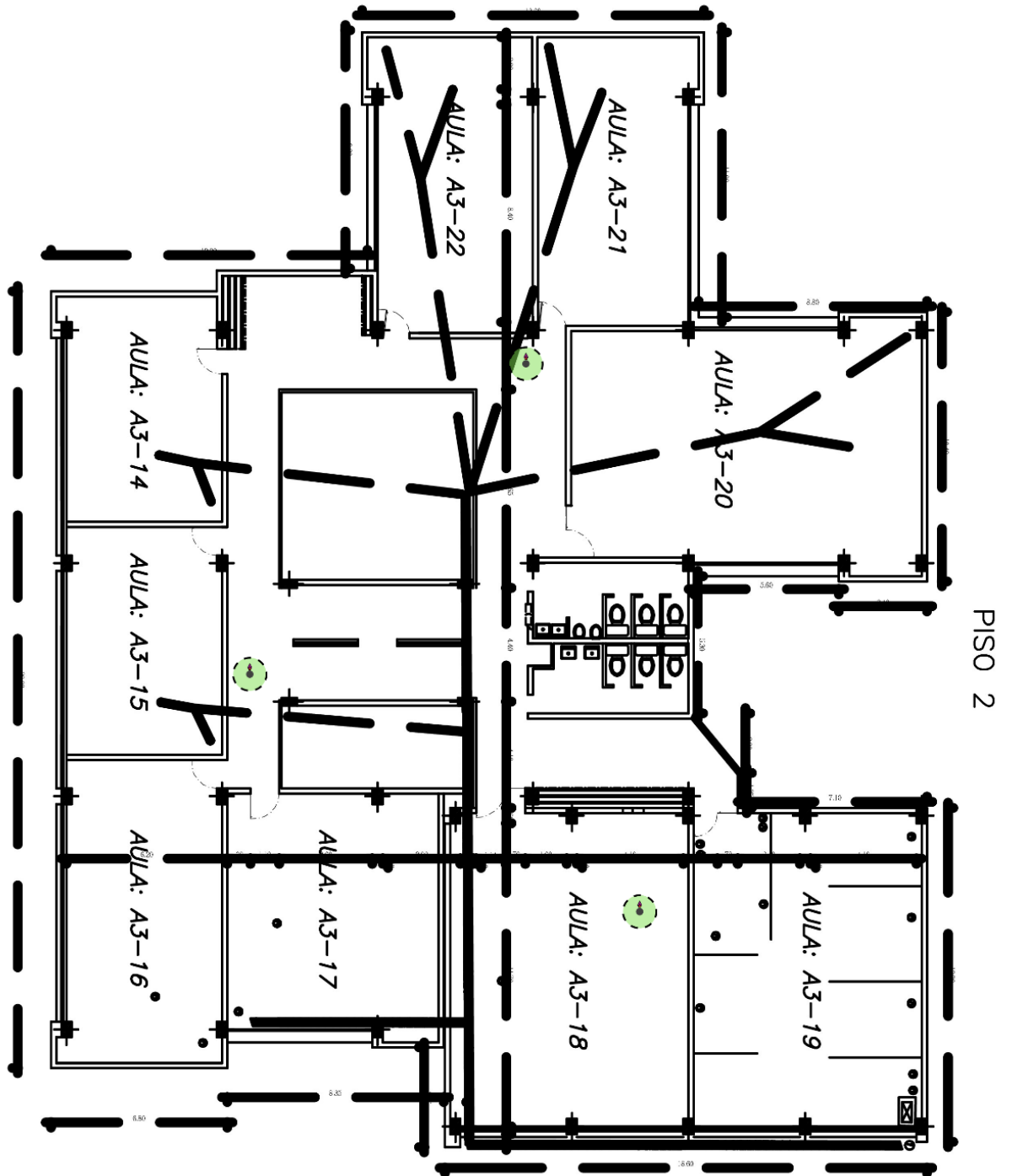


Ilustración 31 Ubicación de Access Points Edif. Aulas Piso 3

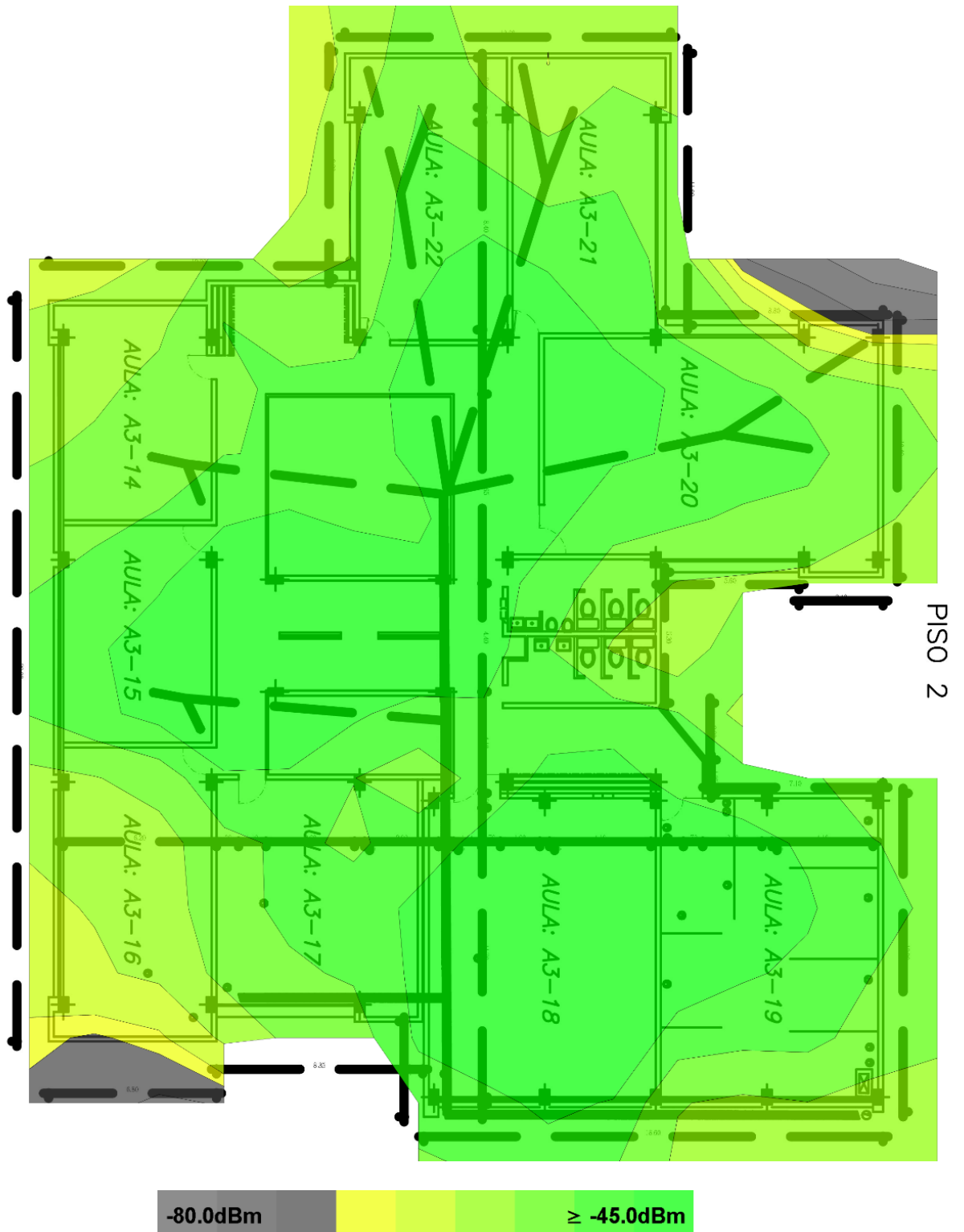


Ilustración 32 Intensidad de la señal de Access Points para Edif.Aulas Piso3

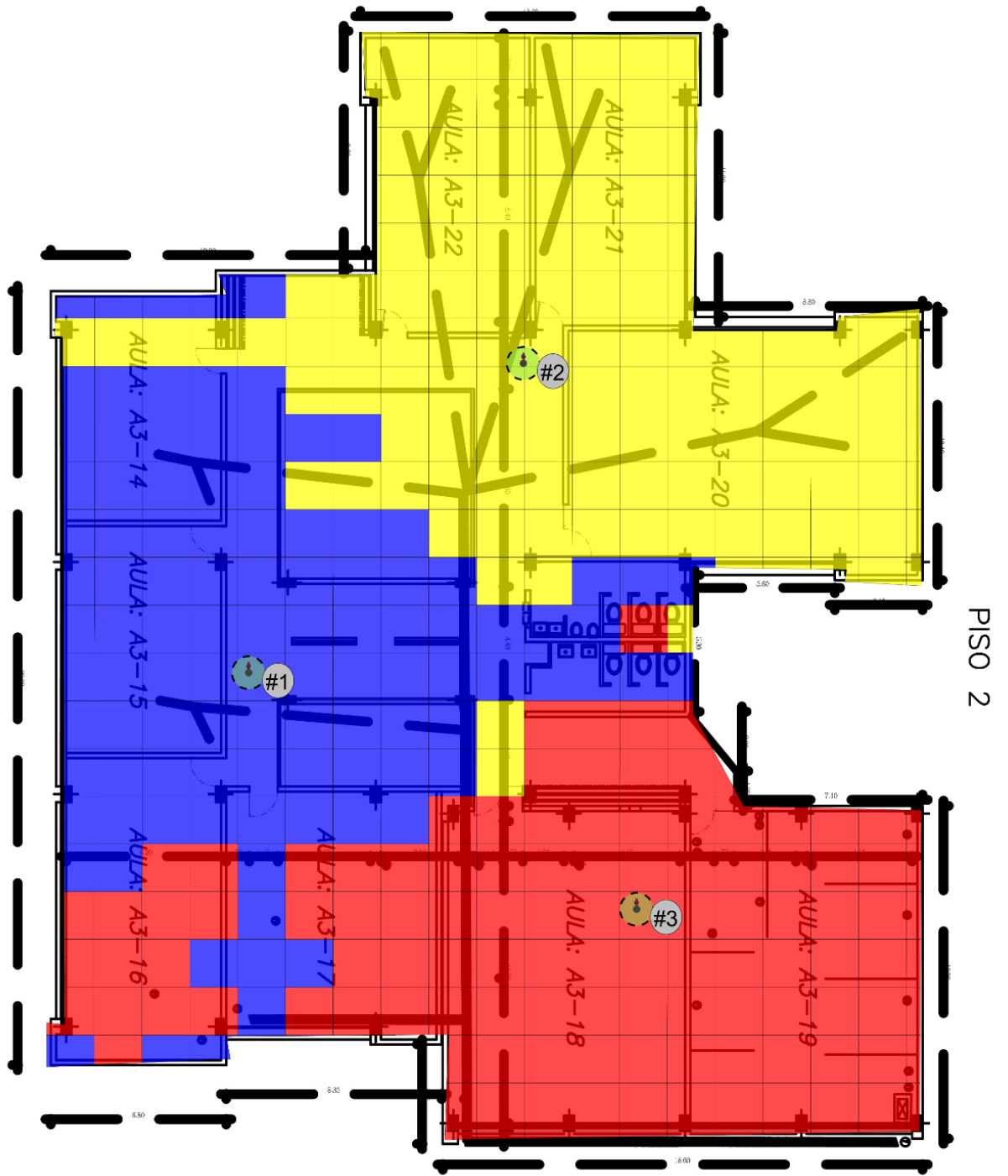


Ilustración 33 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 3

Tabla 29 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 3




AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (8)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (7)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (9)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 30: Cobertura de Puntos de Acceso Piso3 de Aulas

Edificio Aulas Piso 3	AP #
Aula A3-15	1
Aula A3-16	3
Aula A3-17	3
Aula A3-22	2
Lab Prototipos	2
Cubic Doc1	2
Cubic Doc2	2
Cubic Doc3	2
Cubic Doc4	2
Cubic Doc5	2
Cubic Doc6	2
Cubic Doc7	2
Cubic Doc8	2
Direcc Inform	3
Direcc Comp G	3
Direcc Mat	3
Direcc Dis Ind	3

Secre Direcc	3
Sala reuniones	3
Cafeteria	3
Cubic Doc9	2
Cubic Doc10	2
Cubic Doc11	2
Cubic Doc12	2
Cubic Doc13	2
Cubic Doc14	2
Cubic Doc15	2
Cubic Doc16	2

Último Piso del Edificio de Aulas

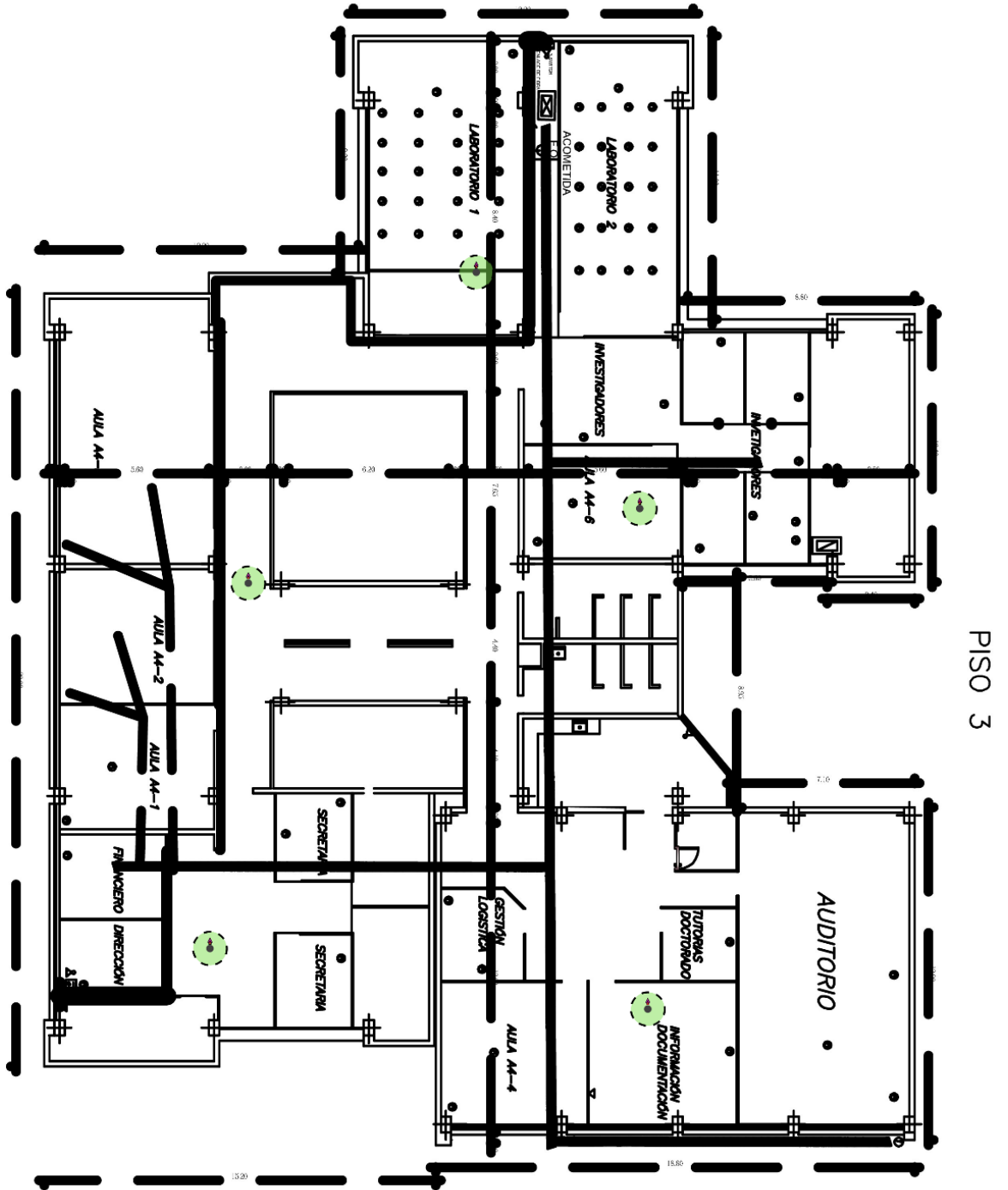


Ilustración 34 Ubicación de Access Points Edif. Aulas Piso 4



PISO 3

Ilustración 35 Intensidad de la señal de Access Points para Edif.Aulas Piso4

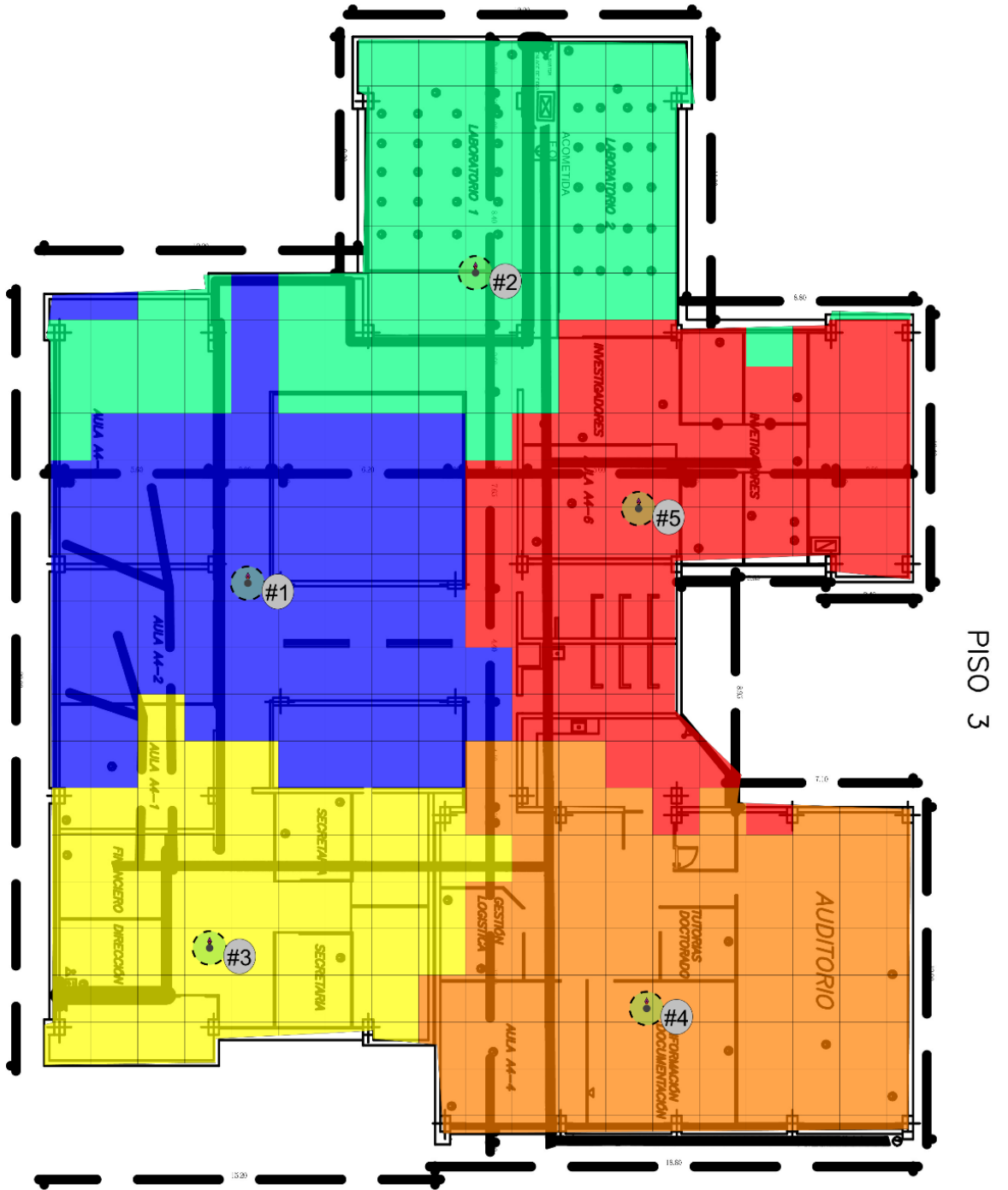


Ilustración 36 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 4

Tabla 31 Conectividad por Access Point, Edif. Aulas Piso 4






AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (11)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (10)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (14)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (13)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
5	Cisco AP1702I (12)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 32: Cobertura de Puntos de Acceso Piso4 de Aulas

Edificio Aulas Piso 4	AP #
Aula A4-1	3
Aula A4-2	1
Aula A4-3	2
Direc Posgrado	3
Asist Financier	3
Sala Posgrado	2
Gestion Logist	4
Tutor Doctoral	4

Inf-Documents	4
Auditorio Dr. Saenz	4
Cafeteria	4 y 5
Investigadores	5
Aula A4-6	5
Coord CEAACES	5
Lab Com Posg1	2
Lab Com Posg2	2

Edificio de Hidráulica

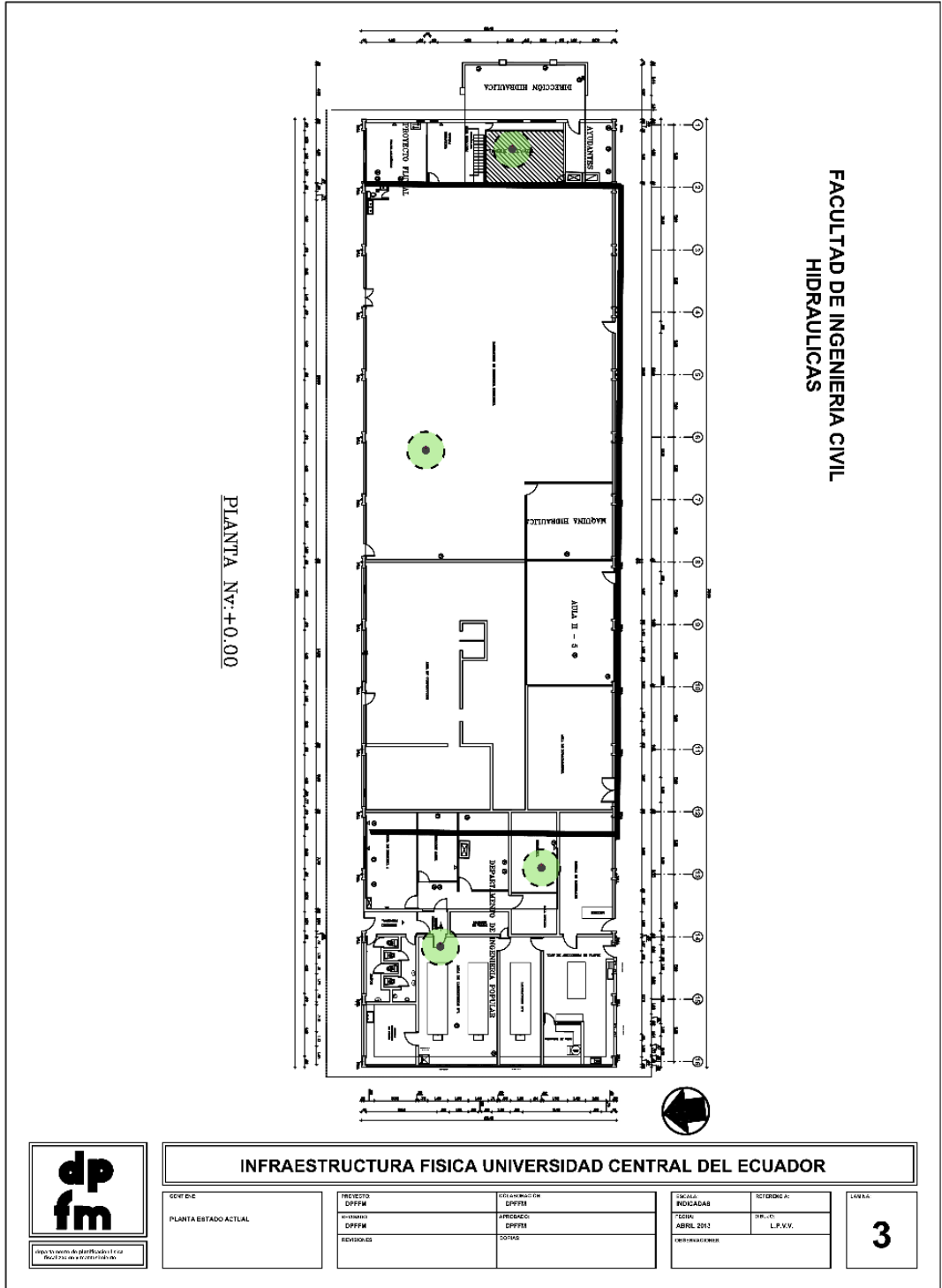
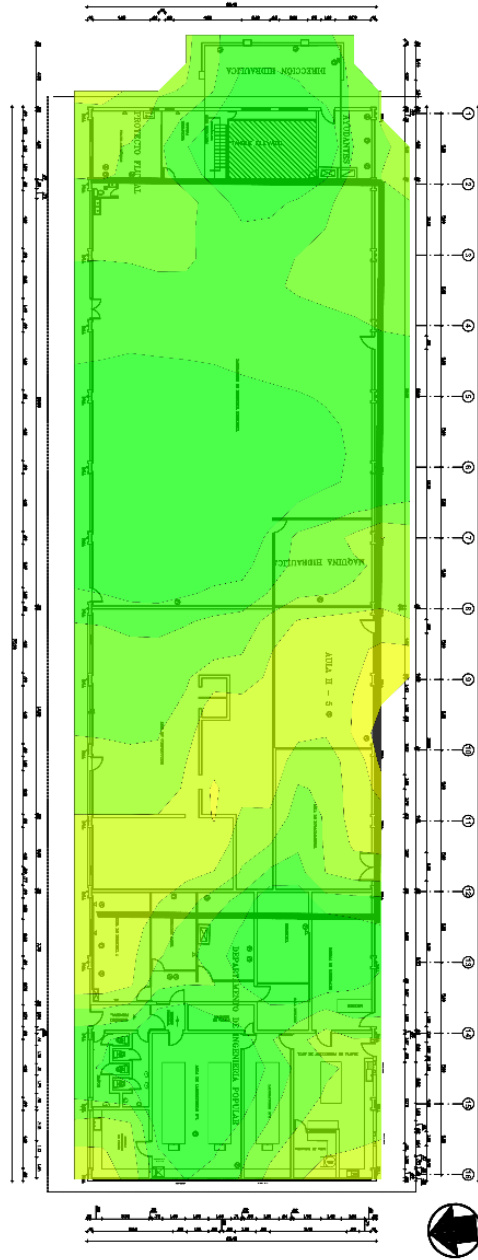


Ilustración 37 Ubicación de Access Points Edif. Hidráulica

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
HIDRAULICAS

PLANTA NIV. +0.00



INFRAESTRUCTURA FISICA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR			
CONDICION	PROYECTO	DESIGNACION	ESCALA
PLANTA ESTADO ACTUAL	DPPFM	DPPFM	INDICADAS
	REVISIONES	PROYECTO	FECHA
		CONFE	ABRIL 2012
			L.P.V.V.
			COORDINADOR
			3



Ilustración 38 Intensidad de la señal de Access Points para Edif.Hidráulica

Tabla 33 Conectividad por Access Point, Edif. Hidráulica





AP #	Access Point			
1	Cisco AP1702I (2)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
2	Cisco AP1702I (1)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
3	Cisco AP1702I (3)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz
4	Cisco AP1702I (4)			
	 802.11n	1	25 mW	Cisco AP1702I 2.4GHz
	802.11ac	36	25 mW	Cisco AP1702I 5GHz

Tabla 34: Cobertura de Puntos de Acceso Edif. Aulas

Edif Hidraulica	AP#
Proy Fluvial	2
hall	2
bodega	2
ayudantes	2
Direcc Hidraulica	2
Lab Hidraulica	1
Maquinaria	1
Aula H5	3
Aula Fotogrametria	3

CETIF	1
Bodega Materiales	4
Planta Producc Agua	4
Biblioteca	3
Sala Estudio	3
Bodega de reactivos	4
Direcc Sanitaria	3
Ofic Pers 1	3
Lab N1	4
Lab N2	4
Bodega Mat Vidrio	4

5.3.1 Topología de la Red de la Facultad

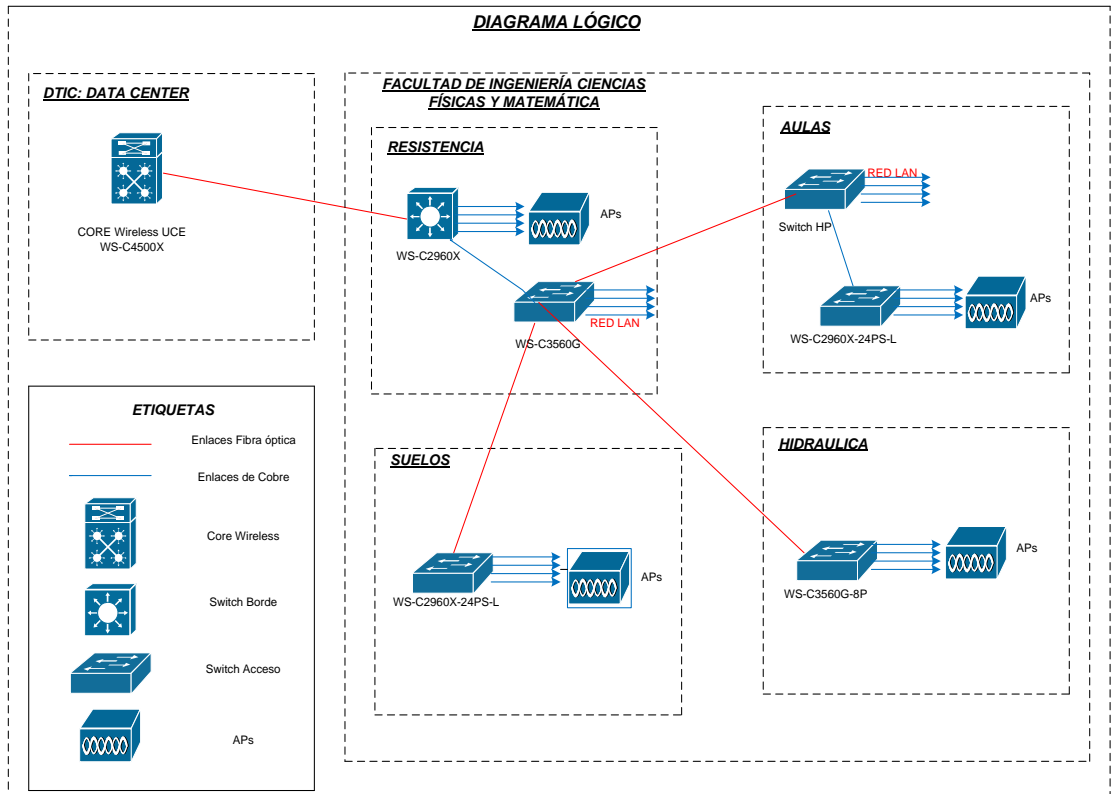


Ilustración 40 Propuesta de Topología Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática, Fuente: El Autor

Mediante esta propuesta el Switch principal de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática se conectará al Switch Core de la Dirección de Tecnologías de la Universidad mediante un enlace de fibra óptica a 10 Gbps.

En la ilustración 40 se puede visualizar el esquema de la propuesta donde los puntos de acceso que estarán ubicados en los sitios recomendados en los diferentes pisos de cada edificio se conectarán a Switches independientes a 1 Gbps que forman parte de la infraestructura.

5.3.2 Equipamiento activo sugerido

5.3.2.1 Equipamiento sugerido a ser ubicado en la Dirección de Tecnologías

Inicialmente en vista del interés puesto por parte de las Autoridades de la Universidad en el tema de mejorar la conectividad y reestructurar con equipamiento activo a su Dirección de Tecnologías se sugiere que para esta dependencia deberían emplear los siguientes equipos.

- Para Switch Core:

Tabla 35 Características para Switch Core sugerido, Fuente: Cisco WS-C4500X-24X-ES

General	
Características	Conmutación Layer 2, soporte VLAN, soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), flujo de aire de delante a atrás, ventiladores intercambiables en caliente redundantes
Procesador	: 1.5 GHz
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ae, IEEE 802.1s
Tipo de dispositivo	Conmutador - 24 puertos - Gestionado
Tipo incluido	Montaje en rack
Protocolo de gestión remota	RMON 1, RMON 2
Memoria RAM	4 GB - DDR2 SDRAM
Memoria Flash	2 GB (máx.)
Subtipo	10 Gigabit Ethernet
Admite carcasa Jumbo	9216 bytes
Puertos	24 x 10 Gigabit SFP+
Expansión / Conectividad	
Interfaces	40 x 10Gb Ethernet - SFP/SFP+
	1 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 - gestión
	1 x USB - Type A
	1 x consola - RJ-45
Ranuras de expansión	1 (total) / 1 (libre) x Tarjeta de memoria SD

	1 (total) / 1 (libre) x Ranura de expansión
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía limitada de por vida
Detalles de Servicio y Mantenimiento	Garantía limitada - sustitución de piezas con antelación - de por vida - tiempo de respuesta: 10 días
Diverso	
Cumplimiento de normas	CISPR 22 clase A, BSMI CNS 13438 Class A, CISPR 24, EN 61000-3-2, equipo de TI de clase A según el VCCI, EN 61000-3-3, EN55024, EN55022 clase A, AS/NZS 60950-1, ICES-003 clase A, RoHS, FCC CFR47 Part 15, EN300-386, UL 60950-1, AS/NZS, CSA C22.2 No. 60950-1 Second Edition, EN 60950-1 Second Edition, IEC 60950-1 Second Edition
MTBF (tiempo medio entre errores)	209,330 horas
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica - conexión en caliente
Consumo eléctrico en funcionamiento	330 vatios
Cantidad instalada	0 (instalados) / 2 (máx.)
Redundancia de alimentación	Sí
Software / Requisitos del sistema	
Software incluido	Cisco IOS Enterprise Services
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	40 °C
Temperatura mínima de almacenamiento	-40 °C
Temperatura máxima de almacenamiento	70 °C

- La administración de los Puntos de Acceso se llevará a cabo desde la Dirección de Tecnologías así que las especificaciones técnicas para la Controladora Wireless sugerida son:

Tabla 36, Características para Controladora Wireless sugerida, Fuente: Cisco AIR-CT8510-K9

General	
Tipo de dispositivo	Dispositivo de gestión de la red
Altura (unidades de bastidor)	1U
Anchura	44 cm
Profundidad	71.1 cm
Altura	4.3 cm
Peso	15.9 kg
Conexión de redes	
Factor de forma	Montable en bastidor
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	10 Gigabit Ethernet
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, HTTPS, SSH
Características	Alta disponibilidad, Wireless Intrusion Detection System (WIDS)
Algoritmo de cifrado	DES, Triple DES, MD5, AES, WEP de 128 bits, WEP de 40 bits, IKE, SSL, TLS, SHA-1, WEP de 104 bits, WPA, WPA2, PKI, DTLS
Método de autenticación	RADIUS, certificados X.509
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.1Q, IEEE 802.11i, IEEE 802.1AX
Expansión / Conectividad	
Interfaces	2 x red
	1 x administración
	4 x USB - Type A
	1 x 1000Base-T (administración) - RJ-45
	2 x vídeo
Diverso	
Cumplimiento de normas	VCCI, EN 60950, EN55022, ICES-003, EN55024, UL 60950-1, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación eléctrica
Cantidad instalada	2
Cantidad máxima soportada	2
Voltaje necesario	CA 120/230 V
Garantía del fabricante	
Servicio y mantenimiento	Garantía de 90 días
Detalles de Servicio y Mantenimiento	Garantía limitada - 90 días
	Garantía limitada - repuesto - 10 días
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	10 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	35 °C

Ámbito de humedad de funcionamiento	20 - 80%
-------------------------------------	----------

5.3.2.2 Equipamiento sugerido a ser ubicado en la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática

Las especificaciones técnicas para el Switch tipo 1 sugerido serían:

Tabla 37 Características para Switch tipo 1 sugerido, Fuente: Cisco series WS-C2960X

Tipo Incluido	Montaje en bastidor - 1U	
Puertos	24 x 10/100/1000 + 2 x 10G SFP+	
Interfaz de gestión de red	10/100 Mbps Ethernet (RJ-45)	
PoE Power	PoE +	
Ancho de banda de reenvío (Gbps)	108Gbps	
Número máximo de apilamiento	8	
Ancho de banda de la pila	80G	
Rendimiento de reenvío	95.2Mpps	
Ancho de banda de conmutación	216Gbps	
Máximo de VLAN activas	1023	
MAC Address Table Size	16K (default)	
CPU	APM86392 600MHz dual core	
RAM	512 MB	
Flash Memory	128 MB	
Indicadores de estado	Per-port status: Link integrity, disabled, activity, speed, and full duplex System status: System, RPS, Stack link status, link duplex, PoE, and link speed	
Expansión / Conectividad		
Puertos de consola	USB (Type-B), Ethernet (RJ-45)	
Cable apilador	Opcional	
Redundancia de energía	Opción (PWR-RPS2300)	

Rango de voltaje (Auto)	110V-240V	
Consumo de energía en funcionamiento	0.49KVA	
Varios		
Ancho	17.5 Inches (44.5 Cm)	
Largo	14.5 Inches (36.8 Cm)	
Alto	1.75 Inches (4.5 Cm)	
Peso	12.7 Pounds (5.7 Kg)	
Rack Mounting Kit	optional	
MTBF in hours	325,780	
Cumplimiento de normas	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol ● IEEE 802.1p CoS Prioritization ● IEEE 802.1Q VLAN ● IEEE 802.1s ● IEEE 802.1w ● IEEE 802.1X ● IEEE 802.1ab (LLDP) ● IEEE 802.3ad ● IEEE 802.3af and IEEE 802.3at ● IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) ● IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports 	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE 802.3 10BASE-T ● IEEE 802.3u 100BASE-TX ● IEEE 802.3ab 1000BASE-T ● IEEE 802.3z 1000BASE-X ● RMON I and II standards ● SNMP v1, v2c, and v3 ● IEEE 802.3az ● IEEE 802.3ae 10Gigabit Ethernet ● IEEE 802.1ax ● IEEE 802.3af and IEEE 802.3at
Características	<ul style="list-style-type: none"> ● RPS Support ● Jumbo Frames ● VLANs ● Voice Vlan ● VTPv2 ● CDPv2 ● LLDP ● 802.3ad LACP ● PVST/PVST+ ● 802.1W/802.1S ● Port Fast/Uplink Fast ● port CoS Trust and Override ● Trusted Boundary ● ACL Classification ● ingress Policing ● Auto QoS ● 802.1p queues ● Scheduling ● Priority Queuing ● Configure CoS Priority Queues ● Configure CoS Priority Queues ● Configure Queue Weights ● Configure Buffers and Thresholds ● Class & Policy Maps ● Modify CoS and DSCP Mapping ● Weighted Tail Drop ● DSCP transparency 	
Seguridad de la red	<ul style="list-style-type: none"> ● SSH, SSL and SCP ● RADIUS and TACACS+ ● SNMPv3 crypto ● 802.1x ● 802.1x Accounting / MIB ● 802.1x w/ port security ● 802.1x w/Voice VLAN ● 802.1x Guest VLAN ● 802.1x VLAN assignment ● 802.1x Auth-Fail VLAN ● 802.1x AAA Fail Open ● 802.1x WOL ● 802.1x MAC-Auth Bypass ● 802.1x Web-Auth ● 802.1x Multi-Domain Auth ● IPv6 First-Hop Security ● Layer 2-4 ACLs (Port, Time, and DSCP-based) ● DHCP Snooping ● DHCP Option 82 ● DHCP Server ● IPv6 Host ● IPv6 MLD Snooping ● MVR 	

	BPDU/Root Guard • Port Security • Private VALN Edge • Storm Control • Block unknown unicast and multicast • IGMP Snooping • IGMP Filter/Throttle	
--	--	--

Tabla 38 Características sugeridas para Switch tipo 2, Fuente: Cisco series WS-C2960X

Tipo Incluido	Montaje en bastidor - 1U	
Puertos	24 x 10/100/1000 + 4 x 1G SFP	
Interfaz de gestión de red	10/100 Mbps Ethernet (RJ-45)	
PoE Power	PoE +	
Ancho de banda de reenvío (Gbps)	108Gbps	
Número máximo de apilamiento	8	
Ancho de banda de la pila	80G	
Rendimiento de reenvío	95.2Mpps	
Ancho de banda de conmutación	216Gbps	
Máximo de VLAN activas	1023	
MAC Address Table Size	16K (default)	
CPU	APM86392 600MHz dual core	
RAM	512 MB	
Flash Memory	128 MB	
Indicadores de estado	Per-port status: Link integrity, disabled, activity, speed, and full duplex System status: System, RPS, Stack link status, link duplex, PoE, and link speed	
Expansión / Conectividad		
Puertos de consola	USB (Type-B), Ethernet (RJ-45)	
Cable apilador	Opcional	
Redundancia de energía	Opción (PWR-RPS2300)	
Rango de voltaje (Auto)	110V-240V	
Consumo de energía en funcionamiento	0.49KVA	
Varios		

Ancho	17.5 Inches (44.5 Cm)	
Largo	14.5 Inches (36.8 Cm)	
Alto	1.75 Inches (4.5 Cm)	
Peso	12.7 Pounds (5.7 Kg)	
Rack Mounting Kit	Optional	
MTBF in hours	325,780	
Cumplimiento de normas	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol ● IEEE 802.1p CoS Prioritization ● IEEE 802.1Q VLAN ● IEEE 802.1s ● IEEE 802.1w ● IEEE 802.1X ● IEEE 802.1ab (LLDP) ● IEEE 802.3ad ● IEEE 802.3af and IEEE 802.3at ● IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) ● IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports 	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE 802.3 10BASE-T ● IEEE 802.3u 100BASE-TX ● IEEE 802.3ab 1000BASE-T ● IEEE 802.3z 1000BASE-X ● RMON I and II standards ● SNMP v1, v2c, and v3 ● IEEE 802.3az ● IEEE 802.3ae 10Gigabit Ethernet ● IEEE 802.1ax ● IEEE 802.3af and IEEE 802.3at
Características	<ul style="list-style-type: none"> ● RPS Support ● Jumbo Frames ● VLANS ● Voice Vlan ● VTPv2 ● CDPv2 ● LLDP ● 802.3ad LACP ● PVST/PVST+ ● 802.1W/802.1S ● Port Fast/Uplink Fast ● port CoS Trust and Override ● Trusted Boundary ● ACL Classification ● ingress Policing ● Auto QoS ● 802.1p queues ● Scheduling ● Priority Queuing ● Configure CoS Priority Queues ● Configure CoS Priority Queues ● Configure Queue Weights ● Configure Buffers and Thresholds ● Class & Policy Maps ● Modify CoS and DSCP Mapping ● Weighted Tail Drop ● DSCP transparency 	
Seguridad de la red	<ul style="list-style-type: none"> ● SSH, SSL and SCP ● RADIUS and TACACS+ ● SNMPv3 crypto ● 802.1x ● 802.1x Accounting / MIB ● 802.1x w/ port security ● 802.1x w/Voice VLAN ● 802.1x Guest VLAN ● 802.1x VLAN assignment ● 802.1x Auth-Fail VLAN ● 802.1x AAA Fail Open ● 802.1x WOL ● 802.1x MAC-Auth Bypass ● 802.1x Web-Auth ● 802.1x Multi-Domain Auth ● IPv6 First-Hop Security ● Layer 2-4 ACLs (Port, Time, and DSCP-based) ● DHCP Snooping ● DHCP Option 82 ● DHCP Server ● IPv6 Host ● IPv6 MLD Snooping ● MVR ● BPDU/Root Guard ● Port Security ● Private VALN Edge ● Storm Control ● Block unknown unicast and multicast ● IGMP Snooping ● IGMP Filter/Throttle 	

Tabla 39 Características para Switch tipo 3 sugerido, Fuente: Cisco series WS-C2960X

Tipo Incluido	Montaje en bastidor - 1U	
Puertos	8 x 10/100/1000 + 2 x 1G SFP	
Interfaz de gestión de red	10/100 Mbps Ethernet (RJ-45)	
PoE Power	PoE +	
Ancho de banda de reenvío (Gbps)	108Gbps	
Número máximo de apilamiento	8	
Ancho de banda de la pila	80G	
Rendimiento de reenvío	95.2Mpps	
Ancho de banda de conmutación	216Gbps	
Máximo de VLAN activas	1023	
MAC Address Table Size	16K (default)	
CPU	APM86392 600MHz dual core	
RAM	512 MB	
Flash Memory	128 MB	
Indicadores de estado	Per-port status: Link integrity, disabled, activity, speed, and full duplex System status: System, RPS, Stack link status, link duplex, PoE, and link speed	
Expansión / Conectividad		
Puertos de consola	USB (Type-B), Ethernet (RJ-45)	
Cable apilador	Opcional	
Redundancia de energía	Opción (PWR-RPS2300)	
Rango de voltaje (Auto)	110V-240V	
Consumo de energía en funcionamiento	0.49KVA	
Varios		
Ancho	26.9 cm	
Largo	21.3 cm	
Alto	4.4 cm	
Peso	1.35 kg	
Rack Mounting Kit	Optional	

MTBF in hours	325,780	
Cumplimiento de normas	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol ● IEEE 802.1p CoS Prioritization ● IEEE 802.1Q VLAN ● IEEE 802.1s ● IEEE 802.1w ● IEEE 802.1X ● IEEE 802.1ab (LLDP) ● IEEE 802.3ad ● IEEE 802.3af and IEEE 802.3at ● IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) ● IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports 	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE 802.3 10BASE-T ● IEEE 802.3u 100BASE-TX ● IEEE 802.3ab ● IEEE 802.3z 1000BASE-T ● IEEE 802.3z 1000BASE-X ● RMON I and II standards ● SNMP v1, v2c, and v3 ● IEEE 802.3az ● IEEE 802.3ae 10Gigabit Ethernet ● IEEE 802.1ax ● IEEE 802.3af and IEEE 802.3at
Características	<ul style="list-style-type: none"> ●RPS Support ● Jumbo Frames ● VLANs ●Voice Vlan ●VTPv2 ●CDPv2 ●LLDP ● 802.3ad LACP ● PVST/PVST+ ● 802.1W/802.1S ●Port Fast/Uplink Fast ● port CoS Trust and Override ● Trusted Boundary ● ACL Classification ●ingress Policing ● Auto QoS ● 802.1p queues ● Scheduling ● Priority Queuing ● Configure CoS Priority Queues ●Configure CoS Priority Queues ● Configure Queue Weights ● Configure Buffers and Thresholds ●Class & Policy Maps ● Modify CoS and DSCP Mapping ● Weighted Tail Drop ● DSCP transparency 	
Seguridad de la red	<ul style="list-style-type: none"> ● SSH, SSL and SCP ● RADIUS and TACACS+ ● SNMPv3 crypto ● 802.1x ● 802.1x Accounting / MIB ● 802.1x w/ port security ● 802.1x w/Voice VLAN ● 802.1x Guest VLAN ● 802.1x VLAN assignment ●802.1x Auth-Fail VLAN ● 802.1x AAA Fail Open ●802.1x WOL ● 802.1x MAC-Auth Bypass ●802.1x Web-Auth ●802.1x Multi-Domain Auth ● IPv6 First-Hop Security ●Layer 2-4 ACLs (Port, Time, and DSCP-based) ●DHCP Snooping ●DHCP Option 82 ●DHCP Server ●IPv6 Host ●IPv6 MLD Snooping ●MVR ● BPDU/Root Guard ● Port Security ● Private VALN Edge ● Storm Control ● Block unknown unicast and multicast ● IGMP Snooping ● IGMP Filter/Throttle 	

Los Puntos de Acceso sugeridos para exteriores tanto con antenas internas como externas deberán cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 40 Características sugeridas para Puntos de Acceso Externos, Fuente: Cisco series Aironet 1530

Tipo	access point
Diseño robusto	Outdoor
Factor de forma	External

Tecnología de Conectividad	Wireless
Tasa de transferencia de datos	300 Mbps
Formato de codificación de línea	CCK
Protocolo de red / transporte	L2TP, IPSec
Banda de frecuencia	2.4 GHz, 5 GHz
Cantidad de canales seleccionables	13
método de autenticación	X.509 certificates
Algoritmo de cifrado	LEAP, AES, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
Protocolo de enlace de datos	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Cumplimiento de normas	IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, X.509, IEEE 802.11i, Wi-Fi CERTIFIED, IEEE 802.11n
Cumplimiento de normas	MIL-STD 810F, ANSI C62.41, EN 60950, ICES-003, IEC 60950, UL 60950, IEC 60529 IP67, EN 300.328, EN 301.489.1, EN 301.489.17, FCC Part 15.247, OET 65 C, RSS-210, RSS-102, EN 61000-4-4, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-5, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109, AS/NZS 4268, EN 301.893, FCC Part 15.407, ARIB STD-T66, ARIB STD-T71, CAN/CSA C22.2 No. 60950
Wireless 802.11n y capacidades relacionadas	<p>1530I: 3x3 MIMO with 3 spatial streams (2.4 GHz) and 2x3 MIMO with 2 spatial streams (5 GHz)</p> <p>1530E: 2x2 MIMO with 2 spatial streams (2.4 GHz) and 2x2 MIMO with 2 spatial streams (5 GHz)</p> <p>20-MHz (2.4 and 5 GHz) and 40-MHz (5 GHz only) channels</p> <p>PHY data rates up to 300 Mbps</p> <p>Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx)</p> <p>11 dynamic frequency selection (DFS)</p> <p>Cyclic shift diversity (CSD) support</p>
Interfaces	<p>1 x WAN port 10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45)</p> <p>1 x LAN port 10/100/1000BASE-T Ethernet, autosensing (RJ-45)</p> <p>1 x Management console port (RJ-45) with Reset button</p>
Antenas	Internal dual-band, mixed polarized omnidirectional antenna radome (1530I): 3 dBi (2.4 GHz), 5 dBi (5 GHz)

	<p>External dual-band omnidirectional antennas: AIR-ANT2547VG-N (4dBi, 2.4 GHz; 7 dBi, 5 GHz)</p> <p>External dual-band directional antennas: AIR-ANT2588P3M-N= (8 dBi, 2.4 and 5 GHz)</p> <p>External single-band antennas 2.4 GHz: AIR-ANT2450V-N (5 dBi, omni), AIR-ANT2480V-N (8 dBi, omni), AIR-ANT2413P2M-N= (13 dBi, dual polarized patch)</p> <p>External single-band antennas 5 GHz: AIR-ANT5180V-N (8 dBi, omni), AIR-ANT5114P2M-N= (14 dBi, dual polarized patch)</p>
--	--

Los Puntos de Acceso sugeridos para interiores con antenas internas deberán cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 41 Características sugeridas para Puntos de Acceso Interno con antenas internas, Fuente: Cisco series Aironet 1700

Tipo	access point
Color	Gray
Memoria RAM	512 MB
Memoria Flash	64 MB
Algoritmo de cifrado	AES , PEAP , TKIP , TLS , TTLS , WPA , WPA2
Método de Autenticación	MS-CHAP v.2, Extensible Authentication Protocol (EAP), EAP-FAST
Cumplimiento de normas	VCCI, ICES-003, EN 300.328, EN 301.489.1, EN 301.489.17, FCC Part 15.247, OET 65 C, RSS-210, RSS-102, UL 2043, UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1, FCC Part 15.107, FCC Part 15.109, EN 301.893, FCC Part 15.407, EN 60601-1-2, ARIB STD-T66, ARIB STD-T71, EN50155, CAN/CSA C22.2 No. 60950-1, Directive 93/42/EEC, EMI/EMS Class B
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	867 Mbps
Factor de forma	externo
Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Indicadores de estado	Estado
Tipo	Punto de acceso inalámbrico
Bandas Wi-Fi	4 GHz, 5 GHz
Protocolo inalámbrico	802.11a / b / g / n / ca (borrador 5.0)

Protocolo de enlace de datos	IEEE 802.11a, IEEE 802.11ac (borrador 5.0), IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Estándares de conformidad	IEEE 802.11a, IEEE 802.11a (IEEE 802.11a), IEEE 802.11b, IEEE 802.11d, IEEE 802.11g, IEEE 802.11h, IEEE 802.11i, IEEE 802.11n, IEEE 802.1x, IEEE 802.3af, IEEE 802.3 a
Antena	Factor de forma de la antena: Interno <ul style="list-style-type: none"> • Directividad: Omnidireccional • Nivel de ganancia: 4 DBi
Interfaces	1 x 1000Base-T (PoE) - RJ-45 1 x management - RJ-45

Los Puntos de Acceso sugeridos para interiores con antenas externas deberán cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 42 Características sugeridas para Puntos de Acceso Interno con antenas internas, Fuente: Cisco series Aironet 2700

Tipo de dispositivo	Punto de acceso radio - Interior
Memoria RAM	512 MB
Memoria Flash	64 MB
Algoritmo de encriptación	AES, TLS, PEAP, TTLS, TKIP, WPA, WPA2
Método de autenticación	MS-CHAP v.2, EAP (Extensible Authentication Protocol), EAP-FAST
Dimensiones y peso	Ancho 22.1cm / Profundidad 22.1cm / Altura 5.1cm / Peso 1 kg
El LED de estado indica	Estado del cargador de arranque, estado de asociación, estado de funcionamiento, advertencias del cargador de arranque, errores del gestor de arranque
Estándares de conformidad	VCCI, ICES-003, EN 300.328, FCC Parte 15.247, RSS-210, RSS-102, UL 2043, UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1, FCC parte 15.107, FCC parte 15.109, EN 300.489.1, EN 301.893, FCC Parte 15.407, EN 60601-1-2, ARIB STD-T66, ARIB STD-T71, EN50155, CAN / CSA C22.2 N° 60950-1, EMI
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	1300 Mbps (Wireless-AC)
Factor de forma	externo
Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Indicadores de estado	Estado
Tipo	Punto de acceso inalámbrico
Bandas Wi-Fi	2,4 GHz, 5 GHz

Peso	2.2 libras (1.0 kilogramos)
Dimensiones (ancho x alto x alto)	8,69 x 8,69 x 1,99 pulg (22,1 x 22,1 x 5,1 cm)
Protocolo inalámbrico	802.11a / b / g / n / ca (borrador 5.0)
Protocolo de enlace de datos	IEEE 802.11a, IEEE 802.11ac (borrador 5.0), IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Estándares de Cumplimiento	IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, Wi-Fi CERTIFICADO
Tecnología de conectividad	Inalámbrico
Velocidad de transferencia de datos	1300 Mbps (Wireless-AC)
Factor de forma	externo
Power Over Ethernet (PoE)	PoE
Indicadores de estado	Estado
Tipo	Punto de acceso inalámbrico
Bandas Wi-Fi	2,4 GHz, 5 GHz
Peso	2.2 libras (1.0 kilogramos)
Dimensiones (ancho x alto x alto)	8,69 x 8,69 x 1,99 pulg (22,1 x 22,1 x 5,1 cm)
Protocolo inalámbrico	802.11a / b / g / n / ca (borrador 5.0)
Protocolo de enlace de datos	IEEE 802.11a, IEEE 802.11ac (borrador 5.0), IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
Estándares de Cumplimiento	IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, IEEE 802.11a, Wi-Fi CERTIFICADO

6. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- La cobertura actual es extremadamente deficiente pues solo uno de los edificios cuenta con dispositivos inalámbricos que no abastecen la cantidad de conexiones y la señal no llega a zonas alejadas como por ejemplo el interior de las aulas.
- En el estudio realizado se encontró que hace falta un cronograma de mantenimiento y backups de equipos de conexión inalámbrica y de red.
- No existe cableado estructurado en ninguno de los edificios de la Facultad de Ingeniería Ciencias físicas y Matemática lo que ha ocasionado un crecimiento desordenado de la red.
- Gran parte del equipamiento activo de la red ya ha cumplido su tiempo de vida útil lo que ocasiona problemas de conexión velocidad y rendimiento de la red afectando al correcto funcionamiento de los pocos Puntos de Acceso de conexión inalámbrica, lo que se ve revertido en el malestar presentado en los usuarios internos y externos de la Facultad que tratan de utilizar este servicio.
- El Rendimiento tanto de la WLAN como de la LAN se ve afectado sobre todo en las horas pico donde hay mayor afluencia de trabajo debido al hecho de que los pocos Puntos de Acceso existentes se conectan a equipos obsoletos que hacen que disminuya el rendimiento y provocan cuellos de botella en el tráfico de la red.

- La infraestructura actual de la red no daría abasto al tráfico estimado obtenido en el análisis si todos los usuarios que realmente requieren el servicio inalámbrico lo hicieran

Recomendaciones.

- Mejorar la capa Core y el Backbone de la Universidad Central del Ecuador ya que de esta dependen todos los servicios de todas las dependencias administrativas y Facultades incluidas las WLAN.
- Proponer y establecer la restructuración urgente para que exista un cableado estructurado en esta facultad que brinde comunicaciones de calidad.
- De igual manera se necesitaría una renovación urgente del equipamiento activo de la red para romper cuellos de botella mejorando el acceso a la red inalámbrica y la comunicación móvil dentro de la facultad.
- Tomar en cuenta el estudio realizado en el presente documento para mejorar la infraestructura y conexión de la capa de acceso inalámbrica de esta Facultad.
- Al mejorar la red se necesitará establecer planes de contingencia que ayuden y faciliten el mantenimiento mejora y arreglo que la nueva red pudiera necesitar.

Bibliografía:

- Cadena, M. A. (2016). *Análisis de cobertura de la Red Wireless de la Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador*. Quito.
- Cisco. (26 de Agosto de 2016).
http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1530-series/data_sheet_c78-728356.html. Obtenido de
http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1530-series/data_sheet_c78-728356.html
- Cisco. (2016). <http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-2700-series-access-point/datasheet-c78-730593.html>. Obtenido de
<http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-2700-series-access-point/datasheet-c78-730593.html>
- Cisco. (25 de Agosto de 2016).
http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/flex-7500-series-wireless-controllers/data_sheet_c78-650053.html.
- cnet. (2016). <https://www.cnet.com/es/analisis/cisco-8500-series-wireless-controller-network-management-device-series/>.
- European Telecommunications Standards Institute. (octubre de 2005). Obtenido de
http://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205704/01.01.01_60/eg_20205704v010101p.pdf
- Joskowicz, J. (Octubre de 2013). <http://iie.fing.edu.uy>. Obtenido de
<http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>
- Lima, J. C. (2013). <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11134>. Obtenido de
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11134>
- misco. (2016). <http://www.misco.es/product/558820/CATALYST-4500-X-24-PORT-10G-ENT-SERVICES?selectedTabIndex=2&tabBarViewName=ProductTechnicalSpecifications&page=1&#tabs>.
- n, I. n. (2009). Characteristics of a single-mode optical fibre. *SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS*, 10.
- Narvárez, S. (2013). *ESTUDIO DE QoS BASADO EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11e Y ALTERNATIVAS DE SEGURIDAD PARA LAS REDES LOCALES INALÁMBRICAS APLICADO EN LA WLAN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI*. Obtenido de
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9696?show=full>

onlinecomputer. (Diciembre de 2016).

http://www.onlinecomputer.com.co/contactos/cotizacionArticulo.php?codigo_art=AIR-CAP1532I-A-K9. Obtenido de

http://www.onlinecomputer.com.co/contactos/cotizacionArticulo.php?codigo_art=AIR-CAP1532I-A-K9

onlinecomputer. (2016).

http://www.onlinecomputer.com.co/contactos/cotizacionArticulo.php?codigo_art=AIR-CAP1702I-A-K9. Obtenido de

http://www.onlinecomputer.com.co/contactos/cotizacionArticulo.php?codigo_art=AIR-CAP1702I-A-K9

onlinecomputer. (2016).

http://www.onlinecomputer.com.co/contactos/cotizacionArticulo.php?codigo_art=AIR-CAP1702I-A-K9. Obtenido de

http://www.onlinecomputer.com.co/contactos/cotizacionArticulo.php?codigo_art=AIR-CAP1702I-A-K9

UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. (Septiembre de 2009). Obtenido de UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-200911-l/es>

Union Internacional de Telecomunicaciones. (2010). *ITU-T G.987 Redes ópticas pasivas con capacidad de 10 Gigabit (XG-PON) : Especificación de capa dependiente del medio físico (Physical media dependent, PMD)*.

Vinueza, S. (2016). <http://repositorio.puce.edu.ec>. Obtenido de

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11310/informe_cso_estudio_vinueza_FINAL_8_ABRIL_2016.pdf?sequence=1

Anexos:

Anexo A

						ANCHO DE BANDA WI-FI (KBps)					
						HORA PICO			HORA NO PICO		
área	WI-FI	portátiles promedio	horas de uso	factor de uso (uso 100% de 7H00 - 21H00) (14 horas)	portátiles * factor de uso	calidad alta (210KBps* portátiles promedio)	calidad media (110KBps* portátiles promedio)	calidad aceptable (55KBps* portátiles promedio)	calidad alta	calidad media	calidad aceptable
Edificio Ensayo											
Piso 1											
secretaria sufi	x		8	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sala A (sufi)	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala B (sufi)	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala 1 (capacit)	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala 2 (capacit)	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala 3 (capacit)	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Direcc Ens Mat	x	2	8	0,57	1,14	420,00	220,00	110,00	240,00	125,71	62,86
Secret Ens Mat	x		8	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ayudant Ens Mat	x	2	8	0,57	1,14	420,00	220,00	110,00	240,00	125,71	62,86
Ayudant Ens Mat	x	2	8	0,57	1,14	420,00	220,00	110,00	240,00	125,71	62,86
Lab Ens Mat	x	20	8	0,57	11,43	4200,00	2200,00	1100,00	2400,00	1257,14	628,57
Aula	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Aula	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Aula R1	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Aula R2	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Piso 2											
Aso Est Civil	x	10	8	0,57	5,71	2100,00	1100,00	550,00	1200,00	628,57	314,29
Dir Carr Civil	x	2	8	0,57	1,14	420,00	220,00	110,00	240,00	125,71	62,86
Secre Carr Civ	x		8	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Archivo civ	x		8	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lab Comp Civ(Ofic)	x	4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57

Lab Comp Civ(Sala 1)	x		4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Lab Comp Civ(Sala 2)	x		4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Lab Comp Civ(Docentes)	x		4	6	0,43	1,71	840,00	440,00	220,00	360,00	188,57	94,29
Cubi Ens mat 1	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 2	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 3	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 4	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 5	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 6	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 7	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 8	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 9	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 10	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 11	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 12	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 13	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 14	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubi Ens mat 15	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Hall piso2	x		15	4	0,29	4,29	3150,00	1650,00	825,00	900,00	471,43	235,71
Aula R7	x		6	10	0,71	4,29	1260,00	660,00	330,00	900,00	471,43	235,71
Aula R8	x		6	10	0,71	4,29	1260,00	660,00	330,00	900,00	471,43	235,71
Aso Ciencias	x		10	8	0,57	5,71	2100,00	1100,00	550,00	1200,00	628,57	314,29
Piso 3												
Lab Comp Recep	x		2	12	0,86	1,71	420,00	220,00	110,00	360,00	188,57	94,29
Sala B (Jefatura)	x		2	12	0,86	1,71	420,00	220,00	110,00	360,00	188,57	94,29
Area (exonera)	x		2	12	0,86	1,71	420,00	220,00	110,00	360,00	188,57	94,29
Sala 1 (Labcom)	x		4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala 2 (Labcom)	x		4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala 3 (Labcom)	x		4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57
Sala 4 (Labcom)	x		4	12	0,86	3,43	840,00	440,00	220,00	720,00	377,14	188,57

Aula A3-14	x		4	10	0,71	2,86	840,00	440,00	220,00	600,00	314,29	157,14
Aula A3-15	x		4	10	0,71	2,86	840,00	440,00	220,00	600,00	314,29	157,14
Aula A3-16	x		4	10	0,71	2,86	840,00	440,00	220,00	600,00	314,29	157,14
Aula A3-17	x		4	10	0,71	2,86	840,00	440,00	220,00	600,00	314,29	157,14
Aula A3-22	x		4	10	0,71	2,86	840,00	440,00	220,00	600,00	314,29	157,14
Lab Prototipos	x		4	10	0,71	2,86	840,00	440,00	220,00	600,00	314,29	157,14
Cubic Doc1	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc2	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc3	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc4	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc5	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc6	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc7	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc8	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Direcc Inform	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Direcc Comp G	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Direcc Mat	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Direcc Dis Ind	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Secre Direcc	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Sala reuniones	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Cafeteria	x		1	8	0,57	0,57	210,00	110,00	55,00	120,00	62,86	31,43
Cubic Doc9	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc10	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc11	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc12	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc13	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc14	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc15	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Cubic Doc16	x		2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Piso 4												
Aula A4-1	x		4	8	0,57	2,29	840,00	440,00	220,00	480,00	251,43	125,71
Aula A4-2	x		4	8	0,57	2,29	840,00	440,00	220,00	480,00	251,43	125,71
Aula A4-3	x		4	8	0,57	2,29	840,00	440,00	220,00	480,00	251,43	125,71

Direcc Sanitaria	x	2	8	0,57	1,14	420,00	220,00	110,00	240,00	125,71	62,86
Ofic Pers 1	x	2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Lab N1	x	2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Lab N2	x	2	6	0,43	0,86	420,00	220,00	110,00	180,00	94,29	47,14
Bodega Mat Vidrio	x			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOLAL KBps						133560,00	69960,00	34980,00	82680,00	43308,57	21654,29
Total MBps						133,56	69,96	34,98	82,68	43,31	21,65