

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: “Repotenciación de red Inalámbrica para Instituciones Educativas”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Ciencias de la Computación

AUTORA: Narváez Orbe Melany Vanessa

TUTOR: Ing. Del Hierro Mosquera Milton Gabriel, MSc.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Narváez Orbe Melany Vanessa con el número de cédula 0450117023 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Repotenciación de red Inalámbrica para Instituciones Educativas”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Del Hierro Mosquera Milton Gabriel, MSc

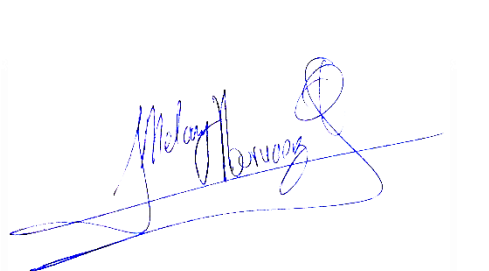
TUTOR

Tulcán, enero de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de Computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Narváez Orbe Melany Vanessa con cédula de identidad número 0450117023 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



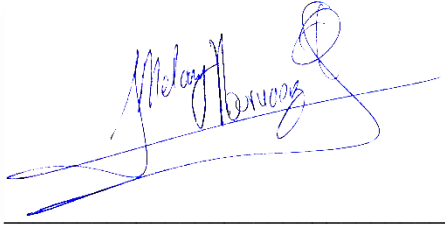
Narváez Orbe Melany Vanessa

AUTORA

Tulcán, enero de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Narváez Orbe Melany Vanessa declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Repotenciación de red Inalámbrica para Instituciones Educativas" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Narváez Orbe Melany Vanessa

AUTORA

Tulcán, enero de 2026

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento al MSc. Milton del Hierro Mosquera no solo por su guía y acompañamiento en el desarrollo de este trabajo de titulación, sino también por el apoyo constante que me brindo a lo largo de mi formación universitaria, su compromiso, paciencia y capacidad de orientar profesional y académicamente fueron fundamentales para fortalecer mis conocimientos y avanzar con seguridad durante toda su carrera, su influencia marco una diferencia significativa en mi proceso formativo.

De igual manera extiendo mi más sincero agradecimiento al MSc. Javier Torres quien aportó con su experiencia, criterio técnico y disposición para aclarar dudas relacionadas con la infraestructura de la red inalámbrica de la institución, sus aportes fueron esenciales para comprender el contexto real y enriquecer el análisis realizado en la investigación.

A ambos docentes gracias por su dedicación, calidad humana y por motivarme a alcanzar mis objetivos académicos, su apoyo ha sido invaluable para lograr culminar este proyecto y esta etapa tan importante de mi vida profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi cariño y gratitud, a las personas que han sido mi mayor fortaleza en este camino.

A mi mamá Yadira, por su amor incondicional, su sacrificio y su apoyo permanente. Gracias por creer en mí incluso en los momentos difíciles y por enseñarme que la constancia y la humildad siempre abren caminos, este logro también es tuyo.

A mis hermanos quienes han sido una compañía esencial en mi vida, en especial a David cuya presencia, ánimo y confianza me motivaron a no rendirme y continuar avanzando cada día, gracias por ser un pilar importante en mi formación y en mi vida.

A mi tío Jairo cuya partida dejó un vacío imposible de llenar, pero aquellos recuerdos siguen iluminando mi vida, hoy cada logro que alcanzo tiene un pedazo de sus consejos, de todo el cariño y lo que sembró en mí, aunque ya no este físicamente, su presencia vive en mis pasos, en mis logros y la fuerza que me impulsa a seguir adelante, este trabajo se lo dedico con la esperanza de honrar su memoria y todo lo que significó para mí.

A mi abuela por su amor, sus oraciones y el apoyo que siempre me brindo, su sabiduría y cariño fueron una luz que acompañó mi camino académico y personal.

A mi familia, por cada gesto de apoyo, por cada palabra de ánimo y por cada consejo, han sido un refugio que me sostuvo en los momentos más difíciles, gracias por ser parte de mi camino, por motivarme y por creer en mí siempre, su presencia y cariño han sido fundamentales para llegar hasta aquí.

A todos ustedes gracias por acompañarme, impulsarme y por ser mi mayor inspiración, este logro también es suyo porque cada uno dejó una huella en mi vida en este proceso que concluye con orgullo.

ÍNDICE

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
I. EL PROBLEMA	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	20
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	22
1.4.3. Preguntas de Investigación	22
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. Fundamentos de las redes inalámbricas	25
2.2.2 Avance del estándar Wi-Fi.....	26
2.2.3 Tipos de Red	27
2.2.4 Topologías	28
2.2.5 Modelo OSI	31
2.2.6 Cableado estructurado	32
2.2.7 Switches	34
2.2.8 Routers	35
2.2.9 Subneteo	37
2.2.10 VLSM.....	38
2.2.11 OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo)	38

2.2.12 Instrumentos de medición para cableado	39
2.2.13 Normas ISO, TIA e IEEE aplicadas a redes.....	40
2.2.14 Protocolos de seguridad en redes inalámbricas	41
III. METODOLOGÍA	43
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	43
3.1.1. Enfoque	43
3.1.2. Metodología.....	43
3.1.3. Tipo de Investigación.....	44
3.2. IDEA A DEFENDER	46
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	46
3.3.1 Variable Independiente.....	47
3.3.2 Variable dependiente.....	47
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	48
3.4.1 Definición de análisis estadístico a realizar.....	48
3.4.2 Definición de los datos y métodos de evaluación.....	48
3.4.3 Definición de los factores de estudio.....	48
3.4.4 Procedimiento metodológico	48
3.4.5 Técnicas e Instrumentos	49
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	49
3.5.1 Análisis Estadístico de la Entrevista	49
3.5.2 Análisis Estadístico de la Encuesta	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
4.1. RESULTADOS	58
4.1.1 Análisis de los requerimientos	58
4.1.2 Desarrollo de la topología lógica.....	59
4.1.3 Desarrollo de la topología física	67
4.1.4 Situación actual de la red inalámbrica.....	68
4.2. DISCUSIÓN	101

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1. CONCLUSIONES	103
5.2. RECOMENDACIONES.....	105
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
VII. ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable independiente	47
Tabla 2. Variable dependiente	47
Tabla 3. Tipos de datos	49
Tabla 4. Distribución IP	60
Tabla 5. Materiales y pérdidas de señal en Huawei WLAN Planner	68
Tabla 6. Equipos requeridos a implementar.....	99
Tabla 7. Presupuesto referencial para la mejora de la red inalámbrica	100
Tabla 8. Tabla de comparación entre resultados y antecedentes.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Topología en Bus	29
Figura 2. Topología de anillo	29
Figura 3. Topología en estrella.....	30
Figura 4. Topología en malla	30
Figura 5. Topología Híbrida jerárquica con subredes en estrella	30
Figura 6. Capas de Modelo OSI.....	31
Figura 7. Cables por trenzado	34
Figura 8. Router de Borde	36
Figura 9. Router de núcleo	36
Figura 10. Router de acceso	37
Figura 11. Router inalámbrico	37
Figura 12. TOP-DOWN.....	44
Figura 13. Grupo al que pertenece el encuestado	52
Figura 14. Problemas más frecuentes al conectarse al WI-FI	52
Figura 15. Fallas de conexión	53
Figura 16. Espacios que deberían contar con mejor WI-FI	53
Figura 17. Estabilidad de WI-FI en horas con mayor uso.....	54
Figura 18. Consecuencia académica más grave	54
Figura 19. Nivel de importancia al contar con una buena calidad WI-FI.....	55
Figura 20. Aspecto que debería priorizar si la universidad decide invertir.....	55
Figura 21. Área del campus más crítica en cuanto a cobertura	56
Figura 22. Medidas de saturación que afecta a la calidad de WI-FI.....	56
Figura 23. Nivel de importancia de la red inalámbrica de la universidad.....	56
Figura 24. Nivel de problemas de conexión al enviar tareas	57
Figura 25. Equipos.....	64
Figura 26. Leyenda	64
Figura 27. Diagrama Topología Lógica	66
Figura 28. Indicador de Intensidad de Señal.....	69
Figura 29. Edificio Administrativo - Planta Baja	69
Figura 30. Edificio Administrativo - Planta Alta 1	70
Figura 31. Edificio Administrativo - Planta Alta 2.....	70
Figura 32. Edificio Administrativo - Planta Alta 3.....	71

Figura 33. Edificio Aulas 1 - Planta Baja	71
Figura 34. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 1	72
Figura 35. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 2.....	72
Figura 36. Edificio Aulas 2 - Planta Baja	73
Figura 37. Edificio Aulas 2 - Planta Alta 1	73
Figura 38. Edificio Aulas 2 – Planta Alta 2	74
Figura 39. Edificio Aulas 3 - Planta Baja	74
Figura 40. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 1.....	75
Figura 41. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 2.....	75
Figura 42. Edificio Aulas 4 - Planta Baja.....	76
Figura 43. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 1	76
Figura 44. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 2.....	77
Figura 45. Edificio de Laboratorios - Planta Baja	77
Figura 46. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 1	78
Figura 47. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 2.....	78
Figura 48. Edificio de Posgrados - Planta de Subsuelo.....	79
Figura 49. Edificio de Posgrados - Planta Baja	79
Figura 50. Edificio de Posgrados - Planta de Primer piso.....	80
Figura 51. Edificio de Posgrados - Planta Segundo Piso.....	80
Figura 52. Edificio de Posgrados - Planta Tercer Piso.....	81
Figura 53. Edificio de Posgrados - Planta Cuarto Piso	81
Figura 54. Coliseo - Planta Baja.....	82
Figura 55. Coliseo - Planta Alta	82
Figura 56. Centro de Desarrollo Infantil	83
Figura 57. Centro Deportivo	83
Figura 58. Edificio Administrativo - Planta Baja	84
Figura 59. Edificio Administrativo - Planta Alta 1	85
Figura 60. Edificio Administrativo - Planta Alta 2.....	85
Figura 61. Edificio Administrativo - Planta Alta 3.....	86
Figura 62. Edificio Aulas 1 - Planta Baja	86
Figura 63. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 1	87
Figura 64. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 2.....	87
Figura 65. Edificio Aulas 2 - Planta Baja	88
Figura 66. Edificio Aulas 2 - Planta Alta 1	88

Figura 67. Edificio Aulas 2 - Planta Alta 2.....	89
Figura 68. Edificio Aulas 3 - Planta Baja	89
Figura 69. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 1	90
Figura 70. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 2.....	90
Figura 71. Edificio Aulas 4 - Planta Baja	91
Figura 72. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 1	91
Figura 73. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 2.....	92
Figura 74. Edificio de Laboratorios - Planta Baja	92
Figura 75. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 1	93
Figura 76. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 2.....	93
Figura 77. Edificio de Posgrados - Planta de Subsuelo.....	94
Figura 78. Edificio de Posgrados - Planta Baja.....	94
Figura 79. Edificio de Posgrados - Planta de Primer Piso.....	95
Figura 80. Edificio de Posgrados - Planta de Segundo Piso.....	95
Figura 81. Edificio de Posgrados - Planta de Tercer Piso.....	96
Figura 82. Edificio de Posgrados - Planta de Cuarto Piso	96
Figura 83. Coliseo - Planta Baja.....	97
Figura 84. Coliseo- Planta Alta	97
Figura 85. Centro de Desarrollo Infantil	98
Figura 86. Centro deportivo.....	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas	108
Anexo 2. Primera proforma del equipamiento WI-FI.....	109
Anexo 3. Segunda Proforma del equipamiento WI-FI.....	110
Anexo 4. Tercera proforma del equipamiento WI-FI.....	111

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer una repotenciación de la red inalámbrica en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, enfocada en la mejora de la cobertura de señal, para garantizar acceso continuo y uniforme a la conectividad para la comunidad académica. Este estudio surge a partir de la identificación de problemas con zonas sin cobertura adecuada y áreas con señal débil, que limita el desarrollo de las actividades académicas y administrativas que dependen del acceso de recursos digitales. La metodología aplicada corresponde a un enfoque mixto, de tipo descriptivo y aplicado, que permitió recopilar información mediante entrevista realizada al personal técnico y encuestas dirigidas a los estudiantes, complementadas con el análisis de la red inalámbrica existente. A partir de la información obtenida, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la cobertura inalámbrica en el campus de la universidad y posteriormente se desarrolló una propuesta de repotenciación mediante el uso de una herramienta de simulación especializada, orientada al diseño de una red inalámbrica basada en tecnologías WI-FI 6, considerando criterios técnicos como la correcta distribución, ubicación y alcance de los puntos de acceso para mejorar la cobertura de la señal. Los resultados obtenidos evidencian la presencia de zonas con conectividad limitada y la necesidad de optimizar la infraestructura inalámbrica para ampliar el alcance de señal en los espacios académicos. Como conclusión, se determina que la repotenciación de la red inalámbrica contribuye a mejorar la disponibilidad del servicio de conectividad, reducir las áreas sin señal y fortalecer el desarrollo de las actividades académicas, brindando así un entorno tecnológico adecuado para la comunidad universitaria.

Palabras Claves: red inalámbrica, cobertura, WI-FI6, puntos de acceso, instituciones educativas

ABSTRACT

The objective of this research is to propose an upgrade of the wireless network at the Carchi State Polytechnic University, focused on improving signal coverage to ensure continuous and uniform access to connectivity for the academic community. This study arose from the identification of problems with areas without adequate coverage and areas with weak signals, which limit the development of academic and administrative activities that depend on access to digital resources. The methodology applied corresponds to a mixed approach, both descriptive and applied, which allowed information to be gathered through interviews with technical staff and surveys of students, complemented by an analysis of the existing wireless network. Based on the information obtained, an assessment of the current wireless coverage situation on the university campus was carried out, and a proposal for upgrading the network was subsequently developed using a specialized simulation tool designed for wireless networks based on Wi-Fi 6 technologies, taking into account technical criteria such as the correct distribution, location, and range of access points to improve signal coverage. The results obtained show the presence of areas with limited connectivity and the need to optimize wireless infrastructure to extend signal coverage in academic spaces. In conclusion, it is determined that upgrading the wireless network contributes to improving the availability of connectivity services, reducing areas without signal coverage, and strengthening the development of academic activities, thus providing an adequate technological environment for the university community.

Keywords: wireless network, coverage, WI-FI6, access points, educational institutions.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las instituciones de educación superior han experimentado una transformación acelerada debido al uso intensivo y creciente de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) este avance ha redefinido los procesos de enseñanza, aprendizaje la gestión académica y administrativa así como las dinámicas de interacción entre los diversos actores del ámbito universitario, la educación superior se encuentra en un proceso de adaptación constante el cual la infraestructura tecnológica juega un papel clave para garantizar la continuidad la calidad y la equidad en el acceso al conocimiento.

En este contexto contar con redes de comunicación eficientes y robustas en especial redes inalámbricas es un componente esencial dentro de las instituciones modernas, la conectividad inalámbrica no solo permite el acceso a plataformas educativas virtuales bibliotecas digitales y herramientas colaborativas sino que también facilita la ejecución de clases consultas bibliográficas trabajos grupales y gestiones administrativas en tiempo real por tanto una red inalámbrica eficiente se ha convertido en un elemento transversal que impacta directa e indirectamente en el rendimiento académico y en la operatividad institucional

A pesar de estos avances muchas universidades especialmente en países en vías de desarrollo aún enfrentan serias limitaciones en términos de cobertura estabilidad de la señal y la capacidad de respuesta frente a la creciente demanda de dispositivos conectados simultáneamente como es el caso de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi donde se han identificado deficiencias notables en su red inalámbrica institucional, diversas zonas del campus presentan señal débil o nula existen caídas frecuentes de conexión y los actuales puntos de acceso no logran gestionar de manera eficiente el tráfico generado por cientos de usuarios activos cada día esta realidad tecnológica limita el acceso a contenidos educativos.

Frente a este escenario la presente investigación se plantea la repotenciación de la red inalámbrica institucional mejorando la arquitectura actual de la red para

que responda a las necesidades actuales y futuras de la comunidad universitaria, el proyecto considera la realización de un diagnóstico técnico de la infraestructura existente el uso de herramientas de análisis como mapas de calor la identificación de zonas críticas sin cobertura y la propuesta de tecnología Wi-Fi 6 esta tecnología además de brindar mayor velocidad y alcance y así permitir una gestión más eficiente de múltiples dispositivos conectados al mismo tiempo características útiles en contextos de alta densidad de usuarios como lo es un campus universitario

La importancia de este trabajo radica en su impacto directo sobre el bienestar académico y administrativo de la institución, una red inalámbrica moderna contribuirá a fortalecer los procesos formativos optimizar la gestión institucional y facilitar el desarrollo de proyectos innovadores, además garantizará la inclusión digital al ofrecer condiciones equitativas de acceso a internet a todos los miembros de la comunidad universitaria independientemente del lugar en el que se encuentren dentro del campus.

Finalmente se espera que la solución planteada no solo resuelva las falencias actuales, sino que también sienta las bases para un modelo de infraestructura tecnológica escalable con los retos de la transformación digital en la educación superior la repotenciación de la red inalámbrica se concibe, así como una inversión estratégica para fortalecer la calidad educativa mejorar la eficiencia de red de la institución y posicionarla como una universidad moderna, competitiva y preparada.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto mundial actual la conectividad a internet ha dejado de ser un lujo para convertirse en un recurso esencial que garantiza el acceso a la educación la información y la innovación dentro del informe sobre la conectividad mundial de 2022 se interpreta que aún existen importantes brechas en la calidad y disponibilidad de las redes, especialmente en regiones en desarrollo esto limita las oportunidades de mejora de inclusión social salud y las que se van a tratar en este proceso de investigación que son el crecimiento académico económico y tecnológico.

En el ámbito nacional el Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador ha identificado que más del 40% de las instituciones educativas públicas presentan deficiencias en conectividad estas deficiencias se reflejan en una baja cobertura saturación de la red y velocidad inestable factores que inciden negativamente en la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi no es ajena a esta problemática, se han identificado múltiples sectores del campus con señal deficiente o nula pérdida frecuente de conectividad y una infraestructura de red que no logra soportar la creciente demanda de dispositivos conectados simultáneamente estas limitaciones tecnológicas restringen el desarrollo de clases la investigación académica el acceso a plataformas virtuales y otros servicios digitales generando un entorno poco favorable para la formación integral de los estudiantes el desempeño docente personal administrativo directivos institucionales y a la comunidad en general.

La falta de una red estable impide avanzar hacia una gestión más moderna y eficiente lo que a la larga afecta también la toma de decisiones basada en datos el acceso a la información y el soporte técnico para futuros proyectos académicos o administrativos en un entorno educativo que cada vez exige mayor digitalización

permanecer con una red limitada representa un freno para el desarrollo institucional.

Esta situación exige una intervención inmediata para repotenciar la red inalámbrica institucional de forma que se garantice una cobertura estable eficiente y sostenible que responda a las necesidades presentes y permita enfrentar los desafíos digitales del futuro.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar la cobertura, estabilidad y capacidad de la red inalámbrica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi para garantizar una conectividad eficiente que fortalezca los procesos institucionales?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Estar conectado a internet ya no es un lujo sino una necesidad básica sobre todo en universidades, donde todo desde clases y trabajos de investigación dependen de una buena conexión, en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi muchos estudiantes docentes y administrativos experimentamos problemas con la red inalámbrica teniendo como inconvenientes; zonas sin señal, caídas frecuentes o simplemente una conexión lenta, esto no solo causa frustración, también afecta el rendimiento académico.

Este proyecto busca mejorar la cobertura inalámbrica, con la idea de repotenciar la red inalámbrica de la universidad a través de tecnología Wi-Fi 6 y reubicando los puntos de acceso todo esto basado en un estudio técnico con herramientas que usan una técnica de representación gráfica que evalúa la intensidad de un fenómeno mediante colores, es importante porque esto no solo va a solucionar los problemas actuales también para adaptar la red a la creciente demanda de estudiantes, dispositivos y mayor uso de tecnología, si no se interviene de manera adecuada, estos problemas van a seguir creciendo y afectando aún más el desarrollo académico y administrativo.

Este trabajo es relevante porque beneficiará aproximadamente a 3500 personas dentro del campus. Según datos aproximados, somos más de 1000 personas usando internet todos los días en el campus, y en horarios pico se conectan hasta 900 dispositivos al mismo tiempo, lo que provoca saturación en la red y muchos de nosotros terminamos sin poder enviar tareas, hacer exámenes virtuales o acceder

correctamente a las plataformas institucionales. Con esta propuesta se espera mejorar la cobertura, reducir las desconexiones casi por completo y tener una red rápida y eficiente en todo el campus.

Además, no se trata solo de solucionar la red por el momento sino de dejar una base sólida para que en el futuro se pueda seguir mejorando, esta propuesta incluye la reorganización de la red y un estudio financiero que demuestra que es algo alcanzable.

Desde el lado académico este trabajo también aporta al conocimiento ya que no hay investigaciones profundas relacionadas al tema sobre la implementación de Wi-Fi 6 en universidades con alta densidad de usuarios como la nuestra, esto permitirá que otras instituciones con problemas similares puedan usar esta experiencia como referencia. También es útil desde lo metodológico porque combina herramientas técnicas y encuestas a usuarios lo que da una visión más completa de la situación y ayuda a tomar decisiones.

La universidad cuenta con técnicos especializados, equipos que ya están en funcionamiento y un presupuesto anual para modernización tecnológica además muchas empresas ofrecen precios accesibles a instituciones educativas lo cual facilita mucho esta solución.

Seguir con esta red antigua significa seguir perdiendo oportunidades de desarrollo y tiempo calidad en la enseñanza, mejorar la red no es solo cuestión de velocidad o comodidad es una necesidad urgente para avanzar como universidad y estar a la altura de los retos que trae la digitalización de la educación.

En resumen, esta propuesta no solo va a resolver los problemas actuales de conectividad también para mejorar la calidad educativa en la universidad, haciendo que estudiar, enseñar y trabajar sea mucho más fácil para todos, ´por eso considero que este proyecto es más que necesario es un cambio clave para el futuro de nuestra universidad.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Mejorar la red inalámbrica para el servicio de internet de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

Valorar la situación actual de la red inalámbrica del campus "Universidad Politécnica Estatal del Carchi"

Recomendar la nueva cobertura inalámbrica a través de mapas de calor que nos permiten ubicar nuevos puntos de acceso.

Realizar un estudio técnico financiero para la repotenciación de la red inalámbrica.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué datos considerarán para determinar la actual infraestructura inalámbrica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi?

¿Cómo comprobaría la mejora de la cobertura y la calidad del servicio de la red inalámbrica con mapas de calor para las ubicaciones óptimas de los puntos de acceso?

¿Cómo organizaría la propuesta económica de la implementación de una nueva infraestructura de la red inalámbrica para poner las cotizaciones de los proveedores especializados?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La necesidad de mejorar el rendimiento y la cobertura de las redes inalámbricas en instituciones de educación superior ha sido un tema recurrente en los últimos años. Debido al incremento del uso de dispositivos móviles en actividades académicas y administrativas, las universidades tanto en Ecuador como a nivel internacional han documentado dificultades asociadas a zonas sin cobertura, redes obsoletas. A partir de ello diversos estudios han analizado el desempeño de redes WI-FI y han propuesto modelos de optimización que nos puede servir como base conceptual para la presente investigación.

En Ecuador un aporte que proviene de la UCSG, (Baque & Estupiñán, 2024), evaluaron la infraestructura inalámbrica del campus principal e identificaron que la red en WI-FI no lograba sostener el incremento de conexiones simultaneas durante la jornada académica. El diagnostico evidencio perdidas de potencias superiores a -75 dBm en zonas interiores. El estudio concluyo que la migración a WI-FI 6 permitiría mejorar la eficiencia y estabilidad del servicio; este trabajo es un referente para la evaluación de la calidad de señal en campus universitarios ecuatorianos.

(Espinoza et al., 2025), determinaron que en la red existente se presenta problemas de saturación y una distribución irregular de los puntos de acceso, esto ocasionaba zonas muertas en varias áreas de los edificios. Demostraron que la actualización a dispositivos de WI-FI 6 incrementaría a un 40% la capacidad de usuarios simultáneos. Este estudio aporta evidencia sobre el impacto del rediseño basado en mapas de calor y metodología directamente vinculada al proceso utilizado en la investigación.

En la EPN, (Andrade, 2023), realizo un análisis exhaustivo de la degradación de señal en las redes inalámbricas, evidenciando afectaciones significativas en la calidad del servicio.

Se identificaron zonas críticas con fluctuaciones de cobertura. La autora recomienda incrementar el plan de internet aproximadamente a 30 (Mbps), actualizar la infraestructura a estándares modernos e implementar nuevas rutas de distribución. Este trabajo muestra la necesidad de caracterizar la señal y diseñar una infra estructura acorde a la demanda real del campus.

Otro antecedente nacional, (Del Hierro, 2017), desarrollo un estudio sobre la potenciación de la red WI-FI de la Universidad Nacional de Chimborazo , el trabajo incluyo análisis de cobertura, determinación de perdida de señal y una propuesta de redistribución de AP acompañada de un presupuesto referencial. A pesar de la fecha este antecedente es relevante porque documenta un caso de rediseño WLAN en un campus universitario, cuyos principios metodológicos como la falta de cobertura y coinciden con las necesidades identificadas en la presente investigación.

(Merchán, 2024), se enfocó en mejorar la cobertura y estabilidad de la red inalámbrica institucional mediante la instalación de un punto de acceso Ubiquiti WiFi 6, demostrando que la optimización del Hardware y una correcta distribución de equipos permite ampliar significativamente la señal en los espacios donde antes era limitada, la autora realizo un diagnóstico de la infraestructura existente e implemento un sistema que permitió extender la señal en zonas donde no llegaba, beneficiando a los estudiantes y docentes con un acceso más eficiente a las herramientas digitales.

La EESPP ha investigado la problemática de la saturación en redes inalámbricas universitarias, (De la Cruz, 2024), utilizaron mapas de calor y modelamiento técnico para identificar cuellos de botella en su red institucional, detectando congestión en áreas comunes, pasillos y auditorios mediante la redistribución estratégica de puntos de acceso y la implementación de segmentación por VLAN lograron reducir la saturación en un 40% demostrando que el rediseño de redes WLAN puede mejorar la experiencia del usuario sin necesidad de un reemplazo completo de la infraestructura. El análisis previo es indispensable para plantear mejoras sostenibles en instituciones educativas.

El informe Cisco Annual Internet Report (2023), se demuestra que las instituciones educativas que migraron a estándares WI-FI 6 y 6E experimentaron incrementos de hasta el 70% en capacidad y rendimiento, el reporte enfatiza que la planificación

con tecnologías modernas y herramientas de simulación es esencial para garantizar conectividad estable en campus universitarios. Proporciona un contexto global sobre la transición de estándares inalámbricos y las implicaciones de continuar utilizando infraestructura obsoleta.

Estos antecedentes demuestran que la problemática de conectividad universitaria es ampliamente reconocida en diferentes contextos. Evidencian que el análisis de cobertura mediante mapas de calor, la planificación de distribución de AP y la evaluación de material constructivo son estrategias fundamentales para garantizar redes inalámbricas estables, los estudios revisados aportan fundamentos empíricos que justifican la necesidad de diagnosticar la situación actual de la red inalámbrica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y así plantear una propuesta de rediseño que fortalezca su rendimiento y cobertura en concordancia con las exigencias tecnológicas de la comunidad universitaria.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Fundamentos de las redes inalámbricas

Las redes inalámbricas constituyen a una tecnología esencial, permiten la transmisión de información sin necesidad de cables físicos. El funcionamiento se basa en la transmisión de ondas electromagnéticas que transportan los datos a través de antenas emisoras y receptoras. Esto ha transformado la manera en que los dispositivos accedan a internet y comparten información dentro de un entorno global o local.

Según (Tanenbaum & Wetherall, 2011), la red inalámbrica es un sistema de comunicación que utiliza señales de radiofrecuencia para que se conecten los nodos dentro de un área determinada, eliminando la dependencia de medios físicos como la fibra óptica o el par trenzado. Ese tipo de redes se clasifica por su alcance y aplicación y utiliza protocolos dados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) bajo los estándares 802.11.

El desarrollo de las redes inalámbricas ha sido promovido por la demanda de conectividad constante, especialmente en los entornos educativos y públicos, la adopción de tecnologías como WI-FI 6 (802.11ax) permite tener mayores velocidades, mejor rendimiento y menor latencia en ambientes de alta densidad de usuarios, como los campus universitarios (Cisco, 2023).

En el contexto académico las redes inalámbricas son un apoyo para el desarrollo digital porque permiten a plataformas de aprendizaje, acceso a la nube y sistemas administrativos. Una propuesta efectiva requiere la comprensión de los principios de propagación de señal, la planificación de puntos de acceso, etc.

2.2.2 Avance del estándar Wi-Fi

La tecnología de conexión ha mejorado significativamente desde el primer estándar IEEE 802.11 en 1997, ofrecía velocidades de hasta 2Mbps en la banda de 2.4GHz, las mejoras en las técnicas de modulación, el uso de espectro y la eficiencia de canal ha permitido alcanzar velocidades mayores, mejorando así la capacidad de conexión, la seguridad y estabilidad de la red (Stallings, 2014).

Versiones de estándar Wi-Fi más representadas que se pueden encontrar en instituciones educativas, a continuación:

- **WI-FI 4 (IEEE 802.11n):** En 2009 marcó un hito en la evolución de WI-FI al haber incorporado la tecnología MIMO, que permite transmitir flujos de datos mediante antenas, esta opera en la banda de 2.4 GHz como en la de 5 GHz, con velocidades hasta de 600Mbps, este estándar mejoró la eficiencia y amplió el rango de cobertura siendo utilizado por más de una década (Tanenbaum & Wetherall, 2011).
- **WI-FI 5 (IEEE 802.11ac):** Desde 2013 este estándar opera exclusivamente en la banda de 5 GHz, ofreciendo velocidades de hasta 3.5 Gbps para configuraciones avanzadas. Tiene la modulación 256-QAM y soporta canales de 80MHz y 160MHz y MU-MIMO (Multi user multiple input multiple output) permite la transmisión simultánea hacia múltiples usuarios. WI-FI 5 se convirtió en una de la opción más utilizada en ambientes educativos gracias a la alta velocidad y estabilidad (Stallings, 2014).
- **WI-FI 6 (IEEE 802.11ax):** Publicada en 2019 esta actualización representa significativamente el manejo de redes con alta densidad de dispositivos, puede alcanzar los 9.6 Gbps, pero el verdadero avance radica en la optimización del rendimiento en entornos con bastante concurrencia. Mejora el desempeño de un 400% a comparación con las anteriores generaciones, le implementaron mecanismos como BSS Coloring, que ayuda a disminuir el consumo de energía coordinando los periodos de actividad del dispositivo.

Esto hace que sea perfecto para entornos educativos donde muchos usuarios acceden simultáneamente a la red.

La evolución ha permitido pasar de una conectividad lenta y limitada a sistemas multigigabit que son capaces de soportar aplicaciones masivas y críticas, Las nuevas versiones han mejorado la capacidad de conexión simultánea, reducido interferencias esto ha transformado los entornos académicos en espacios concurridos.

2.2.3 Tipos de Red

Las redes se clasifican de acuerdo con la extensión geográfica, tecnología de conexión y finalidad, comprender estas categorías es fundamental para determinar la estructura y el alcance de una infraestructura de comunicación.

- 1. Personal Area Network (PAN):** Es la red que tiene menor cobertura destinada a conectar los dispositivos personales a un rango reducido menor a 10 metros, utiliza tecnologías de comunicación inalámbrica de corto alcance como el Bluetooth, permitiéndonos la sincronización entre equipos como teléfonos móviles, relojes inteligentes, auriculares o tablets. Su principal ventaja es facilidad de interconexión sin necesitar infraestructura compleja.
- 2. Local Area Network (LAN):** La red de área local se emplea para interconectar computadoras, servidores, impresoras y otros dispositivos dentro de un entorno limitado, como un campus universitario, un edificio o una oficina. Nos ofrece altas velocidades de transmisión 1Gbps, 10 Gbps o superiores y baja latencia. El estándar más común es el IEEE 802.3, que utiliza cableado estructurado como fibra óptica o cobre y conmutadores como switches para su interconexión (IEEE,2020)
En la versión inalámbrica que se denomina WLAN (Wireless Local Area Network), la comunicación se realiza mediante puntos de acceso que siguen la norma IEEE 802.11, conocida como Wi-Fi.
- 3. Metropolitan Area Network (MAN):** La red metropolitana conecta múltiples redes LAN distribuidas en una región o ciudad geográfica, utiliza tecnologías de transmisión como, microondas, fibra óptica o enlaces inalámbricos de larga distancia y suele estar gestionada por proveedores de servicios de telecomunicaciones. Esta red es utilizada por universidades con sedes distribuidas a oficinas o empresas regionales.

Según (Forouzan, 2017), las MAN pueden alcanzar varios kilómetros de extensión, con velocidades parecidas a la de una LAN moderna.

4. **Wide Area Network (WAN):** La red de área amplia es la más extensa, que abarca países o continentes, permite la comunicación entre redes LAN y MAN mediante fibra óptica submarina, enlaces satelitales o redes privadas virtuales (VPN) sobre internet. La velocidad depende del ancho de banda contratado y de la infraestructura del proveedor.
5. **Storage Area Network (SAN):** Es la red especializada que permite el acceso a dispositivos de almacenamiento de datos de alta velocidad utilizada en centros de servidores institucionales o datos, la función es centralizar el almacenamiento y mejorar la disponibilidad de información (Cisco, 2023).
6. **Campus Area Network (CAN):** Esta red interconecta varios edificios dentro de un complejo o campus institucional, esta combina la infraestructura cableada LAN con redes inalámbricas WLAN permitiendo conectividad continua entre facultades, bibliotecas, zonas administrativas y laboratorios. La CAN utiliza mayormente fibra óptica para el backbone y enlaces WI-FI para movilidad de los usuarios.

En resumen, cada tipo de red cumple con una función dentro de la arquitectura de comunicación, las PAN facilitan la interconexión personal, las LAN la comunicación local, las WAN y MAN la conectividad regional y las CAN la integración de servicios de instituciones corporativas o educativas.

2.2.4 Topologías

La topología de red describe la forma que los nodos y dispositivos están conectados entre sí determinando la forma de transmisión de datos, la eficiencia de comunicación y la redundancia del sistema.

Existen dos tipos fundamentales de topologías: la física que representa la disposición real de los enlaces o cables y la lógica muestra cómo se mueven los datos dentro de la red independiente de la disposición física (Cisco Networking Academy, 2022).

2.2.4.1 Topologías Físicas más utilizadas

1. **Topología en bus:** Todos los dispositivos comparten un único canal de comunicación, su principal ventaja es la simplicidad, una desventaja es que presenta limitaciones graves de escalabilidad y tolerancia fallos, debido a

que una interrupción del cable afecta a toda la red, este modelo fue demasiado utilizado en redes de Ethernet antiguas con cable coaxial.

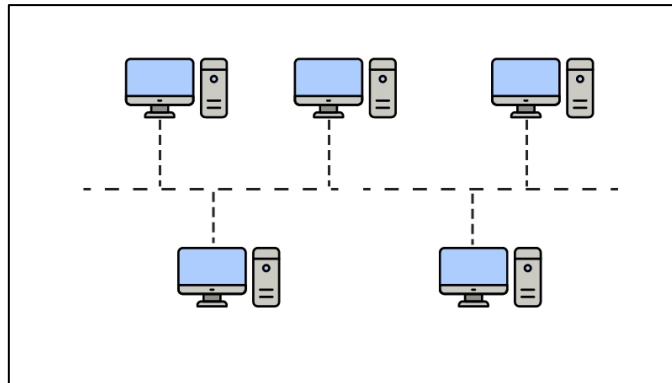


Figura 1. Topología en Bus

2. **Topología en anillo:** Cada dispositivo se conecta en circuito cerrado, los datos viajan en una sola dirección o en ambas en los anillos dobles, aunque garantiza un orden de transmisión su principal desventaja es la dependencia del anillo completo, por ejemplo: si un enlace o nodo falla toda la comunicación se interrumpe.

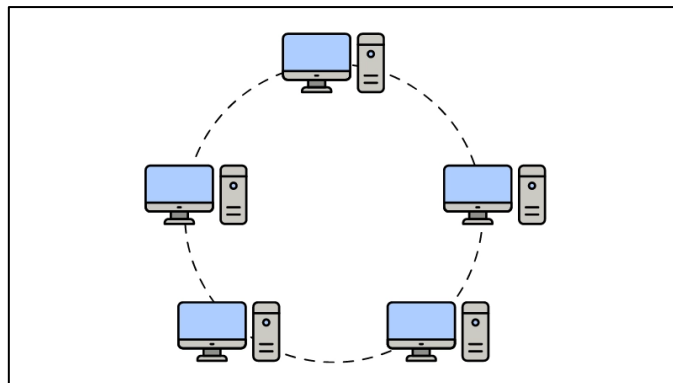


Figura 2. Topología de anillo

3. **Topología en estrella:** Es la más extendida en la actualidad todos los dispositivos se conectan en un nodo central generalmente es un switch o punto de acceso inalámbrico, si un dispositivo falla no afecta al resto de la red, su mantenimiento es sencillo y permite una gestión eficiente de seguridad y de tráfico. El mantenimiento es sencillo y permite seguridad y una gestión eficiente de tráfico, la topología en estrella es la base de las redes modernas LAN y WLAN.

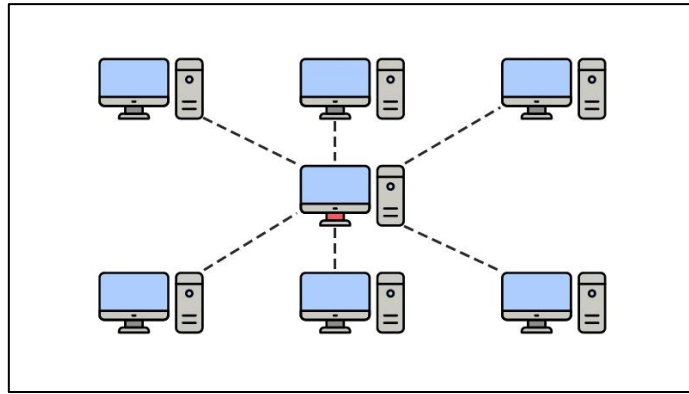


Figura 3. Topología en estrella

4. **Topología en malla:** Cada nodo se conecta a varios otros nodos lo que permite múltiples rutas alternativas para el envío de datos, proporciona alta redundancia y tolerancia a fallos, aunque el costo para la implementación es mayor. En redes inalámbricas y campus WI-FI mesh esta topología es común para asegurar cobertura continua en áreas extensas.

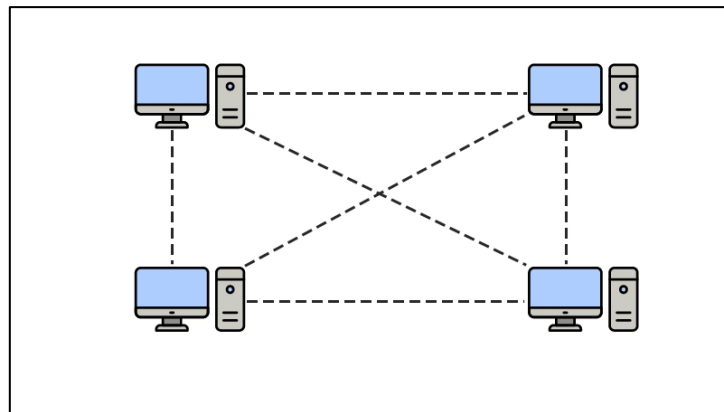


Figura 4. Topología en malla

5. **Topología híbrida:** Combinación de dos o más topologías anteriores, pero se adaptan a las necesidades del entorno, por ejemplo: una universidad puede implementar enlaces en malla entre edificios y una topología.

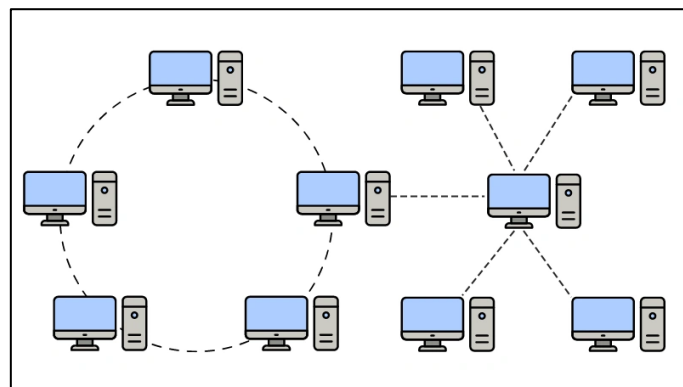


Figura 5. Topología Híbrida jerárquica con subredes en estrella

2.2.4.2 Topologías Lógicas

A nivel lógico las redes modernas suelen emplear arquitectura de comunicación conmutadas switching basadas en VLANs que permiten aislar el tráfico por tipo de departamento o usuario.

En las redes inalámbricas la topología lógica comúnmente se organiza de forma centralizada y gestionada por una controladora que coordina los puntos de acceso distribuidos, este enfoque permite mejorar la seguridad y simplifica la administración (Cisco, 2023).

2.2.5 Modelo OSI

El modelo OSI (Open Systems Interconnection) se desarrolló por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en 1984 con el objetivo de estandarizar la comunicación entre sistemas heterogéneos, este modelo divide el proceso de transmisión de datos en siete capas que cada una cumple con funciones específicas y se comunica con las capas adyacentes (Forouzan, 2017).

Capas del Modelo OSI:

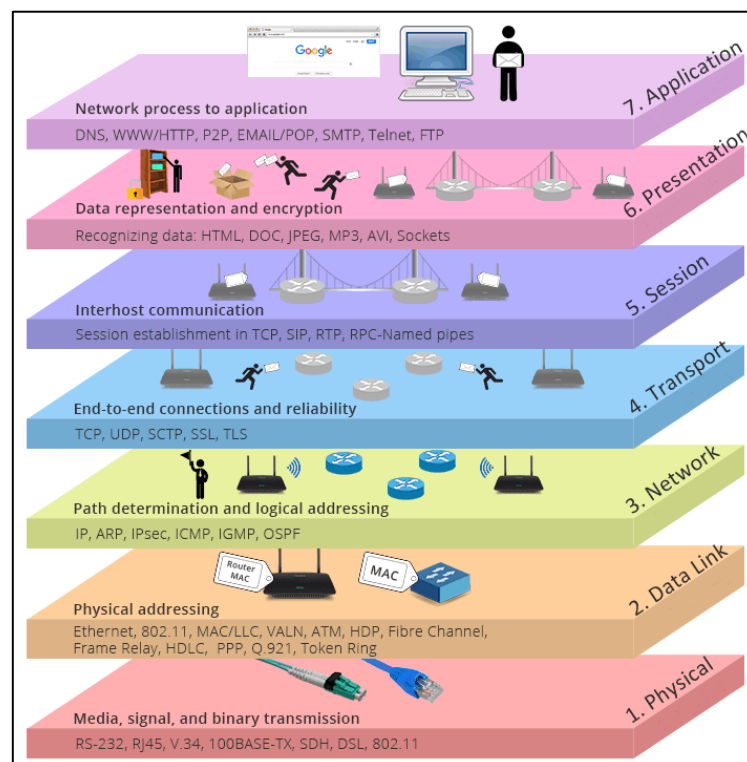


Figura 6. Capas de Modelo OSI

1. **Capa Física:** Define las características mecánicas, eléctricas y funcionales de los medios físicos de transmisión como: cables, antenas, conectores, etc.

Se encarga de la modulación, codificación y envío de bits a través del medio (Stallings, 2014)

2. **Capa de enlace de datos:** Proporciona la comunicación libre de errores entre los nodos conectados directamente, implementa mecanismos de detección y corrección de errores, así como el control del flujo de tramas.
3. **Capa de red:** Determina la ruta que seguirán los datos desde el origen hasta el destino, este utiliza como protocolos de IP para el enrutamiento y direccionamiento lógico.
4. **Capa de Transporte:** Garantiza una entrega confiable de los datos mediante protocolos como UDP (User Datagram Protocol) y TCP (Transmission Control Protocol).
5. **Capa de sesión:** Establece, mantiene y finaliza las conexiones entre aplicaciones de usuarios controlando el dialogo entre dispositivos.
6. **Capa de presentación:** Traduce formatos de datos para que sean comprendidos por las aplicaciones receptoras: codificación, compresión y cifrado.
7. **Capa de aplicación:** Ofrece servicios de la red directamente al usuario final como transferencia de archivos, navegación de web, y correo electrónico.

El modelo OSI radica en la capacidad para estandarizar y estructurar la arquitectura de las redes de comunicación facilitando la interoperabilidad entre tecnologías y fabricantes, permite también identificar de manera precisa en qué nivel ocurren los fallos de red mejorando los procesos de diagnóstico y mantenimiento (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

2.2.6 Cableado estructurado

Constituye la base física de una red de comunicación, dando soporte para la transmisión de datos, video y voz en un entorno controlado, este está regido por normas internacionales como ISO/IEC 11801, ANSI/TIA-569 Y ANSI/TIA-568, establecen los parámetros técnicos de diseño, certificación de sistema (ANSI/TIA 568.2-D, 2017) e instalación.

El cableado estructurado se compone de seis subsistemas principales:

1. Cableado Horizontal: El cual enlaza las salidas de telecomunicaciones con el panel de distribución medio, utilizando cables de cobre categorías 6, 6A.

2. Área de trabajo: El punto donde el usuario final se conecta a la red mediante tomas RJ45 y cables de parcheo.
3. Cuarto de telecomunicaciones: Espacio físico destinado a alojar los equipos de paneles, terminaciones y conmutación.
4. Cableado vertical: Este conecta los diferentes pisos, normalmente mediante fibra multimodo u monomodo.
5. Cuarto de equipos: Es un área donde se instalan los servidores, dispositivos de distribución y switches principales.
6. Entrada de servicios: Es el punto donde llegan servicios externos del proveedor hacia la red interna.

Las normas ISO/IEC 11801:2017 y TIA-568.2-D especifican las distancias máximas que permite el cableado de cobre que son 90 metros de enlace permanente y 100 metros (incluyendo patch cords), también como los requerimientos de diafonía, atenuación y retorno de pérdida (ISO/IEC, 2017).

También se recomienda mantener la infraestructura bajo condiciones que estén controladas como la humedad, temperatura y separación de interferencias electromagnéticas, para así garantizar la integridad de la señal y durabilidad del sistema.

2.2.6.1 Tipos de Cables que se utilizan en redes

El cableado estructurado constituye a uno de los elementos fundamentales de cualquier red, ya que nos permite la transmisión física de datos entre dispositivos que conforman la infraestructura tecnológica, existen diferentes tipos de cables, cada uno tiene características particulares de desempeño, alcance, velocidad. Los más empleados en los entornos institucionales y telecomunicaciones son los siguientes:

1. Cable de par trenzado UTP/STP/FTP

Es el cable más utilizado en las redes LAN debido a la facilidad de instalación, versatilidad y costo accesible, está formado por pares de hilos de cobre entrelazados que reducen la interferencia electromagnética.

- **UTP:** No posee blindaje adicional, se utiliza en edificios y oficinas por su simplicidad y buen rendimiento.

- **STP:** Incorpora blindaje metálico alrededor de los pares, lo que mejora la protección contra interferencias externas, recomendado para ambientes industriales.
- **FTP:** Tienen una lámina metálica que envuelve todos los pares, dando un nivel de protección intermedio entre UTP Y STP.

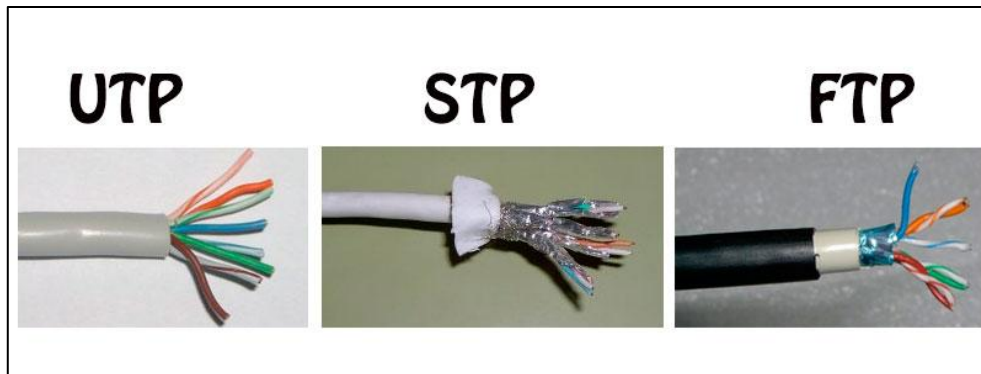


Figura 7. Cables por trenzado

Clasificación:

Cat 5e: Hasta 1 Gbps.

Cat 6: Hasta los 10 Gbps a distancias cortas.

Cat 6A: Los 10 Gbps hasta 100 metros.

Cat 7 y 7A: Creencias más altas y mejor blindaje.

Cat 8: Velocidades que superan las 25 a 40 Gbps para centros de datos.

2.2.7 Switches

Son dispositivos que son esenciales para las redes de datos modernas, son los encargados de interconectar múltiples equipos dentro de una LAN y de dirigir los paquetes de datos de manera eficiente hacia el destino correcto.

Estos trabajan en la capa de enlace de datos del Modelo OSI y en algunos casos en la capa de red, lo que nos permite realizar tareas avanzadas como el enrutamiento interno, control de tráfico y segmentación por VLAN (Stallings, 2014).

Según (Cisco, 2023), los switches funcionan mediante el uso de direcciones MAC ayudan a identificar los dispositivos conectados en cada puerto, almacenando información en una tabla de direcciones, este mecanismo posibilita que el tráfico se dirija al puerto donde está el destino mejorando así la eficiencia de la red reduciendo colisiones.

Categorías de Switches:

- **Switches Gestionables:** Estos incluyen interfaz de administración para configurar las VLANs, SNMP, QoS y seguridad.
- **Switches no gestionables:** Tienen bajo costo y se los utiliza para redes pequeñas, no permiten supervisión ni configuración.
- **Switches PoE:** Suministran energía a dispositivos como teléfonos, cámaras IP o puntos de acceso inalámbricos mediante el mismo cable Ethernet
- **Switches de capa 3:** Combinan las funciones de enrutamiento y conmutación, permitiendo comunicaciones entre VLANs y toma de decisiones basadas en direcciones IP.

La elección de Switch depende del tamaño de la red, las necesidades de gestión y los requerimientos de tráfico. En las instituciones educativas, los switches gestionables con capacidad PoE son las más utilizadas, ayudan a simplificar la conexión de puntos de acceso WI-FI y mejorar a administración centralizada de la red.

2.2.8 Routers

El router es un dispositivo esencial en cualquier infraestructura de comunicaciones que permiten interconectar redes distintas, gestionar el tráfico que circula entre segmentos o subredes y dirigir paquetes de datos hacia su destino correcto. A diferencia de los Switches, operan en la capa de enlace, los routers operan en la capa 3 del modelo OSI, utilizan direcciones IP y tablas de enrutamiento para la toma de decisiones de encadenamiento (Kurose & Ross, 2021).

2.2.8.1 Funcionamientos de un router

1. **Encaminamiento:** El router selecciona la mejor ruta para cada paquete de datos mediante algoritmos como OSPF, EIGRP o BGP, permiten que los paquetes encuentren caminos alternativos en caso de congestión o fallos (Tanenbaum & Wetherall, 2011).
2. **Segmentación de redes:** Los routers dividen una red grande en subredes lógicas, mejorando la seguridad y el rendimiento.
3. **Traducción de direcciones:** La funcionalidad NAT permite que múltiples dispositivos privados accedan a internet utilizando una dirección pública, proporcionando una capa adicional de protección y optimizando el uso de espacio de direcciones (Kurose & Ross, 2021).

- 4. Administración de tráfico:** Mediante Quality of Service (QoS), los routers priorizan aplicaciones críticas, garantizando el ancho de banda estable para servicios como telefonía IP, videoconferencias o plataformas académicas.

2.2.8.2 Tipos de Routers

- 1. Routers de Borde:** Se encargan del tráfico que ingresa o sale hacia internet, manejan altos volúmenes de datos y funciones avanzadas de seguridad.



Figura 8. Router de Borde

- 2. Routers de núcleo:** Operan en el centro de redes de gran escala y están diseñados para manejar velocidades muy altas. No se conectan directamente a usuarios finales.



Figura 9. Router de núcleo

- 3. Routers de acceso:** Orientados a las redes pequeñas o medianas, como edificios académicos y oficinas, son comunes en los entornos empresariales por su bajo costo y facilidad de configuración (Forouzan, 2017).



Figura 10. Router de acceso

- 4. Routers Inalámbricos:** Integran la funcionalidad WI-FI para conectar dispositivos sin cable, son comunes en los hogares, pequeñas oficinas, permitiendo gestionar tanto redes inalámbricas como cableadas.



Figura 11. Router inalámbrico

2.2.9 Subneteo

El Subneteo permite dividir una red IP en subredes más pequeñas para mejorar la eficiencia, administración y seguridad del direccionamiento, cuando se crea subredes, se reduce el tamaño de los dominios de broadcast para optimizar el uso de direcciones disponibles dentro de una organización (Forouzan, 2017).

La subred se divide por una máscara de subred que nos indica que parte de la dirección IP corresponde a la red y qué parte al Host, como ejemplo: una red 192.168.11.0/24 puede subdividirse en cuatro subredes de 62 host cada uno utiliza una máscara /26 (255.255.255.192).

Utiliza operaciones binarias para determinar rangos válidos y las direcciones de broadcast, formula:

Numero de Subredes = 2^n , Número de host por subred = $2^h - 2$

En donde, n es el número de bits tomados para la subred y h el número de bits restantes para host

El Subneteo es fundamental para el diseño de las redes medianas y grandes porque permite controlar el tráfico, segmentar usuarios por ubicación y aplicar políticas de seguridad, también facilita la implementación de VLANs y la asignación de direcciones IP.

2.2.10 VLSM

Es una técnica de direccionamiento IP que permite crear subredes de distintos tamaños dentro de un mismo bloque, asignando a cada una la cantidad exacta de las direcciones que necesita así se evita desperdiciar direcciones y hace que la red sea más eficiente y organizada.

Supongamos que tenemos: 192.168.10.0/24

Y necesitamos subredes de 50 host

1. 50 host

Necesita 64 direcciones la máscara /26

Red asignada: 192.168.10.0/26

Rango: 192.168.10.1 a 192.168.10.62

VLSM nos permite repartir un bloque grande como /24 en subredes más pequeñas y optimizadas:

- /26 para las redes medianas
- /27 para redes más pequeñas
- /28 para redes demasiado pequeñas

Así cada área recibe solo las direcciones que realmente se necesitan.

2.2.11 OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo)

El Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo es un instrumento utilizado para evaluar el desempeño y la calidad de enlaces de fibra óptica mediante la medición de la pérdida óptica y la localización de las fallas a lo largo del cable.

Su funcionamiento se basa en la retrodispersión de Rayleigh, fenómeno mediante el cual una porción de luz inyectada a la fibra y se refleja hacia el origen, permitiendo

así al dispositivo calcular la distancia, uniformidad y atenuación del enlace (Keiser, 2011).

Representa la potencia reflejada en función de la distancia, generando traza óptica que nos muestra los puntos donde se produce pérdidas significativas, terminaciones o empalmes, es importante para determinar:

- Ubicación exacta de roturas o fallas
- Nivel de reflectancia de empalmes o conectores
- Pérdida total del enlace
- Calidad de empalme por fusión o mecánico

OTDR es una herramienta indispensable en la instalación y mantenimiento de la fibra óptica garantiza que los enlaces cumplan estándares establecidos por la ITU-T G.652 PARA LAS FIBRAS MONOMODO y la TIA/EIA-455 para las mediciones perdidas y reflectancia.

Es importante para redes institucionales, donde se emplee la fibra óptica monomodo para interconectar edificios, perite certificar que el enlace cumpla los límites de pérdida de señal asegurando la eficiencia del sistema (Keiser, 2011).

2.2.12 Instrumentos de medición para cableado

Requiere herramientas especializadas que permitan verificar la continuidad, cumplimiento y desempeño de los estándares técnicos definidos por TIA/EIA-568 e ISO/IEC 11801. A diferencia de la fibra óptica que se analiza mediante OTDR los enlaces de cobre necesitan equipos capaces de evaluar parámetros eléctricos y de transmisión propios de medios metálicos, como diafonía, atenuación y pérdida por retorno.

Los instrumentos utilizados para medir y certificar los cables pueden clasificarse en tres categorías principales:

- **Testers o verificadores de cableado:** Se emplean para realizar pruebas básicas de continuidad y detección de fallas físicas como cortocircuitos, para abiertos, invertidos o división de pares, son utilizados principalmente en labores de instalación y diagnostico preliminar.
- **Certificadores de cableado:** Utilizados para validar que un enlace cumple con los estándares de categoría, evalúan parámetros como atenuación, NEXT, PS-NEXT, ACR-F y propagación, generando reportes formales de

certificación. Los modelos más utilizados a nivel profesional son: Fluke Networks DSX-5000 y DSX-8000.

- Analizadores de red: Permiten medir el comportamiento del cable bajo tráfico real, evaluando indicadores como latencia, velocidad efectiva, capacidad de medio y pérdida de paquetes, son útiles cuando se requiere validar el rendimiento del enlace dentro del entorno operativo de red.

2.2.13 Normas ISO, TIA e IEEE aplicadas a redes

Las ISO/ IEC 11801_2017 es global para el diseño de cableado en edificios comerciales, campus educativos y residenciales, define la arquitectura del sistema, las categorías de cableado: Cat 5e, Cat 6, Cat 6^a, Cat 7, y la topología de conexión.

Esta norma es aplicable para cobre y fibra óptica, tiene recomendaciones sobre distancia, pérdidas y parámetros de diafonía.

2.2.13.1 Normas TIA/EIA

Establecen parámetros específicos para instalaciones de Latinoamérica y EEUU, las más relevantes son:

- **TIA/EIA-568.2-D (2018):** Especifica el cableado que se necesita que sea y par trenzado balanceado para transmisión de datos hasta 10 Gbps.
- **TIA/EIA-569-D:** regula espacios físicos, rutas de cableado y canalizaciones.
- **TIA/EIA-606-B:** Define la administración y el sistema etiquetado.

Son los más fundamentales para garantizar que el cableado cumpla con la seguridad, la calidad eléctrica y el orden físico requeridos en una red institucional.

2.2.12.2 Normas IEEE

El Instituto de Ingenieros eléctricos y electrónicos define los estándares que rigen la transmisión de datos en redes MAN, WAN y LAN.

Los más importantes:

- **IEEE 802.3:** Es el estándar Ethernet, base de la comunicación cableada.
- **IEEE 802.11:** Este regula las redes inalámbricas WI-FI.
- **IEEE 802.1Q:** Encapsulación de tramas por VLANs.
- **IEEE 802.1X:** Mecanismos de autenticación y control de acceso en redes empresariales.

Estos estándares permiten desarrollar infraestructura de red seguras, compatibles y escalables con múltiples fabricantes y tecnologías, esto asegura la longevidad del sistema y facilidad de mantenimiento (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

2.2.14 Protocolos de seguridad en redes inalámbricas

Los protocolos de seguridad para las redes inalámbricas están principalmente definidos por lo que es el estándar IEEE 802.11, el cual establece mecanismos de control de acceso, cifrado y autenticación entre los dispositivos clientes y la infraestructura de red, de los protocolos más utilizados podemos mencionar WPA2, WPA3... etc., que utilizan el algoritmo de cifrado AES (Advanced Encryption Standard) para proteger la información transitada y evitar accesos no permitidos.

WPA2 es un protocolo de seguridad inalámbrica basado en el estándar IEEE 802.11i, cuyo objetivo es proteger el acceso y la información transmitida en redes Wi-Fi. Utiliza el algoritmo de cifrado AES, que garantiza la confidencialidad e integridad de los datos, siendo ampliamente utilizado en entornos institucionales y educativos.

WPA3 es la versión más reciente de los protocolos de seguridad Wi-Fi y mejora los mecanismos de autenticación y protección de datos frente a ataques de fuerza bruta. Incorpora métodos de autenticación más seguros y un mayor nivel de cifrado lo que lo hace adecuado para redes de alta densidad de usuarios, como los campus universitarios.

Adicionalmente, el estándar IEEE 802.1X permite implementar un control de acceso basado en autenticación individual de usuarios mediante servidores RADIUS, lo que resulta especialmente útil en entornos institucionales, ya que posibilita una gestión más segura y controlada del acceso a la red inalámbrica.

Respecto a la aplicación de la seguridad, como ya hemos visto en el capítulo 1, la distribución de la seguridad se realiza entre los puntos de acceso inalámbricos y las controladoras inalámbricas, cumpliendo cada uno un papel complementario. Concretamente, son los puntos de acceso (APs) los que aplican los protocolos de seguridad estrictamente hablando, en función del trato y/o interacción con los usuarios, realizando los procesos de autenticación, cifrado e identificación de los dispositivos a la red. Las controladoras de puntos de acceso inalámbricos permitirán la administración y centralización de las políticas de seguridad de manera que todos los puntos de acceso inalámbricos estén bajo las mismas

configuraciones, lo que permite gestionar, monitorizar y controlar la red inalámbrica institucional.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Enfoque Mixto

Según (Monje, 2011), el enfoque mixto permite combinar las técnicas cualitativas y cuantitativas para obtener así una visión más amplia del fenómeno estudiado, se considerará el enfoque mixto para evaluar la situación actual de la red inalámbrica en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a partir de la información obtenida en la evaluación, se propondrá una solución que se base en datos técnicos y en la percepción de los usuarios.

Enfoque cualitativo: Se considera para analizar la experiencia de los usuarios en la red actual, determinando así los principales problemas de conectividad a partir de las entrevistas semiestructuradas a estudiantes, docentes y personal técnico, así como a partir de la revisión de documentos técnicos que traten sobre redes inalámbricas en entornos educativos.

Enfoque cuantitativo: Permite la recopilación y el análisis de datos de la cobertura y el rendimiento de la red inalámbrica actual mediante herramientas de medición como mapas de calor y pruebas de velocidad, además se realizarán encuestas estructuradas a los usuarios para cuantificar el impacto de los problemas de conectividad y la efectividad de la propuesta de mejora.

3.1.2. Metodología

Para el desarrollo se empleó la metodología Top Down, un enfoque que inicia desde la comprensión global del problema y avanza hacia los detalles técnicos del diseño, este método nos permite analizar primero las necesidades reales del entorno y luego construir una solución lógica y física que responda a esos requerimientos de una manera coherente y ordenada.

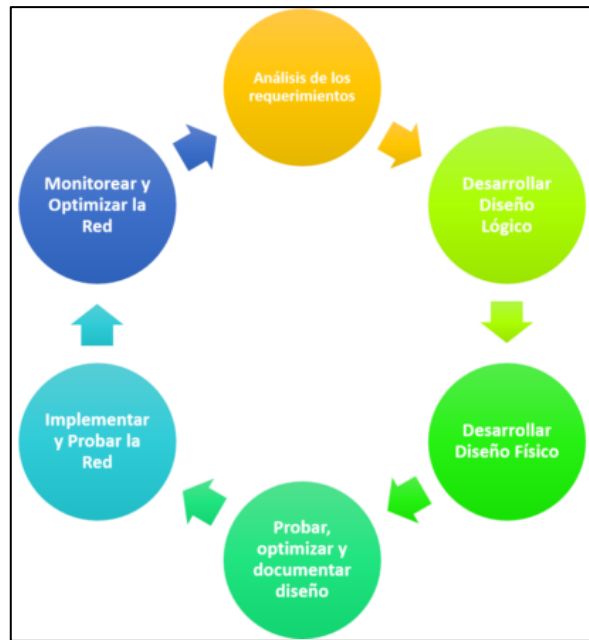


Figura 12. TOP-DOWN

En este trabajo se aplican únicamente las fases de la metodología:

- **Análisis de los requerimientos** donde se estudia la cobertura actual, la distribución de los puntos de acceso y las condiciones arquitectónicas que afectan la señal.
- **Diseño lógico** en el cual se define la estructura de la propuesta de la red, criterios de distribución y números de AP necesarios.
- **Diseño físico** utiliza herramientas de simulación para proyectar la ubicación exacta de los equipos y la intensidad de señal esperada.

Las fases de implementación y monitoreo operativo no forman parte de la investigación porque el alcance del estudio es únicamente proponer una solución técnica, sin ejecutar alguna instalación, estos procesos se podrán realizar más adelante por parte de la institución si decide adoptar la propuesta, no se descartan, pero no son parte del alcance académico del presente documento.

3.1.3. Tipo de Investigación

La presente investigación esta principalmente dentro del enfoque cuantitativo, dado a que se fundamenta en la obtención, análisis e interpretación de datos numéricos relacionado con la intensidad de señal, pérdidas de propagación y cobertura de la red inalámbrica implementada en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Los resultados que se esperan obtener en la simulación permitirán medir variables físicas

expresadas en unidades como los decibelios, porcentajes de cobertura, distancias en metros y distancias.

Según (Monje, 2011), la investigación cuantitativa utiliza la recolección de datos para probar hipótesis o responder preguntas de investigación midiendo variables y analizando resultados estadísticamente. En este contexto la aplicación de herramientas de modelado y simulación en el software Huawei WLAN Planner permitirá un análisis riguroso y verificable de la situación actual y la propuesta de la red inalámbrica en el campus.

3.1.3.1 Investigación descriptiva

Se orienta a especificar las condiciones y características actuales de la red inalámbrica en los diferentes edificios del campus, se analizará las propiedades físicas de los espacios, ubicaciones de puntos de acceso y los niveles de señal del campus de la universidad, este tipo de investigación permitirá detallar la cobertura existente y la relación entre materiales estructurales y la pérdida de señal, se va a describir el estado actual de la infraestructura inalámbrica del campus de la universidad.

3.1.3.2. Investigación explicativa

Complementariamente el trabajo también adopta un carácter explicativo, ya que no solo se limita a describir la cobertura existente, sino que también analiza las causas técnicas que generan variaciones de la intensidad de señal.

Mediante la simulación se podrá verificar como pueden influir los factores como el espesor de los materiales, la densidad de los muros y la distancia entre puntos de acceso en la calidad del enlace inalámbrico.

Este nivel explicativo permitirá comprender el porqué de los problemas de conectividad, proporcionando fundamentos que servirán para justificar las propuestas de optimización y diseño futuras.

3.1.3.3. Investigación no experimental

Las variables no van a ser manipuladas de manera deliberada, en lugar de alterar la infraestructura física, se realizará una observación controlada y una simulación computacional del comportamiento real de la red bajo las condiciones existentes.

Según la guía metodológica TIC, la investigación no experimental se basa en la observación de fenómenos tal como se dan en el contexto natural para analizarlos

estadísticamente con posterioridad, en este caso, los resultados que se van a obtener del software Huawei WLAN Planner representaran fielmente el desempeño actual de la red sin intervención sobre los equipos ni alteración del entorno físico.

3.1.3.4 Investigación aplicada

Su objetivo principal no es la generación teórica sino la resolución de un problema tecnológico real-. Mejorar la cobertura y conectividad WI-FI del campus universitario.

La información que se va a generar mediante la simulación y análisis va a servir como base para diseñar una propuesta técnica de la optimización.

(Monje, 2011), señala que la investigación aplicada busca "proporcionar soluciones concretas a necesidades detectadas en el contexto", lo que se refleja en la propuesta de rediseño que se va a presentar en los resultados.

3.2. IDEA A DEFENDER

La repotenciación de la red inalámbrica institucional permitirá establecer una conectividad más estable, eficiente y de mayor cobertura, lo cual optimizará el acceso a plataformas digitales y recursos educativos, disminuirá las zonas de saturación y mejorará la experiencia de navegación. Esta mejora contribuirá directamente a fortalecer la innovación tecnológica en el ámbito académico y a responder de manera efectiva a las necesidades actuales de la comunidad educativa.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En el desarrollo de esta investigación se definen dos variables que permiten medir y analizar los aspectos técnicos relacionados con la conectividad inalámbrica dentro del campus de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Estas variables se formulan con base a los objetivos planteados que busca diagnosticar la situación actual de la red institucion y establecer la propuesta de optimización en evidencia técnica.

3.3.1 Variable Independiente

Se relaciona con las condiciones físicas y desempeño del sistema de conectividad implementado en la Universidad, a través de esta variable se evalúan los factores medibles como la intensidad de señal, la cobertura y la estabilidad de red.

Los datos se obtendrán mediante la simulación con herramientas de diagnóstico especializadas, lo que permitirá visualizar los niveles de señal y las áreas de mayor o menor alcance de cada edificio.

Tabla 1. Variable independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Red Inalámbrica	Condición técnica del sistema de conectividad inalámbrica que opera en la Universidad, medida en términos de capacidad, cobertura y estabilidad.	Cobertura de la red	Porcentaje de las áreas con la señal estable	Observación técnica	Mapas de calor
		Intensidad de la señal	Intensidad promedio de la señal (dBm)	Observación técnica	Software de análisis Wi-Fi
		Escalabilidad	Propuesta de añadir nuevos AP	Análisis técnico	Mapas de calor

3.3.2 Variable dependiente

La variable dependiente instituciones educativas está relacionada con el entorno en el que se desarrolla el estudio, se va a analizar el impacto de la red inalámbrica sobre el funcionamiento administrativo y académico.

En esta variable se considera la relación entre calidad del servicio y las actividades en los espacios educativos y tomando en cuenta la experiencia de los usuarios y el uso que le dan a la red en la universidad.

Tabla 2. Variable dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Instituciones educativas	Entorno académico en el cual está la red inalámbrica y se analiza la influencia en los procesos de enseñanza, gestión administrativa y aprendizaje.	Percepción de la velocidad	El grado de satisfacción del servicio de red inalámbrica disponible	Encuesta	Cuestionario
		Accesibilidad	Disponibilidad del servicio en las áreas académicas.	Encuesta	Cuestionario
		Impacto académico	Relación entre la conectividad y el desarrollo de las actividades.	Entrevista/ Encuesta	Cuestionario
		Satisfacción Institucional	Nivel de conformidad con el servicio actual de la red inalámbrica	Encuesta	Cuestionario

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

En el presente trabajo se aplicaron métodos no experimentales, ya que no se realizó manipulación directa de variables, si no que se analizó el comportamiento real de la red existente en su entorno natural, el estudio se desarrolló en la Universidad Politécnica Estatal de Carchi, se evaluaron los parámetros técnicos y la experiencia de los usuarios con el uso de la red inalámbrica.

3.4.1 Definición de análisis estadístico a realizar

Para el tratamiento de resultados se empleará un análisis correlacional y descriptivo, orientado a identificar relaciones entre los valores técnicos de rendimiento y las respuestas de los usuarios a la accesibilidad y satisfacción.

Los datos se procesarán mediante gráficos comparativos y mapas de calor generados del software Huawei WLAN Planner que permitirán visualizar las zonas de alta y baja cobertura dentro del campus universitario.

3.4.2 Definición de los datos y métodos de evaluación

Los datos se clasifican en:

- Datos técnicos que se los va a obtener a través de las simulaciones, midiendo la cobertura.
- Datos perceptivos que se los va a recolectar mediante encuestas aplicadas a estudiantes, personal administrativo y docentes, para conocer el nivel de satisfacción y utilidad de la red dentro de actividades académicas.

3.4.3 Definición de los factores de estudio

Los factores analizados corresponden a las variables dependientes e independientes:

- La red inalámbrica como la variable independiente que se mide a través de parámetros técnicos y de rendimiento.
- Las instituciones educativas como la variable independiente, que es entendida como el entorno donde se observa el impacto de la red inalámbrica sobre los procesos administrativos y académicos.

3.4.4 Procedimiento metodológico

El procedimiento se estructura en tres fases:

1. **Diagnóstico técnico:** Recopilación de información sobre la infraestructura actual de la red inalámbrica, levantamiento de los planos arquitectónico,

registro de los materiales de construcción y la simulación inicial de la señal de WI-FI actual.

- 2. Análisis de resultados:** Procesamiento de datos que se obtuvieron mediante el software Huawei WLAN Planner, la elaboración de los mapas de calor y la evaluación de zonas de pérdidas de señal.
- 3. Propuesta de mejora:** Rediseño del sistema inalámbrico considerando las normas de la IEEE 802.11.

Cada fase se documentará con evidencias visuales que demuestren la trazabilidad del proceso.

3.4.5 Técnicas e Instrumentos

Tabla 3. Tipos de datos

Tipo de dato	Técnica empleada	Características	Instrumento
Cuantitativos	observación estructurada	Registro sistemático de la cobertura.	Software Huawei WLAN Planner
	Encuesta	Recolección de los datos sobre la satisfacción de la red inalámbrica	Cuestionario Google Forms
Cualitativos	Entrevista	Recopilación de la información de la red actual y de información de los equipos como APs.	Guía de entrevista
	Análisis técnico	Revisión de estándares IEEE 802.11 y los manuales de Huawei para fundamentar las soluciones.	Libros

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1 Análisis Estadístico de la Entrevista

Se aplicó una entrevista estructurada a un responsable del área de TIC de la Universidad, este instrumento permitió acceder a datos técnicos actualizados sobre la infraestructura inalámbrica institucional.

La entrevista incluyó preguntas específicas relacionadas con la topología de la red inalámbrica, estándares WI-FI implementados, direccionamiento IP, características de los puntos de acceso, segmentación de VLANs, mecanismos de seguridad y distribución de cobertura en los edificios, al tratarse de un responsable del área la información proporcionada resulta confiable y representa el funcionamiento real del sistema.

Los datos obtenidos permiten comprender el estado actual de la red inalámbrica desde la perspectiva técnica identificar las limitaciones existentes y contar con insumos precisos para sustentar el análisis y la formulación de la propuesta de repotenciación que se va a desarrollar posteriormente.

Entrevista

1. ¿Qué topología de red inalámbrica utiliza actualmente la universidad en su infraestructura?

La universidad cuenta con una topología tipo estrella. En donde el nodo principal es la controladora Wireless mientras que cada uno de los APs se conectan por medio de los switches de acceso que se ubican en cada uno de los pisos de los edificios de la Institución

2. ¿Qué estándares de comunicación Wi-Fi se encuentran implementados en la red inalámbrica institucional?

Hoy se está trabajando con el estándar WiFi 6.

3. ¿Cómo está organizada la segmentación de la red inalámbrica mediante VLANs dentro de la universidad?

La segmentación dentro de toda la red de datos se encuentra segmentada, y para la red wifi se tiene dos VLANs asignadas, una para administración de equipos WiFi y otra para navegación

4. ¿Qué esquema de direccionamiento IP se aplica en la red inalámbrica institucional?

Las dos VLANs institucionales utilizan el siguiente direccionamiento. VLAN management un pool /24 mientras que la VLAN de navegación es un pool /19

5. ¿Cuáles son las características técnicas de los puntos de acceso instalados en la red inalámbrica del campus?

Las características técnicas generales son:

- Estándar Wi-Fi: Wi-Fi 6 (802.11ax)
- Compatible con 802.11a/b/g/n/ac
- Frecuencias: Dual-band simultáneo 2.4 GHz y 5 GHz
- Capacidad y rendimiento:

- Velocidad total: hasta 5.95 Gbps
- 2.4 GHz: hasta 1.148 Gbps
- 5 GHz: hasta 4.8 Gbps
- OFDMA y MU-MIMO para múltiples dispositivos simultáneos

6. ¿Qué mecanismos de seguridad se implementan para proteger el acceso y la información en la red inalámbrica?

Hoy es un acceso libre en la autenticación de dispositivos, pero se encuentra aplicado políticas de navegación a contenido. Próximamente se implementará la autenticación por medio del correo institucional en la red EDUROAM

7. ¿Qué normativas o políticas institucionales regulan la administración y el uso de la red inalámbrica?

Aun no existen normas o políticas para la administración y el uso de la red inalámbrica, más sin embargo existen políticas sobre Protección de Datos, Uso de Internet, Uso de Usuarios y Contraseñas de los servicios institucionales

8. ¿La red inalámbrica institucional incluye conectividad hacia las fincas o instalaciones externas de la universidad?

No, la red de datos se encuentra implementada solamente en el campus principal de la Institución

9. ¿Cómo está distribuida la cobertura inalámbrica en los diferentes edificios del campus?

Los AP se encuentran distribuidos en cada uno de los pisos. Para los edificios de Aulas 1, 2, 3 y 4 se han implementado 5 AP en cada piso. Para el Edificio de Posgrado 6 AP cada piso. Para el edificio de laboratorios 2 AP cada piso. Mientras que en los demás edificios aún se dispone de equipos obsoletos.

3.5.2 Análisis Estadístico de la Encuesta

Con el propósito de complementar la interpretación de los datos y mostrar de una manera clara la distribución de las respuestas obtenidas mediante el formularios que se aplicó a la comunidad universitaria, se presentan a continuación los gráficos, cada figura corresponde a uno de los ítems de los instrumentos y nos permite visualizar el porcentaje de selección de cada categoría, facilitando la identificación de

tendencias y patrones sobre la percepción del servicio inalámbrico dentro del campus de la Universidad.

Pregunta 1. Grupo al que pertenece el encuestado

Evidencia que la mayoría de las participantes corresponde al grupo estudiantil, seguido por los docentes y el personal administrativo, esta proporción es coherente con la estructura poblacional del campus y garantiza que la información recopilada presente adecuadamente a los usuarios que hacen uso intensivo de la red inalámbrica, el predominio estudiantil hace obtener una percepción más amplia sobre el comportamiento del WI-FI en actividades académicas cotidianas.

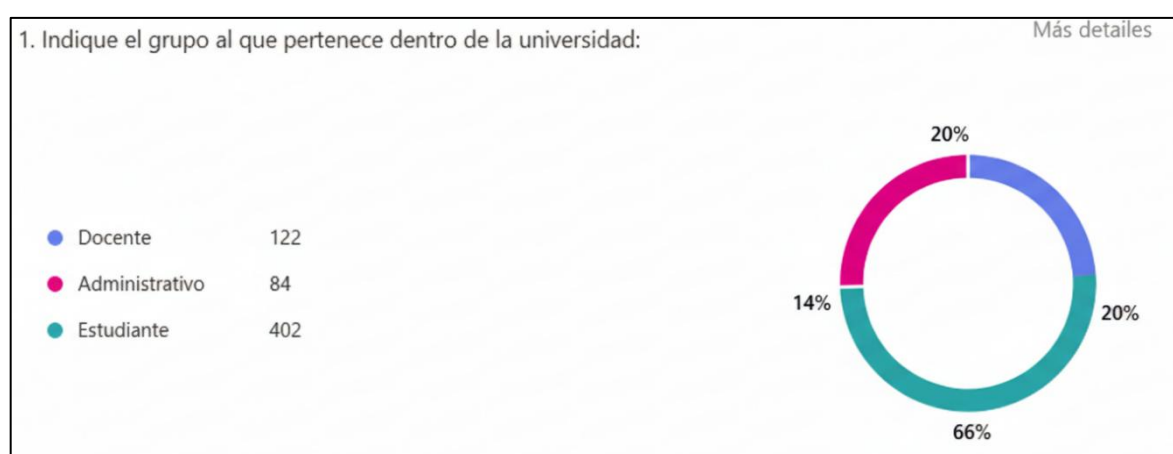


Figura 13. Grupo al que pertenece el encuestado

Pregunta 2. Problemas más frecuentes al conectarse al WI-FI

Los resultados muestran que los problemas más reportados están relacionados con la debilidad de la señal, la lentitud de la conexión y las desconexiones inesperadas, estos tres aspectos son indicadores de las deficiencias de la cobertura en determinados puntos de acceso. Sugiere que la red actual no es capaz de soportar adecuadamente la demanda en zonas de alta concentración de usuarios.

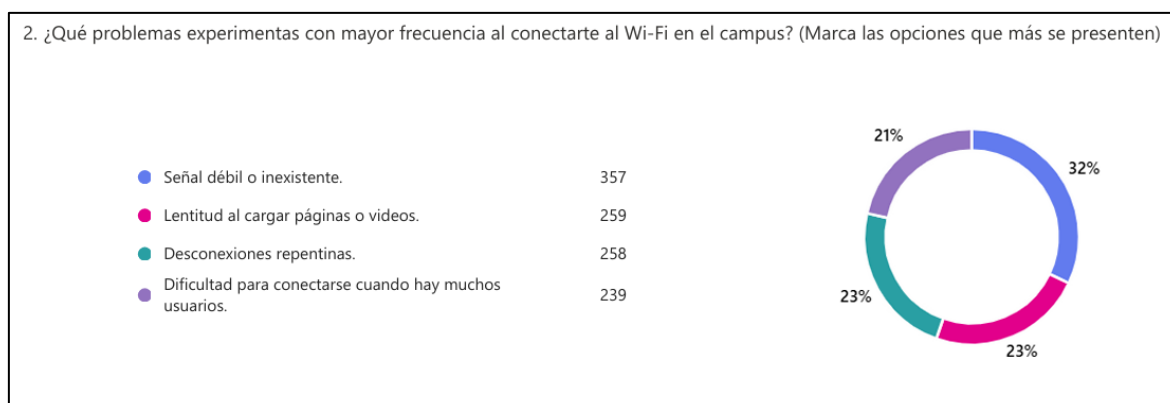


Figura 14. Problemas más frecuentes al conectarse al WI-FI

Pregunta 3. Frecuencia con la que se presentan fallas de conexión

La mayoría de los estudiantes manifestó que ante los problemas de señal suelen esperar hasta que la calidad de la conexión mejore, el 29% indicó que recurre al uso de datos móviles lo que evidencia costos adicionales para continuar con las actividades académicas, el 20% cambia de ubicación dentro del campus buscando una zona con mejor cobertura mientras que el 7% abandonan las actividades, estos resultados reflejan que la deficiente conectividad afecta directamente a la continuidad de las actividades.

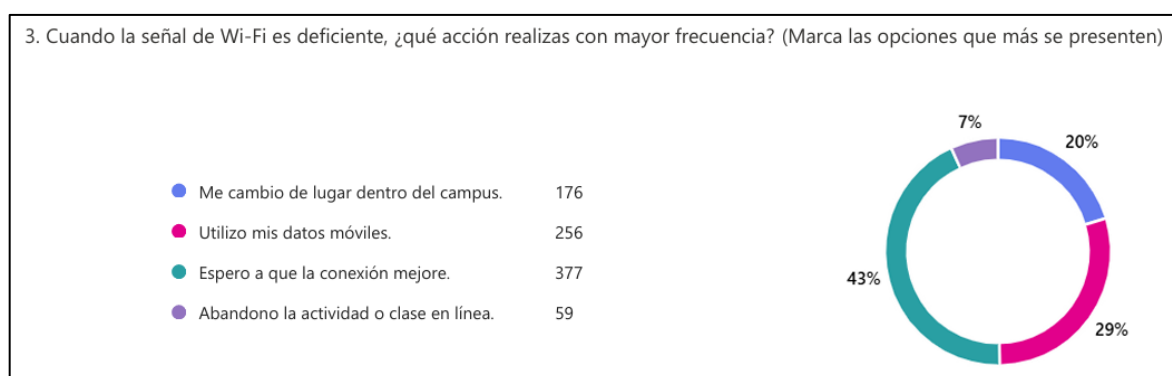


Figura 15. Fallas de conexión

Pregunta 4. Espacios que deberían contar con mejor cobertura WI-FI

El 41% de los encuestados considera que las aulas de clase son el espacio más crítico para mejorar la cobertura de la red, le siguen los laboratorios con 23%, las áreas de estudio abiertas representan un 20% mientras que la biblioteca alcanza un 15%, esto nos demuestra que los ambientes donde se desarrollan actividades académicas directas requieren de prioridad en el fortalecimiento de la red inalámbrica.

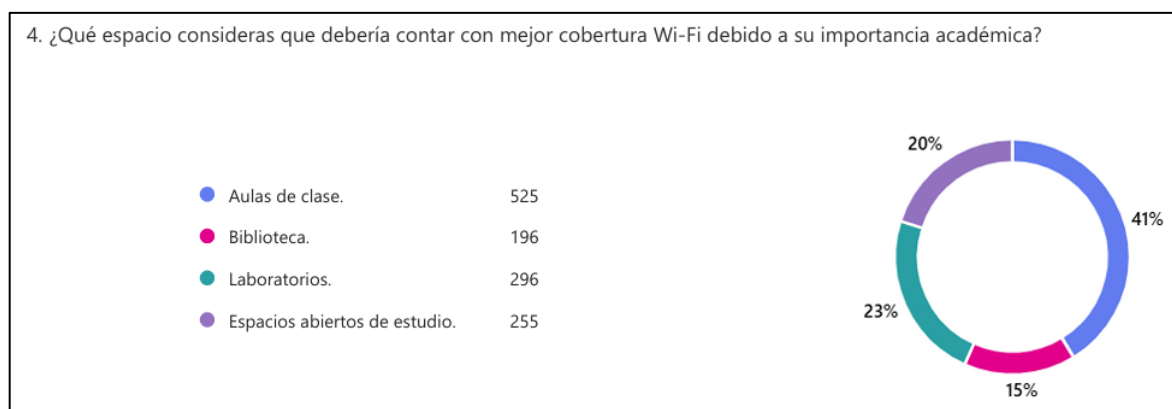


Figura 16. Espacios que deberían contar con mejor WI-FI

Pregunta 5. Estabilidad de la conexión WI-FI en horas con mayor uso

El 48% percibe la conexión como medianamente estable, el 25% la considera inestable y un 19% muy inestable, apenas el 2% indica que la conexión es muy estable, estos resultados evidencian que, en los horarios de alta demanda, la red presenta limitaciones para mantener un servicio confiable y continuo.

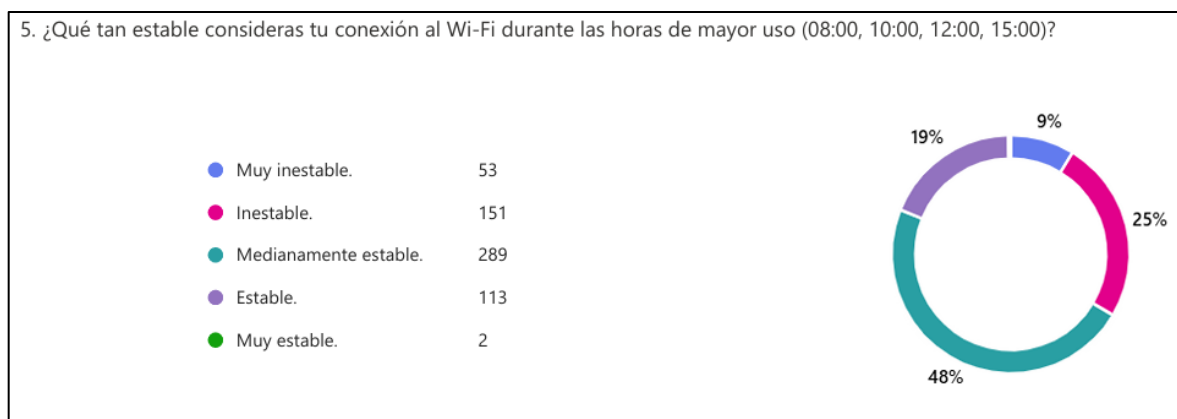


Figura 17. Estabilidad de WI-FI en horas con mayor uso

Pregunta 6. Consecuencia académica más grave

La consecuencia académica más señalada fue la dificultad de acceder am Moodle y otros materiales de estudio con el 37% seguida por la posibilidad de enviar tareas a tiempo con el 22% igual que el problema de realizar exámenes en línea y el 19% interrupciones en clases virtuales, esto demuestra que la conectividad impacta directamente en el cumplimiento académico y en el acceso de plataformas institucionales.

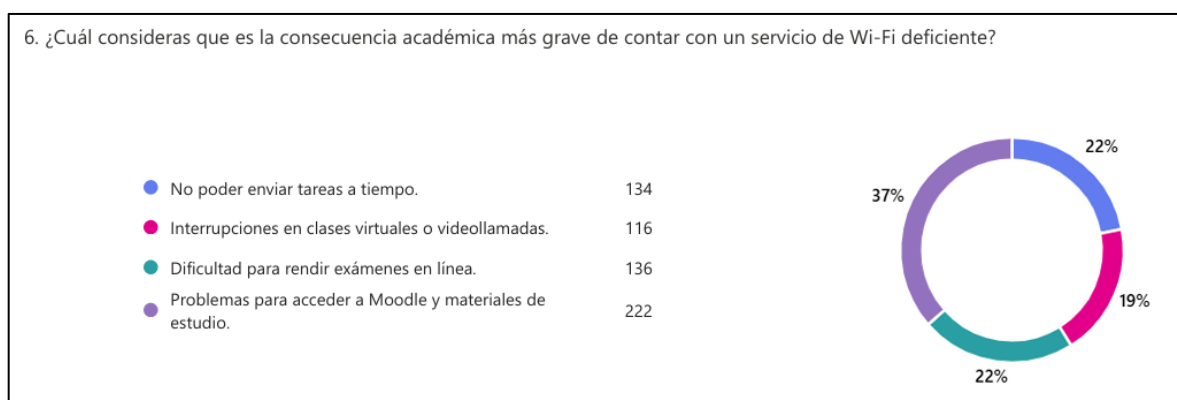


Figura 18. Consecuencia académica más grave

Pregunta 7. Nivel de importancia al contar con una buena calidad WI-FI

El 42% considera que es muy importante el 36% lo califica como importante, en conjunto el 78% reconoce que el WI-FI es un recurso esencial para su formación,

solamente el 3% piensa que tiene poca importancia, eso evidencia que la conectividad se ha convertido en un elemento central para las actividades universitarias.

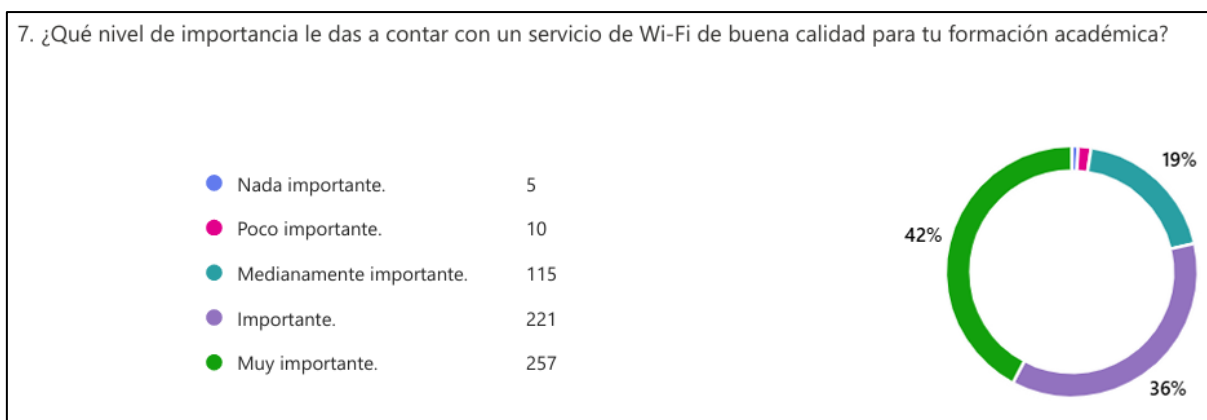


Figura 19. Nivel de importancia al contar con una buena calidad WI-Fi

Pregunta 8. Aspecto que debería priorizar si la universidad decide invertir

El 43% considera de prioridad ampliar la cobertura en todo el campus, un 25% sugiere mejorar la velocidad de navegación y el 19% que incremente la estabilidad y solo un 13% resalta la necesidad de soportar más usuarios simultáneos, esto indica que la percepción estudiantil se enfoca principalmente en eliminar zonas si cobertura antes de abordar otros aspectos operativos.

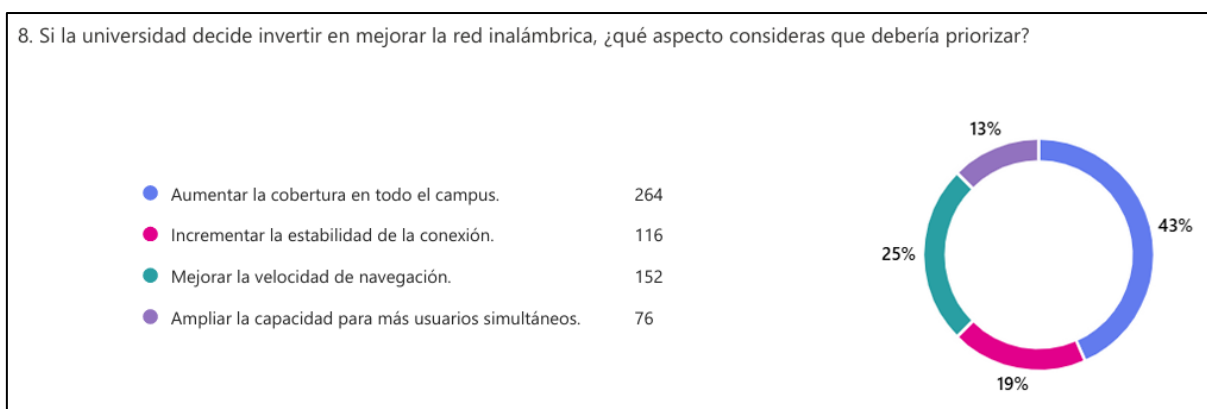


Figura 20. Aspecto que debería priorizar si la universidad decide invertir

Pregunta 9. Área del campus más crítica en cuanto a cobertura

Los resultados nos muestran que las aulas son señaladas como el sector más crítico con el 41% seguidas de las áreas comunes como los pasillos con el 23%, los laboratorios que representan al 22% y la biblioteca con el 14%, esto confirma que los entornos donde se concentra la actividad académica diaria requieren intervención prioritaria.

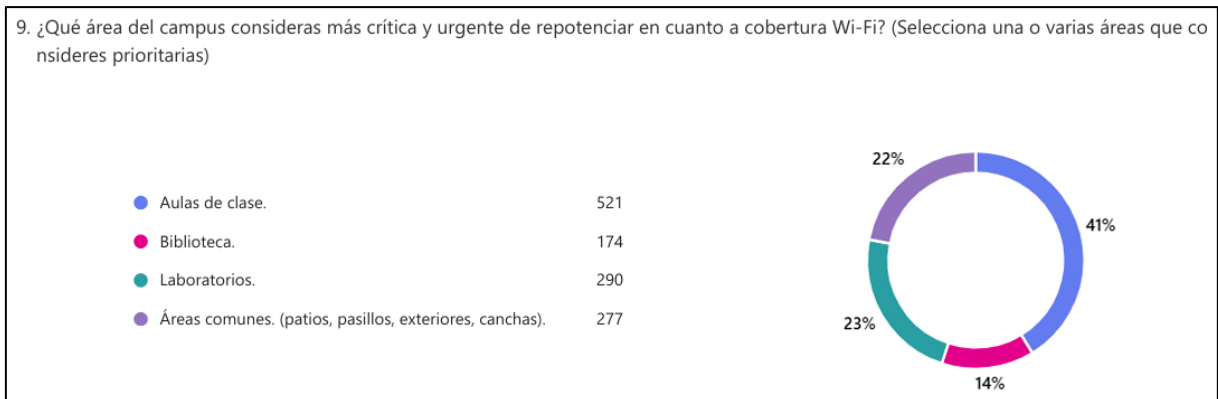


Figura 21. Área del campus más crítica en cuanto a cobertura

Pregunta 10. La saturación de usuarios afecta la calidad del servicio WI-FI

El 43% señala que la saturación afecta al desempeño del WI-FI y un 39% considera que afecta medianamente, solo un 5% opina que tiene poca incidencia, estos datos afirman que el número elevado de conexiones simultaneas es uno de los principales factores que deteriora la calidad de servicio.

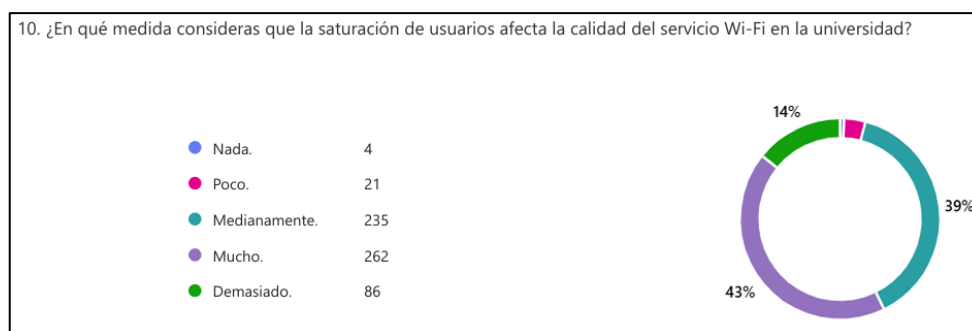


Figura 22. Medidas de saturación que afecta a la calidad de WI-FI

Pregunta 11. Qué tan necesario es repotenciar la red inalámbrica de la universidad.

El 59% indica que es muy necesario, mientras que el 37% señala que es medianamente necesario, únicamente el 4% considera que no es necesario, la percepción general revela un consenso estudiantil respecto a la urgencia de mejorar la infraestructura de conectividad inalámbrica.

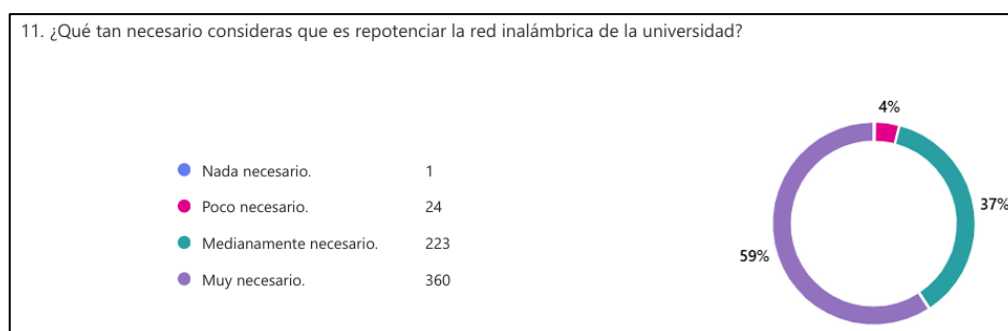


Figura 23. Nivel de importancia de la red inalámbrica de la universidad

Pregunta 12. Dificultades al enviar tareas o actividades debido a los problemas de conexión

El 49% afirma que enfrenta dificultades a veces seguido del 37% que indica que ocurre frecuentemente, solo el 2% señala que nunca ha experimentado este tipo de dificultades, esto evidencia que la inestabilidad del servicio afecta directamente al cumplimiento académico.

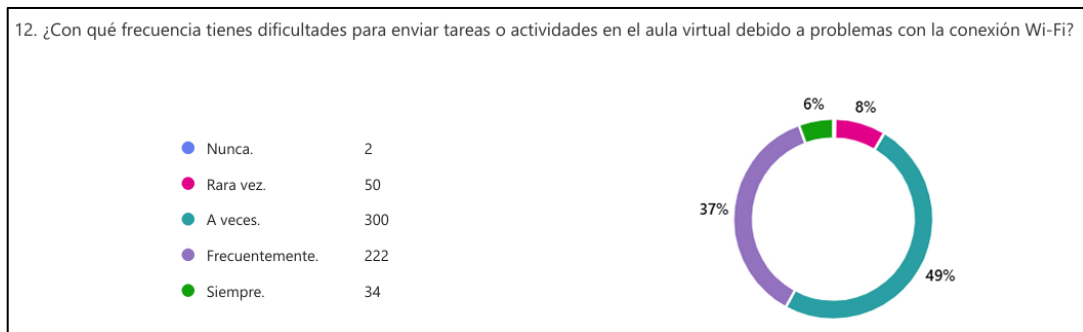


Figura 24. Nivel de problemas de conexión al enviar tareas

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Análisis de los requerimientos

Como primer paso del proceso consistió en recopilar y analizar la información de la red inalámbrica de la Universidad Politécnica estatal del Carchi, para conocer las necesidades de conectividad, los problemas actuales y los requerimientos para la repotenciación.

La información fue obtenida a través del departamento de tecnologías de la información y también del departamento de infraestructura de la Universidad, complementadas con entrevista y encuestas a los administrativos, docentes y estudiantes.

El diagnóstico nos permitió establecer que la red actual utiliza equipos Huawei con el estándar WI-FI 6 (802.11ax), administrados por una controladora central que gestiona los puntos de acceso Huawei distribuidos en los diferentes edificios, conectados mediante Switches de acceso PoE.

Aunque se dispone de tecnología moderna, se identificó inconvenientes que afectan la estabilidad de la red:

- Existencias de zonas sin cobertura o señal débil
- Velocidad inestable para la navegación en las plataformas digitales

Estos resultados reflejaron que la red actual no responde adecuadamente al número creciente de usuarios ni a la intensidad de uso administrativo y académico, por eso, se estableció la necesidad de repotenciar la red inalámbrica, incorporando una mejor distribución de los puntos de acceso y un estudio técnico que permita mejorar la cobertura en todo el campus.

4.1.2 Desarrollo de la topología lógica

La topología lógica de la red inalámbrica fue construida a partir de la información levantada en la etapa de diagnóstico y los datos proporcionados por el personal de TIC de la institución, esta estructura refleja la forma en la que se organiza el tráfico dentro de la red, las VLAN destinadas a la administración y el acceso de usuario, así como el direccionamiento IP asignado a cada segmento.

En esta etapa se establece la distribución de las VLAN utilizadas para la administración de los equipos inalámbricos y para el acceso de los usuarios, como la jerarquía lógica que integra a las controladoras, switches de acceso y AP, además presenta la planificación de direccionamiento IP correspondiente a cada edificio y zona del campus, lo que permite mantener un orden en la asignación de recursos y garantizar una gestión más eficiente de la red.

Tenemos la topología lógica y la tabla de distribución del direccionamiento IP, los cuales describen de manera detallada la estructura lógica propuesta y servirán como referencia para las fases posteriores del diseño.

4.1.2.1 Topología Lógica de la Red WiFi de la UPEC

Situación Actual

Actualmente la red de datos Wifi de la UPEC cuenta con dos Controladoras WiFi (Wireless LAN Controller WLC), una para la red antigua y otra para la red nueva.

La red antigua tiene la siguiente distribución:

- Red Wireless Management: 172.20.2.0/24
- Red Wireless Access: 172.20.72.0/21

La red nueva tiene la siguiente distribución:

- Red Wireless Management: 172.20.223.2/24
- Red Wireless Access: 172.20.224.0/19

Propuesta

La red Wifi se mantendrá trabajando en la VLAN 223 para la administración de equipos Wireless y la VLAN 224 para el acceso a servicio de red e internet de los usuarios de la red WiFi

- Red Wireless Management: 172.20.222.2/23
- Red Wireless Access: 172.20.224.0/19

Además, teniendo una distribución IP de la siguiente forma:

Tabla 4. Distribución IP

Nº	Edificio	Piso	Nombre AP	IP
1	Edificio Administrativo	Subsuelo	AP-EA-SS-01	172.20.222.11
2		Mezanine	AP-EA-MZ-01	172.20.222.12
3			AP-EA-MZ-02	172.20.222.13
4			AP-EA-MZ-03	172.20.222.14
5			AP-EA-MZ-04	172.20.222.15
6		Planta Baja	AP-EA-PB-01	172.20.222.16
7			AP-EA-PB-02	172.20.222.17
8			AP-EA-PB-03	172.20.222.18
9			AP-EA-PB-04	172.20.222.19
10			AP-EA-PB-05	172.20.222.20
11			AP-EA-PB-06	172.20.222.21
12		Primer Piso	AP-EA-PP-01	172.20.222.22
13			AP-EA-PP-02	172.20.222.23
14			AP-EA-PP-03	172.20.222.24
15			AP-EA-PP-04	172.20.222.25
16			AP-EA-PP-05	172.20.222.26
17			AP-EA-PP-06	172.20.222.27
18	Segundo Piso	AP-EA-SP-01	172.20.222.28	
19		AP-EA-SP-02	172.20.222.29	
20		AP-EA-SP-03	172.20.222.30	
21		AP-EA-SP-04	172.20.222.31	
22		AP-EA-SP-05	172.20.222.32	
23		AP-EA-SP-06	172.20.222.33	
24	Tercer Piso	AP-EA-TP-01	172.20.222.34	
25		AP-EA-TP-02	172.20.222.35	
26		AP-EA-TP-03	172.20.222.36	
27	Edificio Aulas 01	Planta Baja	AP-EA1-PB-01	172.20.222.37
28		AP-EA1-PB-02	172.20.222.38	
29		AP-EA1-PB-03	172.20.222.39	
30		AP-EA1-PB-04	172.20.222.40	
31		AP-EA1-PB-05	172.20.222.41	
32		AP-EA1-PB-06	172.20.222.42	
33		AP-EA1-PB-07	172.20.222.43	
34		AP-EA1-PB-08	172.20.222.44	
35		AP-EA1-PB-09	172.20.222.45	
36		AP-EA1-PB-10	172.20.222.46	
37		AP-EA1-PB-11	172.20.222.47	
38		AP-EA1-PB-12	172.20.222.48	
41		Primer Piso	AP-EA1-PP-01	172.20.222.51
42	AP-EA1-PP-02		172.20.222.52	
43	AP-EA1-PP-03		172.20.222.53	
44	AP-EA1-PP-04		172.20.222.54	
45	AP-EA1-PP-05		172.20.222.55	
46	AP-EA1-PP-06		172.20.222.56	
47	AP-EA1-PP-07		172.20.222.57	
48	AP-EA1-PP-08	172.20.222.58		
49	AP-EA1-PP-09	172.20.222.59		
50	AP-EA1-PP-10	172.20.222.60		
51	AP-EA1-PP-11	172.20.222.61		
52	AP-EA1-PP-12	172.20.222.62		
53	AP-EA1-PP-13	172.20.222.63		
54	AP-EA1-PP-14	172.20.222.64		
55	Segundo Piso	AP-EA1-SP-01	172.20.222.65	
56		AP-EA1-SP-02	172.20.222.66	
57		AP-EA1-SP-03	172.20.222.67	
58		AP-EA1-SP-04	172.20.222.68	
59		AP-EA1-SP-05	172.20.222.69	
60		AP-EA1-SP-06	172.20.222.70	

61			AP-EA1-SP-07	172.20.222.71
62			AP-EA1-SP-08	172.20.222.72
63			AP-EA1-SP-09	172.20.222.73
64			AP-EA1-SP-10	172.20.222.74
65			AP-EA1-SP-11	172.20.222.75
66			AP-EA1-SP-12	172.20.222.76
67			AP-EA1-SP-13	172.20.222.77
68			AP-EA1-SP-14	172.20.222.78
69	Edificio Aulas 02	Planta Baja	AP-EA2-PB-01	172.20.222.79
70			AP-EA2-PB-02	172.20.222.80
71			AP-EA2-PB-03	172.20.222.81
72			AP-EA2-PB-04	172.20.222.82
73			AP-EA2-PB-05	172.20.222.83
74			AP-EA2-PB-06	172.20.222.84
75			AP-EA2-PB-07	172.20.222.85
76			AP-EA2-PB-08	172.20.222.86
77			AP-EA2-PB-09	172.20.222.87
78			AP-EA2-PB-10	172.20.222.88
79			AP-EA2-PB-11	172.20.222.89
80			AP-EA2-PB-12	172.20.222.90
83		Primer Piso	AP-EA2-PP-01	172.20.222.93
84			AP-EA2-PP-02	172.20.222.94
85			AP-EA2-PP-03	172.20.222.95
86			AP-EA2-PP-04	172.20.222.96
87			AP-EA2-PP-05	172.20.222.97
88			AP-EA2-PP-06	172.20.222.98
89			AP-EA2-PP-07	172.20.222.99
90			AP-EA2-PP-08	172.20.222.100
91			AP-EA2-PP-09	172.20.222.101
92			AP-EA2-PP-10	172.20.222.102
93			AP-EA2-PP-11	172.20.222.103
94			AP-EA2-PP-12	172.20.222.104
95			AP-EA2-PP-13	172.20.222.105
96			AP-EA2-PP-14	172.20.222.106
97		Segundo Piso	AP-EA2-SP-01	172.20.222.107
98			AP-EA2-SP-02	172.20.222.108
99			AP-EA2-SP-03	172.20.222.109
100			AP-EA2-SP-04	172.20.222.110
101			AP-EA2-SP-05	172.20.222.111
102			AP-EA2-SP-06	172.20.222.112
103			AP-EA2-SP-07	172.20.222.113
104			AP-EA2-SP-08	172.20.222.114
105			AP-EA2-SP-09	172.20.222.115
106			AP-EA2-SP-10	172.20.222.116
107			AP-EA2-SP-11	172.20.222.117
108			AP-EA2-SP-12	172.20.222.118
109			AP-EA2-SP-13	172.20.222.119
110			AP-EA2-SP-14	172.20.222.120
111	Edificio Aulas 03	Planta Baja	AP-EA3-PB-01	172.20.222.121
112			AP-EA3-PB-02	172.20.222.122
113			AP-EA3-PB-03	172.20.222.123
114			AP-EA3-PB-04	172.20.222.124
115			AP-EA3-PB-05	172.20.222.125
116			AP-EA3-PB-06	172.20.222.126
117			AP-EA3-PB-07	172.20.222.127
118			AP-EA3-PB-08	172.20.222.128
119			AP-EA3-PB-09	172.20.222.129
120			AP-EA3-PB-10	172.20.222.130
121			AP-EA3-PB-11	172.20.222.131
122			AP-EA3-PB-12	172.20.222.132
125		Primer Piso	AP-EA3-PP-01	172.20.222.135
126			AP-EA3-PP-02	172.20.222.136
127			AP-EA3-PP-03	172.20.222.137

128			AP-EA3-PP-04	172.20.222.138
129			AP-EA3-PP-05	172.20.222.139
130			AP-EA3-PP-06	172.20.222.140
131			AP-EA3-PP-07	172.20.222.141
132			AP-EA3-PP-08	172.20.222.142
133			AP-EA3-PP-09	172.20.222.143
134			AP-EA3-PP-10	172.20.222.144
135			AP-EA3-PP-11	172.20.222.145
136			AP-EA3-PP-12	172.20.222.146
137			AP-EA3-PP-13	172.20.222.147
138			AP-EA3-PP-14	172.20.222.148
139		Segundo Piso	AP-EA3-SP-01	172.20.222.149
140			AP-EA3-SP-02	172.20.222.150
141			AP-EA3-SP-03	172.20.222.151
142			AP-EA3-SP-04	172.20.222.152
143			AP-EA3-SP-05	172.20.222.153
144			AP-EA3-SP-06	172.20.222.154
145			AP-EA3-SP-07	172.20.222.155
146			AP-EA3-SP-08	172.20.222.156
147			AP-EA3-SP-09	172.20.222.157
148			AP-EA3-SP-10	172.20.222.158
149			AP-EA3-SP-11	172.20.222.159
150			AP-EA3-SP-12	172.20.222.160
151			AP-EA3-SP-13	172.20.222.161
152			AP-EA3-SP-14	172.20.222.162
153	Edificio Aulas 04	Planta Baja	AP-EA4-PB-01	172.20.222.163
154			AP-EA4-PB-02	172.20.222.164
155			AP-EA4-PB-03	172.20.222.165
156			AP-EA4-PB-04	172.20.222.166
157			AP-EA4-PB-05	172.20.222.167
158			AP-EA4-PB-06	172.20.222.168
159			AP-EA4-PB-07	172.20.222.169
160			AP-EA4-PB-08	172.20.222.170
161			AP-EA4-PB-09	172.20.222.171
162			AP-EA4-PB-10	172.20.222.172
163			AP-EA4-PB-11	172.20.222.173
164			AP-EA4-PB-12	172.20.222.174
167		Primer Piso	AP-EA4-PP-01	172.20.222.177
168			AP-EA4-PP-02	172.20.222.178
169			AP-EA4-PP-03	172.20.222.179
170			AP-EA4-PP-04	172.20.222.180
171			AP-EA4-PP-05	172.20.222.181
172			AP-EA4-PP-06	172.20.222.182
173			AP-EA4-PP-07	172.20.222.183
174			AP-EA4-PP-08	172.20.222.184
175			AP-EA4-PP-09	172.20.222.185
176			AP-EA4-PP-10	172.20.222.186
177			AP-EA4-PP-11	172.20.222.187
178			AP-EA4-PP-12	172.20.222.188
179			AP-EA4-PP-13	172.20.222.189
180			AP-EA4-PP-14	172.20.222.190
181		Segundo Piso	AP-EA4-SP-01	172.20.222.191
182			AP-EA4-SP-02	172.20.222.192
183			AP-EA4-SP-03	172.20.222.193
184			AP-EA4-SP-04	172.20.222.194
185			AP-EA4-SP-05	172.20.222.195
186			AP-EA4-SP-06	172.20.222.196
187			AP-EA4-SP-07	172.20.222.197
188			AP-EA4-SP-08	172.20.222.198
189			AP-EA4-SP-09	172.20.222.199
190			AP-EA4-SP-10	172.20.222.200
191			AP-EA4-SP-11	172.20.222.201
192			AP-EA4-SP-12	172.20.222.202

193			AP-EA4-SP-13	172.20.222.203
194			AP-EA4-SP-14	172.20.222.204
195	Edificio de Laboratorios	Planta Baja	AP-EL-PB-01	172.20.222.205
196			AP-EL-PB-02	172.20.222.206
197			AP-EL-PB-03	172.20.222.207
198			AP-EL-PB-04	172.20.222.208
199		Primer Piso	AP-EL-PP-01	172.20.222.209
200			AP-EL-PP-02	172.20.222.210
201			AP-EL-PP-03	172.20.222.211
202			AP-EL-PP-04	172.20.222.212
203			AP-EL-PP-05	172.20.222.213
204			AP-EL-PP-06	172.20.222.214
205			AP-EL-PP-07	172.20.222.215
206		Segundo Piso	AP-EL-SP-01	172.20.222.216
207			AP-EL-SP-02	172.20.222.217
208			AP-EL-SP-03	172.20.222.218
209			AP-EL-SP-04	172.20.222.219
210			AP-EL-SP-05	172.20.222.220
211			AP-EL-SP-06	172.20.222.221
212	Edificio de Posgrado	Subsuelo	AP-EP-SS-01	172.20.222.222
213			AP-EP-SS-02	172.20.222.223
214			AP-EP-SS-03	172.20.222.224
215		Planta Baja	AP-EP-PB-01	172.20.222.225
216			AP-EP-PB-02	172.20.222.226
217			AP-EP-PB-03	172.20.222.227
218			AP-EP-PB-04	172.20.222.228
219			AP-EP-PB-05	172.20.222.229
220			AP-EP-PB-06	172.20.222.230
221			AP-EP-PB-07	172.20.222.231
222		Primer Piso	AP-EP-PP-01	172.20.222.232
223			AP-EP-PP-02	172.20.222.233
224			AP-EP-PP-03	172.20.222.234
225			AP-EP-PP-04	172.20.222.235
226			AP-EP-PP-05	172.20.222.236
227			AP-EP-PP-06	172.20.222.237
228		Segundo Piso	AP-EP-SP-01	172.20.222.238
229			AP-EP-SP-02	172.20.222.239
230			AP-EP-SP-03	172.20.222.240
231			AP-EP-SP-04	172.20.222.241
232			AP-EP-SP-05	172.20.222.242
233			AP-EP-SP-06	172.20.222.243
234			AP-EP-SP-07	172.20.222.244
235			AP-EP-SP-08	172.20.222.245
236			AP-EP-SP-09	172.20.222.246
237		Tercer Piso	AP-EP-TP-01	172.20.222.247
238			AP-EP-TP-02	172.20.222.248
239			AP-EP-TP-03	172.20.222.249
240			AP-EP-TP-04	172.20.222.250
241			AP-EP-TP-05	172.20.222.251
242			AP-EP-TP-06	172.20.222.252
243		Cuarto Piso	AP-EP-CP-01	172.20.222.253
244			AP-EP-CP-02	172.20.222.254
245			AP-EP-CP-03	172.20.222.255
246			AP-EP-CP-04	172.20.223.0
247			AP-EP-CP-05	172.20.223.1
248			AP-EP-CP-06	172.20.223.2
249	CDI	Planta Baja	AP-CDI-01	172.20.223.3
250			AP-CDI-02	172.20.223.4
251			AP-CDI-03	172.20.223.5
252			AP-COL-PB-01	172.20.222.254
253	Coliseo	Planta Baja	AP-COL-PB-02	172.20.222.255
254			AP-COL-PB-03	172.20.223.1
255			AP-COL-PB-04	172.20.223.2

256			AP-COL-PB-05	172.20.223.3
257			AP-COL-PB-06	172.20.223.4
258		Primer Piso	AP-COL-PP-01	172.20.223.5
259			AP-COL-PP-02	172.20.223.6
260	Centro Deportivo	Planta Baja	AP-CDC-PB-01	172.20.223.7

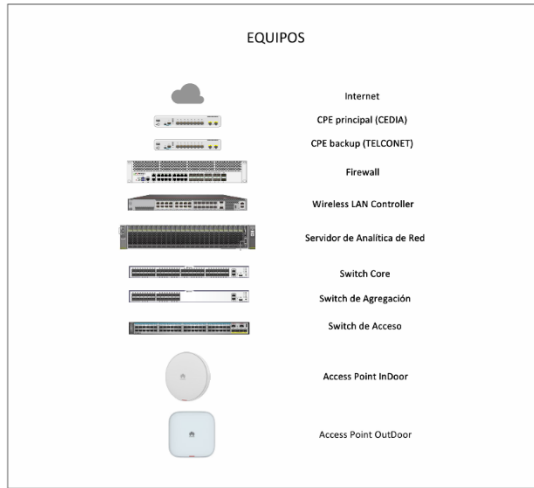


Figura 25. Equipos

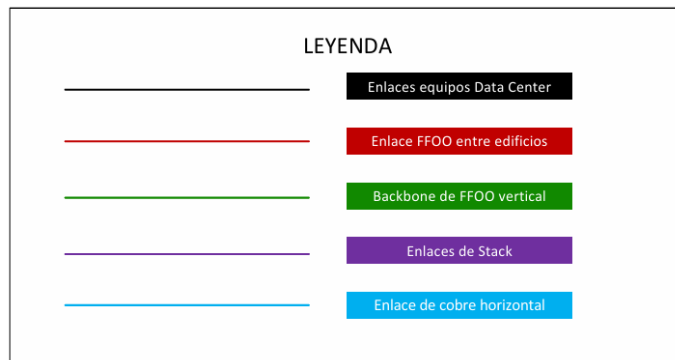
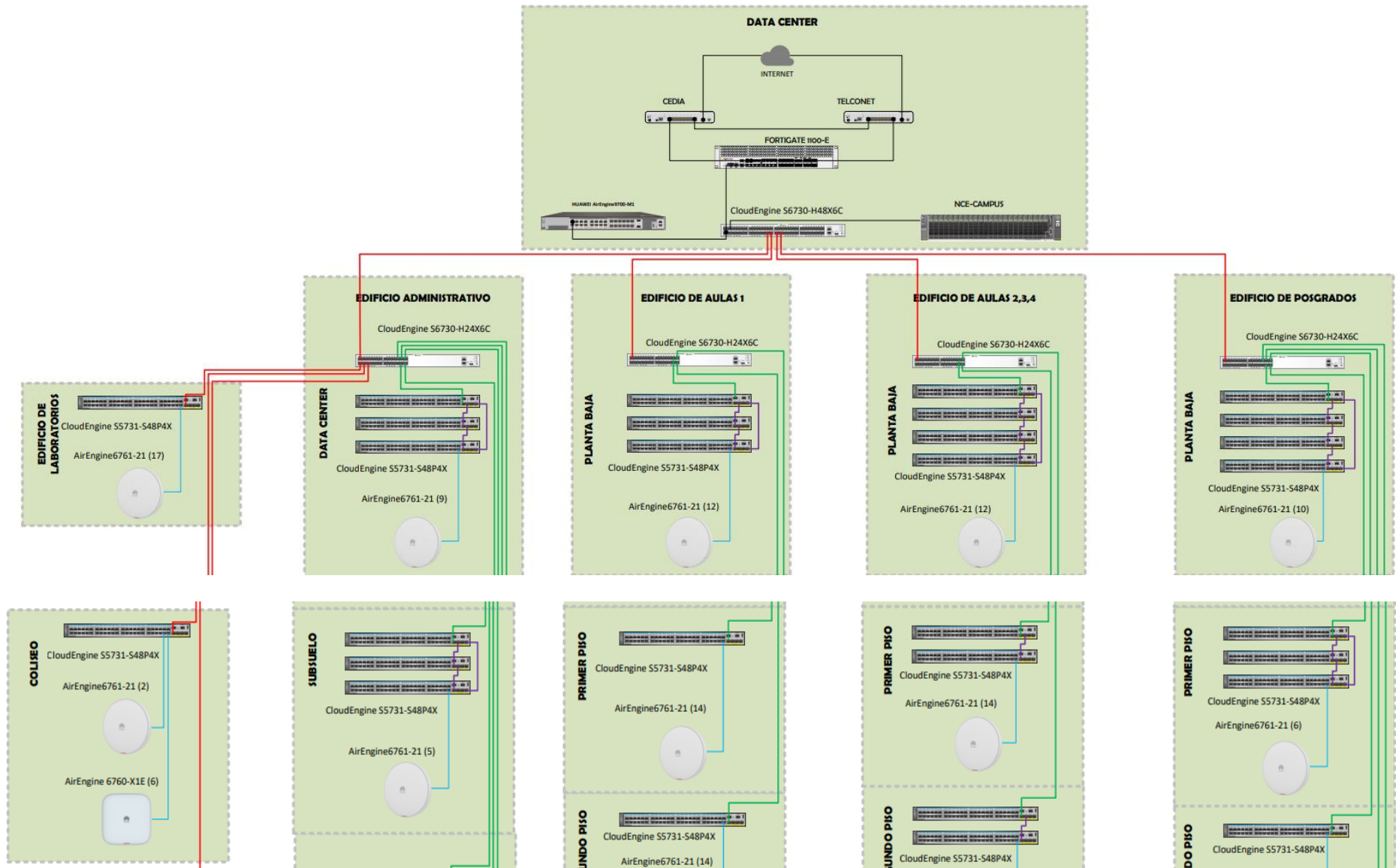


Figura 26. Leyenda



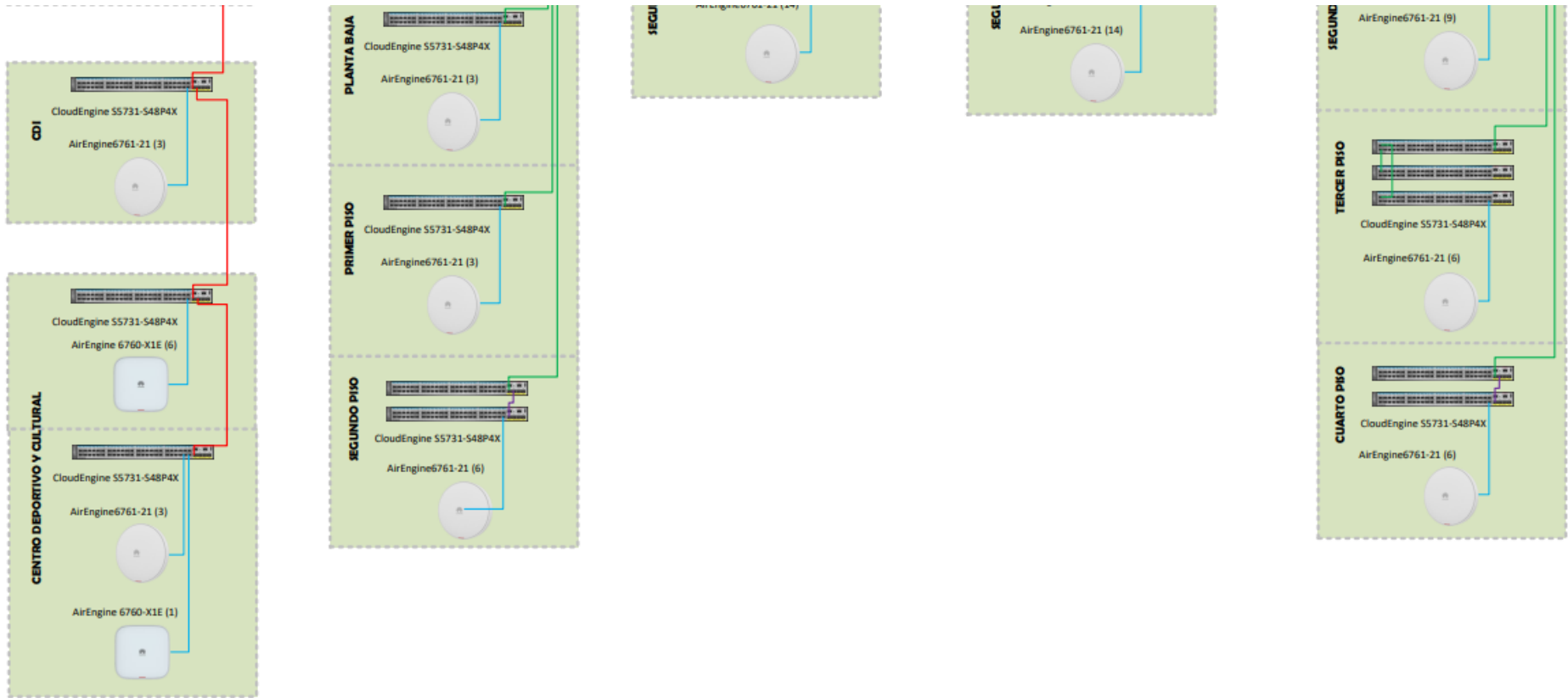


Figura 27. Diagrama Topología Lógica

La topología lógica propuesta presenta la distribución de los equipos de red en cada edificio del campus universitario, igualmente la forma en la que se interconectan entre sí y con el data center institucional, este esquema permite visualizar la ubicación jerárquica de los Switch Core, distribución de acceso junto con los puntos de acceso inalámbricos que conforman la infraestructura necesaria para garantizar una cobertura WI-FI homogénea en todos los espacios académicos y administrativos

Este diseño se organiza los enlaces troncales de la fibra óptica que conecta el Data Center con los diferentes edificios, así como los enlaces verticales y horizontales que distribuyen la red interior de cada bloque, se identifican también los dispositivos principales utilizados como la controladora inalámbrica, firewall, switches y los AP indoor y outdoor, lo que facilita comprender la disposición real de los elementos que soportan la operación de la red.

La representación gráfica incorpora la diferencia de los tipos de conexión según su función dentro de la infraestructura, permitiendo así apreciar de manera clara la estructura física del sistema de comunicaciones, esta topología constituye la base para implementar una red más robusta y acorde con las necesidades actuales del campus.

4.1.3 Desarrollo de la topología física

Se procedió a representar la infraestructura física de la red mediante el software Huawei WLAN Planner, que nos permite simular el comportamiento real de la señal inalámbrica, esto lo realizamos con los planos arquitectónicos de la Universidad que nos proporcionó el departamento de infraestructura.

El uso de la herramienta de Huawei WLAN Planner que nos permite trabajar con parámetros reales de estos dispositivos, garantizando que los resultados obtenidos de la simulación sean precisos y compatibles con la infraestructura existente se dio uso a este software porque la universidad cuenta con equipos de Huawei instalados en la red actual.

La simulación realizada en Huawei WLAN Planner se adapta fielmente a las condiciones físicas del entorno, dándonos una base técnica confiable para la propuesta de repotenciación.

4.1.3.1 Modelado de los muros, ventanas y puertas

Dentro del software se trazó ventanales, muros, puertas, ascensores y columnas de cada edificio y piso del campus de la Universidad.

Se asignó los valores de atenuación correspondientes según el tipo y espesor del material, basándose en los materiales de la universidad.

Los elementos utilizados son los siguientes:

Tabla 5. Materiales y pérdidas de señal en Huawei WLAN Planner

Elemento	Espesor	Pérdida estimada	Descripción técnica
Muro de ladrillo	240 mm	15dB a 30dB	Estructura portante principal de los edificios.
Concreto	240 mm	25dB a 35dB	Elemento estructural de alta densidad.
Puerta de madera	40 mm	3dB a 9dB	División interna liviana.
Ventanas	8 mm	4dB a 12dB	Superficie semitransparente con reflexión parcial.
Elevador	80 mm	30dB a 40dB	Zona de alta interferencia electromagnética.

La colocación de los elementos tiene como finalidad obtener la simulación precisa del comportamiento del Wi-Fi dentro del campus.

Al definir cada obstáculo con el valor de pérdida y espesor, el software nos da de forma exacta las zonas de interferencia.

4.1.4 Situación actual de la red inalámbrica

La Universidad Politécnica Estatal de Carchi cuenta con una infraestructura inalámbrica que nos brinda conectividad en el campus, el sistema actual está conformado por puntos de acceso de Huawei, que están distribuidos estratégicamente en las distintas áreas académicas, deportivas y administrativas.

Los equipos proporcionan acceso a la red institucional tanto para estudiantes como para el personal administrativo y los docentes, permitiendo la conexión de múltiples dispositivos simultáneamente.

Los puntos de acceso se encuentran instalados en los pasillos principales, que están orientados hacia zonas de mayor afluencia de usuarios como oficinas, aulas y áreas comunes, la cobertura general es aceptable, sin embargo,

Se detectan zonas con pérdida de señal en ciertos sectores, esto limita la estabilidad del servicio durante los horarios de mayor demanda.

En las siguientes figuras podremos observar la situación actual de la red inalámbrica en los distintos edificios del campus de la universidad, donde vamos a observar la ubicación de los puntos de acceso, el alcance de la cobertura y el comportamiento de la señal en cada edificio.

En los planos los AP de color rojo corresponden a los equipos actuales instalados en el campus y que presentan condición de obsolescencia, ya sea por antigüedad, bajo rendimiento o limitaciones tecnológicas. Los AP de color azul representan los equipos nuevos propuestos para instalación en espacios interiores (indoor) y los AP color verde indican los equipos nuevos destinados a la instalación de áreas externas (outdoor, diseños para soportar condiciones ambientales abiertas y cubrir zonas exteriores de uso institucional).

La escala de colores utilizada en la simulación nos indica la intensidad de la señal (RSSI), Los tonos violeta y azul representan la señal fuerte a -55dBm , los tonos verdes una cobertura media entre -55 y -65 dBm y las zonas grises una señal débil inferior a -75dBm .

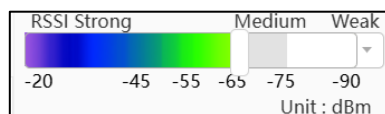


Figura 28. Indicador de Intensidad de Señal

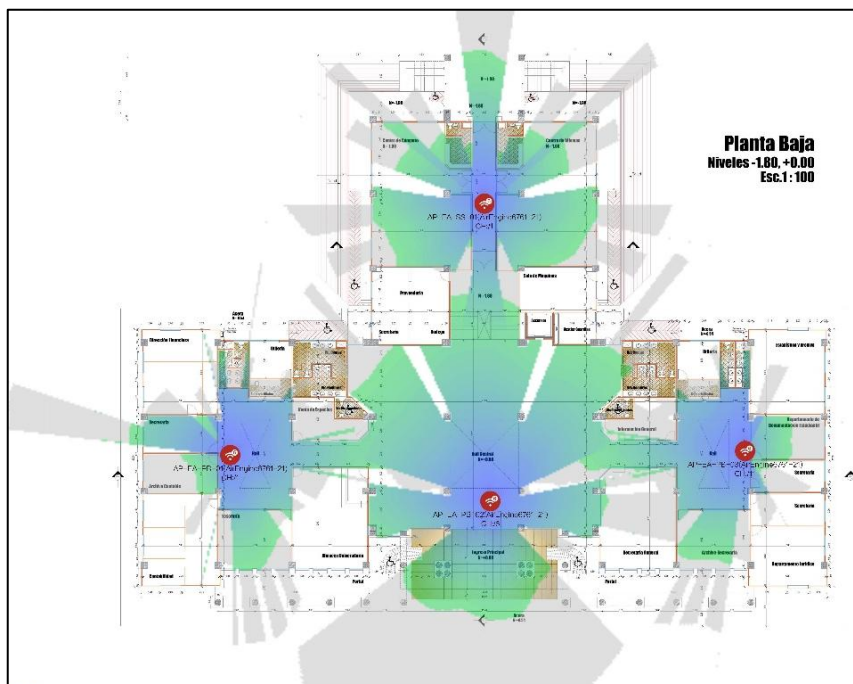


Figura 29. Edificio Administrativo - Planta Baja

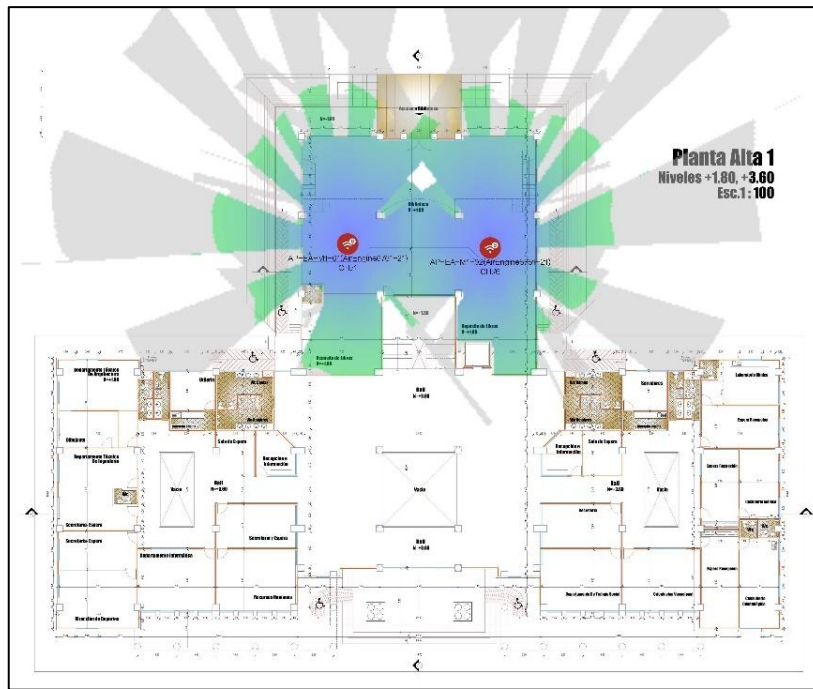


Figura 30. Edificio Administrativo - Planta Alta 1

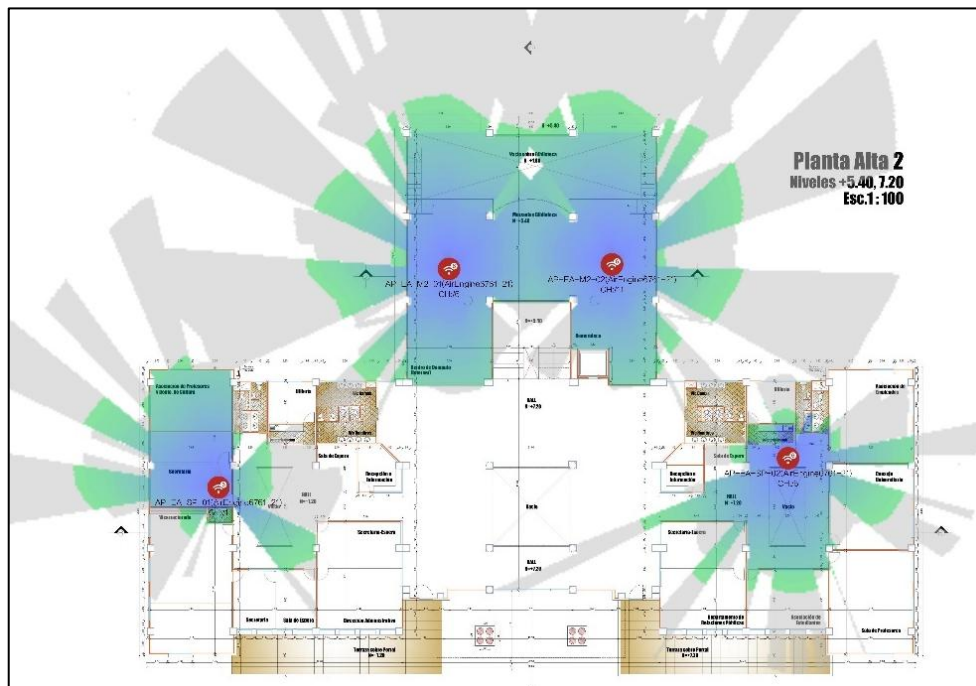


Figura 31. Edificio Administrativo - Planta Alta 2

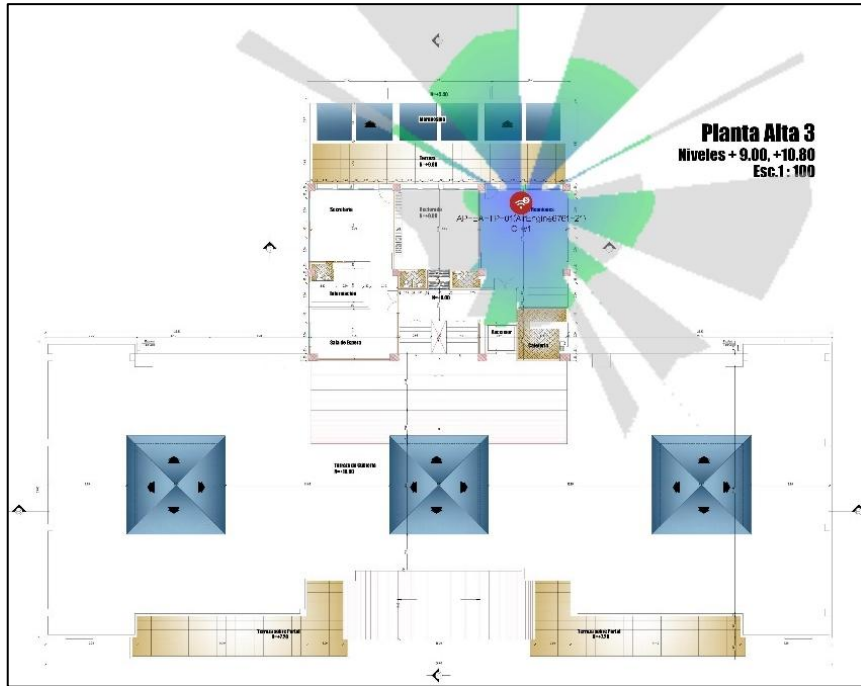


Figura 32. Edificio Administrativo - Planta Alta 3

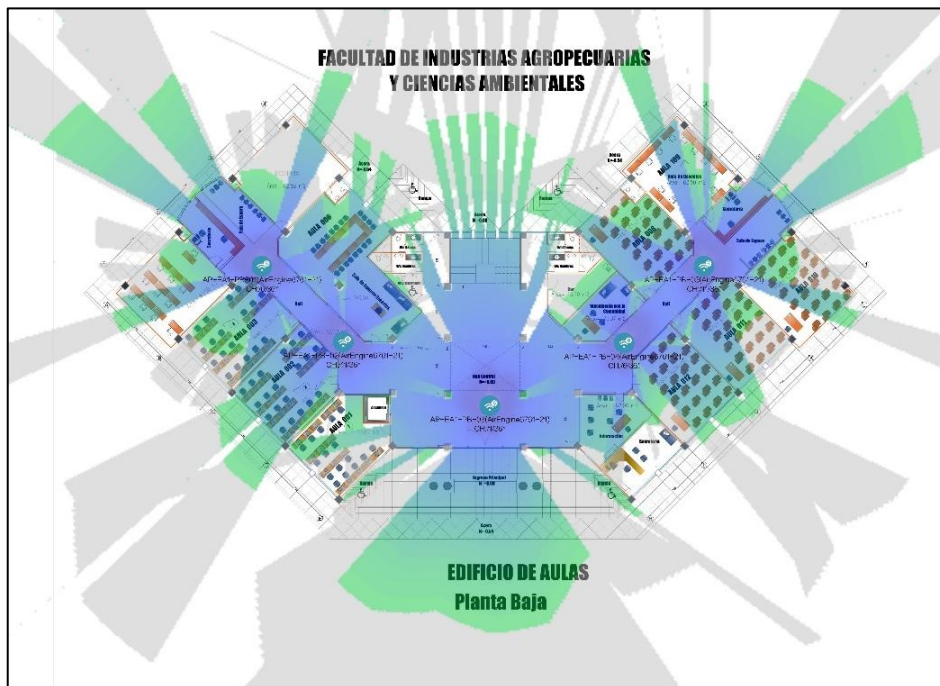


Figura 33. Edificio Aulas 1 - Planta Baja

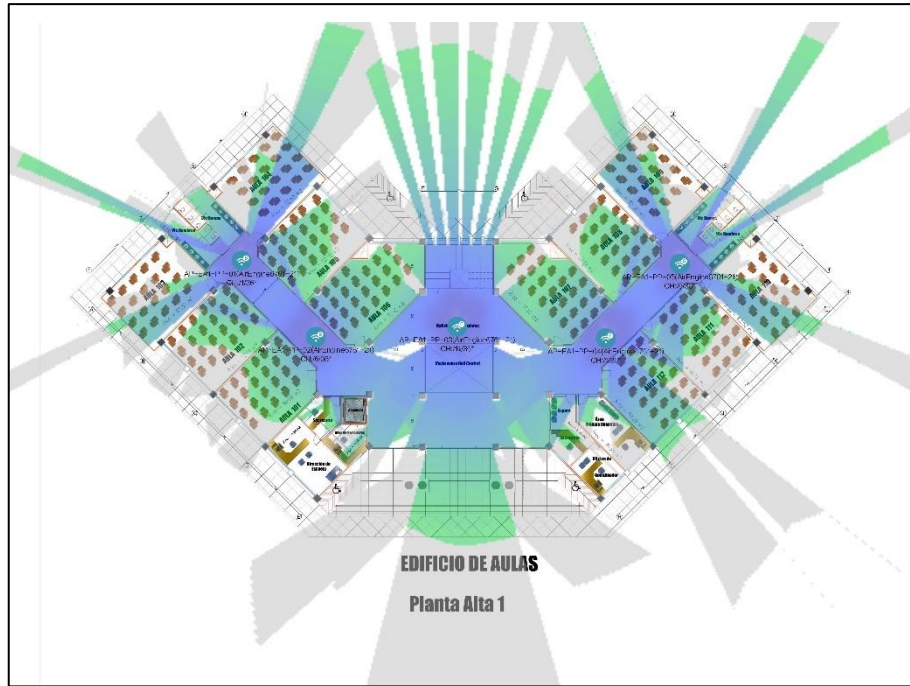


Figura 34. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 1

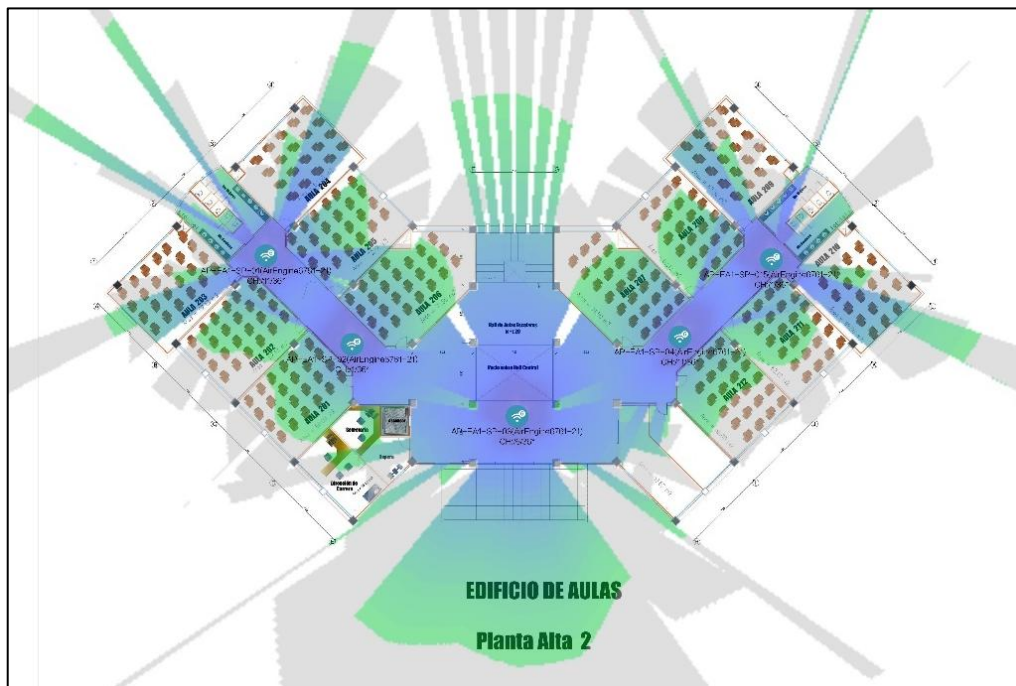


Figura 35. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 2

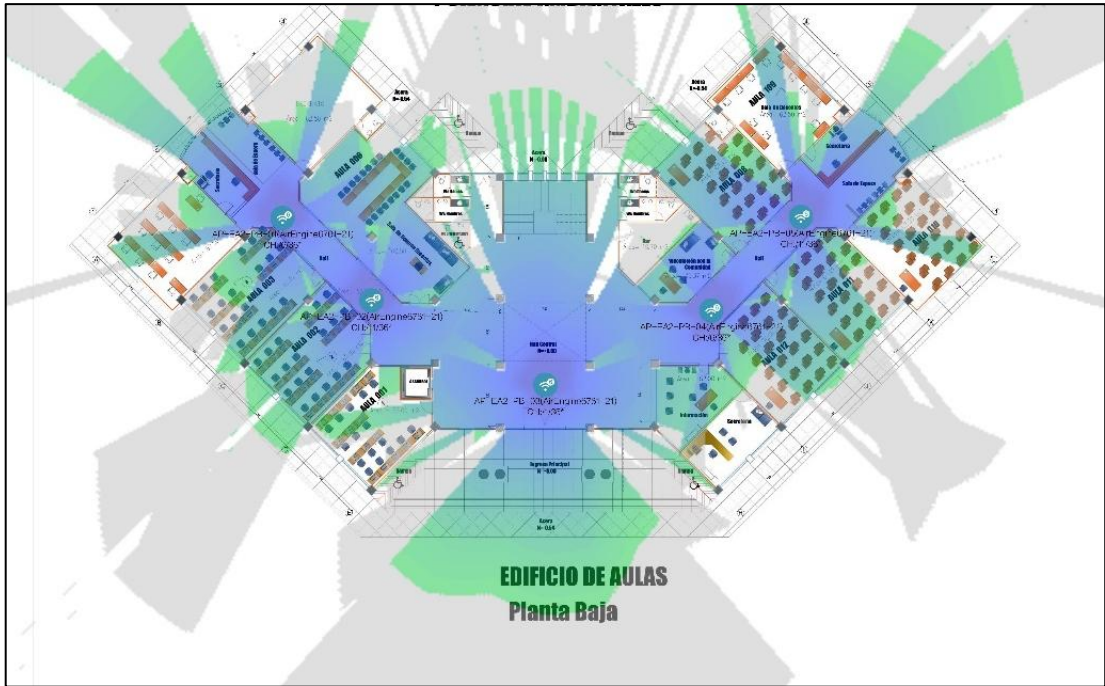


Figura 36. Edificio Aulas 2 - Planta Baja

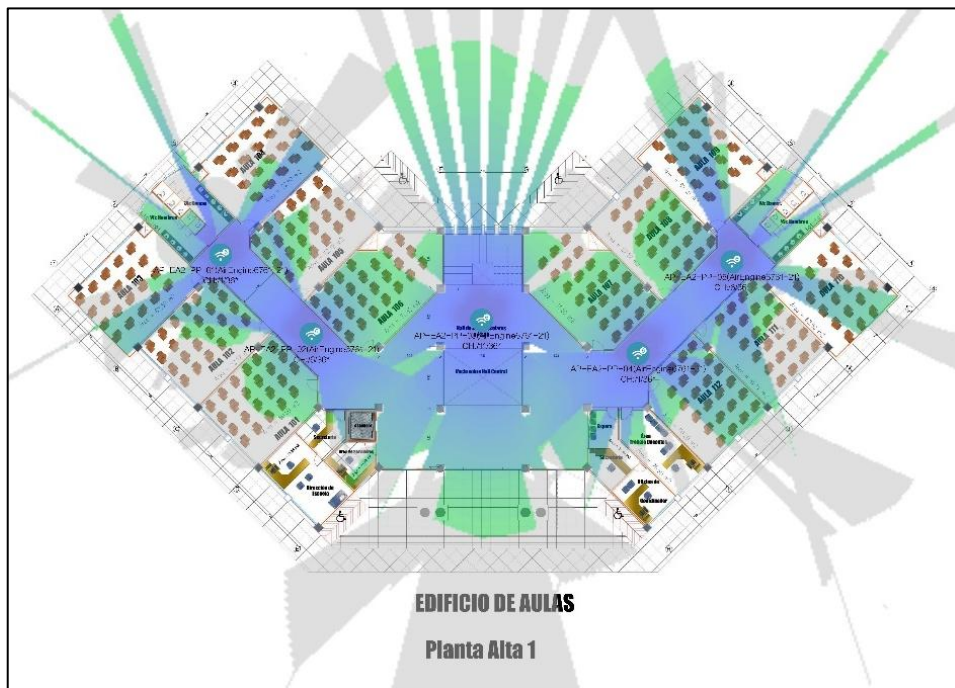


Figura 37. Edificio Aulas 2 - Planta Alta 1

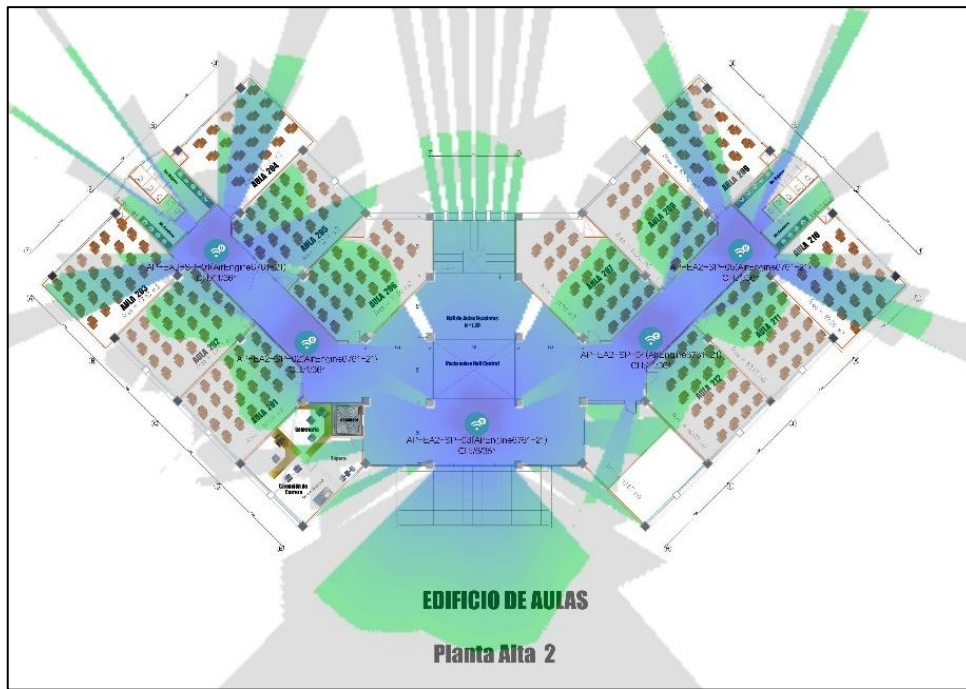


Figura 38. Edificio Aulas 2 – Planta Alta 2

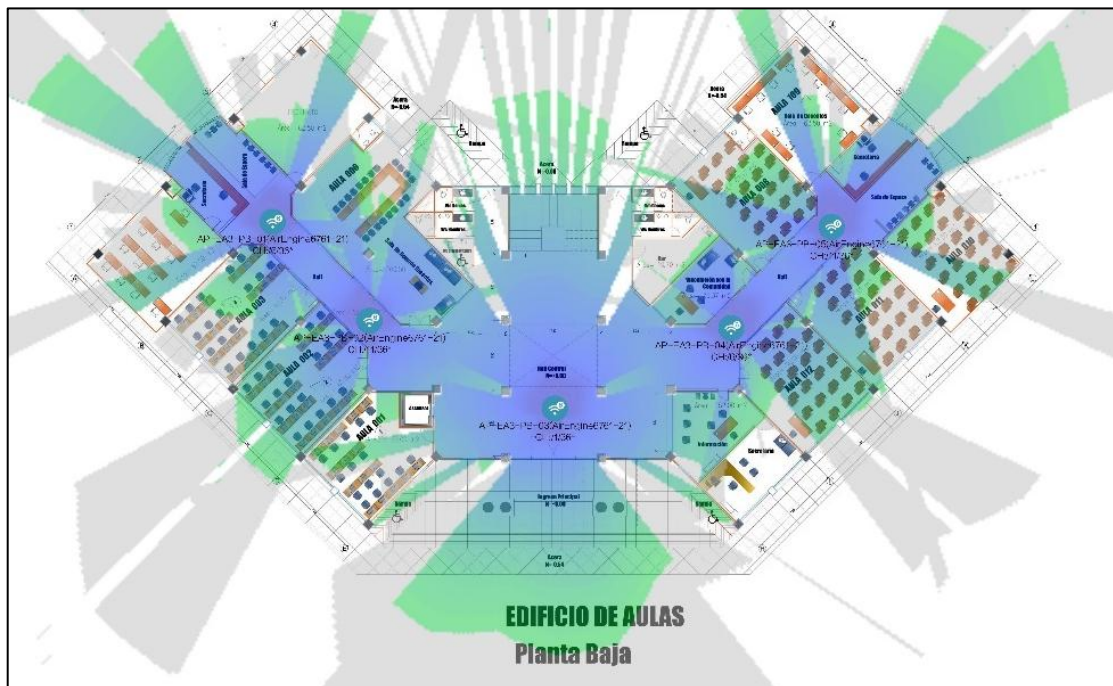


Figura 39. Edificio Aulas 3 - Planta Baja

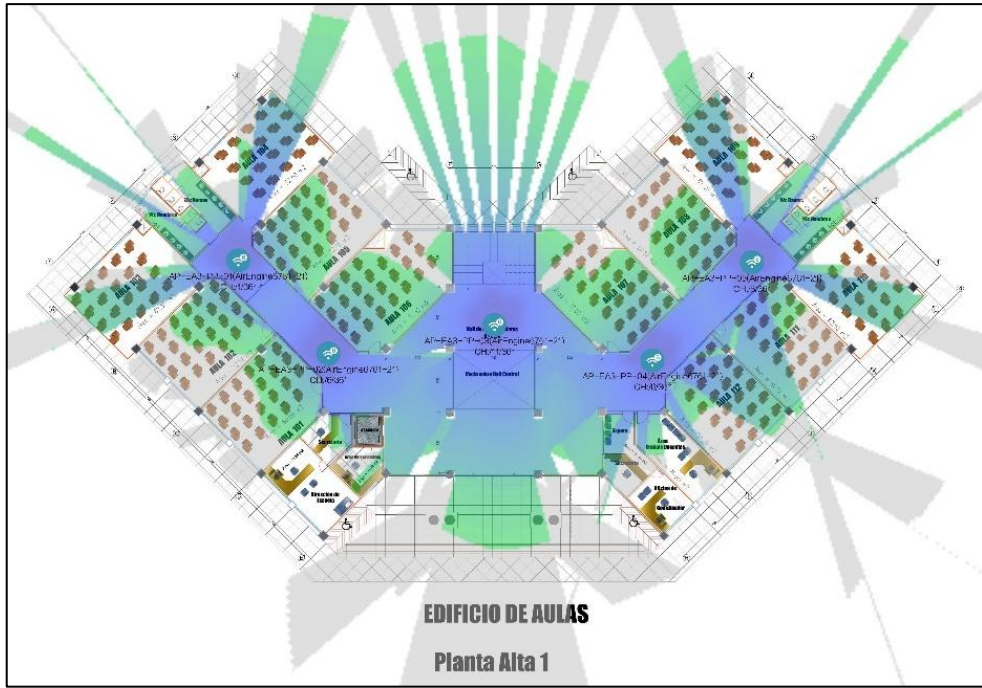


Figura 40. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 1

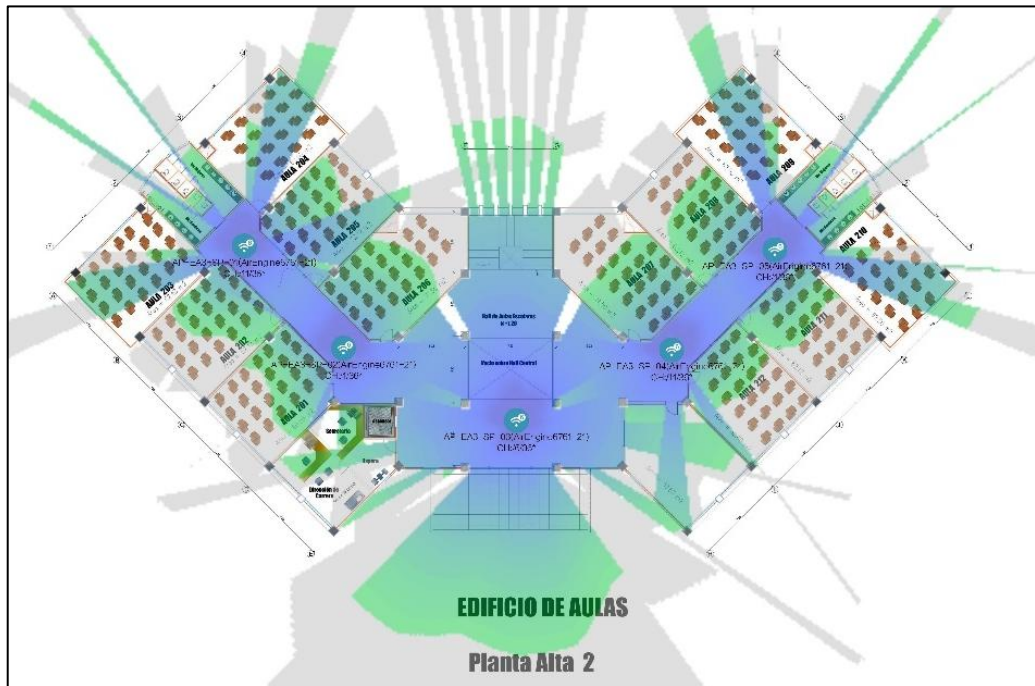


Figura 41. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 2

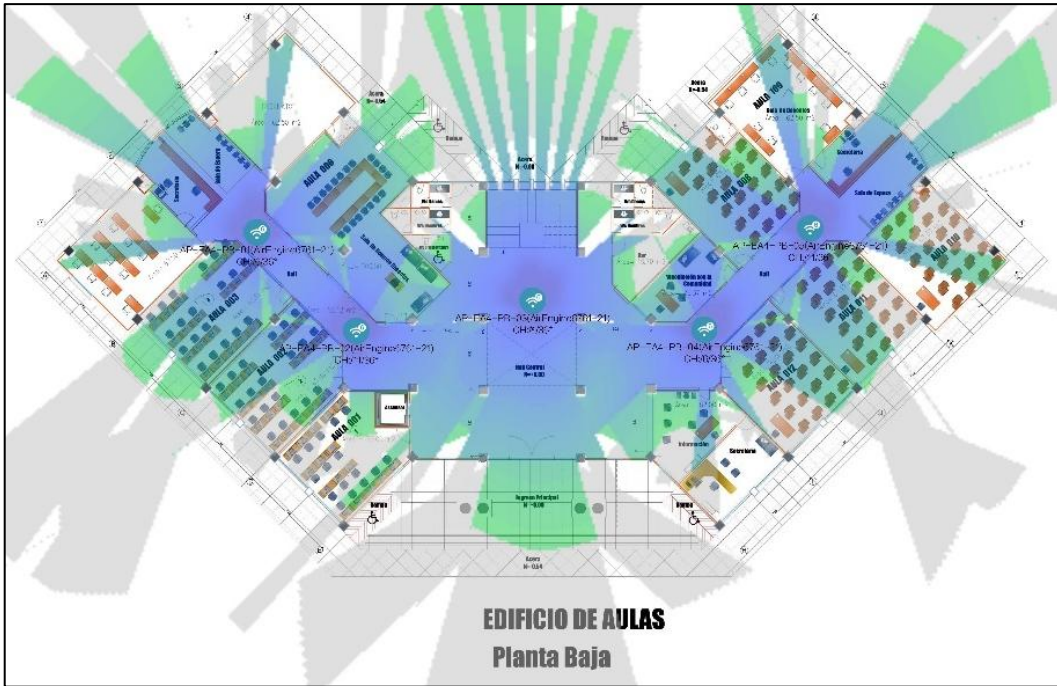


Figura 42. Edificio Aulas 4 - Planta Baja

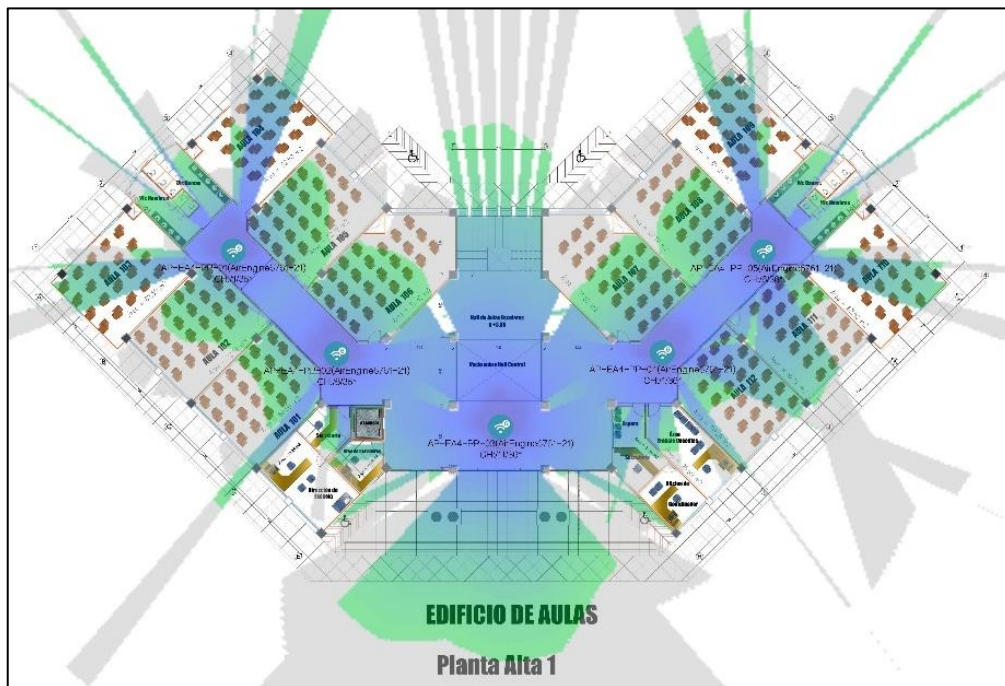


Figura 43. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 1

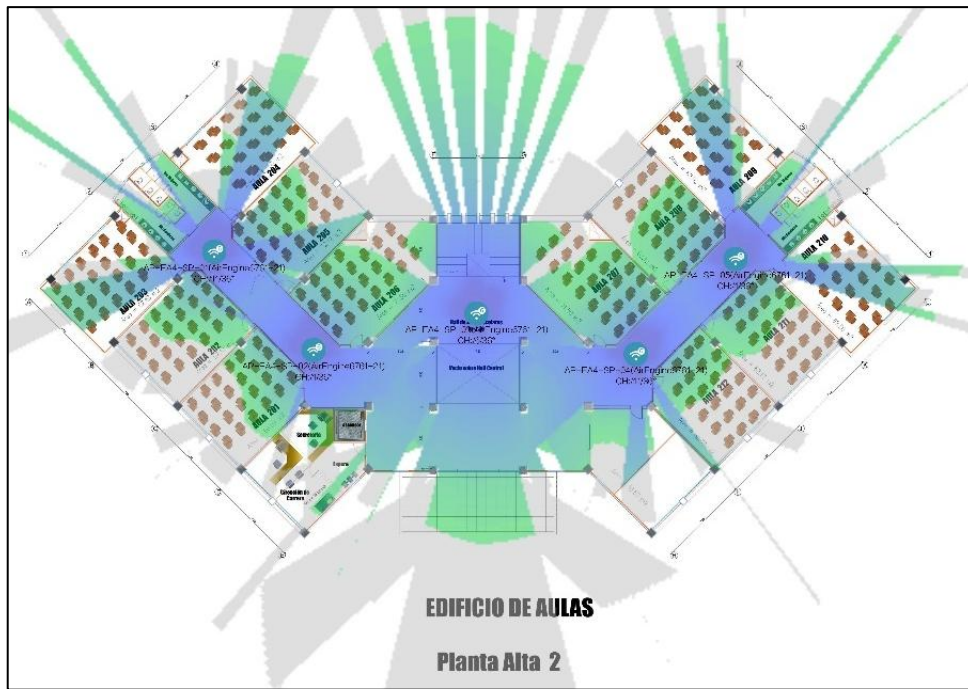


Figura 44. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 2

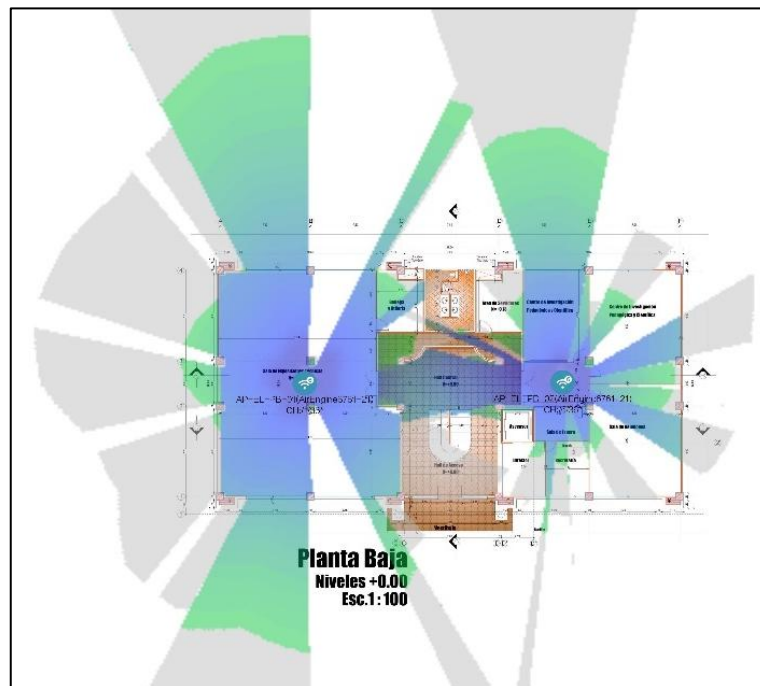


Figura 45. Edificio de Laboratorios - Planta Baja

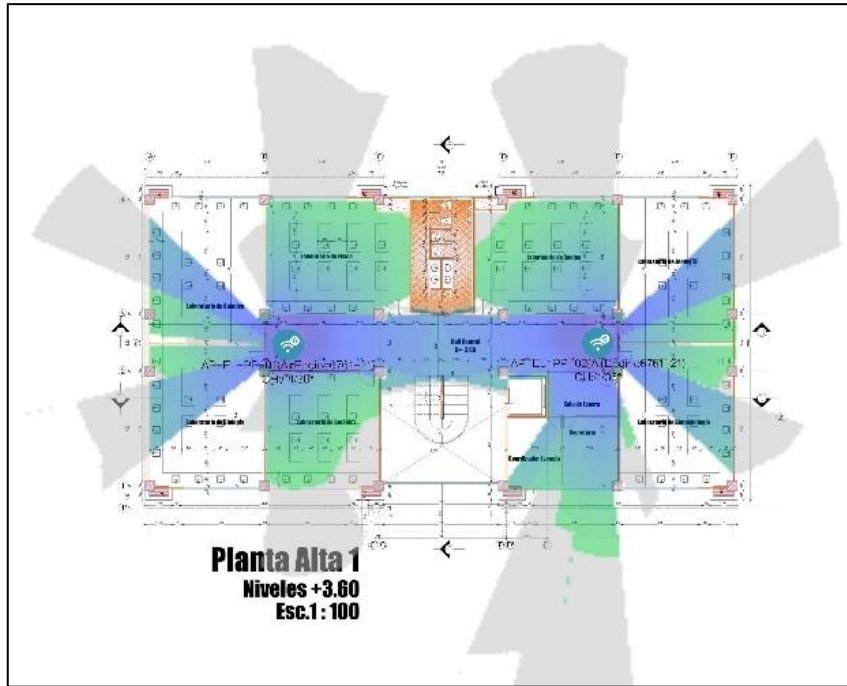


Figura 46. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 1

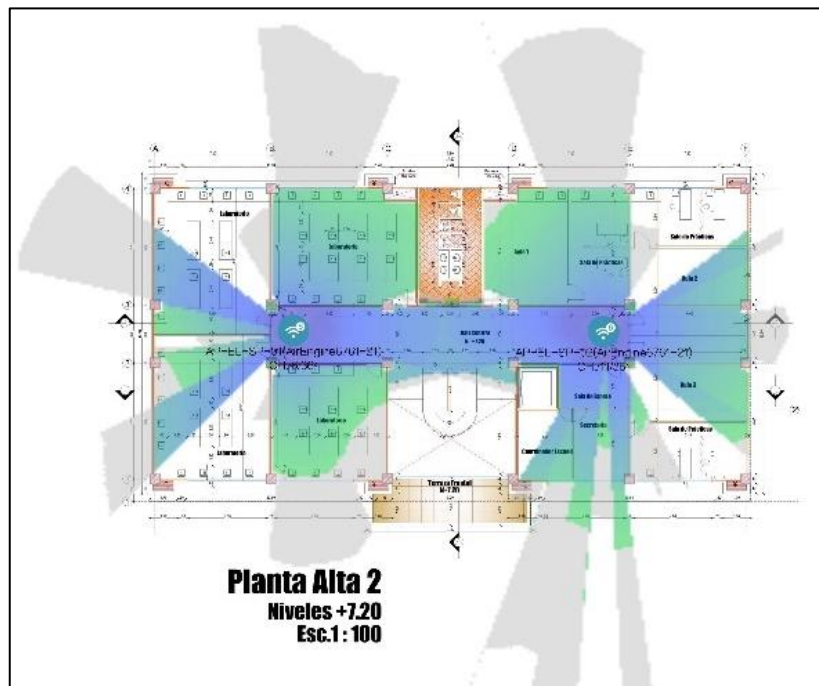


Figura 47. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 2

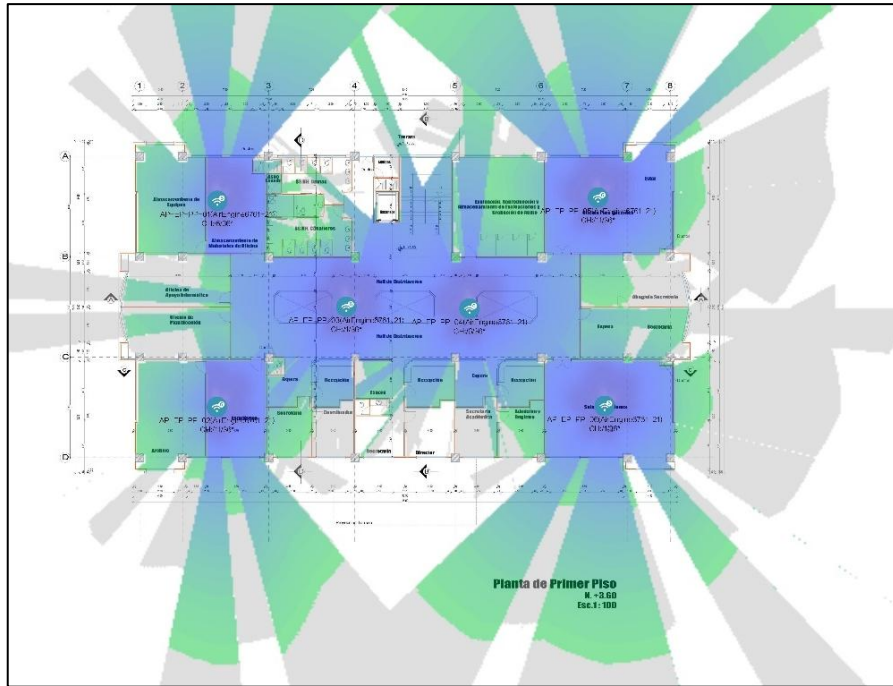


Figura 50. Edificio de Posgrados - Planta de Primer piso



Figura 51. Edificio de Posgrados - Planta Segundo Piso

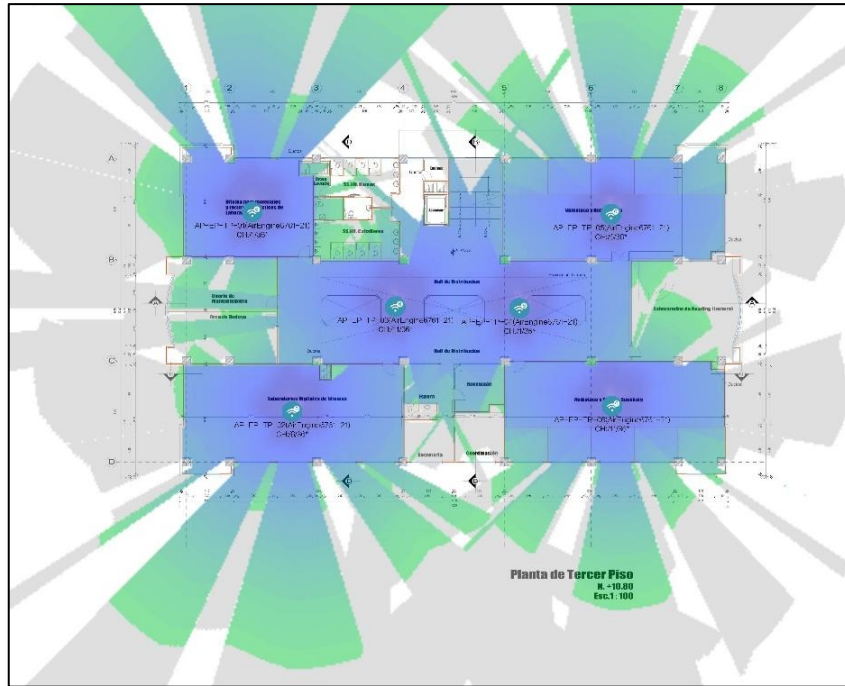


Figura 52. Edificio de Posgrados - Planta Tercer Piso

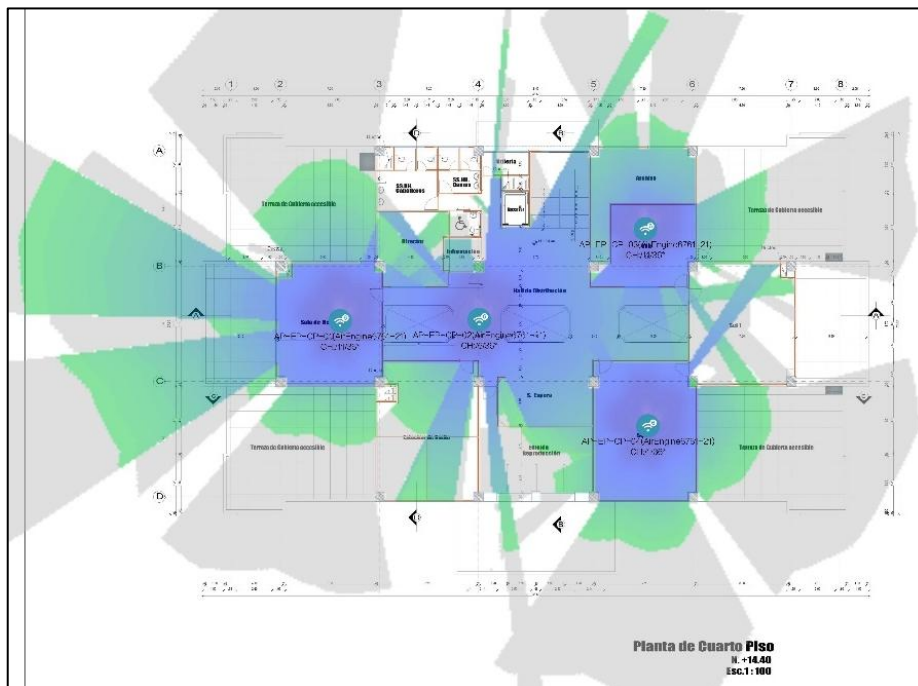


Figura 53. Edificio de Posgrados - Planta Cuarto Piso

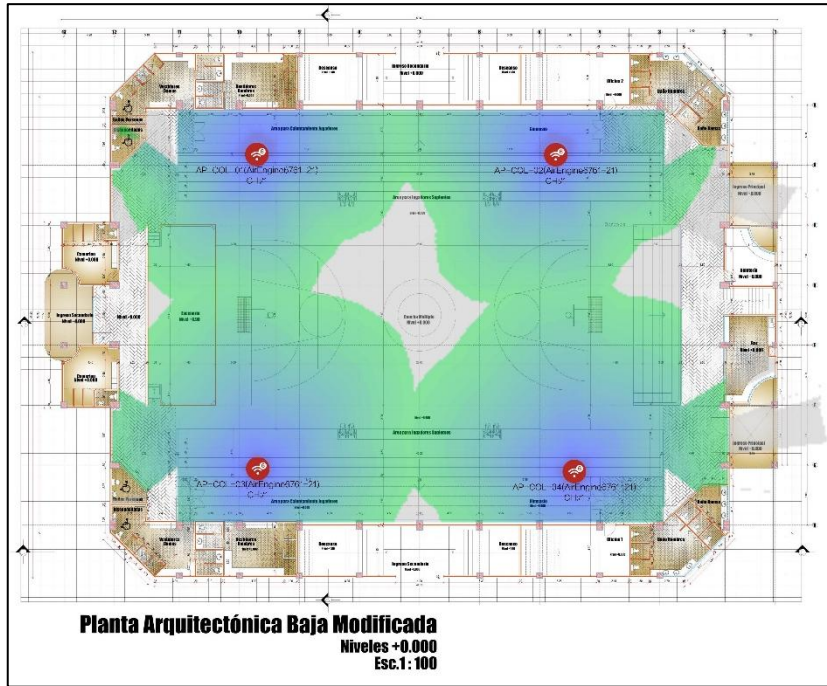


Figura 54. Coliseo - Planta Baja

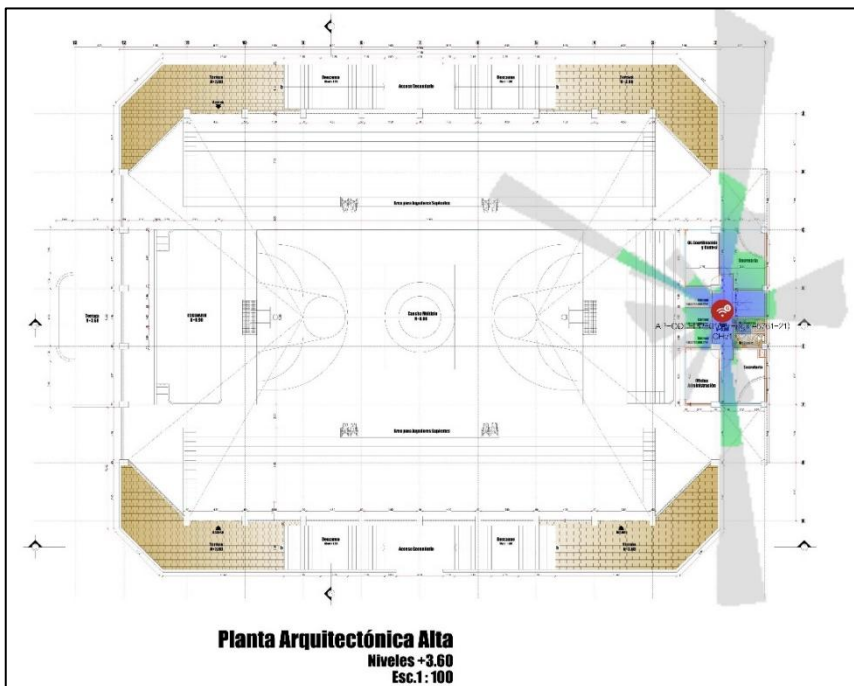


Figura 55. Coliseo - Planta Alta

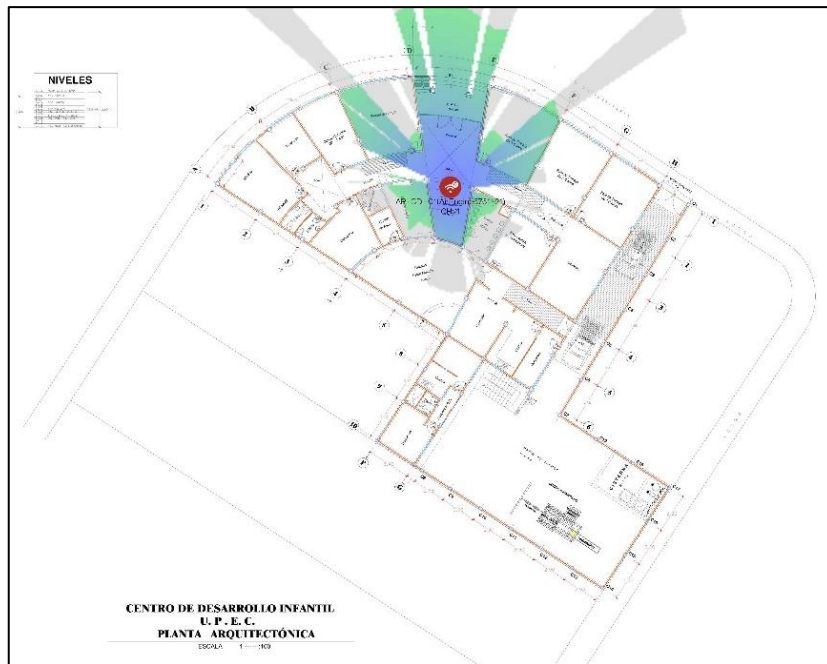


Figura 56. Centro de Desarrollo Infantil

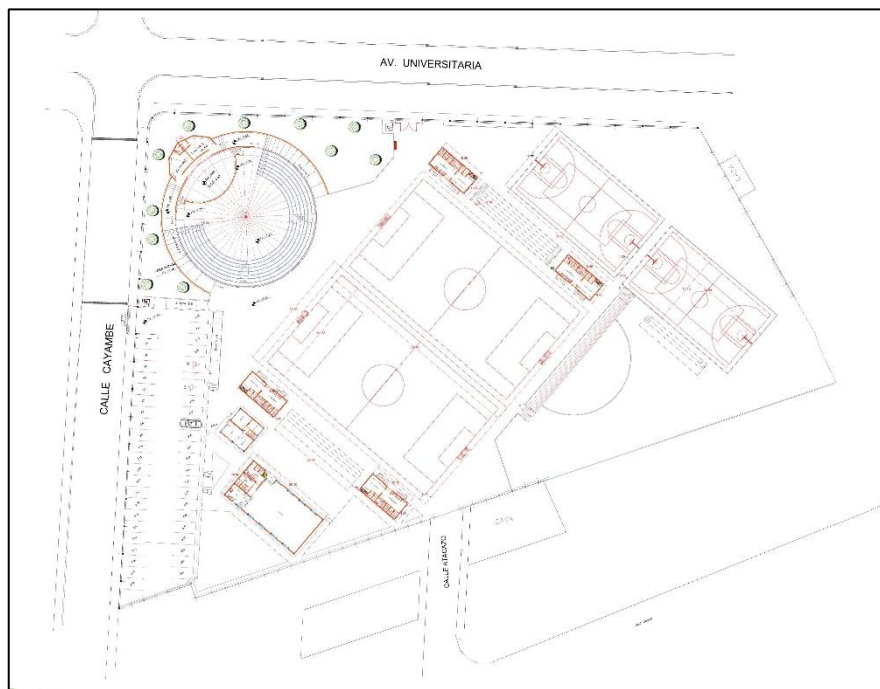


Figura 57. Centro Deportivo

4.1.5 Propuesta nueva cobertura inalámbrica

Ya identificadas las limitaciones y zonas críticas de la red inalámbrica actual, se elaboró una propuesta de diseño orientada a mejorar la cobertura, estabilidad y capacidad de la red inalámbrica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

El diseño que se propone considera la redistribución y reubicación de los puntos de acceso, en función del comportamiento real de la señal.

En los siguientes mapas de calor se representan los resultados de la simulación de la propuesta de cobertura, donde se observa una mejora significativa de la intensidad de señal, eliminación de zonas sin servicios e interferencias.

Los colores del mapa representan la potencia de señal de acuerdo con la siguiente escala:

- Violeta y Azul: señal óptima, superior a los -55dBm.
- Verde: Señal media, está entre los -55 dBm y -65dBm
- Gris claro: Zonas con señal débil, inferiores a -75dBm, son casi inexistentes en la propuesta.

La simulación valida que la nueva disposición nos permite mantener niveles de cobertura superiores al 95% del área total.

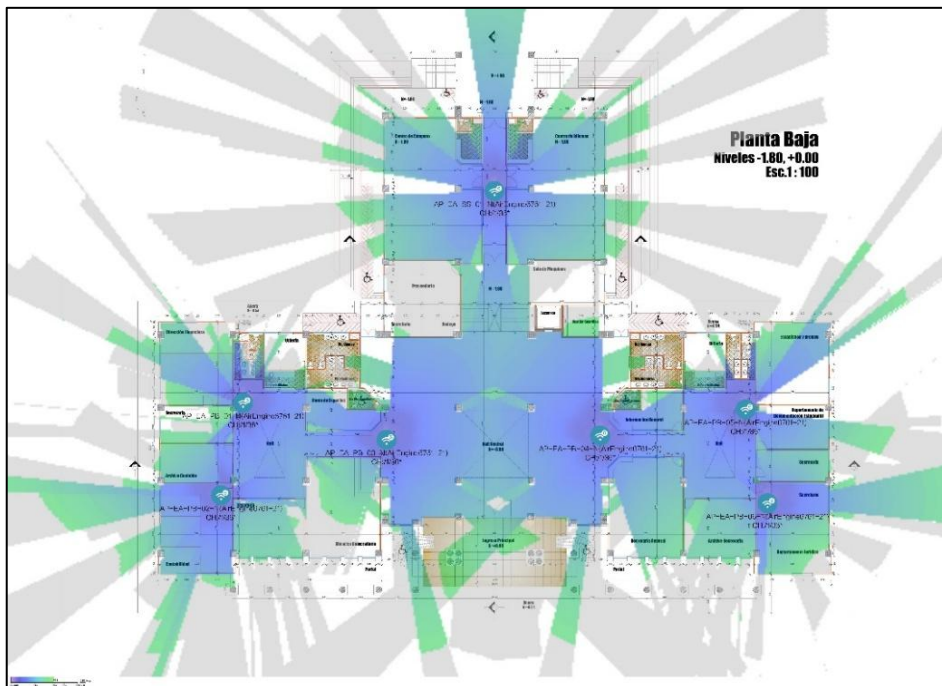


Figura 58. Edificio Administrativo - Planta Baja

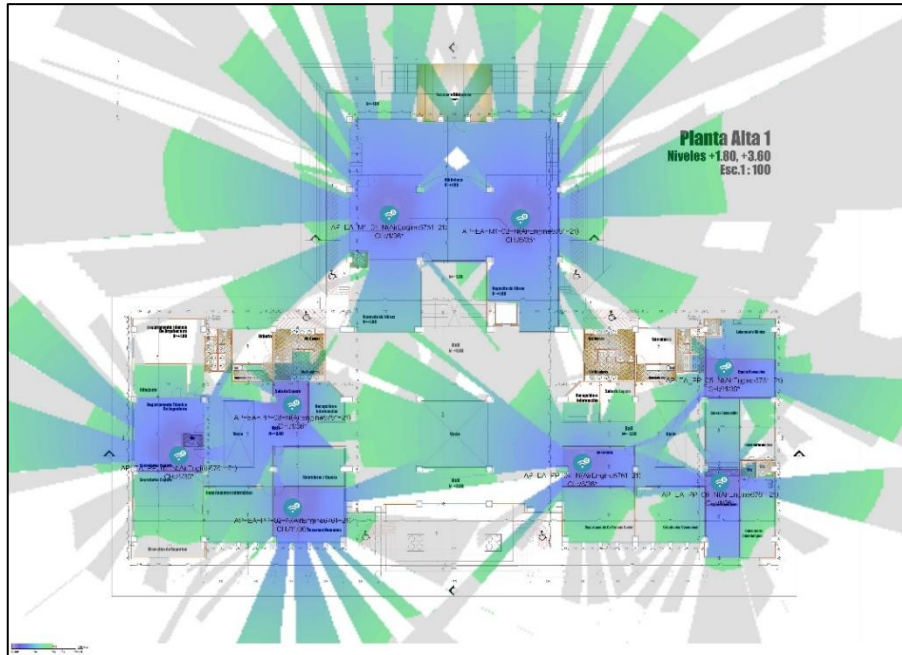


Figura 59. Edificio Administrativo - Planta Alta 1

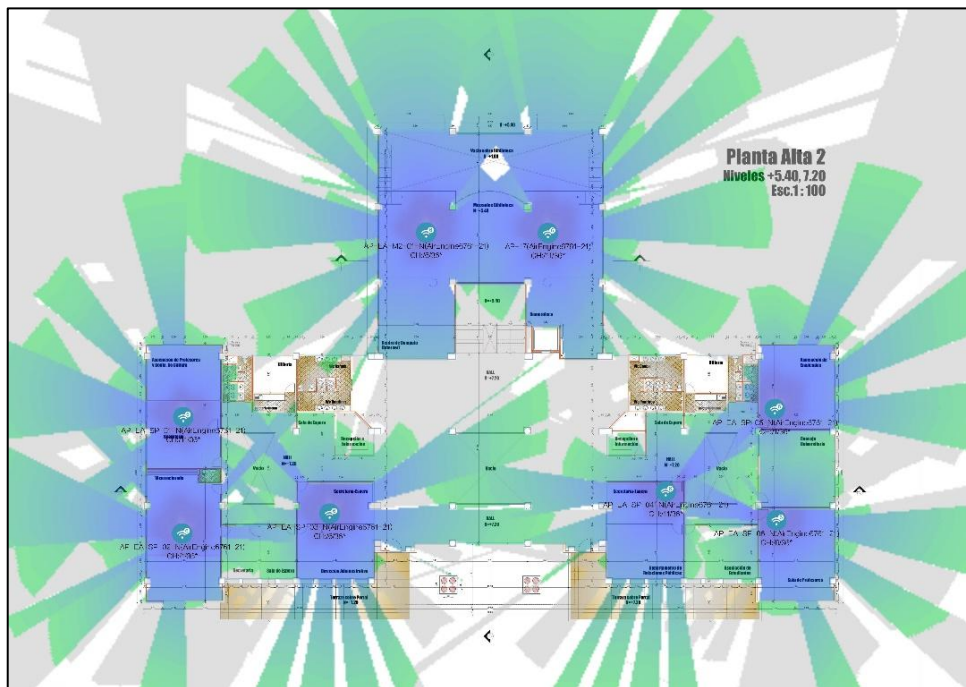


Figura 60. Edificio Administrativo - Planta Alta 2

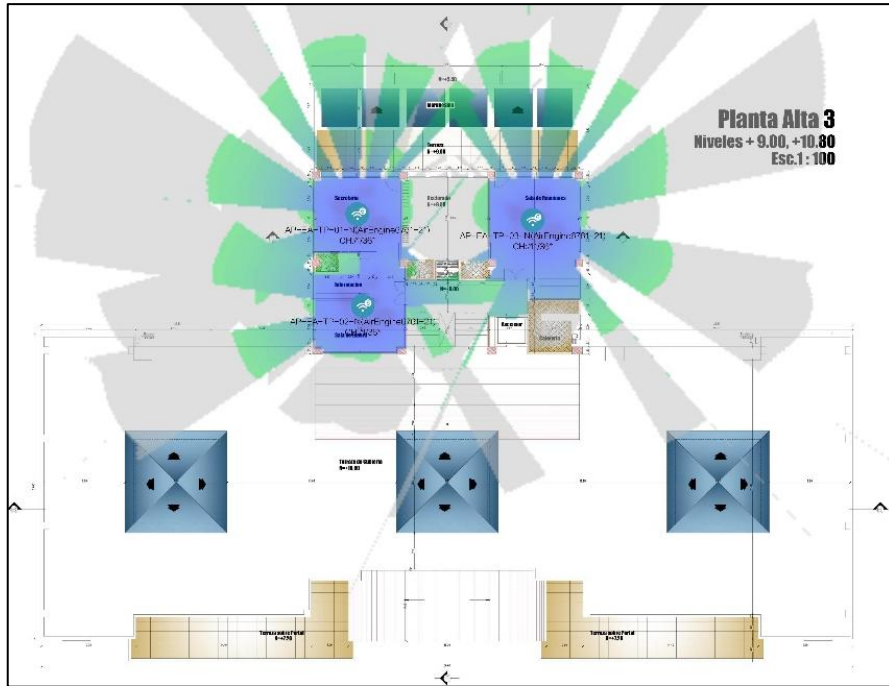


Figura 61. Edificio Administrativo - Planta Alta 3

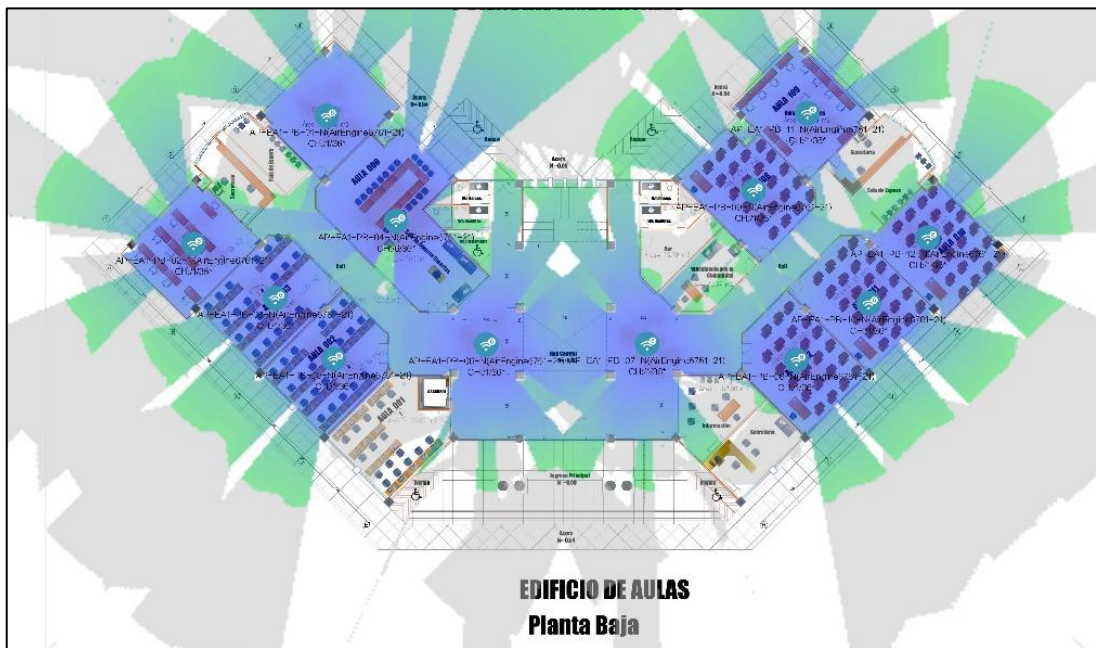


Figura 62. Edificio Aulas 1 - Planta Baja

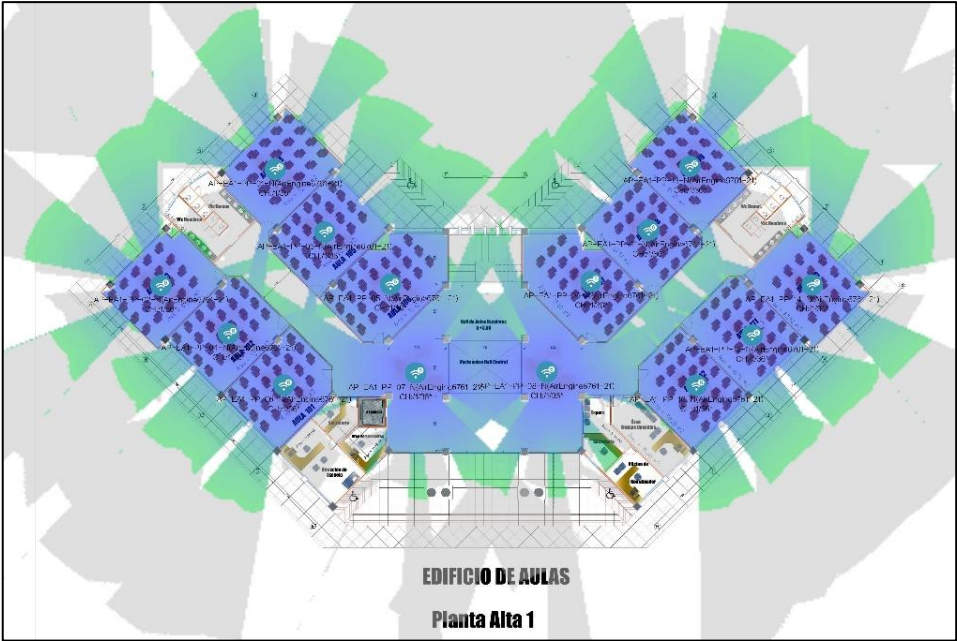


Figura 63. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 1

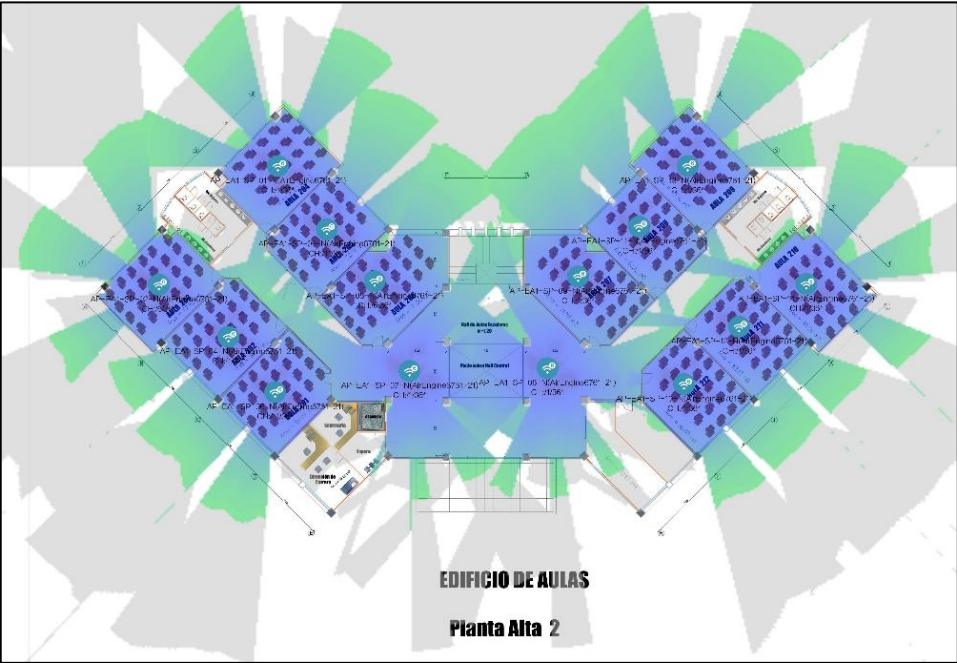


Figura 64. Edificio Aulas 1 - Planta Alta 2

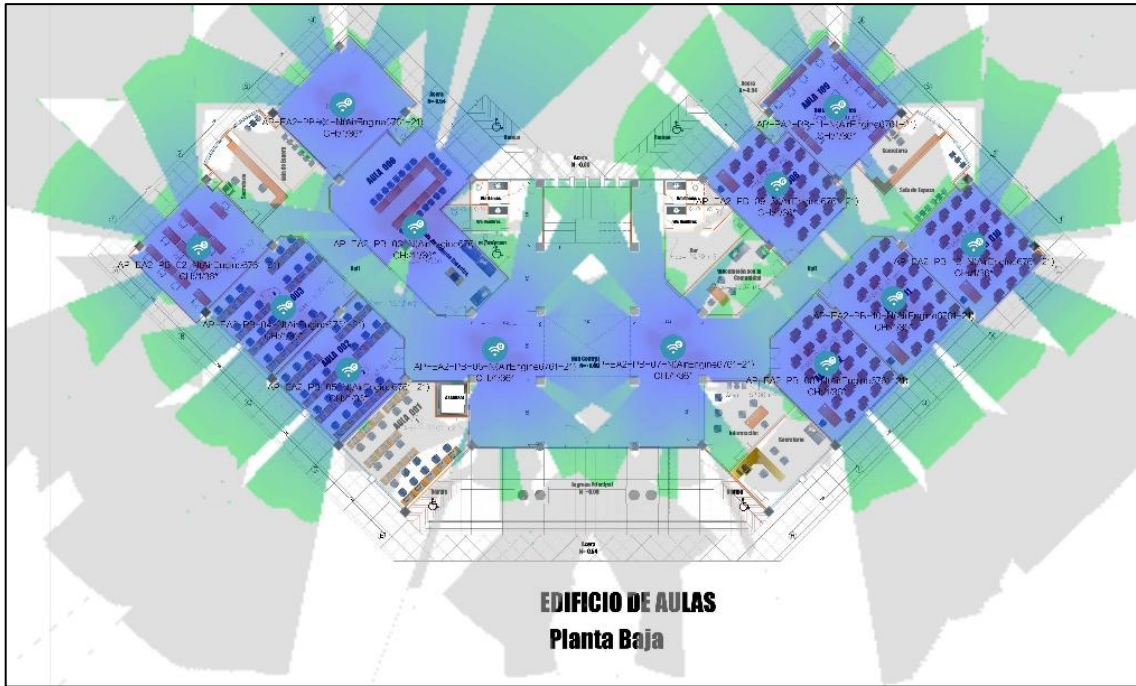


Figura 65. Edificio Aulas 2 - Planta Baja

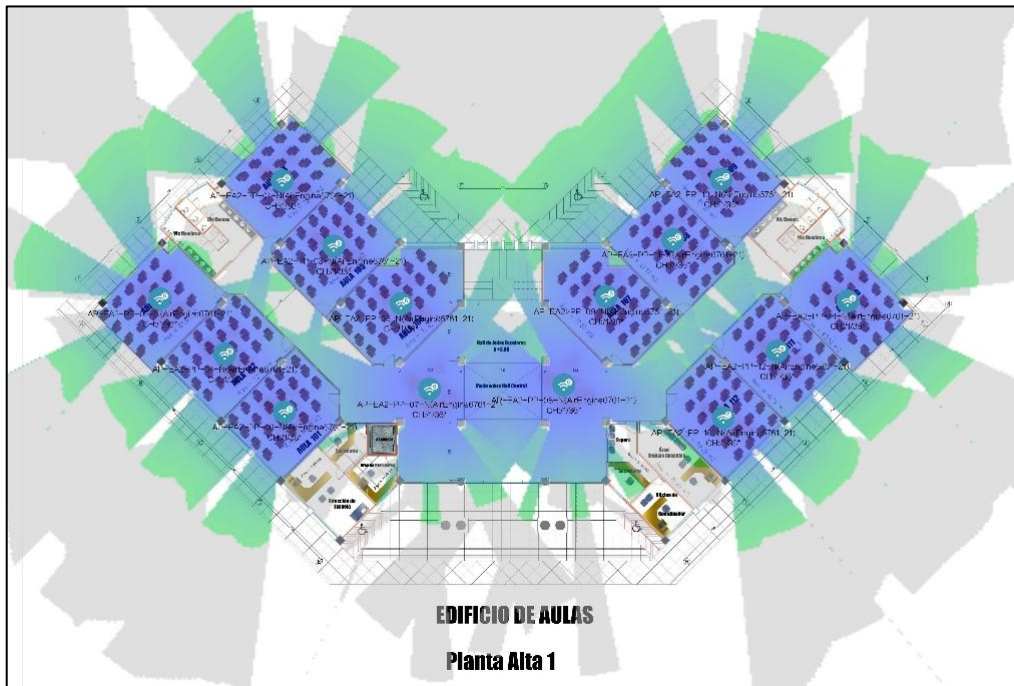


Figura 66. Edificio Aulas 2 - Planta Alta 1

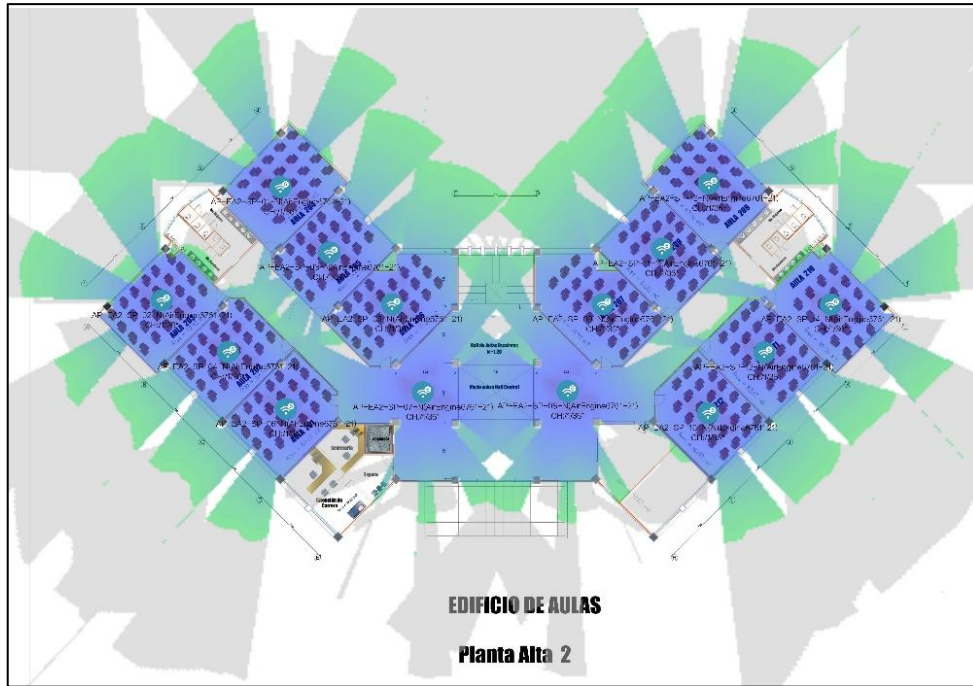


Figura 67. Edificio Aulas 2 - Planta Alta 2

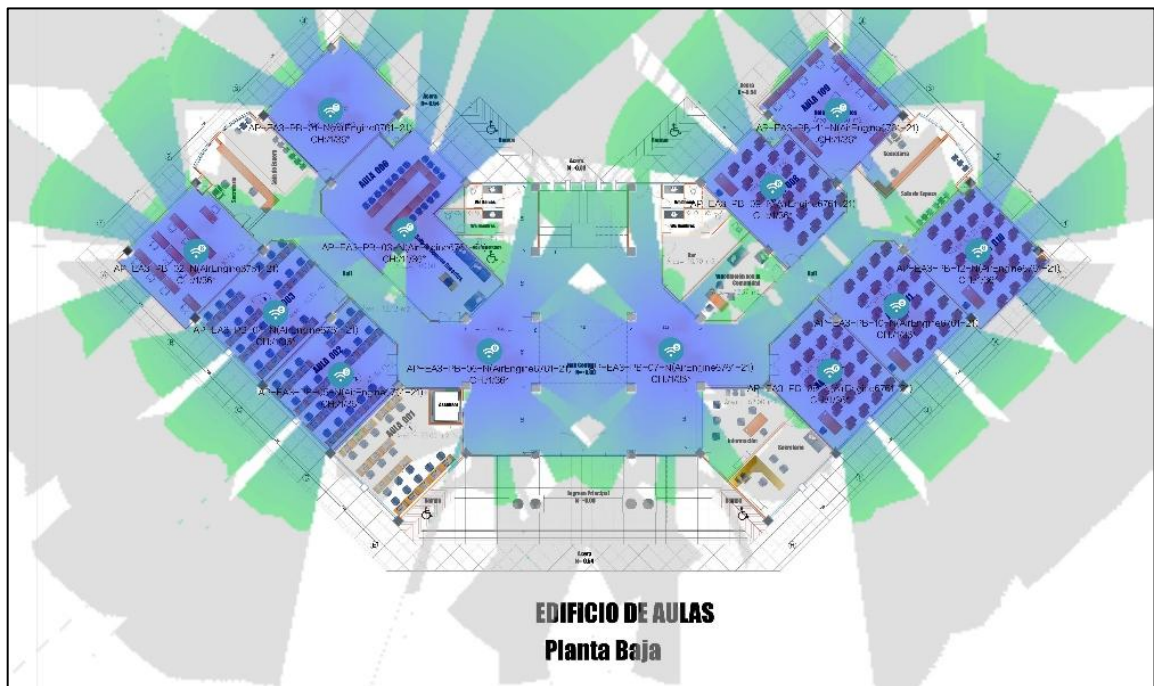


Figura 68. Edificio Aulas 3 - Planta Baja

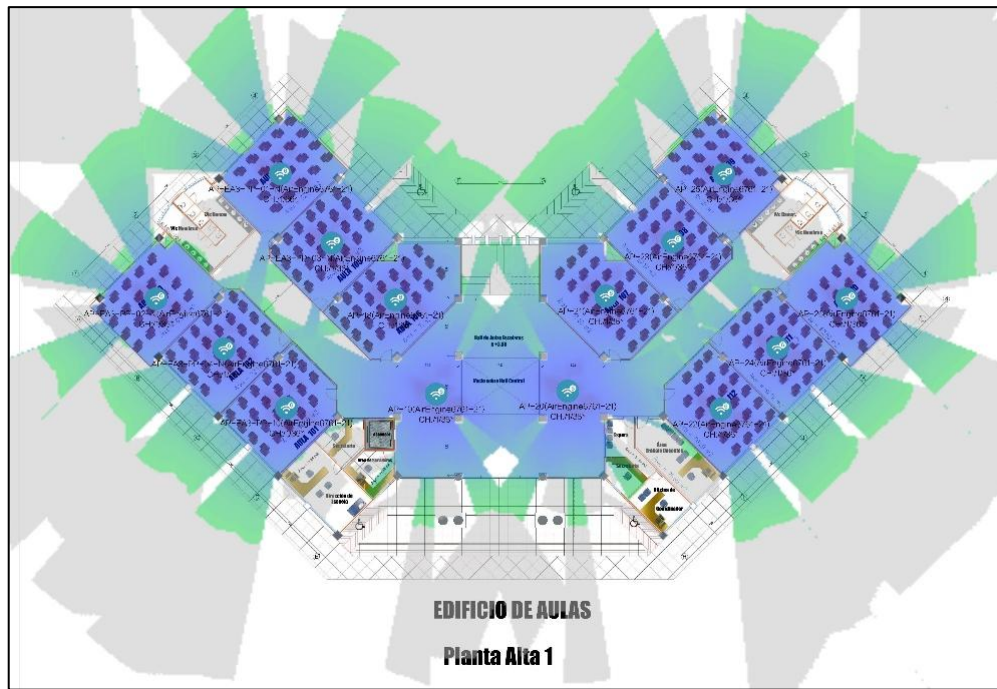


Figura 69. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 1

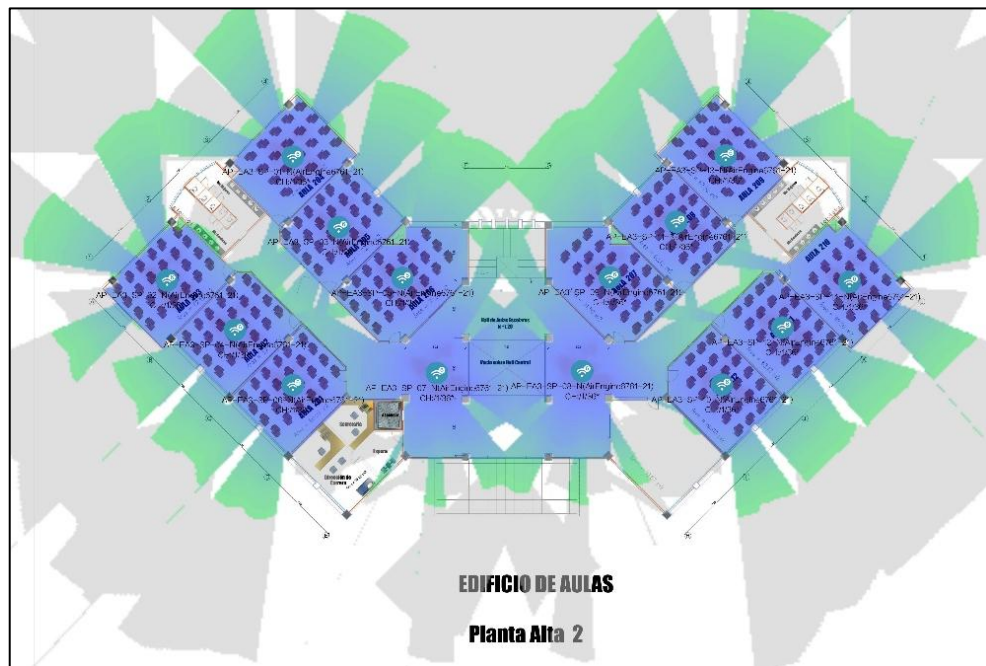


Figura 70. Edificio Aulas 3 - Planta Alta 2

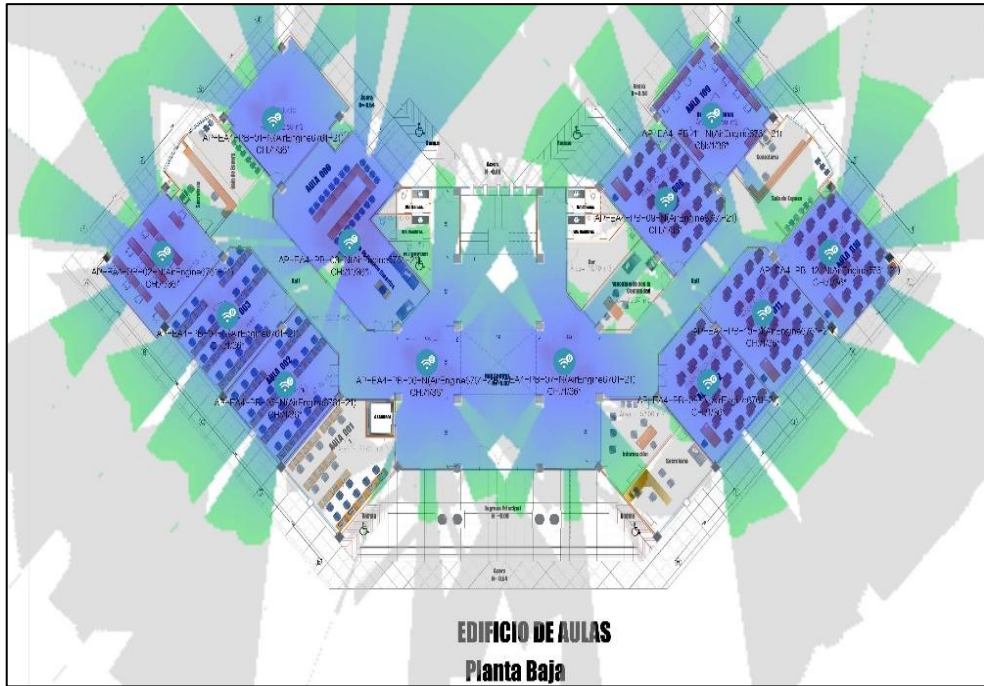


Figura 71. Edificio Aulas 4 - Planta Baja

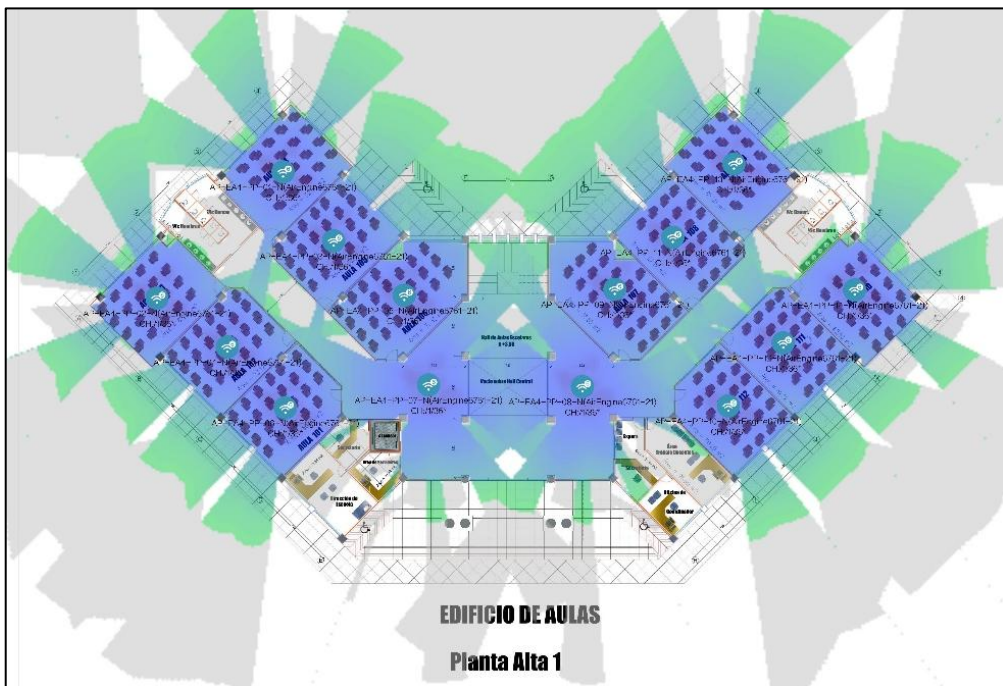


Figura 72. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 1

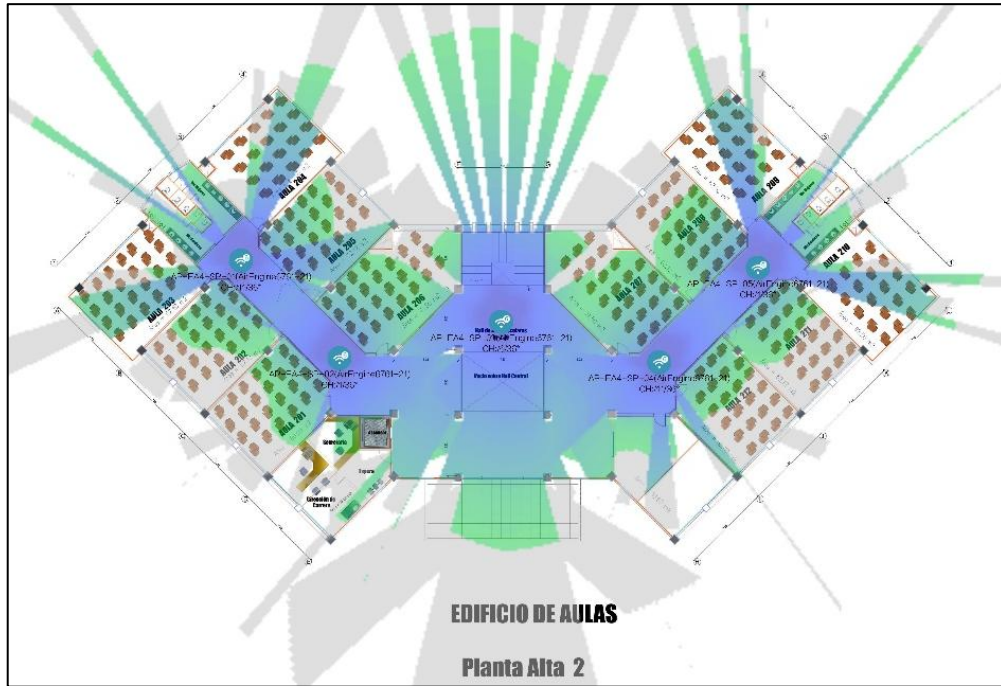


Figura 73. Edificio Aulas 4 - Planta Alta 2



Figura 74. Edificio de Laboratorios - Planta Baja

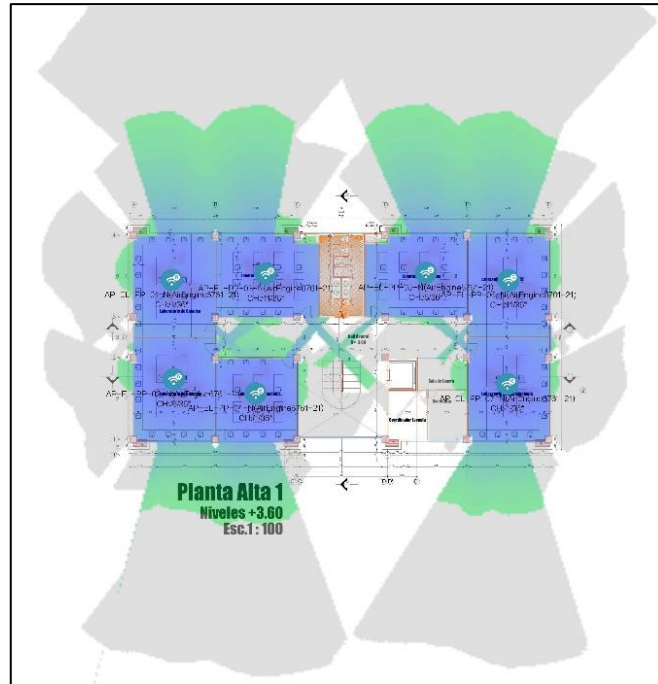


Figura 75. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 1

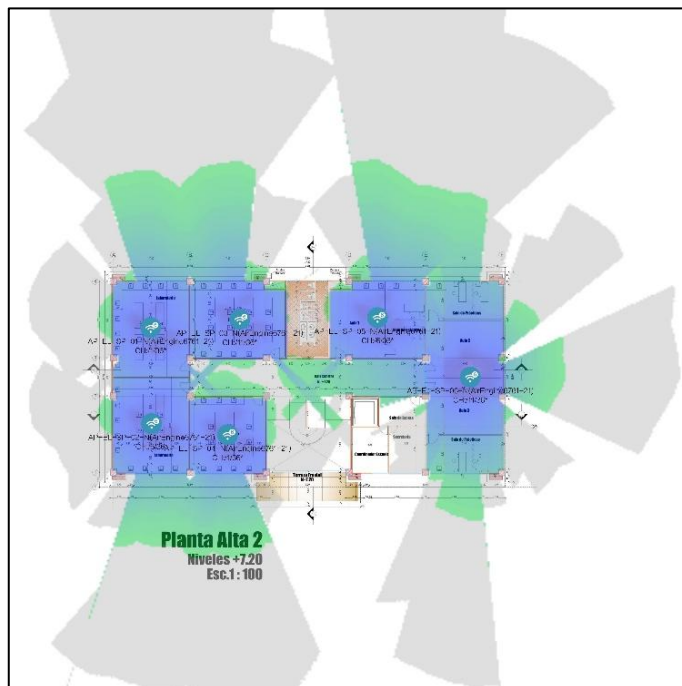


Figura 76. Edificio de Laboratorios - Planta Alta 2

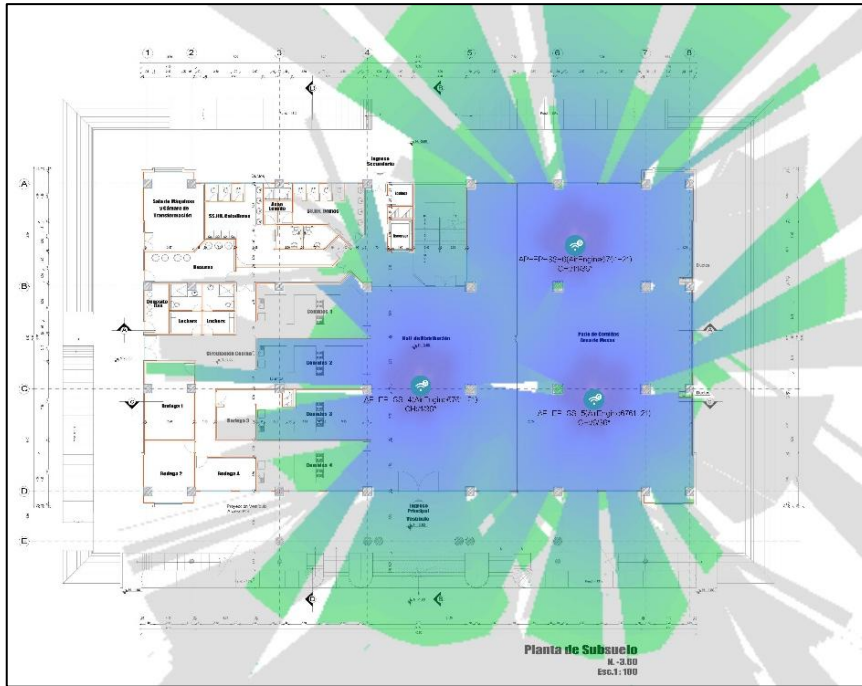


Figura 77. Edificio de Posgrados - Planta de Subsuelo

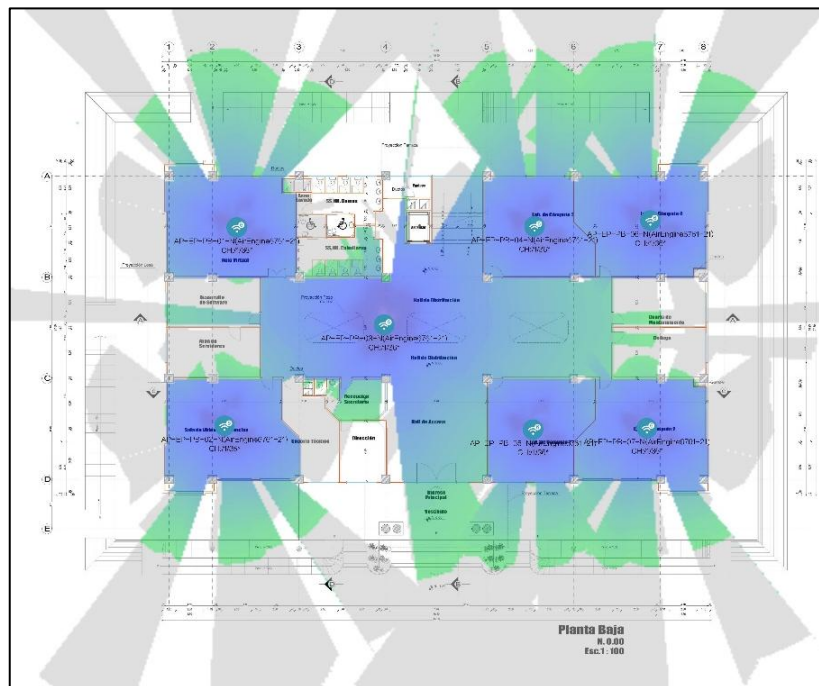


Figura 78. Edificio de Posgrados - Planta Baja

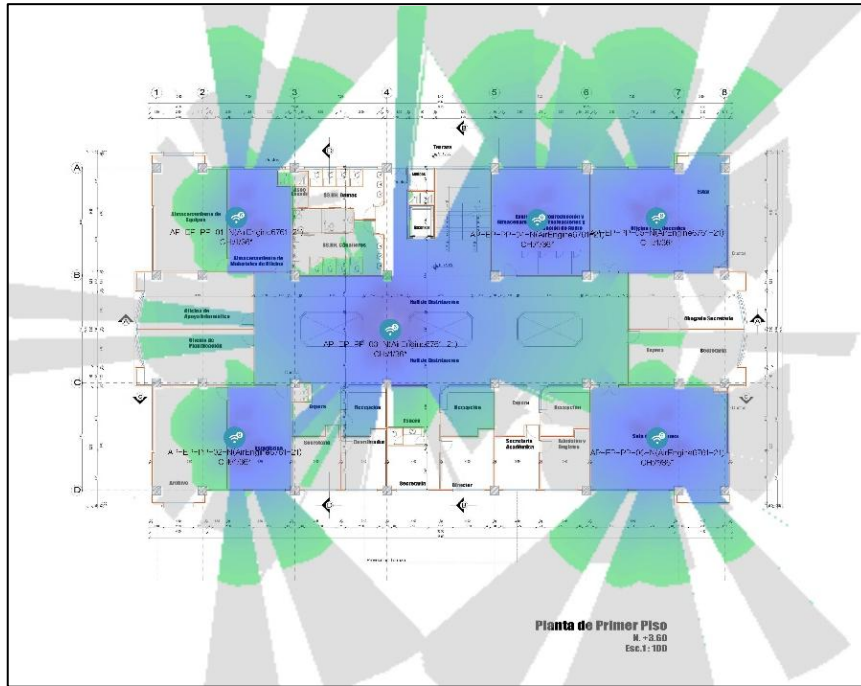


Figura 79. Edificio de Posgrados - Planta de Primer Piso

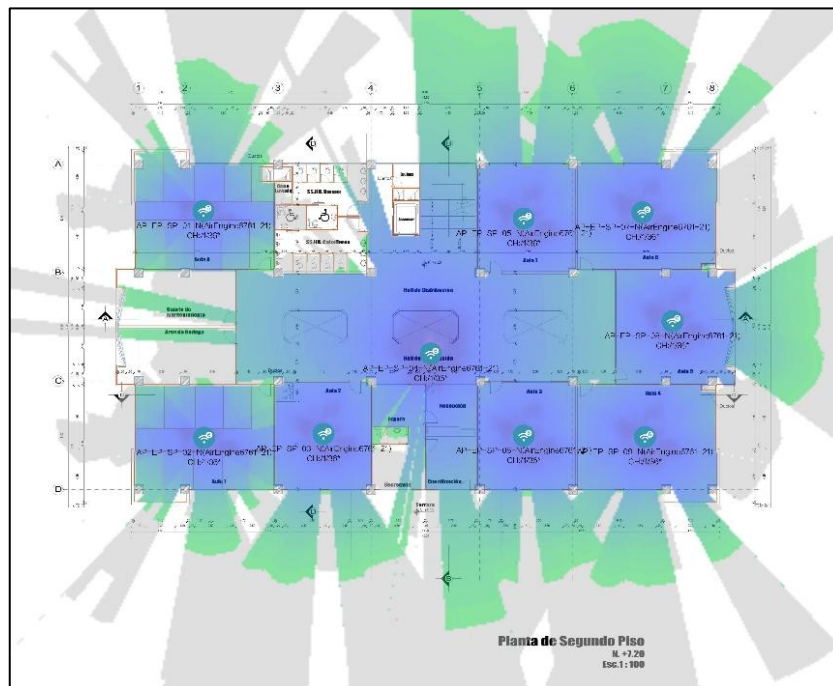


Figura 80. Edificio de Posgrados - Planta de Segundo Piso

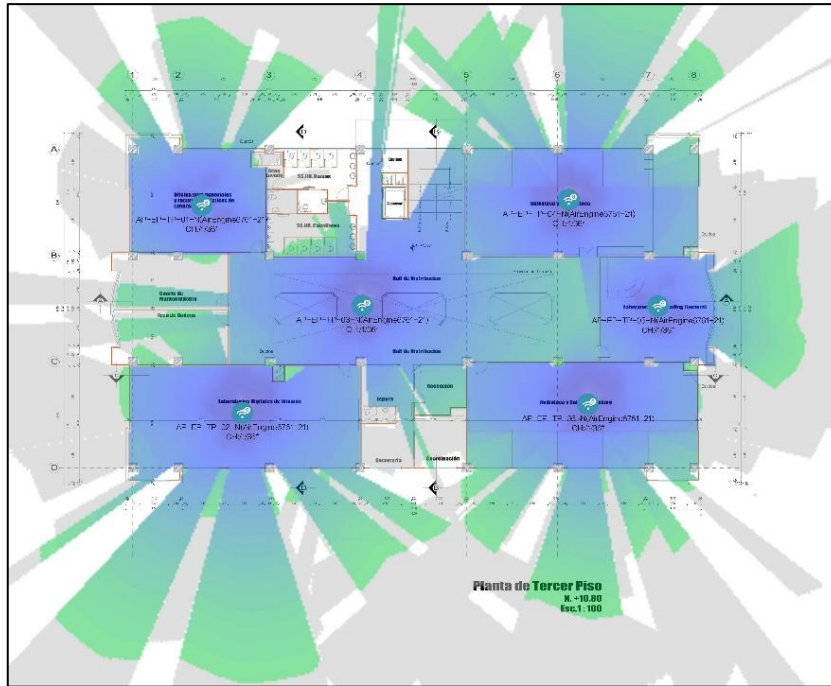


Figura 81. Edificio de Posgrados - Planta de Tercer Piso

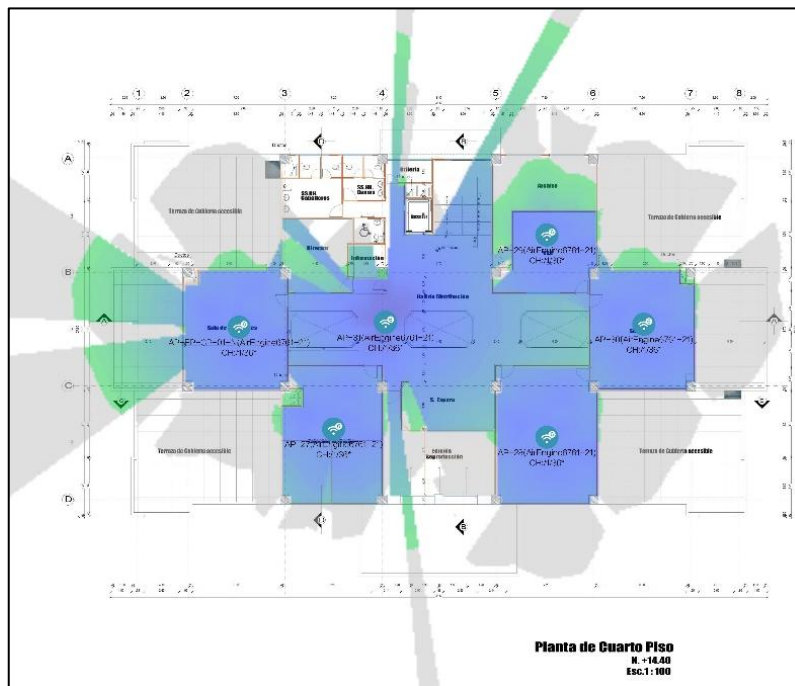


Figura 82. Edificio de Posgrados - Planta de Cuarto Piso

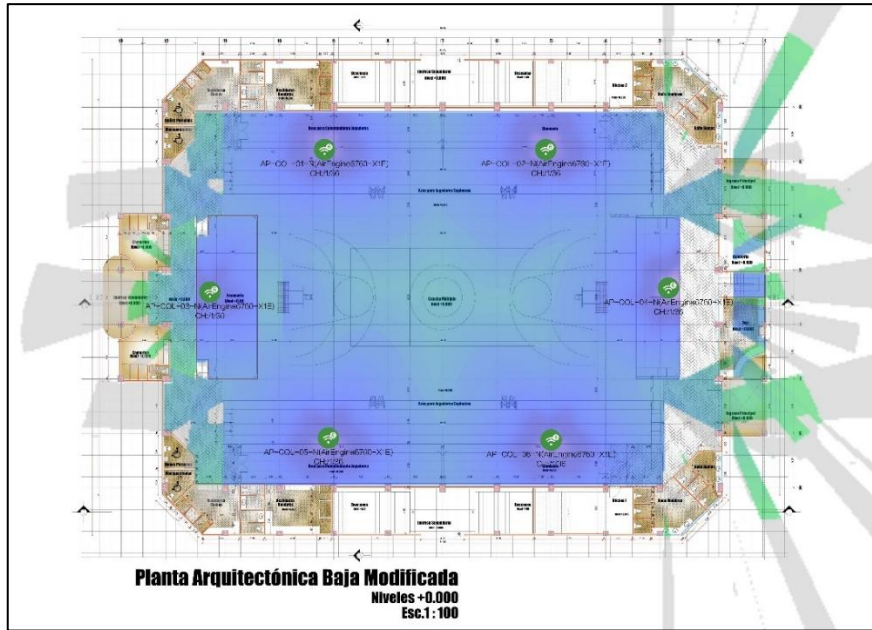


Figura 83. Coliseo - Planta Baja

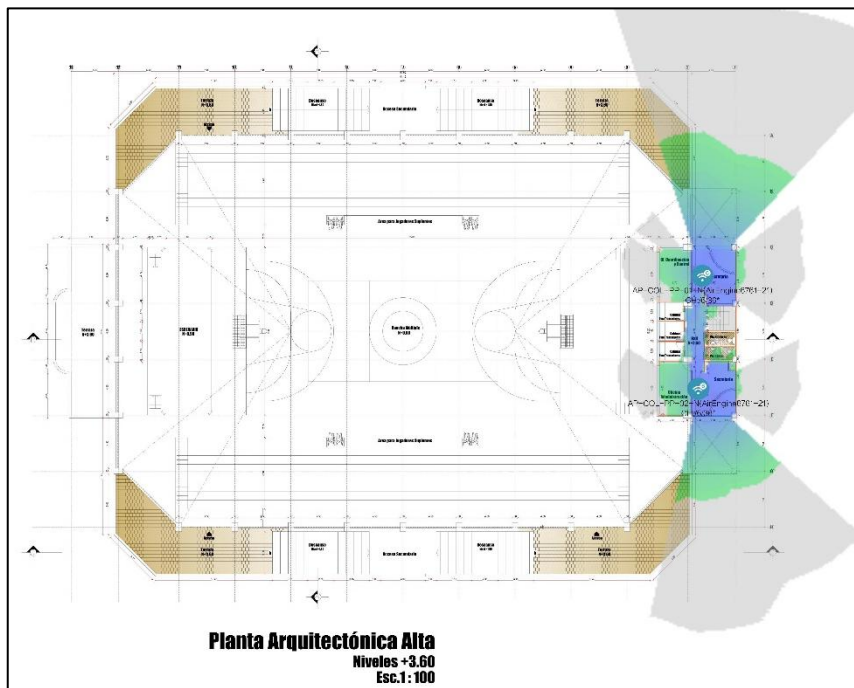


Figura 84. Coliseo- Planta Alta

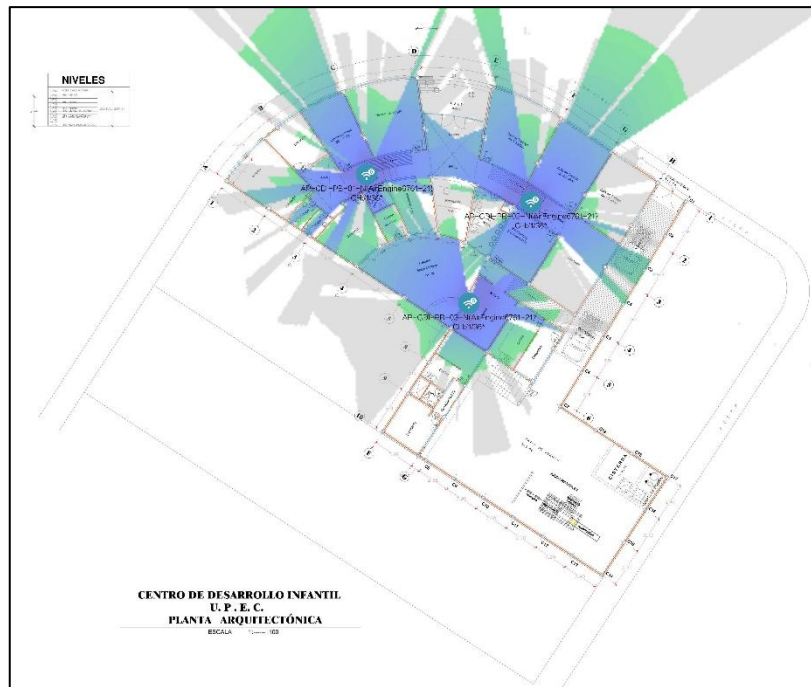


Figura 85. Centro de Desarrollo Infantil

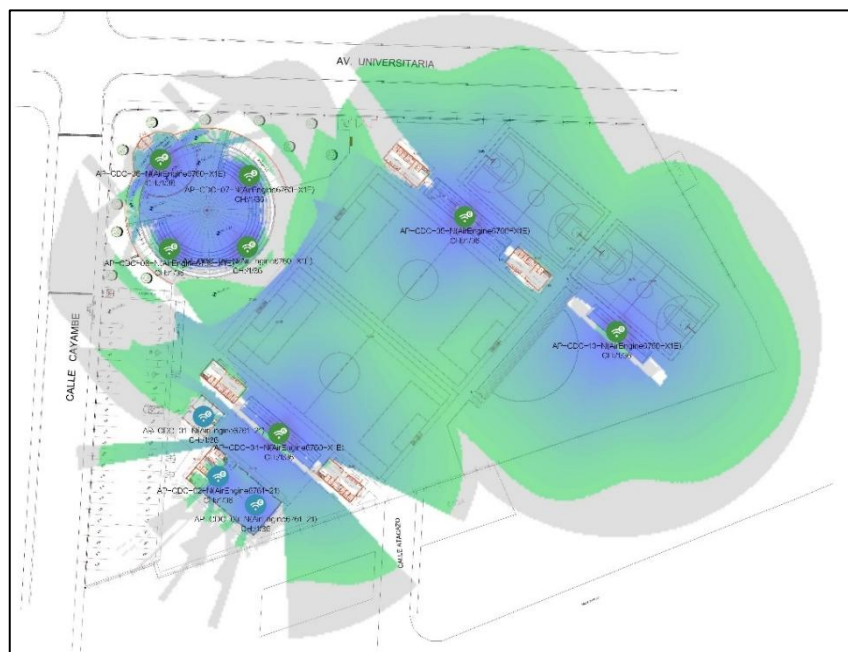


Figura 86. Centro deportivo

4.1.6 Estudio técnico y presupuesto de repotenciación

Una vez que se desarrollaron las fases de diagnóstico y la propuesta de rediseño de la cobertura inalámbrica, se procede a la planificación técnica-financiera, lo cual nos va a permitir determinar los recursos necesarios para una futura implementación en la Universidad.

Esta etapa tiene la finalidad de identificar de manera detallada los materiales, servicios y equipos requeridos para la futura implementación de la nueva arquitectura de red, así también como estimar los costos asociados a la adquisición e instalación.

El análisis se realiza considerando la tecnología actual instalada en la Universidad y las condiciones arquitectónicas de los edificios.

Tabla 6. Equipos requeridos a implementar

Edificio	Piso	Situación actual		Propuesta		
		Equipos actuales obsoletos (color rojo) (APs)	Equipos nuevos instalados para indoor (color azul) (APs)	Equipos nuevos instalados para outdoor (color verde) (APs)	Equipos nuevos (APs)	Equipos requeridos a implementar (APs)
Edificio Administrativo	Planta Baja	4	0	0	7	7
	Planta Alta 1	2	0	0	8	8
	Planta Alta 2	4	0	0	8	8
	Planta Alta 3	1	0	0	3	3
Edificio Aulas 1	Planta Baja	0	5	0	12	7
	Planta Alta 1	0	5	0	14	9
	Planta Alta 2	0	5	0	14	9
Edificio Aulas 2	Planta Baja	0	5	0	12	7
	Planta Alta 1	0	5	0	14	9
	Planta Alta 2	0	5	0	14	9
Edificio Aulas 3	Planta Baja	0	5	0	12	7
	Planta Alta 1	0	5	0	14	9
	Planta Alta 2	0	5	0	14	9
Edificio Aulas 4	Planta Baja	0	5	0	12	7
	Planta Alta 1	0	5	0	14	9
	Planta Alta 2	0	5	0	14	9
Edificio de Laboratorios	Planta Baja	0	2	0	4	2
	Planta Alta 1	0	2	0	7	5
	Planta Alta 2	0	2	0	6	4
Edificio Posgrado	de Planta de Subsuelo	0	3	0	3	0

	Planta Baja	0	6	0	7	1
	Planta Primer Piso	0	6	0	6	0
	Planta Segundo Piso	0	6	0	9	3
	Planta Tercer Piso	0	6	0	6	0
	Planta Cuarto Piso	0	4	0	6	2
Coliseo	Planta Baja	4	0	0	6	6
	Planta Alta	1	0	0	2	2
Centro de Desarrollo Infantil	Planta Baja	1	0	0	3	3
Centro Deportivo	Planta	0	0	0	10	10
Total, de (APs) Requeridos					261	164 APs

El presente presupuesto constituye a una estimación preliminar basada en los costos actuales del mercado y en la propuesta de la repotenciación de la infraestructura inalámbrica institucional, estos valores pueden ajustarse en función de las cotizaciones oficiales, decisiones administrativas y disponibilidad de equipamiento.

Tabla 7. Presupuesto referencial para la mejora de la red inalámbrica

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)	Observaciones
1	Acces Point Wi-Fi 6 Huawei	151 unidades	1.200	181.200	APs de alta calidad para la cobertura indoor que incluyen licencias
2	Acces Point Wi-Fi 6 Huawei	13 unidades	2500	32.500	APs de alta calidad para la cobertura outdoor, incluyen licencias
3	Instalación de puntos de red	164 puntos	250	41.000	Puntos de red completos para cada AP
4	Mano de obra, instalación general	1 servicio	25,500	25.500	Promedio entre los 20.000 a 30.000 USD
Total				280.200,00	

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos nos permiten comprender el estado actual de la red inalámbrica y el impacto de la propuesta de rediseño planteada, el diagnóstico evidenció limitaciones relacionadas con la cobertura y la presencia de zonas muertas en distintas áreas administrativas y académicas.

El diagnóstico de la UPEC mostro zonas con ausencia de cobertura y zonas con señal débil así como una distribución desigual de puntos de acceso, esta situación coincide con el estudio realizado en la UCSG donde (Baque & Estupiñán, 2024), encontraron que los puntos de acceso basados en estándares antiguos generan pérdidas superiores a -75 dBm en zonas interiores, la simulación con la UPEC confirma que las redes diseñadas con criterios previos a la masificación de dispositivos requieren un rediseño que priorice la continuidad de cobertura.

El análisis desarrollados por (Espinoza et al., 2025), respalda los resultados del presente estudio, su diagnóstico revelo que una cobertura no planificada provoca deficiencia en ciertas áreas especialmente donde la arquitectura genera varias barreras físicas, en la UPEC se observó un comportamiento similar, ya que la ubicación actual de los AP generan zonas muertas que afectan la calidad mínima del servicio, ambos trabajos demuestran que el modelo previo mediante mapas de calor es una herramienta esencial para rediseñar redes más eficientes.

Así mismo el estudio que se realizó en la EPN por (Andrade, 2023), evidenció degradaciones significativas de señal en edificios con alta densidad de usuarios, la similitud con los resultados de la UPEC es evidente, los segmentos donde se concentra mayor afluencia estudiantil muestran pérdidas de señal y baja intensidad debido a la insuficiencia de AP, se reafirma que la redistribución y el incremento de AP es una medida técnica necesaria para resolver problemas derivados de la demanda actual.

La tesis de (Del Hierro, 2017), en la Universidad Nacional de Chimborazo, aporta evidencia nacional útil, su estudio mostro que el análisis estructural del edificio y la redistribución de los AP mediante la simulación permiten corregir zonas muertas, una problemática que se presenta en la UPEC, la coincidencia entre ambos casos valida la pertinencia del uso de herramientas de modelado como base para justificar la propuesta de mejora.

(Merchán, 2024), demostró que la modernización hacia WI-FI 6 mejora la estabilidad de la señal y reduce las zonas sin cobertura resultados que coinciden con la

simulación realizada en el campus de la UPEC. De igual forma (De la Cruz, 2024), en la Universidad Nacional de Colombia, destaco que la redistribución técnica de los puntos de acceso mediante mapas de calor permite optimizar la cobertura, de refleja también en las proyecciones obtenidas en esta investigación.

Finalmente, (Cisco Annual Internet Report, 2023), confirma que las instituciones que adoptan WI-FI 6 obtienen mejoras importantes en la capacidad y el rendimiento de la red inalámbrica, una tendencia que coincide con la necesidad identificada en la UPEC.

Tabla 8. Tabla de comparación entre resultados y antecedentes

Antecedente	Hallazgo del antecedente	Resultados UPEC	Comparación
(Baque & Estupiñán, 2024)	Perdidas > -75 dBm, mala cobertura ente edificios y AP obsoletos.	Zonas muertas, AP desactualizados y señal débil.	Ambos presentan infraestructura ineficiente.
(Espinoza et al., 2025)	Cobertura irregular, mala distribución y saturación por arquitectura.	Mala ubicación de AP y discontinuidad de señal en pasillos y aulas.	Redistribución necesaria.
(Andrade, 2023)	Degradación de señal en las redes inalámbricas	Perdida de señal en áreas de alta afluencia estudiantil.	Alta demanda que afecta la estabilidad.
(Del Hierro, 2017)	Reubicación de AP, mejora cobertura, corrige zonas muertas	Simulación UPEC evidencia necesidades de redistribución de AP.	La redistribución es efectiva.
(Merchán, 2024)	WI-FI 6 aumenta la estabilidad, elimina zonas muertas.	Simulación con AP modernos reduce zonas críticas y mejora uniformidad.	Modernización.
(De la Cruz, 2024)	Rediseño con mapas de calor reducen la congestión al 40%	Cobertura simulada corrige las debilidades actuales.	Herramienta clave de modelado.
Cisco (2023)	WI-FI 6 aumenta el rendimiento universitario hasta el 70%.	Propuesta de mejora de cobertura y se proyecta mayor capacidad.	Una infraestructura moderna eleva el desempeño

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El análisis de la red inalámbrica actual, realizado mediante la modelación de cobertura en el software Huawei WLAN Planner nos permitió identificar zonas con señales deficientes y sectores sin cobertura en varios edificios del campus, se evidenció que la ubicación de los puntos de acceso inexistentes y la presencia de equipos obsoletos generan inconsistencias en la intensidad de la señal, lo que afecta la disponibilidad del servicio, este diagnóstico nos confirma la necesidad de un rediseño orientado a la mejora de la cobertura de WI-FI institucional.

La situación actual de la red inalámbrica presenta una cobertura heterogénea con áreas críticas donde la señal es inexistente o débil, este resultado se explica por la ubicación física de los puntos de acceso, la utilización de equipos con estándares previos y las barreras arquitectónicas, el diagnóstico confirma que la cobertura actual no satisface de manera uniforme las necesidades de los usuarios.

La modelación del nuevo diseño de red, basada en la incorporación de puntos de acceso WI-FI 6 estratégicamente redistribuidos, muestra una mejora en la continuidad de la cobertura, los mapas de calor generados evidencian una señal más uniforme, reducción de las zonas muertas y mejor adaptación a la estructura arquitectónica, la simulación nos demuestra que es posible obtener una cobertura más amplia y estable en los distintos edificios de la UPEC.

La propuesta desarrollada demuestra mediante simulaciones que la distribución de los puntos de acceso y el uso de equipos WI-FI 6 mejoran significativamente la cobertura, los mapas de calor reflejan una señal más fuerte y estable en gran parte del campus de la universidad, validando la intervención planteada es técnica viable para corregir las limitaciones de cobertura identificadas.

El presupuesto estimado permitió dimensionar la inversión necesaria para alcanzar una cobertura completa en el campus, considerando la adquisición de nuevos puntos de acceso, el cableado estructurado requerido y la instalación técnica, si

bien los valores no constituyen a una cotización oficial, proporcionan un panorama claro del costo aproximado para en el futuro implementar el diseño propuesto y mejorar la cobertura inalámbrica.

En análisis del presupuesto evidencia que lograr una cobertura completa requiere una inversión considerable, la estimación proporciona una referencia clara para la institución evaluar la ejecución del proyecto, considerando disponibilidad financiera y sus prioridades.

De forma integral el estudio permitió plantear una propuesta técnica orientada a mejorar la cobertura de la red inalámbrica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, el diagnóstico inicial, la simulación del nuevo diseño y la estimación económica conforman una base sólida para que la institución tome decisiones informadas sobre una futura inversión, la investigación demuestra que con una redistribución adecuada de los puntos de acceso y la incorporación de la tecnología más reciente es posible fortalecer la cobertura de la red inalámbrica dentro del campus.

5.2. RECOMENDACIONES

- A partir de las zonas con señal débil identificadas, se recomienda que la Universidad priorice la reubicación o el reemplazo de los puntos de acceso actuales, con el fin de asegurar una cobertura que sea uniforme en los diferentes edificios del campus, esta acción permitirá mitigar los espacios sin conectividad y mejorar la estabilidad necesaria para las actividades administrativas y académicas.
- Se sugiere adoptar el diseño que se propuso en las simulaciones realizadas con Huawei WLAN Planner incorporando puntos de acceso de estándar recientes y respetando las ubicaciones recomendadas, una implementación gradual permitirá validar cada fase, corregir posibles desviaciones y asegurar que la cobertura proyectada se refleje de manera efectiva en el entorno real.
- Con el fin de asegurar que la cobertura inalámbrica se mantenga adecuada en el tiempo se recomienda que la UPEC realice evaluaciones periódicas de cobertura en todas las áreas académicas y administrativas, estas verificaciones permitirán identificar nuevos puntos con señal débil que pudieran sugerir por cambios físicos en la infraestructura, incremento en el número de usuarios o interferencias , garantizando que la red inalámbrica continúe ofreciendo niveles óptimos de conectividad en todo el campus.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, V. (2023). *Implementación de una red Wi-Fi Mesh en la Unidad Educativa Tránsito Amaguaña*.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23840/1/CD%2013094.pdf>
- ANSI/TIA 568.2-D. (2017). *Un pilar en la infraestructura de dispositivos de red*.
<https://www.versitron.com/blogs/post/ansi-tia-568-2-d-a-pillar-in-networking-device-infrastructure>
- Baque, U., & Estupiñán, A. (2024). *Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper*.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/22612/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-442.pdf>
- Cisco. (2023). *Informe anual de Internet de Cisco (2018-2023) Libro blanco*.
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>
- Cisco Annual Internet Report. (2023). *Informe anual de Internet de Cisco (2018-2023) Libro blanco*. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>
- De la Cruz, K. (2024). *Modelo de redes Wifi de alta densidad para la Calidad de servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha*.
<https://repositorio.undc.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4333b68f-64b5-4454-867d-b726e03158a9/content>
- Del Hierro, M. (2017). <https://repositorio.puce.edu.ec/items/e6c67b1b-7e56-4697-81ee-a9c9a04ab4d5>
- Espinoza, M., Orozco, F., Vásquez, A., Hernández, M., & Rodríguez, W. (2025). *Análisis de una red inalámbrica bajo el estándar wi-fi 6 gestionado con SDN: caso de estudio LABOMEDICA*.
<https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/706>

- Forouzan, B. (2017). *Data Communications and Networking (6th ed.)*. McGraw-Hill Education.
[http://121.121.140.173:8887/filessharing/kohasharedfolders/Data%20Communications%20and%20Networking%20with%20TCP%20Protocol%20Suite%20\(Behrouz%20A.%20Forouzan\)%20\(2022\).pdf](http://121.121.140.173:8887/filessharing/kohasharedfolders/Data%20Communications%20and%20Networking%20with%20TCP%20Protocol%20Suite%20(Behrouz%20A.%20Forouzan)%20(2022).pdf)
- ISO/IEC. (2017). *Tecnología de la información: Cableado genérico para instalaciones de clientes*. <https://www.iso.org/standard/66182.html>
- Keiser, G. (2011). *Optical fiber communications*. The McGraw-Hill Companies.
<https://bida.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/16991/Optical-Fiber-Communications-by-Gerd-Keiser.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kurose, J., & Ross, K. (2021). *Computer Networking: A Top-Down Approach (8th ed.)*.
https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=12321
- Merchán, Lady. (2024). *POTENCIACION DE LA RED INALAMBRICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INTERNET DE LA UNIDAD EDUCATIVA «DR. JOSÉ VILIULFO CEDEÑO SÁNCHEZ»*.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6362/1/Merchan%20Alay%20Lady%20Paola.pdf>
- Monje, C. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa, guía didáctica*. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Stallings, W. (2014). *DATA AND COMPUTER COMMUNICATIONS 10ED*.
https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10878
- Tanenbaum, & Wetherall. (2011). *FIFTH EDITION COMPUTER NETWORKS*.
<https://www.inf.ufsc.br/~bosco.sobral/ensino/ine5645/Computer-Networks--A-Tanenbaum---5th-edition.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Narváez Orbe Melany Vanessa

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 19 de enero de 2026

Fecha de entrega del informe: Lunes, 19 de enero de 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Jairo Guevara
DIRECTOR DE CENTROS
ACADÉMICOS Y DE
FORMACIÓN
COMPLEMENTARIA

Anexo 2. Primera proforma del equipamiento WI-FI



RUC: 1792510953001

- CONSULTORÍA
- IMPLEMENTACIÓN
- AUTOMATIZACIÓN
- CAPACITACIÓN
- SOPORTE TÉCNICO

COTIZACIÓN SEYTON CIA LTDA.																			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">CLIENTE:</td> <td style="width: 45%;">Universidad Politécnica Estatal del Carchi</td> <td style="width: 15%;">N°:</td> <td style="width: 25%;">S-574</td> </tr> <tr> <td>RUC:</td> <td>1768132370001</td> <td>FECHA:</td> <td>27/11/2025</td> </tr> <tr> <td>DIRECCION:</td> <td>AV. UNIVERSITARIA Y ANITISANA</td> <td>CIUDAD:</td> <td>TULCAN</td> </tr> <tr> <td>TELEFONO:</td> <td>(06) 222-4079</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				CLIENTE:	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	N°:	S-574	RUC:	1768132370001	FECHA:	27/11/2025	DIRECCION:	AV. UNIVERSITARIA Y ANITISANA	CIUDAD:	TULCAN	TELEFONO:	(06) 222-4079		
CLIENTE:	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	N°:	S-574																
RUC:	1768132370001	FECHA:	27/11/2025																
DIRECCION:	AV. UNIVERSITARIA Y ANITISANA	CIUDAD:	TULCAN																
TELEFONO:	(06) 222-4079																		
CANT	DETALLE	P. UNITARIO	P. TOTAL																
151	AP Indoor Huawei AirEngine6761-21	1200,00	181200,00																
13	AP Outdoor Huawei AirEngine6760-X1E	2500,00	32500,00																
164	Punto de Red de Datos Cobre Cat 6a	250,00	41000,00																
1	Instalación	25500,00	25500,00																
SUBTOTAL			280.200,00																
IVA 15%			42030,00																
TOTAL			322.230,00																

Garantía: 3 años
Tiempo de Entrega: 90 días
Forma de Pago: 50% anticipo 50% Contra entrega
Vigencia: 60 días

Atentamente,



Ing. Sandra Narváez
SEYTON CIA LTDA
snarvaez@seyton.ec
 0989964195/062 607949

Anexo 3. Segunda Proforma del equipamiento WI-FI



CLIENTE UNIVERSIDAD ESTATAL POLITÉCNICA DEL CARCHI
 R.U.C 1768132370001
 Dirección: Av. Antisana y Av. Universitaria, Tulcán, Carchi, Ecuador
 Ecuador
 Teléfono: (06) 222-4079
FECHA 27/11/2025

PROFORMA 0057
RUC 1793224570001
Email zzinoova@gmail.com
QUITO - ECUADOR
Contacto 0994055825
Dirección
 AV MARESCAL SUAREZ INTERSECCIÓN - CUSUBAMBA
 URBANIZACIÓN CAMINOS DEL SUR

PROFORMA DE SOLUCIÓN DE VIDEO VIGILANCIA					
Item	DESCRIPCIÓN	Cant	Unidad	Valor U	Valor Total
EQUIPOS					
1	Suministro de Acces Point WiFi-6 para interiores con las siguientes características: 1 x 100M/1GE/2.5GE/5GE/10GE (RJ45) Interfaces 1 x 10M/100M/1GE (RJ45) 1 x 1G/10GE SFP+1 x USB Bluetooth BLE5.2 Soporte de radios 2.4Ghz (2x2) 5Ghz (4x4) Capacidad 1.15Gbit/s en 2.4Ghz 7.2 Gbit/s en 5Ghz Funciones WLANIEEE 802.11 ax y IEEE 802.11a/b/g/n/ac Wave 2 UL/DL MU-MIMO UL/DL OFDMA. Licenciamiento por cada Acces Point para comutación. Licenciamiento perpetuo por cada Acces Point. Nota: Garantía y Soporte de fábrica 3 años de soporte, garantía y reposición de partes y piezas 8x5xNBD. Se garantiza que los Access Point a colocar en los edificios son 100% compatibles e instalados con la licencia correspondiente en la controladora WiFi AirEngine9700-Mq, el servidor de analítica de red, servidor H22X-05-SP-384GEAC01 y software iMaster NCE-Campus para garantizar la interoperabilidad de los equipos, estos equipos ya se encuentran instalados en el Data Center Institucional	151	und	\$ 1.200,00	\$ 181.200,00
2	Suministro de Acces Point WiFi-6 para exteriores con las siguientes características: Tipo de interfaces 1 x 100M/1000M/2.5G/5GE electrico 1 x 10M/100M/1GE electrico 1 x 1G/10G SFP opera en 802.11ax soporta en 2.4 Ghz (4x4) + 5 Ghz(4 x 4) radios con un maximo de 595 GBPS. característica física IP68 y con un rango de temperatura de operación 40°C to + 65°C . Licenciamiento por cada Acces Point para comutación. Licenciamiento perpetuo por cada Acces Point. Nota: Garantía y Soporte de fábrica 3 años de soporte, garantía y reposición de partes y piezas 8x5xNBD. Se garantiza que los Access Point a colocar en los edificios son 100% compatibles e instalados con la licencia correspondiente en la controladora WiFi AirEngine9700-Mq, y el servidor servidor H22X-05-SP-384GEAC01 y software iMaster NCE-Campus para garantizar la interoperabilidad de los equipos, estos equipos ya se encuentran instalados en el Data Center Institucional	13	und	\$ 2.500,00	\$ 32.500,00
3	Suministro e instalación de punto de cableado estructurado categoría 6 A blindado contiene: Punto de cableado cat 6 A (Jacks, face plate, cable, cajas, medios de conducción), ordenamiento, etiquetamiento limpieza.	164	und	\$ 250,00	\$ 41.000,00
4	Instalación, configuración y certificación de la solución Inalámbrica	1	g/b	\$ 25.500,00	\$ 25.500,00
La proforma tiene una duración de 30 días. Forma de pago 50% anticipo y 50% Acta entrega recepción del cliente. Tiempo de entrega 120 días. El tiempo de garantía de los equipos es de 36 meses contra defectos de fábrica.				SUBTOTAL IVA(15%) TOTAL	\$ 280.200,00 \$ 42.030,00 \$ 322.230,00



Anexo 4. Tercera proforma del equipamiento WI-FI

RAMON IBUJES NANCY YOLANDA
RUC: 1002743928001



PROFORMA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

RUC: 1768132370001

Dirección: AV. UNIVERSITARIA Y ANITISANA

Fecha: 27/11/2025

Teléfono:

Por medio de la presente tenemos el agrado de poner a su consideración nuestra propuesta, la misma que ha sido preparada en base a los requerimientos planteados. Esperamos que la misma cumpla con sus expectativas.

N° 001-001-362

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	AP Indoor Huawei AirEngine6761-21	151	1260,00	190260,00
2	AP Outdoor Huawei AirEngine6760-X1E	13	2625,00	34125,00
3	Punto de Red de Datos Cobre Cat 6a	164	262,50	43050,00
4	Instalación	1	26775,00	26775,00
SUBTOTAL				294.210,00
IVA 15%				44131,50
TOTAL				338.341,50

Garantía: 3 años

Forma de Pago: 50% anticipo 50% Contra entrega

Plazo de entrega: 90 días

Vigencia de la oferta: 60 días

Atentamente



NANCY YOLANDA RAMON
IBUJES

Ing. Nancy Ramón Ibijes
0996513992/0998144166
nancy.ramon@novati.com.ec
GERENTE GENERAL