

Diseño y simulación de un modelo de cableado estructurado para casinos en Colombia

Luz Dahyann Arias Quintero

Nicolás Díaz Cortés

Universidad EAN

Facultad de ingeniería, Ingeniería de sistemas

Tutor: Lina María Chacón Rivera

Bogotá, Colombia

## Índice de contenido

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Introducción</b> .....	6
<b>Problema de investigación</b> .....	7
<b>Objetivos</b> .....	10
Objetivo general .....	10
Objetivos específicos.....	10
<b>Justificación</b> .....	11
<b>Análisis de requerimientos</b> .....	13
<b>Marco de referencia</b> .....	20
Visión conceptual .....	20
Visión legal.....	22
Visión contextual .....	31
<b>Análisis de restricciones</b> .....	34
<b>Análisis de alternativas</b> .....	35
Herramientas para el diseño de cableado estructurado y topologías físicas.....	36
<b>Definición del diseño de la solución</b> .....	39
<b>Análisis ambiental</b> .....	43
<b>Análisis de sostenibilidad</b> .....	44
<b>Análisis de viabilidad</b> .....	46
<b>Análisis de costos</b> .....	47
<b>Resultado de la propuesta</b> .....	49
<b>Conclusiones</b> .....	61
<b>Referencias</b> .....	63

### Índice de figuras

<b>Figura 1. Diagrama de Lucidchart .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 2. Diagrama de red en AutoCAD .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 3. Simulador financiero.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 4. Simulación en 3D .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 5. Simulación de red .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 6. Conexión máquinas de juego .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 7. Cámaras de seguridad y sensor de movimiento .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 8. Servidor .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 9. Show running del router principal .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 10. Show running del router principal.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 11. Show running del switch principal.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 12. Show running del switch principal .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 13. Simulación en Tinkercad .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 14. Simulación en Simulink.....</b>	<b>59</b>

### Índice de tablas

<b>Tabla 1. Requerimientos técnicos.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 2. Requerimientos de diseño.....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 3. Requerimientos de operación .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 4. Requerimientos de calidad .....</b>	<b>16</b>
<b>Tabla 5. Requerimientos legales y reglamentarios .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 6. Requerimientos de sostenibilidad.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 7. Requerimientos de las partes interesadas .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 8. Requerimientos de modelación .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 9. Análisis de restricciones .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 10. Impactos ambientales.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 11. Viabilidad del proyecto.....</b>	<b>46</b>

## Resumen

Este trabajo de investigación se enfoca en diseñar y simular un modelo de cableado estructurado para los casinos en Colombia, analizando cómo impacta en su seguridad, eficiencia operativa y competitividad. A nivel global, el cableado estructurado se ha convertido en un pilar fundamental para mantener estables las redes de comunicación, mejorar la conectividad y reducir costos de mantenimiento.

Sin embargo, en el contexto colombiano, la falta de modelos de referencia o las fallas en las infraestructuras actuales representan un riesgo importante que afecta la continuidad de las operaciones, la protección de los clientes y la seguridad de la información. Basándonos en un estudio comparativo con estándares internacionales y el análisis de casos exitosos, esta investigación propone un modelo orientado a modernizar y optimizar la infraestructura tecnológica de los casinos en el país, alineado con las mejores prácticas de la industria.

**Palabras clave:** Casinos, Cableado estructurado, Seguridad, Infraestructura tecnológica, Eficiencia operativa.

## Introducción

Los casinos son lugares dedicados a los juegos de azar, donde funcionan diversos sistemas como mesas de póker, ruletas, máquinas tragamonedas y esferódromos. En Colombia, su operación está regulada por leyes que buscan garantizar transparencia, control y el cumplimiento de requisitos técnicos y administrativos. (Coljuegos, 2013)

Al igual que en otros países, los casinos en Colombia necesitan una infraestructura tecnológica sólida que respalde sus operaciones. Sin embargo, un aspecto clave que con frecuencia se ha descuidado en muchos establecimientos es el diseño de un sistema de cableado estructurado eficiente y estandarizado.

El Sistema de Cableado Estructurado (SCS) es una metodología definida por normas internacionales que permite integrar de manera organizada y confiable la transmisión de voz, datos y video dentro de redes locales. Un diseño adecuado ayuda a optimizar la conectividad, mejora la seguridad eléctrica y reducir costos de mantenimiento. Normas como el estándar ANSI/EIA/TIA-568 establecen lineamientos para diseñar esta infraestructura en entornos comerciales, asegurando un rendimiento óptimo (WinuE, 2014).

A nivel internacional, el cableado estructurado ha demostrado ser esencial para garantizar eficiencia operativa, sostenibilidad tecnológica y reducción de riesgos. En Colombia, la falta de un modelo de referencia en este campo representa desafíos importantes en seguridad, protección de datos y estabilidad operativa. Ante esta realidad, este trabajo busca diseñar y simular un modelo de cableado estructurado adaptado a las necesidades de los casinos colombianos, basándose en estándares internacionales y mejores practicas de la industria, con el objetivo de proponer una infraestructura moderna, segura y eficiente.

## **Problema de investigación**

En la actualidad, existen buenas prácticas para la integración del cableado estructurado, basadas en normas brindadas por las directrices de la TIA/EIA (Covelli, 2013). Estas asociaciones desarrollan y publican conjuntamente una serie de estándares que abarcan el cableado estructurado de voz y datos para las LAN (Cardenas, Manual para aplicar la norma TIA\_EIA para cableado estructurado, 2014), definiendo la forma en que debe organizarse el cableado dentro de una edificación.

Los casinos son establecimientos comerciales donde se desarrollan actividades de juegos de suerte y azar, operando con diversos elementos de juego como mesas de póquer, ruletas, máquinas tragamonedas, esferódromos y otras modalidades de juegos localizados. (Coljuegos, 2013).

“De acuerdo con la Ley 643 de 2001, el Decreto 1068 de 2015 y la Resolución 20182300011754 de 2018 emitida por COLJUEGOS, la concesión de estos juegos, clasificados como “localizados”, requiere autorización y la suscripción de un contrato de concesión que contemple un mínimo de elementos de juego y un mínimo por local comercial. Entre los requisitos para la concesión se incluyen la presentación de un concepto previo favorable o concepto de uso de suelo expedido por la autoridad municipal o distrital competente, que certifique que la ubicación del local es apta para el desarrollo de actividades comerciales, conforme al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) o al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), según corresponda.” (Coljuegos, 2013, pág. 1)

“En Colombia, los juegos localizados aportan el 39% de total de transferencias destinadas a la salud. Entre enero y abril del presente año, bingos, casinos y máquinas electrónicas tragamonedas transfirieron \$115.941 millones para financiar el régimen subsidiado y promover la investigación científica. Según el presidente de COLJUEGOS, Marco Emilio Hincapié, dichas transferencias fueron realizaos por 392 operadores y 3.546 establecimientos autorizados, distribuidos en los 32 departamentos del país. Actualmente, se encuentran en operación 105.451 máquinas electrónicas tragamonedas, lo que representa un incremento de más de 1.400 unidades respecto al año 2023.” (Hincapié, 2024, pág. 1)

En la industria del entretenimiento, los casinos dependen de una infraestructura tecnológica confiable para garantizar seguridad, conectividad y eficiencia operativa. A nivel internacional, el uso de sistemas de cableado estructurado ha demostrado ser esencial para optimizar la transmisión de datos, voz y video, además de reducir costos de mantenimiento y minimizar riesgos eléctricos. En Colombia, según Thompson (2009) los juegos comerciales no estaban sujetos a reglas o regulaciones comunes. Hasta 1990, la legislación nacional tenía poca relevancia práctica para la industria de los casinos. Como consecuencia, muchos establecimientos presentan deficiencias en su infraestructura de red, lo que impacta directamente tres aspectos clave: la calidad del servicio, entendida como la rapidez. Confiabilidad, disponibilidad de los sistemas de juego, comodidad y atención personalizada; la seguridad de la información, que debe garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos; y la estabilidad de sus operaciones, necesaria para mantener un funcionamiento continuo y eficiente de los sistemas y procesos, evitando interrupciones que puedan afectar la experiencia del cliente o los ingresos del negocio.

Por otro lado, Bolaño & Galindo (2009) señalan que el limitado conocimiento sobre los juegos de azar en Colombia ha incrementado el interés de inversionistas extranjeros, quienes ven en este sector una oportunidad adecuada que integre tanto recursos tecnológicos como financieros. No obstante, en el país, la inversión en la modernización de la infraestructura sigue siendo baja, Mientras que en otros sectores comerciales se han adoptado estándares internacionales para garantizar una conectividad estable y segura, en la industria del juego persisten modelos de cableado desactualizados, desordenados y obsoletos.

Esta situación no solo afecta la eficiencia operativa y la seguridad de la información en los casinos, sino que también genera riesgos en términos de normatividad, confiabilidad del servicio y experiencia del usuario.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Validar la viabilidad técnica del diseño de un modelo de red estructurado escalable en un casino en Colombia, mediante la herramienta de un modelador de redes.

### **Objetivos específicos**

Evaluar la conectividad y la transmisión de datos, voz y videos dentro del casino para proponer mejoras que optimicen la escalabilidad y el rendimiento de la red.

Diseñar un modelo de red estructurado que cumpla con estándares internacionales con el fin de reducir la detección de fallos para mejorar la eficiencia.

Validar mediante la simulación de Cisco Packet Tracer y SweetHome el funcionamiento del modelo de red.

## **Justificación**

El crecimiento de la industria de los casinos y su impacto en la economía hacen imprescindible la modernización de sus infraestructuras tecnológicas. Un sistema de cableado estructurado adecuado no solo garantiza la seguridad, eficiencia y operatividad de estos establecimientos, sino que también asegura una conectividad estable y minimiza riesgos asociados a fallas eléctricas y pérdida de datos.

En el contexto colombiano, la implementación de un sistema de cableado estructurado optimizado podría incrementar la estabilidad de las redes de comunicación en más del 90% en comparación con la infraestructura actual, caracterizada en muchos casos por cableado obsoleto o desordenado. Asimismo, se proyecta una reducción de hasta un 40% en los costos de mantenimiento gracias a la disminución de fallos recurrentes y la simplificación en la gestión de la red. En cuanto a la vida útil de los equipos tecnológicos, una instalación correctamente diseñada y certificada puede prolongarla entre un 25% y un 35% al garantizar eléctricas y de transmisión de datos más estables.

Estos avances no solo fortalecerían la seguridad de los casinos, incrementando la confianza de los clientes y, en consecuencia, la afluencia de visitantes, sino que también impulsarían el crecimiento económico del sector del entretenimiento y del país en general (Williams, 2011). Desde una perspectiva práctica, la modernización del cableado estructurado se traduce en mayor confiabilidad operativa, menores costos a largo plazo y una infraestructura preparada para soportar nuevas tecnologías y demandas futuras (Humbert, 2022).

Desde un enfoque teórico, esta investigación contribuirá al estudio de la infraestructura tecnológica en entornos comerciales de alta demanda, proporcionando un

análisis detallado de las brechas existentes en Colombia en comparación con estándares internacionales. Adicionalmente, desde una perspectiva metodológica, se validará el diseño de un sistema de cableado estructurado en un casino específico, con el potencial de ser escalable y adaptable a otros establecimientos de este tipo que presentan necesidades similares de conectividad y seguridad (Joskowicz, 2006).

Por último, el estudio incluirá un análisis comparativo entre los sistemas utilizados en casinos internacionales y los implementados en Colombia. Este ejercicio permitirá identificar oportunidades de mejora y fomentar la innovación en las infraestructuras tecnológicas del país. De esta manera, el proyecto busca ofrecer un modelo de implementación que optimice el desempeño del cableado estructurado en los casinos nacionales, alineándose con estándares globales de eficiencia y seguridad.

## Análisis de requerimientos

**Tabla 1**

*Requerimientos técnicos*

Categoría	Requisitos técnicos
Backbone de red (Troncal principal)	Fibra óptica multimodo <b>OM4</b> con conectores LC, capacidad mínima <b>40 Gbps</b> . <b>OM4</b> : Es un tipo de fibra óptica que soporta transmisiones de muy alta velocidad y largas distancias dentro del edificio. Sirve como autopista principal de datos entre el centro de control y las salas de juego.
Cableado horizontal (Usuarios y máquinas)	Cable de red <b>categoría 6A UTP</b> , hasta 100 m, velocidad <b>10Gbps</b> . <b>CAT 6A</b> : Estándar de cable de cobre para redes locales. Permite conectar máquinas, cámaras y computadores con alta velocidad y sin interferencias.
Patch Panels y Faceplates	Patch Panels de 24/48 puertos de CAT 6A, faceplates modulares con jacks RJ45 blindados. Sirven para organizar y centralizar las conexiones de red en un rack, facilitando la administración del cableado.
Switches de Core (Centro de Red)	Capacidad mínima de <b>2 Tbps</b> , soporte <b>OSPF, BGP, VRF, VXLAN</b> , redundancia de energía y ventiladores. <b>OSPF/BGP</b> : Protocolos de enrutamiento que permitan dirigir el tráfico en forma eficiente. <b>VRF</b> : Permite separar redes virtuales dentro del mismo equipo. <b>VXLAN</b> : Tecnología para redes virtualizadas de gran escala.
Switches de acceso (Máquinas y usuarios)	48 puertos RJ-45 de <b>1 Gbps PoE+ (802.3at)</b> , con <b>4 uplinks SFP+ de 10 Gbps</b> , soporte VLANs y ACLs. <b>PoE+</b> : Permite dar energía por el mismo cable de red a equipos como cámaras IP. <b>SFP+</b> : Módulo de fibra para conectar a mayor velocidad con el core. Los switches de acceso conectan directamente máquinas, cajas y cámaras.
Routers de Borde	Rendimiento mínimo <b>20 Gbps throughput</b> , soporte de <b>BGP, OSPF, VPN IPSec y GRE</b> , redundancia con <b>HSRP</b> . <b>Throughput</b> : Capacidad de procesar tráfico real. <b>VPN IPSec</b> : Conexión segura cifrada con Coljuegos.

	<p><b>GRE:</b> Encapsulación de tráfico.  <b>HSRP:</b> Protocolo para redundancia entre routers.</p>
Firewall NGFW	<p>Capacidad de inspección <math>\geq</math> <b>5 Gbps throughput</b>, con <b>IPS/IDS, SSI Inspection, filtrado URL</b>.  <b>NGFW:</b> Firewall de última generación.  <b>IPS/IDS:</b> Detecta y bloquea ataques en tiempo real.  <b>SSL Inspection:</b> Revisa tráfico cifrado.  <b>Filtrado URL:</b> Bloquea páginas o accesos no permitidos. Es el guardián digital del casino.</p>
Wi-Fi (Red Inalámbrica)	<p>Puntos de acceso <b>Wi-Fi 6 (802.11ax)</b>, capacidad de 250 usuarios concurrentes, <b>roaming L2 y L3</b>, controlador centralizado.  <b>Wi-Fi 6 (802.11ax):</b> Última generación de Wi-Fi, soporta muchos usuarios al mismo tiempo.  <b>Roaming L2 y L3:</b> Permite moverse entre zonas sin perder la conexión.</p>
Racks de comunicaciones	<p>Racks de <b>42U</b> cerrados, con ventilación, bandejas de energía (PDU) y organizadores de cableado. Los racks son los gabinetes donde se instalan swiches, routers, servidores y patch panels, manteniendo todo ordenado y seguro.</p>
Sistemas de energía	<p><b>UPS</b> central de 2 horas de autonomía, planta eléctrica de 24h, UPS individuales en switches y servidores.  <b>UPS:</b> Batería que mantiene funcionando equipos críticos cuando se va la luz. La planta asegura operación continua, aunque haya apagón prolongado.</p>
Monitoreo y gestión	<p><b>SNMPv3</b> habilitado en todos los equipos  Software como <b>Zabbix o PRTG. Logs</b> almacenados <math>\geq</math> 12 meses.  <b>SNMPv3:</b> Es un protocolo seguro para el monitoreo de equipos de red.  <b>Zabbix/PRTG:</b> Programas que muestran en tiempo real el estado de la red.  <b>Logs:</b> Historial de eventos para auditoría.</p>

*Nota. La información corresponde a los requerimientos técnicos mínimos para la propuesta.*

**Tabla 2**  
*Requerimientos de diseño.*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos de diseño</b>
Funcionales	Conectividad para áreas críticas: juegos, administración, servidores y clientes.
Funcionales	Separación lógica mediante VLANs (Juegos, Administración, Seguridad, Clientes, IoT y Servicios).
Normativa/Estándares	Cumplimiento TIA/EIA 568-C
Normativa/Estándares	Etiquetado según TIA/EIA 606-B
Normativa/Estándares	Cumplimiento RETIE sobre las condiciones de la seguridad eléctrica en instalaciones de telecomunicaciones asegurando que todos los equipos, canalizaciones y gabinetes estén correctamente aterrizados, que exista una separación adecuada.
Normativa/Estándares	Canalizaciones y racks según NFPA70 (Código Eléctrico Nacional)
Normativa/Estándares	Cumplimiento requisitos COLJUEGOS en seguridad y control.
Seguridad	Acceso controlado a salas de telecomunicaciones.
Gestión/Monitoreo	Etiquetado único por punto (rack, patch panel, puerto y destino)
Gestión/Monitoreo	Planos en AutoCAD con racks y puntos de red.

*Nota. La información corresponde a los requerimientos de diseño mínimos para la propuesta.*

**Tabla 3***Requerimientos de operación*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos de operación</b>
Operación y administración	Documentación digital de los puntos de red.
Operación y administración	Etiquetado de puntos de red según TIA/EIA 606-B.
Seguridad operacional	Control de acceso físico a cuartos de telecomunicaciones.
Continuidad y disponibilidad	Mantenimiento preventivo del cableado cada 6 meses.
Capacitación y roles	Roles definidos: administrador de red, técnico en infraestructura, seguridad TI.
Normativa y cumplimiento	Cumplimiento de RETIE garantizando que las instalaciones se mantengan en condiciones seguras y todos los equipos de telecomunicaciones deben estar aterrizados adecuadamente, cumplimiento de COLJUEGOS y de la ley 1581 de 2012.
Escalabilidad y actualización	Capacidad de integrar nuevos servicios.
Documentación y entregables	Manual de operación y mantenimiento de entregado al cliente.

*Nota. La información corresponde a los requerimientos de operación mínimos para la propuesta*

**Tabla 4***Requerimientos de calidad*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos de calidad</b>
Normativa/Estándares	Cumplimiento de normativa eléctrica y de seguridad RETIE.
Fiabilidad y disponibilidad	Cuartos de telecomunicaciones con alimentación redundante (UPS + generador).
Seguridad de la infraestructura	Control de acceso físico.
Seguridad de la infraestructura	Etiquetado y documentación del cableado según TIA/EIA.
Gestión y documentación	Planos actualizados AutoCAD con estado final de la instalación.
Gestión y documentación	Inventario completo de equipos, racks, patch panels y puntos de red.
Experiencia del usuario	Conectividad estable en todas las áreas del casino

*Nota. La información corresponde a los requerimientos de calidad mínimos para la propuesta.*

**Tabla 5**  
*Requerimientos legales y reglamentarios*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos legales y reglamentarios</b>
Normativa eléctrica y técnica	Cumplimiento RETIE para garantizar la seguridad eléctrica, puesta a tierra, protección contra sobrecargas, incendios y separación adecuada de las canalizaciones de energía y datos.
Normativa eléctrica y técnica	Cumplimiento del NTC 2025 como complemento al RETIE en la planificación de canalizaciones, capacidad de carga, protecciones y distancias mínimas en la red.
Normativa eléctrica y técnica	Aplicación de normas ANSI/TIA/EIA 568, 569, 606-B y 942 en la aplicación de topologías jerárquicas, canalizaciones, backbone, documentación y etiquetado de toda la red del casino.
Sector de juegos de azar	Cumplimiento de regulaciones de COLJUEGOS donde se requiere que los casinos tengan sistemas de control, registros de auditoría y disponibilidad de información para entes reguladores.
Protección de datos	Cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 que aplica el manejo de datos de clientes y usuarios conectados a la red del casino, garantizando privacidad y confidencialidad.
Protección de datos	Implementación de protocolos de seguridad según la Ley 1273 de 2009 donde se requiere la protección de la infraestructura de red contra accesos no autorizados y ciberataques.
Seguridad de la información	Cumplimiento de estándares de seguridad de información ISO/IEC 27001 garantizando que la infraestructura de red implemente controles de seguridad para la protección de datos críticos del casino.
Infraestructura crítica	Cumplimiento de la ley 1341 de 2009 sobre las TIC en Colombia donde se deben aplicar la operación de la red de datos en casinos en la infraestructura crítica de telecomunicaciones.

*Nota. La información corresponde a los requerimientos mínimos legales y reglamentarios de la propuesta.*

**Tabla 6**  
*Requerimientos de sostenibilidad*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos de sostenibilidad</b>
Alineación con ODS	El diseño debe contribuir a los ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ODS 11 (Ciudades sostenibles) y ODS 12 (Producción y consumo responsable).
Alineación con ODS	Generación de reportes de sostenibilidad que muestren la contribución del proyecto a los ODS seleccionados.
Transición energética	Implementación de equipos de red con bajo consumo energético y certificaciones verdes (Energy Star, IEEE 802.3 az).
Transición energética	Uso de sistemas de climatización eficientes y de bajo impacto ambiental.
Materiales sostenibles	Uso de cables y canalizaciones libre de halógenos para reducir gases tóxicos en caso de incendio.
Gestión de residuos	Recolección y disposición responsable de baterías, UPS y luminarias LED al final de su vida útil.

*Nota. La información corresponde a los requerimientos de sostenibilidad mínimos para la propuesta.*

**Tabla 7**  
*Requerimientos de las partes interesadas*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos de las partes interesadas</b>
Propietarios del casino	Garantizar disponibilidad de red para no afectar operaciones críticas (juegos, pagos y cámaras).
Gerencia de TI del casino	Contar con un diseño documentado (planos, rutas e inventarios) para gestión y mantenimiento.
Clientes del casino	Acceso seguro a red WiFi para juegos online, apuestas y servicios digitales.
Empleados del casino	Infraestructura estable para operación de sistemas internos (administración).
Proveedores de tecnología	Cumplimiento de estándares internacionales en equipos (Switches, routers y racks).
Área de seguridad física	Disponibilidad de red para videovigilancia, alarmas y control de accesos.

*Nota. La información corresponde a los requerimientos de las partes interesadas mínimos para la propuesta.*

**Tabla 8**  
*Requerimientos de modelación*

<b>Categoría</b>	<b>Requisitos de modelación</b>
Representación completa del sistema	El modelado debe reflejar de forma clara y comprensible la infraestructura del proyecto.
Escalabilidad	El modelo debe permitir agregar o modificar elementos sin rehacer el proyecto.
Claridad visual	Los modelos deben ser comprensibles para alguien que no desarrolló el proyecto.
Pruebas y validación	El modelo debe permitir validar el funcionamiento del sistema.
Correspondencia física y lógica	Cada elemento físico (puerto, cámara, rack, AP, etc) debe corresponder a un elemento lógico (IP, VLAN, servicio, nodo de red),
Estandarización	Se debe usar un formato de nombres único y estructurado.

*Nota. La información corresponde a los requerimientos de modelación mínimos para la propuesta.*

## **Marco de referencia**

El cableado estructurado es un sistema de cables, conectores, canalizaciones y dispositivos que permitan establecer una infraestructura de telecomunicaciones en un edificio. La instalación y las características del sistema deben cumplir con ciertos estándares para formar parte de la condición de cableado estructurado. (Prodielco, 2025, pág. 1). Su diseño puede analizarse desde tres enfoques: conceptual, legal y conceptual, los cuales permiten comprender su relevancia, las normas que los regulan y la forma en que se aplica en distintos entornos.

### **Visión conceptual**

Logeshwaran (2022) menciona en su artículo titulado “The role of integrated structured cabling system (ISCS) for reliable bandwidth optimization in high-speed communication network” que el Sistema de cableado estructurado es una parte integral de la infraestructura de tecnología de la información de una empresa, cuya fiabilidad y eficiencia dependen en gran medida de los parámetros del SCE (...). Además, describe que se trata de un sistema jerárquico de cableado diseñado para un edificio o un conjunto de edificios, dividido en subconjuntos estructurales que incluyen paneles de conexión, cables de cobre y fibra óptica, cables de interconexión, conectores, tomas de información y equipos adicionales.

Menciona que muchos administradores de redes siguen reportando caídas de la red por diversas razones. Varios estudios indican que, en muchos casos, estas caídas se deben a sistemas de cableado de baja calidad. La instalación de sistemas de cableado estructurado que cumplan con los estándares apropiados podría eliminar gran parte de este tiempo en inactividad. Además, destaca que, aunque el sistema de cableado estructurado tiene una vida

útil superior a la 13 de la mayoría de los componentes de la red, representa solo el 5% de la inversión total en la infraestructura de la red.

En la actualidad, el cableado estructurado no solo resulta importante para empresas e instituciones, sino que se ha convertido en un elemento crítico. Este tipo de infraestructura constituye la base sobre la cual se sostiene la operatividad y eficiencia de un sistema de red. Su función principal es posibilitar la transmisión de múltiples servicios de comunicación, como voz, datos e imágenes. Está compuesto por un conjunto de componentes y procedimientos definidos, respaldados por normas específicas que regulan su correcta implementación en diversos entornos como empresas, instituciones educativas, organizaciones y cualquier tipo de edificación que requiera conexión a una red. (Colvatel, s.f.)

### **Herramientas digitales de simulación**

- **Cisco Packet Tracer:** Es una plataforma de simulación accesible para practicar habilidades en redes, IoT y ciberseguridad mediante un laboratorio virtual. Su principal ventaja es la facilidad para visualizar el funcionamiento de una red y desarrollar destrezas en cableado, montaje de rack e interconexión de equipos. Sin embargo, al no soportar todas las funcionalidades avanzadas de dispositivos reales, se recomienda para modelar topologías sencillas y conceptos básicos, más no para proyecto de gran escala. (Cisco Packet Tracer, 2025)
- **SweetHome 3D:** Es un software de diseño de interiores de código abierto que permite crear planos en 2D con visualización simultánea en 3D. La herramienta facilita el diseño de espacios mediante el dibujo de elementos arquitectónicos y la

incorporación de mobiliario desde un catálogo organizado por categorías. (SweetHome 3D, 2024).

Entre sus funcionalidades destacan:

- Personalización de dimensiones, colores, texturas y orientación de elementos.
- Herramientas precisas para el dibujo de planos arquitectónicos.
- Capacidades de renderizado para generar imágenes y videos realistas.
- Visualización de recorridos virtuales y perspectivas aéreas.

### **Visión legal**

Un estándar es una especificación técnica aprobada por una o varias organizaciones reconocidas de normalización, que sirve como punto de referencia para comparación. Las normas y estándares nacionales e internacionales son:

- ISO/IEC 11801 (2 Edición): Normativa de ámbito internacional.
- ANSI/TIA/EIA 568-B: Estándar de la industria de los Estados Unidos.
- EN 50173-2005: Normativa de ámbito europeo.
- IEEE802.X: Normativa del ámbito de la industria.

Según el artículo de Keline, denominado:” Updated requirements for structures cabling system – New international standard ISO/EIC 11801” la norma internacional ISO/EIC 11801 resulta fundamental para los sistemas de cableado estructurado, ya que define lo requisitos esenciales relativos a los parámetros de transmisión, los componentes y la topología de la capa física de la red. El cumplimiento de esta normativa garantiza la correcta funcionalidad y compatibilidad con todos los protocolos de transmisión estandarizados diseñados para las tecnologías de la información. Se divide en 6 secciones:

- ISO/EIC 11801 – 1:2017 Tecnología de la información – Cableado genérico para instalaciones de clientes.
  - Requisitos generales: Establece principios básicos, la terminología y los requisitos comunes aplicables a todas las demás partes de la norma. Define las categorías de cableado, el desempeño mínimo y la metodología de diseño. (Exim, 2025)
- ISO/EIC 11801 – 2:2017 Tecnología de la información – Cableado genérico para instalaciones de clientes.
  - Instalaciones de oficina: Es el cableado estructurado para edificios de oficinas, garantizando la conectividad flexible para estaciones de trabajo, telefonía, redes LAN y aplicaciones multimedia. (Exim, 2025)
- ISO/EIC 11801 – 3:2017 Tecnología de la información – Cableado genérico para instalaciones de clientes.
  - Instalaciones industriales: Define requisitos de cableado para entornos industriales, donde hay mayor exposición a interferencias electromagnéticas, vibraciones y condiciones adversas. (Exim, 2025)
- ISO/EIC 11801 – 4:2017 Tecnología de la información – Cableado genérico para instalaciones de clientes.
  - Viviendas de un solo inquilino: Aplica al cableado residencial, abarcando casas o apartamentos individuales. Permite la integración de servicios de telecomunicaciones, TV e internet. (Exim, 2025)
- ISO/EIC 11801 – 5:2017 Tecnología de la información – Cableado genérico para instalaciones de clientes.

- Centros de datos: Establece normas para cableado en centros de datos, donde se requiere alto rendimiento, baja latencia, redundancia y escalabilidad para servidores, almacenamiento y equipos de red. (Exim, 2025)
- ISO/EIC 11801 – 6:2017 Tecnología de la información – Cableado genérico para instalaciones de clientes.
- Servicios distribuidos en edificios: Define el cableado para soportar servicios comunes en un edificio, como WiFi, sistemas de seguridad, cámaras de videovigilancia, control de accesos iluminación inteligente. (Exim, 2025)

Según Cárdenas (2014) de la dirección general de Tecnología de la información y comunicaciones, en su documento titulado “Guía para aplicar la norma TIA/EIA 568 para cableado estructurado”, la EIA/TIA son entidades comerciales que, de manera conjunta, elaboran y publican estándares relacionados con el cableado estructurado para la transmisión de voz y datos en redes LAN. Estos lineamientos surgieron tras la desregulación de la industria telefónica en Estados Unidos en 1984, momento en el cual la responsabilidad del cableado de las instalaciones paso a manos de los propietarios de los edificios.

Antes de esa fecha, la empresa AT&T utilizaban infraestructuras y sistemas de cableado de carácter propietario. Aunque existen muchos estándares y suplementos, se destacan aquellos que son más frecuentes en la instalación de cableado:

- TIA/EIA – 568-A: Estándar de edificios comerciales para cableado de telecomunicaciones.

Este estándar especifica los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento

de los aparatos de conexión y medios, y los conectores y asignaciones de pin. Existen varios suplementos que cubren algunos de los medios de cobre más nuevos y rápidos. Este estándar ha sido reemplazado por TIA/EIA 568-B. (Cardenas, 2014)

➤ TIA/EIA – 568-B: Estándar de cableado.

Este estándar especifica los requisitos de componentes y transmisión según los medios, TIA/EIA 568-B.1 especifica un sistema de cableado de telecomunicaciones genérico para edificios comerciales que soporta un entorno de varios productos y proveedores. (Cardenas, 2014)

TIA/EIA 568-B.1.1 es una enmienda que se aplica al radio de curvatura de los cables de conexión (UTP, unshielded twisted-pair) de 4 pares y par trenzado apantallado (ScTP, screened twisted-pair) de 4 pares. (Cardenas, 2014)

TIA/EIA 568-B.2 especifica los componentes de cableado, de transmisión, los modelos de sistemas y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado. (Cardenas, 2014)

TIA/EIA 568-B.3 especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica. (Cardenas, 2014)

➤ TIA/EIA 569-A: Estándar de edificios comerciales para recorridos y espacios de telecomunicaciones.

El estándar especifica las prácticas de diseño y construcción dentro de los edificios, y entre ellos, que admiten equipos y medios de telecomunicaciones. Los estándares específicos se dan para salas o áreas y recorridos en los que se instalan equipos y medios de telecomunicaciones. (Cardenas, 2014)

- TIA/EIA 570-A: Estándar de cableado para telecomunicaciones residenciales y comerciales menores.

Las especificaciones de infraestructura de cableado dentro de este estándar incluyen soporte de seguridad, audio, televisión, sensores, alarmas e intercomunicadores. El estándar se debe implementar en construcciones nuevas, extensiones y remodelaciones de edificios de uno o de varios inquilinos. (Cardenas, 2014)

- TIA/EIA 606: Estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales e incluye estándares para la rotulación del cableado.

El estándar especifica que cada unidad de conexión de hardware debe tener una identificación exclusiva. El identificador debe estar marcado en cada unidad de conexión de hardware o en su etiqueta. Cuando se utilizan identificadores en áreas de trabajo, la conexión de estaciones debe tener una etiqueta en la placa, en el bastidor o en el conector propiamente dicho. Todas las etiquetas deben cumplir los requisitos de elegibilidad, protección contra el deterioro y adhesión especificados en el estándar UL969. (Cardenas, 2014)

- TIA/EIA 607: Estándar de requisitos de conexión a tierra y conexión de telecomunicaciones para edificios comerciales que admite un entorno de varios proveedores y productos, así como las prácticas de conexión a tierra para distintos sistemas que pueden instalarse en las instalaciones del cliente.

El estándar especifica los puntos exactos de interfaz entre los sistemas de conexión a tierra del edificio y la configuración de la conexión a tierra de los equipos de

telecomunicaciones, y determina las configuraciones de conexión a tierra del edificio necesarias para admitir estos equipos. (Cardenas, 2014)

- ANSI/TIA/EIA 526 presenta un método estandarizado de probar cables de fibra óptica. (Cardenas, 2014)
- TIA/EIA 526-7 incluye la medición de la pérdida de potencia óptica en plantas instaladas de cables de fibra óptica monomodo. (Cardenas, 2014)
- TIA/EIA 526-14A incluye la medición de la pérdida de potencia óptica en plantas instaladas de cables de fibra óptica multimodo. (Cardenas, 2014)
- ANSI/TIA/EIA 598 describe el sistema de código de colores utilizado en cables de fibra óptica grandes (hasta un par de docenas de fibras). (Cardenas, 2014)

De acuerdo con Astruga (2012), director técnico de la división de networking y SCE del grupo Regino Franco, en su presentación “ Administración y Gestión de infraestructuras de cableado”, las instalaciones correspondientes al Sistema de Cableado Estructurado (SCE) constituyen un tipo de infraestructura de telecomunicaciones que no está contemplada en el Real Decreto 401/2003, por el cual se aprueba el Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones (ICT).

En materia de instalaciones de transmisión de datos, el Real Decreto 401/2003 establece la aplicación de normas y estándares internacionales, entre los cuales se destacan:

- ISO/IEC 11801 (2 edición): Normativa de alcance internacional.
- EN 50173-1:2007: Normativa de ámbito europeo.
- ANSI/TIA/EIA 568B: Estándar de la industria en Estados Unidos.

En el contexto europeo, las normas del CENELEC son de cumplimiento obligatorio para proyectos vinculados a las administraciones públicas de los países miembros de la Unión Europea. Cuando no aplican estas normas, se utilizan las ISO/IEC de carácter internacional. Entre las principales normas (Astruga, 2012) se encuentran:

- EN 50173-1:2007 – Requisitos generales: Define los principios fundamentales del cableado estructurado, incluyendo topología, componentes y parámetros de transmisión, con actualizaciones que incorporan las clases EA y FA (A1:2008) y las categorías 6A y 7A (A2:2008).

**Normas específicas por entorno:**

- EN 50173-2:2007 – Para instalaciones de oficina, enfocada en flexibilidad y alto rendimiento.
- EN 50173-3:2007 – Para entornos industriales con condiciones severas.
- EN 50173-4:2007 – Para viviendas e integración de servicios residenciales.
- EN 50173-5:2007 – Para centros de datos, exigiendo alta densidad y redundancia.

**Normas complementarias:**

- CLC/TR 50173-99-1:2007 – Directrices para 10GBASE-T: Ofrece recomendaciones para soportar transmisiones Ethernet a 10 Gbps sobre cobre. (Astruga, 2012)
- EN 50174-1:2000 – Especificación y aseguramiento de calidad en la instalación: Garantiza la correcta ejecución de instalaciones seguras y confiables. (Astruga, 2012)
- EN 50174-2:2000 – Planificación e instalación dentro de edificios: Describe las prácticas y medidas necesarias para canalizaciones internas. (Astruga, 2012)

- EN 50174-3:2003 – Planificación e instalación fuera de edificios: Aplica a campus y canalizaciones externas, contemplando protección ambiental y seguridad. (Astruga, 2012)
- EN 50310:2006 – Puesta a tierra y equipotencialidad: Establece medidas para garantizar seguridad eléctrica y reducir interferencias en edificios con equipos de TI. (Astruga, 2012)
- EN 50346:2002 y A1:2007 – Pruebas del cableado instalado: Establece los métodos de verificación del rendimiento del cableado estructurado. (Astruga, 2012)
- EN 61935-1:2008 – Ensayos del cableado instalado: Define procedimientos de prueba conforme a la serie EN 50173. (Astruga, 2012)
- EN 61935-3:2008 – Ensayos del cableado: Incluye verificación y calificación del cableado residencial según la ISO/IEC 15018. (Astruga, 2012)

Como bien señala Navarro (2006) en su proyecto de grado desarrollado en la Universidad de Sevilla, los estándares de red son fundamentales para el desarrollo de tecnologías de comunicación. Estos no solo definen la topología de red, sino que establecen reglas de acceso y transmisión que permiten a diferentes fabricantes desarrollar productos compatibles y competitivos en el mercado. En el caso de las redes del área local (LAN), los estándares son definidos por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), a través del proyecto IEEE 802. Dicho proyecto establece un modelo de referencia dividido en tres estratos:

- Logical Link Control (LLC): Encargado de la gestión de enlaces lógicos y de proporcionar una interfaz común hacia la capa de red.
- Medium Access Control (MAC): Responsable de regular el acceso al medio compartido y evitar colisiones.

- Físico (PHY): Encargado de conectar directamente las estaciones con el medio de transmisión, mediante procesos de codificación y decodificación de señales.

Cada arquitectura definida del proyecto IEEE 802 se encuentra estandarizada bajo la nomenclatura IEEE 802.X, lo que permite abarcar los aspectos generales de las redes locales y garantizar su correcto funcionamiento bajo distintas tecnologías.

- 802.1, Higher Layer LAN Protocols: Describe la arquitectura general del proyecto y el modelo de referencia. (Navarro, 2006)
- 802.2, Logical Link Control, LLC: Estándar ya consolidado o que define protocolos y formatos para la gestión de las conexiones lógicas en una red local. (Navarro, 2006)
- 802.3, Ethernet: Especifica las características de la red local con topología a bus más difusa al mundo y es un estándar en continua evolución. (Navarro, 2006)
- 802.4, Token Bus: Estándar para redes a bus utilizadas preponderantemente para automatizaciones de fábrica, con control de acceso realizado mediante transferencia de token. (Navarro, 2006)
- 802.5, Token Ring: Especifica las características de las redes a anillo con control de acceso. (Navarro, 2006)
- 802.6, Metropolitan Area Network: Estándar que tiene como objetivo la especificación de una red a extensión metropolitana; según este estándar la red tiene una topología física constituida por dos buses unidireccionales, que trasportan información en dirección opuesta, los cuales están conectados a todas las estaciones. (Navarro, 2006)
- 802.9, Unified Integrated Services sobre backbone. (Navarro, 2006)

- 802.11, Wireless LAN: Define la modalidad de interconexión entre estaciones utilizando el aire como medio de propagación, lo que constituye hoy uno de los estándares de mayor interés para la evolución de las tecnologías de interconexión en área local, gracias a su peculiaridad de no necesitar cableado alguno en el área geográfica cubierta. (Navarro, 2006)
- 802.12, Demand Priority Access Method. (Navarro, 2006)
- 802.14, Cable TV. (Navarro, 2006)

La necesidad de los sistemas de cableado estructurado radica en su capacidad para crear una infraestructura de cableado organizada, que sea fácilmente comprensible para los instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con cables. Este tipo de sistema requiere una planificación adecuada, métodos lógicos de etiquetado, agrupación de cables y la implementación de estándares aplicables. (Cardenas, 2014)

### **Visión contextual**

En su estudio sobre el sector de casinos en Bogotá, Bolaño & Galindo (2009) explican que la normativa colombiana clasifica estos establecimientos como juegos de azar localizados. Esto implica que se trata de espacios comerciales donde los juegos de suerte requieren equipos específicos y, fundamentalmente, la presencia física de los jugadores para realizar apuestas. En esta categoría se incluyen modalidades como tragamonedas, esferodromos, bingos y otros juegos característicos de estos espacios.

El sector ha venido evolucionando tecnológicamente de manera acelerada. Investigaciones recientes muestran cómo la analítica de datos y la inteligencia artificial están transformando estos entornos. Akbar & Aurangzeb (2025) destacan que el análisis del comportamiento de los clientes permite identificar sus preferencias y patrones de consumo,

facilitando la creación de experiencias mediante estrategias de precios dinámicos que se ajustan según la demanda y el perfil de cada usuario.

La inteligencia artificial se ha convertido en un aliado estratégico para el diseño de infraestructuras tecnológicas robustas. Abbas & Konn (2025) señalan que estas herramientas permiten una gestión más eficiente de los datos, fortalecen los mecanismos de seguridad y optimizan las operaciones. Gracias a estos avances, los establecimientos pueden anticipar tendencias, prevenir situaciones irregulares y promover mejores prácticas, todo lo cual se traduce en una experiencia más segura y en la sostenibilidad del sector.

Para comprender cómo se construyen estas infraestructuras tecnológicas, es esencial familiarizarse con los conceptos básicos del cableado estructurado. Covelli (2013), en su investigación sobre diseño de redes, explica que el IEEE define la topología de red en dos dimensiones: la física y la lógica. Esta distinción resulta fundamental para planificar instalaciones que respondan a las necesidades específicas de cada establecimiento.

La topología física hace referencia a la disposición tangible de cables, computadoras y dispositivos de red. Entre los tipos más comunes se encuentran: bus, donde todos los dispositivos comparten un mismo canal de comunicación; anillo, en la que cada dispositivo se conecta de manera secuencial formando un círculo; Estrella, caracterizada por un punto central al que convergen los nodos; malla, donde los dispositivos pueden interconectarse entre sí para garantizar redundancia; árbol, que combina jerarquías de varias estrellas; híbrida, integra características de diferentes topologías. (Covelli, 2013)

La topología lógica describe la manera en que la información es percibida y transmitida dentro de la red, independientemente de su configuración física. Los dos modelos

más representativos son: broadcast, en el que un nodo transmite y todos los demás reciben la señal, y token passing donde los nodos transmiten de una forma secuencial siguiendo un turno definido. (Covelli, 2013)

La comprensión de esta distinción entre lo físico y lógico resulta fundamental para diseñar infraestructuras de red eficientes y ajustadas a las necesidades del sistema. Asimismo, la red de acceso comprende las distintas formas en que los equipos, nodos o dispositivos se interconectan, ya sea mediante medios físicos como cables UTP, coaxiales o fibra óptica, o a través de tecnologías inalámbricas, en función de los requerimientos y condiciones operativas de la red.

El diseño de infraestructuras de telecomunicaciones exige una planificación rigurosa sustentada en la comprensión de aspectos fundamentales, entre los que destacan la topología de red y la red de acceso. Asimismo, la simulación previa de la infraestructura constituye un elemento esencial para evaluar el rendimiento, anticipar posibles fallos y garantizar un funcionamiento óptimo mediante el empleo de herramientas especializadas. Este enfoque no solo permite optimizar el uso de los recursos, sino que también asegura la capacidad de adaptación del sistema frente a las demandas tecnológicas presentes y futuras

## Análisis de restricciones

**Tabla 9**  
*Análisis de restricciones*

<b>Restricción</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto en el proyecto</b>
Legales y reglamentarias	Cumplimiento obligatorio del RETIE donde se garantiza la seguridad eléctrica, en las instalaciones de telecomunicaciones para los equipos, canalizaciones y gabinetes, NTC 2050 para la planificación de las canalizaciones, Ley 1581 de 2012 sobre la protección de datos personales los clientes, COLJUEGOS donde se requiere que los casinos tengan sistemas de control, registros de auditoría y disponibilidad de información para entes reguladores y normas ambientales.	El diseño y la operación deben ajustarse a leyes colombianas: cualquier cumplimiento puede acarrear sanciones o retrasos.
Espaciales / Infraestructura	Limitación física de espacios para racks, canalizaciones y cuartos técnicos en edificios existentes.	Se deben rediseñar trayectorias y adecuar espacios para cumplir con distancias mínimas y ventilación.
Disponibilidad de licencias	Restricciones en aceptación de licencias para el uso de SweetHome y GNS3.	Afecta tiempos de entrega y puede requerir proveedores alternos.
Normas técnicas internacionales	Deben cumplirse ASI/TIA-568, 569, 606-B, ISO/IEC 11801, IEEE 802.3, etc en la aplicación de topologías jerárquicas, canalizaciones, backbone, documentación y etiquetado de toda la red del casino.	No se puede instalar cableado o equipos que no cumplan estándares.
Seguridad y salud en el trabajo	Deben cumplirse normativa SST para trabajos eléctricos y exposición a la luz	Requiere formación, equipos de protección personal y certificaciones de técnicos.
Sostenibilidad y energía	Integración de ODS, transición energética y gestión de RAEE para evitar la contaminación del medio ambiente y la salud humana.	Uso de materiales LSZH, sistemas energéticamente eficientes y planes de reciclaje.
Tecnología existente	Integración con sistemas previos (CCTV, POS, redes WiFi ya instaladas)	Puede requerir migraciones graduales y compatibilidad de equipos nuevos con los existentes.
Protección de datos y ciberseguridad	Deben cumplirse Ley 1581 de 2012 y estándares ISO/IEC 27001 para seguridad de la información.	Impone requisitos de cifrado, segmentación de red y controles de acceso.

*Nota. La información corresponde a las restricciones del proyecto.*

### **Análisis de alternativas**

Para el desarrollo del sistema de cableado estructurado en casinos, se evaluaron diversas herramientas de infraestructura, simulación y emulación, tanto de uso académico como profesional. Estas herramientas resultan esenciales para validar los parámetros técnicos requeridos antes de implementar la infraestructura física.

Las soluciones de simulación de redes permiten probar configuraciones, módulos y topologías, evaluando su rendimiento y funcionamiento en un entorno controlado, lo que reduce riesgos y costos asociados a implementaciones directas en una red real.

#### **Herramientas consideradas:**

- **GNS3 (Graphical Network Simulator):** Esta herramienta permite simular y emular dispositivos desde cero, utilizando imágenes reales de Cisco IOS y otros fabricantes. Es ampliamente valorada en entornos educativos y empresariales por su realismo y flexibilidad en diseños complejos. Como contraparte, demanda un alto consumo de recursos de hardware, lo que puede limitar su uso en equipos con capacidad reducida. (GNS3, s.f.)
- **EVE – NG (Emulated Virtual Environment – Next Generation):** Se trata de un software de emulación multiproveedor que proporciona un entorno seguro para profesionales en el ámbito educativo y corporativo. Su ventaja distintiva es la capacidad de integrar dispositivos de diferentes fabricantes en un mismo escenario, facilitando simulaciones avanzadas y versátiles. Pese a ellos, la versión comunitaria tiene limitaciones, su instalación es más compleja y requiere equipos de alto rendimiento. (EVE, 2025)

- **NS3 (Network Simulator 3):** Es un simulador de eventos discretos orientado a sistemas de internet, con gran flexibilidad para modelar tráfico, movilidad y redes inalámbricas. Resulta ideal para investigación y formación académica. No obstante, al no emular equipos reales y depender de programación, puede presentar una curva de aprendizaje elevada para usuarios con poca experiencia técnica. (NS3, 2025)

### **Herramientas para el diseño de cableado estructurado y topologías físicas**

- **Autodesk AutoCAD:** Es un software CAD en 2D y 3D que permite diseñar planos de infraestructura y distribución del cableado estructurado, además de representar ductos, racks y canalizaciones con alta precisión, lo que lo convierte en un estándar en proyectos de construcción y redes. (AutoCAD, 2025)
- **Microsoft Visio:** Es una aplicación orientada a la elaboración de diagramas de flujo, organigramas, planos de planta y topologías de red, siendo útil también para la documentación de proyectos. Sin embargo, no alcanza el nivel de precisión de AutoCAD en el diseño de infraestructura física. (¿Qué es Visio?, 2025)
- **LucidChart:** Es un software que ofrece herramientas para la planificación de diagramas, la visualización de datos y la colaboración en equipo. Permite crear diagramas de red, cableado e incluso flujos de trabajo mediante una interfaz sencilla y práctica, complementada con plantillas predefinidas para diagramas de redes, UML o infraestructuras. No obstante, su versión gratuita presenta limitaciones y requiere conexión a internet para su funcionamiento. (Lucidchart, 2025)
- **CooHom:** Es un software de diseño 3D enfocada principalmente en la planificación de interiores, que también resulta útil para organizar la ubicación de racks, canaletas, puntos de red y equipos. Se caracteriza por su interfaz intuitiva y orientada al diseño

visual. Sin embargo, su propósito está más orientado al diseño arquitectónico que a las telecomunicaciones, y la versión gratuita cuenta con restricciones de biblioteca de objetos y en la calidad de los renders. (Coohom, 2025)

➤ **SketchUp:** Es un modelador 3D que facilita la creación y desarrollo de diseños en ámbitos como la planificación urbana, mobiliario, arquitectura y videojuegos, lo que lo hace útil para representar de manera realista salas técnicas, casinos u oficinas. Aun así, su enfoque está dirigido principalmente al diseño arquitectónico y no al técnico en telecomunicaciones, además de que la versión gratuita presenta limitaciones. (SketchUp, 2023)

➤ **4Prot:** Es un laboratorio de prototipado interactivo que permite crear espacios virtuales donde estudiantes y profesionales pueden diseñar y construir diferentes tipos de prototipos de manera creativa.

Ofrece la posibilidad de presentar proyectos en entornos de realidad virtual, incorporando animaciones, movimientos de bloques, cámaras y escenarios dinámicos, lo que enriquece la experiencia de diseño y simulación. Además, facilita la experimentación en ambientes colaborativos y educativos, ya que no solo se limita a la representación visual, sino que integra recursos interactivos que permiten comprender mejor el funcionamiento de los prototipos en contextos reales. (4prot, 2025)

➤ **Unity:** Es uno de los motores de desarrollo de videojuegos más populares del mercado. Su facilidad de uso, amplia documentación y comunidad activa lo convierten en una excelente opción tanto para principiante como para desarrolladores profesionales. Sin embargo, algunas funciones avanzadas pueden requerir de soluciones personalizadas o conocimiento más técnicos. (Unity, 2025)

Para el desarrollo del diseño y simulación del modelo de cableado estructurado del casino, se empleará Cisco Packet Tracer, una herramienta de simulación que facilita la creación, configuración y análisis de redes informáticas de manera visual. Este software permite trabajar tanto en la vista física, donde se representa los dispositivos y su disposición dentro del entorno, como en la vista lógica, donde se configuran y conectan los equipos de red. Gracias a estas funcionalidades, es posible comprobar la conectividad y el rendimiento de los distintos componentes, lo que garantiza así un diseño eficiente y funcional del sistema.

Para el diseño de la topología física y la representación visual del cableado, se usará Lucidchart, ya que ofrece plantillas predeterminadas que facilitan la creación de infraestructuras de cableado estructurado, además de mejorar la organización y claridad del diseño. Asimismo, AutoCAD la herramienta ideal para visualizar el recorrido del cableado, desde su origen hasta el telecom room, permitiendo una planificación detallada del trazado por todo el casino.

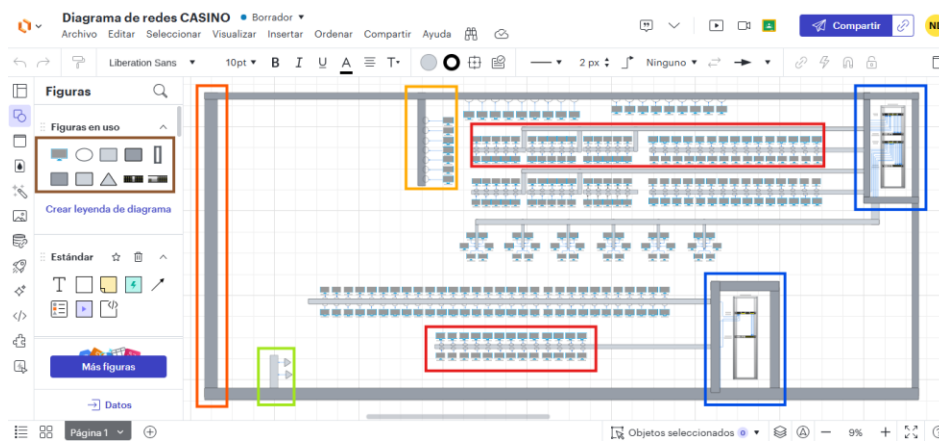
Se incorporará SweetHome para desarrollar una visualización interactiva y realista del entorno, lo que permitirá visualizar como estará distribuido el cableado y la infraestructura desde la perspectiva de usuario, optimizado así la experiencia y la comprensión del diseño final.

## Definición del diseño de la solución

Para el diseño, usaremos dos programas que serán: Lucidchart y AutoCAD. Con ellos podremos visualizar y plasmar de manera clara cómo funcionará el sistema de cableado estructurado en el casino colombiano. Estas herramientas nos ayudarán a planificar con cuidado, optimizando cada detalle de la infraestructura tecnológica para que cumpla con los estándares internacionales y garantice seguridad, eficiencia y organización. Gracias a sus funcionalidades, es posible crear diagramas precisos que muestran la ruta del cableado, las interconexiones entre dispositivos y la integración de sistemas de voz, datos y video. Además, permiten detectar mejoras potenciales, reducir riesgos de instalación y verificar el cumplimiento de normativas vigentes.

Como parte del proceso, se desarrolló un primer diseño en ambas plataformas para generar una visualización inicial del concepto del casino y de la forma en que se espera que funcione el cableado estructurado, lo que sirve como referencia base para orientar las siguientes etapas del proyecto. Estos planos preliminares ofrecen una visión general de la infraestructura proyectada y establecen una guía clara para la toma de decisiones técnicas.

**Figura 1**  
*Diagrama de red en Lucidchart*



*Nota:* Fuente los autores a partir del diseño en la plataforma LucidChart.

La infraestructura diseñada para el cableado del casino se base en dos tipos de soportes principales de soporte:

- **Piso técnico o elevado:** Es un sistema de paneles modulares instalados sobre una estructura metálica, dejando un espacio entre el piso original y el piso elevado. Este espacio se utiliza para alojar y proteger el cableado que conecta las máquinas tragamonedas y otros equipos.
- **Pared técnica o falsa pared:** Es una estructura adicional, fabricada con materiales como drywall, madera o paneles modulares, que se instala frente a la pared original. Su función es ocultar y proteger el cableado que se dirige hacia los dispositivos conectados.

#### **Elementos en la Figura 1:**

- **Líneas grises oscuras:** Representan las paredes técnicas que delimitan las áreas del casino.
- **Líneas grises claras:** Indican el piso elevado donde se alojará el cableado para protegerlo y organizarlo.

Cada conexión de las máquinas tragamonedas se distribuirá a través de estas estructuras (pared técnica o piso elevado) para llegar al **Telecommunication Room** (Telecom Room).

El Telecom Room, representado con un cuadro azul, se ubica estratégicamente para cubrir toda el área del casino. Sus funciones principales son:

- Recibir todas las conexiones de las máquinas tragamonedas y otros dispositivos de red.
- Gestionar el tráfico de red desde el **patch panel** hacia el **Interruptor de Ethernet**.

- Garantizar que la longitud del cableado desde cualquier punto del casino al Telecom Room no supere los 100 metros, el límite máximo para cables Ethernet de categoría 5e o 6.

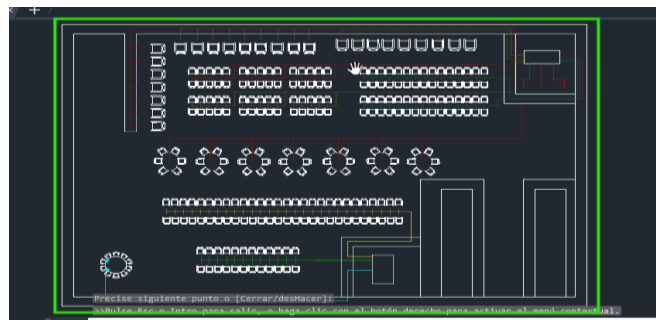
Cada cable proveniente de las máquinas llega al patch panel, desde donde se redirige al Interruptor de Ethernet, que distribuye la señal dentro de la red interna del casino.

### Puntos de conexión intermedios:

- **Cuadro verde:** Representa las áreas con dos cajas de red (triángulos), que funcionan como puntos de conexión intermedios. Estas cajas conectan las máquinas tragamonedas más cercanas y dirigen el cableado hacia el Telecom Room correspondiente para ser gestionado desde el patch panel.

### Figura 2

*Diagrama de red en AutoCAD.*



*Nota:* Fuente los autores a partir del diseño en la plataforma AutoCAD.

Este plano utiliza capas para simular cómo cada elemento está conectado dentro de la red. A continuación, se describen los elementos principales de la figura 2

- **Distribución del casino:** Se observan distintos elementos, como filas de máquinas tragamonedas, ruletas y otras áreas asociadas a las actividades del casino. Cada

elemento está representado en el plano con una simbología clara que facilita su identificación.

- **Conexiones simuladas:** Las líneas que conectan las máquinas tragamonedas y las ruletas indican como estas están enlazadas con la red principal del casino. Estas conexiones se dirigen hacia el telecom room (Sala de telecomunicaciones), que es el centro de control y distribución del sistema de red.
- **Rutas de cableado estructurado:** las rutas de conexión están divididas en dos tipos principales:
  - Conexiones por la pared: Representan el cableado que se distribuyen a través de ductos en las paredes; ideal para evitar obstáculos en el suelo.
  - Conexiones por el piso: Simulan el cableado que va bajo el suelo, optimizando el manejo del espacio y permitiendo una instalación más discreta y funcional.
- **Capas organizadas:** Cada tipo de conexión (máquinas tragamonedas, ruletas, etc) está representando en una capa diferente, lo que permite identificar de forma clara que parte del sistema corresponde a cada elemento. Esto mejora la gestión del diseño y facilita su interpretación.

### Análisis ambiental

El proyecto se desarrolla únicamente en un entorno virtual mediante el uso de software especializado como Cisco Packet Tracer y SweetHome 3D, por lo que no se realiza ninguna intervención física en espacios reales, ni se emplean materiales de construcción, cableado o equipos electrónicos instalados de forma permanente. En consecuencia, no se generan residuos sólidos plásticos, metálicos o electrónicos, ni se produce contaminación directa del aire, agua o suelo.

Sin embargo, sí se generan impactos ambientales indirectos, principalmente asociados al consumo energético de los equipos informáticos utilizados durante el diseño, modelado, renderizado y documentación del proyecto, así como a la posible generación de residuos tecnológicos a largo plazo si los dispositivos usados llegan a obsolescencia.

**Tabla 10**  
*Impactos ambientales*

<b>Actividad</b>	<b>Aspectos ambientales</b>	<b>Impactos ambientales</b>
Uso de computadores para simulación (Cisco Packet Tracer, SweetHome)	Consumo de energía eléctrica.	Aumento de huella de carbono por generación eléctrica.
Renderizado y modelado 3D	Alto uso de recursos del sistema (CPU/GPU).	Mayor demanda energética en equipos electrónicos.
Uso de software en la nube y almacenamiento digital	Consumo energético de servidores externos.	Emisiones indirectas asociadas a centros de datos.
Descarga de programas y actualizaciones	Consumo de datos y recursos digitales.	Mayor demanda de infraestructura tecnológica.
Uso prolongado de equipos electrónicos	Desgaste de hardware	Contaminación del suelo / agua si no se dispone correctamente.
Almacenamiento en dispositivos físicos	Uso de componentes electrónicos con metales pesados	Potencial residuo tóxico a largo plazo.
Trabajo remoto / uso de plataformas online	Consumo eléctrico de redes y servidores.	Incremento de emisiones digitales globales

Documentación digital	Reducción de impresión física	Disminución del impacto por uso de papel.
-----------------------	-------------------------------	---

*Nota. La información corresponde al análisis ambiental del proyecto.*

El proyecto no presenta riesgos ambientales directos debido a su naturaleza virtual, pero si genera impactos indirectos relacionados con el consumo energético y el uso de recursos digitales. Estos impactos pueden considerarse de baja magnitud y pueden mitigarse mediante prácticas responsables como la optimización del uso de energía, el trabajo con archivos digitales en lugar de impresos, el uso eficiente de hardware y la correcta disposición de residuos electrónicos al final de su vida útil.

### **Análisis de sostenibilidad**

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, el proyecto se califica como ambientalmente viable, al no requerir recursos materiales como cables, equipos, herramientas o elementos de obra civil, ni generar residuos sólidos, emisiones o contaminación directa. Sin embargo, al igual que cualquier actividad dependiente de tecnologías digitales, presenta aspectos de sostenibilidad asociados al uso de energía eléctrica, al ciclo de vida de los equipos informáticos utilizados y al impacto indirecto generado por servidores, redes y centros de datos que soportan el proceso de simulación.

En términos de sostenibilidad ambiental, el proyecto permite una optimización significativa de recursos, ya que la fase de diseño y pruebas ocurre sin generar desperdicios físicos, y evita el consumo excesivo de materiales, energía y transporte que normalmente se emplearían en prototipados o pruebas reales. Además, fomenta el concepto de eco-ingeniería digital, donde la simulación reduce la huella ecológica al reemplazar procesos de ensayo-error en entornos reales por modelos virtuales.

Desde la sostenibilidad económica, el uso de entornos virtuales reduce costos asociados a materiales, residuos, mantenimiento, transporte y logística, permitiendo validar diseños de infraestructura antes de una posible implementación real. Esto garantiza optimización de recursos financieros y minimiza el desperdicio de materiales que en proyectos físicos se producirían por modificaciones posteriores.

En el ámbito social, el proyecto es sostenible porque permite el desarrollo de competencias académicas y profesionales sin generar riesgos ocupacionales, exposición a residuos o afectación de la comunidad. Además, promueve la formación técnica responsable, incorporando desde la etapa de diseño criterios de eficiencia y conciencia ambiental, lo cual contribuye al desarrollo de una cultura profesional alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente los ODS 7 (energía asequible y no contaminante), 9 (industria, innovación e infraestructura), 11 (ciudades sostenibles) y 12 (producción y consumo responsables).

El proyecto puede considerarse sostenible porque evita el uso innecesario de recursos físicos, apuesta por la virtualización como estrategia de reducción de impactos ambientales y promueve un enfoque educativo aplicado a la ingeniería con responsabilidad ambiental. Su sostenibilidad puede fortalecerse mediante acciones como el ahorro energético en equipos de trabajo, el uso de energías limpias, la prolongación de la vida útil del hardware y la gestión 100% digital de la documentación.

### Análisis de viabilidad

El análisis de viabilidad del proyecto se fundamenta en la evaluación del mercado potencial y el posicionamiento esperado del servicio de modelado y simulación en 3D dentro del sector de entretenimiento. Para ello se analizan tres métricas clave: el **TAM (Total Addressable Market)**, el **SAM (Serviceable Available Market)** y el **SOM (Serviceable Obtainable Market)**, las cuales permiten determinar el tamaño real de la oportunidad comercial, la porción accesible del mercado y la capacidad efectiva del proyecto para captar clientes.

**Tabla 11.**  
*Viabilidad proyecto*

Métrica	Valor
TAM	USD 1.200 millones / anuales
SAM	USD 120 millones / anuales (América Latina)
SOM	USD 460.000 / anuales

*Nota. La información corresponde a la estimación de TAM, SAM, SOM de la propuesta*

En primer lugar, el **TAM**, estimado en **USD 1.200 millones**, representa el valor total del mercado global relacionado con el diseño especializado, modelación avanzada y simulación arquitectónica para casinos. Este valor evidencia que el sector posee un alcance económico robusto, con un crecimiento sostenido motivado por la expansión de la industria de juego.

Por su parte, el **SAM**, calculado en **USD 120 millones**, corresponde al segmento del mercado específicamente accesible para el proyecto dentro de América Latina. Este valor refleja un mercado manejable y con un nivel de competencia moderado.

Finalmente, el **SOM**, basado en ventas reales estimadas de cinco casinos por año, se ubica en **USD 460.000 anuales**, lo que corresponde al **0.38% del SAM**. El SOM describe la

proporción efectiva que es posible capturar teniendo en cuenta los recursos actuales, el alcance de las estrategias de marketing y la especialización del servicio.

### Análisis de costos

El estudio financiero del proyecto evalúa su rentabilidad potencial en un horizonte de cinco años. Dicho análisis se fundamenta en la proyección de ingresos derivados de los servicios de modelado y simulación, los cuales se contrastan con los costos operativos, administrativos y tecnológicos previstos para su ejecución. Este enfoque integral no solo permite establecer la viabilidad económica del proyecto, sino también valorar su capacidad de sostenimiento y crecimiento en el mediano y largo plazo.

**Figura 3**  
*Simulador financiero*

**EVALUACION FINANCIERA Y PUNTO DE EQUILIBRIO** VOLVER AL MENÚ

TASA DE EVALUACION DEL PROYECTO 20,00%

FLUJO DE CAJA DE PROYECTO	INVERSION ANO 0	2025	2026	2027	2028	2029
	-\$395.475.000,00	\$101.549.216,98	\$343.266.196,43	\$382.198.941,79	\$434.739.153,66	\$480.463.421,79
<b>VALOR PRESENTE NETO DEL PROYECTO =</b>		<b>\$ 551.450.365,76</b>				
<b>TASA INTERNA DE RETORNO =</b>		<b>61,11%</b>				
				<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN:</b>	<b>2,09 AÑOS</b>	

PUNTO DE EQUILIBRIO

*Nota. Imagen capturada de ejercicio financiero realizado por Luz & Nicolas*

La evaluación incorpora indicadores financieros clave que reflejan la eficiencia de la iniciativa. En primer lugar, el **Valor Presente Neto (VPN)** presenta un resultado positivo, lo que señala que los flujos de caja futuros, descontados a una tasa de rendimiento apropiada, superan el monto de la inversión inicial. Dicho resultado confirma que el proyecto genera un valor económico y se perfila como una alternativa financieramente viable.

Adicionalmente, la **Tasa Interna de Retorno (TIR)** calculada supera la tasa mínima aceptable de rendimiento, lo que evidencia que la iniciativa no solo permite recuperar la

inversión inicial, sino que también produce utilidades por encima de los niveles comúnmente esperados en proyectos digitales de similar naturaleza.

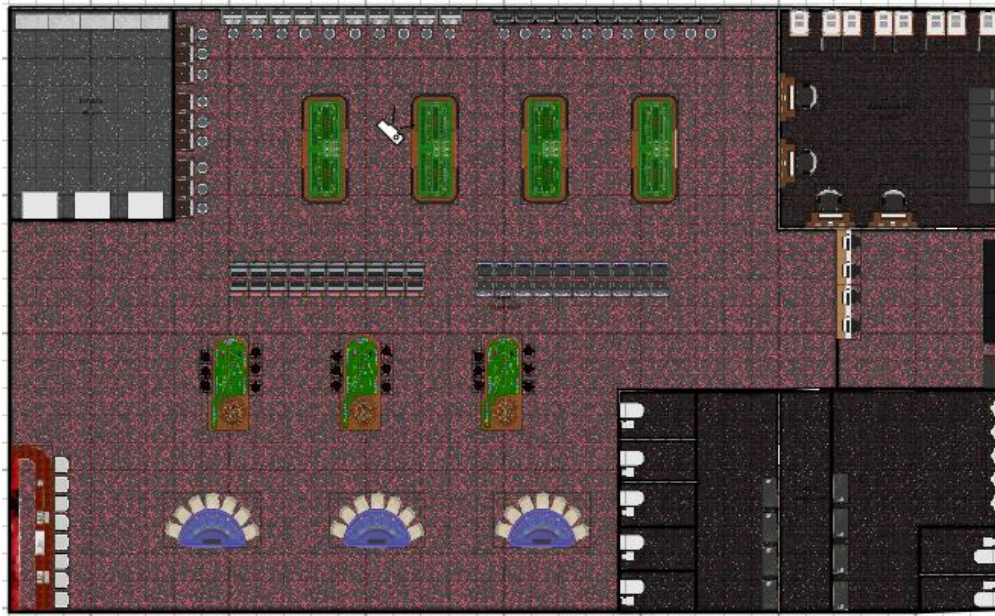
Asimismo, el **Periodo de Recuperación de la Inversión** se sitúa en un rango favorable, con lo cual se espera que el capital invertido sea recuperado durante los primeros años de operación. Este aspecto fortalece la seguridad financiera de la propuesta y contribuye a reducir el riesgo económico asociado.

La estructura financiera del proyecto se beneficia, además, de la naturaleza escalable del servicio de modelado. Gracias a ello, cada nueva simulación puede generar ingresos considerables sin implicar incrementos proporcionales en los costos, potenciando así la rentabilidad en fases posteriores.

### Resultado de la propuesta

El desarrollo del proyecto permitió obtener resultados significativos en los ámbitos técnico, operativo, económico y ambiental, demostrando la viabilidad de la simulación integral de un casino mediante herramientas digitales especializadas. Desde el punto de vista técnico, se logró construir un modelo arquitectónico en 3D completamente funcional utilizando Sweet Home 3D, lo que facilitó una comprensión detallada del diseño, distribución espacial, áreas operativas y flujos internos de casino.

**Figura 4**  
*Simulación en 3D*



*Nota. Imagen tomada desde la simulación realizada en Sweet Home 3D*

La simulación evidencia un diseño organizado que respeta la lógica operativa de un casino real: las máquinas tragamonedas se encuentran dispuestas en filas para optimizar el flujo de personas, las mesas de blackjack y póker están ubicadas en el centro para permitir una supervisión eficiente y garantizar accesibilidad, y las ruletas se sitúan al frente en un área más amplia, permitiendo la concentración natural de usuarios alrededor de estos juegos de

mayor interacción. Asimismo, las zonas administrativas y de soporte se ubican en compartimientos laterales que permiten separar el público general del personal autorizado.

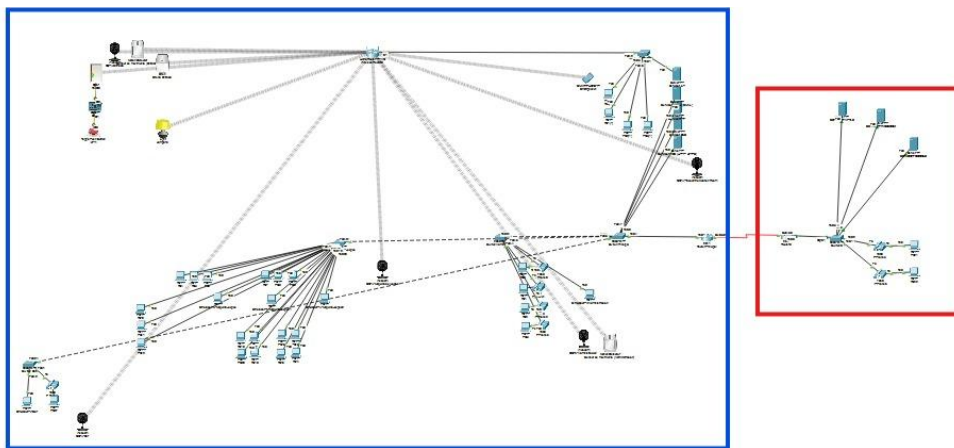
Una fortaleza clave del proyecto es que el diseño se desarrollo en un entorno que permite visualizar el casino en 2D y 3D, lo cual aporta una comprensión más completa del resultado. La representación tridimensional facilita identificar alturas, distribución volumétrica, disposición realista del mobiliario y la percepción espacial del usuario dentro del casino. Esto es fundamental no solo para evaluar elementos estéticos, sino también para validar decisiones técnicas como la proximidad entre mesas de juego, la ubicación de pasillos operativos, el flujo de visitantes y la integración del cableado estructurado en pisos técnicos y paredes modulares.

Gracias a la simulación tridimensional, fue posible anticipar como se comportaría el diseño en un escenario real, demostrando que la metodología empleada permite prever con mayor precisión posibles errores en distribución, saturación del espacio o interferencias entre elementos. Además, esta visualización permitió refinar el diseño considerando factores importantes como accesibilidad, evacuación, mantenimiento del cableado, instalación de dispositivos electrónicos y disposición ergonómica del mobiliario.

Paralelamente, se realizó la simulación del sistema de cableado estructurado mediante Cisco Packet Tracer permitiendo validar la distribución de redes, topologías propuestas, funcionamiento de equipos y cumplimiento de normas técnicas y de seguridad como el RETIE. Esto aseguró que el proyecto representara fielmente una infraestructura real sin incurrir en costos elevado de pruebas físicas.

Esta simulación incluyó la organización lógica y física de los diferentes segmentos de la red del casino, integrando áreas como las máquinas de juego, integrando áreas como las máquinas de juego, dispositivos de IoT, Telecommunication Room, Bar, Administración o área financiera, servidores internos, cámaras de seguridad y la interconexión con la red externa.

**Figura 5**  
*Simulación de red*



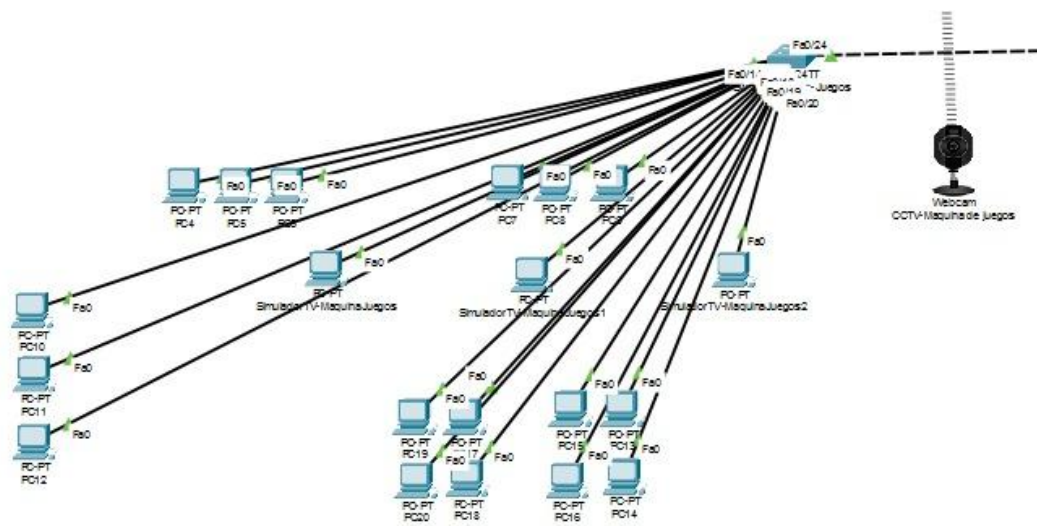
*Nota. Imagen tomada de la simulación en Cisco Packet Tracer.*

En la figura correspondiente se observa, delimitado en el recuadro azul, el funcionamiento interno de la red del casino. En esta área se identifican las zonas de acceso con dispositivos IoT como cámaras de seguridad, sensores de movimiento, sirena y sistema de control de acceso. Asimismo, se encuentra el telecommunication room, donde se centraliza la monitorización del CCTV, el servidor interno del casino y los elementos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la infraestructura. De igual manera, se modeló la zona administrativa que contiene los PC de gestión, la zona del BAR conectada mediante red local, y el área central donde se ubican las máquinas de juego.

En contraste, dentro del recuadro rojo se representa la red externa, la cual mantiene la comunicación con el establecimiento mediante una conexión WAN. En esta se integran servicios como los servidores simulados de Google, Facebook y Apple, así como la conectividad entre los distintos IP phones, permitiendo validar la comunicación interna – externa y el tráfico VoIP.

Una VLAN, o red de área local virtual, permite crear redes lógicas independientes dentro de una misma infraestructura física. En el núcleo del diseño se modelaron las máquinas de juego, representadas mediante computadores ubicados en la zona central. Estas se agrupan dentro de la VLAN 30, lo cual garantiza el aislamiento del tráfico generado por estos equipos y evita interferencias con los demás servicios del casino.

**Figura 6**  
*Conexión máquinas de juego.*

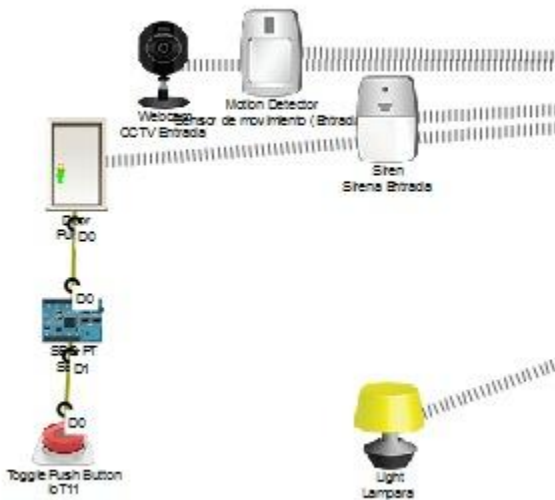


*Nota. Imagen tomada de la simulación realizada en Cisco Packet Tracer.*

Del mismo modo, los dispositivos IoT se ubicaron en zonas estratégicas para automatizar funciones operativas, simulando condiciones reales en un casino. Cada área

cuenta con su cámara de vigilancia (CCTV), y en el Telecommunication Room se integro un sensor de movimiento para controlar el acceso del personal autorizado.

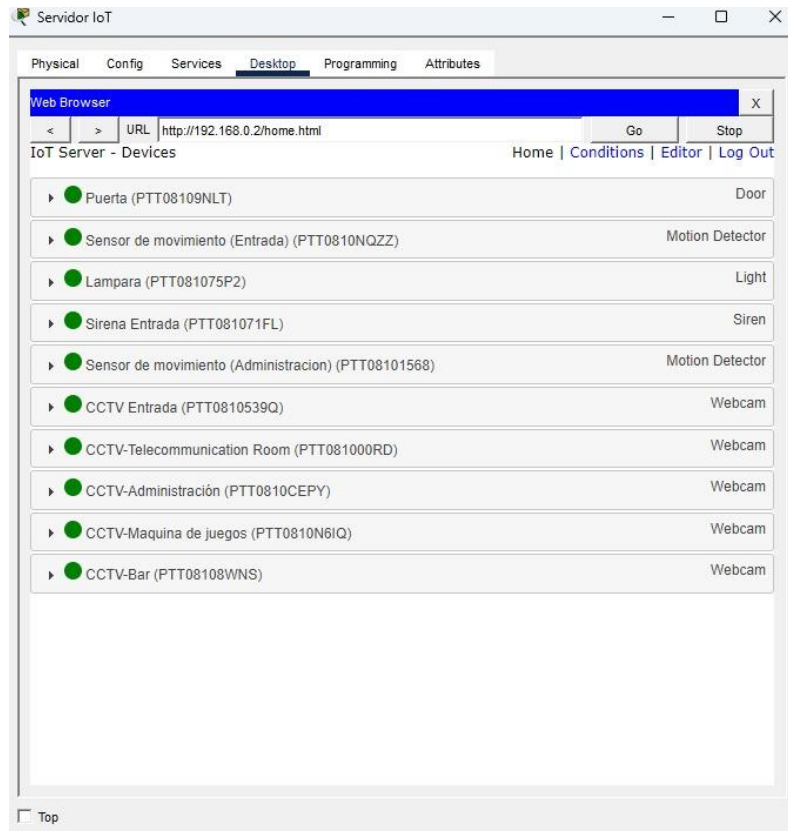
**Figura 7**  
*Cámaras de seguridad y sensor de movimiento.*



*Nota. Imagen tomada de la simulación realizada en Cisco Packet Tracer*

Todos estos dispositivos se conectan mediante un router inalámbrico, el cual facilita su administración y la comunicación con los servidores internos encargados de gestionar cada recurso según las necesidades del establecimiento.

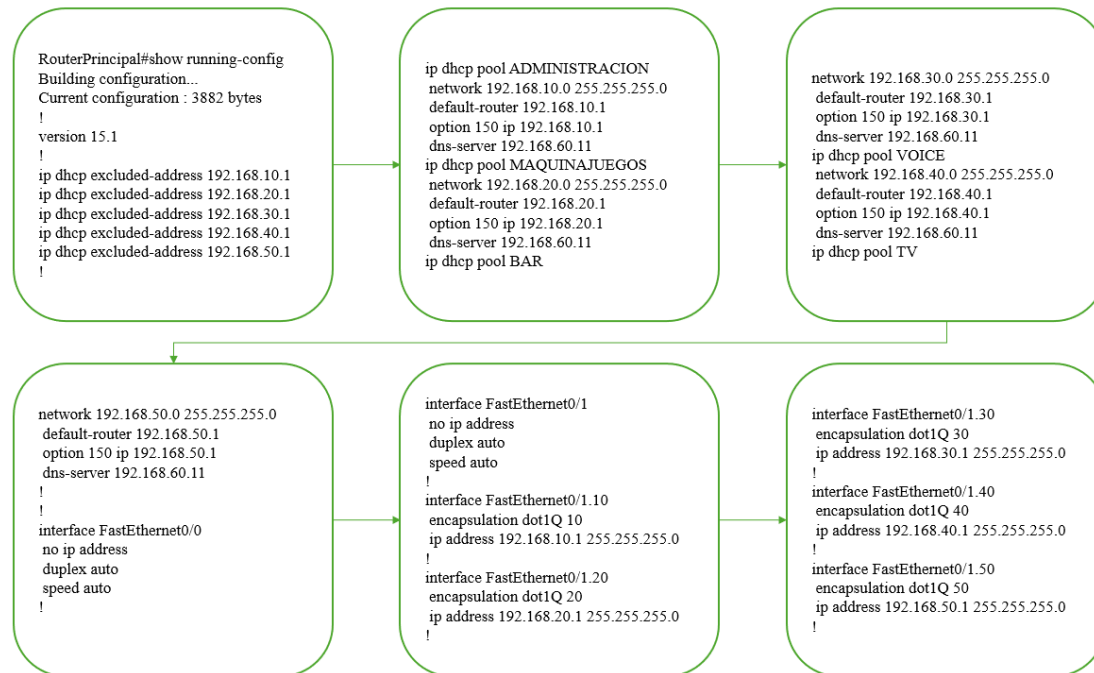
**Figura 8**  
*Servidor*



*Nota. Imagen tomada de la simulación realizada en Cisco Packet Tracer*

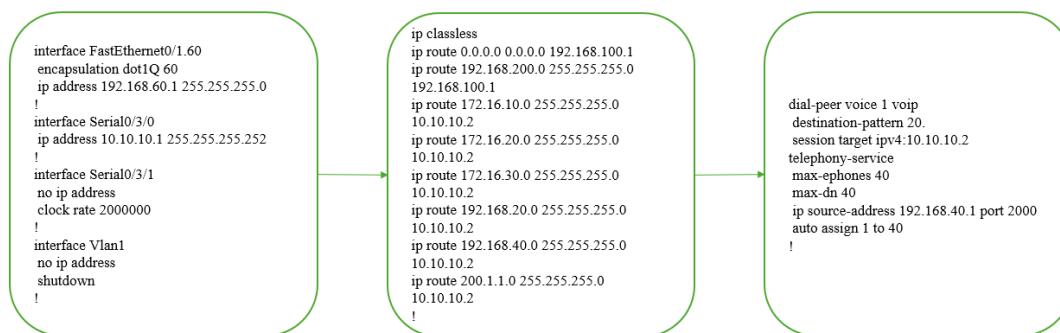
Para garantizar una conectividad exitosa entre los distintos segmentos de la red, el router principal fue configurado con DHCP por cada zona, subinterfaces con encapsulamiento dot1Q para cada VLAN, rutas estáticas para interconectar redes internas y externas, y parámetros para el servicio de telefonía IP. A continuación, se presenta un extracto del show running-config correspondiente al router principal:

**Figura 9**  
*Show Running del router principal*



*Nota. Imagen tomada en base a la simulación en Cisco packet Tracer*

**Figura 10**  
*Show running del router principal.*



*Nota. Imagen tomada en base a la simulación en Cisco packet Tracer*

**En esta configuración se observa:**

- Los pools DHCP utilizados para asignar direcciones IP dinámicamente a cada zona del casino.
- Las subinterfaces con encapsulación dot1Q para manejar la comunicación de cada VLAN.
- Las rutas estáticas que permiten la comunicación con redes externas, incluyendo los servidores simulados (Google, Facebook y Apple).
- La configuración completa del sistema de telefonía IP, como direcciones, dial-peers y registros de los IP phones.

Esta estructura asegura una comunicación eficiente entre todos los segmentos, permitiendo también llamadas internas, comunicación con la red externa y administración unificada desde la VLAN correspondiente.

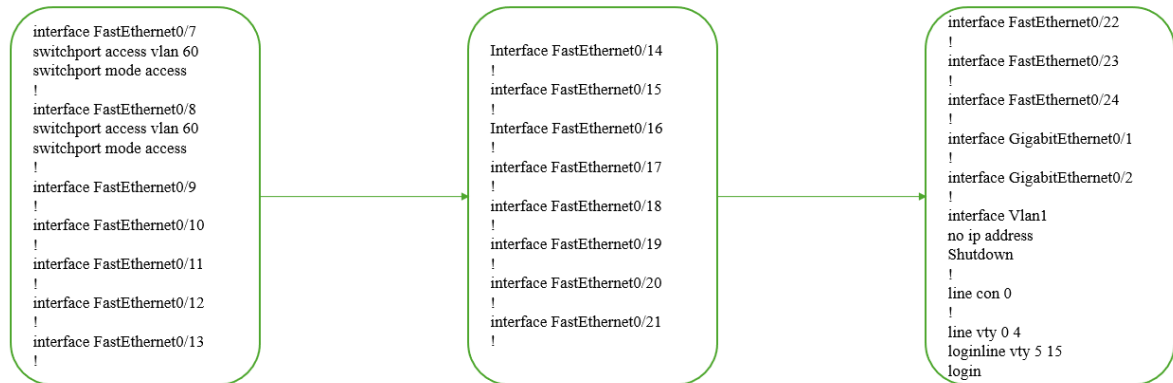
El switch principal cumple la función de distribuir el tráfico de todas las VLAN y establecer los enlaces troncales hacia el router principal. En la siguiente figura se evidencia la correcta asignación de VLAN, puertos de acceso y puertos troncalizados.

**Figura 11**

*Show running del switch principal*



*Nota. Imagen tomada en base a la simulación en Cisco packet Tracer*

**Figura 12***Show running del switch principal.*

*Nota. Imagen tomada en base a la simulación en Cisco packet Tracer*

**En esta configuración se identifica:**

- El modo trunk que permite transportar el tráfico de las VLAN 10, 20, 20, 40, 50 60.
- Las interfaces configuradas como Access para alojar los diferentes equipos del casino.
- La estructura jerárquica que permite la comunicación fluida entre los componentes de telefonía IP, máquinas de juego, IoT, CCTV y zona administrativa.

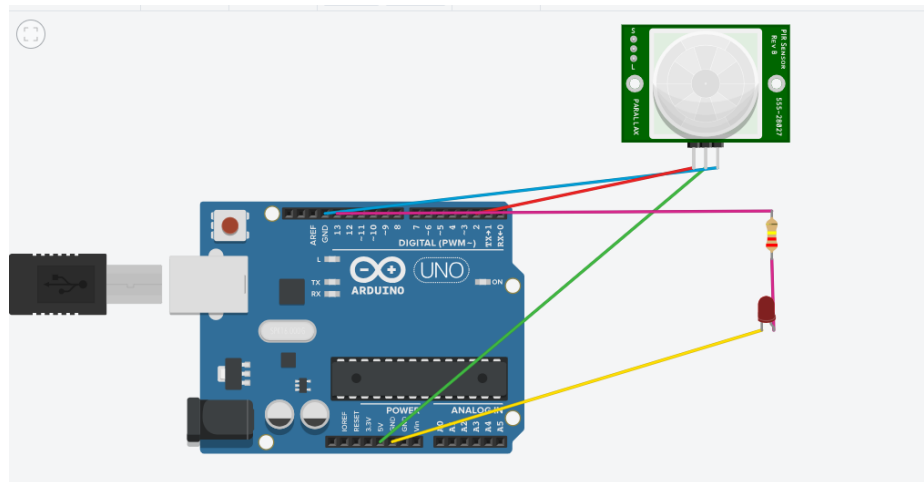
Finalmente, la red interna del casino se conecta con la red externa mediante un enlace WAN. Este enlace permite que:

- Los servidores internos del casino (DNS, HTTP, CCTV, administración) puedan interactuar con los servidores externos simulados (Google, Facebook, Apple).
- Los IP phones realicen comunicación entre el interior del casino y la red exterior mediante rutas correctamente configuradas.
- Los clientes internos accedan a servicios web tanto locales como externos.
- Los dispositivos IoT transmitan información hacia los servidores internos sin riesgo de interferir con la red externa.

Gracias a la correcta implementación de rutas estáticas y la segmentación lógica mediante VLAN, se verificó que todos los equipos del casino se comunican entre sí y hacia el exterior de manera segura y estable.

Como parte del proceso de validación técnica del proyecto, se realizaron simulaciones adicionales orientadas a comprobar el funcionamiento de los sistemas electrónicos y de seguridad que harían parte del casino. Estas simulaciones permitieron evaluar, de manera controlada y visual, el comportamiento esperado de los dispositivos antes de su implementación física y reduciendo riesgos.

**Figura 13**  
*Simulación en Tinkercad*

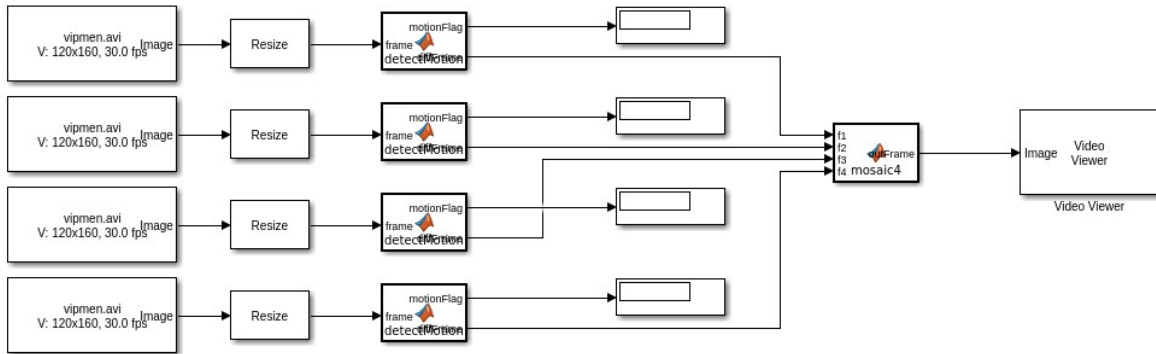


*Nota. Imagen tomada de la simulación realizada en Tinkercad*

En primer lugar, se desarrolló una simulación en **Tinkercad** enfocada en el módulo de acceso al casino. Para ello, se implementó un sensor de movimiento PIR, conectado a un Arduino, con el fin de representar el sistema que detectará el ingreso de personas al establecimiento. La simulación permitió observar cómo el sensor activa una señal visual al

detectar movimiento, validando así su tiempo de respuesta, su margen de activación y el funcionamiento del circuito.

**Figura 14**  
*Simulación en Simulink*



*Nota. Imagen tomada de la simulación realizada en simulink*

Adicionalmente, se realizó una simulación en **Simulink** orientada al sistema de videovigilancia del casino. En este caso, se modeló el comportamiento de un circuito cerrado de cámaras de seguridad (CCTV), incluyendo la transmisión de señales desde múltiples cámaras hacia un módulo de procesamiento y monitoreo. Esta simulación permitió analizar el flujo de datos, la estabilidad de la señal, el comportamiento ante pérdidas momentáneas de conexión y la sincronización del sistema.

Finalmente, se adjuntará un enlace de OneDrive que contiene todas las simulaciones desarrolladas durante el proyecto, incluyendo la configuración completa de la red en Cisco Packet Tracer, el modelo tridimensional de la infraestructura del casino elaborado en SweetHome 3D y las simulaciones complementarias realizadas en Tinkercad para el sensor de movimiento en la entrada. Asimismo, se incluirá la simulación en Simulink correspondiente al circuito cerrado que integra las cámaras.

[Casino Golden Monarch](#)

En cuanto a los resultados económicos, se elaboró un presupuesto consolidado que incluye costos de modelamiento, licenciamientos, mano de obra, marketing, gastos de puesta en marcha y proyecciones publicitarias para los próximos cuatro años. El análisis demuestra que la simulación del casino es económicamente sostenible, ya que los costos operativos se mantienen controlados y la inversión principal se concentra en fases iniciales del proyecto. La incorporación de un simulador financiero permitió proyectar gastos a largo plazo, lo que proporciona claridad y coherencia para una eventual ejecución comercial futura. Asimismo, se estimaron costos asociados al dominio, hosting, mantenimiento web, nómina técnica y materiales digitales, consolidando un panorama financiero completo y bien soportado.

Desde la perspectiva ambiental, los resultados indican que el impacto del proyecto es mínimo debido a que se desarrolla de forma completamente virtual. La simulación evita el uso de materiales físico, reduce la generación de residuos y elimina el consumo energético asociado a obras constructivas reales. Aunque existe un impacto indirecto por el uso de equipos informáticos, este se considera bajo y manejable. De igual forma, se aplicó una identificación de aspectos e impactos ambientales que permitió establecer medidas de mitigación centradas en la eficiencia energética y el uso responsable de recursos digitales.

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que el proyecto es técnica, económica y ambientalmente viable. La simulación del casino ofrece un modelo realista, funcional y detallado, capaz de servir como base para futuros desarrollos físicos o comerciales. Los análisis demostraron que la propuesta no solo cumple los objetivos planteados, sino que además genera un marco sólido para la toma de decisiones y la planificación estratégica de una infraestructura de entretenimiento de alta complejidad como lo es un casino.

## Conclusiones

El desarrollo de proyecto permitió validar de manera integral la viabilidad técnica del diseño de un modelo de red estructurado escalable para un casino en Colombia, cumpliendo con el objetivo general planteado y demostrando que, mediante el uso de herramientas de modelados y simulación, es posible anticipar el comportamiento de la infraestructura tecnológica antes de su implementación real.

En primer lugar, se logro evaluar la conectividad y la transmisión de datos, voz y video dentro del casino, evidenciando que la arquitectura propuesta garantiza un flujo de información estable, seguro y eficiente. El análisis del cableado, la ubicación del telecom room y la distribución de los puntos de red permitió identificar mejoras en la organización del cableado estructurado, optimizando la escalabilidad del sistema y reduciendo posibles congestiones o perdida de señal.

Asimismo, se diseño un modelo de red estructurado basado en estándares internacionales, lo que permitió minimizar los riesgos de fallas y asegurar la compatibilidad entre dispositivos. La planificación del piso técnico, las paredes técnicas, la segmentación lógica de la red y la correcta disposición de dispositivos activos y pasivos contribuyeron a una arquitectura robusta, ordenada y preparada para futuras ampliaciones.

La validación mediante simulaciones en Cisco Packet Tracer y SweetHome 3D, así como las simulaciones complementarias en Tinkercad (sensor de movimiento para el acceso) y Simulink (modelado del circuito cerrado de cámaras), confirmaron la correcta operación del modelo de red y de los sistemas de seguridad asociados. Estas herramientas permitieron observar el comportamiento de la red en tiempo real, verificar la integración de los diferentes

dispositivos y facilitar la toma de decisiones técnicas relacionada con infraestructura, cobertura, capacidad de transmisión y flujo de datos.

Del mismo modo, la visualización en 3D del casino aportó una perspectiva espacial y operativa del diseño, permitiendo validar la distribución de máquinas, mesas de juego, zonas de tránsito y cuartos técnicos. Esta presentación facilitó la comprensión de cómo el cableado estructurado se integra de manera armoniosa con el diseño arquitectónico, asegurando un montaje eficiente y estéticamente adecuado.

Finalmente, desde una perspectiva ambiental, la implementación de un sistema de red estructurado eficiente contribuye a la reducción del consumo energético y al uso responsable de recursos tecnológicos. Al emplear estándares modernos, equipos optimizados y rutas de cableado adecuadas, se minimizan pérdidas, se reduce el sobrecalentamiento de dispositivos y se alarga la vida útil de los componentes.

El proyecto demuestra que el modelo de red diseñado es viable, escalable, seguro y ambientalmente responsable, y que su implementación en un casino colombiano garantiza un alto nivel de rendimiento operativo-tecnológico.

## Referencias

- 4prot. (2025). *Cada clase es un prototipo, cada curso es un laboratorio*. Obtenido de <https://4prot.com/>
- Abbas, G., & Konn, A. (Enero de 2025). *AI and Big DATA in the gambling sector: Redefining casino operations through advanced analytics and machine learning*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/388067498\\_AI\\_and\\_Big\\_Data\\_in\\_the\\_Gambling\\_Sector\\_Redefining\\_Casino\\_Operations\\_through\\_Advanced\\_Analytics\\_and\\_Machine\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/388067498_AI_and_Big_Data_in_the_Gambling_Sector_Redefining_Casino_Operations_through_Advanced_Analytics_and_Machine_Learning)
- Akbar, J., & Aurangzeb, M. (Enero de 2025). *Smart Casinos: Leveraging predictive analytics and AI for personalized gaming experiences and dynamic revenue strategies*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/388067768\\_Smart\\_Casinos\\_Leveraging\\_Predictive\\_Analytics\\_and\\_AI\\_for\\_Personalized\\_Gaming\\_Experiences\\_and\\_Dynamic\\_Revenue\\_Strategies](https://www.researchgate.net/publication/388067768_Smart_Casinos_Leveraging_Predictive_Analytics_and_AI_for_Personalized_Gaming_Experiences_and_Dynamic_Revenue_Strategies)
- Astruga, D. (28 de Enero de 2012). *Administración y gestión de infraestructuras de cableado*. Obtenido de <https://aiiscyl.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/01/administracion-y-gestion-de-infraestructuras-de-cableado.pdf>
- Bolaño, L., & Galindo, M. (4 de Agosto de 2009). *Análisis estructural del sector estratégico de casinos en la ciudad de Bogotá*. Obtenido de [repository.urosario.edu.co](https://repository.urosario.edu.co)
- Cardenas, E. (11 de Junio de 2014). *Manual para aplicar la norma TIA/EIA para cableado estructurado*. Obtenido de <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Manual-para-aplicar-la-norma-TIA-EIA-para-Cableado-Estructurado.pdf>
- Cardenas, E. (2014). *Manual para aplicar la norma TIA\_EIA para cableado estructurado*.
- Cisco Packet Tracer. (2025). Obtenido de <https://www.netacad.com/es/cisco-packet-tracer>
- Coljuegos. (12 de Diciembre de 2013). *Acercas de los casinos*. Obtenido de <https://www.coljuegos.gov.co/publicaciones/300432>
- ColvateL. (s.f.). Obtenido de <https://colvateL.com.co/cableado-estructurado-la-base-de-las-redes-modernas/>
- Covelli, C. (2013). *Buenas prácticas en el diseño de redes cableadas estructuradas basadas en problemas de la vida cotidiana*. Envigado: [repository.eia.edu.co](https://repository.eia.edu.co).

- Exim, K. (2025). *Updated requirements for structured cabling systems - new international standard ISO/EIC 11801*. Obtenido de <https://www.keline.com/updated-requirements-for-structured-cabling-systems-new-international-standard-iso-iec-11801-226>
- GNS3. (s.f.). *Getting started with GNS3*. Obtenido de <https://docs.gns3.com/docs/>
- Hincapié, M. (18 de Junio de 2024). *Casinos, bingos y máquinas electrónicas tragamonedas han aportado más de \$115.000 millones para la salud*. Obtenido de <https://www.coljuegos.gov.co/publicaciones/306925/casinos-bingos-y-maquinas-electronicas-tragamonedas-han-aportado-mas-de-115000-millones-para-la-salud/>
- Humbert, G. (5 de Julio de 2022). *Cableado estructurado consideraciones sobre fibra al migrar a 100G*. Obtenido de [www.legrand.com.pe](http://www.legrand.com.pe)
- Joskowicz, J. (Septiembre de 2006). *Cableado estructurado*. Obtenido de [bibdigital.epn.edu.ec](http://bibdigital.epn.edu.ec)
- Logeshwaran. (2022). The role of integrated structured cabling system (ISCS) for reliable bandwidth optimization in high-speed communication network. *ICTACT JOURNAL ON COMMUNICATION TECHNOLOGY*, 2635-2639.
- Navarro, S. (22 de Septiembre de 2006). *Estándar IEEE 802.11 - Capítulo 2*. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/11306/fichero/TEORIA%252F07+-+Capitulo+2.pdf>
- Prodielco. (2025). *Cableado estructurado, fibra óptica redes de voz y datos*. Obtenido de <https://www.prodielco.com/servicios/sistemas-de-ocmunicaci%C3%B3n-e-instalaciones-especiales/>
- Thompson, W. (2009). *The international encyclopedia of gambling*. USA: Bloomsbury.
- Williams, R. (11 de Marzo de 2011). *The social and economic impacts of gambling*. Obtenido de [gamblingriskinformednovascotia.ca](http://gamblingriskinformednovascotia.ca)
- WinuE. (2014). *Cableado estructurado*.