

Universidad Tecnológica Nacional

Proyecto Final

RED DE COMUNICACIÓN PARA CENTRO LOGISTICO

Autores:

- *BRODER, Javier Exequiel*
- *GALAN, Federico Gabriel*

Director:

- *BURGOS, Sergio Enrique*

Proyecto final presentado para cumplimentar los requisitos académicos

para acceder al título de Ingeniero Electrónico

en la

Facultad Regional Paraná

Diciembre 2023

Declaración de autoría:

Yo/nosotros declaro/declaramos que el Proyecto Final “Red de Comunicaciones para centro logístico” y el trabajo realizado son propio/s. Declaro/declaramos:

- Este trabajo fue realizado en su totalidad, o principalmente, para acceder al título de grado de Ingeniero Electrónico, en la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Paraná.
- Se establece claramente que el desarrollo realizado y el informe que lo acompaña no han sido previamente utilizados para acceder a otro título de grado o pre-grado.
- Siempre que se ha utilizado trabajo de otros autores, el mismo ha sido correctamente citado. El resto del trabajo es de autoría propia.
- Se ha indicado y agradecido correctamente a todos aquellos que han colaborado con el presente trabajo.
- Cuando el trabajo forma parte de un trabajo de mayores dimensiones donde han participado otras personas, se ha indicado claramente el alcance del trabajo realizado.

Firmas:

-
-
-

Fecha:

Agradecimientos:

Agradecemos sinceramente al Ingeniero Sergio Burgos, por su orientación, dedicación y consejos a lo largo de este proceso académico. Su guía ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

A nuestras familias y amigos, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento por su apoyo incondicional, paciencia y aliento constante. Este logro no habría sido posible sin su inquebrantable respaldo.

Agradecemos también a todo el personal de la UTN, Facultad Regional Paraná por brindarnos las herramientas académicas necesarias y por fomentar un ambiente propicio para el aprendizaje y la investigación, lo cual nos formaron tanto como persona como profesionales.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a DIA Argentina por brindarnos el contexto. La experiencia proporcionada por la empresa ha sido invaluable, contribuyendo significativamente al enriquecimiento de nuestra formación académica.

Broder Javier

Galán Federico

Universidad Tecnológica Nacional

Abstract

Facultad Regional Paraná

Ingeniero en Electrónica

**RED DE COMUNICACIONES PARA CENTRO
LOGISTICO**

BRODER Javier Exequiel

GALAN Federico Gabriel

Abstract:

In the present study, the design of a data network was undertaken in an industrial environment, specifically within the logistics sector. However, this network is not limited solely to industrial characteristics; it is also intended to address the needs of end-users operating in administrative environments.

To achieve the aforementioned objectives, design methodologies were employed with a focus on optimizing performance and enhancing the customer experience. Meticulous planning encompassed all necessary aspects for a successful implementation. This effort was approached from a supplier-client perspective, utilizing state-of-the-art configurations and equipment, representing a fundamental professional relationship for an engineer.

Keywords:

Logistics – Management – Networking – Redundancy – Storage

Resumen:

En el presente estudio, se ha llevado a cabo el diseño de una red de datos en un entorno industrial, específicamente en el ámbito de la logística. No obstante, esta red no se limita únicamente a características propias de la industria, sino que también se ha concebido para satisfacer las necesidades relacionadas con los usuarios finales que operan en entornos administrativos.

Con el objetivo de alcanzar los resultados previamente mencionados, se han empleado metodologías de diseño diseñadas para optimizar el rendimiento y mejorar la experiencia del cliente. Una planificación meticulosa ha abarcado todos los aspectos necesarios para garantizar una implementación exitosa. Este esfuerzo se ha abordado desde una perspectiva proveedor-cliente, haciendo uso de configuraciones y equipamiento de última generación, lo que representa una relación profesional esencial para un ingeniero.

Palabras Clave:

Depósito – Gestión – Logística – Redes – Redundancia

Índice:

Capítulo 1: Introducción	12
Capítulo 2: Necesidades	13
2.1. Aspectos Edilicios.....	13
2.2 Aspectos de conectividad	16
2.2.1 Terminal de Mano	17
2.2.2 Terminal Fijo	17
2.2.3 Voice Picking	17
2.2.4 Impresora Térmica	18
2.3 Recursos a conectar.....	18
Capítulo 3: Análisis	20
3.1 Topología Física	20
3.2 Distribución de Puestos, Nodos y APs	21
3.2.1 Cobertura inalámbrica	22
3.2.2 Topología lógica	22
3.3.3 Equipamiento.....	22
3.3.4 Enlaces.....	23
3.3.5 Edilicios (Civil)	23
3.3.6 Eléctricos (UPS, Red eléctrica)	23
3.3.7 Puestos de trabajo.....	23
Capítulo 4: Desarrollo	24
4.1 Elección de equipamiento	24
4.1.1 Switchs	24
4.1.1.1 Switchs de acceso.....	24
4.1.1.2 Switchs Core	24
4.1.1.3 Switchs WAN.....	24
4.1.2 Firewall	24
4.1.3 Access Points	25
4.1.4 Tranceivers.....	25
4.2 Lineamientos de configuraciones	25
4.2.1 Disposición lógica.....	25
4.2.2 Switchs de Acceso.....	26
4.2.3 Switchs Core	28
4.2.4 Switch WAN.....	31

4.2.5	Firewall	33
4.2.6	Access Points	35
4.3	Conexionado	36
4.4	Detalles de instalaciones	36
4.4.1	Distribución de AP, Nodos y Puestos de trabajo	36
4.4.2	Sala de IT (CPD)	43
4.4.3	Cálculo de UPS	43
4.4.4	Bandejas y canalizaciones	44
4.4.5	Detalles de Racks.....	44
Capítulo 5:	Gestión del proyecto.....	46
5.1	Diagrama temporal	46
5.2	Aspectos económicos.....	47
Capítulo 6:	Conclusión.....	49
Capítulo 7:	Literatura citada.....	50
Anexo 1 –	Diagrama de Gantt.....	51
Anexo 2 –	Diagrama general.....	52

Lista de Figuras:

Figura 1 – Áreas de la Nave	14
Figura 2 – Corte, detalle de altura	15
Figura 3 – Detalle de rack de estiba	15
Figura 4 – Distribución oficinas	15
Figura 5 – Distribución Garitas	16
Figura 6 – Terminal de mano	17
Figura 7 – Terminal Fijo y Scanner	17
Figura 8 – Voice Picking	18
Figura 9 – Impresora térmica.....	18
Figura 10 – Topología planteada.....	20
Figura 11 – Conexión Global	21
Figura 12 – Conexión SW Core	28
Figura 13 – Estudio cobertura oficina	36
Figura 14 – Estudio cobertura Garitas	37
Figura 15 – Estudio cobertura Nave	38
Figura 16 – Distribución de APs, Nodos y puestos de trabajo	39
Figura 17 – Distribución de APs, Nodos y puestos de trabajo en Administración	42
Figura 18 – Distribución de APs, Nodos y puestos de trabajo en ingreso	42
Figura 19 – Planta de CPD	43
Figura 20 – Distribución de rack de CPD.....	45
Figura 21 – Distribución de racks de nodos.....	45
Figura 22 – Cuadro de Gantt	47

Lista de Tablas:

Tabla 1 – Recursos a conectar	19
Tabla 2 – Disposición lógica.....	26
Tabla 3 – Detalles puertos SW de Accesos	27
Tabla 4 – Detalles puertos SW Core	30
Tabla 5 – Detalles puertos SW WAN	32
Tabla 6 – Distribución de VLANs	33
Tabla 7 – Conexión de puestos a nodos	40
Tabla 8 – Conexión de APs a nodos y puertos	42
Tabla 9 – Consumo por equipo	44
Tabla 10 – Precios de equipamiento	47
Tabla 11 – Precios de cableado y montaje.....	48

Lista de Abreviaciones y Símbolos

SO – Sistema Operativo

TM – Terminal de Mano

TF – Terminal Fijo

VP – Voice Picking

CORE – Equipos centrales

DC – Data Center

ISP – Internet Service Provider (Proveedor de Servicio de Internet)

HA – High Availability (Alta disponibilidad)

CPE – Equipo borde de WAN

WAN – Wide Area Network

LAN – Local Area Network

FW – Firewall

DG – Default Gateway

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

SDWAN – Software Defined by WAN

AP – Access Point

BLE – Bluetooth Low Energy

VC – Virtual Controller

CPD – Centro de Procesamiento de Datos

VLAN – Virtual LAN

DMZ – DeMilitarized Zone

UPS – Unit Power Supply

PoE – Power On Ethernet

SFP – Small Form-Factor Pluggable

Vty – Virtual Terminal

AAA – Authentication, Authorization, and Accounting

DNS – Domain Name System

Dedicado a:

Familiares y amigos



Capítulo 1: Introducción

En estos tiempos, para cualquier actividad, la conectividad es una necesidad fundamental. El ámbito empresarial no es la excepción, en el mismo las comunicaciones y la disponibilidad de los datos son la base y el sustento de la productividad y el escalamiento de los procesos. La implementación de tecnología de la información marca el pulso y es la plataforma para todos los procesos y proyectos.

A medida que la tecnología avanza, surgen nuevas soluciones a necesidades puntuales, y éstas deben ser adaptadas e implementadas adecuadamente para obtener los mejores resultados.

La ingeniería en muchas de sus especialidades es la encargada de este proceso generando respuestas con el análisis, diseño, puesta a punto y operación de los sistemas informáticos y de comunicaciones.

Hasta hace un tiempo estas actividades se enfocan exclusivamente en lograr la mejor performance en los sistemas; sin embargo en la actualidad se agregan conceptos como el de la experiencia del cliente, robustez y multiconectividad.

El presente proyecto aborda todos los aspectos anteriormente descritos para la implementación de un Depósito Logístico de una empresa internacional de Retail.

Esta empresa, cliente, necesita tener una red que posea alta disponibilidad, escalabilidad y una excelente performance, ya que toda su operación depende de ello.



Capítulo 2: Necesidades

Luego de múltiples reuniones con el cliente se relevan las siguientes necesidades.

2.1. Aspectos Edilicios

El Depósito está en un predio ubicado en el norte de la provincia de Buenos Aires, en la localidad de Campana.

El mismo tiene aproximadamente 50.000 [m²] en el cual se encuentran las áreas de estibamiento de mercadería y preparación de los pedidos, cámaras frigoríficas y demás sectores de apoyo para la operación. Un plano de la planta se ve en la figura 1.

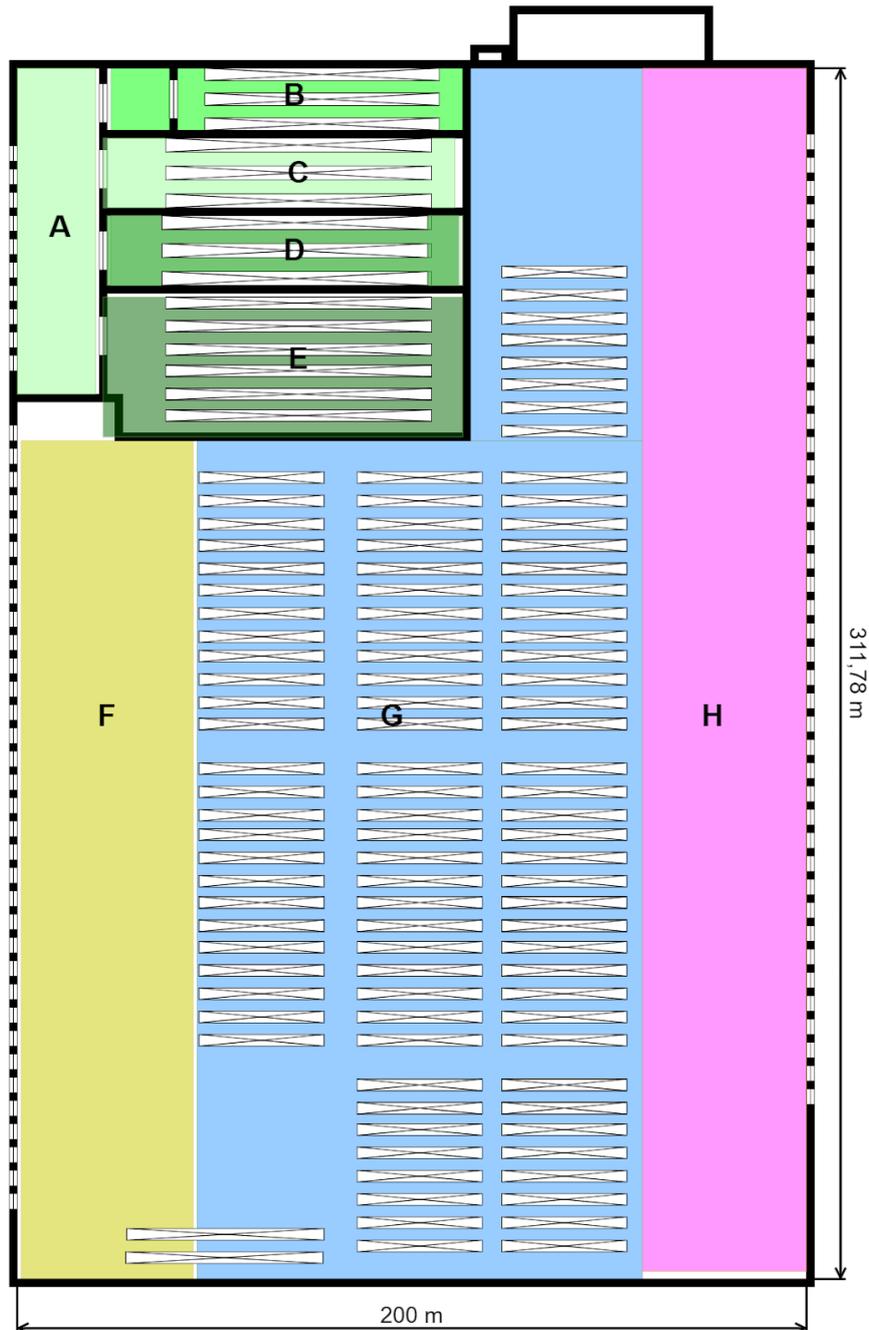


Figura 1 – Áreas de la Nave

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| A - Recepción de refrigerados (8°C) | E- Refrigerados o frío positivo (8°C) |
| B- Congelados o frío negativo (-35°C) | F- Recepción |
| C- Carnes (5°C) | G- Estiba y preparación |
| D- Frutas y Verduras (10°C) | H- Expedición |



La nave posee 13,7 metros de altura en la parte central y 9,5 metros en los extremos, teniendo una configuración de techo a dos aguas.

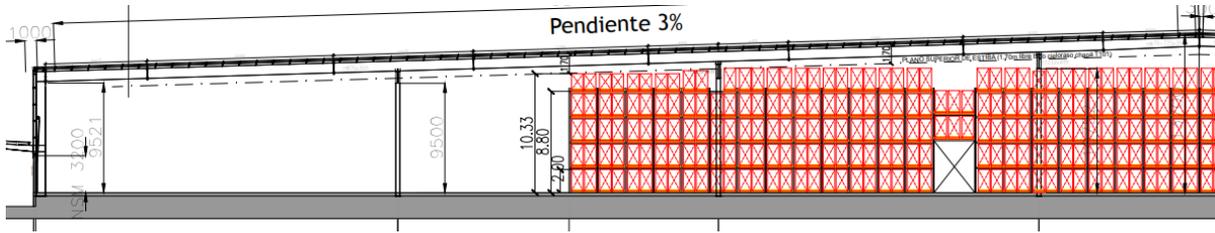


Figura 2 – Corte, detalle de altura

La altura de los racks de estiba con el último pallet en la posición 5 es de 11,5 metros.

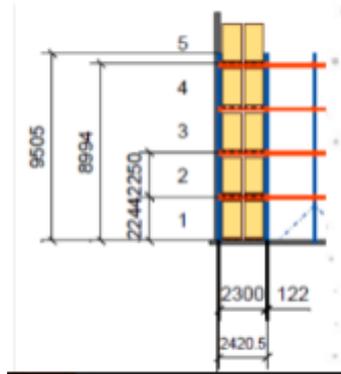


Figura 3 – Detalle de rack de estiba

Las oficinas de administración y demás áreas tienen la siguiente repartición.

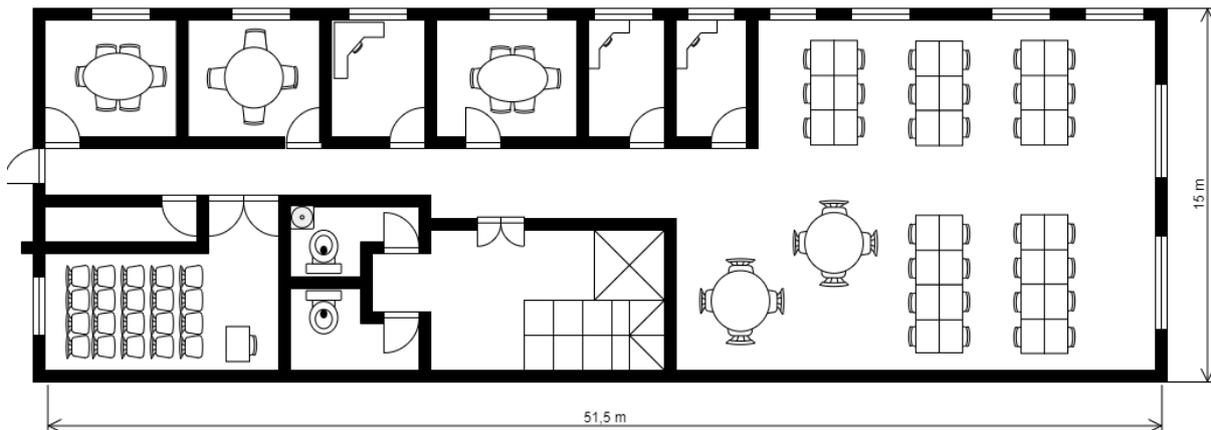


Figura 4 – Distribución oficinas



Las garitas de ingreso al predio tienen la siguiente distribución.

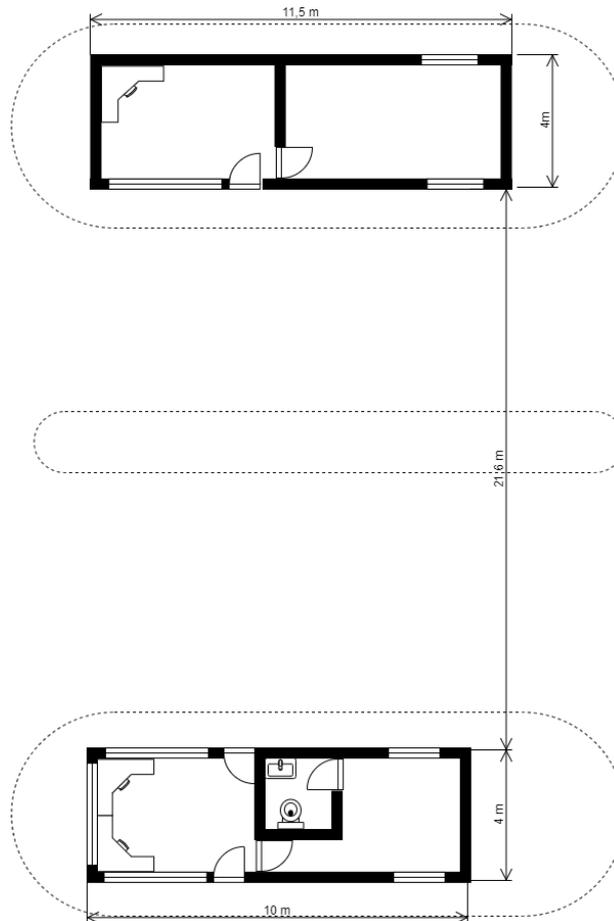


Figura 5 – Distribución Garitas

2.2 Aspectos de conectividad

En el depósito se utilizan múltiples dispositivos algunos de uso común, como PCs e impresoras, y otros de uso más específicos como terminales fijos y de mano, voice picking, central de frío, etc.

Todos éstos deben conectarse con internet y/o LAN interna de la compañía según el caso, de forma estable, confiable y robusta. Dichas conexiones se establecen de forma inalámbrica y alámbrica dependiendo del dispositivo. Por lo que se necesitan puestos cableados en diferentes zonas y cobertura WIFI en todo el predio con diversas redes.

Para la operación se utilizan principalmente tres tipos de terminales, los cuales se conectan al sistema central por medio inalámbrico.



2.2.1 Terminal de Mano

Es un terminal de la marca Honeywell o Zebra que posee un SO Android y presenta una emulación de una sesión del sistema central.

Se utiliza principalmente para recepcionar y despachar mercadería, realizar auditorías, etc



Figura 6 – Terminal de mano [1]

2.2.2 Terminal Fijo

Terminal similar al TM pero instalado en los autos elevadores, munido de un scanner. Se utiliza para operaciones de estiba de mercadería llevando pallets, tanto desde la recepción a las diferentes posiciones, como a picking.



Figura 7 – Terminal Fijo y Scanner [2]

2.2.3 Voice Picking

Terminal que utilizan los preparadores, en el que interactúan con el sistema central mediante comando de voz para armar los pedidos.

Es un terminal que es sensible a la latencia del sistema.

1 <https://symbar.grupohasar.com/tienda/ck65/>

2 <https://adnid.com/descatalogados/honeywell-thor-cv31>



Figura 8 – Voice Picking [3]

Los VP van acompañados por la implementación de la preparadora DUAL. Esto es un dispositivo que indica mediante luces, cuál es la posición donde se debe poner la mercadería.

2.2.4 Impresora Térmica

Estos dispositivos sirven para realizar impresiones de etiquetas adhesivas que contienen información, tanto de ubicación de mercadería como así también de hacia dónde está destinada la combi, operario que realizó el pedido, etc.



Figura 9 – Impresora térmica [4]

2.3 Recursos a conectar

En el siguiente cuadro se puede observar un detalle de la cantidad de usuarios y equipos que se van a conectar.

3 <https://grocerytrader.co.uk/honeywells-vocollect-a700-solution-achieves-major-milestone-becomes-top-selling-voice-offering-for-new-customers/>

4 <https://www.zebra.com/la/es/support-downloads/printers/industrial/zt411.html>



RECURSO	CONEXIÓN	CANTIDAD	RED
Usuarios administradores	WIFI	100	Usuarios
Puesto deposito	Cableada	35	Usuarios
Dispositivos usuarios	WIFI	100	Usuarios / móviles
CCTV / Control Acceso	Cableada	50	CCTV
VP	WIFI	100	RF
TM	WIFI	40	RF
TF	WIFI	30	RF
Impresora Térmica	Cableada	15	RF
Impresora Laser	Cableada	20	RF
Videoconferencia	Cableada	4	Usuarios
Puestos Administradores	Cableada	10	Usuarios
Central monitoreo	Cableada	2	IOT
Tableros	Cableada	10	IOT

Tabla 1 – Recursos a conectar

Capítulo 3: Análisis

3.1 Topología Física

Teniendo en cuenta la premisa de alta disponibilidad y robustez, se considera que la topología de estrella es la más adecuada. La misma posee la característica de contar con equipos que ofician de concentradores de la red (CORE). Los mismos deben estar en HA.

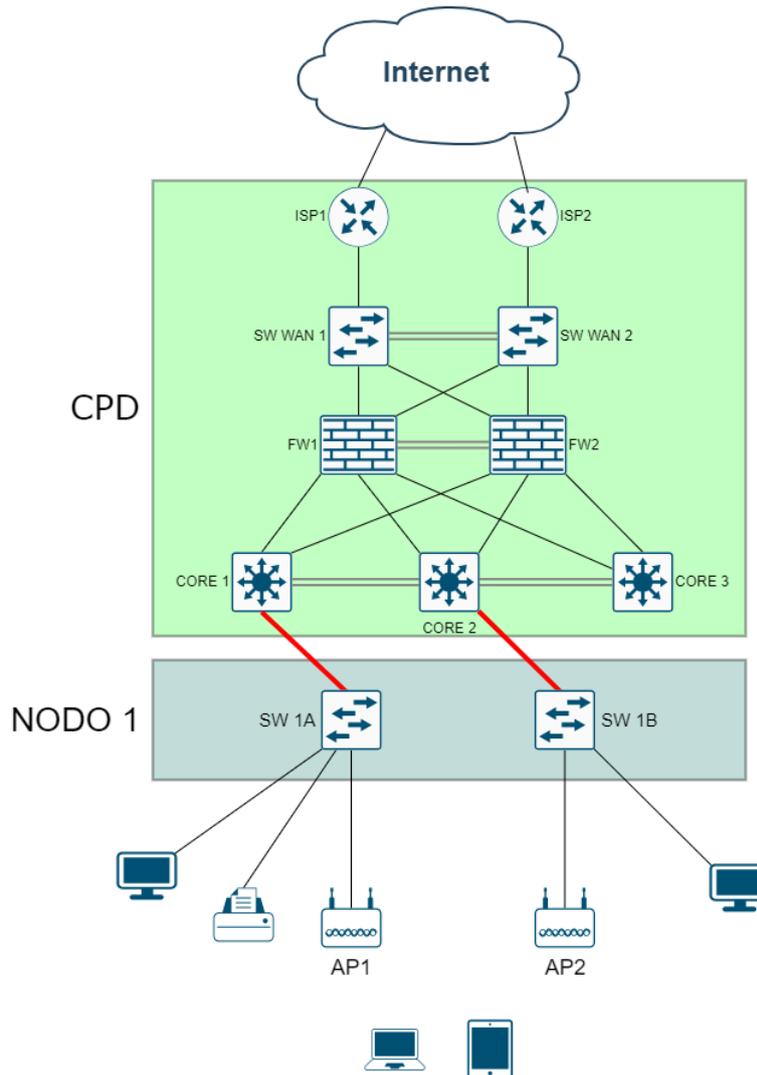


Figura 10 – Topología planteada

Como podemos ver en la figura 10, existen múltiples proveedores de internet (ISP) (en primera instancia dos), los cuales llegan a dos switches denominados “WAN” en configuración HA. Con esta topología se asegura la multiplicidad de conexiones, ya que los ISP entregan una boca para la LAN en su router de última milla (CPE).

Luego los switches de WAN se conectan con los FW por vínculos redundante.



Los FW, los cuales offician de DG se encuentran en HA, se conectan a los CORE con configuración de redundancia, que a su vez, realizan la conexión a los NODOS mediante fibra. En dichos nodos, se encuentran dos switches de acceso (línea A y línea B), estos equipos son los encargados de realizar las conexiones con los puertos de trabajo administrativos y Access points.

La conexión con la LAN interna de la compañía, que se encuentra en dos DC, se realiza bajo configuración SDWAN. Se monta sobre una infraestructura ya existente en la red de otras implementaciones SDWAN, por lo que se configuran dos túneles por cada ISP, contra los concentradores SDWAN de los datacenters.

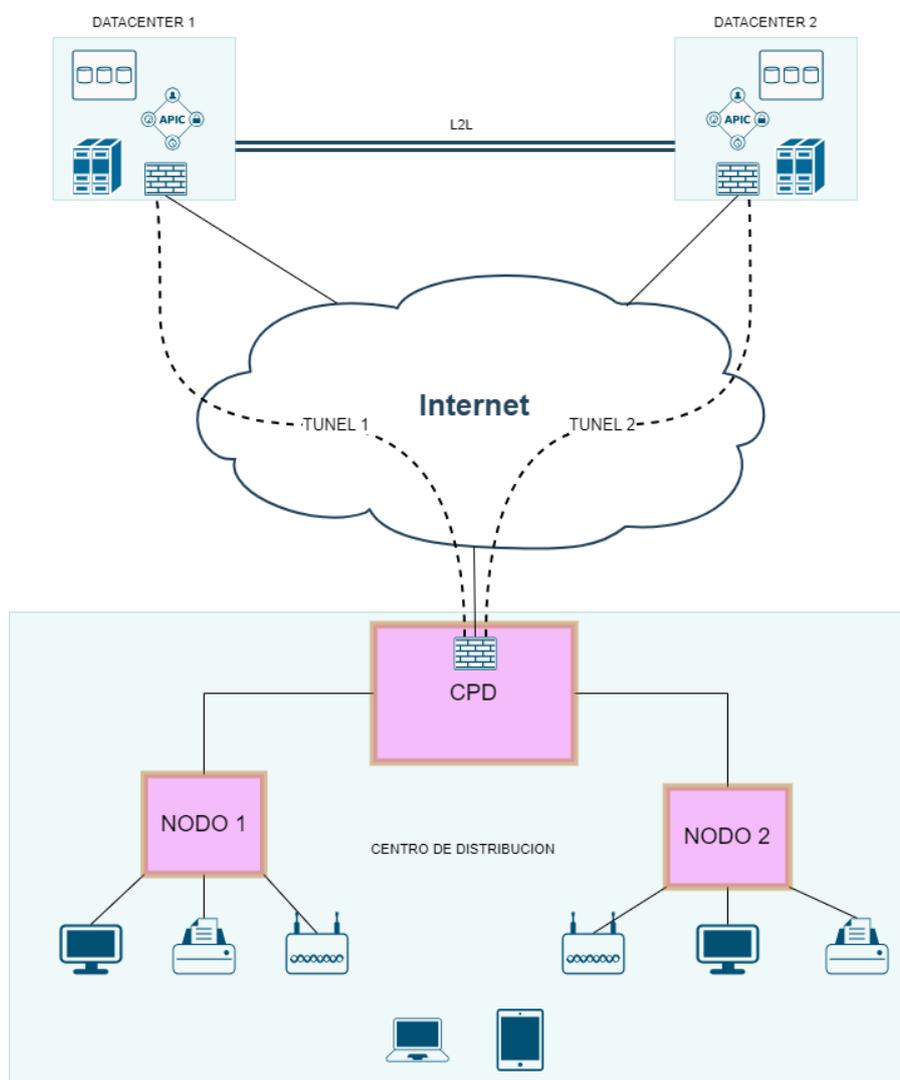


Figura 11 – Conexión Global

3.2 Distribución de Puestos, Nodos y APs

La distribución de los nodos en la nave es tal, que contempla los APs que se encuentran en el techo como también los puestos de trabajo a nivel de piso. Teniendo en cuenta las



labores de mantenimiento y operaciones de personal técnicos, éstas se han colocado a una altura para facilitar el acceso.

Todos los nodos están conectados al CPD, que es el punto central de la red, por medio de fibra óptica (monomodo o multimodo dependiendo el caso).

La plantilla de los nodos debe ser la misma para lograr una estandarización.

Es mandatorio que los nodos tengan vínculo eléctrico exclusivo con el CPD, con el objetivo de centralizar el control y el suministro desde el mismo.

Durante el montaje de los nodos, se evaluó en cada caso si es necesario instalar algún tipo de defensa para asegurar tanto la bajada de la fibra o cableado, como la integridad física del nodo.

3.2.1 Cobertura inalámbrica

Se requiere que en toda la nave existan múltiples redes inalámbricas. Dicha infraestructura inalámbrica se concibe de tal manera de asegurar ancho de banda, estabilidad de la señal (roaming) y alta densidad de clientes.

3.2.2 Topología lógica

La topología lógica está definida por el uso de VLANs, las cuales segmentan la red, logrando seguridad, eficiencia y mejor administración. Se implementan una cantidad VLANs necesarias, como para cubrir los siguientes aspectos:

- Gestión
- Uso de DHCP
- Acceso a recursos, tanto de WAN como LAN
- Seguridad

Estas VLAN tienen el DG en el FW como también el servidor de DHCP, dependiendo el caso.

Las VLAN deben estar en un rango sumariado, lo cual facilita la implementación y la gestión dentro de la LAN del depósito como también en la LAN interna de la compañía.

Además se genera una DMZ la cual es usada para futuras implementaciones.

3.3.3 Equipamiento

El equipamiento que se utiliza debe contemplar las directivas de la casa matriz, lo que implica que para equipos de redes se debe utilizar Cisco y en FW, Fortinet. En AP recomiendan Cisco pero no es mandatorio.



También se tiene en cuenta los equipos utilizados en el resto de los sitios de la compañía con el fin de estandarizar marcas y modelos.

En el presente capítulo se considera la expansión a futuro de la red en un 20%.

3.3.4 Enlaces

Se requieren en una primera instancia dos vínculos de internet, simétricos y dedicados. Los mismos tienen acometida y canalización hasta el CPD de manera disjunta y son de proveedores distintos.

Las canalizaciones desde la línea municipal hasta el CPD están provistas por el contratista de obra civil.

3.3.5 Edilicios (Civil)

En este punto se consensuó con el contratista de obra civil los detalles de la sala de IT (CPD) para que cumpla con normas específicas.

3.3.6 Eléctricos (UPS, Red eléctrica)

La red dispone de un circuito independiente eléctrico de las otras áreas del depósito con línea directa a los tableros principales, aguas abajo de los generadores y con su respectiva UPS.

En la sala de IT, se instala un tablero desde el cual se comanda todos los elementos eléctricos de la red.

3.3.7 Puestos de trabajo

Se considera un puesto de trabajo, a la ubicación que cuenta con cuatro tomacorrientes y dos bocas de red.

Se consideran dos bocas de red por puesto, para contemplar una de contingencia.

En el caso de requerir alguna topología especial, se deberá indicar con una nota correspondiente.



Capítulo 4: Desarrollo

4.1 Elección de equipamiento

4.1.1 Switchs

Los equipos son elegidos de acuerdo con las directivas de la casa matriz.

Todos los equipos Cisco se actualizaron a la versión 17.12 (DUBLIN o superior) para los 9200 y 9300, ya que hay un error reportado en el uso de los SFP elegidos con versiones inferiores a la DUBLIN.

4.1.1.1 Switchs de acceso

Se escoge un equipo de acceso, modelo C9200L-48P-4X-A

Dicho equipo posee 48 bocas ethernet PoE+ de Gigabit. Además un módulo de 4 bahías de SFP28 donde se pondrán los SFP ópticos, de hasta 10 Gigabit, para conectar con los Core.

Con respecto a la energía se utilizan fuentes PWR-C5-1KWAC.

Con licencia Advantage.

4.1.1.2 Switchs Core

Elegimos el modelo C9300X-24Y-A, que es un equipo de 24 puertos SFP28 con velocidades de 1/10/25 G Base-x.

En términos eléctricos utilizamos la fuente estándar.

Además se requirieron tres stack kits.

Con licencia Advantage.

4.1.1.3 Switchs WAN

Optamos por dos equipos C9200L-24T-4G-A. Los mismos poseen 24 interfaces de cobre en conjunto con un stack-kit.

4.1.2 Firewall

Empleamos dos equipos marca Fortinet modelo FG200F los cuales poseen:

- Fuente redundante
- 2 interfaces RJ45 para MGMT
- 16 interfaces RJ45



- 1 interfaces SFP28+
- 2 interfaces SFP28+ FORTILINK
- 8 interfaces SFP28

4.1.3 Access Points

Utilizamos la marca Extreme, modelo AP510i, que tienen dos interfaces Ethernet de Gigabit.

Con respecto a las características inalámbricas, trabajan en las bandas de 2.4 y 5 GHz, tienen antenas internas y son 4x4. También cuentan con la banda de 6 GHz y protocolo BLE (Bluetooth Low Energy)

La alimentación es PoE.

Están controlados por un VC que se aloja en los DC.

4.1.4 Tranceivers

En esta implementación se requieren tres tipos de tranceivers:

- SFP-10G-SR: SFP marca Cisco de 10 GB/s óptico para fibras multimodo OM3 y OM4.
- GLC-TE: SFP marca Cisco de norma Ethernet con RJ45.
- GLC-LH-SMD: SFP marca Cisco de 1 GB/s, óptico para fibras monomodo.

4.2 Lineamientos de configuraciones

4.2.1 Disposición lógica

Para la distribución lógica se considera lo detallado en el punto 3.2.2., teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Tipo de asignación de direcciones (DHCP o Estática)
- Red de producción o de gestión
- Cantidad de equipos
- Área o sector en el que operan o pertenecen
- Capas de Seguridad

Se adoptan los nombres y números de VLAN respetando la red existente de la empresa.

Por lo tanto dicha distribución se ajusta al siguiente esquema:



DESCRIPCIÓN	SUBNET	MÁSCARA	Mask Diag	VLAN	D GATEWAY	Servicio que Brinda	Cant host	DHCP
Red Networking	10.10.0.0	255.255.255.128	/25	10	10.10.0.1	Equipos de Network y MGM	126	
Red Molinetes y acceso	10.10.0.128	255.255.255.128	/25	15	10.10.0.129	Control acceso molinetes	126	
Red Usuarios y WIFI	10.10.1.0	255.255.254.0	/23	20	10.10.1.1	Red usuarios (WIFI y Connect)	510	Firewall
Red WIFI-RF	10.10.3.0	255.255.254.0	/23	30	10.10.3.1	Red RF	510	
Red IoT	10.10.5.0	255.255.254.0	/23	40	10.10.5.1	IOT	510	
Red AP RF	10.10.7.0	255.255.255.0	/24	50	10.10.7.1	AP RF	254	Firewall

Tabla 2 – Disposición lógica

Dónde:

- Networking: red de gestión de los equipos de la red
- Molinetes, acceso y CCTV: red para los controles de acceso, cerraduras, fichajes y uplink para la red de CCTV. La misma es una LAN separada y que no entra en el ámbito de este proyecto
- Usuarios: Red para uso de usuarios en general, tanto por red cableada como wifi.
- RF: Red inalámbrica para los equipos de la operación
- IoT: Red para dispositivos de apoyo a la operación
- AP RF: Red de gestión de los Access Point.

La misma es una red sumariada, lo que implica que se puede llamar a la 10.10.0.0 / 21 como red del depósito.

4.2.2 Switchs de Acceso

Para los SW de acceso se toma la siguiente distribución de puertos:

PUERTO	MODOS	VLAN NATIVA	VLAN ALLOW	FUNCION
Gi 1/0/1	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/2	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/3	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/4	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/5	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/6	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/7	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/8	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/9	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/10	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/11	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/12	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/13	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/14	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/15	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/16	TRUNK	50	ALL	AP



Gi 1/0/17	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/18	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/19	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/20	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/21	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/22	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/23	TRUNK	50	ALL	AP
Gi 1/0/24	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/25	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/26	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/27	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/28	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/29	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/30	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/31	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/32	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/33	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/34	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/35	ACCESO	30		RF
Gi 1/0/36	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/37	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/38	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/39	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/40	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/41	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/42	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/43	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/44	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/45	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/46	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/47	ACCESO	20		USUARIO
Gi 1/0/48	ACCESO	20		USUARIO
Te 1/1/1	TRUNK	10	ALL	UPLINK
Te 1/1/2	TRUNK	10	ALL	UPLINK
Te 1/1/3	TRUNK	10	ALL	UPLINK
Te 1/1/4	TRUNK	10	ALL	UPLINK

Tabla 3 – Detalles puertos SW de Accesos

En cuanto a la seguridad se configura lo siguiente

- Credenciales locales: Username: *emergencia* ; password: *0fF!L1N3*;
- Vty: 0 a 5, Login
- Console: 0, Login
- AAA: Tacacs+, host *10.40.200.45*, key: *Ju1i0!2o2E*



Por las demás configuraciones

- VTP: modo cliente, VTP domain: VTP2023
- Spanning-tree: master Core 1

4.2.3 Switchs Core

Estos equipos se configuran en stack con los siguientes parámetros:

- Core 1: Activo
- Core 2: Miembro
- Core 3: Miembro

Configuración física, están conectados de la siguiente manera:

- Core 1 con Core 2
- Core 2 con Core 3
- Core 3 con Core 1



Figura 12 – Conexión SW Core [5]

La distribución de VLAN y modo de las interfaces, es la siguiente:

PUERTO	MODO	VLAN NATIVA	VLAN ALLOW	PORT CHANNEL	FUNCION
Twe1/0/1	TRUNK	10	ALL	1	UPLINK FW
Twe1/0/2	TRUNK	10	ALL	1	UPLINK FW
Twe1/0/3	TRUNK	10	ALL		UPLINK

5 https://www.cisco.com/c/es_mx/support/switches/catalyst-9300-series-switches/series.html



Twe1/0/4	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/5	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/6	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/7	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/8	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/9	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/10	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/11	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/12	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/13	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/14	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/15	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/16	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/17	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/18	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/19	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/20	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/21	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/22	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/23	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe1/0/24	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/1	TRUNK	10	ALL	1	UPLINK FW
Twe2/0/2	TRUNK	10	ALL	1	UPLINK FW
Twe2/0/3	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/4	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/5	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/6	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/7	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/8	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/9	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/10	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/11	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/12	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/13	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/14	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/15	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/16	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/17	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/18	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/19	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/20	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/21	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/22	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/23	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe2/0/24	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/1	TRUNK	10	ALL	1	UPLINK FW
Twe3/0/2	TRUNK	10	ALL	1	UPLINK FW



Twe3/0/3	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/4	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/5	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/6	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/7	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/8	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/9	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/10	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/11	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/12	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/13	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/14	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/15	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/16	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/17	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/18	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/19	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/20	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/21	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/22	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/23	TRUNK	10	ALL		UPLINK
Twe3/0/24	TRUNK	10	ALL		UPLINK

Tabla 4 – Detalles puertos SW Core

Los puertos Twe 1/0/1, 1/0/2, 2/0/1, 2/0/2, 3/0/1 y 3/0/2 están con la siguiente configuración:

- Port channel: 1
- Modo: Trunk
- Vlan native: 10
- Vlan allow: all
- Protocolo LCAP
- Descripción: UPLINK FW

En cuanto a la seguridad se configura como se muestra a continuación:

- Credenciales locales: Username: *emergencia* ; password: *0fF!L1N3*;
- Vty: 0 a 5, Login
- Console: 0, Login
- AAA: TACACS+ , host *10.40.200.45*, key *Ju1i0!2o2E*



Por las demás configuraciones:

- VTP: modo server, VTP domain: VTP2023
- Spanning-tree: Master Core 1

4.2.4 Switch WAN

Estos equipos deben estar en stack con la configuración de uno *activo - miembro*.

El detalle de la configuración de puertos es:

PUERTO	MODOS	VLAN NATIVA	PORT CHANNEL	FUNCION
Gi 1/0/1	ACCESO	102	1	ISP1
Gi 1/0/2	ACCESO	103	2	ISP2
Gi 1/0/3	ACCESO	102	NA	ISP1
Gi 1/0/4	SHUTDOWN			
Gi 1/0/5	SHUTDOWN			
Gi 1/0/6	SHUTDOWN			
Gi 1/0/7	SHUTDOWN			
Gi 1/0/8	SHUTDOWN			
Gi 1/0/9	SHUTDOWN			
Gi 1/0/10	SHUTDOWN			
Gi 1/0/11	SHUTDOWN			
Gi 1/0/12	SHUTDOWN			
Gi 1/0/13	SHUTDOWN			
Gi 1/0/14	SHUTDOWN			
Gi 1/0/15	SHUTDOWN			
Gi 1/0/16	SHUTDOWN			
Gi 1/0/17	SHUTDOWN			
Gi 1/0/18	SHUTDOWN			
Gi 1/0/19	SHUTDOWN			
Gi 1/0/20	SHUTDOWN			
Gi 1/0/21	SHUTDOWN			
Gi 1/0/22	SHUTDOWN			
Gi 1/0/23	SHUTDOWN			
Gi 1/0/24	SHUTDOWN			
Gi 2/0/1	ACCESO	102	1	ISP1
Gi 2/0/2	ACCESO	103	2	ISP2
Gi 2/0/3	ACCESO	103	NA	ISP2
Gi 2/0/4	SHUTDOWN			
Gi 2/0/5	SHUTDOWN			
Gi 2/0/6	SHUTDOWN			
Gi 2/0/7	SHUTDOWN			
Gi 2/0/8	SHUTDOWN			
Gi 2/0/9	SHUTDOWN			
Gi 2/0/10	SHUTDOWN			
Gi 2/0/11	SHUTDOWN			



Gi 2/0/12	SHUTDOWN
Gi 2/0/13	SHUTDOWN
Gi 2/0/14	SHUTDOWN
Gi 2/0/15	SHUTDOWN
Gi 2/0/16	SHUTDOWN
Gi 2/0/17	SHUTDOWN
Gi 2/0/18	SHUTDOWN
Gi 2/0/19	SHUTDOWN
Gi 2/0/20	SHUTDOWN
Gi 2/0/21	SHUTDOWN
Gi 2/0/22	SHUTDOWN
Gi 2/0/23	SHUTDOWN
Gi 2/0/24	SHUTDOWN

Tabla 5 – Detalles puertos SW WAN

Los puertos Gi 1/0/1 y 2/0/1 como Po1. Los puertos 1/0/2 y 2/0/2 como Po2 con la siguiente configuración:

- Port channel: 1
- Puertos Gi 1/0/1 y Gi 2/0/1
- Modo: Access
- Vlan native: 101
- Vlan allow: all
- Protocolo LCAP
- Descripción: UPLINK FW ISP1

- Port channel: 2
- Puertos Gi 1/0/2 y Gi 2/0/2
- Modo: Access
- Vlan native: 102
- Vlan allow: all
- Protocolo LCAP
- Descripción: UPLINK FW ISP2

En cuanto a la seguridad, configuramos así:



- Credenciales locales: Username: *emergencia* ; password: *OfF!L1N3*;
- Vty: 0 a 5, Login
- Console: 0, Login
- AAA: TACACS+ , host 10.40.200.45, key *Ju1i0!2o2E*

4.2.5 Firewall

Configuraremos las interfaces de FW, de la siguiente manera:

INTERFACES:

1. Una interface lógica en modo Agregate con el nombre *UplinkLAN*:
 - Interfaces: port 1, port 2 y port 3
 - Tipo: 802.3 Agregate / LCAP
 - Rol: LAN
 - Accesos ADM: PING
 - Tendrá la siguiente distribución de VLANs que dependen de dicho puerto

DESCRIPCIÓN	SUBNET	MÁSCARA	Mask Diag	VLAN	IP INTERFACE	DHCP	RANGO
NET	10.10.0.0	255.255.255.128	/25	10	10.10.0.1	NO	-
PP	10.10.0.128	255.255.255.128	/25	15	10.10.0.129	NO	-
USR	10.10.1.0	255.255.254.0	/23	20	10.10.1.1	SI	10.10.1.2 - 510
RF	10.10.3.0	255.255.254.0	/23	30	10.10.3.1	NO	-
IOT	10.10.5.0	255.255.254.0	/23	40	10.10.5.1	NO	-
AP RF	10.10.7.0	255.255.255.0	/24	50	10.112.7.1	SI	10.10.7.2 - 253

Tabla 6 – Distribución de VLANs

2. Las interface WAN se configuraron dependiendo la implementación del enlace por parte de cada ISP.
3. La interface de Loopback tiene la dirección 10.140.20.34 / 24.
4. Los túneles tienen las ips: 10.140.20.35 – 44 / 24.
5. Una interface lógica en modo Agregate con el nombre *UplinkWAN*:
 - Interfaces: port 15 y port 16
 - Tipo: 802.3 Agregate / LCAP
 - Rol: WAN
 - Accesos ADM: PING, HTTPS y SSH.



- Contiene las VLAN 101 y 102.
- Las interfaces virtuales están configurados con los datos entregados por los ISP.

SDWAN

Realizamos dos zonas, una Underlay y otra Overlay.

Para los cálculos de los SLAs escogimos los DNS de Google y los DNS internos de la compañía.

POLÍTICAS

1. Navegación:

- Desde las redes USR, PP, RF hacia internet (Underlay).
- Red USR con inspección de certificado y filtro WEB.

2. Red interna:

- Acceso desde sistemas centrales ida y vuelta a las redes NET, USR, RF y AP RF.
- Servicios ALL.

3. Inter-VLANs:

- USR a RF ida y vuelta.
- USR a AP RF ida y vuelta.
- USR a NET Ida y vuelta.
- Servicios HTTP, HTTPS, SSH y PING.

4. Gestión:

- Overlay a LBK.
- USR a LBK.
- Overlay a RF, AP RF, NET desde servidores centrales.
- Herramienta de monitoreo interna hacia NET, RF, AP RF y LBK con servicios PING y SNMP.
- FTP interno a NET ida y vuelta con servicios TFTP y FTP.
- FTP interno a APRF ida y vuelta con servicios TFTP y FTP.

5. Túneles:

- Se implementaron dos túneles por cada ISP, desde el depósito hasta cada uno de los concentradores en los DC.

6. Usuarios:



- Optamos por integración con LDAP interno.

7. HA:

- Activo – Pasivo.

4.2.6 Access Points

Los AP están controlados por una Controladora Cloud en la nube de Extreme.

Los parámetros utilizados son:

INTERFACES:

1. Gigabit ethernet
 - a. Modo Trunk
 - b. Native VLAN: 50
 - c. VLAN allowed: all
2. Radio (2,4 y 5 [Ghz])
 - a. Potencia y canales Smart
 - b. Normas 802.1 b/g/n
3. Wireless:
 - a. RF:
 - i. SSID: RED_RF
 - ii. PASS: L0g1\$tIc4
 - iii. WPA2 - PSK
 - iv. Visible
 - b. USR:
 - i. SSID: RED_USR
 - ii. Pass: U\$u4R1o\$
 - iii. WPA2
 - iv. Visible
4. En el DHCP de la VLAN de gestión AP en el Firewall, se configuró la opción 78, instancia 0, con la IP de la controladora.



4.3 Conexionado

Optamos por cableado categoría 6A para las conexiones entre dispositivos finales y de acceso. También para interconexiones entre SW WAN, CORE y FW.

Las distintas fibras ópticas utilizadas para vínculos de CORE y Acceso, son multi modo (OM3); para los nodos J, K, L, M, N, O y P se utilizó Fibra monomodo (SMF).

4.4 Detalles de instalaciones

4.4.1 Distribución de AP, Nodos y Puestos de trabajo

La posición de los AP está definida a partir del estudio teórico de cobertura que se detalla a continuación.

Mediante un software específico se realizó un estudio de cobertura teórico, teniendo los siguientes parámetros en consideración:

- Señal límite inferior: -70 dBm
- Altura de instalación de los AP
- Materiales de racks, paredes y mampostería.
- Orientación de las antenas de los AP

Dicho estudio arrojó los siguientes resultados:

Para oficinas:



Figura 13 – Estudio cobertura oficina



Para garitas de acceso:

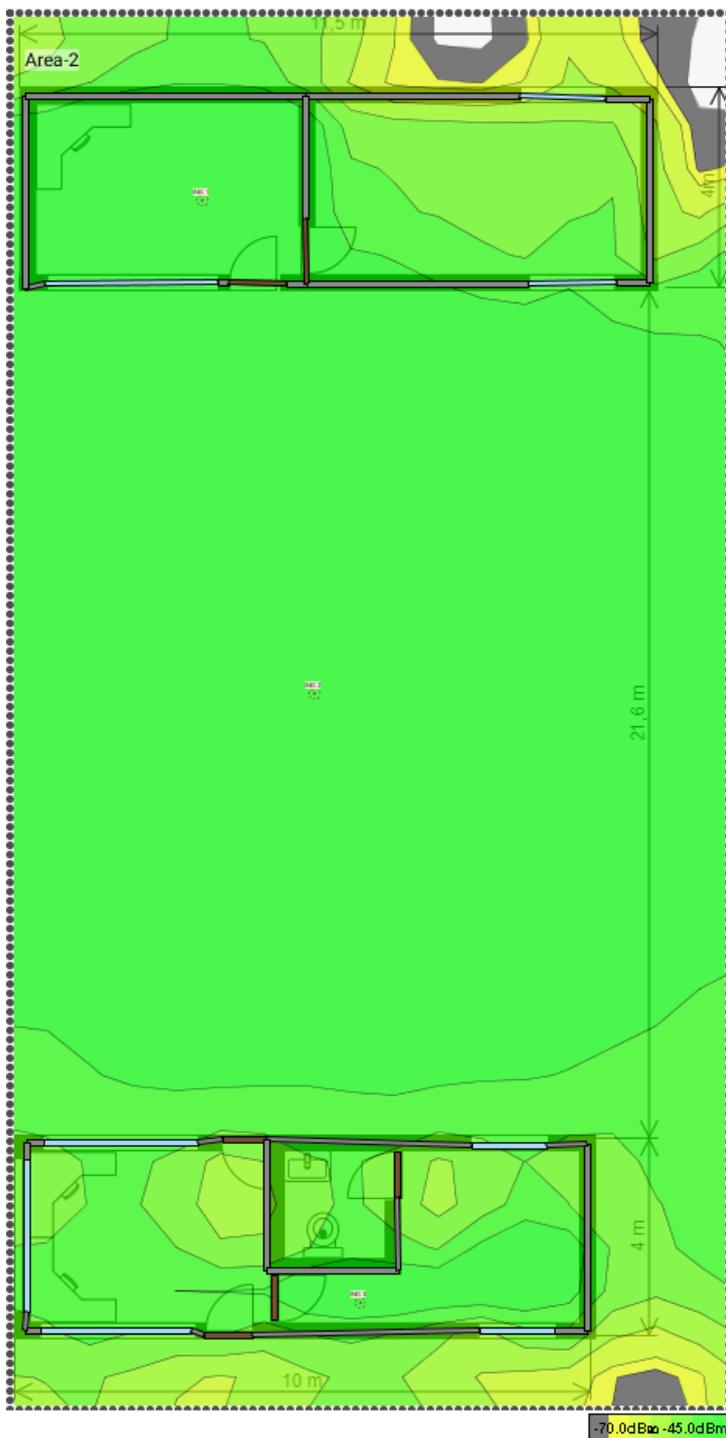


Figura 14 – Estudio cobertura Garitas



Para la nave:

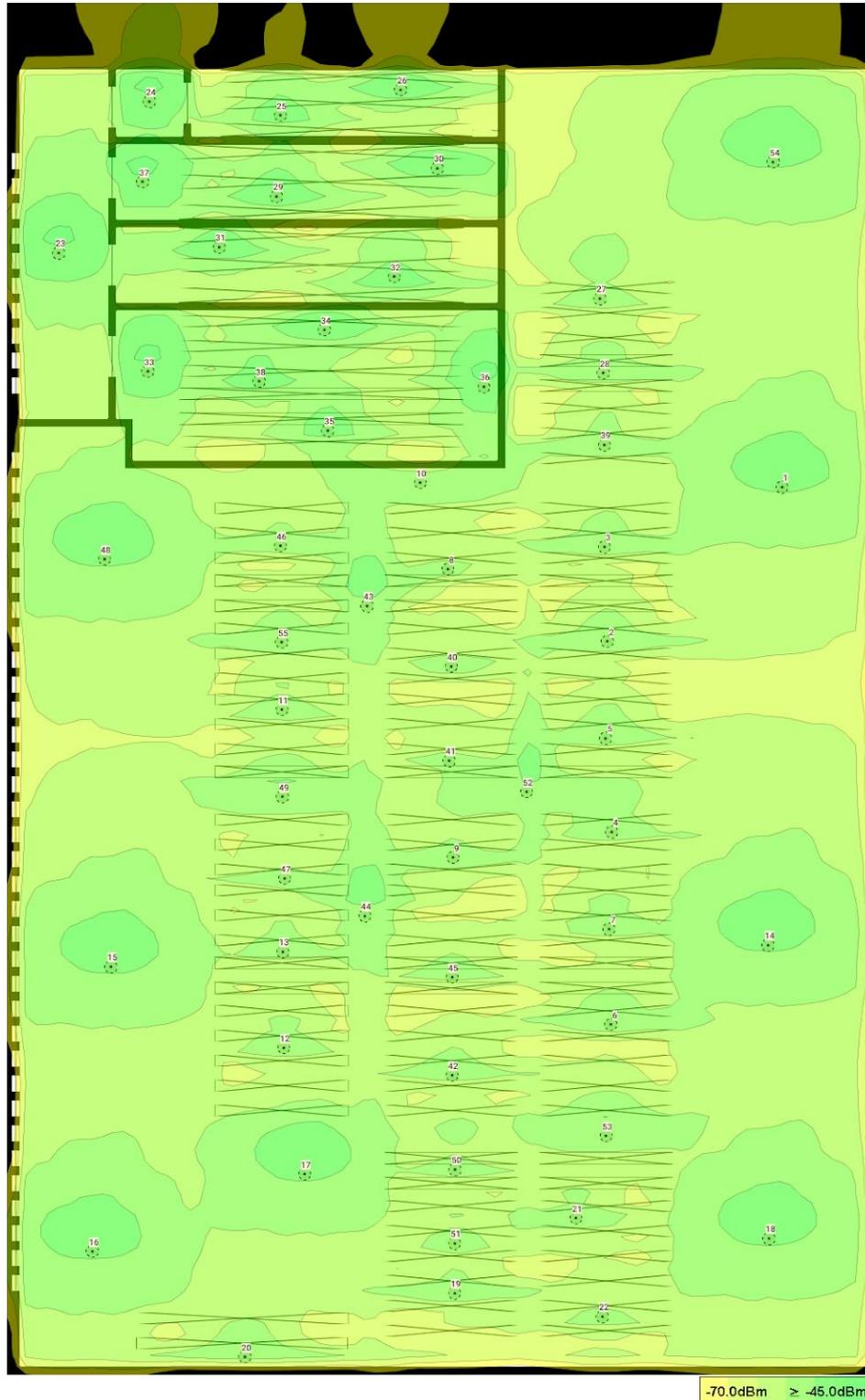


Figura 15 – Estudio cobertura Nave

En base a esas posiciones se definen las ubicaciones de los nodos, los cuales alimentan a estos AP.



A partir del análisis de la necesidades se posicionaron los distintos puestos de trabajo, los cuales van a conectarse al nodo más cercano.

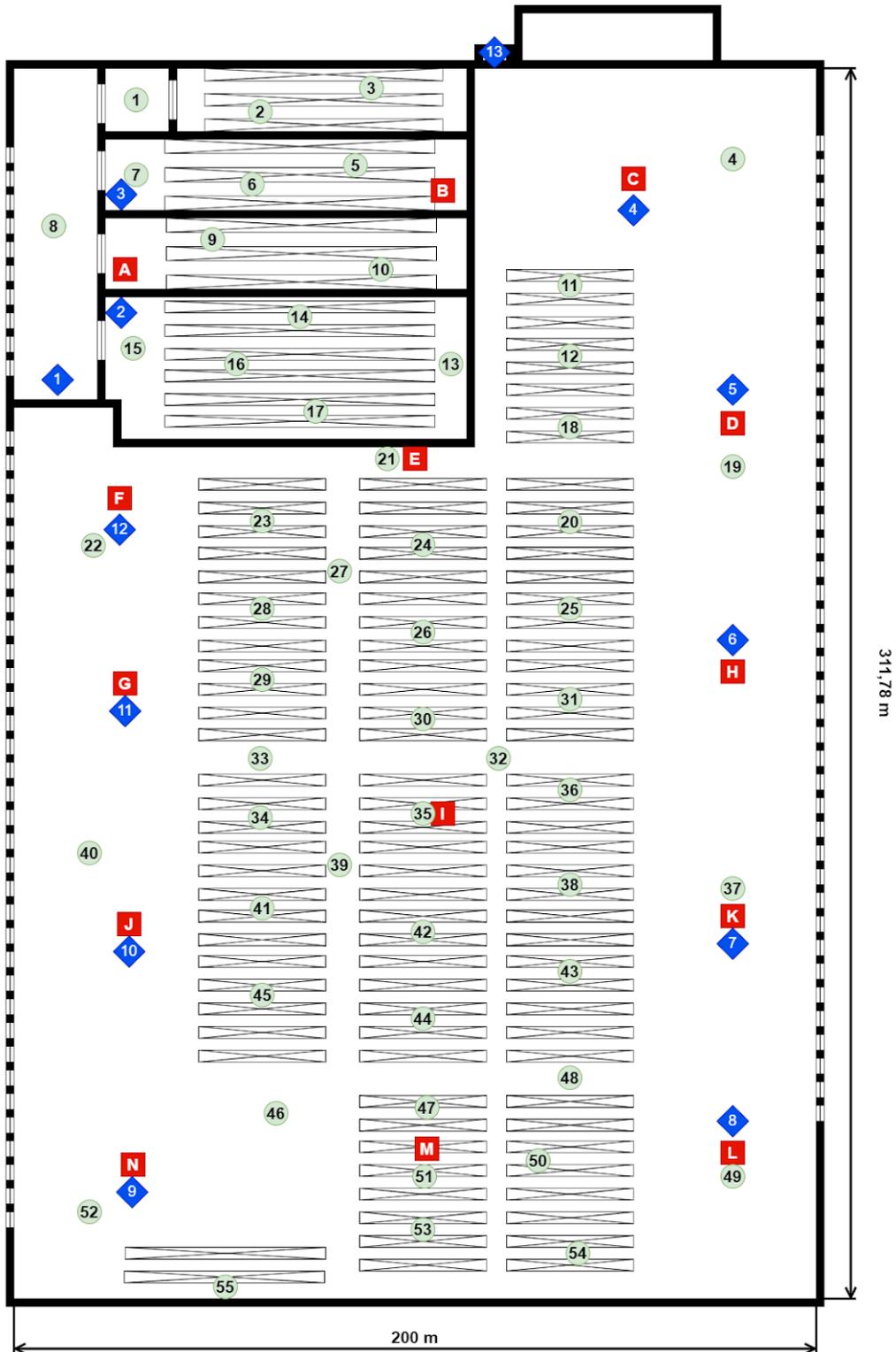


Figura 16 – Distribución de APs, Nodos y puestos de trabajo



PUESTOS	CANTIDAD	LUGAR	TOMA	UTP	NODO
1	6	PRECAMARA	12	6	A
2	2	FRIO POSITIVO	4	2	A
3	2	CARNES	4	2	A
4	15	EXPEDICIÓN	30	15	C
5	3	EXPEDICIÓN	6	3	D
6	3	EXPEDICIÓN	6	3	H
7	3	EXPEDICIÓN	6	3	K
8	3	EXPEDICIÓN	6	3	L
9	3	RECEPCIÓN	6	3	N
10	15	RECEPCIÓN	30	15	J
11	3	RECEPCIÓN	6	3	G
12	3	RECEPCIÓN	6	3	F
13	20	SISTEMAS Y CPD	40	20	CPD
ADM1	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM2	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM3	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM4	2	ADMINISTRACIÓN	4	2	O
ADM5	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM6	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM7	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM8	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM9	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM10	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM11	2	ADMINISTRACIÓN	4	2	O
ADM12	2	ADMINISTRACIÓN	4	2	O
ADM13	2	ADMINISTRACIÓN	4	2	O
ADM14	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ADM15	1	ADMINISTRACIÓN	2	1	O
ING1	4	INGRESO	8	4	P
ING2	1	INGRESO	2	1	P
ING3	1	INGRESO	2	1	P
ING4	4	INGRESO	8	4	P

Tabla 7 – Conexión de puestos a nodos

AP	LUGAR	NODO	PUERTO
5	CARNES	B	2
6	CARNES	A	3
7	CARNES	A	4
11	DPH	C	2
12	DPH	D	1
18	DPH	D	2
55	DPH	N	2
4	EXPEDICIÓN	C	1
19	EXPEDICIÓN	D	3
37	EXPEDICIÓN	K	1
49	EXPEDICIÓN	L	2



2	FRÍO NEG	A	2
3	FRÍO NEG	B	1
13	FRIO POSITIVO	E	1
14	FRIO POSITIVO	A	7
15	FRIO POSITIVO	A	8
16	FRIO POSITIVO	A	9
17	FRIO POSITIVO	E	2
9	FRUTAS Y VERDURAS	A	6
10	FRUTAS Y VERDURAS	B	3
8	PRECAMARA	A	5
1	PRECAMARA FRÍO NEG	A	1
22	RECEPCIÓN	F	1
40	RECEPCIÓN	J	2
46	RECEPCIÓN	M	2
52	RECEPCIÓN	N	1
20	SECOS	E	3
21	SECOS	E	4
23	SECOS	F	2
24	SECOS	E	5
25	SECOS	H	1
26	SECOS	I	1
27	SECOS	E	6
28	SECOS	G	1
29	SECOS	G	2
30	SECOS	I	2
31	SECOS	H	2
32	SECOS	I	3
33	SECOS	G	3
34	SECOS	J	1
35	SECOS	I	4
36	SECOS	I	5
38	SECOS	K	2
39	SECOS	I	6
41	SECOS	J	3
42	SECOS	I	7
43	SECOS	K	3
44	SECOS	M	1
45	SECOS	J	4
47	SECOS	M	3
48	SECOS	L	1
50	SECOS	M	4
51	SECOS	M	5
53	SECOS	M	6
54	SECOS	L	3
ING1	INGRESO	P	1
ING2	INGRESO	P	2
ING3	INGRESO	P	3



ADM1	ADMINISTRACIÓN	O	1
ADM2	ADMINISTRACIÓN	O	2
ADM3	ADMINISTRACIÓN	O	3
ADM4	ADMINISTRACIÓN	O	4
ADM5	ADMINISTRACIÓN	O	5
ADM6	ADMINISTRACIÓN	O	6

Tabla 8 – Conexión de APs a nodos y puertos

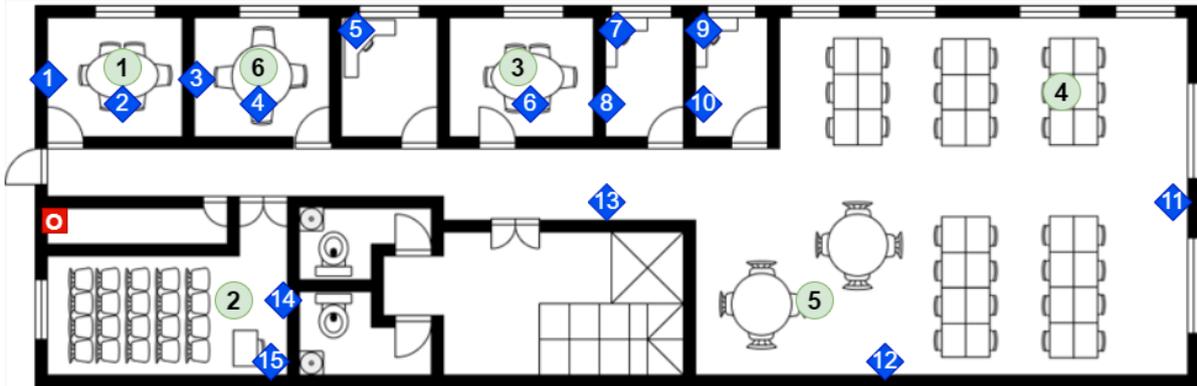


Figura 17 – Distribución de APs, Nodos y puestos de trabajo en Administración

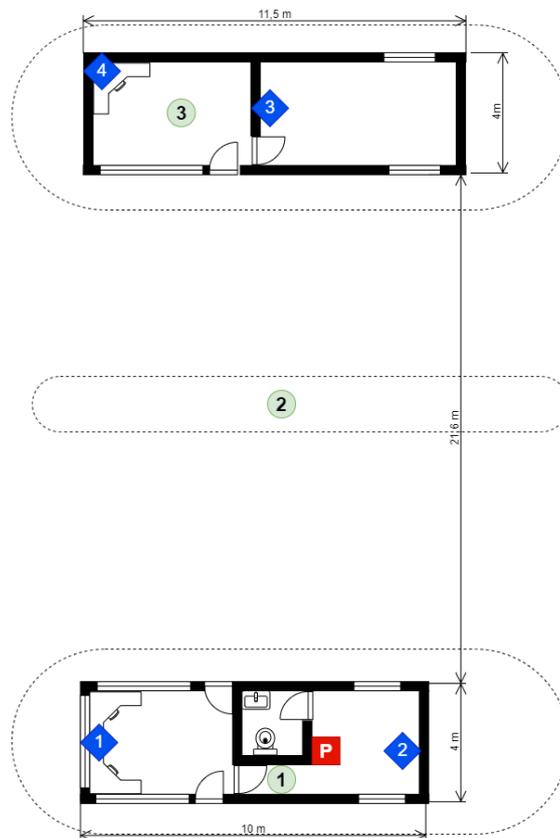


Figura 18 – Distribución de APs, Nodos y puestos de trabajo en ingreso



4.4.2 Sala de IT (CPD)

La sala de IT, conocida como CPD, es el lugar donde se encuentran los racks principales, con los equipos de Core, UPS, FW, etc

Posee las características mencionadas a continuación:

- Piso técnico flotante, vinílico
- Cuenta con sistema de incendio FM200
- Abertura de paño fijo con vidrio blindado
- Acceso por puerta doble hoja con sistema de escape
- Dos equipos de Aire Acondicionado con sistema de redundancia
- Tablero eléctrico en exterior con testigos
- Indicador de temperatura de sala y de cada rack en el exterior

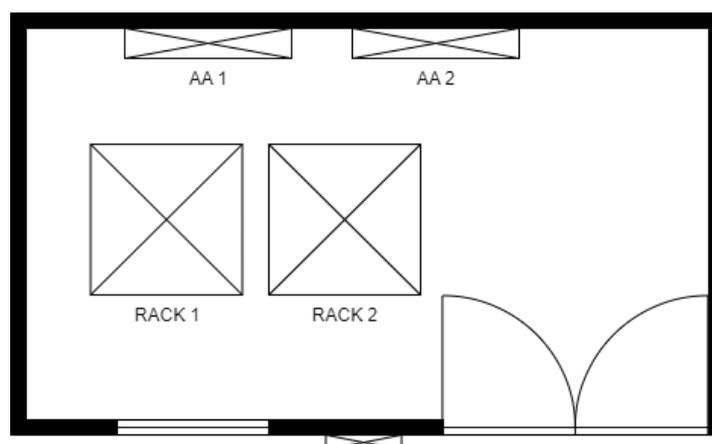


Figura 19 – Planta de CPD

4.4.3 Cálculo de UPS

El dimensionamiento de la UPS está determinado por el siguiente consumo.

MARCA	MODELO	CANTIDAD OP	CANTIDAD BKP	POTENCIA x U	DETALLE
CISCO	C9300X-24Y-E	3		100 W	SW CORE
CISCO	C9200L-48P-4X-E	24	4	58.29 W	SW ACCESO
CISCO	C9200L-24T-4G-E	2		36.28 W	SW WAN
FORTINET	FG-200F	2		101.9 W	FIREWALL DE BORDE



EXTREME	AP510i-WR	60	10	18 W	AP
CISCO	SFP-10G-SR	50	10	0	GIBCS FIBRA
CISCO	SFP-TE	10		0	GIBCS ETH
UPS				5000 W	

Tabla 9 – Consumo por equipo

- N = número de baterías de la UPS = 4
- V = voltaje de las baterías = 12 [V]
- AH = Amperes-Hora de las baterías = 9 [AH]
- Eff = eficiencia del UPS = aproximadamente 95%
- VA = Volt-Amperes de la UPS = 7000 [VA]

Duración del UPS a carga máxima es de:

$$t [\text{min}] = 3,51 [\text{min}]$$

Si bien éste es el tiempo de autonomía de la UPS al 100% de su capacidad, este es inadecuado para mantener operativa la red hasta que inicien los generadores y entren en régimen.

Por ello, decidimos poner una segunda UPS con las mismas características, así duplicaremos el tiempo de duración.

Teniendo así un tiempo estimado de 6 [min].

4.4.4 Bandejas y canalizaciones

Las normativas que utilizaron para implementar éstas, son:

- Norma de Producto: IEC 61537:2006
- Norma de Aplicación: AEA 90364 - 2006
- Norma de Calidad: ISO 9001 - 2015

4.4.5 Detalles de Racks

El rack del CPD es de pie, de 45 unidades, con puerta transparente

En el siguiente esquema se muestra la distribución de los equipos dentro del mismo:

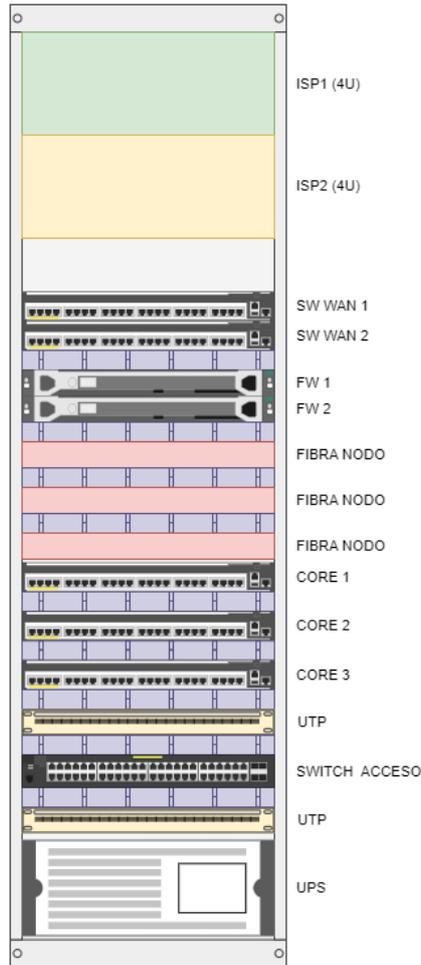


Figura 20 – Distribución de rack de CPD

Los racks de Nodos, son de 12 posiciones y la distribución de cada uno es la siguiente

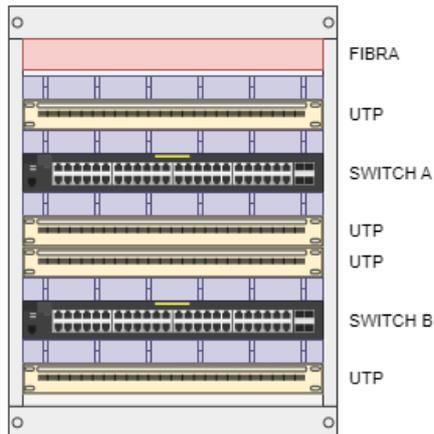


Figura 21 – Distribución de racks de nodos



Capítulo 5: Gestión del proyecto

Para lograr una adecuada gestión del presente proyecto y con el fin de asegurar su éxito, se conformó un grupo de trabajo que incluyó, Project Manager, Supervisores y Focal Points. Los cuales implementaron reuniones periódicas tanto internas como con proveedores, y sistema de certificaciones siguiendo el diagrama temporal que se expone a continuación.

5.1 Diagrama temporal

Las siguientes referencias se encuentran en el diagrama de Gantt provisto en el anexo 1, las mismas especifican hitos de responsabilidad de la obra civil, necesarios y bloqueantes para el avance del proyecto.

- E1 CPD terminado
- E2 Puestos de trabajo aptos para instalación
- E3 Rack de primera etapa colocados
- E4 Rack de segunda etapa colocados
- E5 Reproducción
- 2V Segunda vuelta

El proyecto tuvo un tiempo total de 29 semanas, lo que se resume aproximadamente en 7 meses y medio.

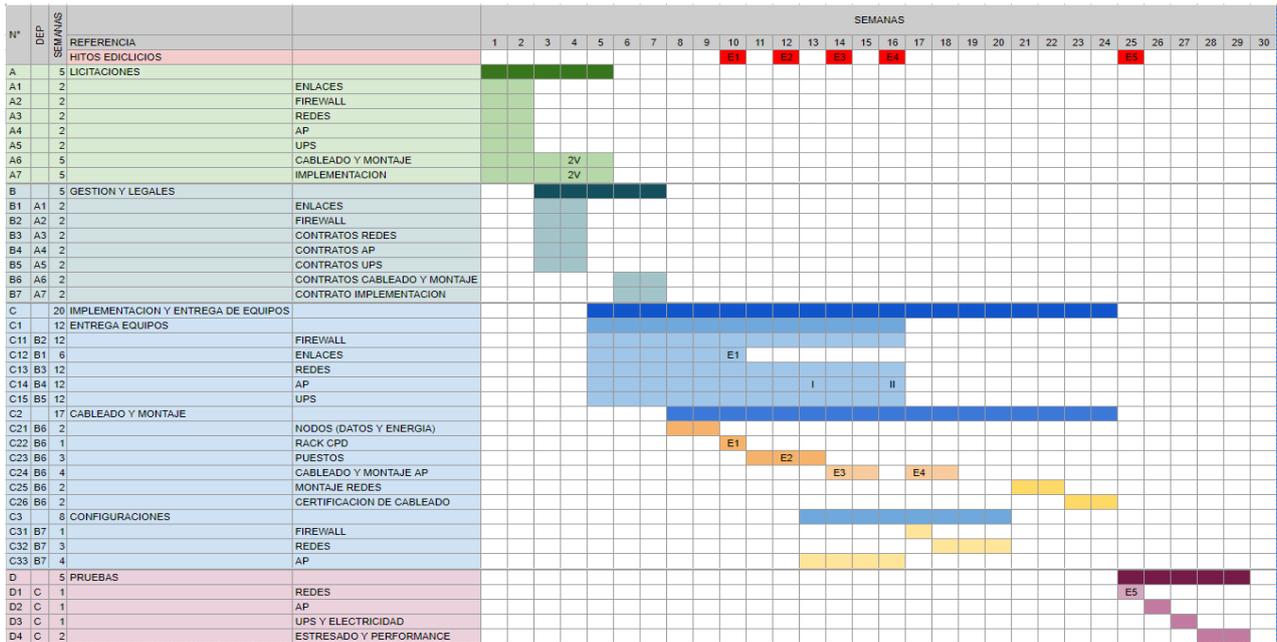


Figura 22 – Cuadro de Gantt

5.2 Aspectos económicos

Tomando precios de las diferentes licitaciones llevadas a cabo, se realiza un análisis a solo efectos de tener una dimensión del costo del proyecto, que es de USD 780.000.

- Equipamiento

ITEM	CANTIDAD	PRECIO U	PRECIO
AP	70	USD 517,59	USD 36.231,30
CONTROLADORA AP	1	USD 32.652,00	USD 32.652,00
9200L-48P-4X	24	USD 9.818,00	USD 235.632,00
FORTI 200f	2	USD 8.850,00	USD 17.700,00
9300 - 24Y	3	USD 47.250,00	USD 141.750,00
SFP- 10G - SR	50	USD 1.103,00	USD 55.150,00
9200L-24T-4G-A	2	USD 7.914,00	USD 15.828,00
GLC-LH-SMD	20	USD 1.100,00	USD 22.000,00
GLC - TE	10	USD 483,00	USD 4.830,00
PATCHCORD ÓPTICOS	60	USD 137,00	USD 8.220,00
PATCHCORD CAT 6A 0,5 [m]	100	USD 44,00	USD 4.400,00
PATCHCORD CAT 6A 2[m]	70	USD 35,00	USD 2.450,00
UPS 5KVA	2	USD 5.600,00	USD 11.200,00
TOTAL			USD 588.043,30

Tabla 10 – Precios de equipamiento



- Cableado y montaje

Para cada puesto se cotizó un valor de USD 1000, que incluye canalización, cableado y montaje de los dispositivos del puesto.

PUESTO	CANTIDAD	COSTO
AP	64	USD 64.000,00
NODOS	14	USD 14.000,00
PUESTOS TRABAJO	110	USD 110.000,00
TOTAL		USD 188.000,00

Tabla 11 – Precios de cableado y montaje



Capítulo 6: Conclusión

Al abordar este proyecto, se adoptó la premisa de que el ingeniero desempeña un papel fundamental como arquitecto y orquestador de sistemas. Este en particular es un sistema de manejo de información.

Considerando el estado actual de esta disciplina, se otorgó prioridad a aspectos críticos como la robustez, disponibilidad y escalabilidad, así como un factor de suma importancia en la actualidad: la experiencia del cliente.

No obstante, un aspecto importante que obtuvimos al transitar esta experiencia fue la de ser dinámicos ante los problemas que fueron surgiendo tales como, demoras e incumplimientos de proveedores externos, contexto socio-económicos, aspectos no considerados o nuevos, disponibilidad de equipamiento, entre otros.

Estas problemáticas ponen a prueba la robustez del proyecto ya que no se suscitaron demoras importantes o considerables llegándose al objetivo en tiempo y forma.

Tras la ejecución de este desafío, se llega a la conclusión de que el rol del ingeniero debe abarcar tanto aspectos técnicos como no técnicos, incluyendo factores humanos, así como consideraciones políticas y económicas. Esto implica que cualquier proyecto debe concebirse como dinámico, flexible y escalable, sin perder por ello el control y la gestión efectiva del mismo.



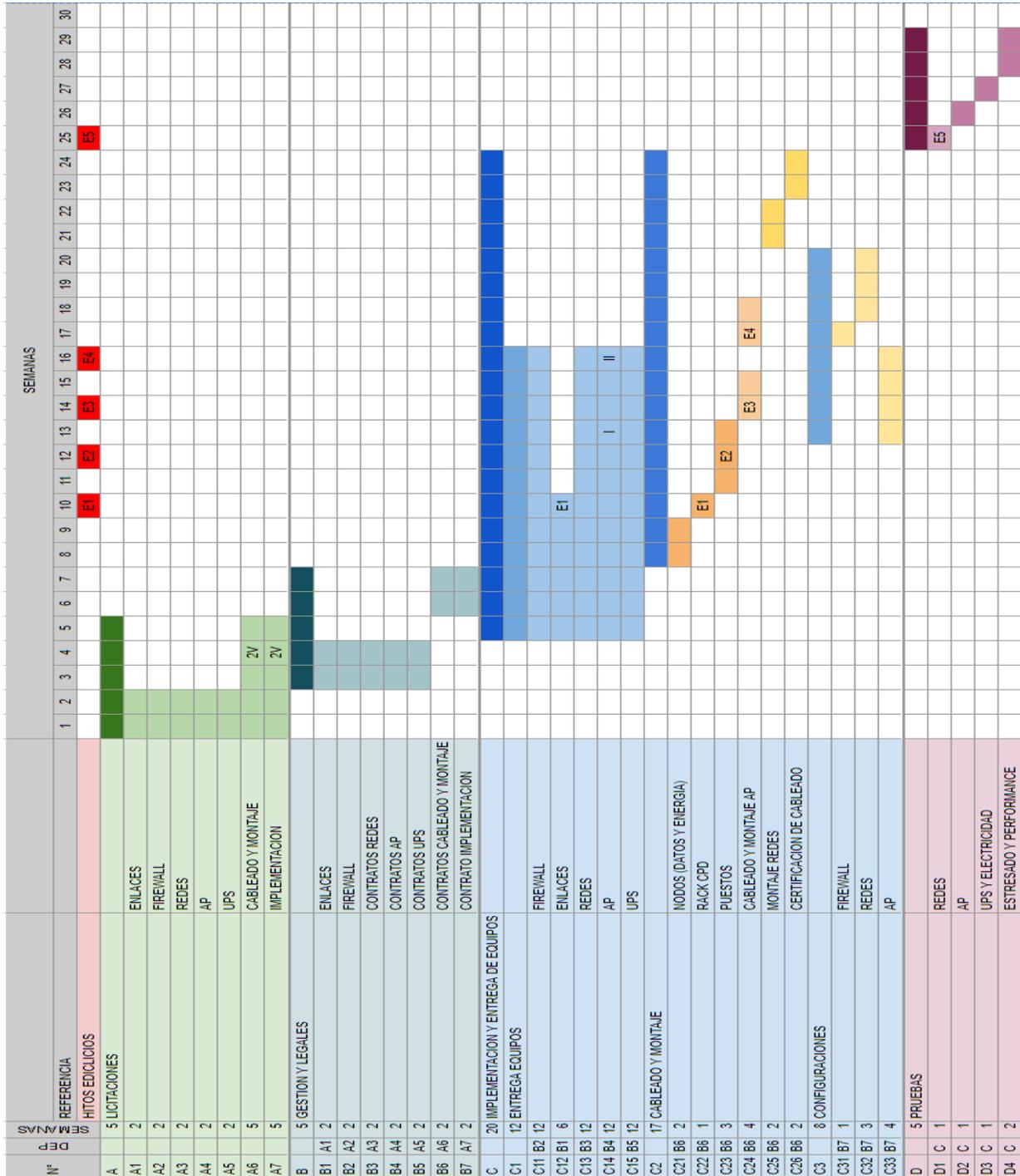
Capítulo 7: Literatura citada

- Priscilla Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, 3° edición, California, CISCO, 2010
- James D. McCabe, *Network Analysis, Architecture, and Design*, 3° edition, Morgan Kaufmann, 2007
- Cisco Systems, Inc. (2003). Cisco SFP Modules for Gigabit Ethernet Applications Data Sheet [Online]. Available:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/gigabit-ethernet-gbic-sfp-modules/datasheet-c78-366584.html>
- Cisco Systems, Inc. (2003). Cisco Catalyst 9300 Series Switches Data Sheet [Online]. Available:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9300-series-switches/nb-06-cat9300-ser-data-sheet-cte-en.html>
- Cisco Systems, Inc. (2003). Cisco Catalyst 9200 Series Switches Data Sheet [Online]. Available:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/catalyst-9200-series-switches/nb-06-cat9200-ser-data-sheet-cte-en.html>
- FG-200F-DAT-R20-20231017, Fortinet, Inc, Sunnyvale, CA.
- Fortinet, Inc (2022). SD-WAN [Online]. Available:
<https://docs.fortinet.com/document/fortigate/6.2.15/cookbook/19246/sd-wan>
- Data Sheet AP510i/e , 29 Agosto 2023, Extreme Networks, Morrisville, CN
- Fortinet Inc. (27 de Julio de 2023). Technical Tip: Connecting HA FortiGates to Cisco Nexus switches using LACP Aggregate interfaces and Virtual Port Channels (vPCs) ART ID: 266091 [Online]. Available:
<https://community.fortinet.com/t5/FortiGate/Technical-Tip-Connecting-HA-FortiGates-to-Cisco-Nexus-switches/ta-p/266091>



Anexos

Anexo 1 – Diagrama de Gantt





Anexo 2 – Diagrama general

