



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE LA RED INMÓTICA DEL NUEVO EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO (UNACH)

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de Información.

Profesor Guía

Msc. Héctor Fernando Chinchero Villacís

Autor

Dimitri Sebastián Paredes Burnham

Año

2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el (los) estudiante(s), orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Héctor Fernando Chinchero Villacís
Ingeniero en Electrónica, Automatización y Control.
Máster en Domótica y Hogar Digital
C.I.:1715451330

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro (amos) que este trabajo es original, de mi (nuestra) autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Dimitri Sebastián Paredes Burnham

C.I.: 1723666382

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar cordial agradecimiento a:

Mis padres y hermanos

Universidad de las Américas

Universidad Nacional de Chimborazo

Ing. Héctor Chinchero

Ing. Ángel Jaramillo

Ing. Fabián Aragundi

Ing. Ramiro Román

Ing. Marco Torres

Ing. Patricio Ochoa

DEDICATORIA

A mi madre y a mi padre

A mis hermanos

A mi novia

Sin ellos nada de esto
hubiese sido posible.

Fortaleza y sabiduría.

RESUMEN

El presente Trabajo de titulación desarrolla el Diseño de la red Inmótica del Nuevo Edificio de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).

En este diseño se realiza un análisis de requerimientos planteados por la UNACH y los estudios de ingeniería eléctrica, seguridad, climatización. Posteriormente, el análisis de las tecnologías Inmóticas KNX, LonWorks, BACnet y Crestron Electronics, permite conocer en detalle las características propias de cada una de ellas.

Después de realizar el análisis de tecnologías Inmóticas, la tecnología del fabricante de Crestron Electronics es elegida, con sus respectivos equipos, ya que cumplen con las características y especificaciones necesarias para realizar la integración de los sistemas de cada una de las áreas de ingeniería involucradas en el proyecto

El proyecto de integración se basa en los estudios de las ingenierías previamente presentados a la UNACH. En el caso del sistema de Iluminación, se modifica el diseño para tener control independiente sobre zonas específicas, además se aplica un sistema de monitoreo de energía en tiempo real.

Por otra parte el monitoreo y control de los subsistemas de Seguridad Electrónica y Climatización, se lleva a cabo a través de las centrales correspondientes a cada subsistema.

En cada aula se dispone de un procesador multimedia que cumple con las características y especificaciones necesarias previstas por la Universidad.

La red Inmótica permite el monitoreo y control de los sistemas por medio de la infraestructura de comunicación compuesta por el sistema de cableado estructurado y los equipos de control.

Finalmente se adjunta el presupuesto referencial y el análisis costo beneficio.

En los planos anexos se detalla el diseño de la red Inmótica

ABSTRACT

The present work with the purpose of a degree develops the design of the building automation for the new building of the Faculty of Education at the National University of Chimborazo (UNACH).

In this design an analysis it's performed that meets the requirements raised by the UNACH and other studies of electrical engineering, security and HVAC. Later, the analysis of the technology for building automation KNX, LonWorks, BACnet and Crestron Electronics, allows to know in detail the characteristics of each own.

After making the analysis of building automation technologies, it was chosen the technology of Creston Electronics, with their respective gear, that meets the characteristics and the necessary specifications for the integration of the systems of each area of engineering involved in the project.

The integration project is based on previous engineering studies presented to the UNACH. In case of the lightning control system, it modifies the design for it to have control over specific areas, also it applies an energy monitoring system in real time.

Moreover, the monitoring and control subsystems of Electronic Security and HVAC. It is carried out through the corresponding central to each subsystem.

In each classroom it is available a processor multimedia that meet the required features and specifications provided by University.

The automation network allows monitoring and control the systems through the communication infrastructure consisting of the structured cabling system and control equipment.

Finally attached the reference budget ant cost-benefit analysis.

In the accompanying drawings the network automation design is detailed.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1 CAPITULO I. Requerimientos y necesidades UNACH	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del diseño arquitectónico	3
1.2.1 Planta Subsuelo.....	3
1.2.2 Planta Baja	4
1.2.3 Planta tipo 1er, piso alto	5
1.2.4 Planta tipo 2do piso alto.....	6
1.2.5 Planta tipo 3er -7mo piso alto	7
1.3 Descripción áreas de ingeniería a ser automatizadas.	8
1.3.1 Energía	8
1.3.1.1 General	8
1.3.1.3 Planta baja	10
1.3.1.4 Primer piso alto.....	12
1.3.1.5 Segundo piso alto.....	14
1.3.1.6 Pisos superiores (3er – 7mo).....	15
1.3.2 Seguridad electrónica	18
1.3.2.1 Sistema de control de Accesos.....	18
1.3.2.2 Sistema de circuito cerrado de televisión.....	22
1.3.2.3 Sistema de detección de incendios.....	24
1.3.2.4 Sistema de intrusión	28
1.3.3 Climatización	31
1.3.3.1 General	31
1.3.3.2 Subsuelo	31
1.3.3.3 Primer piso alto.....	32
1.3.3.4 Terraza	32
1.3.4 Sonido	32
2. CAPITULO II. Tecnologías Inmóticas	33
2.1 Introducción.....	33
2.1.1 Topología de red.....	34
2.1.2 Tipo de Arquitectura	36

2.1.3 Medios de transmisión de datos	36
2.1.4 Protocolo de Comunicación	44
2.1.5 Integración de sistemas	45
2.1.5.1 Áreas de Gestión.....	46
2.2 Tecnologías de Control para edificios inteligentes	52
2.2.1 KNX.....	52
2.2.1.1 Características destacadas:.....	52
2.2.1.2 Medios de Trasmisión.....	53
2.2.1.3 Topología	54
2.2.1.4 Elementos destacados del sistema KNX	56
Dispositivo KNX/ EIB	56
2.2.1.5 Herramienta de software	58
2.2.1.6 Empresas fabricantes KNX.....	59
2.2.2 LONWORKS.....	61
2.2.2.1 Elementos de sistemas LonWorks.....	62
2.2.2.2 Medio de soporte y topología.....	64
2.2.2.4 Herramienta de software	69
2.2.2.5 Fabricantes LonWorks.....	70
2.2.3 BACnet	72
2.2.3.1 Estandarización	72
2.2.3.2 Estructura de comunicación	72
2.2.3.3 Arquitectura	75
2.2.3.4 Topología	76
2.2.3.5 Herramientas de software.....	77
2.2.3.6 Fabricantes BACnet	78
2.2.4 Crestron Electronics	80
2.2.4.1 Red de integración	80
2.2.4.2 Cable de control Cresnet.....	82
2.2.4.3 Sistemas Crestron para integración.....	83
2.2.4.4 Green Light.....	86
2.2.4.5 Herramientas software de configuración y administración.	89
2.3 Comparativa de sistemas y estándares de control	92
3. CAPITULO III. Ingeniería de diseño	93

3.1 Normas y estándares aplicados.....	93
3.2 Arquitectura de la red Inmótica.	95
3.3. Topología.....	96
3.3.1 Topología de la red Inmótica	96
3.3.2 Topología red de datos (Cableado estructurado)	97
3.4 Descripción de monitoreo y control según áreas de ingeniería.	98
3.4.1 Energía.....	98
3.4.1.1 MONITOREO DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS	104
3.4.2 Sistemas de seguridad electrónica	106
3.4.2.1 Sistema de control de accesos	106
3.4.2.2 Sistema de incendios.....	114
3.4.2.3 Sistema de intrusión	124
3.4.2.4 Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV).....	134
3.4.2.5 Control de nivel de agua por inundación.....	142
3.4.3 Climatización	143
3.4.4 Multimedia	145
3.5 Sistema de Cableado Estructurado.....	147
3.5.1 Descripción de cableado.....	147
3.5.2 Punto de red de datos	149
3.5.3 Rack Central	149
3.6 Integración de Sistemas	150
3.6.1 Aspectos de funcionamiento	150
3.6.2 Condiciones de operación de la red Inmótica	150
3.6.2.1 Gestión Control de sistemas de seguridad electrónica	150
3.6.2.2 Gestión de sistema de iluminación	152
3.6.3 Gestión de Monitoreo.....	153
4. CAPITULO IV. Análisis económico	155
4.1 Presupuesto Referencial	155
4.1.1 Aspectos a considerar	155
4.1.2 Distribución de equipos.....	156
4.2 Análisis Costo – Beneficio.....	163

Conclusiones y Recomendaciones	164
REFERENCIAS	167
ANEXOS	173

Introducción

La Universidad Nacional de Chimborazo dentro de su programa de expansión física y modernización se encuentra desarrollando el proyecto para la construcción del nuevo edificio de la Facultad de Ciencias de la Educación.

Dentro del proyecto se han realizado los estudios de ingeniería especializados para instalaciones eléctricas, seguridad electrónica y climatización.

El siguiente trabajo detalla la Ingeniería Electrónica de Control de la red Inmótica que realiza funciones de gestión sobre las áreas de ingeniería mencionadas anteriormente, con el objetivo de monitorear y controlar su operación, obteniendo como resultado el funcionamiento eficiente de los sistemas.

El estudio promueve los siguientes beneficios:

- Control de la calidad de la energía eléctrica consumida.
- Eficiencia de operación de las redes proyectadas.
- Garantizar la seguridad de los bienes físicos y equipos del edificio.
- Administración eficiente de los espacios físicos en base a su ocupación.

1 Requerimientos y necesidades UNACH

1.1 Antecedentes

La Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) en su plan de desarrollo académico y expansión física ha presentado el plan de desarrollo del nuevo edificio para la Facultad de Ciencias de la Educación, el cual tendrá un área arquitectónica aproximada de 7000 m² distribuida en ocho plantas y un subsuelo. Para el desarrollo de dicho proyecto se encuentran realizados los estudios de las áreas correspondientes a: energía, seguridad electrónica y climatización. Los estudios de estas áreas de ingeniería son convencionales, es decir, no se encuentran contempladas para una integración de funcionamiento entre las mismas.

Ante este hecho, la UNACH con visión de un desarrollo tecnológico aplicable a la integración de sistemas, ha mostrado su interés en obtener la consultoría que desarrolle la ingeniería electrónica de control para la obtención de una red de automatización para la administración de las áreas de ingeniería anteriormente mencionadas con el fin de lograr su integración y así cumplir con el objetivo de monitoreo y control del edificio.

Cada una de las áreas a ser automatizadas será descrita para obtener de forma clara los requerimientos sobre los cuales se realizará el análisis, el cual posteriormente permitirá establecer la ingeniería electrónica de control, con lo cual se determinara los servicios que podrá cumplir la red integrada de control.

1.2 Descripción del diseño arquitectónico

A continuación se hará una descripción del diseño arquitectónico con las áreas diferentes áreas disponibles que se han designado.

1.2.1 Planta Subsuelo

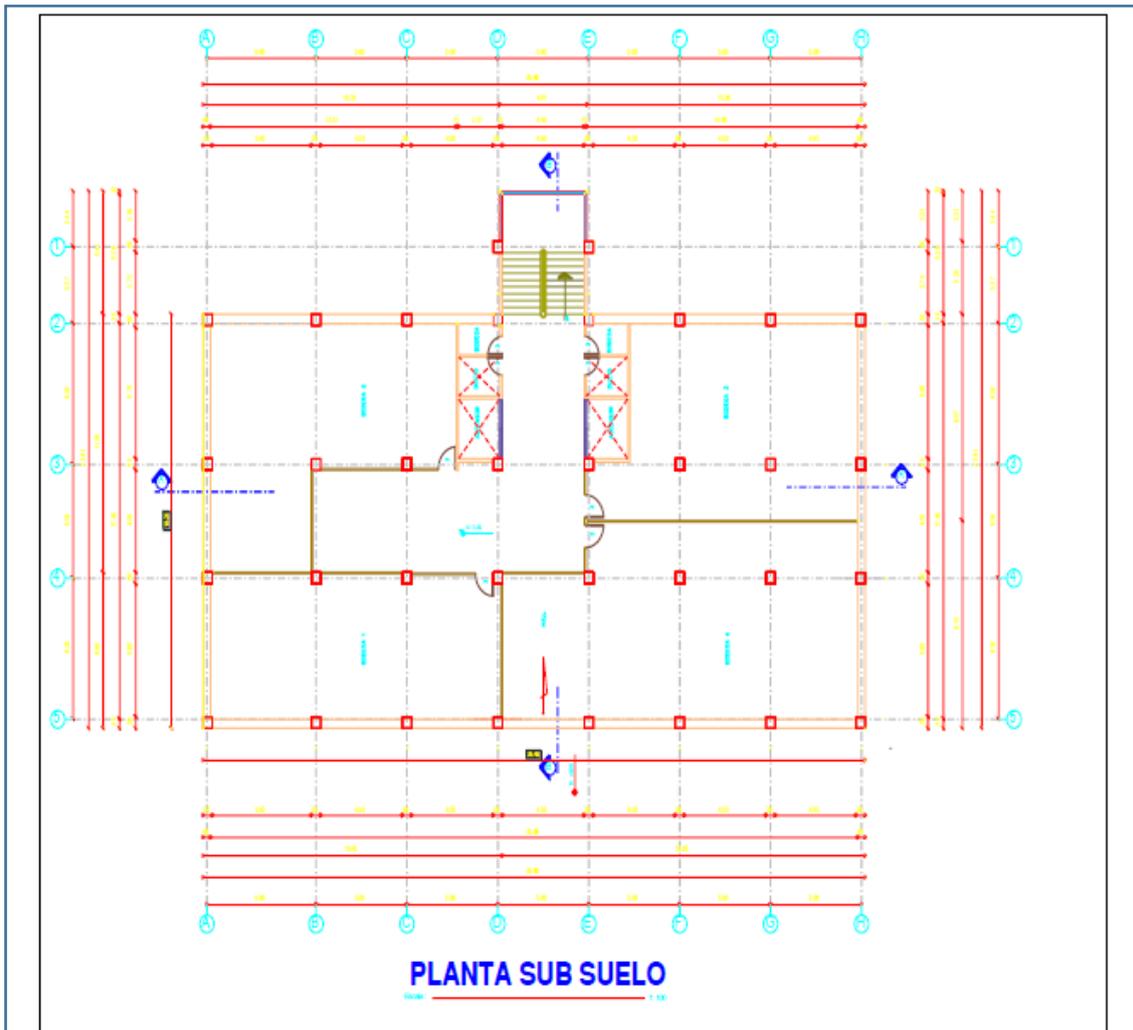


Figura 1. Diseño arquitectónico Planta Subsuelo

Tomado de Planos Diseño arquitectónico UNACH.

- 4 Bodegas grandes
- 4 Bodegas pequeñas
- 2 Ductos para ascensores
- Pasillo

1.2.2 Planta Baja

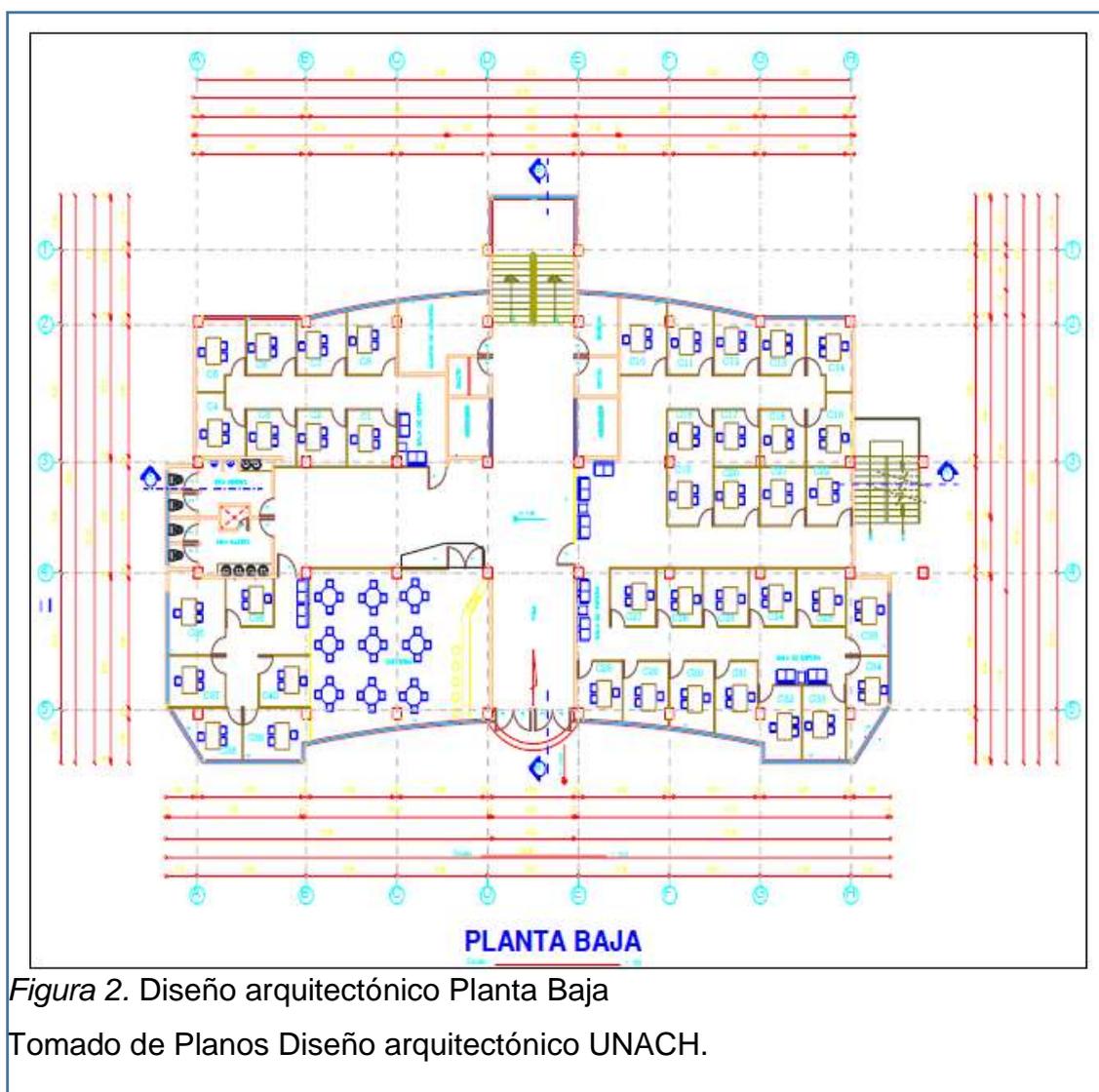


Figura 2. Diseño arquitectónico Planta Baja

Tomado de Planos Diseño arquitectónico UNACH.

- 3 Áreas de cubículos
- Cuarto de control
- Cafetería
- Hall de entrada
- 2 áreas de espera
- Baños
- 3 Bodegas Pequeñas
- 2 Ductos para ascensores
- Escaleras de emergencia

1.2.3 Planta tipo 1er, piso alto

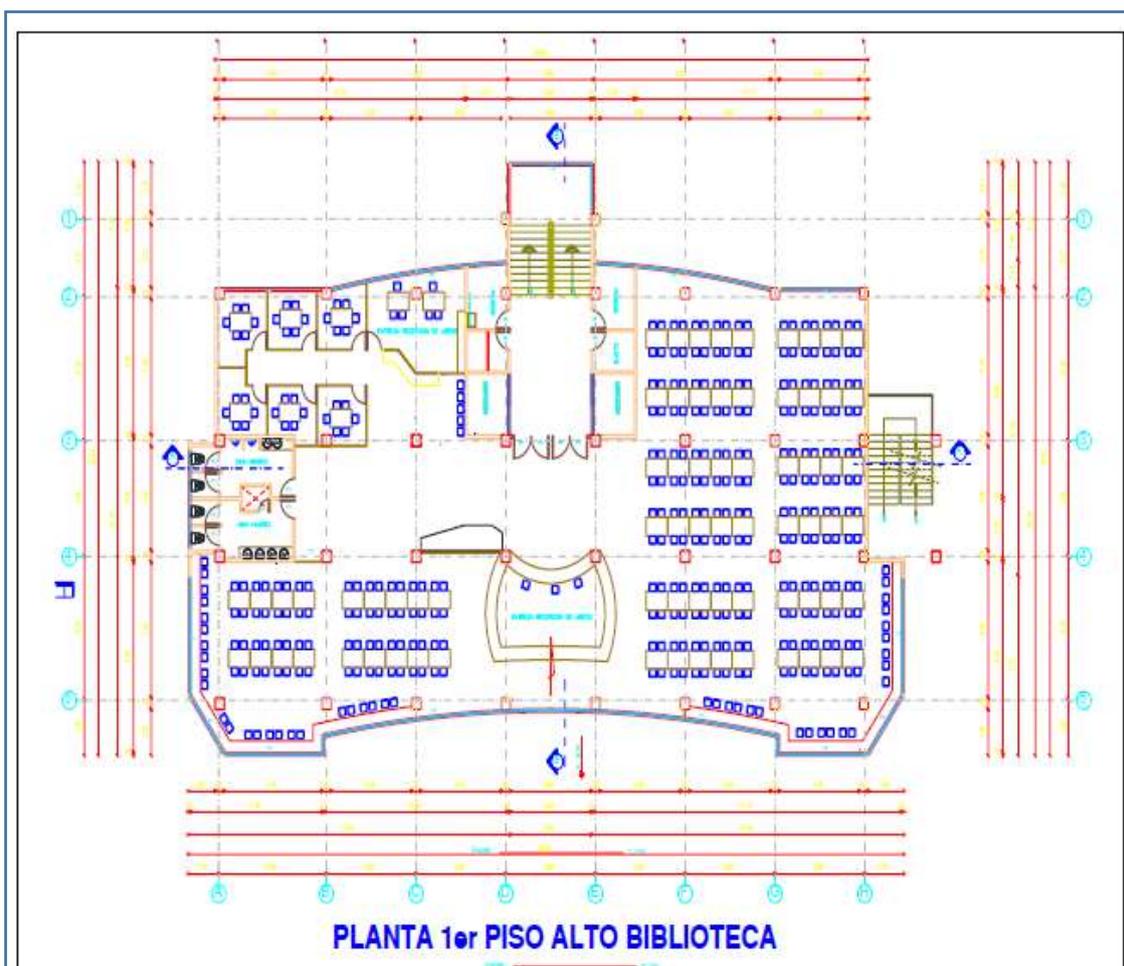


Figura 3. Diseño arquitectónico Primer Piso alto
Tomado de Planos Diseño arquitectónico UNACH.

- 2 áreas de estudios abiertas
- Área de cubículos
- 2 áreas para entrega – recepción de libros
- Hall de entrada
- Pasillo
- Baños
- 4 Bodegas Pequeñas
- 2 Ductos para ascensores
- Escaleras de emergencia

1.2.4 Planta tipo 2do piso alto

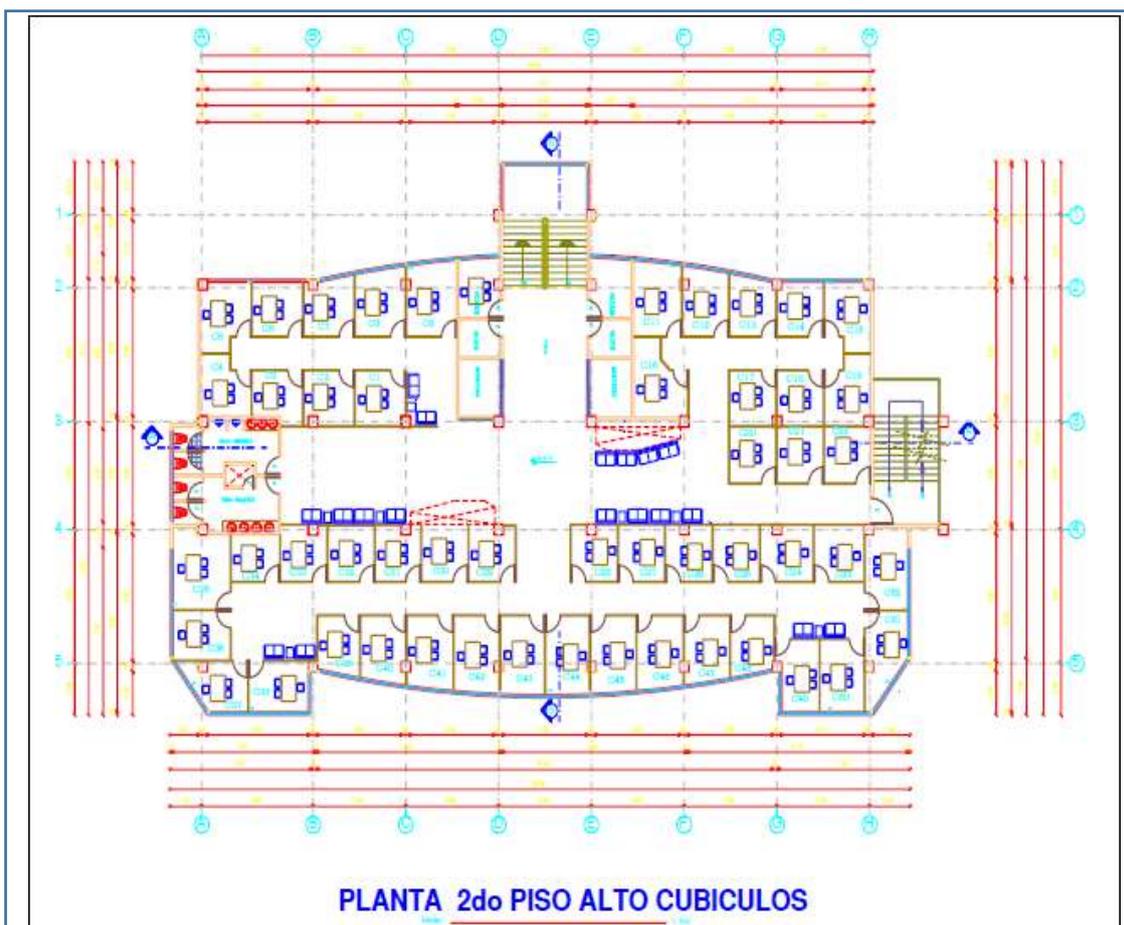


Figura 4. Diseño arquitectónico Planta Segundo Piso alto

Tomado de Planos Diseño arquitectónico UNACH.

- 3 Áreas de cubículos
- Cafetería
- Hall de entrada
- 2 áreas de espera
- Baños
- 4 Bodegas Pequeñas
- 2 Ductos para ascensores
- Escaleras de emergencia

1.2.5 Planta tipo 3er -7mo piso alto

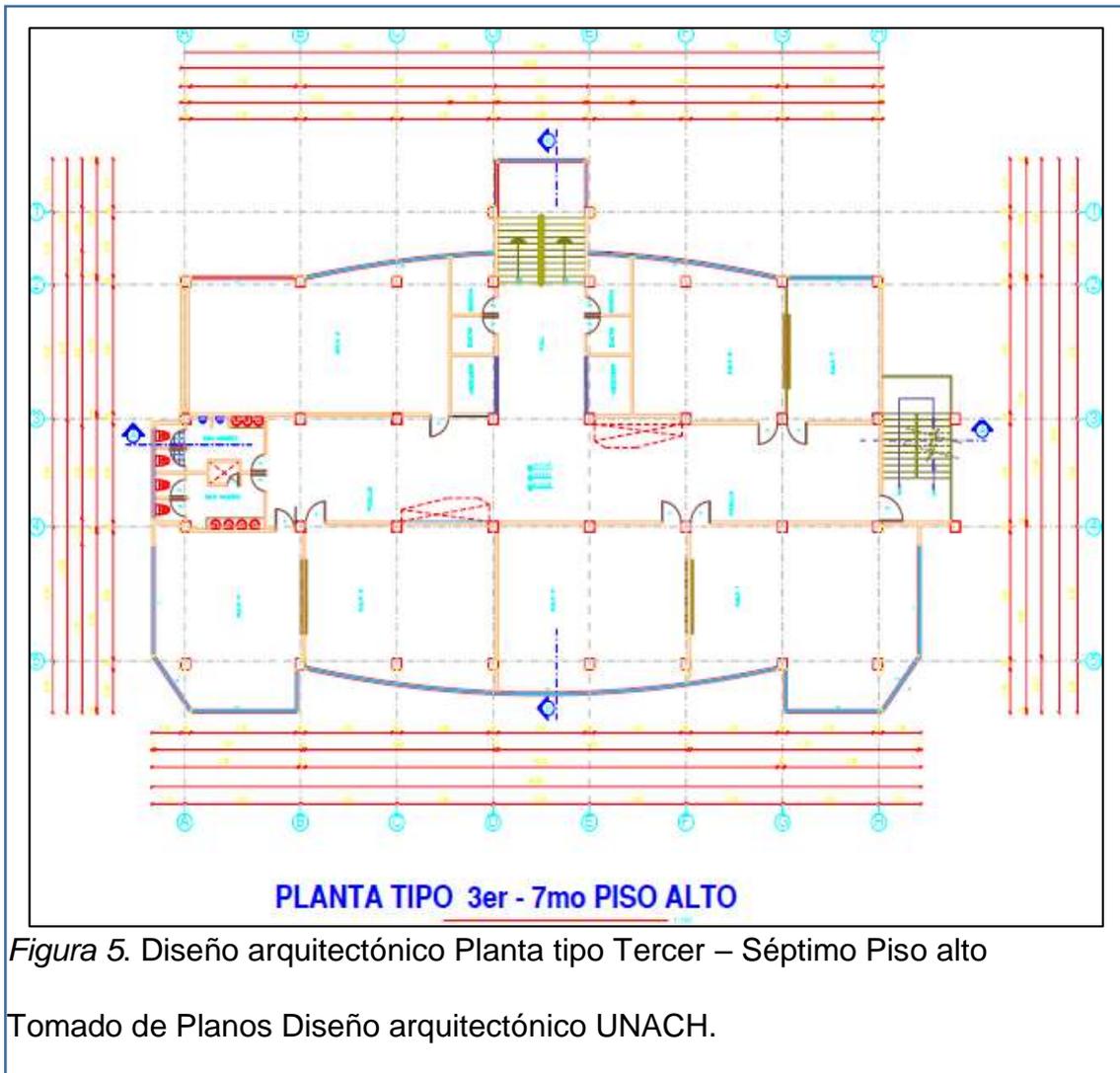


Figura 5. Diseño arquitectónico Planta tipo Tercer – Séptimo Piso alto

Tomado de Planos Diseño arquitectónico UNACH.

- 7 Aulas
- Hall de entrada
- Pasillo
- Baños
- 4 Bodegas Pequeñas
- 2 Ductos para ascensores
- Escaleras de emergencia

1.3 Descripción áreas de ingeniería a ser automatizadas.

La descripción detallará de forma general los elementos utilizados en cada área del edificio según corresponde a los estudios de ingeniería dispuestos a la automatización.

1.3.1 Energía

En el siguiente análisis se realizará la descripción de los circuitos de iluminación con sus respectivos elementos, los cuales serán sujetos a la integración dentro de la red de control.

1.3.1.1 General

Escaleras

- 1 luminaria con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 1 sensor de movimiento infrarrojo 120V y 2 lámparas de emergencia bifocales 2x25W, conectados al circuito de iluminación del hall de entrada de cada planta.

Escaleras de emergencia

- 1 circuito de iluminación compuesto por 3 luminarias tipo fluorescente de 2x20W 120V y 3 lámparas de emergencia bifocales 2x25W, por cada planta a partir de la planta baja.

Baños

- 1 circuito de iluminación con 10 luminarias tipo fluorescente compacta 2x20W 120V, 4 sensores de movimiento infrarrojo 120V y 2 lámparas de emergencia bifocales 2x25W, conectados al circuito de iluminación del hall de entrada de cada planta.

1.3.1.2 Subsuelo

Pasillo y bodegas pequeñas.

- 4 tableros de centro de carga
- 1 circuito de iluminación con 18 luminarias tipo fluorescente compacta 2x20W 120V, 2 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 32W 120 V,

2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 4 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.

Bodegas

- Circuitos de iluminación por cada bodega (4 bodegas).
 - Bodega 1 circuito 1.
 - 9 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 1 lámpara de emergencias bifocales 2x25 W.
 - 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Bodega 2 circuito 2.
 - 8 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 2 lámparas de emergencias bifocales 2x25 W.
 - 1 interruptor simple 10A 120V.
 - Bodega 3 circuito 3.
 - 9 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 1 lámpara de emergencias bifocales 2x25 W.
 - 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Bodega 4 circuito 4 y 5.
 - Circuito 4: 7 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Circuito 5: 8 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - 1 lámpara de emergencias bifocales 2x25 W.

1.3.1.3 Planta baja

Se divide en dos zonas, una por cada tablero de centro de carga principal.

Pasillos, hall de entrada y bodega pequeña.

- 2 tableros de centro de cargas principales, 1 tablero de centro de carga para cafetería.
- 2 circuitos de iluminación
 - Zona 1 circuito 1: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 luminaria con 2 lámparas fluorescentes de 32W 120V, 3 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 5 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.
 - Zona 2 circuito 2: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 2 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.

Cuarto de control

- 1 Circuito de iluminación de 5 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor simple 10A 120V.

Cubículos

- Zona 1: 5 circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 7 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 interruptores simples 10A 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Circuito 2 (pasillo cubículos): 5 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 3 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.
 - Circuito 3: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.

- Circuito 4: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.
- Circuitos 5: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 interruptores simples 10A 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
- Zona 2: 8 circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 11 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 4 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 2 (pasillo cubículos): 10 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 4 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.
 - Circuito 3(pasillo cubículos): 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 4 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.
 - Circuito 4: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 sensor de movimiento infrarrojo 120V, 4 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 5: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 6: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 7: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 8: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 interruptores simples 10A 120V.

Cafetería

- Dos circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 19 luminarias con lámparas fluorescentes compactas 2x26W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Circuito 2: 16 luminarias con lámparas fluorescentes compactas 2x26W 120V, 2 interruptor triple 10A 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.

1.3.1.4 Primer piso alto

Se divide en dos zonas, una por cada tablero de centro de carga principal.

Pasillos

- Zona 1.
 - 1 circuito de iluminación de 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 luminaria con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 2 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 1 interruptor simple 10A 120V.
- Zona 2 :
 - 1 circuito de iluminación de 14 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 luminaria con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 3 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 5 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 1 interruptor simple 10A 120V.

Cubículos:

- Zona 1: 2 circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 4 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 2: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 4 interruptores simples 10A 120V, 1 lámpara

de emergencia bifocal 2x25W, 1 conmutador de 3 vías simple 10A 120v, 1 interruptor simple 10A 120V.

Áreas de biblioteca

- Zona 1: 2 circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 15 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
 - Circuito 2: 13 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.

- Zona 2: 8 Circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V.
 - Circuito 2: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
 - Circuito 3: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
 - Circuito 4: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
 - Circuito 5: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V.
 - Circuito 6: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V.
 - Circuito 7: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
 - Circuito 8: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.

1.3.1.5 Segundo piso alto

Se divide en dos zonas, una por cada tablero de centro de carga principal.

Pasillos

- Zona 1.
 - 1 circuito de iluminación de 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 5 lámparas de emergencias bifocales 2x25W.

- Zona 2.
 - 1 circuito de iluminación de 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 luminaria con 2 lámparas tipo fluorescente 58W 120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 3 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 2 interruptores simples 10A 120V.

Cubículos

- Zona 1: 6 circuitos de iluminación
 - Circuito 1: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V, 1 interruptor triple 10A 120V.
 - Circuito 2: 14 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 2 interruptores dobles 10A 120V.
 - Circuito 3: 14 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 7 interruptores simple 10A 120V.
 - Circuito 4: 15 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 3 interruptores simple 10A 120V.
 - Circuito 5: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 4 interruptores simple 10A 120V.

- Circuito 6: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simple 10A 120V.
- Zona 2: 6 circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 4 interruptores simple 10A 120V.
 - Circuito 2: 28 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 5 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 8 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 3: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 6 interruptores simple 10A 120V.
 - Circuito 4: 12 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 3 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 7 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 5: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.
 - Circuito 6: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 3 interruptores simples 10A 120V.

1.3.1.6 Pisos superiores (3er – 7mo)

Se divide en dos zonas, una por cada tablero de centro de carga principal.

Pasillos

- Zona 1: 1 circuito de iluminación de 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 sensor de movimiento infrarrojo 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.
- Zona 2: 2 circuitos de iluminación.
 - Circuito 1: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 luminarias con 2 lámparas tipo fluorescente 58W

120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 5 lámparas de emergencias bifocales 2x25W, 2 interruptores simples 10A 120V.

- Circuito 2: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 2 sensores de movimiento infrarrojo 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W.

Aulas

- Zona 1: 7 circuitos de iluminación.
 - Aula 3
 - Circuito 1: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Circuito 2: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Aula 4
 - Circuito 3: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Circuito 4: 7 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Aula 5
 - Circuito 5: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor simple de 10A 120V.
 - Circuito 6: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor simple 10A 120V.
 - Circuito 7: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor simple 10A 120V.

- Zona 2: 7 circuitos de iluminación.
 - Aula 1
 - Circuito 4: 8 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor simple 10A 120V.
 - Circuito 5: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor triple 10A 120V
 - Aula 2
 - Circuito 6: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor simple 10A 120V.
 - Circuito 7: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Aula 6
 - Circuito 1: 7 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 interruptor doble 10A 120V.
 - Circuito 2: 6 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor simple 10A 120V
 - Aula 7
 - Circuito 3: 9 luminarias con 3 lámparas fluorescentes de 17W 120V o 4x18W 120V, 1 lámpara de emergencia bifocal 2x25W, 1 interruptor doble 10A 120V.

1.3.2 Seguridad electrónica

Se detallará el tipo de equipos y la cantidad respectiva de cada equipo en cada uno de los pisos del edificio. Cada uno de los elementos descritos serán utilizados en la integración en la red de control.

1.3.2.1 Sistema de control de Accesos

Subsuelo

Pasillos

- Bodegas pequeñas.
 - 4 Lectoras de proximidad
 - 4 Pulsadores de salida
 - 4 Cerraduras electromagnéticas
 - 4 Cierres de puerta

Planta Baja

Pasillos

- 7 Lectoras de proximidad.
 - 4 Lectoras de proximidad ubicadas en el ingreso al hall de entrada principal.
 - 3 Lectoras de proximidad ubicadas en el ingreso a las bodegas pequeñas.
- 7 Cerraduras electromagnéticas
 - 4 Cerraduras electromagnéticas ubicadas en el ingreso al hall de entrada principal.
 - 3 Cerraduras electromagnéticas ubicadas en ingreso a las bodegas pequeñas.
- 7 Cierres de puertas de seguridad
 - 4 Cierres de puertas de seguridad ubicadas en ingreso al hall de entrada principal.
 - 3 Cierres de puertas de seguridad ubicadas en ingreso a las bodegas pequeñas
- 3 Pulsadores de salida ubicados en bodegas pequeñas.

Cuarto de Control

- 2 Lectoras de proximidad.
- 1 Cerradura electromagnética
- 1 Cierre de puertas de seguridad
- 2 Módulo o tarjeta de control (controladora) con kit de alimentación.
- 1 Equipo de monitoreo

Cubículos

- 1 Lectora biométrica
- 6 Lectoras de proximidad ubicadas en áreas de cubículos
- 3 Cerraduras electromagnéticas
- 3 Cierres de puertas de seguridad.

Primer Piso alto

Pasillos

- 1 Modulo o tarjeta de control (controladora) con Kit de alimentación ubicado den bodega pequeña.
- 9 Lectoras de proximidad
 - 5 Lectoras de proximidad ubicadas en bodegas pequeñas.
 - 4 Lectoras de proximidad ubicadas en ingreso a área de biblioteca.
- 8 Cerraduras electromagnéticas.
 - 4 Cerraduras electromagnéticas ubicadas en bodegas pequeñas
 - 4 Cerraduras electromagnéticas ubicadas en ingreso a área de biblioteca.
- 8 Cierres de puerta de seguridad.
 - 4 Cierres de puerta de seguridad ubicadas en bodegas pequeñas
 - 4 Cierres de puerta de seguridad ubicadas en ingreso a área de biblioteca
- 3 Pulsadores de salida ubicados en bodegas pequeñas

Segundo Piso alto

Pasillos

- 7 Lectoras de proximidad
 - 5 Lectoras de proximidad ubicadas en bodegas pequeñas
 - 2 Lectoras de proximidad ubicadas en salida a escaleras de emergencia.
- 5 Cerraduras electromagnéticas
 - 4 Cerraduras electromagnéticas ubicadas en bodegas pequeñas
 - 1 Cerradura electromagnética ubicadas en salida a escaleras de emergencia
- 5 Cierres de puerta de seguridad
 - 4 Cierres de puerta de seguridad ubicados en bodegas pequeñas
 - 1 Cierre de puerta de seguridad ubicado en salida a escaleras de emergencia
- 3 Pulsadores de salida ubicadas en bodegas pequeñas.

Pisos superiores (3er – 7mo)

Pasillos

- 1 Modulo o tarjeta de control (controladora) con kit de alimentación ubicado en bodega pequeña.
- 6 Lectoras de proximidad
 - 4 Lectoras de proximidad ubicadas en bodegas pequeñas
 - 2 Lectoras de proximidad ubicadas en salida a escaleras de emergencia.
- 5 Cerraduras electromagnéticas
 - 4 Cerraduras electromagnéticas ubicadas en bodegas pequeñas
 - 1 Cerradura electromagnética ubicadas en salida a escaleras de emergencia
- 5 Cierres de puerta de seguridad
 - 4 Cierres de puerta de seguridad ubicados en bodegas pequeñas

- 1 Cierre de puerta de seguridad ubicado en salida a escaleras de emergencia
- 3 Pulsadores de salida ubicadas en bodegas pequeñas.

Aulas

- Aula 1
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida.
 - 1 Cierre de puerta de seguridad.
- Aula 2
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida
 - 1 Cierre de puerta de seguridad
- Aula 3
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida
 - 1 Cierre de puerta de seguridad
- Aula 4
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida
 - 1 Cierre de puerta de seguridad
- Aula 5
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida
 - 1 Cierre de puerta de seguridad

- Aula 6
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida
 - 1 Cierre de puerta de seguridad
- Aula 7
 - 1 Lectora de proximidad.
 - 1 Cerradura electromagnética.
 - 1 Pulsador de salida
 - 1 Cierre de puerta de seguridad

1.3.2.2 Sistema de circuito cerrado de televisión

Se detallará el tipo de equipos y la cantidad respectiva de cada equipo en cada uno de los pisos del edificio.

Subsuelo

Pasillos

- 2 Cámaras IP fijas tipo domo para interiores.

Planta Baja

Pasillos

- 3 Cámaras IP fijas tipo domo para interiores

Cubículos

- 5 Cámaras IP fijas tipo domo para interiores ubicadas en áreas de cubículos.

Cuarto de Control

- 1 Estación de monitor
- 1 NVR.
- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores.
- 1 Equipo de monitoreo.

Primer Piso alto

Pasillos

- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores.
- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores ubicada en bodega pequeña.
- 5 Cámaras IP fijas tipo domo para interiores ubicadas en áreas de biblioteca.

Cubículos

- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores.

Segundo Piso alto

Pasillos

- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores.
- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores ubicada en bodega pequeña.

Cubículos

- 6 Cámaras IP fijas tipo domo para interiores.

Pisos superiores (3er – 7mo)

Pasillos

- 4 Cámaras IP fijas tipo domo para interiores.
- 1 Cámara IP fija tipo domo para interiores ubicada en bodega pequeña.

1.3.2.3 Sistema de detección de incendios

Se detallará el tipo de equipos y la cantidad respectiva de cada equipo en cada uno de los pisos del edificio.

General

- Baños: 2 Sirenas con luz estroboscópica direccionable, en baños de cada piso a partir de la planta baja.

Subsuelo

Pasillo

- 1 Módulo de monitoreo ubicado en bodega pequeña.
- 1 Módulo aislador de corto circuito ubicado en bodega pequeña.
- 1 Modulo de control ubicado en bodega pequeña.
- 1 Estación manual de incendios.
- 2 Sirenas con luz estroboscópica direccionable.

Bodegas

- 7 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.
 - Bodega 1: 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
 - Bodega 2: 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
 - Bodega 3: 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
 - Bodega 4: 2 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.

Planta Baja

Pasillos

- 1 Sirena para exteriores en hall de entrada.
- 3 Sirenas con luz estroboscópica direccionable.
- 1 Estación manual de incendios.
- 2 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.
- 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable en bodega pequeña.
- 1 Sirena para exteriores ubica en escaleras de emergencia.

Cuarto de control

- 1 Módulo de monitoreo.
- 2 Módulo de control.
- 2 Modulo aislador de cortocircuito.
- 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
- 1 Central de incendio.

Cubículos

- 3 Sirenas con luz estroboscópica direccionables.
- 3 Estaciones manuales de incendios.
- 6 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.

Cafetería

- 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
- 1 Estación manual de incendios.
- 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
- 1 Sensor de GPL.

Primer Piso alto

Pasillos

- 1 Módulo de monitoreo ubicado en bodega pequeña.
- 1 Módulo de control ubicado en bodega pequeña.
- 1 Modulo aislador de cortocircuito ubicado en bodega pequeña.
- 2 Sirenas con luz estroboscópica direccionables.
- 2 Estaciones manuales de incendios.
- 3 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.
- 2 Sensores de humo fotoeléctrico direccionable ubicado en bodegas pequeñas.

Cubículos

- 2 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.

Área de biblioteca

- 3 Sirenas con luz estroboscópica direccionables.
- 6 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.

Segundo Piso alto

Pasillos

- 1 Módulo de monitoreo ubicado en bodega pequeña.
- 2 Módulo de control ubicado en bodega pequeña.
- 2 Modulo aislador de cortocircuito ubicado en bodega pequeña.
- 3 Sirenas con luz estroboscópica direccionables.
- 2 Estaciones manuales de incendios.
- 2 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.
- 2 Sensores de humo fotoeléctrico direccionable ubicado en bodegas pequeñas.

Cubículos

- 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
- 2 Estaciones manuales de incendios.
- 6 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.

Pisos superiores (3er – 7mo)

Pasillos

- 1 Módulo de monitoreo ubicado en bodega pequeña.
- 3 Módulo de control ubicado en bodega pequeña.
- 3 Modulo aislador de cortocircuito ubicado en bodega pequeña.
- 3 Sirenas con luz estroboscópica direccionables.
- 2 Estaciones manuales de incendios.
- 2 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.

- 2 Sensores de humo fotoeléctrico direccionable ubicado en bodegas pequeñas.

Aulas

- Aula 1
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 2 Sensores de humo fotoeléctricos direccionables.
- Aula 2
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
- Aula 3
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
- Aula 4
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
- Aula 5
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 2 Sensores de humo fotoeléctrico direccionables.
- Aula 6
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.
- Aula 7
 - 1 Sirena con luz estroboscópica direccionable.
 - 1 Sensor de humo fotoeléctrico direccionable.

1.3.2.4 Sistema de intrusión

Se detallará el tipo de equipos y la cantidad respectiva de cada equipo en cada uno de los pisos del edificio.

Subsuelo

Pasillo

- 1 Sensor de movimiento interno.
- 2 Sensores de movimiento interno ubicados en bodegas pequeñas.
- 8 contactos magnéticos ubicados en puertas de bodegas grandes y pequeñas.

Bodegas

- 4 Sensores de movimiento interno ubicados en cada una de las de las 4 bodegas grandes respectivamente.

Planta baja

Pasillos

- 2 Sensores de movimiento interno.
- 1 Teclado de configuración
- 7 Contactos magnéticos
 - 4 Contactos magnéticos para puerta principal de ingreso
 - 3 Contactos magnéticos para puertas de ingreso a bodegas pequeñas.
- 1 Sensor de movimiento interno ubicado en bodega pequeña.

Cuarto de control

- 1 Tarjeta expansiva (con kit de alimentación).
- 1 Panel controlador de sistema de alarmas.
- 1 teclado de configuración.
- 1 Sensor de movimiento interno.
- 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.

Cubículos

- 3 Contactos magnéticos para puertas de ingreso a zona de cubículos.
- 4 Sensores de movimiento interno.
- 28 Detectores de ruptura de vidrios.

Cafetería

- 1 Sensor de movimiento interno.
- 3 Detectores de ruptura de vidrios.
- 1 Botón de pánico – emergencia.

Baños

- 4 Detectores de ruptura de vidrios.

Primer piso alto

Pasillos

- 3 Sensores de movimiento interno.
- 1 Teclado de configuración
- 8 Contactos magnéticos
 - 4 Contactos magnéticos para puerta principal de ingreso a zona de biblioteca.
 - 4 Contactos magnéticos para puertas de ingreso a bodegas pequeñas.
- 2 Sensores de movimiento interno ubicados en bodegas pequeñas.
- 2 Botones de pánico – emergencia.

Segundo piso alto

Pasillos

- 2 Sensores de movimiento interno.
- 1 Teclado de configuración.
- 5 Contactos magnéticos.

- 4 Contactos magnéticos para puertas de ingreso a bodegas pequeñas.
- 1 Contacto magnético para puerta en salida a escaleras de emergencia.
- 2 Sensores de movimiento interno ubicados en bodegas pequeñas.
- 1 Botón de pánico – emergencia.

Pisos superiores (3er – 7mo)

Pasillos

- 1 Tarjeta expansiva (con kit de alimentación) ubicado en bodega pequeña.
- 2 Sensores de movimiento interno ubicados en bodegas pequeñas.
- 5 Contactos magnéticos.
 - 4 Contactos magnéticos para puertas de ingreso a bodegas pequeñas.
 - 1 Contacto magnético para puerta en salida a escaleras de emergencia.
- 2 Sensores de movimiento interno.
- 1 Teclado de configuración.

Aulas

- Aula 1
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.
- Aula 2
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.
- Aula 3
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.

- Aula 4
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.
- Aula 5
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.
- Aula 6
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.
- Aula 7
 - 1 Contacto magnético en puerta de ingreso.
 - 1 Sensor de movimiento interno.
 - 1 Botón de pánico – emergencia.

1.3.3 Climatización

El sistema de ventilación dispone de un diseño básico del cual se tomará referencia para la integración en la red de control, los equipos dispuestos en el diseño están concentrados en las siguientes áreas:

1.3.3.1 General

- Baños
 - 6 rejillas de 6x6" 100 FCM (pies cúbicos por minuto), en cada piso 1.a partir de la planta baja.

1.3.3.2 Subsuelo

- Bodega 2
 - 3 Rejillas de extracción de aire de 10x10" 300 FCM (pies cúbicos por minuto).

1.3.3.3 Primer piso alto

- Biblioteca
 - 3 Equipos unidades interiores fan coil de flujo de refrigeración variable (VRF) de 135W, 220V, 1HP – 36 000 BTU/H (Unidades térmicas británicas/hora)
 - 12 Rejillas de suministro de Aire Acondicionado
 - 1 Modulo de control de temperatura

1.3.3.4 Terraza

- 1 Equipo de ventilación mecánica para extracción de aire de baños de 3900 FCM (pies cúbicos por minuto), 1.5 HP, 220V
- 1 Unidad condensadora (bomba de calor) de flujo de refrigeración variable 12K – 114700 BTU/H (Unidades térmicas británicas/hora), 9.8W, 220V, 3HP

1.3.4 Sonido

Por parte de la UNACH se ha presentado el requerimiento de incluir sistemas de audio/ video multimedia en cada una de las aulas. Dichos sistemas multimedia tienen un dimensionamiento básico.

2. Tecnologías Inmóticas

2.1 Introducción

Según el CEDOM (Asociación Española de Domótica) se define a la Inmótica como “la incorporación al equipamiento de edificios singulares o privilegiados, comprendidos en el mercado terciario e industrial, de sistemas de gestión técnica automatizada de las instalaciones”.

A la Inmótica se la puede conocer también por el término de gestión técnica del edificio (GTE), la cual consiste en la aplicación de técnicas de automatización de áreas susceptibles a ser gestionadas de forma eficiente. Este tipo de sistemas se concentra dando mayor importancia a las áreas de seguridad y energía, más que a las áreas de confort y comunicación de los edificios del sector terciario.

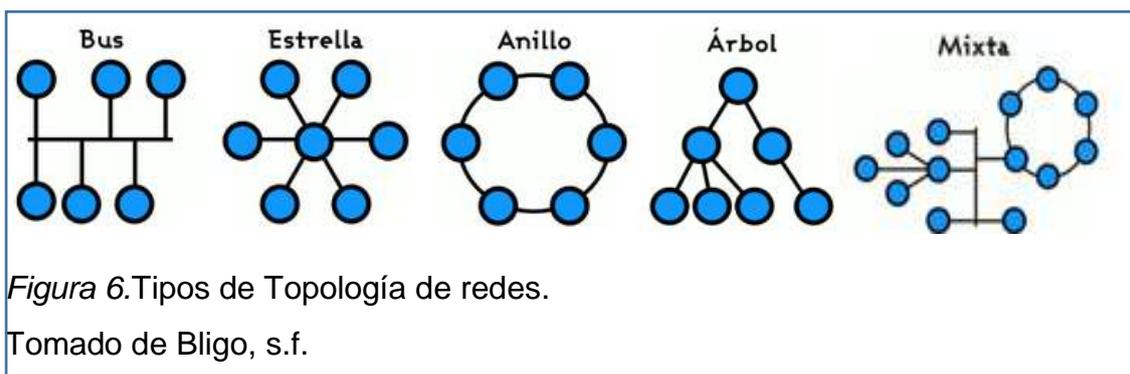
Tal como lo mencionan Romero, C., Vázquez, J. y De Castro, C. (2010, pp. 39-42), los sistemas de gestión técnica de un edificio inteligente poseen características principales que se las pueden resumir en los siguientes puntos:

- **Simple y fácil de utilizar:** Debe poseer fácil aceptación por los usuarios finales, con una interfaz sencilla e intuitiva de utilizar lo cual permitirá un aumento del confort.
- **Flexible:** Debe ser un sistema escalable para futuras aplicaciones y modificaciones sin un costo ni esfuerzo elevado.
- **Modular:** Debe poseer esta característica con el fin de evitar fallos que puedan afectar a todo el edificio, y debe tener escalabilidad para nuevos servicios.
- **Integral:** Es fundamental que el sistema permita el intercambio de información y la comunicación entre diferentes áreas de gestión del edificio, de tal manera que los distintos subsistemas estén adecuadamente integrados.

Es importante resaltar criterios desde el punto de vista técnico como son: la topología de red, tipo de arquitectura, medios de transmisión, tipo de protocolo y la velocidad de transmisión.

2.1.1 Topología de red

Conocida también por topología de cableado determina la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación. A continuación se detallarán algunas de las topologías más utilizadas en los sistemas inmóticos.



Topología en estrella.- Un controlador principal se encarga de unir a todos los elementos entre sí.

- **Ventajas:** Fácil escalabilidad y sin riesgo de que una falla en un elemento (no principal) afecte al resto de elementos.
- **Desventajas:** Ocurrirá un fallo de todo el sistema si existe un daño en el controlador principal. Por consecuencia, habrá funcionamiento de los elementos pero no comunicación entre los mismos, generando así un cuello de botella en el controlador principal.
- **Topología en bus.-** Los elementos se enlazan a una misma línea de comunicación. Se suele asignar una única dirección a cada elemento, el

mismo que se puede comunicar simultáneamente con los demás elementos.

- **Ventajas:** Facilidad para adicionar y retirar elementos de la línea de comunicación. No necesita un controlador principal. Una falla en un elemento no causa efecto en el resto de elementos. Posee mayor velocidad de transmisión. Debido al tipo de su estructura, esta topología utiliza menos cableado
- **Desventajas:** Para evitar que se añadan más de dos elementos en la comunicación simultanea se necesitan mecanismos de control en los mismos.
- **Topología en anillo.-** La información pasa por todos los elementos que se encuentran interconectados formando un anillo cerrado. La comunicación es unidireccional.
 - **Ventajas:** Uso de cableado reducido.
 - **Desventajas:** Dificultad para añadir elementos, debido a que se detiene el funcionamiento de la red por esta modificación en la estructura de la red. Vulnerabilidad del funcionamiento total de la comunicación si un elemento sufre una falla.
- **Topología de árbol.-** Es una combinación de las topologías anteriormente mencionadas, en particular de la topología de bus y estrella. Esta topología permite una jerarquía en los elementos de red. Según la topología que se especifique (estrella o bus) depende sus ventajas y desventajas.

2.1.2 Tipo de Arquitectura

La arquitectura de un sistema Inmótico describe el modo de ubicación de los diferentes elementos de control. Existen tres tipos de arquitectura.

- **Arquitectura centralizada.-** Los elementos a controlar y supervisar (luces, sensores, válvulas, etc.) deben conducir su conexión por cable hasta el sistema de control principal. La información recolectada de los elementos sensores se envía al controlador para un proceso de validación donde esta información será enviada a los elementos actuadores. Una falla en el elemento principal de control produciría una caída total del sistema.
- **Arquitectura descentralizada.-** El sistema dispone de un bus de comunicación compartida, que permite la conexión de todos los elementos. En este tipo de arquitectura todos los elementos del sistema disponen de inteligencia, en el sentido de que son totalmente independientes.
- **Arquitectura distribuida.-** No existe un elemento principal de control. En este tipo de arquitectura el elemento de control se ubica próximo al elemento a controlar. A estos nuevos elementos de control se los define como nodos, a los cuales se conectan los elementos básicos. Si existe una falla en algún elemento de control solo resultaran afectados los elementos que se encuentren unidos a este, evitando así un daño total del sistema.

2.1.3 Medios de transmisión de datos

El medio de transmisión de datos es el responsable de la transferencia de información, interconexión y control, entre los distintos elementos de un sistema Inmótico.

Los principales medios de transmisión son:

- **Transmisión por cable.**

Líneas de distribución de energía eléctrica

Es un medio en el cual se aprovecha la instalación existente lo cual la convierte en una alternativa a tener en cuenta por el bajo costo que representa el uso.

Se lo puede utilizar en los casos en los que los que no se tenga una exigencia con la velocidad de transmisión.

Cable Coaxial.

Es un circuito físico asimétrico que permitía en un principio en la transmisión de voz, audio y video, posteriormente se incluyó su utilidad para transmisión de datos de alta velocidad.

Este tipo cable que proporciona el transporte de señales eléctricas de frecuencia alta, posee dos cables conductores concéntricos, uno exterior en forma tubular llamado blindaje o malla cuya utilidad es la referencia a tierra y retorno de corrientes. Entre los dos conductores se encuentra una cobertura dieléctrica. En la parte exterior una cubierta aislante cumple con la protección de todo el cable.

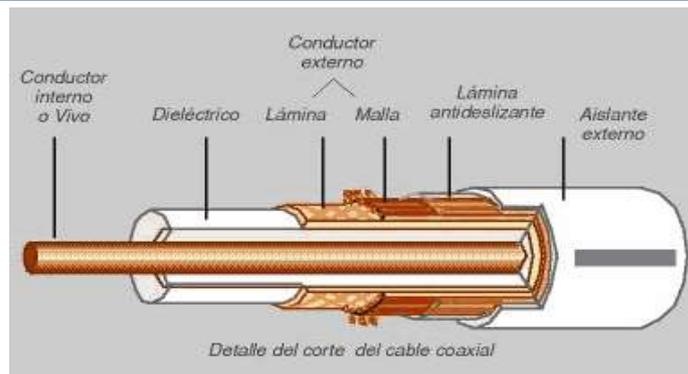


Figura 7. Partes cable coaxial

Tomado de SlideShare, 2013.

Par Trenzado.

Físicamente está constituido por dos alambres de cobre o aluminio, los cuales se trenzan para evitar la interferencia eléctrica.

Es el medio utilizado para las redes telefónicas.

Actualmente se usa como medio de transmisión estándar en las redes LAN (normalmente cables de 2 o 4 pares trenzados). Posee características de facilidad de instalación, flexibilidad, bajo costo y mejoras de tecnología constantemente introducidas en enlaces de mayor longitud, velocidad, etc.

Existen dos tipos de cable par trenzado: apantallado y no apantallado.

- No apantallado (UTP, Unshielded Twisted Pair)

Está compuesto por dos cables conductores, cada uno correspondiente con un aislamiento de plástico de color según identificación con el propósito de identificar los hilos según su agrupación. Debido a las interferencias electromagnéticas externas, el cable UTP se envuelve en el interior de una malla metálica.

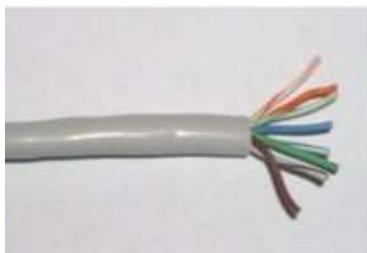


Figura 8. Cable UTP

Tomado de IES Cura Valera, s.f.

- Apantallado (STP, Shielded Twisted Pair)

El STP utiliza una envoltura más protectora de cobre y de mayor calidad que la empleada, además cada uno de los pares de hilos se encuentra rodeado por una lámina, obteniendo así un apantallamiento capaz de proteger la transmisión de datos de las interferencias externas.

Su mayor ventaja es la mejora con los resultados a velocidades de transmisión en largas distancias.

Como desventaja se encuentra que posee dificultad de manipulación y mayor costo a comparación del cable UTP

Los tipos de conectores más utilizados en los cables de par tranzado son: RJ45, RJ11, DB25, DB11; en cada caso dependiendo del adaptador de red.



Figura 9. Cable STP

Tomado de Tomado de IES Cura Valera, s.f.

Categoría	Clase	Tipo	Frec. Máx. (MHz)	Uso habitual
(1)	A	UTP	0,1	Bucle de abonado
(2)	B	UTP	1	Token Ring 4 Mb/s
3	C	UTP	16	10 Mb Ethernet
4		UTP	20	Token Ring 16 Mb
5	D	UTP	100	100 Mb Ethernet
5e (enhanced)	D	UTP	100	Gigabit Ethernet
6	E	UTP	250	10 Gb Ethernet (55 m)
6a (augmented)	E _A	UTP	500	10 Gb Ethernet (100 m)
7	F	STP	600	¿40/100 Gb Ethernet?
7a (augmented)	F _A	STP	1000	

Figura 10. Categorías y características de cable par trenzado de cobre UTP/ STP

Tomado de Universidad de Valencia Rogelio Montaña, 2011.

Fibra Óptica

Actualmente este es el medio de transmisión de datos más avanzado logrando una mayor velocidad y anulación total de interferencias electromagnéticas.

El cable de fibra se encuentra compuesto por filamentos de vidrio o plástico muy compactos alta pureza siendo así un material conductor de luz dieléctrico transparente. Las fibras plásticas tienen menor uso, debido a mayor atenuación y son usadas en distancias cortas. La transmisión de datos se produce por luz infrarroja, la viaja a través del núcleo a lo largo del cable por medio del efecto de refracción y reflexión debido a que la señal de luz cambia su dirección y rebota.

La fibra óptica está compuesta por:

- **El Núcleo (Core):** Hecho de material dieléctrico de silicio, plástico o cuarzo fundido. Por aquí se propagan las señales de luz. Su diámetro en fibras multimodo es de 50 o 62.5µm y en el caso de fibras monomodo su diámetro es de 9µm.

- **Revestimiento (Cadding):** Posee características similares a las del núcleo con la diferencia que tiene un índice de refracción menor con el propósito de que ocurra un efecto total de reflexión interna. En consecuencia las señales de luz que entran en cierto ángulo se conservan en el núcleo siendo guiadas hasta el otro extremo de la fibra.
- **Cubierta (Coating):** Hecha de plástico con el fin de proteger mecánicamente a la fibra

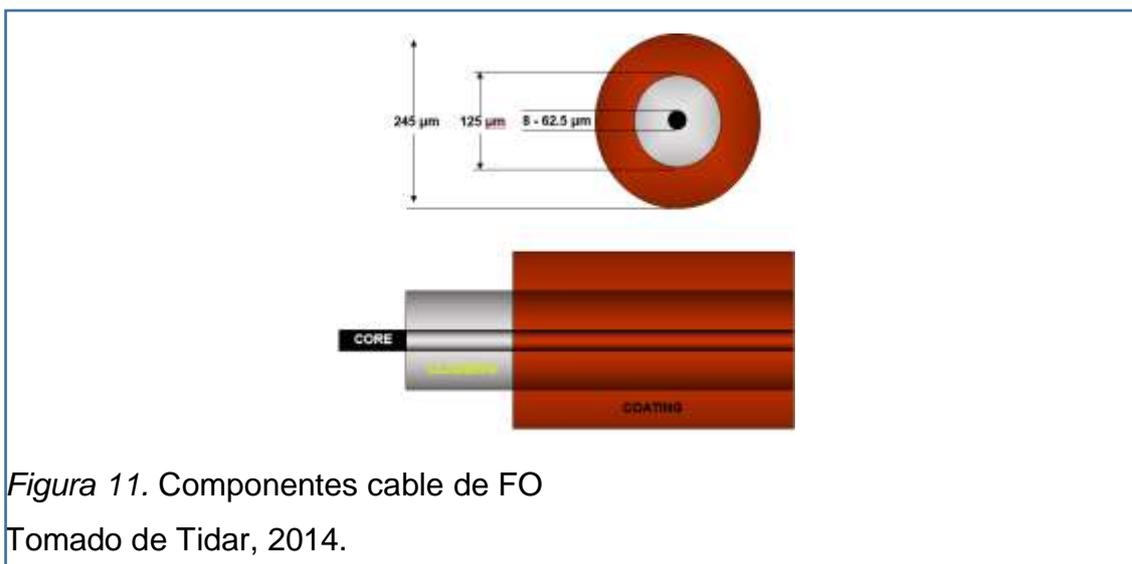


Figura 11. Componentes cable de FO

Tomado de Tidar, 2014.

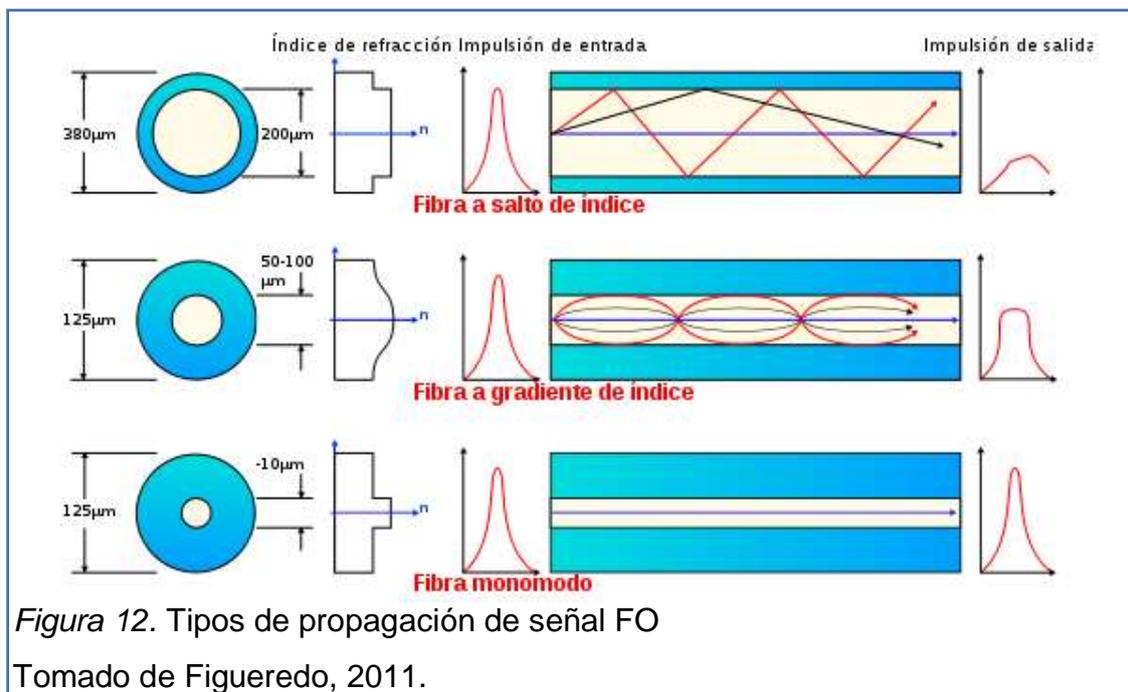
Tipos de Fibra Óptica

- **Monomodo:** Tipo de fibra con mayor capacidad de transmisión de datos. La información se transmite mediante señales con una trayectoria siguiendo el eje de la fibra por ello su definición de monomodo (único modo de propagación). Como se mencionó anteriormente el núcleo posee un diámetro de 9 μm. Si el núcleo está hecho de un material con un índice de refracción distinto del de la cubierta, entonces se definen como fibras de índice escalonado. Las fibras monomodo se utilizan para transmisiones de datos en distancias muy largas.
- **Multimodo:** Tipo de fibra en cual la señal de luz se propaga en más un modo. La luz se propaga por el núcleo de la fibra en distintos

ángulos que presenten dentro del cono de aceptación. La fibra multimodo se utiliza en distancias más cortas a comparación de la fibra monomodo. El revestimiento tiene un diámetro de $125\mu\text{m}$ y el núcleo $50\text{-}62.5\mu\text{m}$.

Existen dos tipos de fibra multimodo.

- Con índice Gradual: No hay un único índice de refracción en el núcleo, causando una disminución en el momento que las señales de luz se desplaza hacia el revestimiento.
- Con salto de Índice: La propagación de la señal tiene un índice de refracción constante en toda la sección del núcleo. Tiene alta dispersión en los modos de propagación.
- Las fibras multimodo tienen una clasificación según la Norma ISO 11801 para fibra óptica, en la cual consta OM1, OM2, OM3 y OM4. (OM, multimodo óptico).



Parámetros	Unidad	Monomodo	Multimodo OM1	Multimodo OM2	Multimodo OM3	Multimodo OM4
Núcleo	um	Approx 9	62.5	50	50	50
Longitud de Onda de Operación	nm	1310/1550	850/1300	850/1300	850/1300	850/1300
Atenuación	dB/km	0.4/0.3	3.4/1.0	3.0/1.0 dB	3.0/1.0	3.0/1.0
Distancia de Operación	Serial 10G Ethernet Distance (m)	-	550	750	1000	1100
	Serial 10G Ethernet Distance (m)	40000m 1550nm	33	150	300	550
Fuente	Tipo	Lasers	LED	VCSEL	VCSEL	VCSEL

Figura 13. Clasificación de fibra óptica monomodo y multimodo según la Norma ISO 11801

Tomado de Narváez, 2013.

- **Transmisión sin cable**

Radiofrecuencia

La creciente demanda de dispositivos móviles y telemandos sencillos, ha dado paso a la introducción de las radiofrecuencias como medio de transmisión en viviendas y edificios.

En un principio, puede parecer un medio idóneo para controlar a distancia los sistemas inmóticos. Sin embargo, presenta sensibilidad a perturbaciones electromagnéticas que pueden ser originadas por otros medios de transmisión.

Ejemplos tecnologías inalámbricas basadas en radiofrecuencia:

- Wi-fi
- Zigbee
- RFID
- Bluetooth

Infrarrojo

El uso de este medio de transmisión está extendido ampliamente en áreas residenciales con el propósito de control equipos multimedia. Habitualmente se usa en pequeños dispositivos de mandos a corta distancia dentro de edificios; por lo cual se está usando cada vez menos debido a sus limitaciones y por el desarrollo de tecnologías inalámbricas con mejores prestaciones.

La comunicación infrarroja se origina entre un diodo emisor de luz que trabaja en una banda de IR, sobre la cual es superpuesta una señal modulada convenientemente con información de control, y un fotodiodo receptor cuya función es obtener la información de control de la señal recibida.

Este medio es inmune a interferencias electromagnéticas producidas por otros medios de transmisión, equipos electrodomésticos ciertos dispositivos de iluminación que producen cierta ración de IR. Sin embargo, dichas interferencias pueden afectar a los dispositivos optoelectrónicos (fotodiodo receptor y diodo emisor)

2.1.4 Protocolo de Comunicación

Los protocolos de comunicación son una serie de normativas que usan los diferentes equipos de control para gestionar el intercambio de información a través de mensajes de mutuo entendimiento.

Actualmente se puede definir dos tipos de protocolos de comunicación según su estandarización.

- **Protocolos Proprietarios:** Son desarrollados por una compañía en específico, y sus productos solo pueden comunicarse con otros productos de dicha compañía. Suelen presentar soluciones más económicas que las de protocolo estándar. Como desventaja se encuentra la vida útil de los sistemas inmóticos, ya que depende de la

vida de la empresa y por consecuencia afectando en el momento de requerir un soporte técnico.

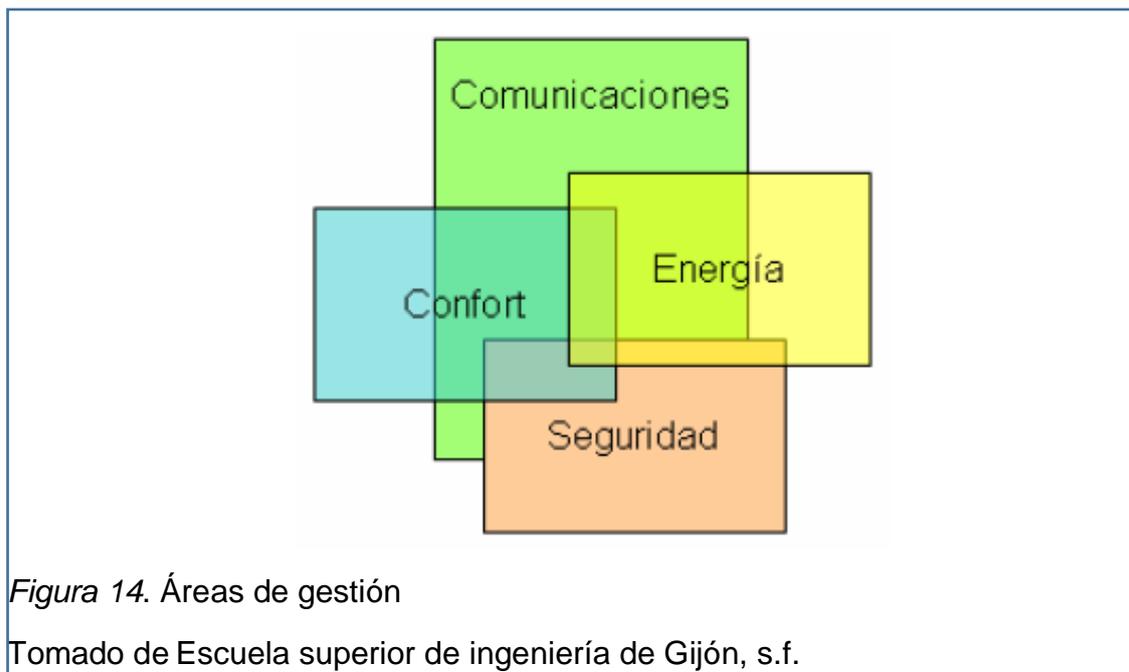
Cabe mencionar que algunos sistemas con protocolos propietarios pueden comunicarse con otros sistemas ya sean propietarios o estándar mediante IP, RS-232 o una pasarela (Gateway).

- **Abierto:** Son aquellos que poseen características de acceso libre, tanto para usuarios como para empresas, los cuales pueden tener acceso a la suficiente información para su implementación.
- **Protocolos Estándar:** Son protocolos abiertos desarrollados por varias organizaciones o compañías con el fin de establecer criterios comunes y desarrollar elementos compatibles entre diversas marcas fabricantes. Un protocolo abierto se ha convertido en un estándar, cuando un organismo normalizador aprueba que se cumplen una serie de normas, es en ese momento que se denomina que es un protocolo normalizado.

Una ventaja que se presenta al momento de utilizar un protocolo de este tipo, es que se puede tener una gama más amplia de productos entre fabricantes; por otro lado puede aplicarse una arquitectura escalable. Una desventaja es que puede ser una solución costosa.

2.1.5 Integración de sistemas

En un edificio existen distintas áreas que se pueden administrar según las líneas generales basadas en parámetros técnicos. Muchas funciones que conforman al sistema de control se relacionan en menor o mayor medida en las áreas de gestión, por ello se representan con el grado de interacción que existe entre las mismas.



A estas áreas se las suele conocer como aplicaciones o servicios, las cuales se pueden clasificar en cuatro grandes áreas: gestión de energía, gestión de seguridad, gestión de confort y gestión de comunicaciones.

2.1.5.1 Áreas de Gestión

Según la Escuela Superior de Ingeniería de Gijón. (s.f. pp. 8 -13) se establece lo siguiente sobre las Áreas de Gestión:

- **Gestión de Energía**

La gestión sobre esta área es de vital importancia en el tema de automatización de viviendas y edificios, debido a que se concentra en el ahorro energético, lo cual se obtiene a través de la eficiencia en el funcionamiento de recursos.

Para obtener resultados óptimos, se debe tener las siguientes funciones de gestión:

- Zonificación y programación de sistemas de aire acondicionado y calefacción

- Prioridad en conexión de cargas y desconexión de equipos de baja prioridad según consumo eléctrico en un momento dado.
- Uso de sistemas de acumulación de carga.
- Detección de apertura de puertas y ventanas.
- Control de iluminación por medio de zonas de encendido y apagado de luminarias interiores y exteriores, dependiendo el grado de intensidad luminosa, detección de presencia, etc.

Parámetros en gestión de energía

Un sistema de control de energía posee funciones que se puede clasificar en cinco categorías:

- Regulación: Conservar un consumo regulado en función de un valor precedente.
- Programar: Modificar el nivel de un valor precedente, en función del tiempo.
- Optimización: Elaborar el diseño con el objetivo de obtener el mejor resultado de funcionamiento y asegurar el menor costo.
- Desconexión: En el caso que el uso de un equipo no sea necesario en cierto momento, y con ello evitar sobre costo.
- Seguridad: Acciones de intervención para evitar daños e inconvenientes.

- **Gestión de seguridad**

La seguridad es una de las áreas más importantes dentro de las instalaciones de un edificio, ya que cubre sistemas que están destinados a prevenir intrusión y al funcionamiento de alarmas técnicas que corresponden a incidentes derivados a la falla de algunos de los sistemas que se incluyen en los edificios.

Se puede establecer una descripción en los siguientes campos de esta área de seguridad:

- Control de intrusión.- La necesidad de un sistema que prevea la presencia de personas no deseadas, hace que sea necesario la instalación de este tipo de control, que aporte soluciones eficaces.

Los sistemas inmóticos ofrecen aplicaciones que no solo cubren la gestión de alarmas, sino también la conexión con el resto del sistema para conocer en cada momento en estado de la instalación y tener información tanto de forma remota como local.

- Alarma contra incendios.- En edificios modernos es imprescindible tener la instalación de un sistema contra incendios. En este caso de aplicación de un sistema Inmótico, la central de incendios no solo realizara una detección fuego/humo, sino también tendrá acción sobre los siguientes aspectos:
 - Ejecución de funcionamiento de alarmas, tanto visuales como sonoras
 - Notificaciones a servicios de emergencia
 - Cierre puertas y elementos por zonas, para evitar la propagación de humo/fuego
 - Corte del suministro de energía eléctrica.
 - Acción de movimiento de ascensores a la planta baja.
- Alarmas técnicas.- Otras aplicaciones en este campo se pueden presentar en base a eventos como inundaciones, escapes de gas o fallo en el suministro eléctrico. En el caso de detectar una alarma, el sistema debe actuar en consecuencia cortando el funcionamiento de válvulas correspondientes y generar un aviso a los usuarios, ya sea por medio de

aplicaciones por control a distancia o por métodos como: señalización acústica, luminosa, telefónica, etc.

- **Gestión de confort**

En un edificio, entre las especificaciones que solicitan mayor demanda, se encuentran una serie de comodidades que son proporcionadas por la gestión del confort y la calidad de vida que este nos proporciona. Sin embargo, servicios y aplicaciones como calefacción y aire acondicionado, son los mayores consumidores de energía.

A continuación se tomarán como referencia algunas instalaciones que se encuentran dentro de la gestión de confort.

- Iluminación.- El sistema de control de iluminación debe formar una gestión integral para obviar gastos operativos innecesarios. Esto se aplica tanto para la iluminación esencial para procesos productivos como para aplicaciones ornamentales.

De esta manera se cubre necesidades de usuarios, pero a su vez se obtiene el consumo energético más eficiente.

- Uso de Radiofrecuencia e Infrarrojos.
A través de dispositivos de radiofrecuencia (RF) o infrarrojos (IR), se obtiene control de la instalación con mandos que actúan sobre la iluminación sin necesidad de accionar un interruptor manualmente.
- Escenas de luz
Por medio de programación en el sistema de iluminación, son adaptadas las escenas de luz, que cumplen con el objetivo de seccionar el uso de luz por zonas o sectores

que se pueden determinar para obtener rendimiento óptimo en base a situaciones o circunstancias definidas por los usuarios.

- Influencia de factores externos en iluminación

El control de la iluminación puede accionarse ante eventos como pueden ser:

- ❖ Alarmas técnicas
- ❖ Programación horaria
- ❖ Detectores de presencia
- ❖ Detectores de intensidad luminosa

- Climatización.- Este es uno de los factores con más influencia sobre el bienestar de las personas que ocupan un edificio. Este puede ser el caso importante como salud, actitud y rendimiento laboral.

En los sistemas de control orientados a esta área se encuentran funciones como la ventilación hidrorregulable, la cual permite mayor regulación de humedad y mejorar la salubridad.

Se puede configurar un servicio de encendido/apagado por horarios, según detectores de presencia. Además, se puede dividir por zonas según se desee la activación del sistema de climatización.

- Sistemas multimedia.- Actualmente las instalaciones multimedia son parte fundamental a considerar dentro de edificios, ya sea para salas de conferencia, aulas, centros de control y operaciones, hoteles, lugares de entretenimiento, etc. Por esta razón se han desarrollado sistemas multimedia que

cubren con amplios requerimientos según las necesidades de los usuarios.

Por medio de la integración de los sistemas multimedia con el sistema de gestión del edificio principal, se logra obtener interacción con los demás sistemas.

Como ejemplos de dicha interacción entre los sistemas se tiene:

- ❖ Acción sobre iluminación, proyector y persianas en caso de utilizar en una conferencia o presentación
- ❖ Climatización e iluminación programada para adecuarse en una conferencia, sala audiovisual o aula de clase.

- **Gestión de la comunicación**

La gestión de la comunicación, o también llamada gestión técnica de la información, es la responsable de recolectar, transportar, almacenar, procesar y difundir información.

Partiendo de este proceso que compone la gestión de la comunicación es necesario tener la infraestructura de comunicaciones adecuada siguiendo especificaciones de normas para su correcto funcionamiento. Y en consecuencia tener acceso al monitoreo y control del sistema Inmótico a través de la red de datos del edificio (LAN) desde de cuarto principal de control a través de los protocolos de comunicación adecuados, de igual manera por medio de dispositivos inalámbricos que se pueden conectar al sistema de gestión técnica del edificio utilizando equipos de radiofrecuencia (Routers, APs) o desde la conexión a Internet.

2.2 Tecnologías de Control para edificios inteligentes

Según la Escuela Superior de Ingeniería de Gijón. (s.f. pp. 26) menciona que debido al desarrollo a nivel internacional de los sistemas de gestión técnica de los edificios (GTE), ha sido necesaria la implementación de estándares para definir normativas para el desarrollo de los elementos de los sistemas de control.

A continuación se hará una descripción de algunos de los estándares más representativos para la automatización de edificios asociados a fabricantes de sistemas abiertos y propietarios.

2.2.1 KNX

El estándar KNX (KONNEX) está basado en la tecnología desarrollada por tres asociaciones europeas:

EIBA (European Installation Bus Association)

BCI (Batibus Club International)

EHSA (European Home System Association)

El aporte de estas tres asociaciones se realizó con el fin de establecer un único estándar europeo para el desarrollo de la automatización Inmótica y Domótica.

El objetivo principal de KNX es transferir información de todos los elementos de gestión de edificios de forma que se eliminen los problemas que ocurren al tener sistemas con dispositivos aislados, de tal manera que se aseguren que todos los elementos se comuniquen por medio de un lenguaje común.

2.2.1.1 Características destacadas

Núñez, A. (2011, pp. 19) establece las siguientes características:

KNX es un Estándar aprobado por las siguientes normativas internacionales:

- Estándar internacional. ISO/IEC 14543-3
- Estándar europeo. CENELEC EN50090, CEN EN13321-1 y EN1332-2(KNXnet/IP)
- Estándar Chino. GB/Z 20965
- Estándar ANSI/ASHRAE (135)

Se presenta una arquitectura descentralizada en la que no existe un módulo central que administra toda la instalación, siendo así que cada elemento es independiente. En el momento de avería o necesitar mantenimiento, lo demás elementos del sistema seguirán en funcionamiento.

En el caso de falla en el suministro eléctrico, se puede garantizar el funcionamiento del sistema debido a que los elementos reciben alimentación eléctrica desde la fuente con batería de emergencia del bus.

Desde el punto de vista de seguridad, existe una prevención contra siniestros como incendios y accidentes contra niños, ya que se transmite a través del BUS únicamente 24 Vdc.

La Asociación KNX ha desarrollado un único software llamado ETS (Engineering Tool Software), que sirve para el diseño y parametrización de instalaciones. Este software es independiente de los fabricantes, por lo que permite realizar uniones lógicas y configurar los productos certificados KNX.

La sencilla integración de nuevos elementos al BUS permite aumentar funciones a controlar, añadir prestaciones, y la extensión de zonas de control sin necesidad de grandes infraestructuras ni costos de inversión elevados.

2.2.1.2 Medios de Trasmisión

Por otra parte Núñez, A. (2011, pp. 24-24) menciona que debido a que la tecnología KNX presenta flexibilidad, puede ser utilizada a través de varios medios de transmisión, los cuales se pueden adaptar a nuevas necesidades. Incluso utilizando un “Acoplador de medios” se puede unir varios de ellos.

Los medio de trasmisión utilizados por KNX son:

- Par Trenzado: KNX TP-1, definido así por Twisted Pair y el numero 1 porque ha sido tomado del EIB (European Installation Bus). Este es un medio que se utiliza para instalaciones nuevas o reformas grandes con un nivel máximo de fiabilidad en la trasmisión. Permite una velocidad de transmisión de 9600 bits/ segundo. Dependiendo de los datos que se desee transmitir por este medio, esta velocidad puede aplicarse para ejecutar órdenes.

- Línea de Energía Eléctrica: KNX PL110, proviene de Power Lines y 110 tomado del EIB. Se Utiliza en el caso que no se desee una instalación de un cable de control. Pero se requiere un cable de 230Vac, y es necesario un conductor neutro. Posee una velocidad de transmisión de 1200 bits/segundo
- Radio Frecuencia (RF): KNX RF, utilizado en instalación donde no se desea cableado bus o eléctrico. Las señales son transmitidas en base a una frecuencia de 868MHZ, siendo este el caso de dispositivos de corto alcance, con una velocidad de transmisión de 16384bits/segundo.
- Internet Protocol (IP): KNX IP, se utiliza a través de transmisión por TCP/IP en las diferentes categorías de cableado Cat5, Cat6, Cat7, etc.

Además de estos cuatro medios de transmisión, también son considerados en las instalaciones medios como infrarrojos (IR), y gateways o pasarelas que sirven para conexiones con otros medios como la Fibra Óptica.

2.2.1.3 Topología

La topología que más se usa casi en un 100% de una instalación es la TP1. Los elementos pueden adoptar cualquier tipo de topología de bus que no permita un lazo o bucle cerrado, es decir, la topología de anillo no se usa.

Según la topología KNX/EIB detallada por Núñez, A. (2011, pp. 29-37), el bus de comunicaciones está compuesto por líneas y áreas obteniendo una forma similar a una pirámide

- El nivel más alto de la pirámide es la línea de áreas, conocida también como backbone, la cual se compone de un máximo de 15 áreas conectadas a ella mediante acopladores de área (AA).
- Cada una de las áreas está compuesta de una línea principal de la que pueden conectarse hasta 15 líneas mediante acopladores de línea (AL).

- De igual forma cada línea se compone por un máximo de 4 segmentos de línea conocidos como la unidad más pequeña del bus de comunicaciones. Estos segmentos de línea tienen una longitud máxima de 1000 metros, se interconectar mediante repetidores o amplificadores de línea (AML).
- Cada línea principal (backbone), línea o segmento de línea puede contener un máximo de 64 elementos de bus dependiendo de la fuente de alimentación seleccionada, de los acopladores de área/línea y del consumo de los mismos.

El número real de elementos de bus conectados depende de la fuente de alimentación seleccionada y del consumo de cada elemento individual.

Se pueden conectar al sistema bus un máximo de 57.484 elementos de bus, máximo de 915 repetidores o acopladores de línea/área, en un máximo de 15 áreas funcionales.

- 49 Elementos de bus en la línea de áreas backbone.
- 15 acopladores de área en la línea de áreas backbone.
- 49 elementos de bus en cada línea principal.
- 15 acopladores de línea en cada línea principal.
- 3 repetidores o amplificadores de línea en cada línea.
- 252 dispositivos de bus en cada línea.

En caso que se usen acopladores IP, por ejemplo en la línea principal de áreas, estas cantidades mencionadas se podrían incrementar sin un límite ya que no habría limitaciones por el protocolo KNX/EIB.

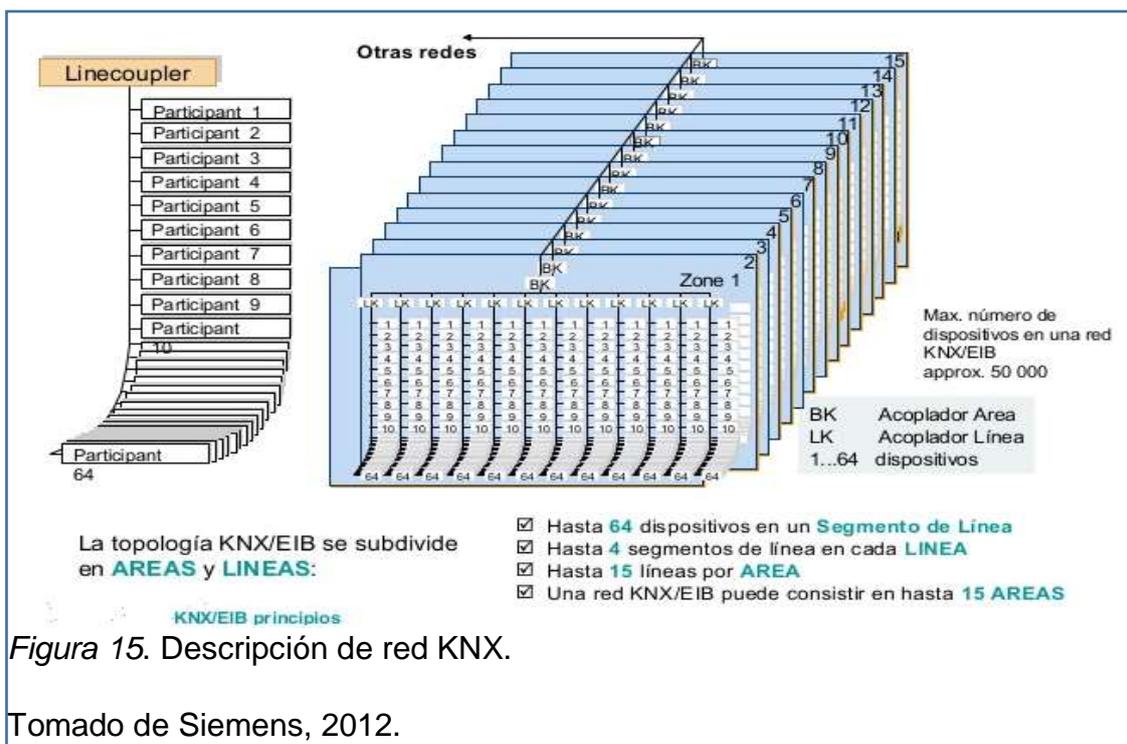


Figura 15. Descripción de red KNX.

Tomado de Siemens, 2012.

2.2.1.4 Elementos destacados del sistema KNX

Dispositivo KNX/ EIB

Como lo explica Núñez, A. (2011, pp. 111-114) los elementos KNX/EIB, ya sean actuadores binarios o para control de movimiento, reguladores de volumen, termostatos, etc., se componen principalmente de tres partes que obligatoriamente deben ser del mismo fabricante para el correcto funcionamiento:

- BCU (Bus Coupling Unit): Unidad de acoplamiento al bus, la cual a su vez se compone de dos partes fundamentales para su funcionamiento como unidad de control.
 - BCC (Bus Coupling Controller): Controlador de acoplamiento al bus. Compuesta por tres tipos de memorias.
 - ROM
 - RAM
 - EEPROM
 - Transceiver: Modulo de transmisión correspondiente al medio de conexión.

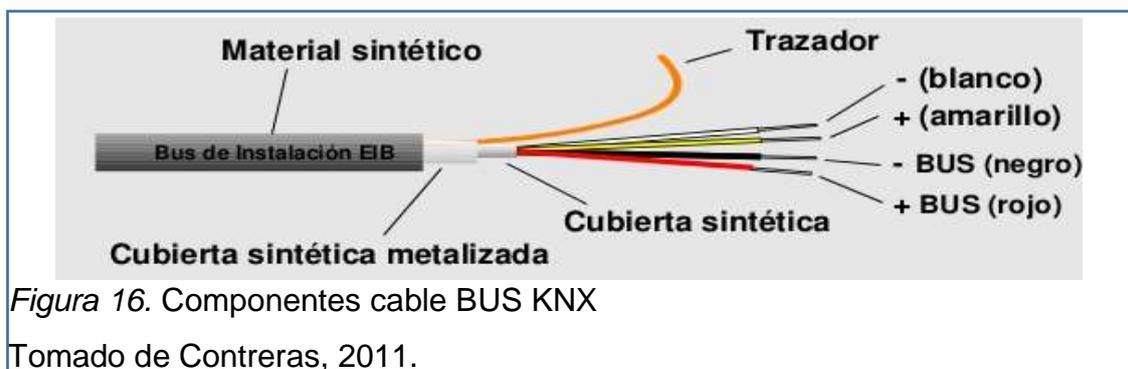
- MA: Modulo de aplicación.
- PA: Programa de aplicación.

Cable BUS

En instalaciones con diseños KNX/EIB TP1 existen dos tipos de cable de bus:

- YCYME2x2x0.8.- Son usados en instalaciones fijas con empotrado de conductos o fijas con montaje superficial. Pueden ser utilizados en lugares mojados, húmedos o secos, tanto en exterior como en interior siempre que se encuentren protegidos contra radiaciones directas de sol.
- I-Y (St) Y2x2x0.8 VDE0815. - Usados en instalaciones fijas con empotrado en conductos y solo en áreas interiores.

El cable bus KNX/EIB está compuesto por dos pares trenzados, apantallados con tira estrecha con terminal de descarga, con diámetro de 0.8mm y un número mínimo de 5 vueltas por metro.



Pasarelas o gateways.

Los diferentes tipos de medios de transmisión que utilizan los sistemas KNX/EIB (TP1, PL110, RF e IP) pueden comunicar los datos o telegramas a través de un proceso de conversión que lo realiza un acoplador de medios llamado Gateway o Pasarela.

Los gateways permiten que exista comunicación de datos como en el caso de protocolo bus KNX/EIB TP1 con internet o con otros medio de transmisión como la fibra óptica. También se puede encontrar pasarelas hacia sistemas propietarios, los cuales también pueden conseguir una integración utilizando los

mejor sistemas o protocolos para cada aplicación, como en casos de edificios con diferentes sistemas de control integrados y por lo tanto monitoreados y controlados desde un único software.

Algunos de los sistemas propietarios integrables pueden ser:

- Sistemas bidireccionales especializados en multimedia y acceso a servidores e este tipo junto con pantallas táctiles del alta calidad, entre otros cabe destacar: Crestron, AMX, Opus, etc.
- Sistemas bidireccionales con inconvenientes y ventajas según las aplicaciones: LON, ModBus, etc.
- Sistemas con comunicación unidireccional, como por ejemplo interfaces de comunicación de Apple, URC, PRONTO, etc., sin embargo, pueden ser también bidireccionales dependiendo la forma de comunicación como IP, RS232 o IR.

La conexión del acoplador de bus del elemento Gateway del protocolo o sistema X al KNX/EIB TP1 en la línea de Backbone o en el caso de existir solo un área, se conecta en la línea principal.

2.2.1.5 Herramienta de software

Núñez, A. (2011, pp. 46-48) menciona que el diseño y la ejecución de un sistema KNX/EIB se realiza por medio del software de programación ETS que permite programar los diferentes elementos de bus y además permite efectuar tareas de planificación y mantenimiento de la instalación. La conexión entre el sistema y la PC solo es necesaria durante la programación y puesta en marcha de la instalación, no siendo necesario para el funcionamiento normal del sistema.

La versión más reciente es la ETS5 Professional, la cual ofrece las siguientes funciones mejoradas a versiones anteriores:

- Planificación y diseño de proyectos
- Puesta en marcha

- Documentación del proyecto
- Diagnóstico y solución de problemas

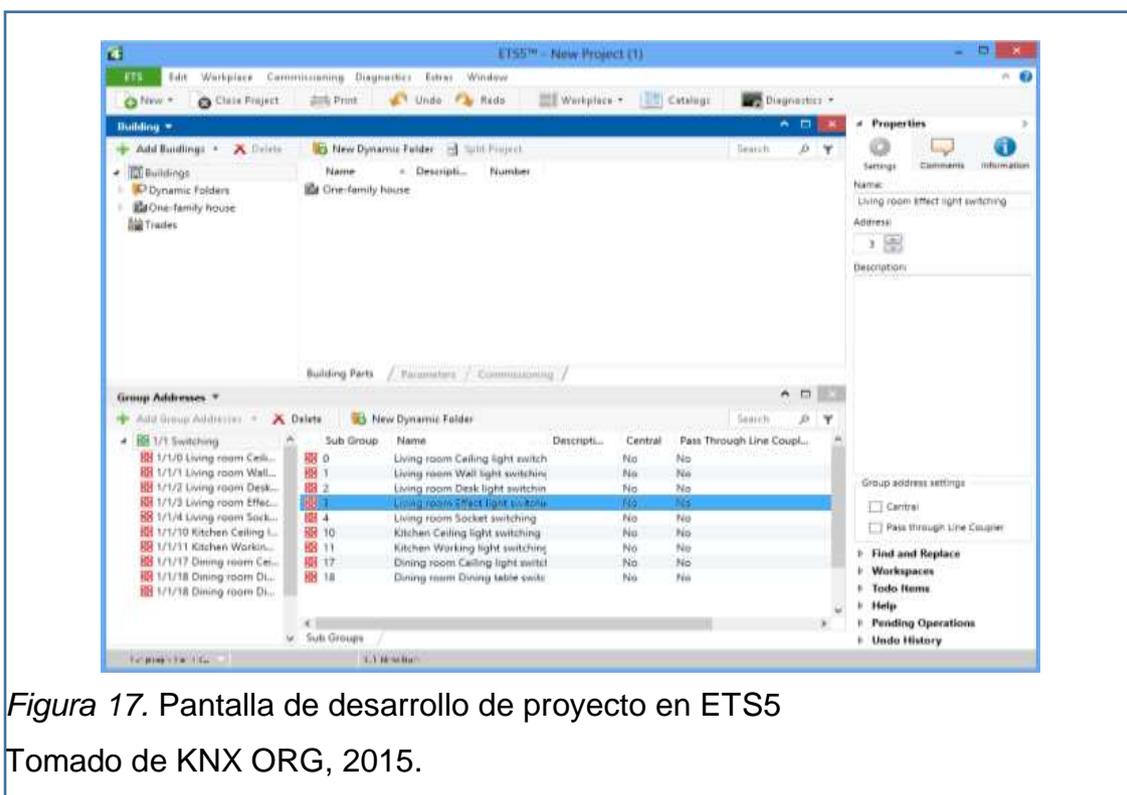


Figura 17. Pantalla de desarrollo de proyecto en ETS5
Tomado de KNX ORG, 2015.

2.2.1.6 Empresas fabricantes KNX

- ABB Schweiz Ltd.
- Bosch Thermotechnik GmbH
- Bticino s.p.a
- Control4 EMEA Limited
- CYTEL Technology AG
- Delta Dore S.A.
- EnOcean GmbH
- Extron Electronics
- Legrand S.A
- Lutron Electronics Co., Inc.
- Schneider Electric Industries S.A.
- Siemens AG
- Zennio Avance y Tecnologia

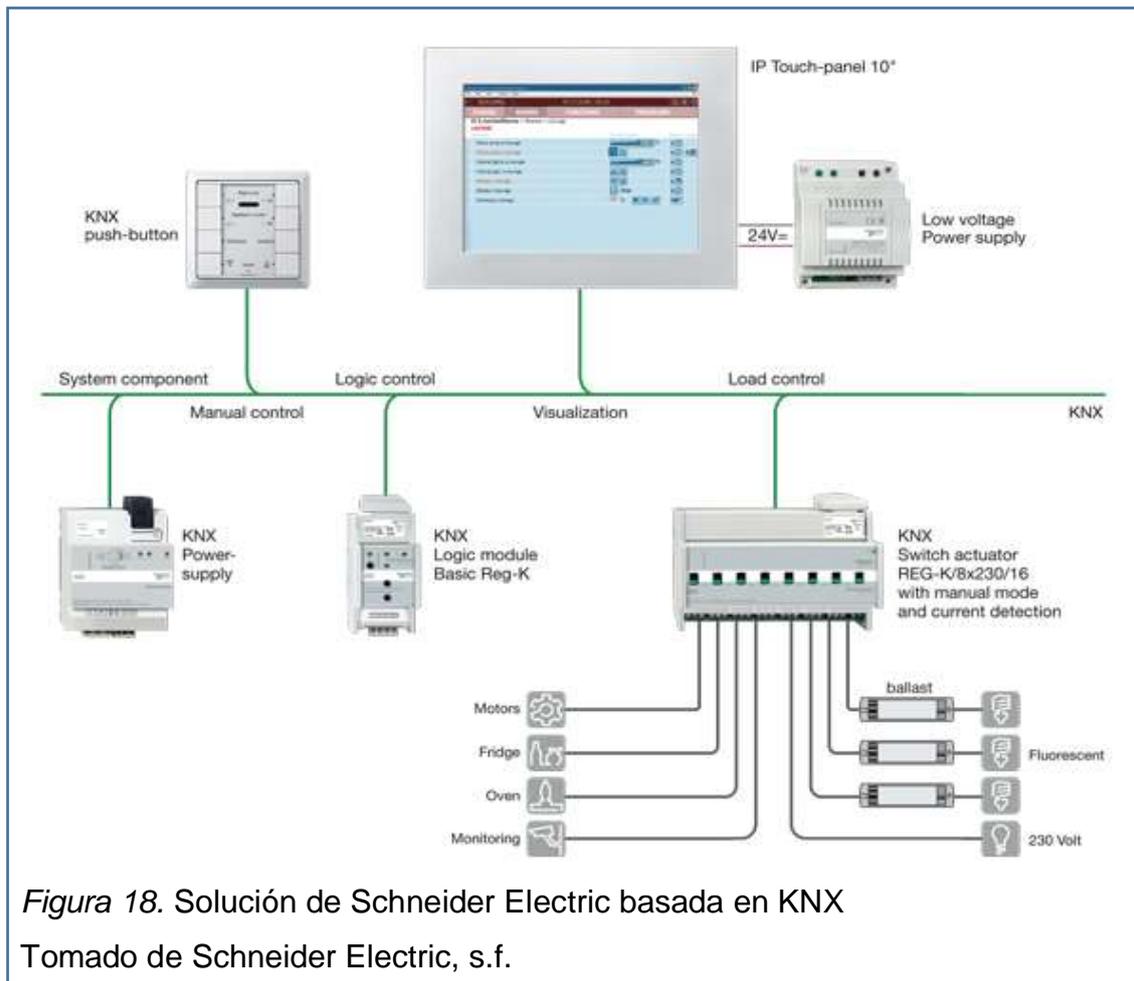


Figura 18. Solución de Schneider Electric basada en KNX
Tomado de Schneider Electric, s.f.

2.2.2 LONWORKS

Romero, C., Vázquez, J. y De Castro, C. (2010, pp. 209-210) describen que la compañía Echelon desarrolló la tecnología LonWorks, la cual posee una arquitectura abierta, formando un sistema de control distribuido basado en un conjunto de dispositivos inteligentes llamados nodos, interconectados independientemente entre sí.

Todos los nodos LonWorks, están desarrollados en base a un microcontrolador especial llamado Neuron Chip, el cual posee tres procesadores dos para comunicación y uno para aplicación.

El firmware implementa el protocolo LonTalk (ANSI/EIA 709) y es programado con el lenguaje Neuron C, basado en el estándar ANSI C.

La comunicación se realiza por medio de intercambio de paquetes de datos. Cada elemento posee un identificador único o dirección física y analiza que son recibidos para determinar si son correspondientes a su dirección. La comunicación se realiza a través de telegramas los cuales contienen la dirección de destino, información para routing, datos de control al igual que los datos de la aplicación del usuario y un checksum como código detector de errores. Cada elemento tiene un transceptor para la conexión física a la red.

La plataforma LonWorks define independencia ante medio de transmisión, es decir que puede funcionar sobre RS-485 optoaislado acoplado a cable coaxial o a par trenzado con un transformador, sobre corrientes portadoras, fibra óptica e incluso radio.

Los objetivos principales de esta tecnología son:

- Flexibilidad y estandarización.
- Interoperabilidad entre fabricantes.
- Compatibilidad entre sistemas.
- Flexibilidad a bajo costo.

2.2.2.1 Elementos de sistemas LonWorks.

Neuron Chip.

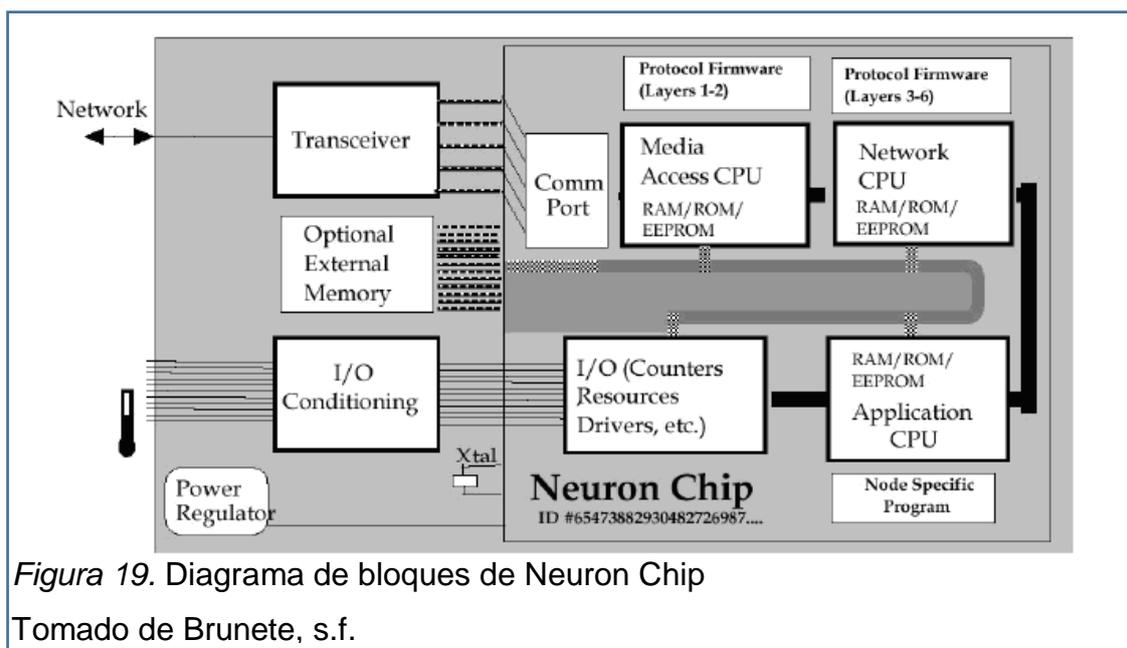
Romero, C., Vázquez, J. y De Castro, C. (2010, pp. 211-218) explican que los nodos LonWorks están compuesto por un software que se implementa en un microcontrolador llamados Neuron Chip (NC), el cual es elemento principal de todos los nodos de red, siendo responsable del procesamiento de comunicación e intercambio de información. Este microcontrolador utiliza un transceiver para recibir y enviar información a través de la red implementando la interfaz de comunicación entre el medio físico y el Neuron Chip.

- Componentes internos.

Durante el proceso de fabricación es asignado un ID único de 48 bits a cada NC. Además el Neuron Chip incluye una memoria solo de lectura (ROM), una memoria de lectura y escritura (RAM) y una memoria de lectura de borrado y programado eléctrico (EEPROM). Tiene once pines de E/S bidireccionales, dos contadores/timers de 16 bits de bajo consumo.

El NC es un circuito integrado que posee tres unidades centrales de procesamiento (CPU's):

- Media Access CPU, responsable del manejo de la entrada/salida de información por medio del puerto de comunicaciones.
- Network CPU, realiza gestión de datos del protocolo, temporización, y subrutinas para funcionamiento de E/S de aplicaciones
- Application CPU, realiza la ejecución del programa de aplicación, el cual se puede descargar a través del puerto de comunicación o por una memoria externa opcional.



A través de los pines de E/S, cada nodo de red interactúa con elementos como actuadores o sensores. Asimismo, el nodo se conecta a la red por medio de un transceiver que varía según el medio de transmisión utilizado, de esta forma es que se establece la comunicación entre el medio físico y el nodo.

Routers.

Los Routers son utilizados para la reducción de tráfico de la red, al tener el destino de los mensajes y direccionarlos correctamente. Físicamente conectan a dos canales, enviando mensajes de un canal a otro por medio del protocolo LonTalk. Se necesita una herramienta de gestión de red LonWorks para su configuración.

Internamente están compuestos por dos Neuron Chips y dos transceivers. Ambos NC se comunican por medio de su puerto de aplicación. En cada NC se ejecuta una copia del firmware del router y los mensajes se transfieren de una canal a otro según las tablas de enrutamiento. El enrutamiento puede ser estático o dinámico.

Los Routers también pueden cumplir con la función de repetidores en el caso que se exceda la distancia entre nodos.

Terminaciones.

El uso de terminaciones no permite que sucedan eventos como interferencias y rebotes de señal. Existen dos tipos:

- Topología Libre. Compuesta de una única terminación de 52 ohmios de impedancia.
- Topología bus. Compuesta de dos terminaciones de 105 ohmios, ubicados en los extremos de la red.

Dependiendo el tipo de topología de una red, se colocan las varias terminaciones.

2.2.2.2 Medio de soporte y topología.

LonTalk trabaja de manera independiente del medio de trasmisión utilizado, de esta forma los nodos se pueden comunicar a través de cualquier medio de transporte físico. Un canal es un medio de comunicación específico al cual lo nodos se conectan utilizando los tranciverses específicos para cada canal. Cada canal presenta diferentes características en cuanto a número máximo de elementos conectados al canal, tasa de transferencia y máxima distancia física de transmisión.

Tabla 1. Características de los principales canales.

TIPO DE CANAL	MEDIO	VELOCIDAD	TRANCEIVER COMPATIBLE	NUM. MÁXIMO NODOS	DISTANCIA MÁXIMA
TP/FT 10	Par trenzado Topología libre o bus Línea de potencia.	78 Kbps	FTT-10 FTT-10A LPT-10	64 - 128	500m. topología libre 2.200m. topología bus.
TPP/XF-1250	Par trenzado Topología bus	1.25 Mbps	TPX-FX-1250	64	125m.
PL-20	Línea de potencia	5.4 Kbps	PLT-20 PLT-21 PLT-22	Dependiendo del entrono	Dependiendo del entrono
IP-10	LonWorks sobre IP	Dependiendo de la red IP	Dependiendo de la red IP	Dependiendo de la red IP	Dependiendo de la red IP

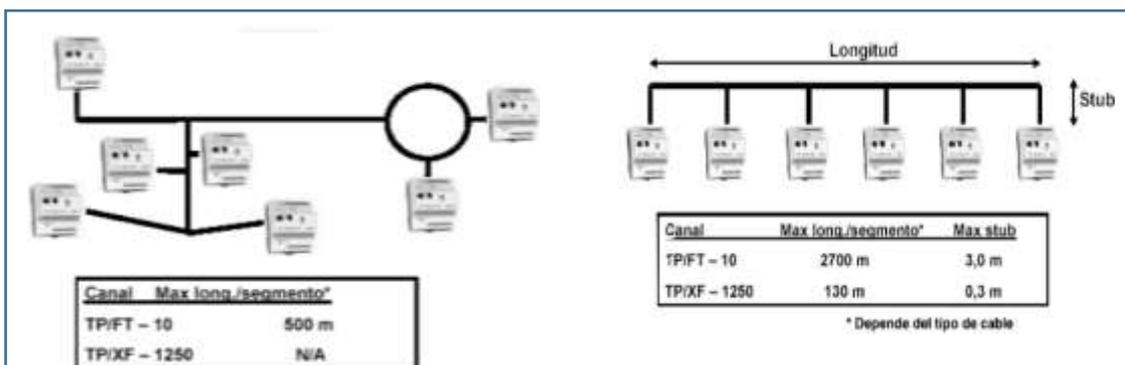


Figura 20. Topología de red. Medio soportado y longitud máxima
Tomado de Brunete, s.f.

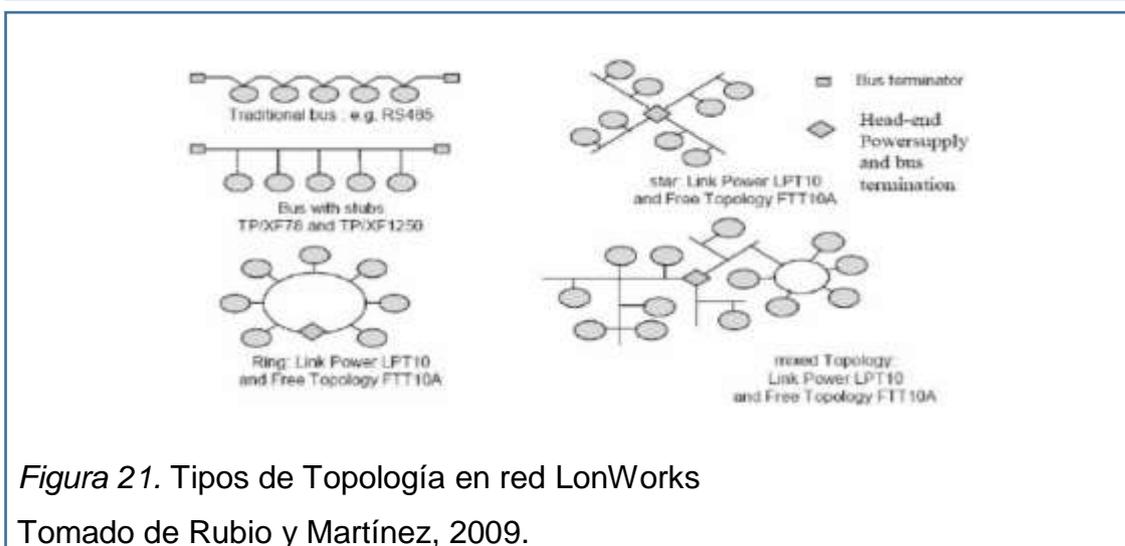


Figura 21. Tipos de Topología en red LonWorks
Tomado de Rubio y Martínez, 2009.

2.2.2.3 Protocolo LonTalk

Romero, C., Vázquez, J. y De Castro, C. (2010) definen a LonTalk como un protocolo de comunicación diseñado para la comunicación en las redes de control, este se encuentra integrado dentro del Neuron Chip, obteniendo así que todos los nodos de una red LonWorks lo posean. El protocolo está basado en la ejecución de las siete capas del modelo OSI.

LonTalk es un estándar aprobado por las siguientes normativas internacionales:

- ANSI/EIA 709.1
- CEN 14908
- IEEE
- ISO/IEC 14908
- SEMI
- AAR
- IFSSF

Todas las comunicaciones entre nodos se componen del intercambio de uno o más paquetes de datos. Cada nodo en la red analiza todos los paquetes transmitidos con el fin de determinar si alguno corresponde a su dirección. En el caso que corresponda, procede a determinar el contenido del mismo, si está compuesto por datos para el programa del nodo es un paquete de control de la red.

Direccionamiento.

Los tipos de direccionamiento del sistema LonWorks, son:

- Dirección Física. Cada nodo posee un único identificador de 48 bits llamado Neuron ID alojado en el Neuron chip durante su fabricación y sin posibilidad de ser borrado o modificado.
- Dirección del nodo. Una dirección particular es asignada a cada dispositivo cuando es instalado en la red. Las direcciones de nodo constan de tres componentes:
 - Identificación de dominio. Hace referencia a un conjunto de nodos que pueden interactuar. Permite agrupar a un máximo de 32.385 nodos. Si dos nodos desean intercambiar paquetes de datos, deben pertenecer a un mismo dominio.
 - Identificación de subred. Identifica un conjunto de 127 nodos dentro de un dominio. Se utiliza este tipo de agrupación en el caso que se requiera acceso simultáneo a varios nodos de un mismo tipo.
 - Identificación del nodo. Es la referencia individual que identifica a un nodo en una subred.
- Dirección de grupo. Es el conjunto lógico de nodos dentro de un mismo dominio. De forma contraria que una subred, los nodos se agrupan sin tener en cuenta su localización dentro del dominio. Se pueden incluir

todos los nodos de un dominio dentro de un grupo si es una comunicación sin reconocimiento, de lo contrario se verá limitado a un máximo de 64 nodos. Este tipo de direcciones se usa para reducir la cantidad de paquetes necesarios para el acceso a varios elementos.

- Dirección broadcast. Identifica a todos los nodos de una subred o de un dominio. Este método es el más eficiente para comunicar con muchos elementos para difundir un mensaje hacia todos ellos.

Cada mensaje transmitido sobre la red contiene la dirección del nodo que transmite y las direcciones de los nodos receptores, que puede ser su dirección física, la del nodo, la de grupo o la de broadcast.

Tabla 2. Cantidades máximas en una red LonWorks.

Límites del Sistema LonWorks	
Nodos en una subred.	127
Subredes en un dominio.	255
Nodos en un dominio.	32.385
Dominios en una red	2^{48}
Nodos en el sistema	$32.385 * 2^{48}$
Nodos en un grupo.	63 o sin limite
Grupos en un dominio.	255
Canales en una red.	Sin limite
Bytes en una variable de red.	31
Bytes en un mensaje.	228
Bytes en un fichero de datos.	2^{32}

2.2.2.4 Herramienta de software

Existen diversos software de programación para sistemas LonWorks desarrolladas tanto por Echelon como por distintas compañías. Las dos herramientas de programación más difundidas son:

LNS

LNS (LonWorks Network Service) es el sistema operativo de Red de LonWorks (LonWorks Network Operative System). Permite las siguientes funciones: trabajo conjunto entre aplicaciones, ejecución de aplicaciones en cualquier lugar ya sea de forma remota o local, monitoreo y control.

Echelon dispone de un conjunto de herramientas para el desarrollo de aplicaciones LNS, las cuales pueden instalar, mantener, conectar, monitorizar, y recuperar redes LonWorks. Además LNS dispone las siguientes herramientas:

- Asistente de plug-in de nodos LNS
- Servidor DDE LNS
- LonMaker
- LonManager
- Generador de licencias Software Echelon
- Kit de redistribución LNS

LonMaker

Es una herramienta de integración para el diseño instalación y mantenimiento de redes interoperables, abiertas y multiservidor. Combina una arquitectura cliente-servidor con una interfaz de usuario. LonMaker integra tres herramientas: una herramienta de diseño/ingeniería de interfaz gráfica, una herramienta de servicio e instalación gráfica y una herramienta de operaciones de red IHM (Interfaz Hombre/Maquina). También posee un entorno que facilita la comprobación de interfaces de los dispositivos.

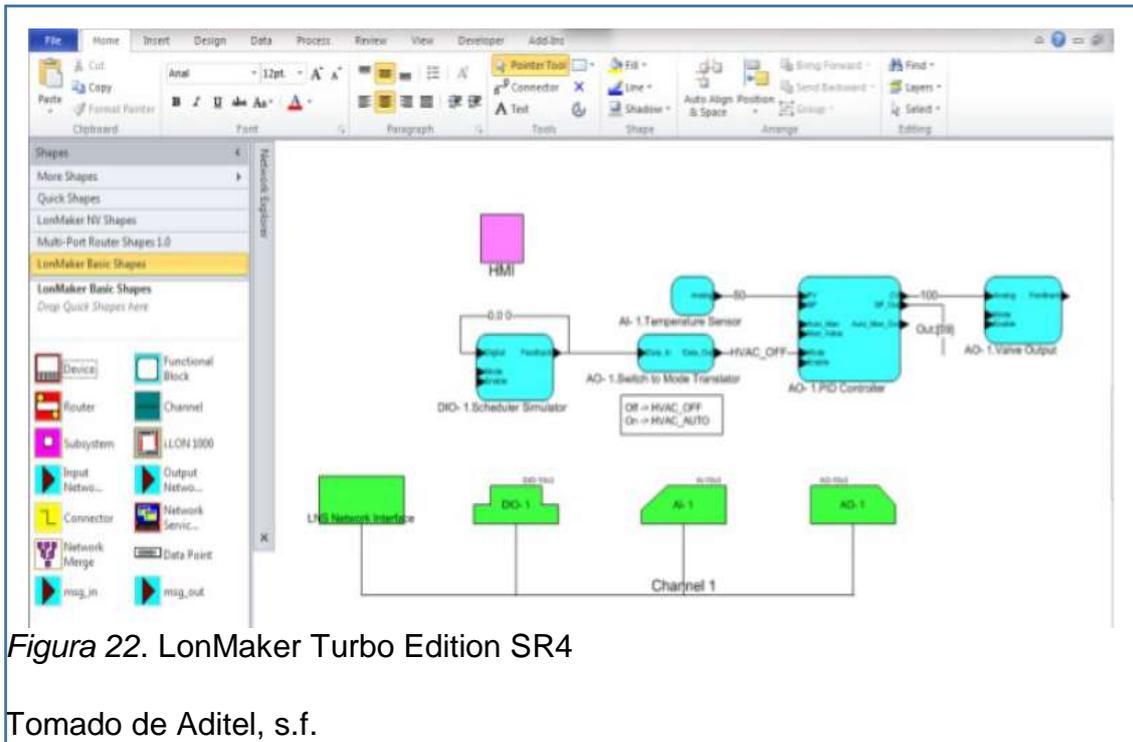
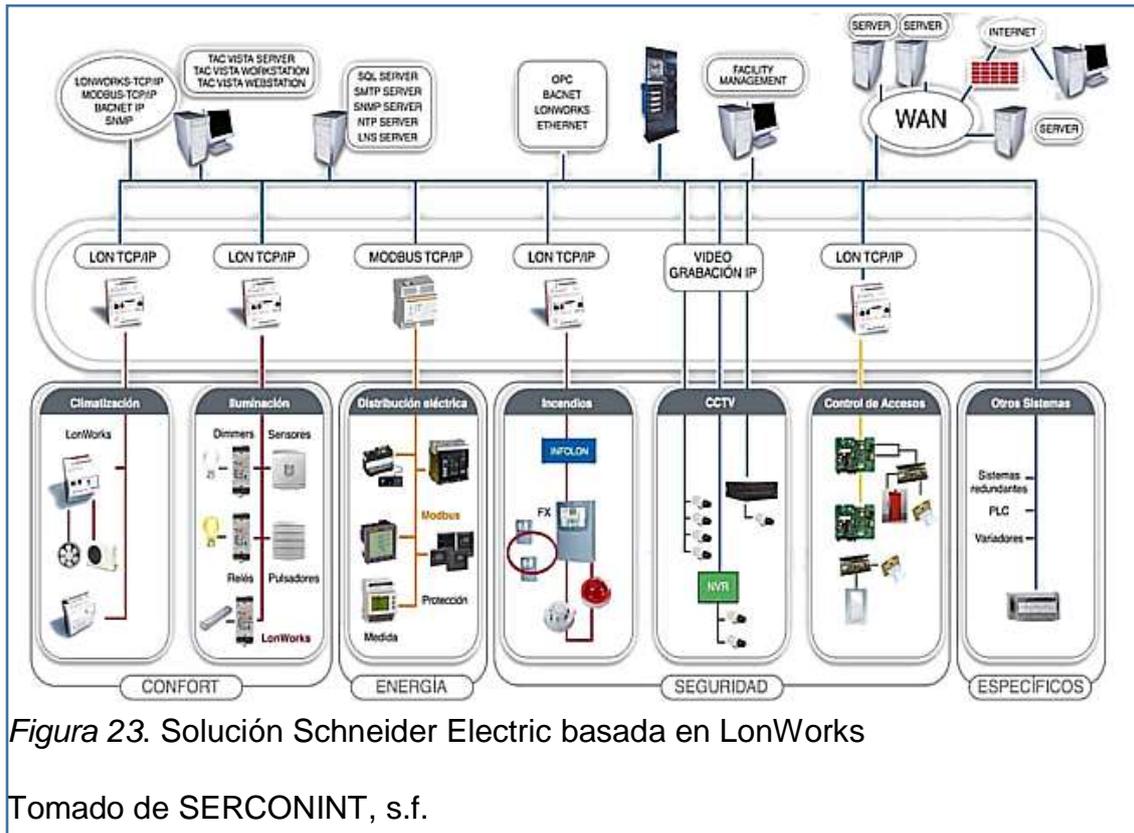


Figura 22. LonMaker Turbo Edition SR4

Tomado de Aditel, s.f.

2.2.2.5 Fabricantes LonWorks

- ABB
- Honeywell
- Siemens
- ISDE
- Schneider Electric
- Distech Controls
- Loytec
- LG
- OSRAM
- Simon
- Trane
- Viessmann



2.2.3 BACnet

La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) desarrolló el protocolo de comunicación para redes de Control y Automatización de edificios (Building Automation and Control Networking Protocol, BACnet), con el propósito de integrar las comunicaciones hacia una red de datos. Este protocolo abierto ha sido diseñado para el manejo de sistemas de automatización de edificios y sus aplicaciones en áreas de climatización, iluminación y control de fuego.

BACnet aplica un lenguaje común para cada dispositivo aplicando reglas estándar de comunicación.

2.2.3.1 Estandarización

- ISO 16484-5
- ANSI/ASHRAE 135.1

2.2.3.2 Estructura de comunicación

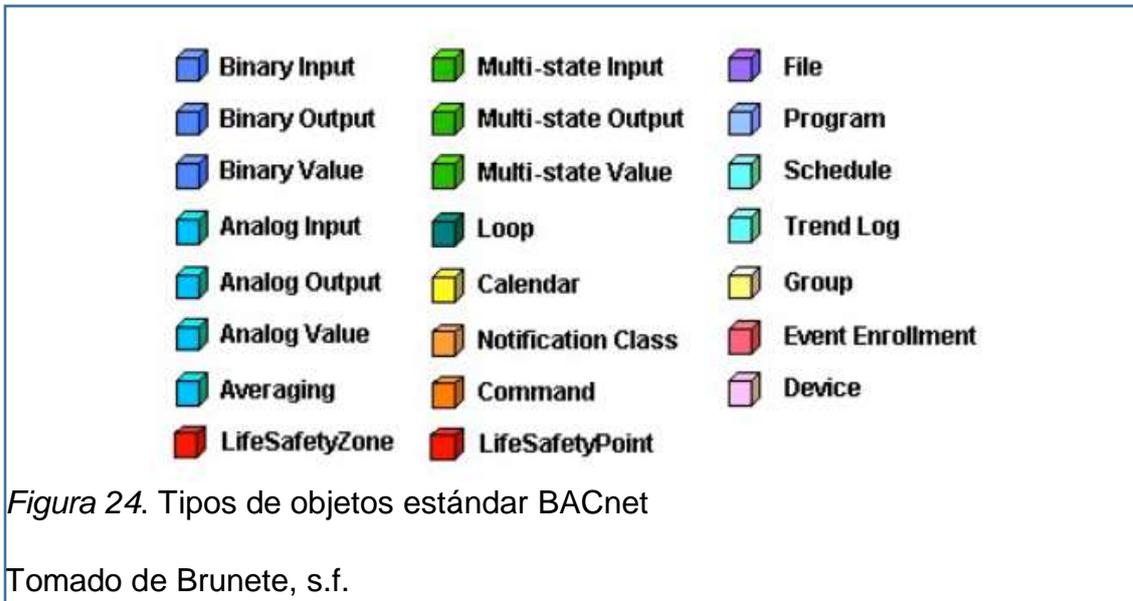
Como lo explica Brunete, A. (s.f., pp.5-12) los elementos de comunicación son:

Objetos

Los objetos son una colección de información con relación a una función específica que puede ser única y a la cual se tiene acceso por medio de una red estandarizada. Los objetos permiten establecer de forma organizada la información relativa a entradas y salidas físicas.

De igual manera los objetos pueden representar a puntos físicos específicos, o de forma grupal que cumplan con funciones establecidas.

Todos objetos BACnet brindan propiedades que describen su estado y control de su operación.



Dispositivo

Se define a un dispositivo BACnet como un conjunto de objetos con sus respectivas funciones presentes en un dispositivo real.

Servicios

BACnet posee un modelo “cliente-servidor” mediante los cuales se envían mensajes llamados “servicios”.

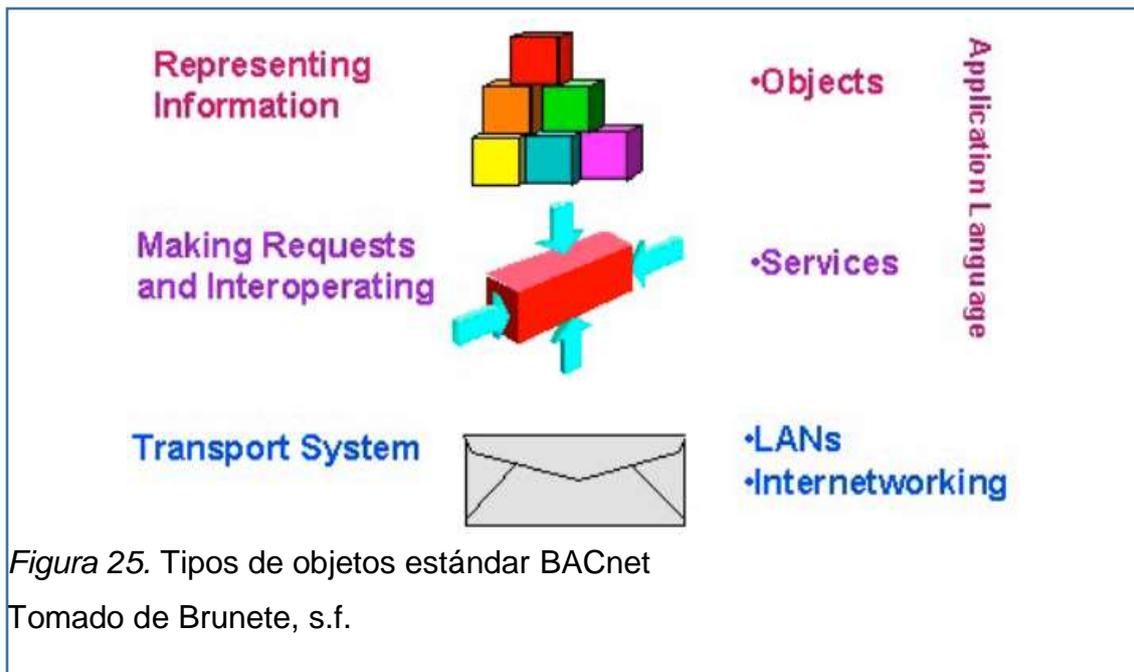
BACnet ha conseguido convertirse en un estándar debido a su desarrollo orientado a objetos. Esto quiere decir que BACnet cumple con las siguientes funciones:

- La relación entre elementos físicos: salidas y entradas digitales y analógicas, alarmas y lazos de control, programaciones.
- Modelización de elementos como objetos. Sistemas complejos que corresponden a un conjunto de objetos elementales con sus respectivas propiedades. Este modelo permite ser usado para cualquier aplicación. Por ejemplo un dispositivo de 16 entradas digitales puede representarse mediante 16 objetos de tipo “binary input”.

- Cada objeto es definido por una serie de propiedades. Ejemplo: tipo de sensor, límite de alarma, valor.
- Aplicar el atributo Identifier a cada objeto, siendo esta la propiedad más importante porque es la que permite que BACnet tenga acceso por medio de la red a este objeto.

Los servicios cumplen con la función de intercambio de información entre los sistemas BACnet y los objetos. El estándar define sus servicios en cinco categorías.

- De Eventos y Alarmas.
- De Acceso a ficheros.
- De Acceso a Objetos.
- Gestión remota de equipos.
- De terminal virtual.



2.2.3.3 Arquitectura

La organización BACnet, en conjunto con Swan, B. (s.f. pp. 1), definen que este protocolo puede usarse sobre distintos tipos de red LAN y WAN para la transmisión de información, incluyendo cualquier tipo de conexión de Ethernet y TCP/IP, convirtiéndose así en uno de los protocolos más desarrollados en las comunicaciones de datos en sistemas de control.

Para cubrir con la amplia gama de aplicaciones, dentro del protocolo BACnet se han incorporado varios tipos de red LAN utilizando tipos de redes ya existentes para cumplir requerimientos establecidos, y en los casos que no, se ha desarrollado sus propias redes de área local. En la siguiente tabla se describen los tipos de redes utilizadas por BACnet con características destacadas.

Tabla 3. Tipos de redes soportados en BACnet.

BACnet LAN	Estándar	Vel. Transmisión de datos	Tamaño paquete de datos	Costo
Ethernet	ISO/IEC 8802-3	10 A 100 Mbps	1515 bytes	Alto
BACnet/IP	ANSI/ASHRAE 135	10 A 100 Mbps	1515 bytes	Alto
ARCNET	ATA/ANSI 878.1	0.156 a 10 Mbps	501 bytes	Medio
MS / TP	ANSI/ASHRAE	9.6 a 78.4 Kbps	501 bytes	Bajo
LonTalk	n/A	4.8 a 1250 Kbps	228 bytes	Variado

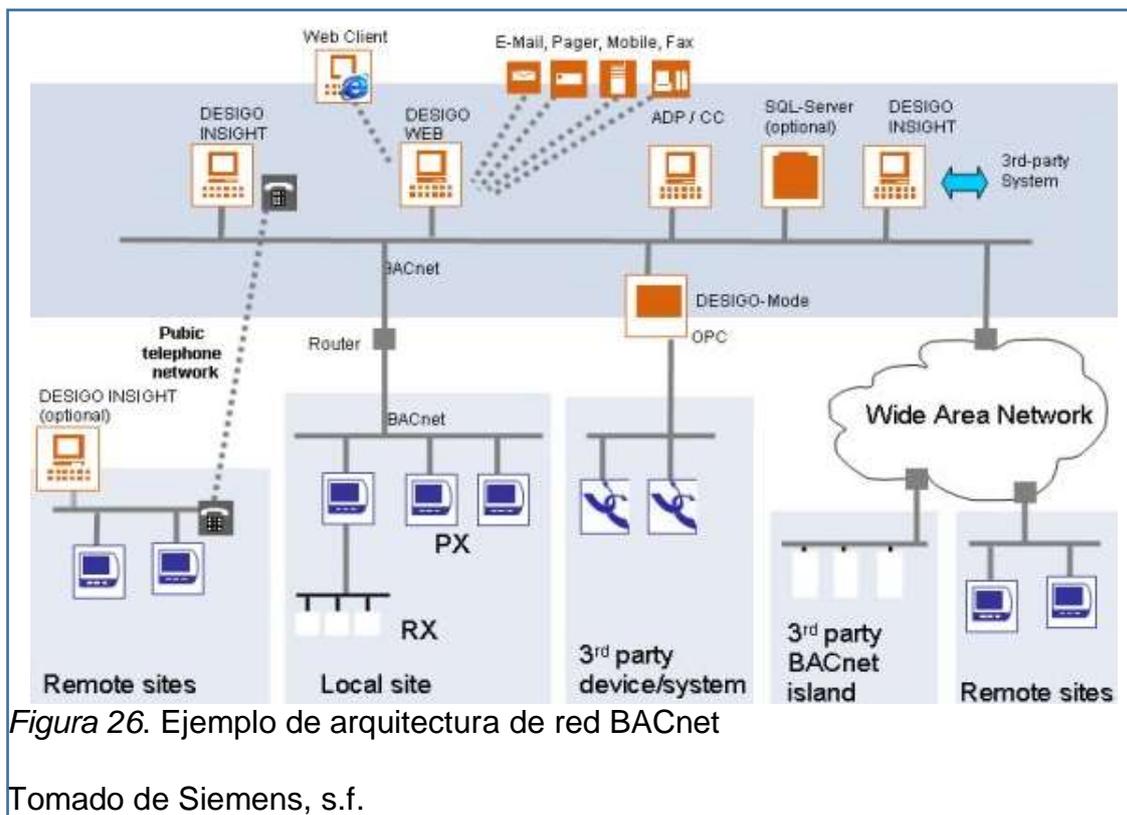


Figura 26. Ejemplo de arquitectura de red BACnet

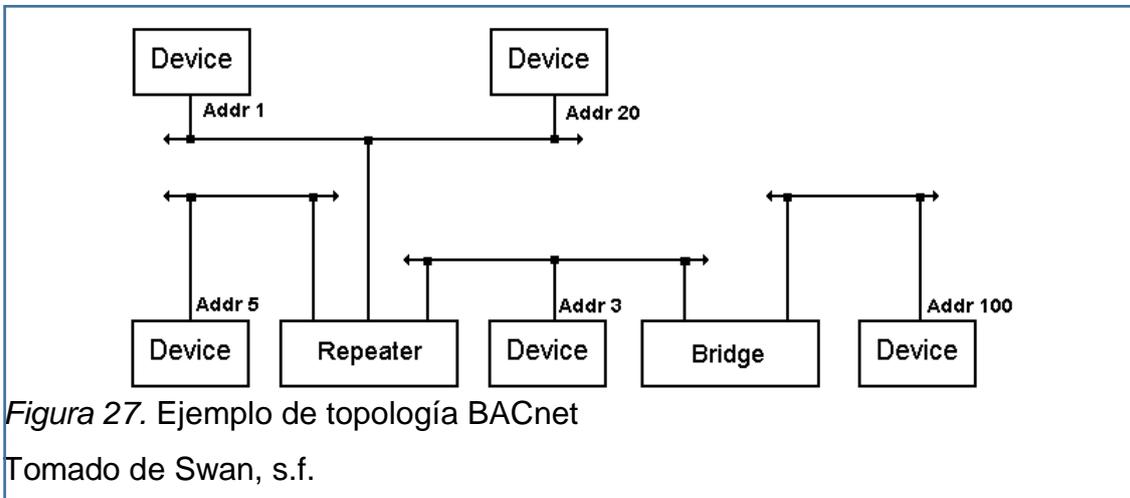
Tomado de Siemens, s.f.

2.2.3.4 Topología

La organización BACnet, en conjunto con Swan, B. (s.f. pp. 1), definen que cada elemento en una red de área local (LAN) se conecta a un medio de transmisión, comúnmente un cable coaxial, par trenzado o fibra óptica. Existen ciertas limitaciones físicas (principalmente eléctricas) para el número de dispositivos que se pueden conectar a un solo cable bus, así también un límite de longitud a la longitud del cable, al cual se lo llama segmento. Las normas para las diferentes redes definen los medios para extender la longitud física de una red a través de elementos llamados repetidores y puentes.

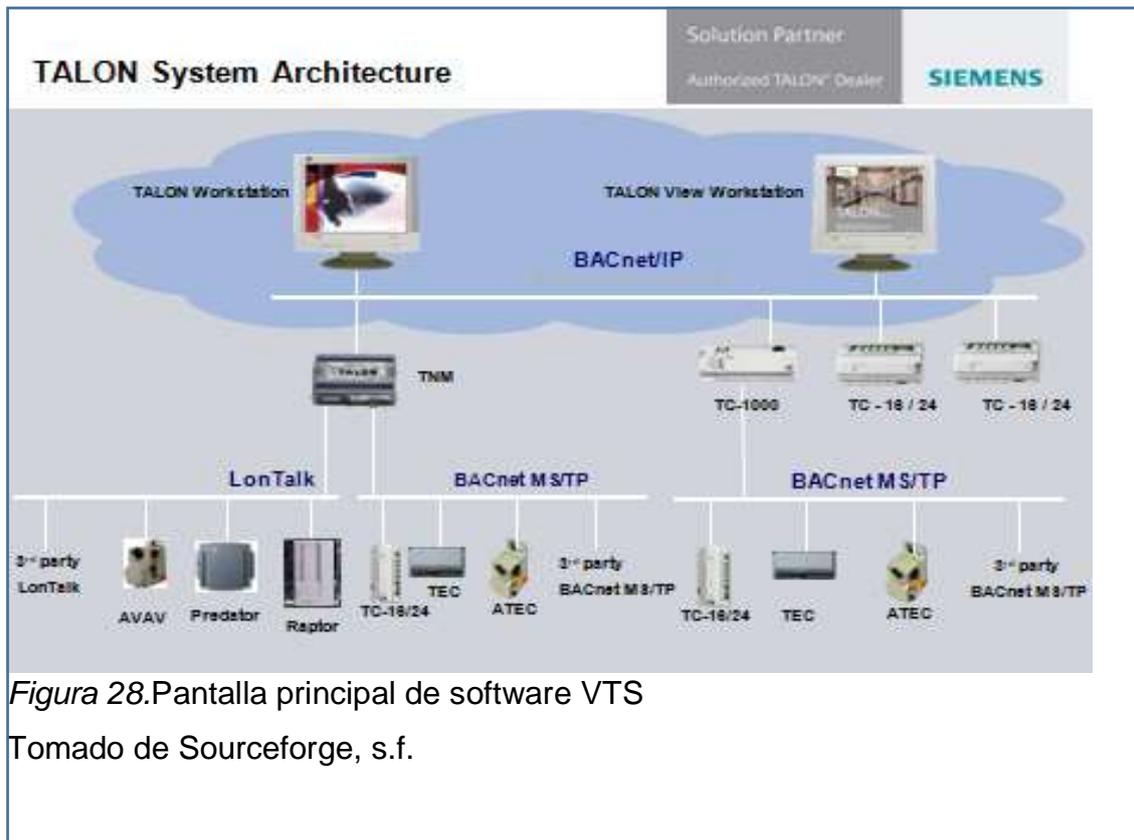
Cuando un repetidor recibe una señal de un segmento de red, retransmite la señal en todos los segmentos RX a los que está conectado. Se puede amplificar la señal y señal y llevar a cabo la reducción de ruido en la señal, e incluso se puede traducir la señal a un medio diferente, tal como en el caso de cable coaxial para fibra óptica.

Los puentes tiene un función similar a los repetidores, pero también pueden pasar selectivamente o bloquear paquetes de mensajes dependiendo de la dirección destino dentro de la red.



2.2.3.5 Herramientas de software

- **Discovery Tool BACnet (BDT).** Es una herramienta BACnet/IP para Windows, que sirve para verificar la comunicación con dispositivos MS/TP a los que se accede a través de los router BACnet/IP.
- **BACnet Server.** Es un servidor de código abierto para pruebas de cliente/servidor BACnet
- **Visual Test Shell (VTS).** Es una herramienta para aprobar la funcionalidad de los dispositivos usados en la construcción de los sistemas de automatización
- **BACnet Operator Workstation.** Herramienta que permite el seguimiento y control de un sistema BACnet desde una estación de trabajo
- **BACnet Simulator.** Simula un dispositivo BACnet.



2.2.3.6 Fabricantes BACnet

- ABB
- Delta Controls
- Honeywell
- Schenider Electric
- Siemens
- LG
- Fujitsu
- Mitsubishi Electric
- Lutron

Ejemplo de una solución

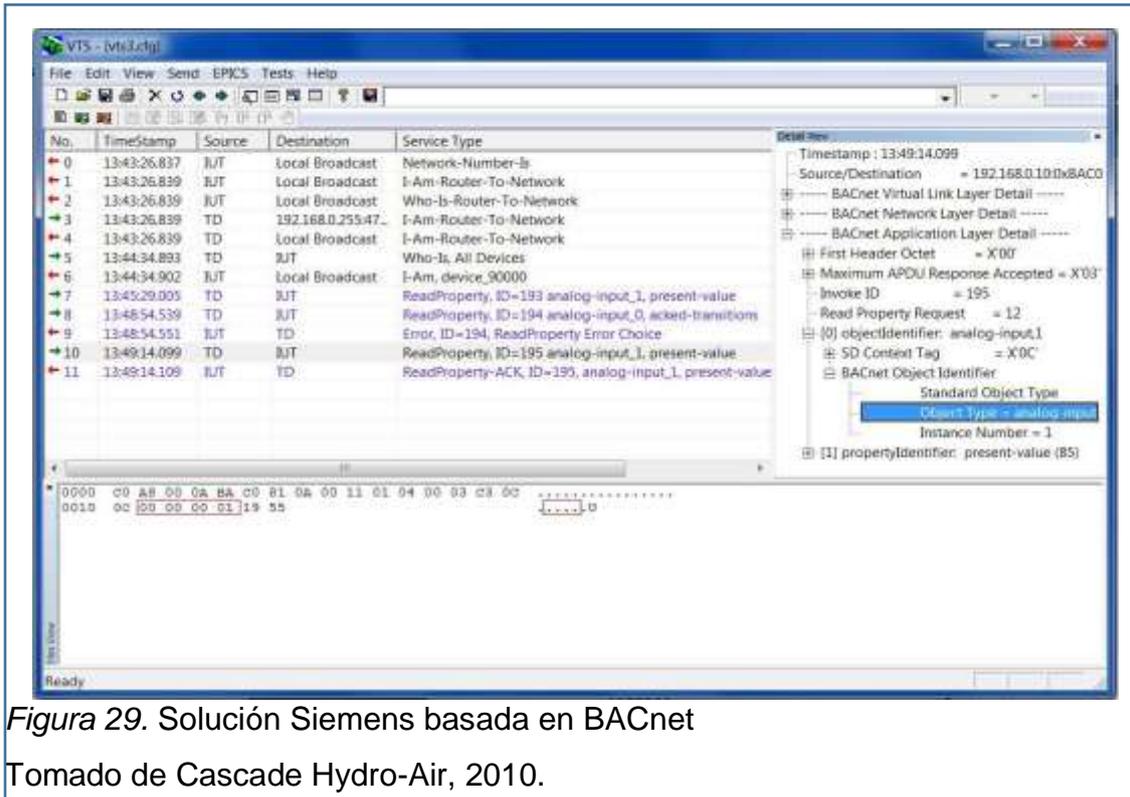


Figura 29. Solución Siemens basada en BACnet

Tomado de Cascade Hydro-Air, 2010.

2.2.4 Crestron Electronics

Crestron Electronics es una empresa fabricante de sistemas de alta gama para Domótica, Inmótica y control de audio/ video. El hardware desarrollado incluye procesadores de control, pantallas táctiles, teclados, sistemas de control de iluminación, amplificadores y servidores de audio.

De esta forma Crestron desarrolla soluciones integradas para el control de audio, video, aplicaciones IP, soluciones en salas de reuniones y conferencias, aulas de clase, casas, hospitales. Los sistemas Crestron proporcionan control de dispositivos electrónicos y mecánicos.

Además sus sistemas de control pueden utilizarse para controlar otras marcas de quipos que trabajan con IR, relés, cierre de contactos o RS232/RS422/RS485 de comunicaciones en serie.

Es importante destacar que los sistemas Crestron tiene la capacidad de comunicarse también con algunos protocolos y sistemas abiertos y propietarios a través de gateways o “traductores de protocolos” y puertos dedicados para control de subred. La comunicación se encuentra disponibles con los siguientes protocolos y sistemas:

- BACnet / IP – BACnet/MSTP (RS485/RS232/RS422)
- Modbus TCP/IP – Modbus RTU (RS485)
- LonWorks
- Metasys N2 abierto
- KNX
- SNMP

2.2.4.1 Red de integración

En la actualidad los edificios poseen más tecnología, la cual sigue aumentando y también lo hace el costo de mantenimiento por la falta de eficiencia en el funcionamiento, fallas inesperadas, falta de control en diferentes áreas, etc., debido a esto se debe gestionar de forma inteligente cualquier área a través de una conexión de red.

Crestron posee soluciones para la creación tecnológica de una red integrada, donde audio/video, iluminación, energía, voz y datos, seguridad, programación ambiental, sistemas de climatización, etc.; están todos bajo una misma plataforma con el propósito que funcionen perfectamente. Todas las áreas de gestión pueden ser monitoreadas y controladas desde un panel de control centralizado, lo que aumenta la eficiencia operativa, la productividad y ahorro de energía.

La red integrada aporta fiabilidad a toda tecnología en el edificio, lo cual genera resultados laborales más productivos y eficientes.

Algunas de las funciones que permiten los sistemas Crestron, son:

- Anticipar problemas de equipos de oficina antes de que sucedan y responder a los problemas de inmediato.
- Reciba notificaciones automáticas, instantáneas en cualquier ordenador con conexión a Internet, dispositivo inteligente o la pantalla táctil.
- Reducir los casos de soporte técnico y el tiempo de inactividad.
- Monitorear y gestionar el consumo de energía para reducir los costos operativos.
- Automáticamente tomar acciones sobre la base de datos de uso de las habitaciones en hoteles, hospitales o aulas de clases, y sus equipos.



Figura 30. Áreas de gestión Crestron
Tomado de Crestron Electronics, s.f.

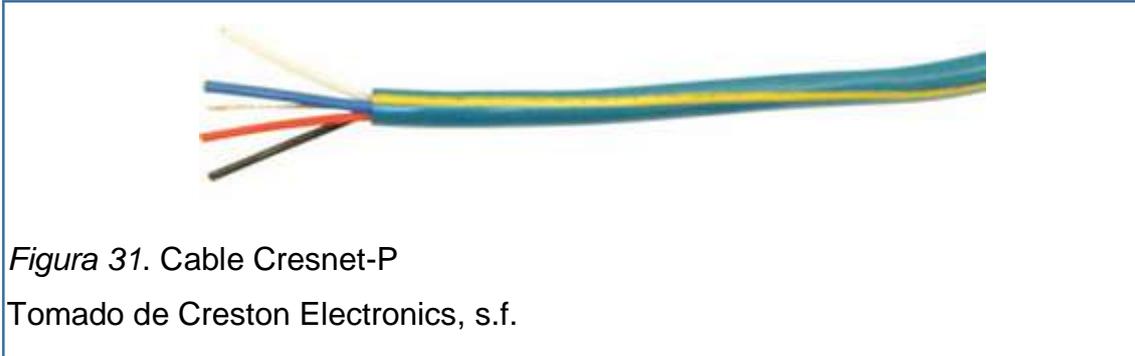
2.2.4.2 Cable de control Cresnet

El cable bus de comunicaciones fabricado por Crestron se utiliza para la conexión y transmisión de datos entre sus equipos, con el propósito de reducir costos de instalación y tener la integridad de una señal consistente.

El cable de control Cresnet proporciona el enlace de comunicaciones entre sistemas de control Crestron, pantallas táctiles, teclados, módulos de expansión, y otros dispositivos. El cable está compuesto por una chaqueta de protección, e internamente por un par de cables 18 AWG para energía a 24V DC y tierra, y un par tranzado de cables 22 AWG con para datos de control.

Tipos de cable Cresnet.

- Cresnet - NP
- Cresnet - P
- Cresnet High Power
- Cresnet - DM
- CresCAT
- CresFiber



2.2.4.3 Sistemas Crestron para integración.

Dentro del desarrollo de sistemas de control que posee Crestron, existen sistemas que cumplen con variadas funciones con gran cantidad de opciones de productos según las necesidades requeridas por los clientes y según la infraestructura que se desee aplicar.

A continuación se hará una descripción de algunos de los sistemas/plataformas disponibles para redes de integración.

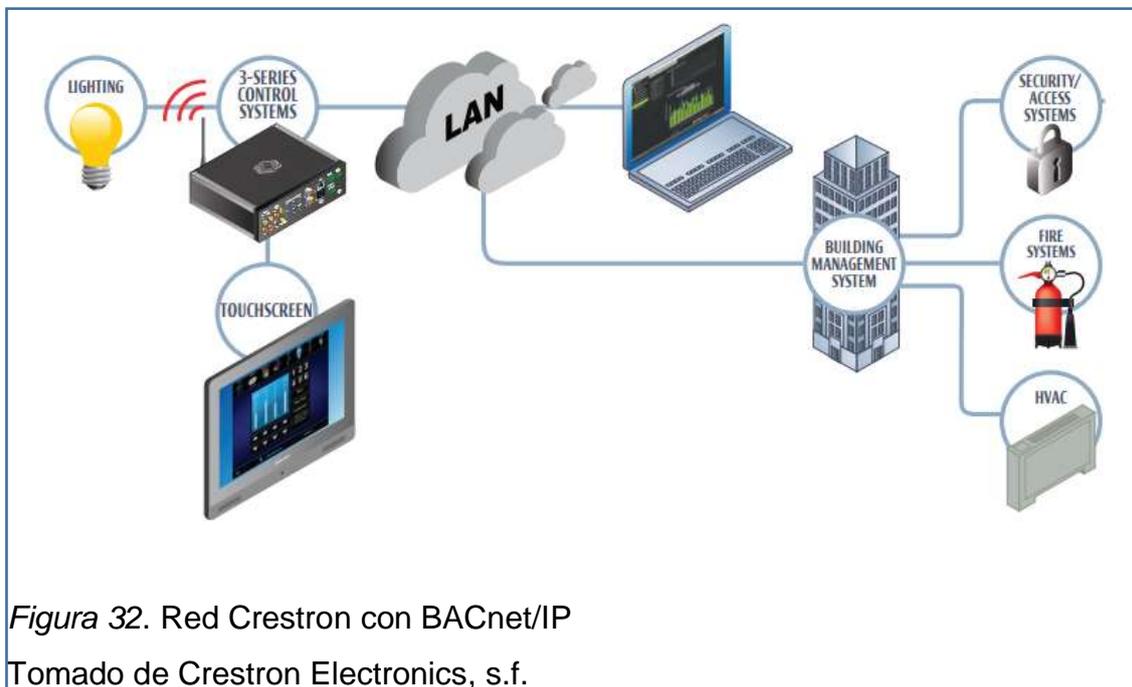
3-Series

3-Series es una plataforma de control integrado y tecnología de automatización para gestión de edificios, capaz de unificar diferentes tecnologías dentro de un mismo edificio para como un sistema único e inteligente. Esta plataforma posee grandes características de potencia, velocidad, memoria, conectividad de red y seguridad. Los elementos a nivel de red tienen la fiabilidad y el poder para gestionar un edificio completo sin comprometer el rendimiento y escalabilidad.

- Soporte nativo SNMP y BACnet/IP

Los sistemas de control de 3-Series soportan de forma nativa SNMP y BACnet/IP para proporcionar una arquitectura abierta y escalable basada en IP. De esta forma se establece un control integrado de iluminación, persianas, climatización, audio/video, seguridad, informática y otros sistemas conectados. Asimismo los administradores de la red de integración, con el uso del software de gestión, tendrán una visión completa de todos los dispositivos y sistemas de red.

Esta plataforma es robusta, dinámica y segura para crear los diseños de sistemas en altos niveles de rendimiento y fiabilidad. En comparación con otros sistemas de control, esta plataforma proporciona aumento en procesamiento potencia y velocidad con más memoria, red sólida y control por IP, y una única programación modular.



- Arquitectura de programación modular

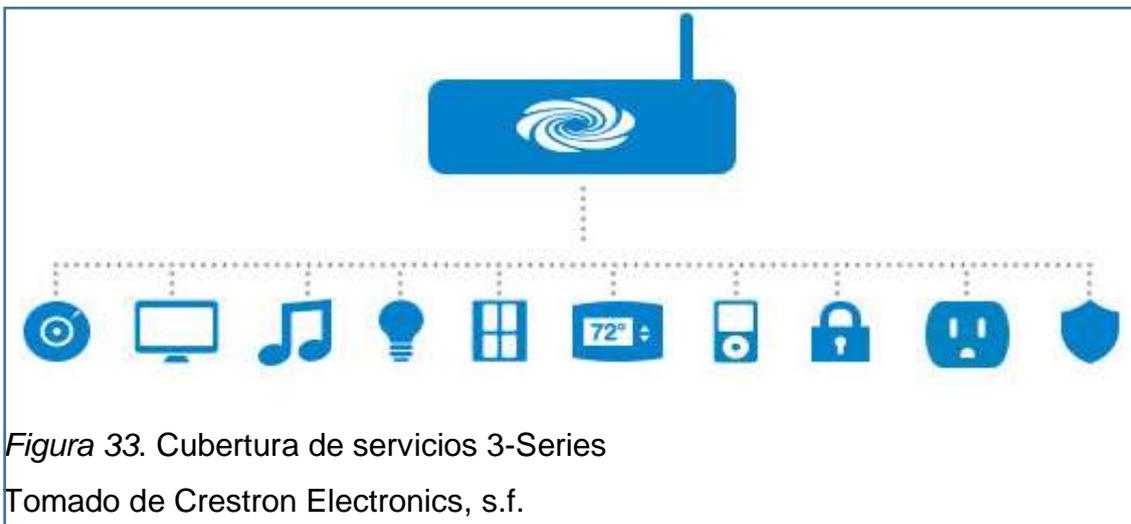
Esta plataforma se encuentra diseñada para una estabilidad mejorada, ofrece alta velocidad y ejecución de multitarea en tiempo real para cumplir con múltiples programas simultáneamente. Esta arquitectura de programación exclusiva permite a los desarrolladores ejecutar de forma independiente programas de las diferentes áreas de gestión, lo que permite la optimización de cada función que cumple cada elemento en específico, y permitiendo cambios que se puede realizar si afectar ni modificar el sistema en su totalidad.

En caso que se amplíe la red, los recursos de procesamiento pueden ser fácilmente trasladados de un procesador a otro sin tener que reescribir ningún código. Si se desea añadir/ quitar un elemento en la red, se lo puede realizar con el mínimo tiempo de inactividad, si los cambios se realizan en el lugar o remotamente a través de la red.

La arquitectura distribuida permite que la programación, la solución de problemas y subida de datos, tengan una administración más fácil y rápida debido a que el código está organizado en programas más pequeños en lugar de un programa general.

- Ethernet y control IP

La conectividad Ethernet de alta velocidad permite la integración con dispositivos IP y así formar parte de una red de control más grande. Ya sea el caso en que la conectividad se presente en una red LAN corporativa, una red doméstica, o por acceso a internet a través de un modem con conexión por cable, esta plataforma proporciona interconectividad segura con pantallas táctiles IP, computadores, dispositivos móviles, pantallas de video, servidores de medios, sistemas de seguridad, iluminación, climatización, y otros equipos, ya sea de forma local o remota.



- Equipos procesadores centrales

El procesador de control central para los sistemas de automatización y control es el responsable de la comunicación entre sistemas nativos con equipos y procesadores de un mismo fabricante. El procesador de control es el punto central de conexión para los equipos y dispositivos bajo control en un sistema determinado. Es un elemento central de comunicación para dispositivos bajo control y sensores que muestran su estado, el cual genera una integración sin requerir múltiples adaptadores para protocolos de otros fabricantes o

gateways. El procesador también es capaz de compartir el estado y la información de la retroalimentación de otros dispositivos conectados.

- Tipos de procesadores centrales 3-Series
 - PRO3
 - AV3
 - CP3N
 - CP3
 - MC3

Además del puerto LAN; PRO3, AV3 y CP3N incluyen un puerto de control de subred. Esta es una característica que permite a todo dispositivo del sistema conectarse a una red LAN/ WAN con dirección IP.



2.2.4.4 Green Light

Crestron simplifica el diseño, instalación y puesta en marcha del control de iluminación con los productos y sistemas adecuados diseñados para trabajar por las necesidades individuales de cada espacio en un edificio. Los procesos desarrollados reducen drásticamente el tiempo necesario para completar cada fase de un proyecto de control de iluminación, al mismo que mejora en gran medida la eficiencia y escalabilidad.

Los controles de iluminación se especifican en función de las necesidades de los espacios en lugar del enfoque convencional de iluminación. Esta metodología elimina especificaciones y programaciones innecesarias, esenciales en la mayoría de sistemas de control de iluminación. Cada espacio es configurado con el sistema de control óptimo y accesorios necesarios.

Independientemente del nivel de sostenibilidad energética, Crestron proporciona desde los equipos de la base del control básico de iluminación hasta los sistemas integrales para la energía y la administración de instalaciones. Las soluciones son completamente escalables según las necesidades.

- Mejoramiento. La automatización inalámbrica es una manera ideal para empezar a hacer cambios sencillos que conducen a mayor eficiencia, sin hacer inversiones significativas.
 - Mejoras en curso. Crestron trae la iluminación, temperatura y tecnología; juntas para obtener datos precisos y administrar el uso de la energía en todo el edificio.
 - Nueva construcción. Eficiencia óptima se puede lograr cuando todos los sistemas del edificio son integrados por el diseño desde el inicio del proyecto. De esta manera distintos sistemas pueden operar juntos como un único sistema, y así gestionar el uso de energía en todo el edificio desde un tablero de instrumentos.
- Medición de energía en tiempo real

El sistema Green Light permite instalar una unidad de control de medición de parámetros de energía basada en Ethernet, la cual está diseñada para registrar el uso total de electricidad en tiempo real. Realiza una medición y rastreo de energía al unirse a los circuitos de servicio y derivaciones eléctricas entrantes.

La unidad de control de medición trabaja conjuntamente con una interfaz de transformador de corriente, la cual facilita el seguimiento de múltiples circuitos derivados con el objetivo de permitir a los usuarios controlar el consumo de energía de una zona o de un dispositivo en particular.

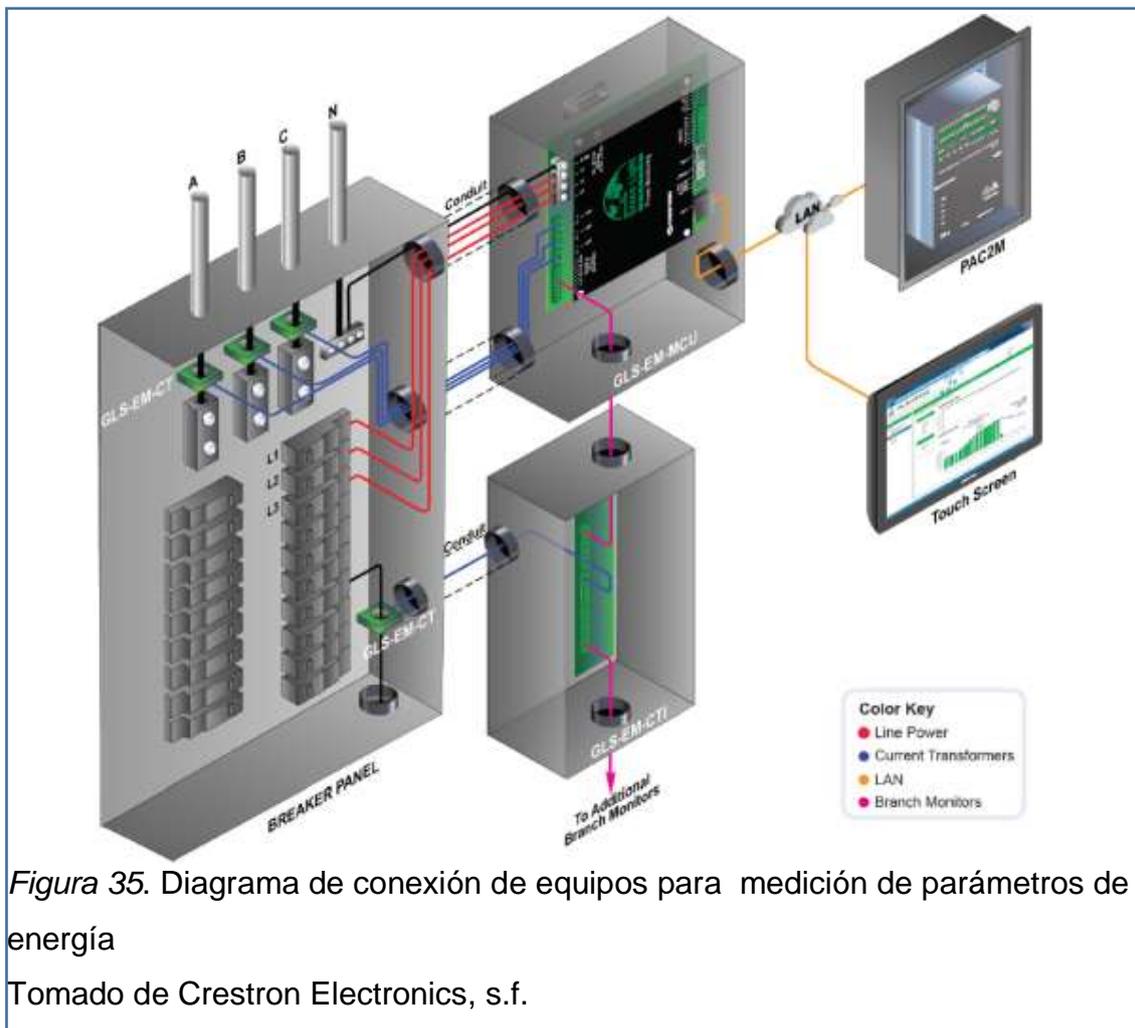
También es necesaria la conexión de transformadores de corriente para la medición de energía, los modelos básicos disponibles trabajan con 600, 400 y 200 Amperios de alimentación, estos elementos en forma de abrazadera son ubicados alrededor de los alimentadores principales y luego a las

interfaces de transformadores de corriente, de esta forma se pueden conectar hasta cuatro unidades de interfaz a una sola unidad de control central para el monitoreo de hasta 84 circuitos derivados.

Además, existen modelos de alta precisión para el uso en casos de medición de amplia gama de flujos de corriente, y de núcleo sólido para circuitos de 50 y 20A , en este caso el cable debe pasar por el circuito cerrado del núcleo.

A través de este conjunto de elementos se obtiene una medición en tiempo real y registros de los datos de uso de energía. Los datos obtenidos se pueden visualizar en pantallas táctiles o paneles, o en computadores con el uso del software Fusion EM que proporciona gráficos del consumo de energía de toda la instalación además de obtener información detallada.

Por otro lado la unidad de control principal monitorea voltaje y corriente para proporcionar estadísticas completas de consumo, para lograr este objetivo se conecta a la línea de tensión de cada fase (hasta 3 fases) y neutro.



Aspectos destacados.

- Medición de energía trifásico (3 fases)
- Informes de datos de sistemas y control con Fusion EM
- Monitoreo y sistema de administración de registros (RMS) de voltaje, corriente y potencia activa.
- Seguimiento de hasta 84 circuitos derivados individuales
- Operable con 100 – 347 voltios, en instalaciones de 2 y 3 fases

2.2.4.5 Herramientas software de configuración y administración.

Crestron posee una variedad de softwares para diferentes aplicaciones y áreas de automatización. A continuación se describirá los softwares de configuración y administración que se pueden utilizar para la integración de servicios de los sistemas antes mencionados, 3-Series y Green Light.

Crestron Fusion.

Es una plataforma de gestión empresarial creada para monitorear y administrar equipos audiovisuales, programación de salas, iluminación, persianas, climatización, y el consumo de energía. Para cumplir con este objetivo existen dos herramientas de software:

- **Fusion RV.** Este software permite a los administradores de instalación y TI tener un control centralizado y administrar recursos de programación de presentación multimedia y video conferencia.

Por medio de emisión de informes detallados se puede rastrear la frecuencia de uso, tiempo de uso y por quien es utilizado un dispositivo, una sala de reuniones, aula de clases, etc. Esto con propósitos de optimización de recursos, programar mantenimientos de rutina, proporcionar en tiempo real soporte técnico remoto y recibir notificaciones de alertas instantáneas.

- **Fusion EM.** Este software gestiona y supervisa las fuentes de energía renovables y sostenibles en tiempo real y muestra datos de historiales de consumo por días, semanas, meses y años. También proporciona el control del medio ambiente, incluyendo iluminación, persianas y

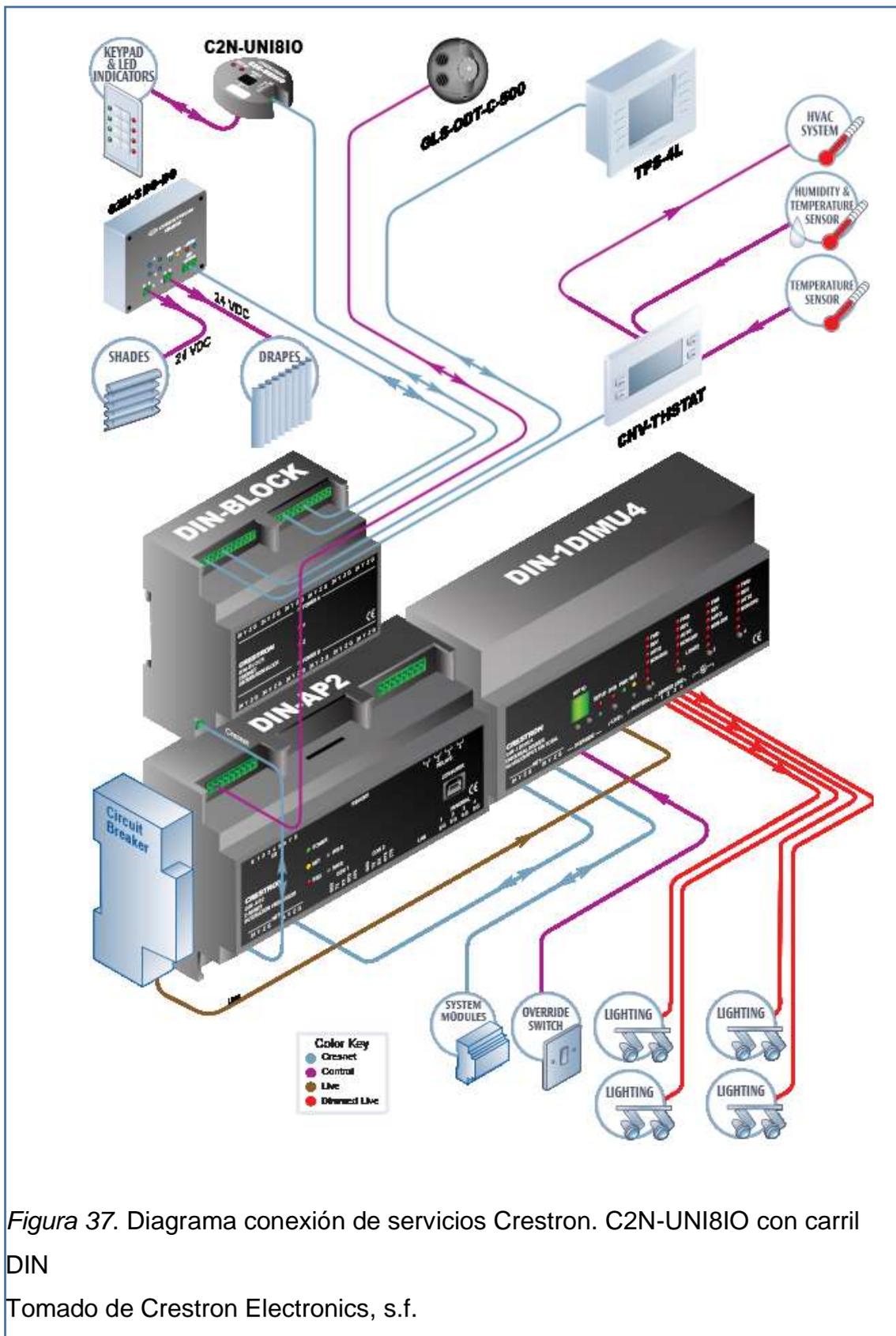
climatización para integrar de forma inteligente con los niveles de programación y ocupación de ambientes para un mayor ahorro energético. Además es capaz de monitorear la huella de carbono del edificio al mismo tiempo que permite a los administradores de instalación y TI analizar fácilmente el consumo de energía.



Figura 36. Software Crestron Fusion EM

Tomado de Crestron Electronics, s.f.

Ejemplo Solución Crestron



2.3 Comparativa de sistemas y estándares de control

Por medio de un cuadro comparativo se establecen diferentes aspectos destacables de cada uno de los sistemas y estándares de control anteriormente mencionados.

Tabla 4. Comparación de Tecnologías Inmóviles

	KNX	LONWORKS	BACnet	CRESTRON
TIPO PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	Estándar / Abierto	Estándar / Abierto	Estándar / Abierto	Propietario
ARQUITECTURA	Descentralizada	Distribuida	Distribuida	Distribuida
TOPOLOGÍA	Bus, estrella, árbol	Bus, estrella, libre	Bus, estrella, malla	Bus, estrella, libre, mixta
MEDIO DE TRASMISIÓN	Par trenzado, línea de energía, radiofrecuencia, IP	Par trenzado, línea de energía, IP	Par trenzado, coaxial, fibra óptica	Par trenzado, IP
COMUNICACIÓN CON OTROS PORTOCOLOS/ SISTEMAS	LonWorks, ModBus, AMX, Crestron, Apple	BACnet, KNX, Simon, Crestron	Lonworks, Modbus, Crestron	BACnet/IP, LonWorks, KNX, Metasys N2 abierto, ModBus

3. Ingeniería de diseño

Memoria descriptiva

La presente memoria tiene el objetivo de realizar una descripción de la solución propuesta para el diseño de la red Inmótica para el edificio de la Facultad Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Luego del análisis de las tecnologías Inmóticas presentadas anteriormente, se ha escogido a la tecnología propietaria del fabricante Crestron con sus respectivos equipos para formar la infraestructura de la red inmótica. Dichos equipos cumplen con las características y especificaciones necesarias para realizar la integración de los sistemas de cada una de las áreas de ingeniería involucradas en el proyecto.

3.1 Normas y estándares aplicados

En el diseño de la red Inmótica se ha aplicado los siguientes estándares y normas:

- BACnet/IP ANSI/ASHRAE 135-1995:
Estándar que describe la formación de colecciones de dispositivos que utilizan el protocolo TCP/IP para comunicación.
- EIA/TIA-232:
Estándar para la interfaz en conexión serial de señales de datos binarios.
- EIA/TIA-485:
Estándar para la interfaz en conexión de transmisores y receptores para el uso de sistemas balanceados multipunto.
- EIA/TIA-568B1:
Estándar de cableado para telecomunicaciones en edificios comerciales, requerimientos generales.
- EIA/TIA-568B2 :
Estándar para componentes de cableado UTP (par trenzado) 100 ohms

- EIA/TIA-568B.2-10:
Estandariza los requerimientos de sistemas de cableado de telecomunicaciones con categoría 6 aumentada para redes de edificios con servicios de voz, datos, imagen y video.
- IEEE 802.3i Ethernet 10/100Base-T LAN:
Estandariza los requerimientos de medios y distancias para redes de 10 Mbps.
- IEEE 802.3u Ethernet 10/100Base-T LAN:
Estandariza los requerimientos de medios y distancias para redes de 100 Mbps.

3.2 Arquitectura de la red Inmótica.

En el diseño se utiliza una arquitectura distribuida. Los elementos a ser controlados se conectan a procesadores de control, los cuales a su vez se conectan a los procesadores centrales por medio del bus de comunicaciones.

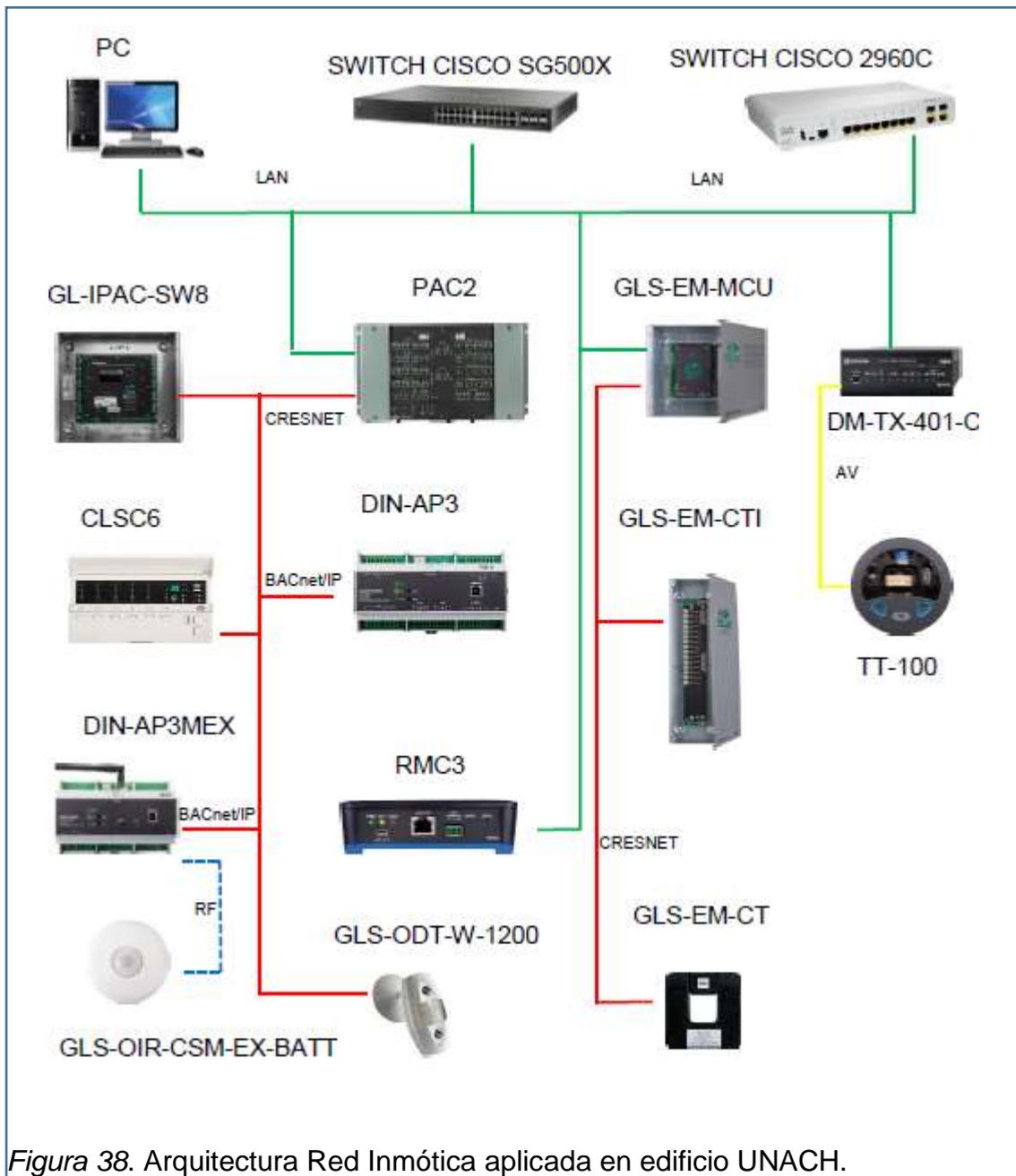


Figura 38. Arquitectura Red Inmótica aplicada en edificio UNACH.

3.3. Topología.

3.3.1 Topología de la red Inmótica

En el presente diseño se utiliza una topología de árbol. Dentro del diseño se contempla que el monitoreo y control de la red Inmótica parta de los procesadores centrales, los cuales se encuentran en la Planta baja y Segundo piso alto respectivamente. La conexión continúa con los procesadores de control ubicados en las diferentes áreas y pisos del edificio según sus aplicaciones respectivas.

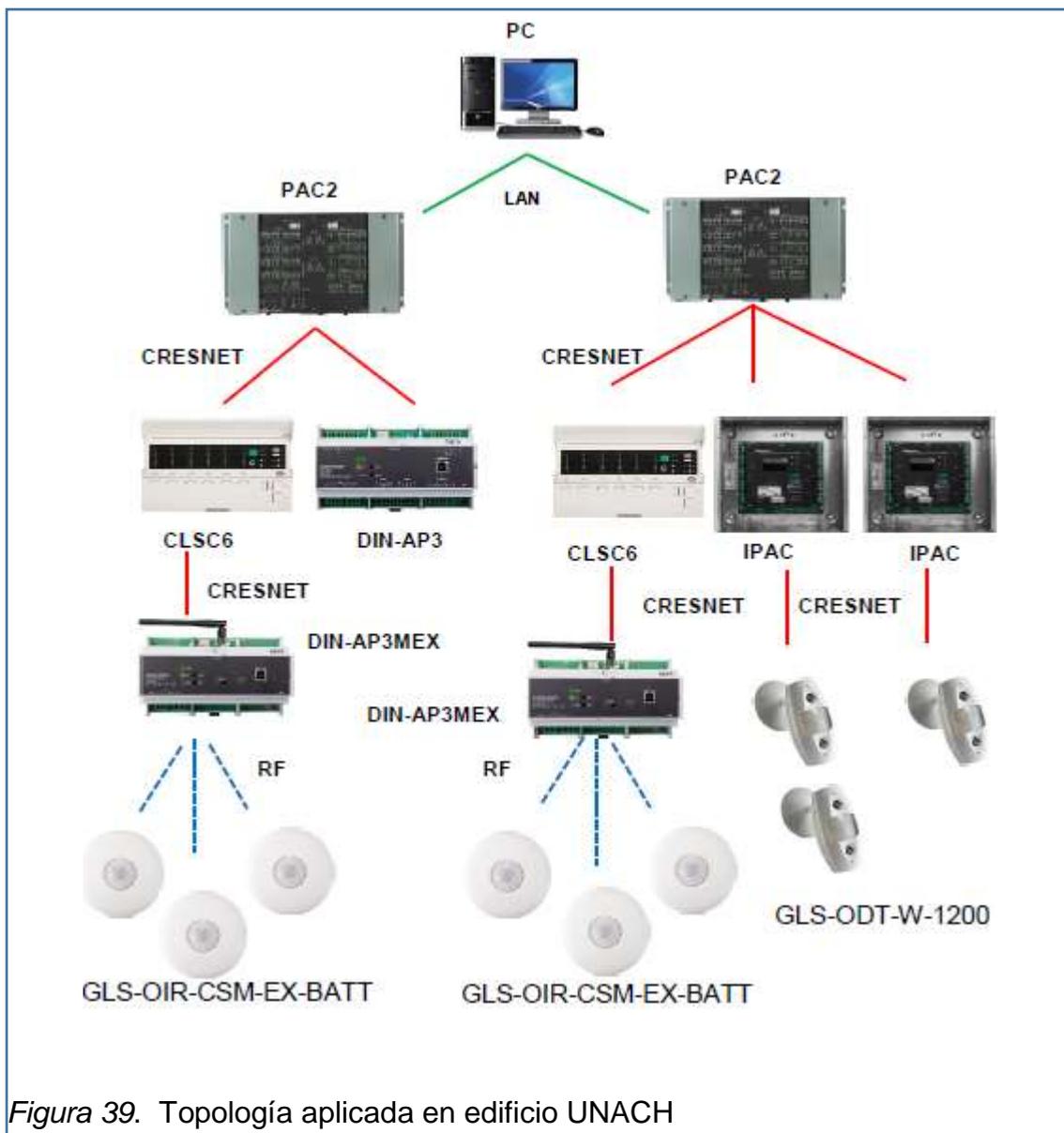


Figura 39. Topología aplicada en edificio UNACH

3.3.2 Topología red de datos (Cableado estructurado)

Se ha aplicado una topología de estrella. En el diseño se presenta la ubicación del rack central en el cuarto piso alto del cual se derivan todos los puntos de red de datos a cada uno de los respectivos pisos donde se ha visto requerido para la comunicación con los dispositivos de control de la red Inmótica.

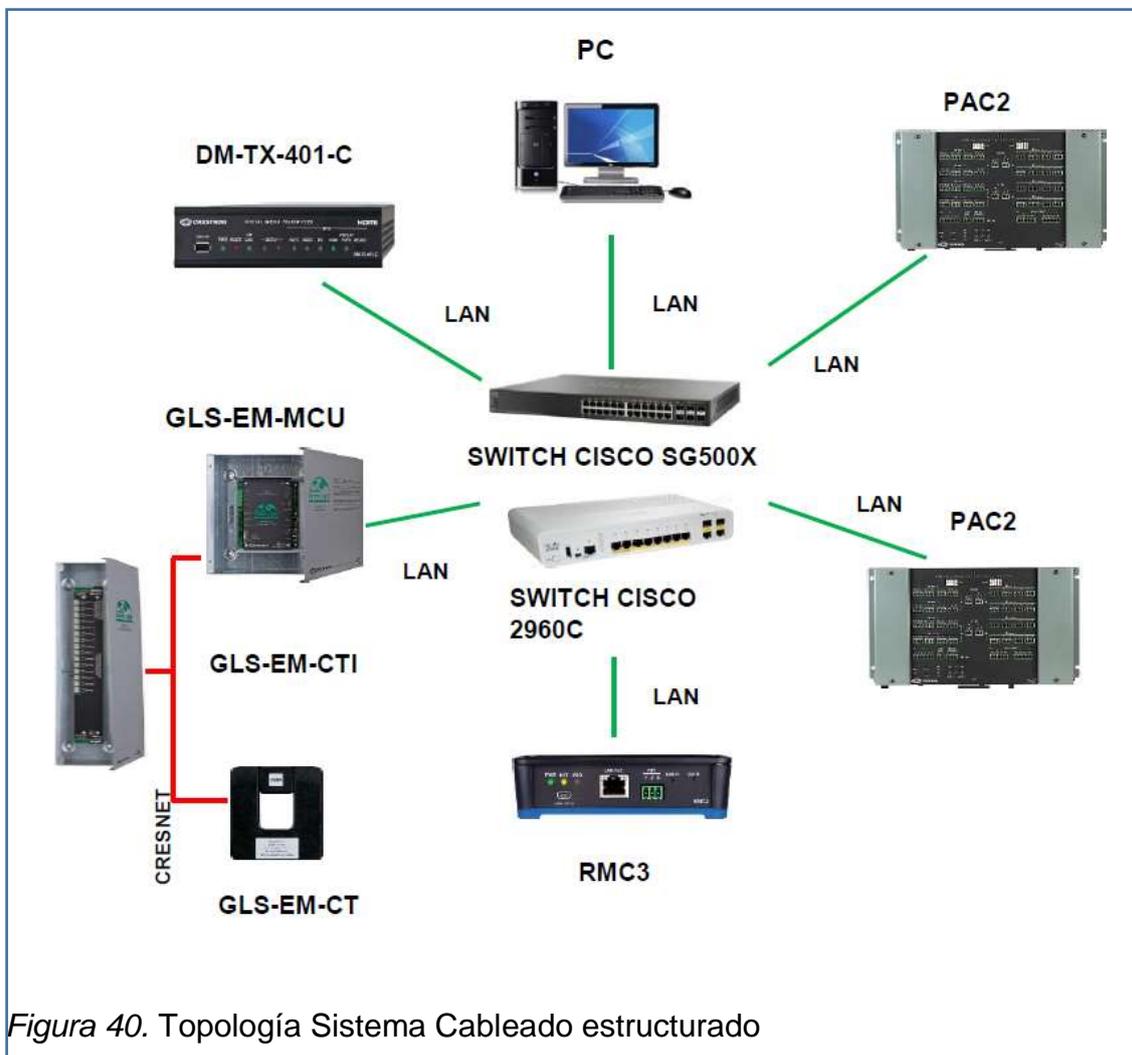


Figura 40. Topología Sistema Cableado estructurado

3.4 Descripción de monitoreo y control según áreas de ingeniería.

3.4.1 Energía

En un diseño de instalaciones eléctricas interiores convencional, el control de la operación de las luminarias con 120 V por lo general se lo realiza por medio de elementos manuales como son: los interruptores simples, dobles y triples; ubicados en los ambientes proyectados. También se operan las luminarias desde dos o más puntos preestablecidos mediante el empleo de conmutadores de tres o cuatro vías.

En los casos en los que el voltaje de operación de las luminarias es mayor a 120V o se requieren crear circuitos con una mayor potencia, se emplean relés o contactores accionados por pulsantes o los interruptores simples antes mencionados.

Estos métodos, si bien cumplen y garantizan la correcta operación de las fuentes luminosas, no permiten lograr un mejor uso eficiente de la energía.

En el diseño de control de iluminación se han incorporado equipos de control para la operación de las luminarias que permiten llegar a un consumo eficiente y prever el funcionamiento de las fuentes luminosas únicamente con la función de encendido/ apagado (ON/OFF) en las áreas que realmente se encuentren ocupadas y durante el tiempo real de uso.

Con este objetivo se han seleccionado los siguientes equipos:

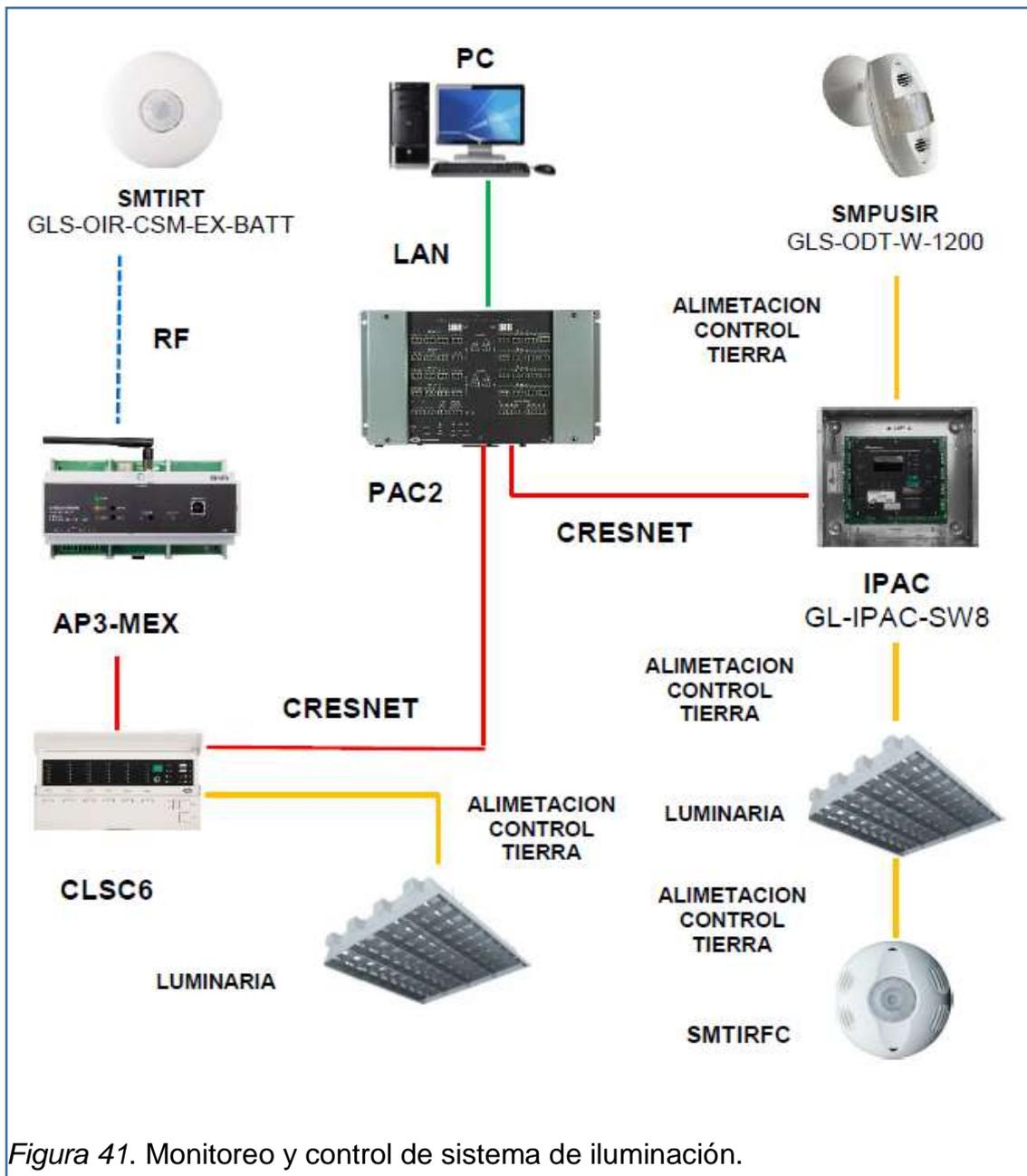


Figura 41. Monitoreo y control de sistema de iluminación.

SENSORES DE PRESENCIA INALÁMBRICOS **SMTIRT n** :

SMTIRT: Sensor de movimiento para montaje en techo, infrarrojo con detección de cambios de temperatura: **n** número ordinal.

Los sensores de presencia inalámbricos infrarrojos tienen las siguientes características principales:

- Detección de presencia por cambio de temperatura y movimiento.
- Restricción a operaciones falsas por corrientes de aire, vibraciones, objetos inanimados y actividad en aéreas adyacentes.

- Comunicación: inalámbrica por radio frecuencia, de dos vías,
- Tecnología : infrarroja
- Cobertura: mínima de 0 a 14 m² y máxima de 14 a 46 m².
- Angulo de cobertura: 360 grados.
- Montaje: horizontal, sobre puesto a cubierta o empotrado en techo falso, separados entre sí por lo menos 3 m.
- Código: SMTIRT n

Los sensores infrarrojos SMTIRT n, han sido seleccionados para controlar la operación de las luminarias de las áreas de circulación interna del edificio, tales como pasillos, gradas, baterías sanitarias y cubículos del personal docente y administrativo.

La sensibilidad al movimiento y el cambio de temperatura permiten controlar el encendido y apagado de las luminarias de manera selectiva en áreas cubiertas por un mismo circuito de iluminación, es decir, las luminarias actuarán con un control individual o por grupos.

Tomando como ejemplo la planta baja, se ha proyectado la instalación de un sensor SMTIRT n por cada cubículo con un máximo de seis unidades dentro de un circuito de iluminación. El número límite se basa en la capacidad de recepción del modelo del módulo del sistema integrado de iluminación.

La señal enviada por el sensor SMTIRT n es recibida por el **procesador de automatización inalámbrico AP3-MEX.**

SENSORES DE PRESENCIA ULTRASONICOS **SMPUSIR n:**

SMPUSIR: Sensor de movimiento para montaje en pared, ultrasónico, infrarrojo; n número ordinal.

Los sensores de presencia ultrasónicos, infrarrojos tienen las siguientes características principales:

- Detección de presencia: ultrasónica, infrarroja pasiva.
- Operación: controlada por micro procesador.

- Control de luz natural: por fotocélula incorporada.
- Ajustes: automáticos de sensibilidad y retardo por uso diario del ambiente.
- Comunicación: alámbrica por conductores conectados a procesador de automatización integrada de iluminación. **IPAC**
- Tecnología: doble ultrasónica e infrarroja pasiva.
- Cobertura: 110 m2,
- Ángulo de cobertura: 80 grados verticales, 60 grados horizontales.
- Montaje: vertical en pared o suspendido de la cubierta o techo falso,
- Código: SMPUSIR n

Los sensores de presencia **SMPUSIR n** por su doble tecnología se instalarán para el control de las luminarias de las aulas.

El voltaje de alimentación al sensor se obtendrá de los circuitos de 24 VDC y la señal del control de los sensores se conectará directamente a los bornes del procesador de automatización integrada de iluminación. **IPAC**.

SENSORES DE PRESENCIA INFRARROJO **SMTIRFC n**:

SMTIRFC: Sensor de movimiento para montaje en techo, infrarrojo, con fotocélula; **n** número ordinal.

Los sensores de presencia ultrasónicos, infrarrojos tienen las siguientes características principales:

- Detección de presencia: ultrasónica, infrarroja pasiva.
- Operación: controlada por micro procesador.
- Control de luz natural: por fotocélula incorporada.
- Ajustes: manual de sensibilidad y retardo 30 seg - 30 min.
- Comunicación: alámbrica por conductores conectados a procesador de automatización integrada de iluminación. **IPAC**
- Tecnología: infrarroja pasiva.
- Ángulo de cobertura: 0 grados verticales, 180 grados horizontales.
- Montaje: horizontal sobre puesto a la cubierta o empotrado en techo falso.

- Código: **SMTIRFC n**

Los sensores de presencia **SMTIRFC n** por su detección infrarroja y por la fotocélula incluida, se emplearán para el control de la operación de las luminarias de la Biblioteca.

El voltaje de alimentación al sensor se obtendrá de los circuitos de 24 VDC y la señal del control de los sensores se conectará directamente a los bornes del procesador de automatización integrada de iluminación. **IPAC**.

PROCESADOR DE AUTOMATIZACIÓN INALÁMBRICO **AP3-MEXn**.

El procesador de automatización **AP3-MEX** tiene las siguientes características básicas:

- Operación: controlada por micro procesador.
- Control de luz natural:
- Comunicación: BACNET/IP – ETHERNET de 10 a 100Mb.
- Cobertura: 46 m en el interior, 76 m exterior.
- Ángulo de cobertura:
- Montaje: en tablero.
- Código: **AP3-MEX**.

El procesador de automatización inalámbrico AP3-MEX recibe la señal de los sensores inalámbricos **SMTIRT n** y a su vez se comunica mediante un cable bus de comunicaciones Cresnet de 4 hilos al módulo de iluminación integrado **CSL C6n**

MÓDULO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTEGRADO **CSL C6n**

El módulo del sistema de iluminación integrado tiene las siguientes características:

Operación: controlada por micro procesador.

- Canales: 6

- Potencia por canal: 800 W máximo y 15 W mínimo.
- Comunicación: BACNET/IP – ETHERNET de 10 a 100Mb.
- Cobertura: 46 m en el interior, 76 m exterior.
- Ángulo de cobertura:
- Montaje: en tablero.
- Código: **AP3-MEX.**

El módulo del sistema de iluminación integrado con la señal de los sensores inalámbricos **SMTIRT n** permite controlar a través de sus seis canales individualmente a las luminarias o grupos de luminarias conectadas a un mismo circuito de 120 V.

PROCESADOR PARA AUTOMATIZACIÓN INTEGRADA DE ILUMINACIÓN **IPAC n**

El procesador **IPAC n** tiene las siguientes características:

- Operación: controlada por micro procesador.
- Canales: 8
- Potencia por canal: 1.600 W máximo y 15 W
- Voltaje: 120 V. a 277 V.
- Frecuencia: 50 – 60 Hz.
- Salidas: 8 para sensores o foto células.
- Comunicación: ETHERNET de 10 a 100Mb.
- Montaje: en tablero.
- Código: **IPAC n**

El procesador **IPAC n** es capaz de controlar hasta 8 circuitos de 1.660 w. 120 – 277 V utilizando la señal de los sensores alámbricos infrarrojos con fotocélula incorporada **SMTIRFC n**, por estas propiedades se lo ha seleccionado para operar las luminarias de la biblioteca y de las aulas.

PROCESADOR CENTRAL PARA AUTOMATIZACIÓN **PAC 2 n**

El procesador central **PAC 2** tiene las siguientes características:

- Operación: controlada por micro procesador.
- Canales: 8 entradas, 8 salidas.
- Relés: 8 salidas
- Comunicación: ETHERNET de 10 a 100Mbps.
- Montaje: en tablero.
- Código: **PAC 2 n**

El procesador central **PAC 2** integra las señales de control de:

- Procesador para automatización integrada de iluminación **IPAC**
- Módulo del sistema de iluminación integrado **CSL C6**

3.4.1.1 MONITOREO DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS

El monitoreo de los parámetros de corriente, voltaje, potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente se lo realizará en las barras del tablero principal, en las barras del tablero de distribución de voltaje regulado.

Además, se ha previsto el monitoreo de los circuitos sub-alimentadores de los tableros antes indicados.

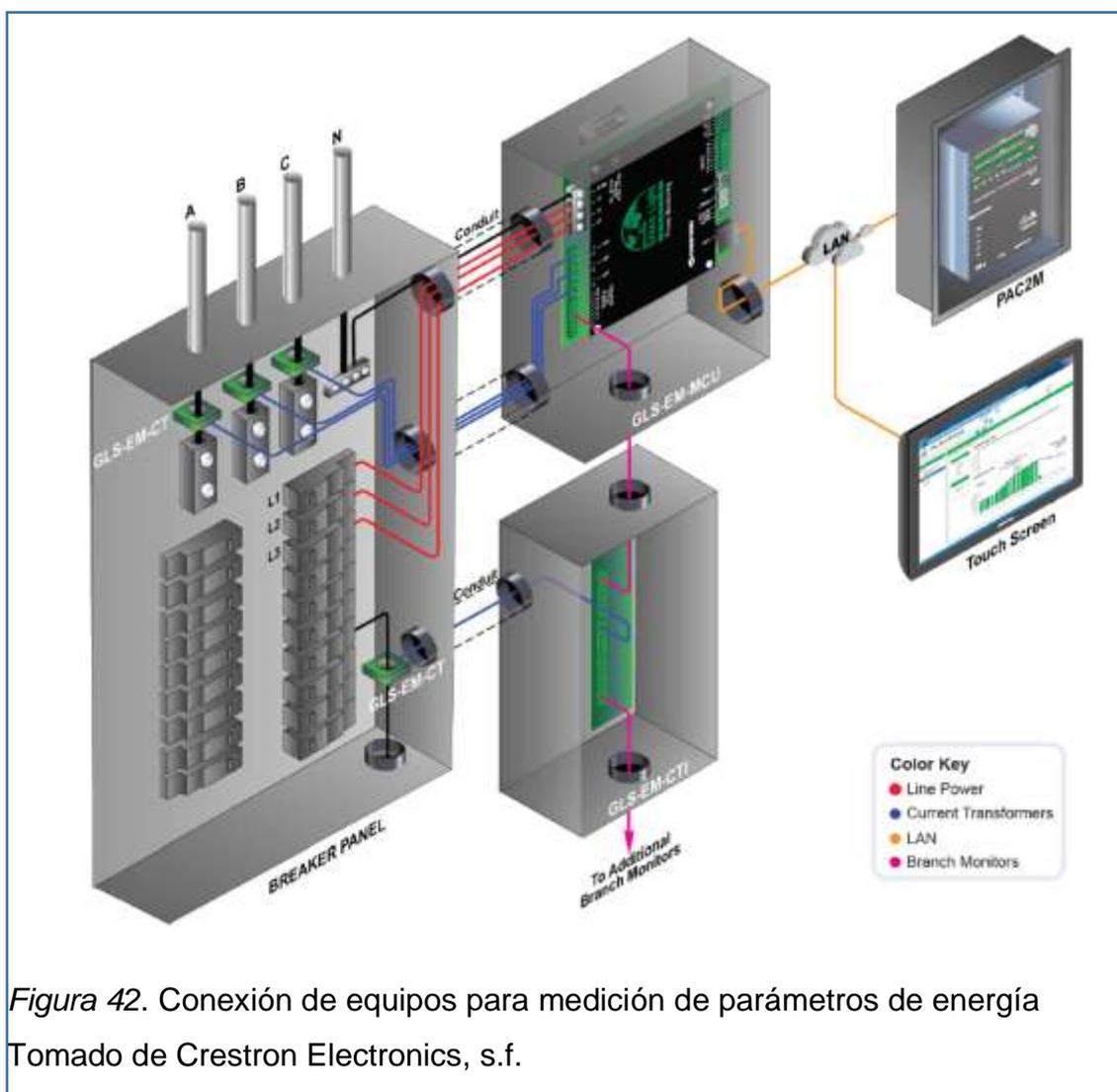
El monitoreo se realizará empleando transformadores de corriente conectados en los cables de los sub-alimentadores, mientras que la señal de voltaje se tomará directamente de las barras.

INTERFAZ DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE **GLS-EM-CTI**

En este proyecto se han seleccionado interfaces **GLS-EM-TI** trifásicas de 21 circuitos. Los conductores secundarios de los transformadores de corriente **GLS-EM-CT** se conectan a los bornes de la interfaz. La señal de voltaje se toma de las barras del tablero o de los terminales de conexión de los sub alimentadores y se conecta directamente a la unidad de control **GLS-EM-MCU**.

UNIDAD DE CONTROL **GLS-EM-MCU**

La unidad de control procesa las señales de corriente provenientes de la interfaz mediante un cable bus de comunicaciones Cresnet de 2 pares y obtiene valores de los parámetros eléctricos antes citados.



3.4.2 Sistemas de seguridad electrónica

En los estudios previamente presentados sobre sistemas de seguridad electrónica, cada sistema posee un diseño y funcionamiento independiente entre sí, y su vez con las demás áreas de ingeniería que se desea monitorear y controlar.

La integración a la red de control de los sistemas de seguridad electrónica se realiza a través de protocolo estándar BACnet/IP.

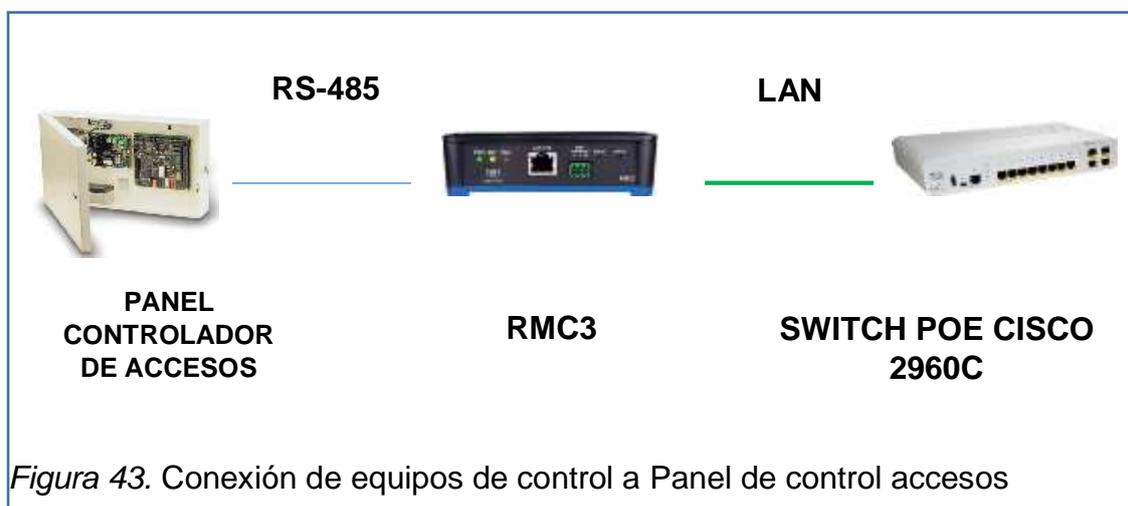
La integración a la red Inmótica de los sistemas de seguridad electrónica se realiza por medio de la conexión de los dispositivos de control hacia cada una de las centrales de los respectivos subsistemas de seguridad electrónica. El propósito de la comunicación de la red de control hasta las centrales de seguridad, se debe a que dichas centrales siendo el núcleo de cada sistema, ya posee control sobre todos sus elementos.

A continuación se realiza una descripción de los equipos de control seleccionados y la forma de comunicación hacia las centrales de cada sistema de seguridad electrónica.

3.4.2.1 Sistema de control de accesos

Conexión de equipos de control a elementos de sistema de control de accesos.

Las centrales de accesos tienen conexión al siguiente equipo de control.



PROCESADOR DE AUTOMATIZACION RMC3 n:

- Soporte nativo BACnet/Ip.
- Comunicación: ETHERNET 10/100 Mbps, auto-switching, full/half duplex, tcp/ip stack, udp/ip, cip, dhcp, ssl, tls, ssh, snmp, ipv4 o ipv6, autenticación active directory , iis v.6.0 web server, smtp e-mail client. 1 puerto LAN PoE RJ45 hembra.
- 1 puerto COM bidireccional rs232/422/485.
- 2 puertos de conexión digital.
- Relé: 1 entrada/salida.
- IR: 1 entrada/salida.
- Almacenamiento: ddr3 sdram: 256 mb, flash: 4 gb, sd y sdhc hasta 32 gb.

El monitoreo y control de las centrales de acceso de los pisos (PB, 1ro, 3ro, 4to, 5to, 6to, 7mo) tienen conexión al siguiente equipo **RMC3 n** a través de un cable con hilos 24AWG hacia el puerto COM RS-485.

El procesador de automatización **RMC3 n** tiene conexión a través de un cable UTP Cat. 6A al **Switch PoE Cisco 2960C** del sistema de cableado estructurado.

Descripción del diseño del Sistema de control de accesos

El proyecto consta de un sistema de Control de Accesos capaz de supervisar, controlar, restringir y filtrar la circulación del personal a las distintas áreas del edificio.



Figura 44. Conexión de equipos de Sistema de control de accesos.

Tabla 5. Áreas aplicadas a control de accesos

ÁREA
Bodegas
Aulas
Ingreso a áreas de cubículos
Cuarto de Control
Ingreso y Salida de la Institución
Biblioteca

Elementos que incluye del sistema de control de accesos

- Panel o tarjeta de control (controladora). Tarjeta central electrónica capaz de administrar todo tipo de información en cuando al acceso a localidades seleccionadas.
- Lectora de Proximidad. Dispositivo electrónico lector de tarjetas de proximidad utilizado para uso en interiores y exteriores, cuya función es la de captar el ID electrónico producido por la tarjeta y transmitirla al Panel controlador de accesos.
- Lectoras de Biométricas. Dispositivo electrónico que permite el reconocimiento único de seres humanos basados en uno o más rasgos físicos intrínsecos.
- Cerradura Electromagnética. Equipo electrónico y mecánico que posee un electroimán para mantener el bloqueo de un acceso (eléctricamente), se utiliza en puertas, ventanas, portones y todo elemento que se desee abrir y cerrar eléctricamente.
- Cierrapuertas. El cierrapuertas es un equipo mecánico-hidráulico que permite cerrar las puertas automáticamente.

- Pulsador de Salida. Equipo electrónico que posee la estructura de un pulsante. Permite la liberación de la cerradura electromagnética mediante el envío de una señal eléctrica a la controladora de accesos o a la lectora de proximidad.
- Fuentes de alimentación. Se debe contar con una fuente principal de alimentación eléctrica para cada uno de los controladores, además abastecerá la energía necesaria para alimentar las lectoras, pulsadores de salida, cerraduras electromagnéticas y cualquier equipo electrónico anexo al sistema de control de accesos.
- Tarjeta de proximidad. Elemento electrónico pasivo en formato de tarjeta delgada. Posee la característica de ser manejable para el usuario. Su función es transmitir un ID electrónico al lector de proximidad. Con tecnología RFID de 125 KHz.
- Cable conductor. Conductor capaz de transferir la información de permisos y detalles de acceso entre todos los dispositivos que incluye el sistema. Dentro del sistema de control de acceso se requiere utilizar cable 2x22 AWG para la alimentación de las cerraduras magnéticas y cable F/UTP blindado categoría 6A par trenzado para la conexión de todos los dispositivos electrónicos.

Funcionamiento de Sistema de control de Accesos

El proyecto consta de un sistema de Control de Accesos capaz de supervisar, controlar, restringir y filtrar la circulación del personal a las distintas áreas de la Institución.

El Sistema podrá ser interconectado a través de la red de Cableado Estructurado y administrado de manera centralizada desde el cuarto de Control

Cada tarjeta de control se instalará dentro de un gabinete cerrado e incluirá un kit de alimentación. Además cada módulo soportará 16 lectoras biométricas o peatonales y sus respectivos pulsantes de salida.

Se dispondrá de entradas libres en cada tarjeta controladora con el fin de conservar puertos de respaldo para futuras ampliaciones o para solventar fallos.

Se utilizará un kit de alimentación por cada Panel Controlador de Accesos. El primer Kit de alimentación energizará a la tarjeta controladora, a las lectoras (panel y lectoras) y proporcionará la alimentación necesaria para las cerraduras electromagnéticas. Total de consumo: 5A.

Por lo tanto se deberán implementar 6 Kits de alimentación 12VDC – 5A para la energización del Sistema de Control de Accesos, Por cada Panel controlador de Accesos se debe instalar 1 Kit de alimentación 12VDC – 5Amp.

Tabla 6. Distribución de entradas totales y entradas libres para cada controladora de accesos

	Controladora	Entradas Totales	Entradas Utilizadas	Entradas Libres - Disponibles
Subsuelo	0	0	0	0
Planta baja	1	16	9	7
Planta baja	1	16	11	5
Piso 1	1	16	16	0
Piso 2	0	0	0	0
Piso 3	1	16	14	2
Piso 4	1	16	14	2
Piso 5	1	16	14	2
Piso 6	1	16	14	2
Piso 7	1	16	14	2
TOTAL	8	128	106	22

Dispositivos de Control de Accesos

Para el Sistema de Control de Accesos se utilizarán: lectoras biométricas, lectoras de proximidad y pulsantes de salida. Se instalarán tanto las lectoras (biométricas y de proximidad) como los pulsantes de salida en las paredes de forma vertical a una altura de 1,4 metros sobre el suelo o superficie terminada.

Las lectoras biométricas y de proximidad se conectarán a las tarjetas controladoras, mientras que los botones pulsantes de salida se conectarán a las lectoras.

Para el acceso y control a las áreas restringidas se utilizarán lectoras biométricas o de proximidad y para la salida se implementarán botones pulsantes

Tabla 7. Distribución de dispositivos de control de accesos

	Controladora	Kit Alim.	Lect. Biométrica	Lect. Proximidad	Pulsador Salida	Entradas utilizadas	Entradas disponibles
Subsuelo	0	0	0	4	4	0	0
Planta baja	1	1	1	4	2	9	7
Planta baja	1	1	0	11	1	11	5
Piso 1	1	1	0	9	3	16	0
Piso 2	0	0	0	7	3	0	0
Piso 3	1	1	0	14	10	14	2
Piso 4	1	1	0	14	10	14	2
Piso 5	1	1	0	14	10	14	2
Piso 6	1	1	0	14	10	14	2
Piso 7	1	1	0	14	10	14	2
Unidad	U	U	U	U	U	U	U
TOTAL	8	8	1	105	63	106	22

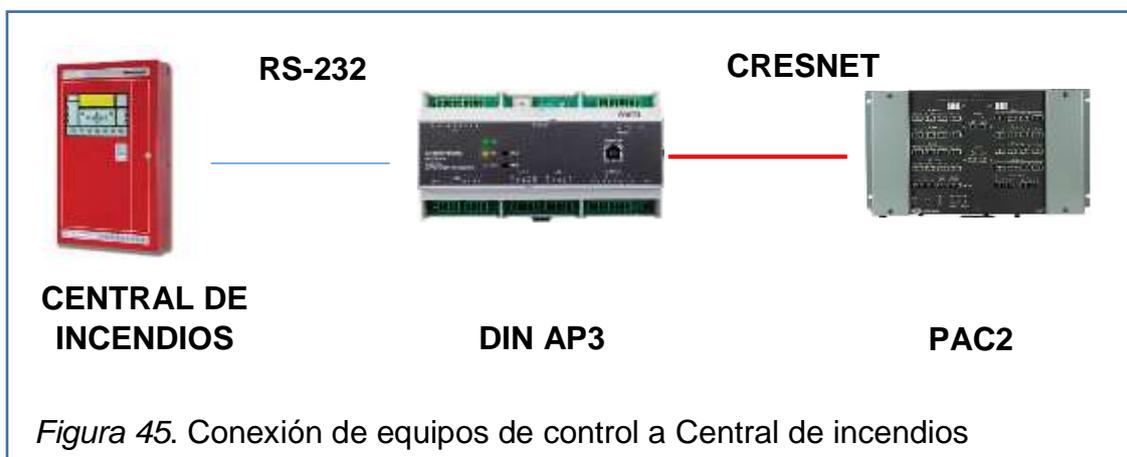
Monitoreo Sistema de Control de Accesos

La configuración de lectoras y administración del sistema de Control de Accesos estará centralizada a través de una PC. Este equipo también será el mismo que se utilice para el monitoreo y control de la red Inmótica.

Desde el equipo de monitoreo se podrá añadir personal, adicionar nuevas tarjetas, dar o quitar permisos de ingreso y controlar remotamente cada una de las puertas.

3.4.2.2 Sistema de incendios

La central de incendios tiene conexión al siguiente equipo de control.



PROCESADOR DE AUTOMATIZACIÓN **DIN-AP3 n**:

- Soporte nativo BACnet/ip.
- Comunicación: ETHERNET 10/100 mbps, auto-switching, full/half duplex, tcp/ip stack, udp/ip, ctp, dhcp, ssl, tls, ssh, snmp, ipv4 o ipv6, autenticación active directory , iis v.6.0 web server, smtp e-mail client.
- 2 puertos COM bidireccional rs232/422/485.
- 1 puerto ir/serial unidireccional ttl/rs232.
- Canales: 8 entradas/salidas.
- Relés: 4 entradas/salidas.
- Almacenamiento: ddr3 sdram: 256 mb, flash: 4 gb, sd y sdhc hasta 32 gb.

El monitoreo y control de la central de incendio tiene conexión al procesador de automatización **DIN-AP3 n** a través del de un cable con hilos 24awg hacia el puerto COM rs-232

El procesador central **PAC 2** integra las señales de control de:

- Procesador de automatización **DIN-AP3 n**

Descripción del diseño del Sistema de Incendios

El sistema de Detección de Incendios será capaz de controlar, alarmar, supervisar y prevenir incendios en los distintos ambientes del edificio.

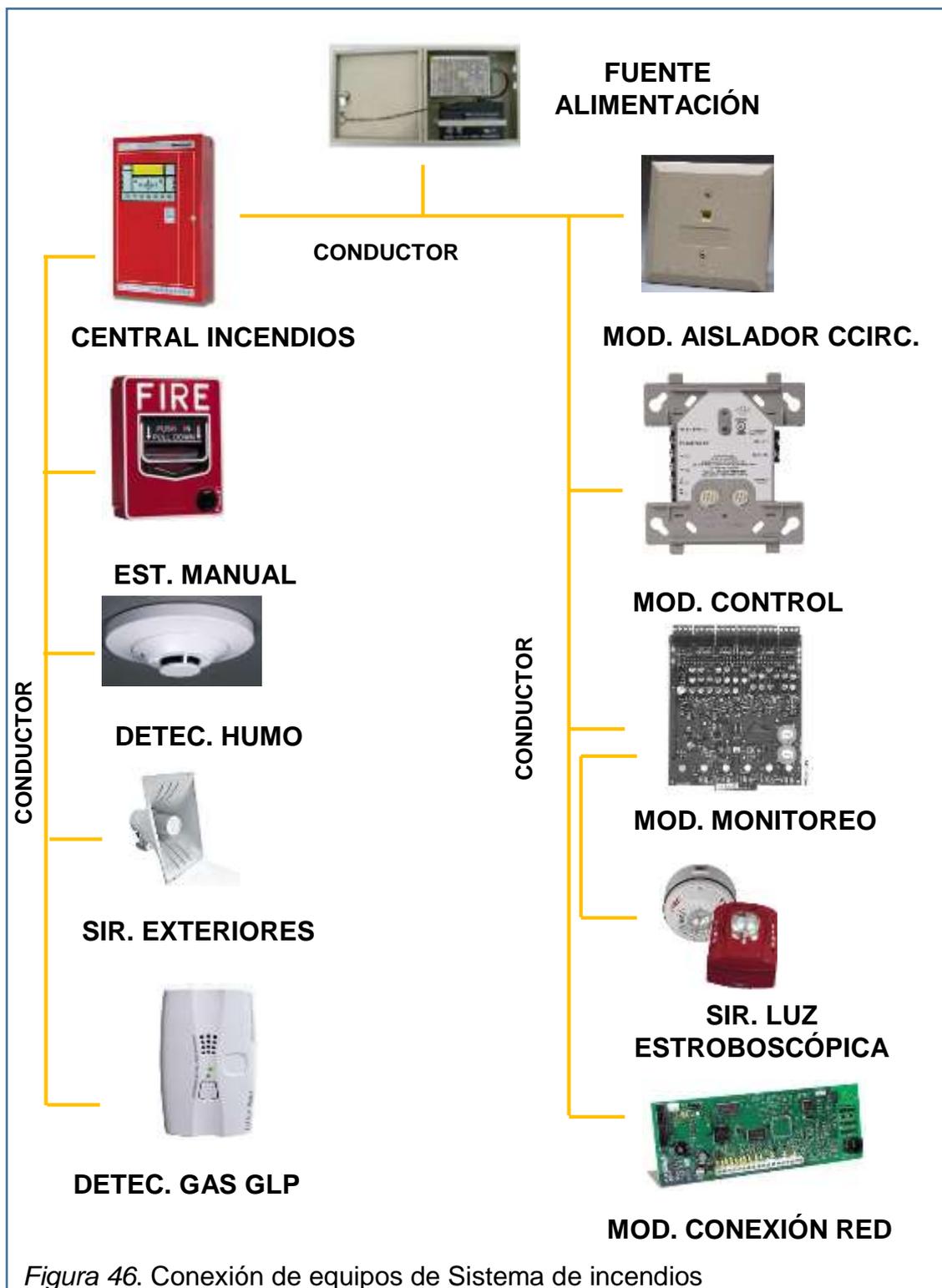


Figura 46. Conexión de equipos de Sistema de incendios

Tabla 8. Áreas que poseerán control de accesos

ÁREA
Bodegas
Aulas
Ingreso a áreas de cubículos
Cuarto de Control
Ingreso y Salida de la Institución
Biblioteca

Elementos que incluye del sistema de Incendios:

- Estación Central de incendio. Módulo donde se albergan la placa base, la fuente de alimentación y la memoria central. Equipo principal del sistema de detección de incendios que recibe las señales de los dispositivos conectados y actúa en consecuencia, ejecutando eventos que han programados tal como: llamadas telefónicas, activación de sirenas, encendido de luces estroboscópicas, etc.
- Detector de incendio direccionable. Dispositivo direccionable cuya función es monitorear el área donde se encuentra instalado. Equipo capaz de identificar la presencia de humo y cambios de temperatura; en caso de existir una concentración de partículas de humo en el aire mayor a la normal, el detector informará el evento al panel controlador
- Detector de GLP direccionable. Dispositivo electrónico direccionable de gas tipo sensor, cuya función es la de detectar escapes de gas GLP (gas butano o gas propano y sus mezclas) protegiendo bienes y personas contra riesgos de explosión o intoxicación
- Estación manual de incendio. Dispositivo que permite al personal activar manualmente la alarma de incendio en circunstancias de emergencia.

- Sirena / Luz estroboscópica. Equipo capaz de alertar en forma audible y visual la presencia de un conato de incendio. Actúa con una alarma sonora programable y una luz parpadeante similar al flash de las cámaras fotográficas
- Módulo aislador de corto circuito. Dispositivo electrónico para la supervisión de cortocircuito de un lazo de comunicación.
- Módulo de Monitoreo. Dispositivo electrónico direccionable de incendio capaz de controlar el lazo de activación y alimentar las estaciones manuales de incendio u otros dispositivos electrónicos de entrada adaptables al sistema.
- Módulo de control Direccionable. Dispositivo electrónico direccionable de incendio capaz de controlar el lazo de activación y alimentar las sirenas con luz estroboscópica o cualquier dispositivo electrónico de salida adaptable al sistema.
- Sirena para exteriores. Equipo que proporciona señales auditivas con el objetivo alarmar la presencia de incendio.
- Cableado de la instalación. Para el sistema de detección de incendio utiliza cables 2x18 y 2x16 AWG Anti-Flama. El cable 2x18 y 2x16 AWG Anti-Flama es capaz de transferir la información de alertas entre todos los dispositivos que incluye el sistema.
- Letrero de Salida. Letrero con iluminación provista por una fuente principal (toma eléctrica 110V, y por una fuente alterna (batería)) cuyo objetivo es identificar las salidas en caso de emergencia.
- Fuente de alimentación. Kit fuente de alimentación eléctrica para los dispositivos activos que requieren energía para su funcionamiento. El kit incluye: Fuente de alimentación, batería, transformador y gabinete metálico.

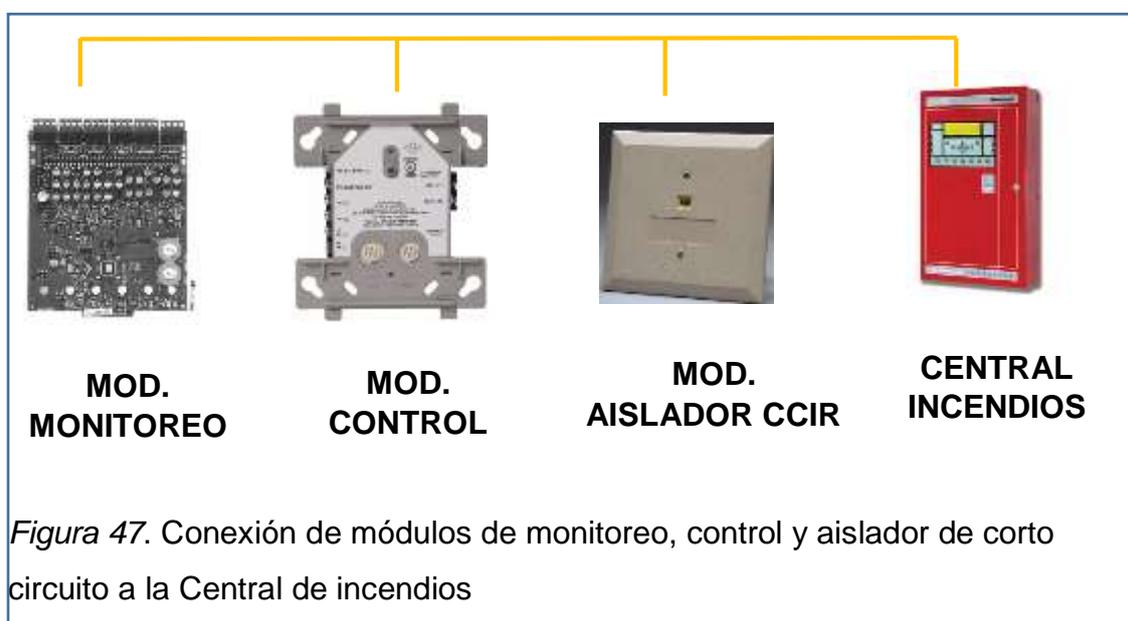
Funcionamiento de Sistema de Incendios

Central de Incendios

La central de incendios soportará 127 equipos en cada lazo, con la capacidad de direccionar 4 zonas expandibles a 8, con tecnología de barrido de alta velocidad. De acuerdo a las características particulares de este proyecto, la estación central de incendio se instalará en el cuarto de control.

Dado que la central de detección de incendios es un elemento crítico para salvaguardar vidas y/o bienes será necesario incluir una fuente de alimentación secundaria en caso de falla de la principal, por lo tanto en el cuarto de control deberá existir un banco de baterías adecuado para soportar la necesidad de energía de los paneles de incendio.

Módulos aislador de Corto Circuito, Módulos de Control y Módulos de monitoreo.



Los módulos de control permitirán alimentar máximo 5 dispositivos electrónicos entre sirenas y luces estroboscópicas.

Cada luz estroboscópica y sirena consume alrededor de 448mAmp, sumando 2,5 Amp por módulo de control.

Para los módulos de control y de monitoreo se necesitará 3 fuentes de alimentación de 24VDC 5 Amp: 2 para los módulos de monitoreo y 1 para el módulo de control.

Los módulos de control y de monitoreo serán conectados a la red de incendios través del cable anti-flama 2x18 AWG.

Los módulos de monitoreo son dispositivos electrónicos direccionables, cuya función será la de controlar el lazo de activación y alimentación de las estaciones manuales de incendio. Dichos elementos soportarán la conexión máxima de 5 estaciones manuales de incendio.

A partir de cada módulo aislador se derivará el lazo, es importante señalar que cada módulo aislador abarcará máximo 20 dispositivos para un correcto funcionamiento, una vez completa la cantidad de elementos se deberá instalar un módulo adicional cuyo cableado deberá ser entre módulos aisladores, como muestra la siguiente imagen.

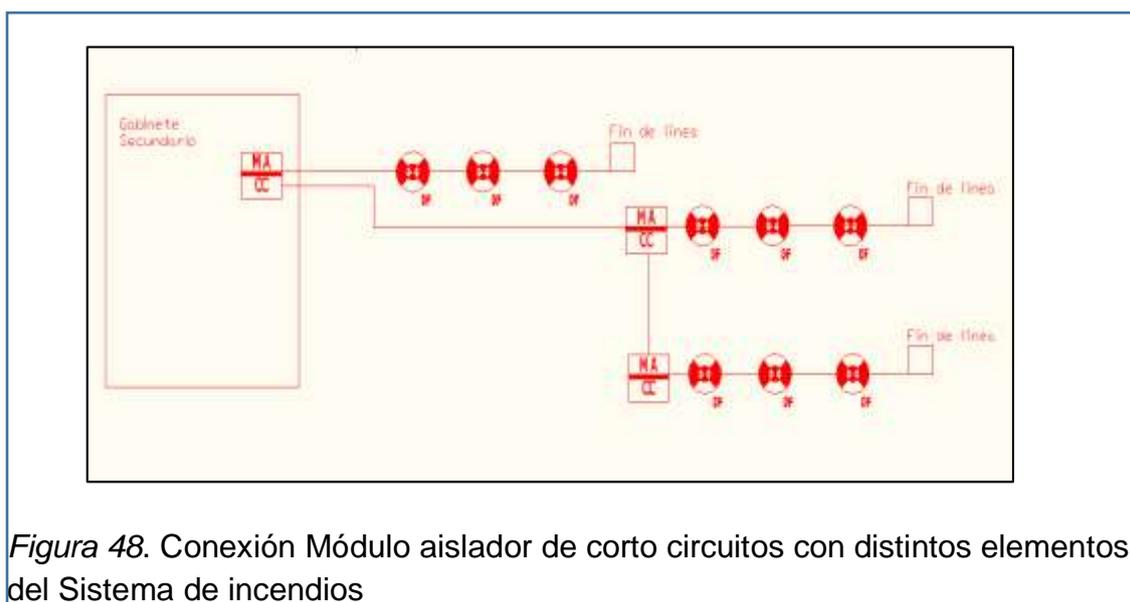


Figura 48. Conexión Módulo aislador de corto circuitos con distintos elementos del Sistema de incendios

Tabla 9. Detalle de equipos

	Módulo Aislador	Módulo Monitoreo	Módulo Control
Subsuelo	1	1	1
Planta baja	2	1	2
Piso 1	2	1	2
Piso 2	2	1	2
Piso 3	3	1	3
Piso 4	3	1	3
Piso 5	3	1	3
Piso 6	3	1	3
Piso 7	3	1	3
TOTAL	22	9	22

Detectores de Humo Fotoeléctrico Térmicos y GLP

Los detectores de humo cubrirán las áreas cerradas de mayor riesgo de incendios del edificio, como se detalla en los planos adjuntos, abarcando con el monitoreo necesario para la prevención de incendios.

Los detectores serán alimentados eléctricamente a través de la central de incendios.

La calibración del detector será muy importante para la determinación de su operación. Las pruebas de calibración de los detectores deberán ser definidas de acuerdo a las áreas que cada detector pertenezca.

No se deberá colocar los detectores cerca de luces fluorescentes, los cambios de temperatura drásticos podrán afectar su funcionamiento.

No deberán instalarse en zonas que puedan causar falsas alarmas. Ej.: cocina de la cafetería.

Los detectores deberán estar sujetos mediante cajas EMT.

Los detectores serán agrupados y estarán conectados a los módulos aisladores de cortocircuito.

Tabla 10. Detalle de detectores

	Módulo Aislador	Det. Humo	Det. GLP	Módulo Monitoreo	Módulo Control
Subsuelo	1	7	0	1	1
Planta baja	2	11	1	1	2
Piso 1	2	12	0	1	2
Piso 2	2	11	0	1	2
Piso 3	3	13	0	1	3
Piso 4	3	13	0	1	3
Piso 5	3	13	0	1	3
Piso 6	3	13	0	1	3
Piso 7	3	13	0	1	3
TOTAL	22	106	1	9	22

Luz Estroboscópica.

Los dispositivos de alarma audible y visual, (sirena y luz estroboscópica) se conectarán a los módulos de control direccionable.

Los equipos de sirena-luz estroboscópica serán alimentadas eléctricamente a través de la red de incendios.

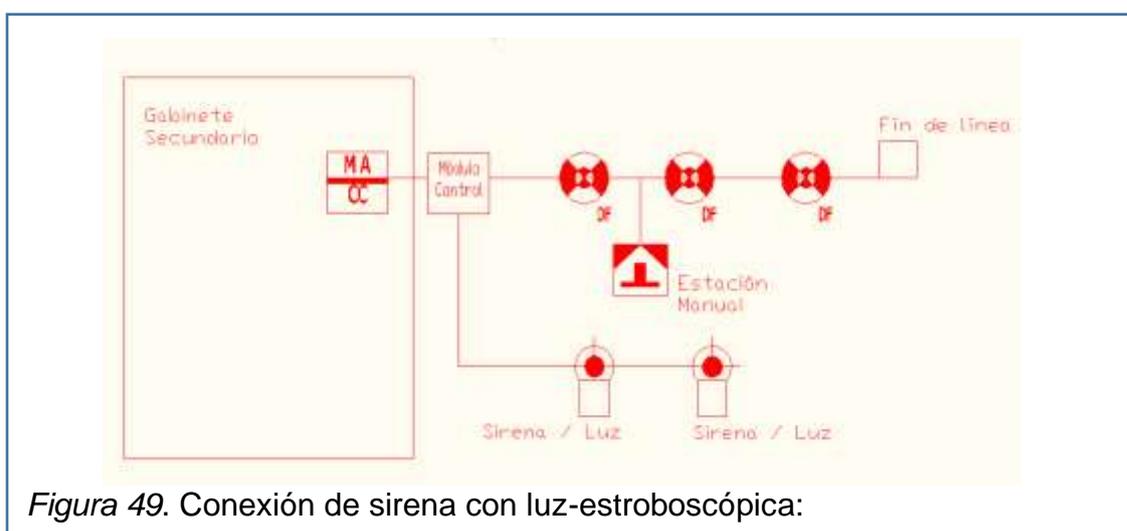


Figura 49. Conexión de sirena con luz-estroboscópica:

Tabla 11. Detalle de las sirenas-luz estroboscópica

	Módulo Control	Luz. Estroboscópica
Subsuelo	1	2
Planta baja	2	9
Piso 1	2	7
Piso 2	2	6
Piso 3	3	12
Piso 4	3	12
Piso 5	3	12
Piso 6	3	12
Piso 7	3	12
Total	22	84

Estación Manual de incendios

Las estaciones manuales se conectarán a los módulos de monitoreo. Las estaciones manuales serán alimentadas eléctricamente a través de la red de incendios.

Tabla 12. Detalle de las estaciones manuales de incendios

	Módulo Monitoreo	Est. Manuales
Subsuelo	1	1
Planta baja	1	5
Piso 1	1	2
Piso 2	1	3
Piso 3	1	2
Piso 4	1	2
Piso 5	1	2
Piso 6	1	2
Piso 7	1	2
Total	9	21

Sirena para exteriores

Para la propagación de la señal audible se utilizarán las sirenas colocadas en el Sistema de Intrusión.

Cable Conductor

Los equipos electrónicos que integran el Sistema de Detección de Incendios estarán conectados por medio de los cables 2x18 y 2x16 AWG anti-flama.

Tabla 13. Especificaciones del conductor FPL ("Fire Plenum Listed") a ser utilizado

CABLE DE ALARMA DE INCENDIOS	
AWG:	18 y 16
Número de conductores	2
Estructura	Sólido
Material del conductor:	Cobre
Grosor de la recubierta de aislamiento:	0.01 in, retardante al fuego
Debe cumplir con la norma	Estándar UL 1424 y NEC 760

3.4.2.3 Sistema de Intrusión

La central de intrusión tiene conexión al siguiente equipo de control.

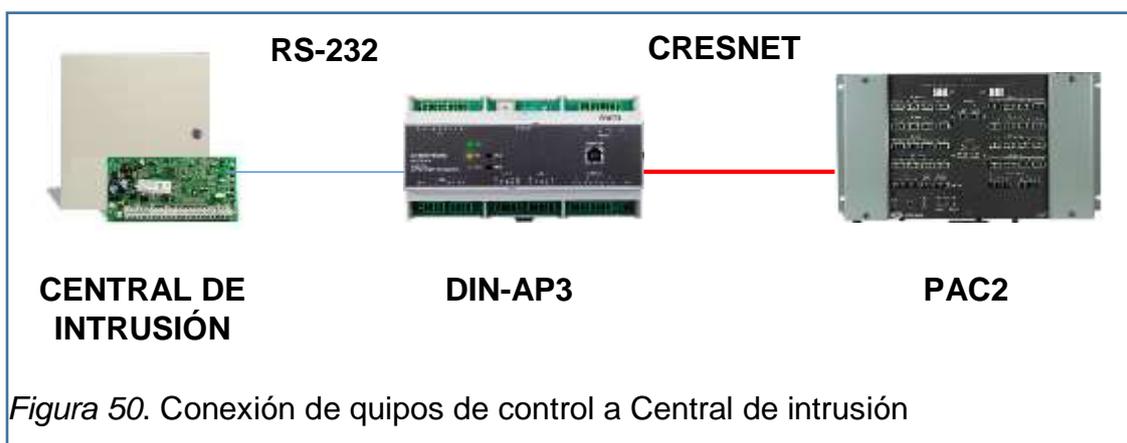


Figura 50. Conexión de quipos de control a Central de intrusión

El monitoreo y control de la central de intrusión tiene conexión al procesador **DIN-AP3 n** a través de un cable con hilos 24awg hacia el puerto COM rs-232

El procesador central **PAC 2** integra las señales de control de:

- Procesador de automatización **DIN-AP3 n**

Descripción del diseño del Sistema de Intrusión

El Sistema de Intrusión será capaz alertar las actividades e ingresos inadecuados, advertir y supervisar actos de intrusión en los distintos ambientes del edificio.

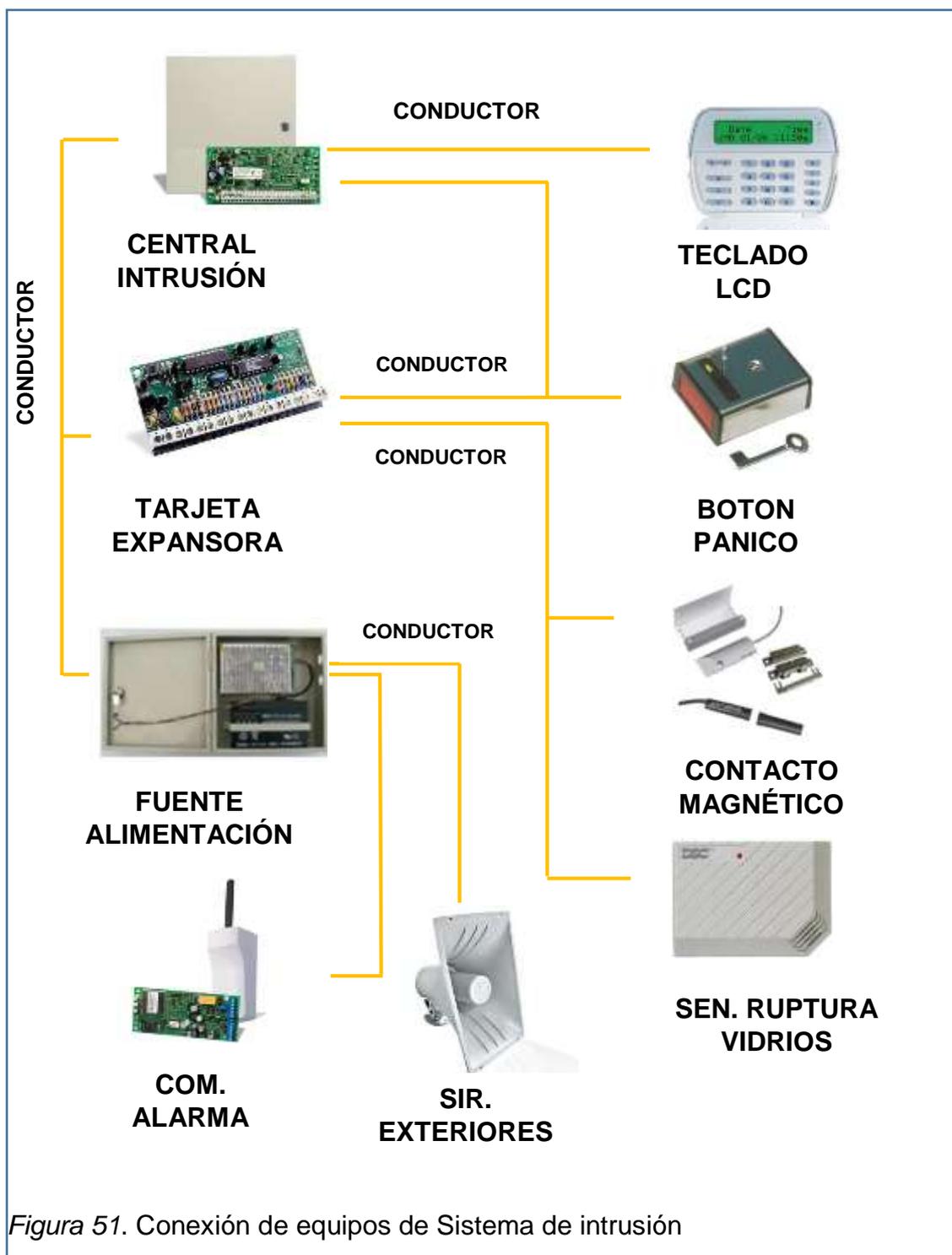


Figura 51. Conexión de equipos de Sistema de intrusión

Tabla 14. Áreas que poseerán red de alarmas

Área
Cuarto de Control
Bodegas
Ventanas de la planta baja
Biblioteca
Pasillos
Entradas

El sistema de intrusión estará conformado por los siguientes elementos:

- Central de alarmas. Módulo donde se alberga la placa base , la fuente y la memoria central. Dispositivo electrónico capaz de recibir y administrar las señales de los equipos de monitoreo, y actúa en consecuencia disparando la alarma y comunicándose con la central telefónica.
- Tarjetas expansoras. Dispositivo electrónico que permite ampliar las zonas de una central de alarmas dependiendo de sus características.
- Teclados LCD. Permite a los usuarios autorizados (usualmente mediante códigos preestablecidos) armar (activar) y desarmar (desactivar) el sistema de intrusión. El teclado es capaz de configurar el sistema de intrusión.
- Sensores de ruptura de cristales. Detector microfónico, activado al detectar la frecuencia aguda del sonido de una rotura de cristal.
- Contactos magnéticos. Dispositivo utilizado para supervisar puertas o ventanas. Forma un circuito cerrado por imanes que al momento de

separarse cambia el estado (se puede programar como NC o NA) enviando señales de alarma a la central.

- Pulsantes de pánico. Botón de tipo pulsante conectado al sistema de alarma que emite una señal de alerta hacia la central de intrusión. Dispositivo electrónico pasivo para casos de pánico o emergencias, su función es permitir al usuario activar la alarma para que los operadores de seguridad provean de apoyo armado a la zona en emergencia.
- Sirenas para exteriores. Despliegan señales auditivas con el objetivo alarmar la presencia de intrusos.
- Comunicador de Alarma. Dispositivo electrónico capaz de administrar, supervisar y monitorear las respuestas de las centrales de alarma sin la necesidad de un servicio externo.
- Fuentes de alimentación. Kit fuente de alimentación para los dispositivos activos que requieren energía eléctrica para su funcionamiento. El kit incluye: Fuente de alimentación, batería, transformador y gabinete metálico
- Cable conductor. El Sistema de Intrusión se arma mediante líneas en forma de lazos que conectan equipos de alarma y monitoreo con la central de alarmas. Se utiliza de cable Conductor UTP 3 pares, categoría 3, 24AWG par trenzado sin apantallar y conectores bajo la norma ANSI/TIA-568-B.2-1.

Funcionamiento de Sistema de intrusión

Central de alarmas y tarjetas expansoras

De acuerdo a las características particulares de este proyecto se instalará una central de intrusión, en el cuarto de control. La central administrará todo el servicio de prevención de intrusos.

El sistema deberá incluir un expansor con el fin de ampliar el alcance de zonas a vigilar. Esta tarjeta expansora determinará y delimitará las aéreas supervisadas creando localidades distribuidas del sistema de alarma.

Tabla 15. Detalle de armado de cada central

Equipo	Zonas
Central	8
Expansora 1	8
Expansora 2	8
Expansora 3	8
Expansora 4	8
Expansora 5	8
Expansora 6	8

Tabla 16. Detalle de la central de intrusión

Ubicación	Equipo	Total de zonas	Zonas utilizadas	zonas libres	Ampliación con expansoras
Planta baja	Central de Intrusión	8	6	2	16

Para efectos de modificación, resguardo y ampliación del Sistema de Intrusión se dejarán zonas libres en el módulo expansor y en la central de alarmas, el cuadro anterior indica la cantidad de zonas a utilizarse y la cantidad de zonas libres. Las entradas libres en la central permitirán ampliar las redes instalando expansoras o directamente los equipos, mientras que las entradas libres en la expansora permitirán de ampliar el sistema anexando los equipos. Las zonas libres servirán para abastecer puertos dañados.

Será necesario un kit de alimentación adicional de 12VDC – 2A por cada expansora de zona, por lo tanto para este sistema de Intrusión se instalará 1 kit de 12VDC – 2A.

Montaje y conexión de la central de intrusión y la tarjeta expansora:

- Las salidas de alimentación eléctrica deberán proveer de conexión a tierra.
- La central de intrusión deberá ser instalada a una altura de 1,5 metros sobre el suelo terminado.
- La tarjeta expansora deberá ser instalada a una altura de 2 metros sobre el suelo terminado o de preferencia sobre el techo falso.

Teclados y Comunicador de alarma

Cada teclado será conectado directamente a central de intrusión. No se conectarán a la tarjeta expansora.

Se incluirán 2 teclados LCD alfanuméricos. La activación y desactivación del sistema general será centralizado desde el teclado principal ubicado en el cuarto de control. La activación y desactivación de zonas serán controladas por el teclado secundario.

El sistema integra varios teclado de configuración, que permitirán a los usuarios autorizados armar (activar) y desarmar (desactivar) las distintas zonas supervisadas; también añadirá un comunicador de alarma que será capaz de administrar, supervisar y monitorear las respuestas de las centrales de alarma sin la necesidad de un servicio externo.

El comunicador de alarma se ubicará en el cuarto de Control y deberá estar conectado a la red del Sistema de Seguridad.

El comunicador de alarma necesitará de una tarjeta SIM-CARD pre-pagada o pos-gago.

El comunicador de alarma deberá ser conectado a una fuente de alimentación para su funcionamiento.

Los teclados tendrán alimentación eléctrica a través de la central de intrusión.

Tabla 17. Detalle de teclados y comunicador de alarma

	Central	Capacidad de Teclados	Teclado LCD	Entradas Disponibles	Recep Multi
Planta baja	1	8	6	2	1
Total	1	8	6	2	1

Sensores de movimiento.

Los sensores a ser utilizados serán los mismos que se utilizaran en la red Inmótica para el control de iluminación, es decir los modelos **SMPUSIR n**, **SMTIRT n** y **SMTIRFC n**. La “comunicación” entre dichos sensores y el sistema de intrusión se realizará por medio de la conexión de la central de intrusión y el procesador de automatización **DIN-AP3n**, permitiendo de esta manera que la red Inmótica integre los dos sistemas.

Los sensores de movimiento, contactos magnéticos y detectores de ruptura servirán para supervisar todas las aéreas del edificio; estos equipos trabajarán en conjunto de manera de tener mayor seguridad. Esto quiere decir que a más de colocar contactos magnéticos y detectores de ruptura de cristales, se instalarán sensores dentro de la misma área.

Los sensores cubrirán las áreas cerradas de mayor interés, abarcando con el monitoreo necesario para la prevención de intrusos.

Pulsante de pánico

Estos dispositivos se ubicarán únicamente en áreas determinadas debido a que una inadecuada manipulación activaría las alarmas del sistema.

Los pulsantes de pánico no necesitarán de fuente de alimentación externa, debido a que se alimentan a través de la central de intrusión o a través de la tarjeta expansora.

Tanla 18. Detalle de pulsantes de pánico

	Central	Expansora	Pulsante de Pánico
Subsuelo	0	0	0
Planta Baja	1	1	3
Piso 1	0	0	2
Piso 2	0	0	1
Piso 3	0	1	7
Piso 4	0	1	7
Piso 5	0	1	7
Piso 6	0	1	7
Piso 7	0	1	7
Total	1	6	41

Contactos magnéticos

Los contactos magnéticos estarán conectados a las expansoras.

Los contactos magnéticos deberán ser instalados en la parte superior de los marcos de las puertas.

Para las entradas y salidas que poseen doble apertura será obligatorio colocar un contacto magnético por cada puerta de la planta baja.

Los contactos magnéticos no necesitarán de fuente de alimentación externa, debido a que alimentan a través de la central de intrusión o de la tarjeta expansora.

Tabla 19. Detalle de contactos magnéticos

	Central	Expansora	Contactos Magnéticos
Subsuelo	0	0	8
Planta Baja	1	1	11
Piso 1	0	0	8
Piso 2	0	0	4
Piso 3	0	1	12
Piso 4	0	1	12
Piso 5	0	1	12
Piso 6	0	1	12
Piso 7	0	1	12
Total	1	6	91

Sensor de ruptura de vidrios

Los detectores de ruptura de vidrios estarán conectados a las expansoras.

Estos dispositivos no necesitarán de fuente de alimentación externa, debido a que se alimentan a través de la central de intrusión o a través de la tarjeta expansora.

Tabla 20. Detalle de ruptura de vidrios

	Central	Expansora	S. Ruptura Vidrios
Subsuelo	0	0	0
Planta Baja	1	1	35
Piso 1	0	0	0
Piso 2	0	0	0
Piso 3	0	1	0
Piso 4	0	1	0
Piso 5	0	1	0
Piso 6	0	1	0
Piso 7	0	1	0
Total	1	6	35

Sirena para exteriores

Se instalarán 3 sirenas para exteriores que serán compartidas con el sistema de Detección de Incendios

Tabla 21. Detalle de sirenas para exteriores

Equipo	Sirena	Kit
	Exterior	Alimentación
Central	2	1
Total	2	1

3.4.2.4 Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)



El Network Video Recorder (NVR) tiene una conexión a un punto de datos, el mismo que se conecta al **Switch Cisco SG500X** por medio de un cable UTP Cat. 6A del sistema de cableado estructurado.

Descripción del diseño del Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV)

El sistema de vigilancia de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) consta de un conjunto de dispositivos que permiten captar, y enviar imágenes y sonido desde la zona vigilada a los puestos de monitoreo con el objetivo de controlar y proteger un espacio definido.

Se establecerá un sistema de circuito cerrado de televisión basado en el modelo IP y una red de cableado estructurado que integra tendido de cables F/UTP.

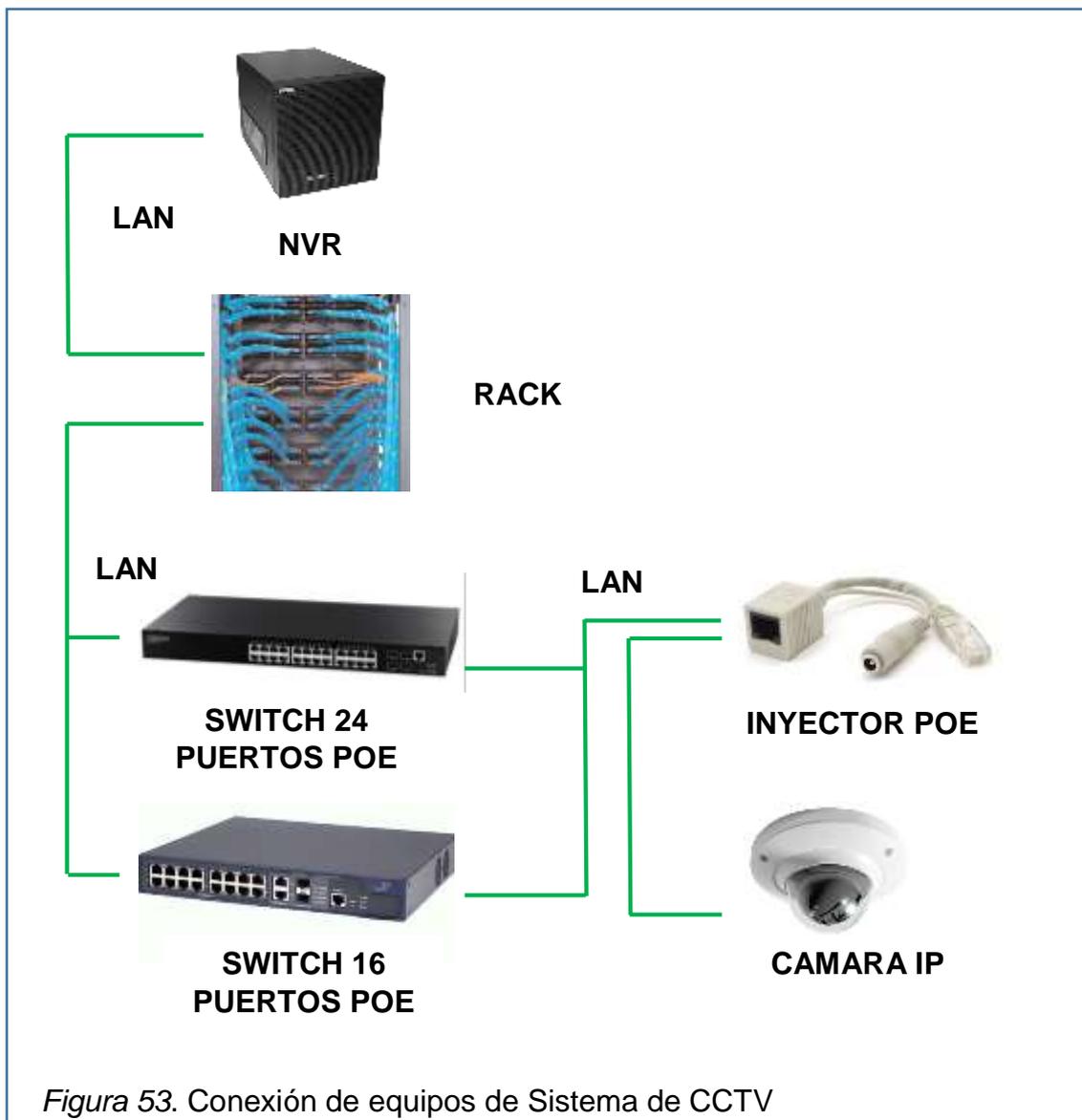


Figura 53. Conexión de equipos de Sistema de CCTV

Tabla 22. Áreas que poseerán el sistema de CCTV

Área
Bodegas
Pasillos
Ingreso a áreas de cubículos
Cuarto de Control
Ingreso y Salida de la Institución
Biblioteca

De acuerdo al cuadro anterior, el Sistema supervisará todo el entorno de circulación peatonal y actividades del personal. El Sistema podrá trabajar de manera autónoma o integrada.

El sistema de intrusión estará conformado por los siguientes elementos:

- Servidor Video Grabador Digital NVR. Equipo electrónico avanzado tipo ordenador con acceso a Ethernet, cuya función es la de grabar, administrar y configurar todo evento enviado por las cámaras IP configuradas en el equipo. Permite la visualización de los videos en tiempo real de las cámaras. Consta de entradas de vídeo, audio y de alarmas, y salidas para monitores, impresora, puertos de comunicaciones, etc.
- Cámara IP tipo Domo. Dispositivo electrónico capaz de capturar el sonido y video para ser transmitidos al NVR, a través del protocolo TCP/IP. El equipo incorpora una protección a través de una carcasa sólida anti vandalismo que oculta la dirección de la lente. Cámaras que incorporan su propio miniordenador, y activación mediante movimiento.
- Monitor profesional de vídeo. Dispositivo para la visualización y despliegue de imágenes y sonidos captados por las cámaras. Un monitor profesional se caracteriza por poseer altas prestaciones en la fidelidad del color, contraste real obtenido por hardware, resolución-tamaño de pantalla y larga vida útil.
- Inyector PoE. Dispositivo electrónico pasivos capaz de alimentar a las cámaras IP a través de la red Ethernet. Equipo basado en la tecnología PoE.
- “RACK” de distribución. Montaje de un gabinete de pared de 24 UR (1.21 metros) para el sistema de Seguridad, con acceso delantero y posterior, puerta de vidrio, extractor de aire y llave.

- “RACK” de distribución PEQUEÑO. Montaje de un gabinete de pared de 24 UR (1.21 metros) para el sistema de Seguridad, con acceso delantero y posterior, puerta de vidrio, extractor de aire y llave.
- Switch de borde de 16 y 24 Puertos PoE. Conmutador electrónico que distribuye y almacena la señal de la red. Incluye además la tecnología PoE.
- Cable Conductor. Conductor capaz de transferir las imagines y sonidos entre todos los dispositivos del Sistema de CCTV. Para el sistema de video vigilancia se requiere utilizar cable F/UTP blindado categoría 6A par trenzado.

Funcionamiento del Sistema del circuito cerrado de televisión

Cámaras.

El Sistema de CCTV contendrá 52 cámaras para el monitoreo de todas las instalaciones de la Institución. La supervisión del sistema abarcará tanto los espacios externos como los internos.

Las cámaras incluirán una licencia individual de software profesional compatible con el NVR que permitirá aprovechar todas las características funcionales de las cámaras.

Las cámaras tendrán alimentación a través del “switch” por medio del cable UTP utilizando la tecnología PoE. Será necesario la conexión de las cámaras a través de un inyector PoE.

Cada cámara tendrá un punto de red IP abastecido por los “Racks” de distribución y del principal.

Cada cámara deberá conectarse al “Rack” de distribución.

Tabla 23. Detalle de equipos

	RACK	Switch	Cámara IP Domo
Subsuelo	0	0	2
Planta baja	1 (24 ur)	3(24P)	9
Piso 1	1 (12 ur)	1(16P)	8
Piso 2	1 (12 ur)	1(16P)	8
Piso 3	1 (12 ur)	1(16P)	5
Piso 4	1 (12 ur)	1(16P)	5
Piso 5	1 (12 ur)	1(16P)	5
Piso 6	1 (12 ur)	1(16P)	5
Piso 7	1 (12 ur)	1(16P)	5
Total	8	10	52

NVR

El NVR será capaz de administrar 16 canales.

Debido a la cantidad de cámaras que se incluirán en el sistema de CCTV será necesario disponer de 1 NVR.

El equipo de Grabación de Video (NVR) se ubicará en el cuarto de control de control especificado en los planos anexos.

Tabla 24. Detalle de NVR

Ubicación	NVR	Puertos Totales	Puertos Utilizado	Puertos Libres
Planta Baja	1	64	45	19

Distribución de equipos

Tabla 25. Distribución de cámaras por Rack

	RACK 24 ur	RACK 12 ur	Switch 24 P	Switch 16 P	Cámara IP Domo
Subsuelo	0	0	0	0	2
Planta baja	1	0	3	0	9
Piso 1	0	1	0	1	8
Piso 2	0	1	0	1	8
Piso 3	0	1	0	1	5
Piso 4	0	1	0	1	5
Piso 5	0	1	0	1	5
Piso 6	0	1	0	1	5
Piso 7	0	1	0	1	5
Total	1	7	3	10	52

Tabla 26. Distribución de puertos por Rack

	RACK 24 ur	RACK 12 ur	Switch 24 P	Switch 16 P	Cámara IP Domo	CCAA	Puerto s Totales	Puertos Usados	Puertos Libres
Subsuelo	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Planta baja	1	0	3	0	9	2	72	59	13
Piso 1	0	1	0	1	8	1	16	9	7
Piso 2	0	1	0	1	8	7	16	15	1
Piso 3	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 4	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 5	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 6	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 7	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Total	1	7	3	10	52	15	184	113	71

Nota: Se tomarán los puntos necesarios (de los puntos libres) para la conexión de equipos complementarios y para la interconexión de los sistemas de Intrusión, e Incendios utilizando los puertos libres.

Los puertos restantes servirán además para conexiones propias del edificio y para respaldo en caso de futuras ampliaciones y fallos.

Alimentación eléctrica y de red

Dentro del sistema de CCTV es necesario incluir salidas de tomacorrientes regulados para los NVRs, monitores profesionales, equipo de monitoreo y “RACKS” con el fin de suministrar la alimentación eléctrica necesaria para los equipos, este sistema es responsabilidad del proyecto eléctrico y los puntos requeridos se encuentra especificados en los planos de CCTV.

De igual forma para cada cámara se debe incorporar puntos de salidas IP los cuales deben ser suministrados por cada “Rack” de distribución

Rack de distribución

Se armará 1 “rack” de distribución y se lo ubicará en el Cuarto de Servicios como indicada en los planos del sistema de CCTV. El sistema de Cableado Estructurado proporcionará la comunicación entre el “RACK” del Sistema de Seguridad y otros sistemas anexos. La interconexión entre los Racks del Sistema de Seguridad y la Red de Cableado Estructurado se encuentra detallada en el proyecto del estudio previamente presentado.

Rack de distribución pequeño

Se armarán 7 “racks” de distribución pequeños y se los ubicará en los cuartos de Bodega de cada piso como se indicada en los planos del sistema de CCTV.

Switch de borde PoE

Para integrar todo el Sistema de Seguridad e integrarlos a la red de Cableado estructurado se instalará 10 Switches de Borde (16/24 puertos) dentro del rack del Sistema de Seguridad

Tabla 27. Detalle de Switches

	RACK 24 ur	RACK 12 ur	Switch 24 P	Switch 16 P	Cámara IP Domo	CCAA	Puertos Totales	Puertos Usados	Puertos Libres
Subsuelo	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Planta baja	1	0	3	0	9	2	72	59	13
Piso 1	0	1	0	1	8	1	16	9	7
Piso 2	0	1	0	1	8	7	16	15	1
Piso 3	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 4	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 5	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 6	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Piso 7	0	1	0	1	5	1	16	6	10
Total	1	7	3	10	52	15	184	113	71

3.4.2.5 Control de nivel de agua por inundación

Por medio del detector de fuga de agua SWM4/RN se detectará por medio de alarmas si existen inundaciones en los pisos (PB, 1ro, ,2do, 3ro, 4to, 5to, 6to, 7mo) en las áreas de subsuelo, baños, cafetería y cuarto de control. Las alarmas serán receptadas en el cuarto de monitoreo.

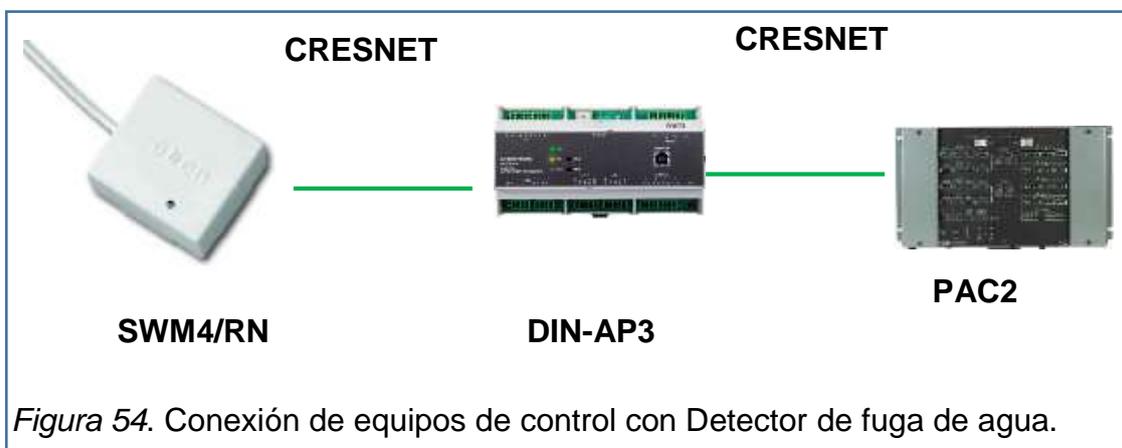


Figura 54. Conexión de equipos de control con Detector de fuga de agua.

Especificaciones técnicas tomadas de ABB. (s.f. pp. 1).

DETECTOR DE FUGA DE AGUA SWM4/RN:

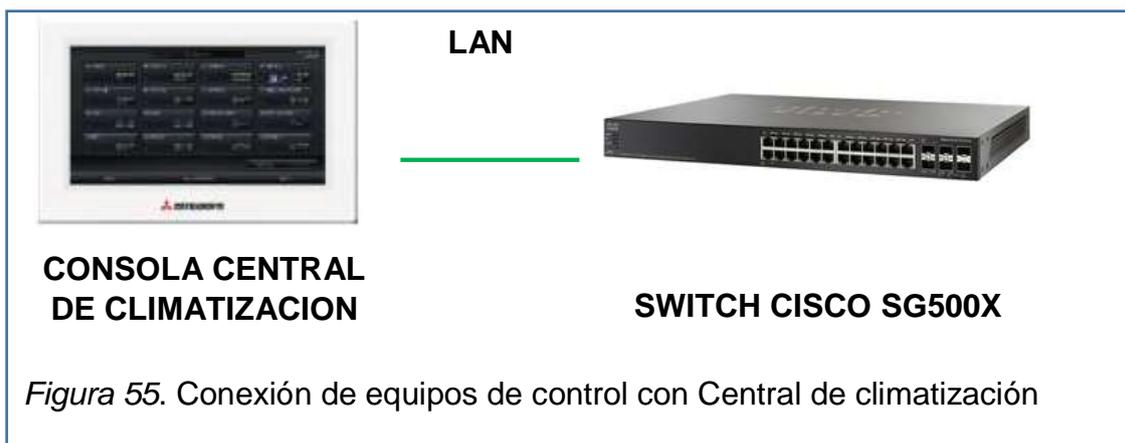
- Alimentación 10 – 23 VDC
- Consumo de corriente aprox. 20 mA (dependiendo de la tensión de alimentación)
- Capacidad de carga del RELE 60 V CC/CA (AC1), 0.5 A.
- Salida de Transistor Colector abierto con R incorporada de 1.8 khoms esta salida transistorizada sólo puede conectarse en modo CC (corriente continua)
- Rango de temperatura: 0°C - 60°C
- Humedad: 0 - 95%
- Cable de conexión: 5 metros LIYY, 6x 0.14 mm²

El detector de fuga de agua SWM4/RN se conecta a uno de los bornes de una de entradas de procesador DIN-AP3 n con un cable de 6x 0.14 mm².

El procesador central **PAC 2** integra las señales de control de:

- Procesador de automatización **DIN-AP3 n**

3.4.3 Climatización



EL sistema de climatización consta de los siguientes elementos:

- Rejillas de 6x6" 100 FCM (pies cúbicos por minuto), en cada piso a partir de la planta baja.
- Rejillas de extracción de aire de 10x10" 300 FCM (pies cúbicos por minuto).
- Equipos unidades interiores fan coil de flujo de refrigeración variable (VRF) de 135W, 220V, 1HP – 36 000 BTU/H (Unidades térmicas británicas/hora)
- Rejillas de suministro de Aire Acondicionado
- Módulo de control de temperatura
- Equipo de ventilación mecánica para extracción de aire de baños de 3900 FCM (pies cúbicos por minuto), 1.5 HP, 220V
- Unidad condensadora (bomba de calor) de flujo de refrigeración variable 12K – 114700 BTU/H (Unidades térmicas británicas/hora), 9.8W, 220V, 3HP

Tabla 28. Distribución de equipos

	PS	PB	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	TERRAZA	TOTAL
REJILLAS 6X6" 100 FCM		6	6	6	6	6	6	6	6	0	48
REJILLAS EXTRACCIÓN AIRE 10X10" 300 FCM	3										3
FAN COIL				3							3
SUMINISTRO AIRE ACONDICIONADO				12							12
MODULO CONTROL TEMPERATURA				1							1
EQUIPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA 3900 FCM										1	1
UNIDAD CONDENSADORA										1	1

El sistema de climatización tiene como propósito mantener la temperatura ambiente adecuada en el área de la Biblioteca. En el caso de los baños se aplican rejillas extractoras para mantener circulación del aire en esas zonas al igual que las bodegas con el objetivo de que no suban los niveles de humedad.

3.4.4 Multimedia

Los equipos de control tendrán la función de transmitir elementos multimedia desde las computadoras, de cada una de las aulas, hacia los componentes de audio y video tales como parlantes y proyectores. Los sistemas multimedia serán sujetos a monitoreo y control desde el cuarto de control.

El sistema multimedia ubicado en cada una de las aulas de los pisos altos (3ro, 4to, 5to, 6to, 7mo) es proporcionado por los siguientes equipos de control.



MEDUSA DE CABLES **TT-100 n**:

- 2 botones para cambio de fuente de video.
- Almacenamiento para 4 tipos de cable: HDMI, tipo a, de 1,8 m; VGA, hd15 de 1,8 m; audio estéreo 3,5 mm trs de 1,8 m; LAN blindado cat5e, RJ45, de 2,1 m.

La medusa de cables **TT-100 n** tiene conexión mediante los cuatro tipos de cables hacia la interfaz transmisor multimedia **DM-TX-401-C n**

INTERFAZ TRANSMISOR MUTLIMEDIA **DMX-TX-401-C n**:

- Video: RCA hembra, entrada de vídeo compuesto; impedancia de entrada: 75 ohms nominal
- Conexión video a pc: hd15 hembra, análogo vga / rgb / video input; tipos de señal: VGA, rgb, s-video, o compuesto; formatos: rgbhv, rgbs, rgsb, ypbpr, y / c, ntsc, pal; impedancia de entrada: 75 ohmios; auto-detección rgbhv, rgbs, rgsb, ypbpr; sync impedancia de entrada: 510 ohms

- Conexión entrada de audio: 3.5 mm trs mini phone jack; unbalanced estéreo line-nivel de entrada audio; nivel de entrada: 2 vrms máximo; impedancia de entrada: 10k ohm
- Conexión entrada audio l, r: (2) rca hembra; unbalanced estéreo line-nivel de entrada audio; nivel de entrada: 2 vrms máximo; impedancia de entrada: 10k ohms
- Conexión hdmi: (1) 19-pin tipo (a) hdmi hembra; hdmi digital video / audio input (dvi y dual-mode displayport compatible)
- 1 puerto display 20-pin displayport hembra; displayport entrada digital video / audio.
- 1 puerto COM 5-pin 3,5 mm desmontable terminal block; bidireccional rs-232.
- 1 puerto ir/serial unidireccional ttl / rs-232

El sistema multimedia tiene una conexión a un punto de datos, el mismo que se conecta al **Switch Cisco SG500X** por medio de un cable UTP Cat. 6A del sistema de cableado estructurado.

3.5 Sistema de Cableado Estructurado

El sistema de Cableado Estructurado se presenta en base al dimensionamiento requerido para formar la red de comunicación de datos desde los equipos centrales de control PAC2 n, RMC3 n y DMX-TX-401-C n, hacia el rack central ubicado en el en el cuarto piso alto.

3.5.1 Descripción de cableado.

El conductor utilizado será de tipo LSZH, U/UTP TX6A 10Gig, CATEGORÍA 6A (10GIG) SIN BLINDAJE, 4 pares, 23 AWG sólido de par trenzado para los puntos de red de cableado estructurado, de acuerdo al estándar ANSI/EIA/TIA-568-B.2-10.

Para el cableado se considerará el recorrido más óptimo considerando la distancia máxima del cable de 90 metros desde el patch panel hasta la salida de datos en la estación para conectar los equipos de control, cada punto debe llegar a su respectivo patch panel, el cable debe estar identificado en los dos extremos del mismo y se etiquetarán también los patch panel y los face plates.

El cableado será canalizado a través de Bandeja metálica ranurada galvanizada de 200x50mm con tapa, ya que la misma servirá también para portar los conductores UTP de los Sistemas Electrónicos de Seguridad. La bandeja irá sujeta a la losa (techo).

Al acercarse a los puntos del Área de Trabajo se utiliza tubería EMT conduit, teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

Cualquier segmento de conduit no debe servir a más de 2 salidas categoría 6A

Cada punto de datos estará conformado por una toma de montaje empotrado en pared consistente en un cajetín profundo de 100x80x50mm empotrado a una altura de 40 cm.

Ninguna sección de tubería deberá ser mayor de 20 metros o contener más de dos ángulos de 90° sin una caja de registro.

Tabla 29. Número máximo de UTP Cat. 6A sin blindaje en tubería conduit

TUBERÍA	NÚMERO DE CABLES
3/4 "	Máximo 2

Tabla 30. Distribución de puntos.

PUNTOS DE RED	
PISO	NUM. PUNTOS
SUBSUELO	2
PLANTA BAJA	4
PRIMER PISO ALTO	2
SEGUNDO PISO ALTO	1
TERCER PISO ALTO	8
CUARTO PISO ALTO (RACK CENTRAL, RC)	8
QUINTO PISO ALTO	8
SEXTO PISO ALTO	8
SEPTIMO PISO ALTO	8
TOTAL	49

Total: Cuarenta y nueve (49) puntos de Cableado Estructurado Categoría 6A sin blindaje. Siete (7) puntos de datos correspondientes a los equipos de control **RMC3 n** se conectan al Switch CISCO 2960C.

Cuarenta y dos (42) puntos de datos correspondientes a la conexión de:

- 1 El computador de monitoreo y control
- 1 Climatización
- 1 CCTV (1)
- 2 PAC2 n
- 35 DMX-TX-401-C n
- 2 GLS-EM-MCU

3.5.2 Punto de red de datos

Cada punto de Cableado Estructurado está compuesto de los siguientes elementos:

- Face plate simple / doble
- Jack modular categoria 6a
- Patch cord de 7ft, u/utp, cat. 6a fundido de fábrica
- Canaleta tipo bandeja de 200x50mm
- Tubería conduit de 3/4", 1" más accesorios
- Caja de registro de 120x120mm
- Caja de registro de 30x30cm

3.5.3 Rack Central

El Rack Central del Sistema de Cableado Estructurado está ubicado en el cuarto piso alto en el cuarto de equipos destinado a telecomunicaciones y control.

Componentes

- Gabinete de piso de 24 ur, 19" (1,2 mt)
- 2 Switch CISCO SG500 24 puertos giga-capax3
- Switch CISCO 2960C 12 puertos fast PoE
- 3 Patch panel modular cat. 6a de 24 puertos
- 3 Organizador horizontal doble de 2 ur 80x80mm
- Organizador vertical simple de de 80x80mm
- Bandeja de 19" 2 ur ventilada
- Regleta multitoma 5 tomas dobles con filtro de linea-ac
- Jack modular categoría 6a sin blindaje
- Patch cord de 3ft categoría 6a fundido de fabrica
- Blank insert negro
- Cinta velcro
- Etiquetas del rack
- Ventilador
- Sistema de derivación y armado de tierra del rack

3.6 Integración de Sistemas

3.6.1 Aspectos de funcionamiento

1. Programación y configuración de los equipos de control para operación de las instalaciones eléctricas y electrónicas del edificio durante el horario laboral normal.
2. Fuera del horario laboral, los sistemas de seguridad electrónica activaran alarmas y actuarán sobre instalaciones que permitan identificar el área vulnerada a excepción de una alarma detección de incendios generando desactivación los demás sistemas.
3. Durante el horario laboral, las áreas con acceso restringido deberán permanecer cerradas, en consecuencia las instalaciones interiores de estas aulas deberán activarse exclusivamente cuando el acceso permitido.
4. El sistema eléctrico interior deberá desactivarse totalmente en caso de detección de incendios, adicionalmente los equipos UPS deberán desconectarse.

3.6.2 Condiciones de operación de la red Inmótica

3.6.2.1 Gestión Control de sistemas de seguridad electrónica

- Gestión de sistema de intrusión. Con accionamiento de alarmas se deberá configurar y programar :
 - Iluminación. Encendido las luminarias de las zonas vulneradas por accionamiento de sensores en horario nocturno.
 - CCTV. Activación de cámaras de vigilancia en zonas afectadas.
 - Control de accesos. Se bloqueará el o las áreas afectadas.
 - Multimedia. El sistema deberá desactivarse

- Gestión de sistema de Incendios. Con accionamiento de alarmas de deberá configurar y programar :
 - Red eléctrica interna. Deberá desactivarse totalmente el sistema eléctrico interno del edificio por medio de la desconexión automática del interruptor principal.
 - CCTV. El sistema de video vigilancia permanecerá activado durante el tiempo de autonomía de las unidades UPS.
 - Control de accesos. Deberá librarse totalmente y activarse las instalaciones de audio evacuación.
 - Climatización. El sistema deberá desactivarse
 - Multimedia: El sistema multimedia deberá ser desactivado.
- Gestión de sistema de accesos. La violación de un acceso restringido deberá bloquear el área afectada por acción de accesos periféricos y accionar:
 - CCTV. Activación de cámaras de video vigilancia de la zona vulnerada.
 - Iluminación. Encendido las luminarias de las zonas vulneradas por accionamiento de sensores en horario nocturno.
 - Intrusión. Activación de alarma de área afectada.
- Gestión de sistemas CCTV. El sistema se activará bajo las condiciones anteriormente descritas y además el funcionará con la configuración preestablecida.

3.6.2.2 Gestión de sistema de iluminación

Considerando que la demanda de la red de iluminación interna del edificio supera el 25% de la demanda total se ha planificado un control que permita reducir el consumo de energía eléctrica ocasionado por áreas iluminadas no ocupadas y por periodos mayores a los realmente requeridos, en consecuencia, mediante la combinación de procesadores de control, automatizar la operación de las fuentes luminosas tratando de optimizar en el mayor grado posible el tiempo y el área iluminados.

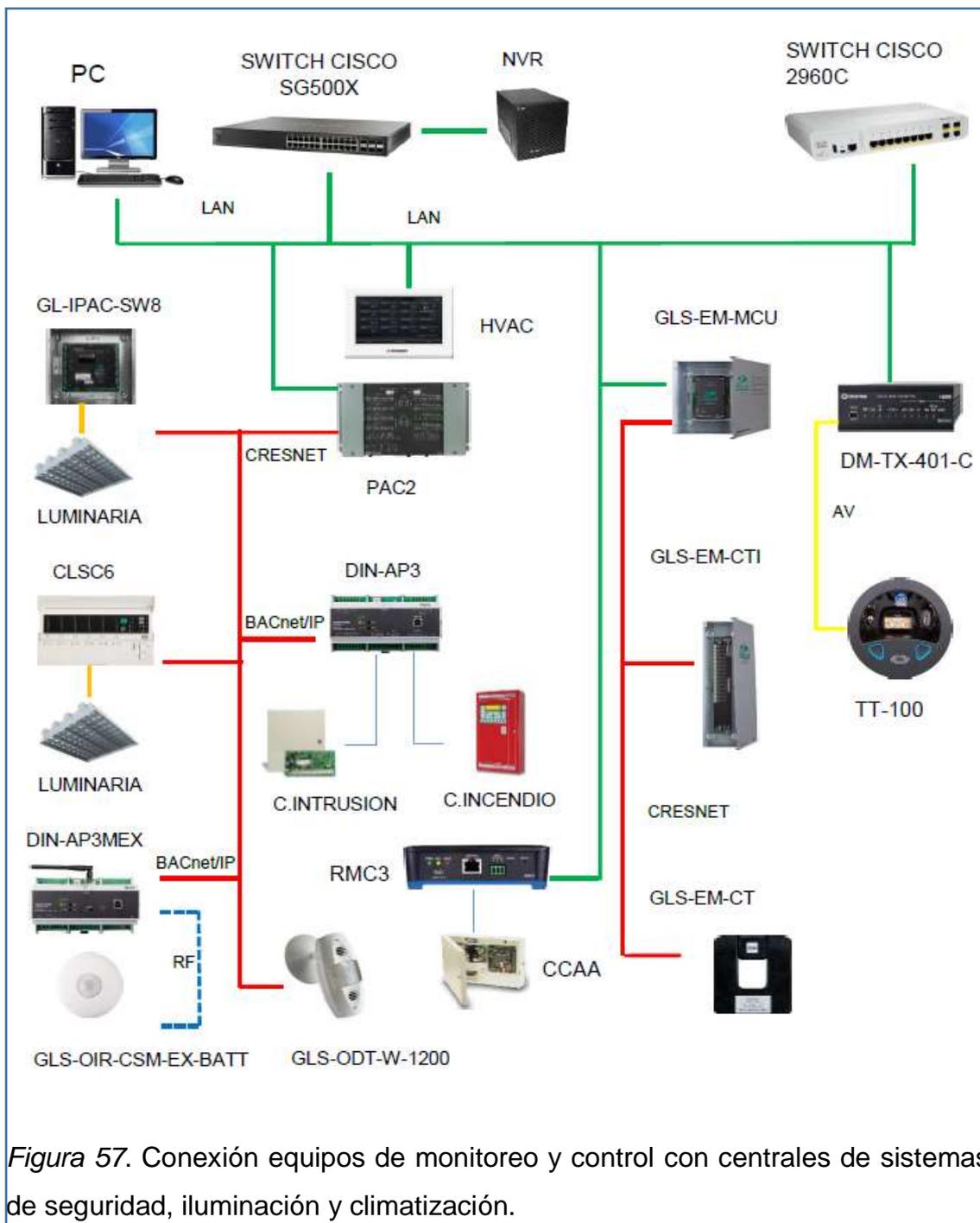
La automatización del control de la red de iluminación obligó a modificar el diseño original del alambrado de los circuitos eléctricos con el objeto de cumplir con los requerimientos selectivos de funcionamiento del sistema y con las especificaciones técnicas particulares de los equipos de control seleccionados.

Para el control automatizado de iluminación se ha seleccionado tres tipos de sensores.

- Las luminarias ubicadas en pasillos, cubículos, cafetería, baños tiene un funcionamiento de encendido/ apagado (ON/OFF) accionados por los sensores.
- Las luminarias de la biblioteca están divididas por zonas las cuales se accionarán según la detección de los sensores.
- Las luminarias de las aulas tendrán un funcionamiento de encendido / apagado (ON/OFF) dada por la programación del sensor según la intensidad de luz natural, presencia, o control manual.
- Las luminarias ubicadas en las aulas tendrán un funcionamiento de encendido/apagado (ON/OFF) en caso de activarse el sistema multimedia.

3.6.3 Gestión de Monitoreo.

El monitoreo de los sistemas a ser controlados se realiza desde el cuarto de control ubicado en la plata baja. El monitoreo tiene como propósito obtener información sobre el funcionamiento de cada sistema y los eventos que se presenten sobre los mismos.



El monitoreo comprende las siguientes funciones:

Sistema Eléctrico.

- Medición de parámetros eléctricos en tiempo real en el consumo de energía eléctrica.
- Monitoreo de zonas de iluminación encendidas y apagadas.

Seguridad electrónica

- Accionamiento de alarma por intrusión
- Accionamiento de alarmas por rotura de cristales
- Violación de áreas restringidas
- Alarma por detección de incendio
- Fuga de gas GLP
- Alarma por inundación en zonas afectadas

Climatización

- Parámetros de funcionamiento de la central de climatización

Multimedia

- Funcionamiento de los equipos multimedia.

4. Análisis económico

4.1 Presupuesto Referencial

4.1.1 Aspectos a considerar

El presupuesto referencial presentado a continuación contiene una descripción en detalle de los costos de los equipos de automatización correspondientes a cada una de las respectivas áreas.

El presupuesto referencial es el resultado del análisis de los precios unitarios de los equipos de control en base a la cantidad total según su distribución por las diferentes plantas del edificio. Además el presupuesto referencial se divide por áreas de ingeniería a ser gestionadas dentro de la red de control.

Los precios unitarios han sido obtenidos según una proforma proporcionada por distribuidores certificados de Crestron Electronics en Ecuador. Cabe destacar que en el momento de la instalación y configuración de equipos de control Crestron, solamente personal certificado puede realizarlo.

Los costos unitarios de los equipos contemplan:

- Costo de importación
- Mano de obra capacitada
- Herramientas para instalación
- Costo de transporte

Tabla 34. Sistema de Cableado Estructurado

POSICIÓN	MODELO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD POR PISO							UNIDAD	CANTIDAD TOTAL		
			PS	PB	P1	P2	P3	P4	P5			P6	P7
1	RACK CENTRAL	RACK CENTRAL SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO						1				U	1
2	PUNTO DE RED	PUNTO CABLEADO ESTRUCTURADO	2	4	2	1	8	8	8	8	8	U	49
3	SWITCH 24 PUERTOS	SWITCH CISCO SG500X 24 PUERTOS GIGA-CAPA3						2				U	2
4	SWITCH 12PUERTOS	SWITCH CISCO 2960C 12 PUERTOS FAST POE						1				U	1
5	CABLE UTP	CABLE UTP-LSZH CAT 6A SIN BLINDAJE LSZH										M	1055

Tabla 35. Cable bus de comunicaciones – Softwares de monitoreo y control

POSICIÓN	MODELO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD POR PISO							UNIDAD	CANTIDAD TOTAL		
			PS	PB	P1	P2	P3	P4	P5			P6	P7
1	CRESNET-P	CABLE BUS DE COMUNICACIONES PLENUM										M	1770
2	SW-FUSION-EM	SOFTWARE MONITOREO Y CONTROL DE ENERGÍA		1								U	1
3	SW-FUSION-RV	SOFTWARE MONITOREO Y CONTROL DE EQUIPOS CRESTRON		1								U	1
4	XPANEL	SOFTWARE/ INTERFAZ WEB CONTROL EQUIPOS CRESTRON		1			7					U	8

4.1.3 Detalle Presupuesto Referencial

Tabla 36. Gestión de Sistema Eléctrico

POSICIÓN	MODELO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	GLS-EM-MCU	UNIDAD MEDICION PARAMETROS ELECTRICOS	U	2	1875	3750
2	GLS-EM-CT1-3P21	INTERFAZ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	U	5	1687,5	8437,5
3	GLS-EM-CT-50A	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 50A	U	87	100	8700
4	GLS-EM-CT-200A	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 200A	U	3	312,5	937,5
5	GLS-EM-CT-400A	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 400A	U	9	312,5	2812,5
6	DIN-AP3MEX	PROCESADOR DE AUTOMATIZACION INALAMBICO	U	50	2087,5	104375
7	CLSC8	SISTEMA INTEGRADO DE ILUMINACION	U	50	1718,75	85937,5
8	GL-IPAC-SW8	PANEL DE CONMUTACION	U	6	5250	31500
9	PAC2	PROCESADOR CENTRAL ILUMINACION Y AUTOMATIZACION	U	2	5500	11000
10	GLS-ODT-W-1200	SENSOR PRESENCIA ULTRASONIDO E IR (110m2)	U	40	375	15000
11	GLS-OIR-CSM-EX-BATT	SENSOR PRESENCIA IR (46,5m2) INALAMBICO	U	192	375	72000
12	SMTIRFC	SENSOR DE PRESENCIA LEVITON	U	8	80	640
COSTO TOTAL USD						345.090

Tabla 37. Gestión de Sistema Multimedia

POSICIÓN	MODELO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	P UNITARIO	SUBTOTAL
1	DM-TX-401-C	INTERFAZ TRANSMISOR MULTIMEDIA	U	35	2525	88375
2	TT-100	MEDUSA DE CABLES	U	35	462,5	16187,5
COSTO TOTAL USD						104.562,5

Tabla 38. Gestión de Sistema de Seguridad Electrónica

POSICIÓN	MODELO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	DIN-AP3	PROCESADOR DE AUTOMATIZACION	U	1	2087,5	2087,5
2	RMC3	PROCESADOR D AUTOMATIZACION	U	7	1558,25	10893,75
3	SWM4/RN	DETECTOR FUGA DE AGUA	U	11	124,5	1366,75
COSTO TOTAL USD						14.348

Sistemas de Seguridad Electrónica

Tabla 39. Sistema de Control de Accesos

POSICIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	PANEL CONTROLADOR DE ACCESOS	8,00	U	601,27	4 810,15
2	LECTORA BIOMÉTRICAS	1,00	U	351,93	351,93
3	LECTORA DE PROXIMIDAD	105,00	U	71,25	7 480,87
4	TARJETA DE PROXIMIDAD	100,00	U	3,26	326,39
5	PULSADOR DE SALIDA ILUMINADO	63,00	U	28,73	1 809,97
6	CERRADURA ELECTROMAGNETICA	88,00	U	85,46	7 520,73
7	CIERRA PUERTA HIDRÁULICO	88,00	U	80,13	7 051,57
8	KIT DE ALIMENTACIÓN 12 VDC 5 AMP	8,00	U	77,38	619,11
9	TUBERIA EMT 1/2" Y ACCESORIOS	396,00	M	3,80	1 503,34
10	TUBERIA EMT 3/4" Y ACCESORIOS	1 312,50	M	5,50	7 215,23
11	TUBERIA BX 1/2" Y ACCESORIOS	85,00	M	5,46	463,91
12	TUBERIA BX 3/4" Y ACCESORIOS	175,00	M	6,50	1 137,30
13	CONDUCTOR FIUTP CATEGORIA 6A	2 725,00	M	3,41	9 283,53
14	CONDUCTOR 2X22 AWG	264,00	M	1,01	266,90
15	CAJA CUADRADA 15X15X5CM	22,00	U	7,26	159,65
16	CAJA CUADRADA 12X12X5CM	30,00	U	5,19	155,78
17	CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	250,00	U	1,63	407,73
18	CAJA OCTOGONAL GRANDE	20,00	U	2,00	40,01
19	CANAleta LISA 20X12 BLANCA	15,00	M	4,26	63,87
COSTO TOTAL USD					50.687,98

Tabla 40. Sistema de Incendios

POSICIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	CENTRAL DE ALARMA DE INCENDIOS DIRECCIONABLE	1,00	U	2 982,56	2 982,56
2	MÓDULO AISLADOR DE CORTOCIRCUITO	22,00	U	142,06	3 125,36
3	DETEC. DE HUMO FOTOELECTRICO / TÉRMICO DIR.	106,00	U	77,81	8 248,28
4	DETECTOR DE GLP	1,00	U	137,23	137,23
5	ESTACIÓN MANUAL DE INCENDIO	21,00	U	109,09	2 290,93
6	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	84,00	U	84,34	7 084,36
7	MÓDULO DE CONTROL DIRECCIONABLE	22,00	U	125,10	2 752,21
8	MÓDULO DE MONITOREO	9,00	U	105,96	953,67
9	KIT DE ALIMENTACIÓN 12 VDC 5 AMP	22,00	U	137,23	3 019,15
10	SIRENA PARA EXTERIORES(SISTEMA DE INTRUSION)	2,00	M	50,27	100,54
11	LETRERO DE SALIDA	22,00	M	40,71	895,73
12	TUBERIA EMT 1/2" Y ACCESORIOS	295,00	M	3,80	1 119,91
13	TUBERIA EMT 3/4" Y ACCESORIOS	1 152,00	M	5,50	6 332,91
14	TUBERIA BX 1/2" Y ACCESORIOS	55,00	U	5,46	300,17
15	TUBERIA BX 3/4" Y ACCESORIOS	152,00	U	6,50	987,82
16	CONDUCTOR 2X18 AWG ANTI-FLAMA	155,00	U	1,94	301,17
17	CONDUCTOR 2X16 AWG ANTI-FLAMA	2 403,00	U	2,31	5 544,15
18	CAJA CUADRADA 15X15X5CM	40,00	U	7,26	290,27
19	CAJA CUADRADA 12X12X5CM	80,00	U	5,19	415,42
20	CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	190,00	U	1,63	309,87
21	CAJA OCTOGONAL GRANDE	128	U	2,00	252,08
22	CANAleta LISA 20X12 BLANCA	10	M	4,26	42,58
COSTO TOTAL USD					47.486,40

Tabla 41. Sistema de Intrusión

POSICION	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	CENTRAL DE DETECCIÓN DE INTRUSOS	1,00	U	379,69	379,69
2	KIT DE ALIMENTACION 12 VDC 5 AMP	1,00	U	77,39	77,39
3	KIT DE ALIMENTACION 12 VDC 2 AMP	1,00	U	33,17	33,17
4	TECLADO LCD ALFANUMERICO	6,00	U	54,06	324,37
5	EXPANSORA DE ZONAS CABLEADAS	6,00	U	83,79	502,75
6	DETECTOR DE RUPTURA DE VIDRIOS	35,00	U	25,34	887,04
7	CONTACTO MAGNETICO PARA PUERTAS	91,00	U	2,07	188,28
8	PULSADOR DE PANICO	41,00	U	3,83	156,90
9	RECEPTOR MULTIFORMATO CON LINEAS TELEF.	1,00	M	249,30	249,30
10	SIRENA PARA EXTERIORES	2,00	M	37,36	74,72
11	TUBERIA EMT 1/2" Y ACCESORIOS	365,00	M	3,80	1.385,00
12	TUBERIA EMT 3/4" Y ACCESORIOS	1.320,00	M	5,50	7.256,46
13	TUBERIA BX 1/2" Y ACCESORIOS	45,00	M	5,46	245,60
14	TUBERIA BX 3/4" Y ACCESORIOS	195,00	M	6,50	1.267,27
15	CONDUCTOR UTP CATEGORIA 3	3.912,00	U	1,05	4.113,23
16	CAJA CUADRADA 15X15X5CM	25,00	U	7,26	181,42
17	CAJA CUADRADA 12X12X5CM	35,00	U	5,19	181,75
18	CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	265,00	U	1,63	432,19
19	CAJA OCTOGONAL GRANDE	45,00	M	2,00	90,03
20	CANALETA LISA 20X12 BLANCA	10,00	U	4,26	42,58
COSTO TOTAL USD					18.069,80

Tabla 42. Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

POSICION	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P UNITARIO	SUBTOTAL
1	VIDEO GRABADOR DIGITAL	1,00	U	3.530,49	3.530,49
2	CAMARA IP TIPO DOMO	52,00	U	198,16	10.304,42
3	LICENCIA PARA CAMARA IP COMPATIBLE CON SERVIDOR	1,00	U	321,34	321,34
4	PASSIVE POWER OVER ETHERNET INJECTOR	52,00	U	20,60	1.071,22
5	EQUIPO DE MONITOREO	1,00	U	1.765,93	1.765,93
6	PANTALLA PROFESIONAL DE MONITOREO 40"	1,00	U	2.536,77	2.536,77
7	RACK DE DISTRIBUCION ARMADO-CERRADO	1,00	U	2.853,56	2.853,56
8	RACK PEQUENO DE DISTRIBUCION ARMADO-CERRADO	7,00	U	949,81	6.648,67
9	SWITCH DE BORDE DE 16 PUERTOS POE	7,00	U	945,33	6.617,31
10	SWITCH DE BORDE DE 24 PUERTOS POE	3,00	U	1.880,45	5.641,36
11	TUBERIA EMT 3/4" Y ACCESORIOS	635,00	M	5,50	3.490,80
12	TUBERIA BX 3/4" Y ACCESORIOS	92,00	M	6,50	597,89
13	CONDUCTOR F/UTP CATEGORIA 6A	1.240,00	M	3,41	4.224,43
14	PATCH CORD F/UTP CATEGORIA 6A	52,00	M	10,25	533,25
15	CAJA CUADRADA 15X15X5CM	25,00	M	7,26	181,42
16	CAJA CUADRADA 12X12X5CM	35,00	M	5,19	181,75
17	CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	15,00	M	1,63	24,46
18	CAJA OCTOGONAL GRANDE	52,00	U	2,00	104,03
19	CANALETA LISA 20X12 BLANCA	10,00	M	4,26	42,58
COSTO TOTAL USD					50.671,69

Tabla 43. Sistema de Climatización

POSICIÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SUBTOTAL
1	REJILLA 6X6"	U	1	20,43
2	REJILLA 10X10"	U	1	24,45
3	FAN COIL PARA FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE, CAPACIDAD 36.000 BTU/H, 135 W, 220V, 1 PH	U	1	1289,03
4	VENTILADOR 3900 CFM (PIES CÚBICOS POR MINUTO), MOTOR 1,5 HP, 220V	U	1	1481,28
5	UNIDAD CONDENSADORA PARA FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE, 12K, CAPACIDAD 114700 BTU/H, 9,8 KW, 220V, 3 PH	U	1	11726,55
6	CONTROL DE TEMPERATURA MÚLTIPLE PARA 10 UNIDADES INTERIORES MÁXIMO	U	1	210,00
7	BOTONERA MARCHA PARADA PARA VENTILADOR 1.5 HP	U	1	110,00
COSTO TOTAL USD				14.861,74

Tabla 44. Sistema de Cableado Estructurado

POSICIÓN	MODELO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
1	RACK CENTRAL	RACK CENTRAL SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO	U	1	2855	2855
2	PUNTO DE RED	PUNTO CABLEADO ESTRUCTURADO	U	49	75	3675
3	SWITCH 24 PUERTOS	SWITCH CISCO SG500X 24 PUERTOS GIGA-CAPA3	U	2	1087,71	2175,42
4	SWITCH 12PUERTOS	SWITCH CISCO 2960C 12 PUERTOS FAST POE	U	1	1120	1120
5	CABLE UTP	CABLE UTP-LSZH CAT 6A SIN BLINDAJE LSZH	M	1055	1,61	1698,55
COSTO TOTAL USD						11.523,97

Tabla 45. Cable Bus de comunicaciones – Softwares de monitoreo y control

POSICION	MODELO EQUIPO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	P UNITARIO	SUBTOTAL
17	CRESNET-P	CABLE BUS DE COMUNICACIONES PLENUM	M	1770	2,54	4495,8
18	SW-FUSION-EM	SOFTWARE MONITOREO Y CONTROL DE ENERGIA	U	1	7500	7500
19	SW-FUSION-RV	SOFTWARE MONITOREO Y CONTROL DE EQUIPOS CRESTRON	U	1	7500	7500
20	XPANEL	SOFTWARE/ INTERFAZ WEB CONTROL EQUIPOS CRESTRON	U	8	1250	10000
COSTO TOTAL USD						29.495,8

Tabla 46. Total Presupuesto Referencial

POSICIÓN	CRESCIPCIÓN	COSTO
1	GESTIÓN SISTEMA ELÉCTRICO	345090
2	GESTIÓN SISTEMA MULTIMEDIA	104562,5
3	GESTIÓN SEGURIDAD ELECTRÓNICA	12981,25
4	SISTEMA CONTROL DE ACCESOS	50.667,98
5	SISTEMA INCENDIOS	47.486,40
6	SISTEMA INTRUSIÓN	18.069,80
7	SISTEMA CCTV	50.671,69
8	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	14348
9	SISTEMA CABLEADO ESTRUCTURADO	11523,97
10	SOFTWARES Y BUS DE COMUNICACIONES	29495,8
	COSTO TOTAL USD	684.897,39

4.2 Análisis Costo – Beneficio

Tras haber concluido el estudio de la Ingeniería de diseño sobre la red Inmótica del Nuevo edificio de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), se puede establecer que el costo de inversión inicial es alto tomando como referencia los estudios de las diferentes ingenierías previamente realizados para este proyecto.

El beneficio se verá reflejado en el ahorro económico a largo plazo dado por la eficiencia del funcionamiento del sistema de iluminación debido a su control aplicado por áreas y por el monitoreo del consumo de energía realizado en tiempo real.

Por otro lado la red Inmótica permitirá anticipar problemas de equipos derivados de los sistemas antes que estos ocurran y así tener respuesta inmediata a la solución de problemas. Además ayudará a reducir los casos de soporte técnico y el tiempo de inactividad, obteniendo de esta manera eficiencia en área laboral y en funcionamiento de equipos en los sistemas.

Este sistema Inmótico recibirá notificaciones instantáneas en cualquier dispositivo inteligente debido a la infraestructura de comunicaciones de datos diseñada para este proyecto.

El sistema tendrá monitoreo y control, automático o manual, dado por los equipos Crestron en áreas a ser automatizadas.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Fue necesario el trabajo conjunto con los ingenieros responsables de los estudios de: sistema eléctrico, seguridad electrónica y climatización; para conocer en detalle el funcionamiento y conexión, y de esta manera saber las características y especificaciones necesarias para la forma de enlace hacia dichos sistemas.

Tras haber analizado las tecnologías Inmóticas (KNX, LonWorks, BACnet, Crestron), se determinó que la tecnología de Crestron es la adecuada para cumplir con los requerimientos, alcance y objetivos de este trabajo, debido a sus características, especificaciones técnicas y versatilidad de comunicación con otras tecnologías y estándares Inmóticos y de comunicación.

El funcionamiento de los sistemas y subsistemas fue analizado de manera particular para seleccionar los equipos procesadores de automatización adecuados.

Uno de los pasos más importantes en este estudio constituyó, el análisis de medios de transmisión específicos entre los equipos de monitoreo y control.

Fue necesario realizar el diseño de manera separada según las áreas de ingeniería involucradas. Cabe resaltar la importancia de los diagramas unifilares que reúnen las formas de comunicación de la red de control

Fue necesaria la modificación del Sistema iluminación, con el propósito de cumplir con los requerimientos de control por zonas según su nivel de ocupación.

En cuanto al análisis económico, se puede establecer que el costo de inversión inicial es alto, tomando como referencia los estudios de las diferentes ingenierías previamente realizados para este proyecto.

El beneficio se verá reflejado en el ahorro de costos a largo plazo dado por la eficiencia del funcionamiento del sistema de iluminación debido a su control aplicado por áreas y por el monitoreo del consumo de energía realizado en tiempo real.

Tras haber concluido este Trabajo de Titulación, se ha cumplido con el alcance y objetivos propuestos inicialmente establecidos, por lo que se realizó el proceso de análisis de requerimiento, análisis de tecnologías Inmóticas; la ingeniería de diseño, el análisis económico, planos y diagramas.

Es necesario que se tenga conocimiento sobre tecnologías y desarrollo de proyectos domótico e inmóticos. Por esta razón se obtuvo las siguientes certificaciones:

- Ingeniería de proyectos de domótica e inmótica. Octubre 2014 C.I.E.E.P.I.
- Proyectos y programación del sistema domótico Busing. Noviembre 2014. C.I.E.E.P.I.
- KNX partner –KNX Basic Course. Julio 2014. UDLA

Recomendaciones

En el desarrollo de proyecto de integración de sistemas eléctricos y electrónicos, es importante definir y delimitar el objetivo.

Considerando las amplias posibilidades que la tecnología actual plantea en el campo de la automatización, se debe definir el alcance del estudio con el propósito de cubrir únicamente las especificaciones que realmente son necesarias para el caso en estudio.

Se recomienda el uso de la tecnología de Crestron por su alta gama de prestación técnicas, de operación, que brindan versatilidad en la comunicación con otras tecnologías Inmóticas

Luego de haberse delineado el alcance, es importante seleccionar los equipos y materiales que optimicen los recursos técnicos y económicos dentro del estudio y su posterior construcción.

Este tipo de diseño obliga a la participación de profesionales calificados y experimentados en ingeniería electrónica, eléctrica, redes y comunicaciones.

Los proyectos deben ser realizados bajo las normas citadas en este trabajo y las demás aplicables para cada una de las especialidades seleccionadas para la integración.

Cabe mencionar, que pese al alto costo de inversión inicial, el desarrollo del diseño con la tecnología de Crestron, garantiza la funcionalidad en la infraestructura de operación y comunicación de la red Inmótica.

REFERENCIAS

- ABB. (s.f.). *Detectores de Fuga de agua SWM4 SWM4/RN Relé*. Recuperado el 25 de agosto de 2015 de https://library.e.abb.com/public/82a6106dcc883b2ac1257ae8003e5ed6/SWM4_TD_EN_V2-0_2CDC541013D0201VORL_ES.pdf
- Aditel. (s.f.). LonMaker Turbo Edition SR4. Recuperado el 5 de abril de 2015 de www.aditel-sistemas.com
- Slideshare. (2012). *KNX/EIB Principio Básicos*. Recuperado el 7 de junio de 2015 de <http://es.slideshare.net/artorius1968/eib-basic-principles-v2>
- Slideshare. (2013). *Clasificación de redes y tipos de conexión Proyecto de organización del aprendizaje*. Recuperado el 30 de marzo de 2015 de <http://es.slideshare.net/jonypaulg7/clasificacin-de-redes-y-tipos-de-conexion-proyecto-de-organizacion-del-aprendizaje>
- Demo e-educativa catedu. (s.f.). *Circuitos característicos. Grados de electrificación*. Recuperado el 14 de julio de 2015 de http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3000/3077/html/27_circuitos_caractersticos_grados_de_electrificacin.html
- Arquitectura inteligente. (s.f.). *Tipos de protocolos de comunicaciones*. Recuperado el 10 de agosto de 2015 de <https://arquitecturainteligente.wordpress.com/2007/02/15/tipos-de-protocolos-de-comunicaciones/>
- ASHRAE BACnet. (s.f.). *BACnet*. Recuperado el 28 de julio de 2015 de <http://www.bacnet.org/>
- Bligoo. (s.f.). *Topologías de red*. Recuperado el 28 de marzo de 2015 de <http://seguridadeninformaciona.bligoo.com.mx/topologias-de-red#.ViiwivB1A>
- Brunete, A. (s.f.). *Tema #4 LonWorks*. Recuperado el 28 de junio de 2015 de <http://albertobrunete.es/joomla/images/buildautomat/T4%20-%20LON.pdf>

- Cascade Hydro-Air, (2010). *Solutions*. Recuperado el 9 de agosto de 2015 de <http://www.cascadehydroair.com/Solutions.html>
- Centre for Window and Cladding Technology. (s.f.). *The LonTalk Communications Technology*. Recuperado el 25 de junio de 2015 de <http://www.cwct.co.uk/ibcwindow/ibc/lonworks/lontalk/lontalk.html>
- Contemporary controls. (s.f.). *BACnet Discovery Tool (BDT)*. Recuperado el 10 de agosto de 2015 de <http://www.ccontrols.com/sd/bdt.htm>
- Contreras, J. (2011). *Instalaciones Domóticas con KNX*. Recuperado el 7 de junio de 2015 de http://es.slideshare.net/JLCC_2009/instalaciones-domticas-con-knx
- Control cat buildings. (s.f.). *Sistema de Climatización*. Recuperado el 8 de mayo de 2015 de <http://www.controlcat.com/index.php/servicios/integracion-sistemas/12-integracion-climatizacion>
- Crestron Electronics. (s.f.). *3-Series Control Systems*. Recuperado el 25 de julio de http://www.crestron.com/products/control_systems/3series/
- Crestron Electronics. (s.f.). *Crestron Special Report*. Recuperado el 23 de julio de 2015 de http://www.crestron.com/downloads/pdf/misc/ibd_special_report_building_solutions.pdf
- Crestron Electronics. (s.f.). *Lightning Control and Energy Solutions*. Recuperado el 23 de julio de 2015 de http://www.crestron.com/downloads/pdf/product_brochures/com_lighting_digital_spec_binder.pdf
- Duiops. (s.f.). *FAQ de Internet*. Recuperado el 16 de abril de 2015 de <http://www.duiops.net/manuales/faqinternet/faqinternet10.htm>
- ECHELON. (1999). *Introduction to the LonWorks System*. Recuperado el 27 de junio de 2015 de <http://downloads.echelon.com/support/documentation/manuals/general/078-0183-01a.pdf>

- El Cactus Pinchudo. (2012). *Fibra Óptica: Multimodo vs. Monomodo*. Recuperado el 7 de abril de 2015 de <http://cactuspinchudo.tumblr.com/post/25958320332/fibra-optica-multimodo-vs-monomodo>
- Elisa, C. (2013). *Tipos de conectores: coaxial, par trenzado y fibra óptica*. Recuperado el 2 de abril de 2015 de <http://es.slideshare.net/cinthyaeliizasalcido/tipos-de-conectores-coaxial-par-trenzado-y-fibra-ptica>
- Escuela superior de ingeniería de Gijón. (s.f.). *Automatización integral de edificios*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de <http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/Generalidades2.pdf>
- Figueredo, M. (2011). *Fibra Óptica, velocidad y seguridad*. Recuperado el 2 de abril de 2015 de <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/13651061/Fibra-Optica-velocidad-y-seguridad.html>
- Gallardo, S. (2013). *Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas*. Recuperado el 8 de junio de 2015 de https://books.google.com.ec/books?id=PahQAqAAQBAJ&pg=PA6&lpg=PA6&dq=transceptor+neuron+chip&source=bl&ots=5fgqbZZLFM&sig=vQXvsd6NqllFzpqAvfW2QYmOvgQ&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=transceptor%20neuron%20chip&f=false
- IECOR. (s.f.). *¿Cuáles son los estándares internacionales de la domótica en la actualidad?*. Recuperado el 1 de mayo de 2015 de <http://www.iecor.com/domotica-cordoba/informacion/domotica-estandares-protocolos.html>
- Instituto de Educación Secundaria Cura Valera. (s.f.). *Capítulo 2 Par trenzado*. Recuperado el 30 de marzo de 2015 de <http://informatica.iescuravalera.es/iflica/gtfinal/libro/c44.html>
- IntesisBox. (s.f.). *LON – KNX*. Recuperado el 6 de agosto de 2015 de http://www.intesis.com/pdf/IntesisBox_LON_KNX_datasheet_eng.pdf

- KNX ORG. (s.f.). *¿Qué es KNX?*. Recuperado el 6 de junio de 2015 de <http://www.knx.org/es/index.php>
- KNX ORG. (s.f.). *ETS5 Features*. Recuperado el 22 de julio de 2015 de <http://www.knx.org/en-us/software/ets/features/index.php>
- LonMark International. (s.f.). *Member Directory – Partners*. Recuperado el 10 de julio de 2015 de <http://www.lonmark.org/membership/directory/partners>
- More Books. (s.f.). *Crestron Electronics*. Recuperado el 20 de julio de 2015 de <https://www.morebooks.de/store/pl/book/crestron-electronics/isbn/978-613-0-67316-1>
- Núñez, A. (2011). *KNX Domótica e Inmótica guía práctica para el instalador*. Barcelona, España: ESCUA.
- Quinteiro, J., Lamas, J. y Sandoval, J. (2005). *Domótica Sistemas de control para Viviendas y edificios*. (3ª ed.) Madrid, España: Ediciones Paraninfo. S.A.
- Redindustria. (s.f.). *BACnet (Building Automation and Control Networks) (II)*. Recuperado el 8 de agosto de 2015 de http://redindustria.blogspot.com/2008/12/bacnet-building-automation-and-control_11.html
- Rodríguez, Y. (s.f.). *Fibra óptica*. Recuperado el 3 de abril de 2015 de <http://www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml>
- Romero, C., Vázquez, J. y De Castro, C. (2010). *Domótica e Inmótica Viviendas y edificios inteligentes*. (3ª ed.). Madrid, España: RA – MA.
- Rubio, A. y Martínez, D. (2009). *Domótica – KNX y LonWorks*. Recuperado el 27 de junio de 2015 de <http://es.slideshare.net/kendersec/domotica-presentation>
- Saavedra, R. (2009). *Automatización de Viviendas y Edificios*. Barcelona, España: CEAC.
- SCADA Engine. (s.f.). *BACnet Software for Buildings Automation*. Recuperado el 10 de agosto de 2015 de <http://www.scadaengine.com/>
- Schneider Electric. (s.f.). *Building managment*. Recuperado el 11 de agosto de 2015 de <http://www2.schneider->

electric.com/sites/corporate/en/customers/contractors/energy-efficiency-solution-for-buildings/control_room_lighting.page

SERCONINT. (s.f.). *Schneider Electric*. Recuperado el 5 de abril de 2015 de http://www.serconint.com/tac_schneider_electric_partner.php

Sourceforge. (s.f.). *Visual Test Shell for BACnet*. Recuperado el 10 de agosto de 2015 de <http://sourceforge.net/projects/vts/>

Suarez. J. (s.f.). *[Redes] Fibra Óptica (tipos de conectores)*. Recuperado el 6 de abril de 2015 de <http://www.taringa.net/comunidades/amdphenomii/6379531/Redes-Fibra-Optica-tipo-de-conectores.html>

Swan, B. (s.f.). *Internetworking with BACnet*. Recuperado el 8 de agosto de 2015 de <http://www.bacnet.org/Bibliography/ES-1-97/ES-1-97.htm>

Tidar, k. (2014). *Dasar Fiber Optik*. Recuperado el 1 de abril de 2015 de <http://syamtidar.blogspot.com/2014/03/dasar-fiber-optik.html>

Trade Isay. (2015). *Tipos de Cables de Fibra Óptica: Monomodo y Multimodo*. Recuperado el 6 de abril de 2015 de <http://www.tradeisay.com/articulos/tipos-de-cables-de-fibra-optica-monomodo-y-multimodo.html>

UNACH. (2013). *Reglamentos de Universidad de Chimborazo*. Recuperado el 20 de Abril de 2014 de http://www.unach.edu.ec/reglamentos/images/pdf/reglamentos/bloque_2/estatuto.pdf

Universidad de Azuay. (s.f.). *Fibra Óptica*. Recuperado el 6 de abril de 2015 de http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm

Universidad de Castilla-La Mancha. (s.f.). *Protocolos de control Lonworks*. Recuperado el 15 junio de 2015 de http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/domotica/estandares_protocolos_Lonworks.htm

Universidad de Valencia Rogelio Montaña. (2012). *Redes de alto rendimiento*. Recuperado el 1 de abril de 2015 de <http://slideplayer.es/slide/5018584/>

Wayne, T. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Recuperado el 10 de abril de 2015 de https://books.google.com.ec/books?id=_2HCio8aZiQC&pg=PA444&lpg=PA444&dq=perdida+cromatica+fibra+optica&source=bl&ots=vu-YP4CWna&sig=nb2nIwfSb411vYKQ2oKOx44Zyec&hl=es-419&sa=X&ei=dcxnVamIMcPlsATPhIHAAw&ved=0CDMQ6AEwAw#v=onepage&q=multimodo&f=false

Zurimitzagui. (2012). *Perdida en los cables de Fibra Óptica*. Recuperado el 5 de abril de 2015 de <http://zurimitzagui.blogspot.com/2012/03/perdida-en-los-cables-de-fibra-optica.html>

ANEXOS

Los planos correspondientes al diseño de la red Inmótica del Nuevo Edificio de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), se encuentran anexos como parte del desarrollo de la ingeniería de diseño.

Los planos tienen como contenido el diseño de la red de control dividida por áreas de ingeniería a ser automatizadas con sus referencias de ubicación de equipos y cableado. Además, se incluye un diagrama unifilar constituido por áreas de gestión y un diagrama unifilar general que describe la conexión completa de toda la red Inmótica desarrollada para esta ingeniería de diseño.

Versión de Auto CAD 2015

Referencia de identificación de planos:

- Sistema eléctrico: RIIEn (n, número ordinal)
- Sistema de Climatización: RICLn (n, número ordinal)
- Sistemas de Seguridad Electronica
 - Sistema de Control de Accesos: RICCASn(n, número ordinal)
 - Sistema de CCTV: RICCTVn(n, número ordinal)
 - Sistema de Incendios: RIIn(n, número ordinal)
 - Sistema de Intrusion: RIIINTn(n, número ordinal)
- Sistema Multimedia: RIMn(n, número ordinal)
- Sistema Cableado Estructurado: RICE n(n, número ordinal)
- Diagramas Unifilares: DUIn(n, número ordinal)