

**REDISEÑO PARA LA ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA ILUMINACIÓN DEL
EDIFICIO FEDERICO MAMITZA BAYER DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

APÉNDICE D. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

Presentado por:

**CAMILO ANDRÉS MOJICA OROZCO
DEYBY NICOLÁS ROJAS GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2025**

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	4
1.1.	Objetivo	5
1.2.	Alcance del sistema diseñado	5
2.	Fundamentos técnicos	5
2.1.	Protocolo DALI-2	5
2.2.	Ventajas del uso de DALI-2	6
3.	Selección de tecnología Crestron.....	7
3.1.	Justificación de la marca	7
3.2.	Compatibilidad con DALI-2	8
3.3.	Componentes seleccionados.....	9
4.	Diseño del sistema	13
4.1.	Distribución arquitectónica y ubicación de luminarias	13
4.2.	Ubicación de interruptores y sensores.....	15
4.3.	Discriminación de la agrupación de las luminarias.....	17
5.	Planos de conexión y convenciones gráficas	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Procesador central CP4	9
Figura 2. Módulos DIN-DL.....	9
Figura 3. Módulo DIN-HUB.	10
Figura 4. Fuente de alimentación DIN-PWS60.....	10
Figura 5. Sensor de presencia GLS-OIR-C-CN.....	11
Figura 6. Teclados HZ2-KPCN.	11
Figura 7. UPS PC-300.	12
Figura 8. Red Cresnet.....	12
Figura 9. Distribución de iluminación (Piso 1).....	14
Figura 10. Distribución e iluminación (Piso 2).....	14
Figura 11. Distribución e iluminación (Piso 3).....	15
Figura 12. Interruptores y sensores (Piso 1).	15
Figura 13. Interruptores y sensores (Piso 2).	16
Figura 14. Interruptores y sensores (Piso 3).	16
Figura 15. Agrupación Tipo 1	17
Figura 16. Agrupación Tipo 2	18
Figura 17. Agrupación Tipo 3	18
Figura 18. Agrupación Tipo de los baños	19
Figura 19. Diagrama de conexión final DALI-2 (Piso 1).....	20
Figura 20. Diagrama de conexión final DALI-2 (Piso 2).....	20
Figura 21. Diagrama de conexión final DALI-2 (Piso 3).....	21

1. Introducción

El control de la iluminación es un componente esencial en los sistemas eléctricos modernos, ya que permite optimizar el consumo energético, mejorar el confort visual y aumentar la funcionalidad de los espacios. A través de estrategias como la regulación de intensidad, el encendido por presencia y el control por escenas, se logra adaptar la iluminación a las condiciones reales de ocupación y uso, lo que contribuye directamente a la eficiencia operativa y al bienestar de los usuarios.

La implementación de tecnologías especializadas, como el protocolo DALI-2 (Digital Addressable Lighting Interface) y los sistemas de automatización Crestron, permite una gestión precisa, flexible y centralizada de cada luminaria o grupo de luminarias. Esto favorece la integración futura con otros sistemas del edificio, como seguridad y climatización, y facilita el cumplimiento de estándares técnicos como RETILAP en Colombia, y normas internacionales sobre eficiencia energética y calidad de iluminación.

Tal como lo señala la Digital Illumination Interface Alliance (DiiA), "los sistemas de control basados en DALI-2 proporcionan interoperabilidad, escalabilidad y funcionalidad avanzada, permitiendo un control granular y adaptable a los requisitos específicos de cada proyecto" (DiiA, 2021).

Para llevar a cabo el diseño del sistema de control de iluminación del edificio Federico Mamitza Bayer, fue fundamental analizar la información contenida en los planos arquitectónicos desarrollados en AutoCAD, junto con los resultados presentados en el Anexo B, donde se realizó una comparativa técnica entre luminarias de las marcas Philips, Sylvania y Trilux, evaluando su desempeño mediante simulaciones en el programa DIALux Evo. A partir de esta comparación, se seleccionaron las luminarias más adecuadas con base en criterios como eficiencia energética, compatibilidad con el protocolo DALI, cumplimiento normativo y adecuación al sistema eléctrico existente del edificio. Esta información permitió determinar de forma precisa la cantidad, ubicación, tipo y consumo de luminarias, lo cual fue esencial para el posterior diseño del sistema de control e integración.

1.1. Objetivo

Documentar de manera detallada el proceso técnico llevado a cabo para el diseño del sistema de control de iluminación del edificio Federico Mamitza Bayer, utilizando el protocolo DALI-2 y dispositivos Crestron, estableciendo la lógica general de funcionamiento, la distribución por zonas, y la estructura de cableado e integración física entre equipos.

1.2. Alcance del sistema diseñado

El sistema diseñado abarca la planificación, distribución y agrupación de luminarias por áreas funcionales, considerando su compatibilidad con DALI-2, y la conexión física de los dispositivos de control Crestron mediante red Cresnet. Aunque no se desarrolló la programación lógica en software, se definió simbólicamente la estructura de control, la lógica de operación por zonas, y la posibilidad de integración futura con sistemas superiores como BMS. El diseño se centró en la solución técnica necesaria para una implementación escalable, segura y conforme con los requerimientos normativos vigentes.

2. Fundamentos técnicos

El diseño del sistema de control de iluminación propuesto para el edificio Federico Mamitza Bayer se fundamenta en el uso del protocolo DALI-2, una tecnología digital estandarizada que permite el control individual y grupal de luminarias mediante una red de comunicación simple, eficiente y escalable. Este sistema se desarrolló conforme a las exigencias técnicas establecidas en la norma técnica colombiana NTC 4595 y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), los cuales fijan los criterios mínimos de calidad, eficiencia y seguridad para los sistemas de iluminación en edificaciones de carácter público.

2.1. Protocolo DALI-2

El Digital Addressable Lighting Interface versión 2 (DALI-2) es un protocolo de comunicación diseñado para controlar sistemas de iluminación a través de una red de dos hilos sin polaridad. Permite la interacción directa entre luminarias, teclados, sensores y módulos de control, lo que lo convierte en una solución integral para proyectos que requieren flexibilidad y eficiencia energética.

Una de las principales ventajas de DALI-2 es su capacidad para organizar hasta 64 dispositivos por bus, los cuales pueden agruparse lógicamente en zonas o escenas. Además, permite el control individualizado de luminarias, lo que posibilita la creación de

configuraciones adaptadas a las necesidades específicas de cada espacio. También facilita la integración de sensores de presencia, que activan o desactivan la iluminación según la ocupación real del ambiente, y teclados que permiten seleccionar diferentes modos de iluminación (por ejemplo, clases, proyección, apagado general).

La red DALI-2 simplifica la instalación al requerir un solo par de hilos para todo el sistema de control, lo cual reduce la cantidad de cableado necesaria y facilita el mantenimiento posterior. Este enfoque no solo permite ahorrar recursos en la etapa de obra, sino que también hace que el sistema sea escalable, ya que se pueden incorporar nuevos dispositivos o reconfigurar los existentes sin cambios estructurales.

En este proyecto, el uso de DALI-2 fue clave para lograr un sistema de control eficiente, que responde a criterios de sostenibilidad, facilidad de uso, y adaptabilidad al entorno educativo del edificio.

2.2. Ventajas del uso de DALI-2

El uso de DALI-2 en el sistema de iluminación del edificio ofrece múltiples beneficios que lo hacen una solución ideal para instalaciones institucionales. Entre las ventajas más relevantes se destacan:

- **Control flexible:** permite agrupar luminarias por zonas y escenas, adaptándose a diferentes actividades en un mismo espacio.
- **Reducción del cableado:** al usar solo dos hilos sin polaridad, se simplifica la instalación y se reducen los costos.
- **Integración directa de sensores y teclados:** mejora la automatización y permite implementar estrategias de ahorro energético sin elementos adicionales.
- **Mantenimiento sencillo:** al ofrecer diagnóstico de estado, es posible identificar fallos o desconexiones sin necesidad de revisar cada punto manualmente.
- **Escalabilidad:** el sistema puede expandirse fácilmente, agregando nuevas zonas o dispositivos sin necesidad de reemplazar los existentes.
- **Alineación normativa:** permite implementar las estrategias requeridas por el RETILAP y lograr los niveles exigidos por la NTC 4595.

Estas ventajas no solo mejoran la eficiencia operativa del sistema, sino que también facilitan su integración con otros sistemas de automatización del edificio, contribuyendo a una infraestructura moderna, funcional y sostenible.

3. Selección de tecnología Crestron

Para la implementación del sistema de control de iluminación en el edificio Federico Mamitza Bayer, se seleccionó la tecnología de automatización Crestron como plataforma central de integración. Esta elección se basó en su amplia trayectoria, la robustez de sus dispositivos y su alta compatibilidad con protocolos de control como DALI-2, permitiendo una integración eficiente entre luminarias, sensores, teclados y procesadores de control. Además, Crestron ofrece soluciones modulares que se adaptan a las necesidades de edificaciones institucionales, facilitando tanto la instalación inicial como futuras expansiones.

3.1. Justificación de la marca

Crestron es una empresa reconocida internacionalmente en el campo de la automatización de edificios, con soluciones especialmente diseñadas para control de iluminación, climatización, audio, video y sistemas de seguridad. Su presencia en proyectos de gran escala a nivel global, así como su disponibilidad de soporte técnico en Colombia, la convierte en una opción confiable para instalaciones que requieren estabilidad, durabilidad y facilidad de integración.

Uno de los principales motivos para seleccionar esta marca fue su compatibilidad con sistemas de control por bus, como DALI-2, y su arquitectura abierta que permite integrar múltiples dispositivos a través de redes estandarizadas. Además, Crestron ofrece herramientas de configuración intuitivas y flexibles como Toolbox o SIMPL Windows, que permiten adaptar el comportamiento del sistema a necesidades específicas, aunque en este proyecto se planteó únicamente la lógica general sin una programación funcional detallada.

Finalmente, la marca proporciona productos certificados para uso institucional, con alto desempeño eléctrico, protección contra sobretensiones, y disponibilidad de repuestos, lo cual es clave para garantizar la continuidad del sistema a largo plazo.

3.2. Compatibilidad con DALI-2

Una de las ventajas clave de la plataforma Crestron es su compatibilidad con sistemas de iluminación basados en el protocolo DALI-2, gracias al uso de interfaces especializadas como el módulo DIN-DLI (Digital Lighting Interface). Este módulo permite el control directo de luminarias DALI-2 desde el ecosistema Crestron, lo que facilita una integración fluida entre ambos sistemas.

El DIN-DLI permite conectar hasta 64 dispositivos DALI por bus, respetando la arquitectura típica de este protocolo. A través de este módulo, se habilitan funciones como encendido, apagado, regulación de intensidad, control grupal o por escenas, y la recepción de retroalimentación sobre el estado de las luminarias.

En el sistema propuesto, el DIN-DLI actúa como interfaz entre las redes DALI por piso o zona y la red Cresnet, que comunica todos los equipos con el procesador central. Esta arquitectura permite que la lógica de control se defina en el procesador CP4, mientras que la ejecución de los comandos de iluminación se realiza localmente a través de los módulos DIN-DLI distribuidos en los tableros de control.

Esta integración garantiza un sistema flexible, centralizado y escalable, que permite una automatización avanzada sin comprometer la robustez ni la interoperabilidad del sistema con otras tecnologías presentes o futuras.

3.3. Componentes seleccionados

El sistema de control Crestron fue configurado con base en una arquitectura modular que permite controlar las luminarias mediante buses DALI-2 distribuidos por zonas. A continuación se describen los principales componentes seleccionados, con su respectiva función dentro del sistema:

- **Procesador central CP4:** es el cerebro del sistema de control. Se encarga de ejecutar la lógica general del edificio, coordinar las señales provenientes de sensores y teclados, y enviar comandos a los módulos DALI a través de la red Cresnet.

Figura 1. Procesador central CP4



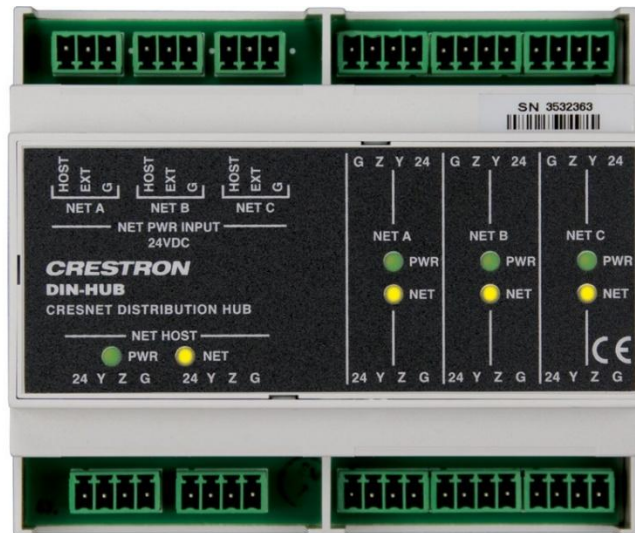
- **Módulos DIN-DLI:** permiten la comunicación directa con luminarias compatibles con DALI-2. Cada módulo puede controlar hasta 64 luminarias, y se ubican por piso o por zonas específicas según la distribución del sistema.

Figura 2. Módulos DIN-DL.



- **Módulo DIN-HUB:** distribuidor de la red Cresnet, utilizado para facilitar la conexión física entre el procesador, las fuentes de alimentación, los módulos de control y los dispositivos periféricos como teclados o sensores. Organiza la red de forma ordenada y segura, especialmente útil en instalaciones grandes.

Figura 3. Módulo DIN-HUB.



- **Fuente de alimentación DIN-PWS60:** proporciona energía a los dispositivos conectados a la red Cresnet, como teclados, sensores y módulos de control. Fue seleccionada por su capacidad para alimentar múltiples equipos desde un solo punto, y por su montaje en riel DIN.

Figura 4. Fuente de alimentación DIN-PWS60.



- **Sensor de presencia GLS-OIR-C-CN:** sensor infrarrojo pasivo conectado a la red Cresnet. Detecta la ocupación de un espacio y envía la señal correspondiente al procesador CP4, que activa o desactiva la iluminación según la lógica programada. Su instalación en aulas, oficinas o pasillos permite optimizar el consumo energético.

Figura 5. Sensor de presencia GLS-OIR-C-CN.



- **Teclados HZ2-KPCN:** dispositivos de control instalados en salones o zonas comunes. Permiten a los usuarios seleccionar escenas de iluminación predeterminadas (por ejemplo: clase, apagado total, proyección) mediante botones configurables. Se comunican mediante la red Cresnet.

Figura 6. Teclados HZ2-KPCN.



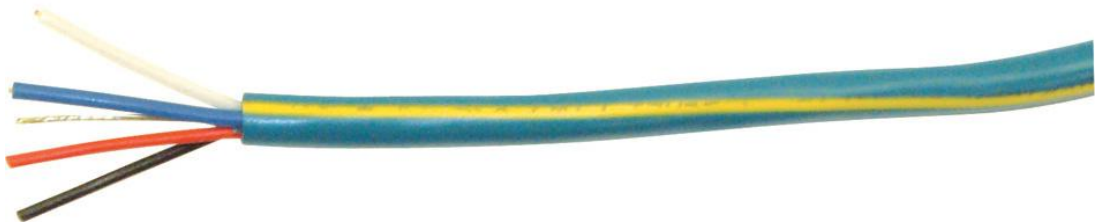
- **UPS PC-300:** unidad de respaldo que garantiza la alimentación continua del sistema de control ante fallos en la red eléctrica. Su función es mantener operativos el procesador CP4, los módulos DALI, y los dispositivos críticos durante interrupciones breves, asegurando que la lógica de iluminación no se vea afectada.

Figura 7. UPS PC-300.



- **Red Cresnet (4 hilos):** medio físico de comunicación y alimentación entre todos los dispositivos Crestron. Utiliza cuatro conductores (alimentación positiva y negativa, datos y tierra), y se distribuye desde los tableros de control hacia los diferentes elementos del sistema.

Figura 8. Red Cresnet.



La selección de estos dispositivos se realizó con base en criterios de compatibilidad con DALI-2, modularidad, facilidad de instalación en riel DIN, y disponibilidad técnica en el país, asegurando que el sistema pueda funcionar de forma estable, eficiente y escalable.

4. Diseño del sistema

El diseño del sistema de control de iluminación del edificio Federico Mamitza Bayer se basó en los planos arquitectónicos suministrados, en los cuales se identificó la ubicación de las luminarias, sensores de presencia y teclados de control. A partir de esta información, se definieron las agrupaciones cableadas, las conexiones lógicas por zona y la infraestructura requerida para implementar el sistema con tecnología DALI-2 y equipos de automatización Crestron.

4.1. Distribución arquitectónica y ubicación de luminarias

Las luminarias seleccionadas en el Anexo B fueron ubicadas en los planos arquitectónicos conforme a los resultados arrojados por las simulaciones realizadas en DIALux Evo, garantizando niveles adecuados de iluminancia en cada espacio, cumpliendo con los requisitos establecidos por el RETILAP.

Cada salón, pasillo y zona común fue analizado individualmente para determinar el tipo, cantidad y posición exacta de luminarias. Esta distribución permitió definir los grupos lógicos de control y estructurar los buses DALI-2 según zonas, manteniendo los límites definidos por el protocolo (máximo 64 dispositivos y 300 metros de cableado por bus, conforme a la norma IEC 62386).

La representación gráfica de esta distribución se presenta a detalle en los planos adjuntos en Anexos.

Figura 9. Distribución de iluminación (Piso 1).

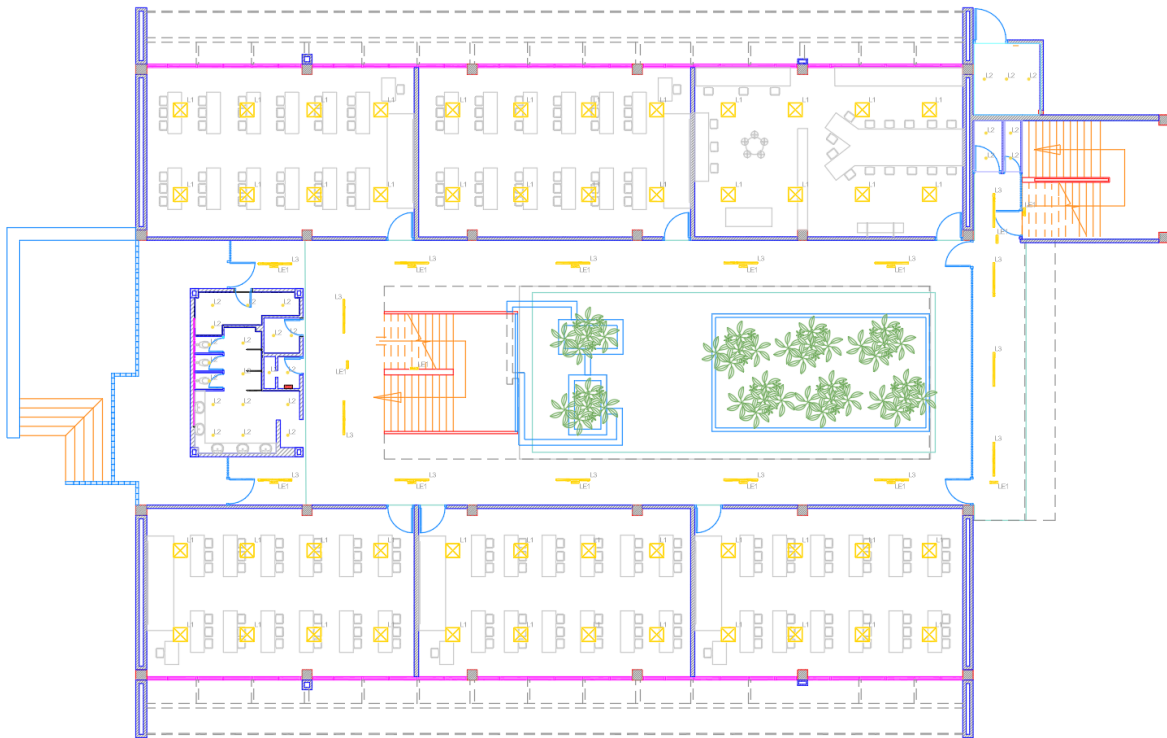


Figura 10. Distribución e iluminación (Piso 2).

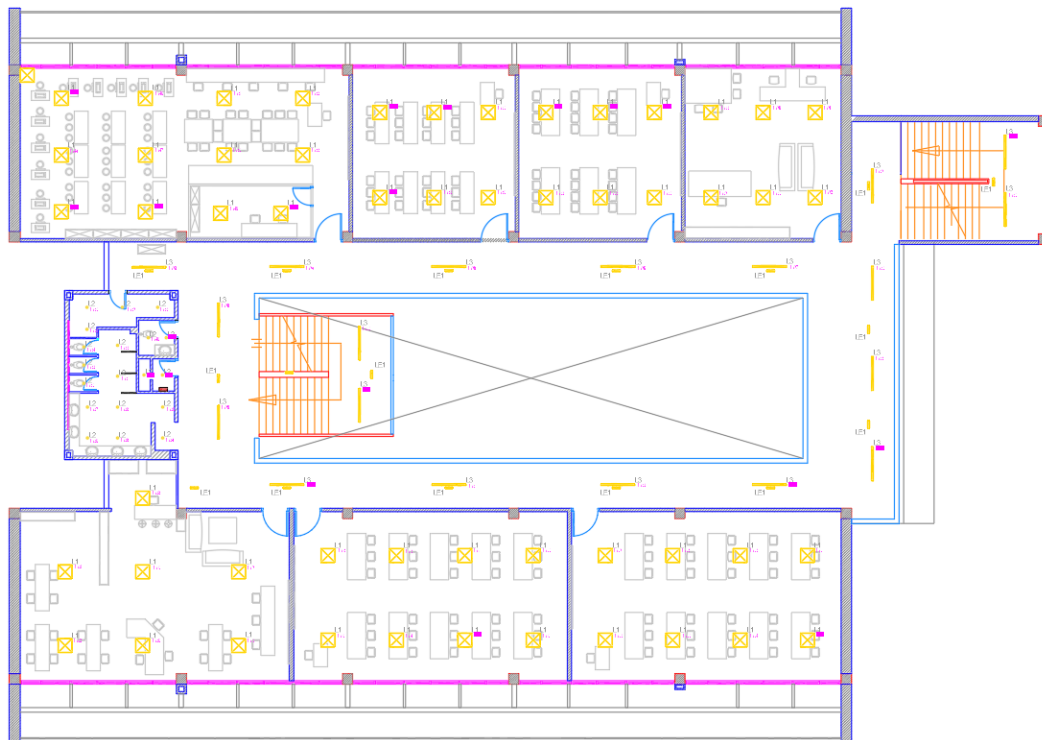
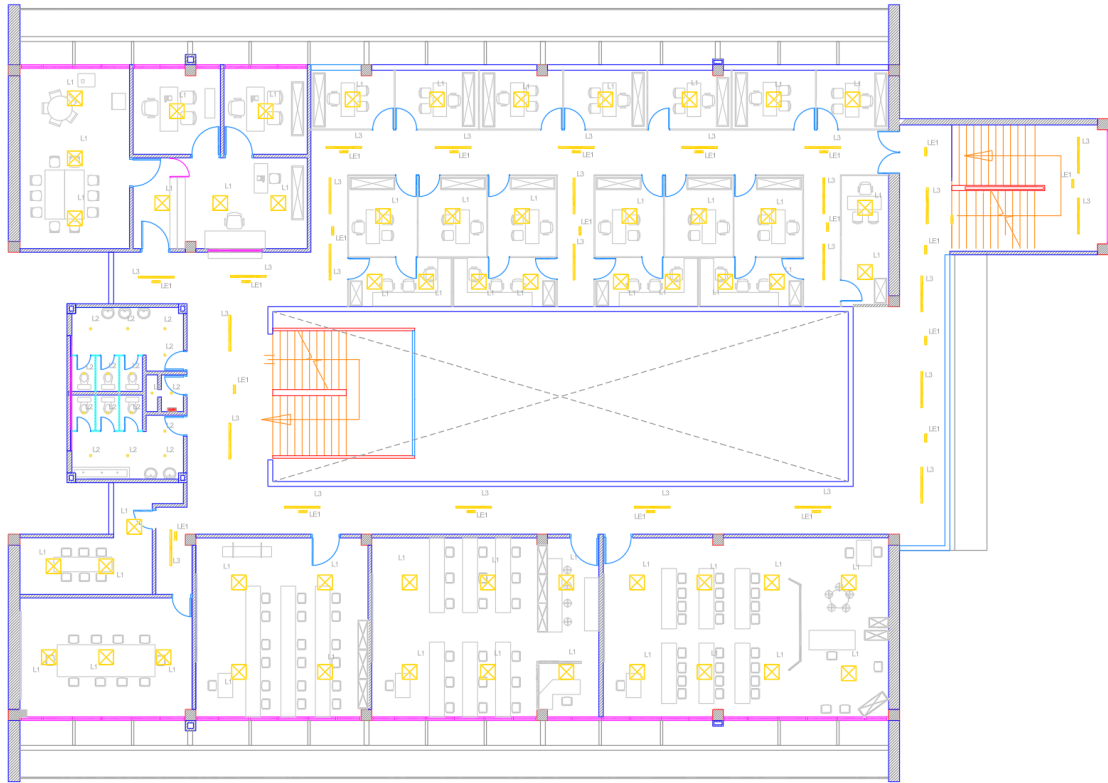


Figura 11. Distribución e iluminación (Piso 3).



4.2. Ubicación de interruptores y sensores

Figura 12. Interruptores y sensores (Piso 1).

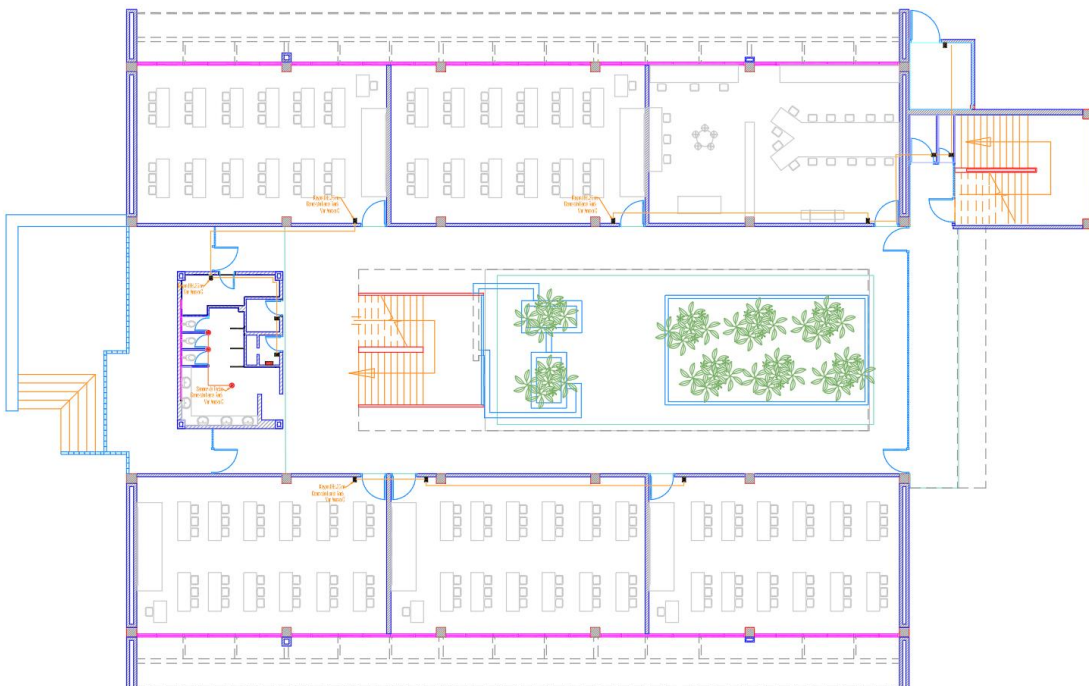


Figura 13. Interruptores y sensores (Piso 2).

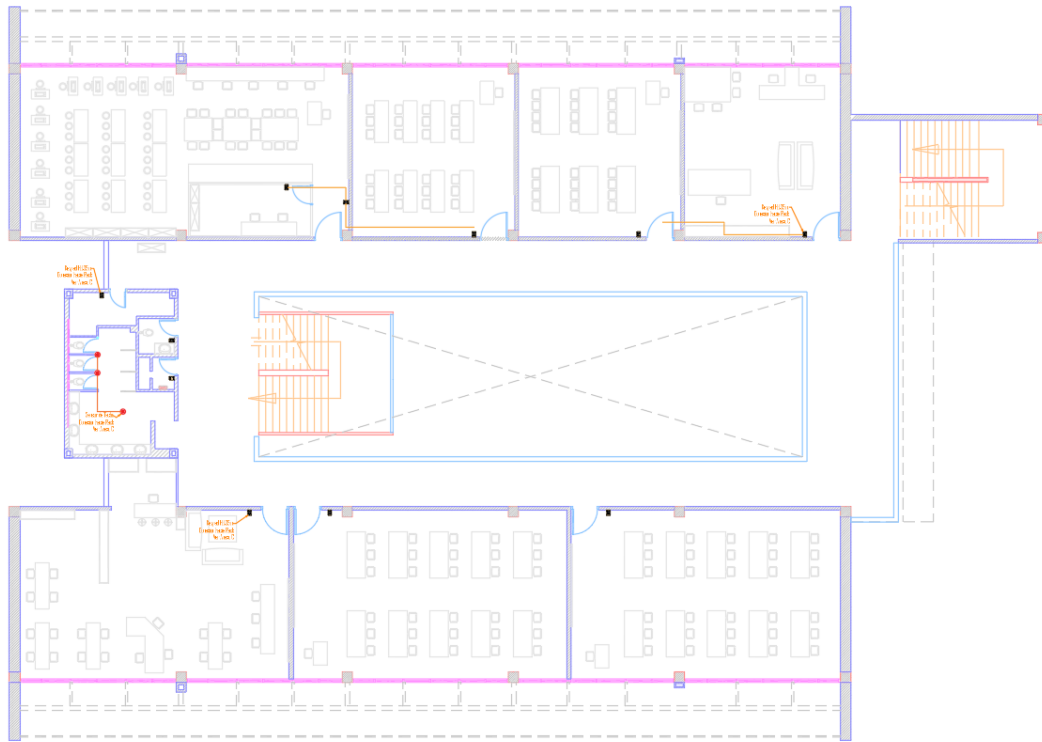
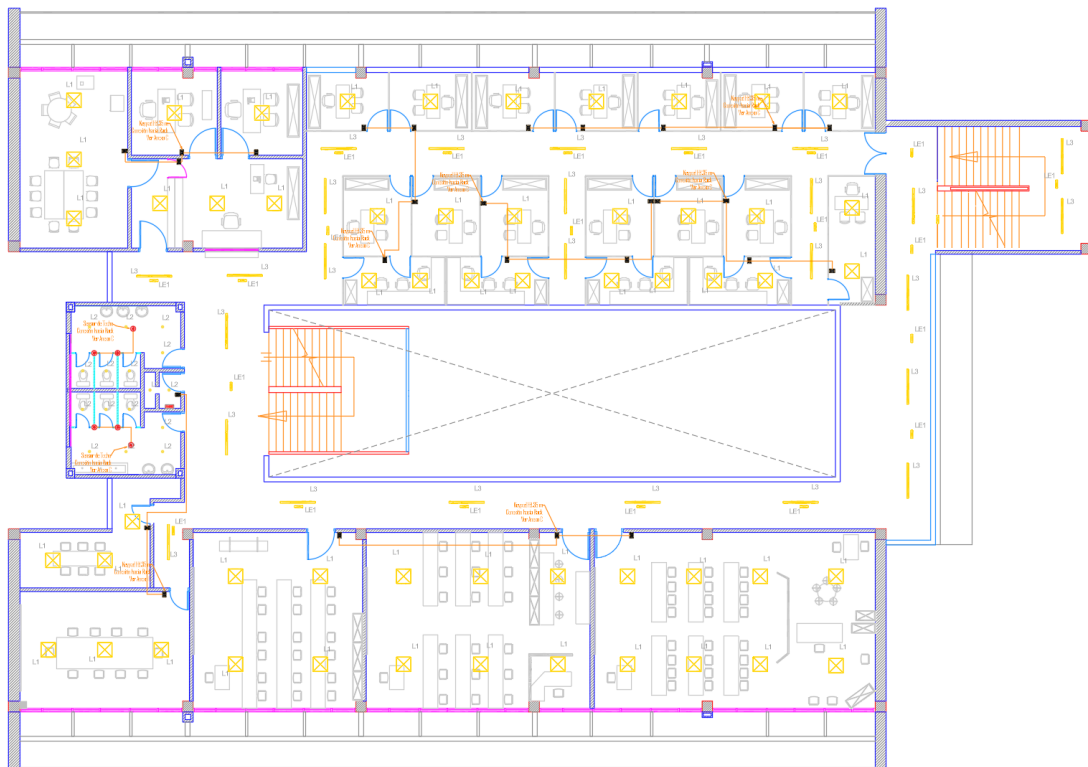


Figura 14. Interruptores y sensores (Piso 3).



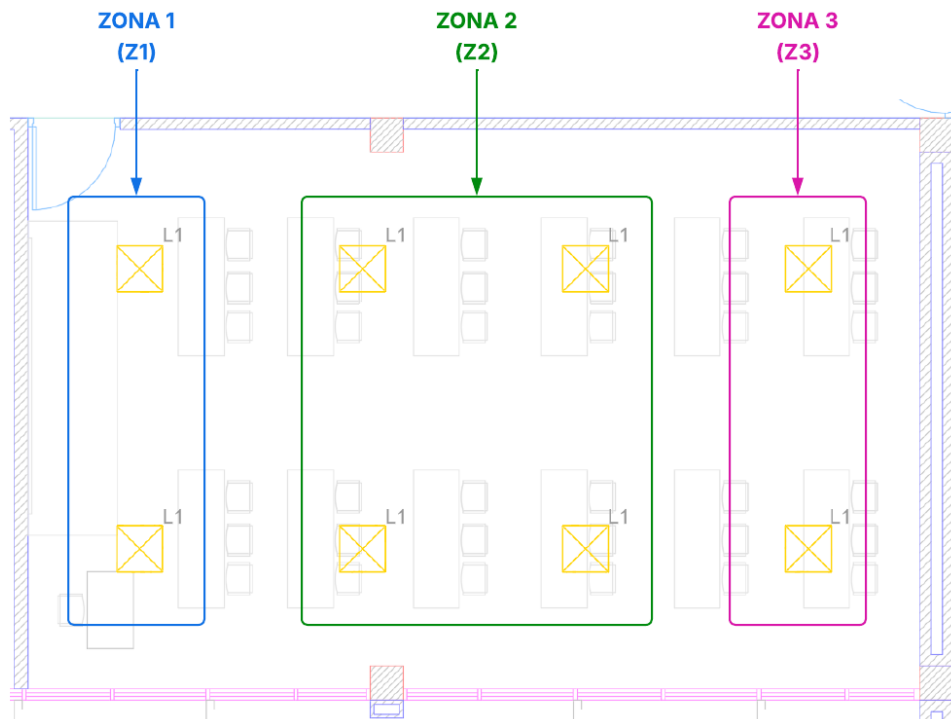
4.3. Discriminación de la agrupación de las luminarias.

Para facilitar la implementación y estandarizar el sistema, se establecieron modelos de agrupación de luminarias basados en la geometría de los salones, permitiendo controlar de manera independiente o conjunta distintas zonas dentro de un mismo espacio:

- **Aulas 101, 102, 103, 108, 109, 110, 201, 202**

La organización de las luminarias se ha establecido de la siguiente manera:

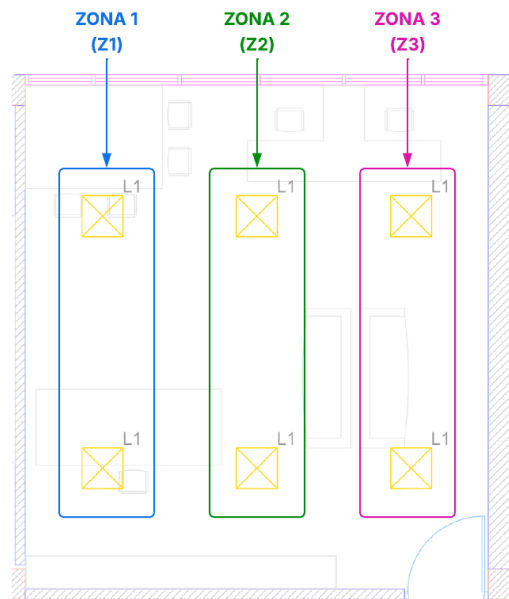
Figura 15. Agrupación Tipo 1



- **Aulas 209, 210, 211**

La organización de las luminarias se ha establecido de la siguiente manera:

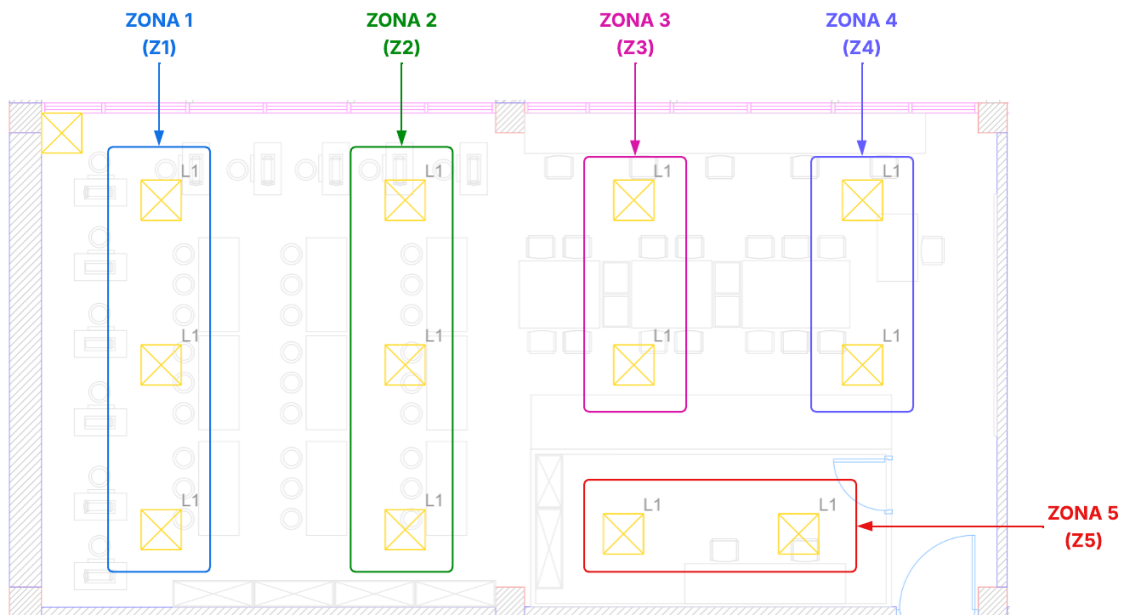
Figura 16. Agrupación Tipo 2



- **Aula 208**

La organización de las luminarias se ha establecido de la siguiente manera:

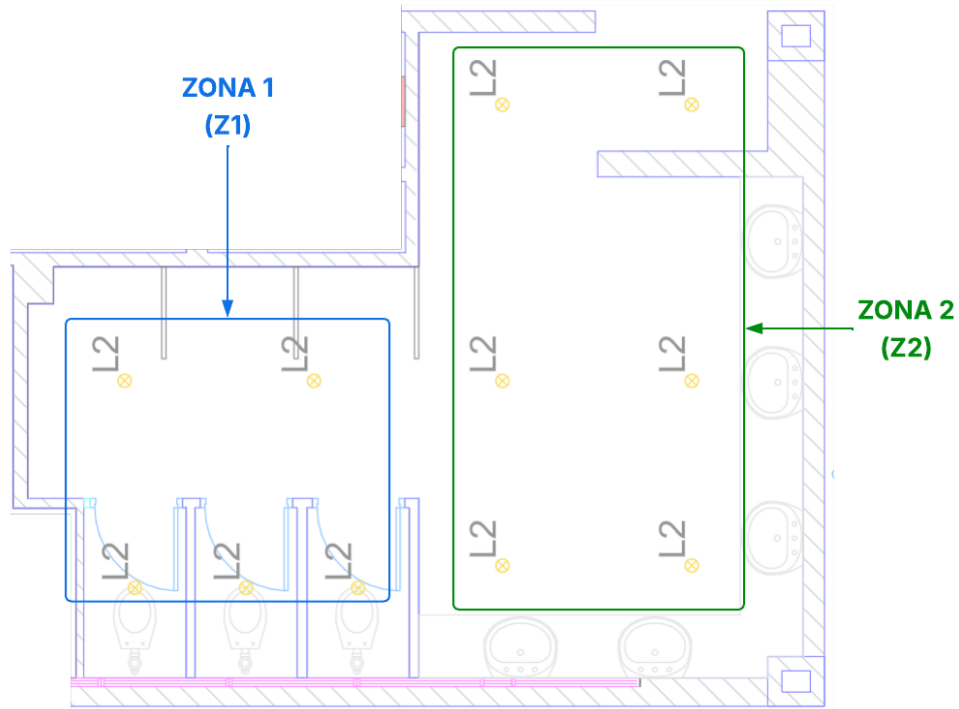
Figura 17. Agrupación Tipo 3



- **Baños**

La organización de las luminarias se ha establecido de la siguiente manera:

Figura 18. Agrupación Tipo de los baños



5. Planos de conexión y convenciones gráficas

Con el fin de complementar el diseño del sistema de control de iluminación, en esta sección se presentan los planos eléctricos por planta donde se esquematiza la conexión de los buses DALI-2, así como la ubicación de sensores de presencia, teclados de control y agrupación cableada de luminarias por zonas.

Figura 19. Diagrama de conexión final DALI-2 (Piso 1)

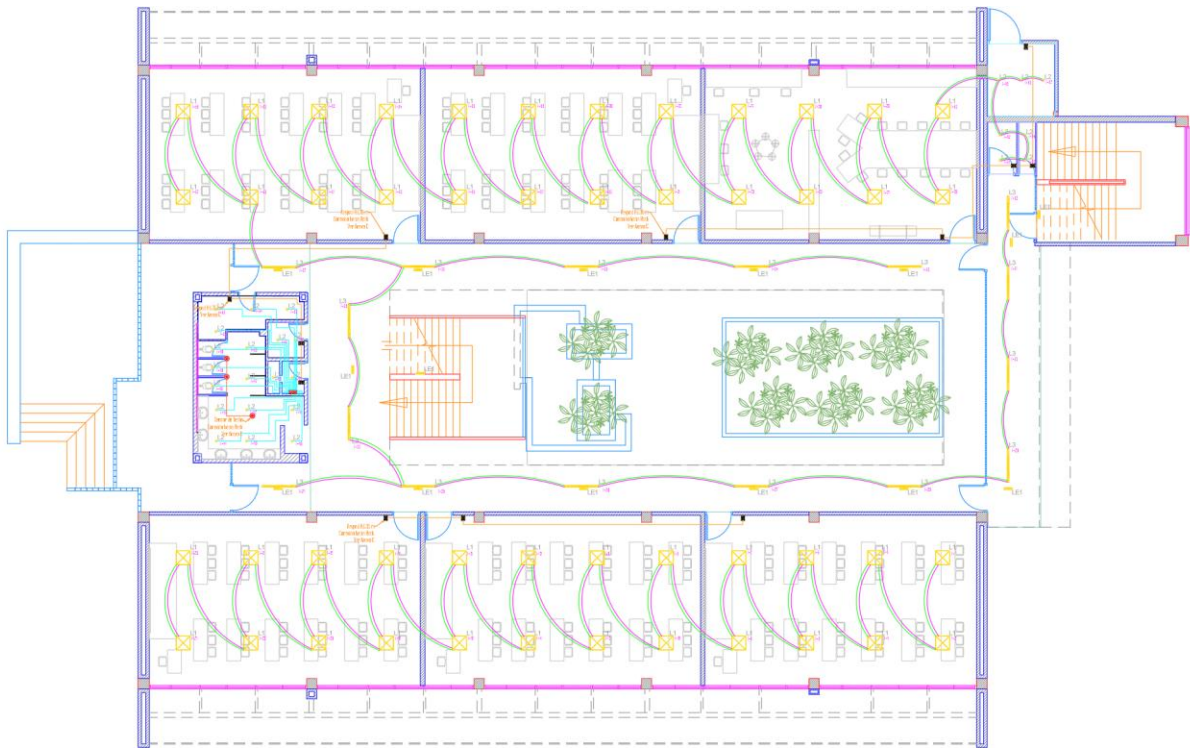


Figura 20. Diagrama de conexión final DALI-2 (Piso 2)

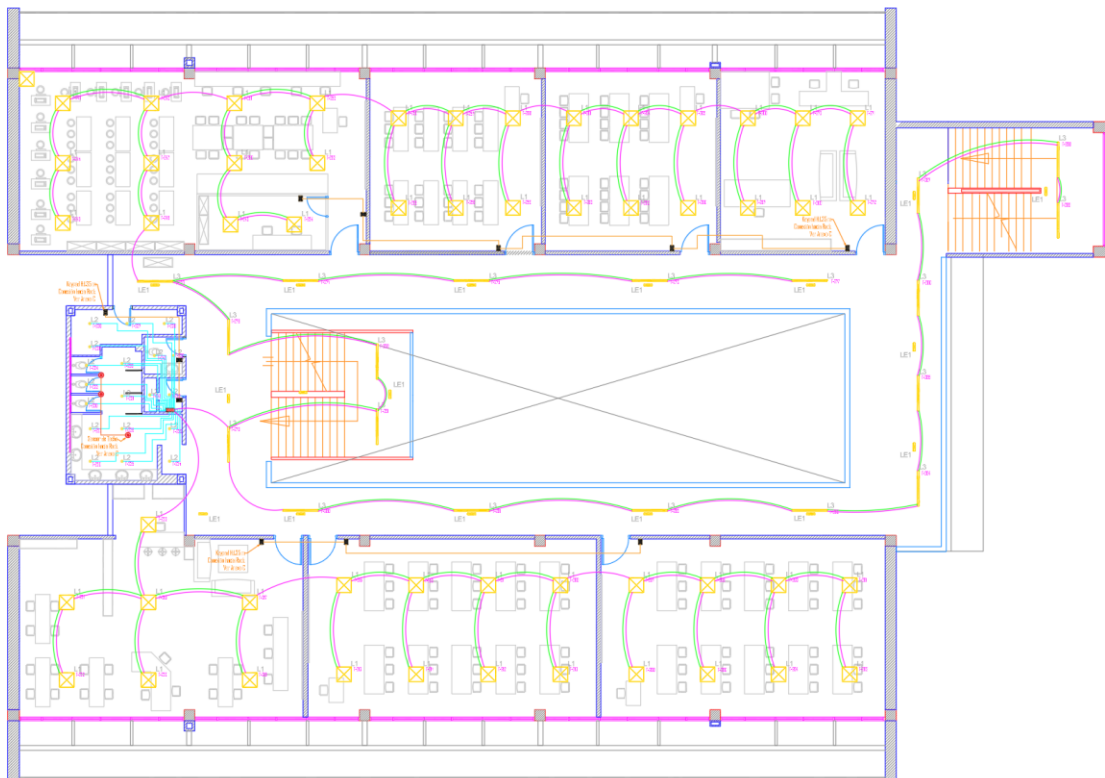


Figura 21. Diagrama de conexión final DALI-2 (Piso 3)

