

Diseño De Las Instalaciones Eléctricas Del Colegio Cristal Bajo Sede B Del Barrio Provenza
De La Ciudad De Bucaramanga

Camilo Humberto Pico Ardila

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electricista

Director

ING. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Codirector

ING. Oscar Mauricio Cruz Orellana

Universidad Industrial de Santander Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Ingeniería Eléctrica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria y Agradecimientos

A Dios, por darme la sabiduría y el conocimiento para cumplir esta meta. A mis padres y hermanas, por brindarme siempre su apoyo a lo largo de este proceso y ser la mayor motivación, alentándome a seguir adelante en los momentos de dificultad y celebrando cada una de las victorias.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi director de tesis, Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga, por su guía y constante motivación durante este proyecto. Su sabiduría y paciencia fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

Al Ing. Oscar Mauricio Cruz Orellana, quien fue la persona que me dio su voto de confianza para llevar a cabo la realización del proyecto con el que culmine esta etapa de formación y me brindó todo su apoyo y orientación en la realización de este.

Agradezco a cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos a lo largo de toda la carrera. A mis compañeros, amigos y seres queridos por su amor, aliento y comprensión durante los momentos de presión y dificultad, el cual merecen un reconocimiento especial por su apoyo y colaboración en discusiones y debates que enriquecieron este trabajo de grado. formación.

Finalmente expresar mi gratitud a la universidad Industrial de Santander por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo este importante logro

Tabla de Contenido

Abstract	8
Introducción	9
1. Objetivos.....	11
1.1. Objetivo general.....	11
1.2. Objetivos Específicos.....	11
2. Referente reglamentario y normativo	12
2.2 Requisitos normativos generales de alumbrado interior	13
2.2.1 Control del deslumbramiento	13
2.2.2 Uniformidad.....	14
2.2.3 Alumbrado en instituciones educativas	15
3. Diagnóstico de las instalaciones eléctricas previo al diseño.....	17
3.1 Diagnóstico	17
3.2 Análisis De Requerimientos	19
3.3 Descripción de la situación actual.....	20
3.4 Criterios Del Diseño	21
3.5 Evaluación de criterios de diseño de la iluminación	22
4. Propuesta de diseño de iluminación.....	27
4.1 Selección de luminarias	27
4.2 Cálculo de luminosidad, uniformidad y factor de mantenimiento.....	29
4.2.1 Luminosidad aulas de clases	31
4.3 Planos de iluminación	33
5. Diseño eléctrico	38
5.1 Planos eléctricos de	38
5.2 Diagrama unifilar	40
5.3 Análisis y cuadros	42
5.3.1 Tablero distribución regulado piso 1.....	46
5.3.2 Tablero de Distribución Regulado del Piso 2 (TDR2)	52
5.4. Sistema de puesta a tierra	53
6. cotización y presupuesto	54
7. Conclusiones	57
Referencias	58

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1. Ecuación de grado de deslumbramiento.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2. Aula de clase y alumbrado adicional al tablero.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Ubicación y áreas del colegio cristal bajo sede B.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4. Plano eléctrico salidas tomacorriente primer piso.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5. Diagrama unifilar de la propuesta de diseño eléctrico.....</i>	<i>42</i>

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia(lx) exigibles para diferentes áreas y actividades.</i>	12
Tabla 2. <i>Uniformidades y relación entre iluminancia de áreas circundantes inmediatas al área de tarea.</i>	14
Tabla 4. <i>Orden de aplicación del referente reglamentario</i>	15
Tabla 5. <i>Áreas intervenidas</i>	20
Tabla 6. <i>Reconocimiento de las áreas a intervenir del colegio cristal bajo sede B.</i>	23
Tabla 7. <i>Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas</i>	25
Tabla 8. <i>Aula primer grado resultados luminotécnicos</i>	31
Tabla 9. <i>Tablero de distribución regulado primer piso 1 (TDR1)</i>	46
Tabla 10. <i>Tablero de distribución piso 2 (TD2)</i>	49
Tabla 11. <i>Tablero de distribución regulado piso 2 (TDR2)</i>	51

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. <i>Planos de iluminación</i>	59
Apéndice B. <i>Memoria de cálculos</i>	59
Apéndice C. <i>Planos de salidas y diagrama unifilar</i>	59
Apéndice D. <i>Cuadros de carga</i>	59
Apéndice E. <i>Diseño malla de tierra</i>	59
Apéndice F. <i>Presupuesto</i>	59

Resumen

Título: Diseño De Las Instalaciones Eléctricas Del Colegio Cristal Bajo Sede B Del Barrio Provenza De La Ciudad De Bucaramanga *

Autor: Camilo Humberto Pico Ardila†

Palabras Clave: Deterioro, Eficiencia energética, Infraestructura eléctrica, Mantenimiento, Normativa, Renovación, Seguridad.

Descripción: El colegio Cristal Bajo, ubicado en el barrio Provenza de Bucaramanga, enfrenta serios problemas de infraestructura eléctrica debido a su antigüedad y falta de mantenimiento. Las instalaciones actuales, que datan de varias décadas, han generado fallas en el suministro eléctrico y un alto riesgo de accidentes, lo que afecta la seguridad de estudiantes y personal. Ante esta situación, la alcaldía de Bucaramanga ha planificado la renovación y ampliación de la infraestructura eléctrica del colegio, buscando crear un entorno seguro y funcional.

El proyecto incluye la modernización de los sistemas eléctricos, la instalación de equipos eficientes y la implementación de medidas de seguridad que cumplan con las normativas vigentes. Los objetivos específicos del proyecto abarcan el dimensionamiento y selección de componentes eléctricos, la elaboración de planos y especificaciones técnicas, así como un presupuesto para su implementación. Se realizarán estudios previos que incluyen reuniones con el personal del colegio, inspecciones del sitio y análisis de carga eléctrica para determinar las necesidades energéticas del establecimiento. El enfoque del proyecto es garantizar un suministro eléctrico seguro y eficiente, adaptándose a las nuevas demandas tecnológicas y pedagógicas, y cumpliendo con los estándares de calidad requeridos para un entorno educativo moderno.

*Trabajo de Grado

†Facultad de Ingeniería Físico – Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Director: Ing. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. Codirector: Ing. Oscar Mauricio Cruz Orellana.

Abstract

Title: Design Of The Electrical Installations Of The Cristal Bajo School, Site B, In The Provenza Neighborhood Of The City Of Bucaramanga³

Author: Camilo Humberto Pico Ardila⁴

Key Words: Deterioration, Energy efficiency, Electrical infrastructure, Maintenance, Regulations, Renovation, Security.

The Cristal Bajo school, located in the Provenza neighborhood of Bucaramanga, faces serious problems with its electrical infrastructure due to its age and lack of maintenance. The current facilities, which date back several decades, have generated failures in the electrical supply and a high risk of accidents, which affects the safety of students and staff. Faced with this situation, the mayor of Bucaramanga has planned the renovation and expansion of the electrical infrastructure of the school, seeking to create a safe and functional environment.

The project includes the modernization of electrical systems, the installation of efficient equipment, and the implementation of safety measures that comply with current regulations. The specific objectives of the project include the sizing and selection of electrical components, the preparation of technical plans and specifications, as well as a budget for their implementation. Preliminary studies will be carried out, including meetings with school staff, site inspections, and electrical load analysis to determine the school's energy needs. The focus of the project is to ensure a safe and efficient electrical supply, adapting to new technological and pedagogical demands, and complying with the quality standards required for a modern educational environment.

³Degree Work

⁴Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Ing. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. Codirector: Ing. Oscar Mauricio Cruz Orellana.

Introducción

El Colegio Cristal Bajo, sede B, del barrio Provenza en Bucaramanga, ha experimentado un deterioro significativo en su infraestructura eléctrica debido al paso del tiempo y la falta de mantenimiento adecuado. Esta antigüedad ha generado diversos problemas, como fallas en los sistemas de iluminación, mal funcionamiento de equipos eléctricos y un alto riesgo eléctrico. Con una larga trayectoria, muchas de las instalaciones eléctricas existentes fueron construidas en una época en la que las demandas energéticas y los estándares de seguridad eran notablemente diferentes a los actuales. El uso continuo y el desgaste acumulado a lo largo de los años han llevado a problemas recurrentes, interrupciones en el suministro eléctrico y un aumento del riesgo de accidentes (Castro, 2020).

Ante esta situación, la alcaldía de Bucaramanga ha planeado la renovación y ampliación de la infraestructura eléctrica del colegio, lo que implica la construcción de nuevas instalaciones eléctricas para garantizar un entorno seguro y funcional para toda la comunidad educativa, incluyendo estudiantes, docentes y personal administrativo. Las instalaciones eléctricas son fundamentales en cualquier espacio público con alta concurrencia, y en un centro educativo, su importancia se multiplica debido a la diversidad de espacios y equipos que requieren atención eléctrica. No solo deben cumplir con los estándares de seguridad, sino que también deben ser eficientes y permitir un uso adecuado de la energía eléctrica (SafetyCulture, 2023). La seguridad en estas instalaciones es crucial, lo que incluye sistemas de protección, puesta a tierra, sistemas de emergencia e iluminación de seguridad, todos implementados conforme a las normativas vigentes.

El proyecto aborda aspectos esenciales como la distribución eléctrica, el dimensionamiento de conductores y protecciones, la selección de equipos y la implementación de un sistema de puesta a tierra. Se llevará a cabo un estudio detallado de las necesidades eléctricas del colegio, considerando la carga demandada, la eficiencia energética y la optimización de recursos. Por lo tanto, el proyecto está orientado a proporcionar una solución integral y confiable que cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos por la normativa vigente y los entes reguladores. Esto contribuirá al desarrollo de un entorno propicio para la educación y el aprendizaje, asegurando que el Colegio Cristal Bajo, sede B, pueda ofrecer un espacio adecuado

y seguro para su comunidad educativa.

El problema que se aborda en este proyecto se centra en la necesidad de renovar las instalaciones eléctricas del colegio debido al deterioro y antigüedad de la infraestructura existente, lo que conlleva riesgos de seguridad, ineficiencia energética y limitaciones en el uso de equipos modernos (Rivas & Olaya, 2014). La renovación busca mejorar la seguridad, eficiencia y capacidad de carga de las instalaciones eléctricas del colegio. Los desafíos principales incluyen la antigüedad de los sistemas existentes, que no cumplen con los estándares modernos de seguridad y eficiencia, y la necesidad de adaptarse a la renovación del inmueble, que requiere una infraestructura eléctrica adecuada para satisfacer las nuevas demandas de energía y tecnología.

Por lo anterior el objetivo general del proyecto es diseñar las instalaciones eléctricas del colegio Cristal Bajo, sede B, teniendo en cuenta las exigencias del RETIE, la NTC 2050 y el operador de red (Minenergía, 2017). Para lograrlo, se desarrollarán memorias de cálculo para el dimensionamiento y selección de los componentes de la instalación eléctrica interna y general del colegio, se elaborarán planos eléctricos acorde con las exigencias normativas y se definirán las especificaciones técnicas y el presupuesto necesario para la implementación del diseño.

Además, es fundamental realizar estudios previos y un análisis estratégico para comprender las necesidades y requerimientos del establecimiento educativo. Esto incluye reuniones con el personal del colegio para discutir sus expectativas en términos de instalaciones eléctricas, inspecciones del sitio para evaluar las condiciones actuales, análisis de carga eléctrica para determinar la demanda de energía y una investigación sobre las normativas y regulaciones locales relacionadas con las instalaciones eléctricas en establecimientos educativos (Iberdrola, 2022). Estas acciones permitirán desarrollar un proyecto que no solo mejore la seguridad y eficiencia de las instalaciones eléctricas, sino que también contribuya a un ambiente educativo moderno y seguro.

1. Objetivos

En los siguientes numerales se presenta el objetivo general y su respectivo desglose en objetivos específicos.

1.1. Objetivo general

Diseñar las instalaciones eléctricas del colegio Cristal Bajo sede B del barrio Provenza de la ciudad de Bucaramanga, teniendo en cuenta las exigencias RETIE, la NTC 2050 y el Operador de Red.

1.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de las instalaciones eléctricas de acuerdo con los lineamientos RETIE (Resolución 90708 DE AGOSTO 30 DE 2013), RETILAP, NTC 2050 de 1998 y de las normas del operador de la red ESSA.
- Desarrollar las memorias de cálculo para el dimensionamiento y selección de los componentes de la instalación eléctrica interna del colegio Cristal Bajo sede B del barrio Provenza y de acometidas e instalación eléctrica general del colegio Cristal Bajo sede B del barrio Provenza
- Diseñar los planos eléctricos de la instalación eléctrica general e interna acorde con las exigencias del RETIE y del Operador de Red.
- Elaborar las especificaciones técnicas particulares y el presupuesto de inversión requerido para la implementación del diseño.

2. Referente reglamentario y normativo

La implementación de la normativa colombiana vigente es el eje central de este proyecto, con el objetivo primordial de salvaguardar la vida y la seguridad tanto de los usuarios como de los dispositivos conectados a la instalación eléctrica. Es crucial asegurar un servicio confiable y eficiente que cumpla con los más altos estándares de calidad, optimizando así la prestación del servicio en su totalidad. Para todas las etapas del proyecto se deberán aplicar las siguientes normas nacionales y regionales, las cuales son de cumplimiento obligatorio por su carácter reglamentario.

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE Resolución 90708 de agosto 30 de 2013 del Ministerio de minas y energía, es el principal marco normativo que establece los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplir disposiciones específicas para centros educativos en Colombia.
- Código eléctrico colombiano NTC 2050, primera actualización 2020. Esta norma establece los requisitos técnicos para el diseño, la instalación y el mantenimiento de instalaciones eléctricas en todo tipo de edificaciones, incluyendo los centros educativos. La NTC 2050 proporciona directrices detalladas sobre la selección de materiales, la instalación de equipos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, entre otros aspectos.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4595, tercera actualización, establece los requisitos y procedimientos técnicos para el diseño, instalación y mantenimiento de los componentes eléctricos, como tableros de distribución, interruptores, tomacorrientes, cables, entre otros, asegurando que se realicen de manera segura y conforme a las especificaciones técnicas de instalaciones eléctricas en edificaciones, incluyendo centros educativos.
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), es un conjunto de normativas técnicas establecidas el cual regulan aspectos relacionados con la iluminación y el alumbrado público. Aunque su enfoque principal es el alumbrado público, también incluye pautas para la iluminación en otros tipos de espacios, como edificaciones, comerciales e industriales.
- Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución. ESSA ESP. Revisión 2005. Esta norma establece requisitos técnicos y de seguridad para el diseño en

instalaciones de uso final referenciada por las anteriores normas y reglamentos principales.

2.2 Requisitos normativos generales de alumbrado interior

Se diseña y se simula teniendo en cuenta los niveles de iluminación aportados por RETILAP principalmente en el apartado de requisitos generales el diseño de alumbrado de interiores, teniendo en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 1. Índice UGR máximo y Niveles de iluminancia (lx) exigibles para diferentes áreas y actividades.

Tipo de recinto y actividad	UGR	Mínimo	Medio	Máximo
Colegios y centros educativos.				
Salones de clase				
Iluminación general y tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias	22	300	500	750
Iluminación general				
Tableros y bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios, Salas de arte, Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, vestidores, baños, almacenes y bodegas.	25	100	150	200

Fuente. Resolución 180540 de 2010 Ministerio de Minas y Energía

2.2.1 Control del deslumbramiento

Así mismo como se debe tener en cuenta un correcto nivel de iluminación para evitar lugares oscuros, también el exceso de iluminación puede ser contraproducente, causando molestias físicas. De esta forma se debe diseñar de tal forma que las fuentes luminosas no estén

directamente situadas a las personas. El grado de deslumbramiento proveniente de las luminarias puede ser calculado mediante la siguiente fórmula:

Figura 1. Ecuación de grado de deslumbramiento.

$$URG = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right)$$

L_b – Luminancia de Fondo [cd/m²]: Calculada como $E_{ind} * \pi^{-1}$, donde E_{ind} es la iluminancia indirecta vertical en el ojo del observador.

L – Luminancia [cd/m²] de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador.

ω – Ángulo Sólido [sr] de las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador.

p – Índice de Posición de Guth para cada luminaria individual que se refiere a su desplazamiento de la línea de visión.

2.2.2 Uniformidad

Con el fin de evitar cambios bruscos de niveles de iluminación en las áreas de cálculo o superficies útiles donde se requiere la iluminación, se tiene en cuenta la uniformidad con una correcta y eficiente distribución de luminarias en el área.

Según RETILAP: La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno, se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos. Esto se tiene en cuenta en espacios escolares o de estudio, donde se pueden pasar largos lapsos de tiempo. Los valores que se deben cumplir son los siguientes de la tabla 410.4 del RETILAP:

Tabla 2. Uniformidades y relación entre iluminancia de áreas circundantes inmediatas al área de tarea.

Iluminancia de la tarea (lx)	Luminancia de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o igual a 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0,5	Mayor o igual a 0,4

Fuente. Tabla 410.4 del RETILAP

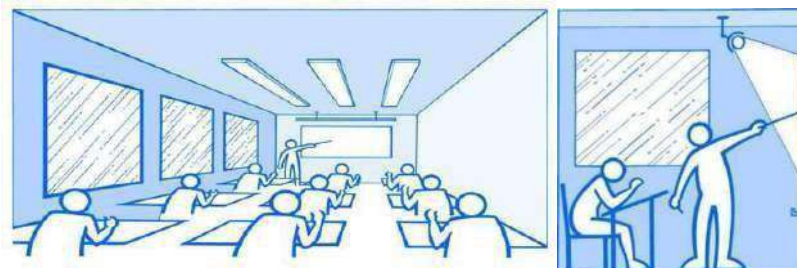
2.2.3 Alumbrado en instituciones educativas

La iluminación es un elemento fundamental en las instituciones educativas, ya que influye significativamente en el bienestar y rendimiento académico de los estudiantes. Una adecuada iluminación:

- Mejora la concentración y reduce la fatiga visual
- Regula los ritmos biológicos, asegurando una atención óptima en clases
- Contribuye positivamente al rendimiento académico y la capacidad de aprendizaje
- Crea un ambiente motivacional en las aulas

Por lo tanto, se requiere especial cuidado y responsabilidad para el diseño de estas zonas especiales debido a que se puede tener largos periodos de tiempo de trabajo visual.

Figura 2. Aula de clase y alumbrado adicional al tablero.



Fuente. RETILAP

Según RETILAP: Se debe instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 luxes, se debe cumplir los niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura. Además, se debe tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento (Ministerio de minas y energía, 2015).

Por otra parte, cuando no se haga referencia a alguna norma particular o específica, o cuando existan dudas, o vacíos o contradicciones o diferencias de interpretación, se debe aplicar la normativa en el orden indicado en la siguiente Tabla.

Tabla 3. Orden de aplicación del referente reglamentario

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE	Ministerio Minas y Energía, 2013. Resolución 90708 de agosto 30 de 2013, Anexo general 2015 con sus ajustes.
NTC 2050, Código Eléctrico Nacional	ICONTEC, 1998.
Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado Público RETILAP	Ministerio Minas y Energía, 2010.
NTC 4552, 1, 2, 3 Protección contra descargas atmosféricas.	ICONTEC, 2010.
Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución	Electrificadora de Santander S.A. ESP, 2005 y adenda 2011.
Normas Sismo resistentes	NSR-10
Instituto de Normas Técnicas	ICONTEC
American Bridge Welding Code	AWS
American Society for Testing and Materials	ASTM

Fuente. Normas técnicas, eléctricas, sísmicas y ASTM

3. Diagnóstico de las instalaciones eléctricas previo al diseño

Teniendo en cuenta que para el diseño de las instalaciones eléctricas es fundamental llevar a cabo una serie de tareas preliminares para recopilar información, evaluar requisitos y establecer bases sólidas para el proyecto, de esta manera se realiza un diagnóstico de la situación actual del colegio con relación a este tema.

Figura 3. Ubicación y áreas del colegio cristal bajo sede B.



3.1 Diagnóstico

El diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas es un componente esencial para comprender la magnitud de los problemas existentes y justificar la necesidad de una renovación integral. Este diagnóstico implica realizar un análisis exhaustivo de las condiciones actuales de las instalaciones eléctricas del Colegio Cristal Bajo, sede B, identificando problemas específicos y evaluando los riesgos asociados. Algunos aspectos clave a considerar en el diagnóstico del estado actual incluyen:

Inspección visual.

- Inspección detallada de los componentes eléctricos, como tableros, interruptores, tomacorrientes y luminarias, para identificar signos visibles de deterioro, daños o desgaste.
- Evaluación del estado de los cables y conexiones, buscando signos de sobrecalentamiento, corrosión o daños en el aislamiento.
- Verificación de la presencia y estado de los sistemas de protección, como interruptores automáticos y fusibles.

Pruebas y mediciones

- Pruebas de resistencia de aislamiento en los cables para detectar posibles fugas o fallas en

el aislamiento.

- Medición de los niveles de iluminación en diferentes áreas del colegio para determinar si cumplen con los estándares requeridos.
- Verificación de la continuidad de los conductores de puesta a tierra y medir su resistencia para asegurar una adecuada conexión a tierra.
- Pruebas de funcionamiento en los dispositivos de protección, como interruptores diferenciales, para comprobar su correcto funcionamiento.

Análisis de documentación

- Revisión de la documentación existente, como planos eléctricos y registros de mantenimiento, para comprender la configuración actual de las instalaciones y su historial de intervenciones.
- Evaluación posibles modificaciones o ampliaciones realizadas a lo largo del tiempo que puedan haber afectado la seguridad o eficiencia del sistema eléctrico.

Evaluación de riesgos

- Evaluación de los riesgos asociados con el estado actual de las instalaciones eléctricas, como el riesgo de incendio, descarga eléctrica o interrupción del suministro.
- Determinar si las instalaciones cumplen con los requisitos de seguridad establecidos en las normativas vigentes, como el RETIE y la NTC 2050.

El resultado del diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas del Colegio Cristal Bajo, sede B, permitió identificar los problemas específicos que deben abordarse en el proyecto. Esto incluye la detección de cables desgastados, conexiones deterioradas, falta de sistemas de protección adecuados y otros problemas que puedan representar un riesgo para la seguridad de los estudiantes, el personal y las instalaciones. Además, el diagnóstico ayudó a determinar si las instalaciones actuales son capaces de satisfacer las nuevas demandas de energía y tecnología derivadas de la renovación del inmueble.

En resumen, el diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas es un paso crucial para comprender la situación actual y justificar la necesidad de una renovación. Mediante una inspección visual detallada, pruebas y mediciones, y un análisis de la documentación disponible, se pudo obtener una imagen clara de los problemas existentes y los riesgos asociados. Este diagnóstico sirvió como base para el desarrollo de un diseño eléctrico que aborde de manera efectiva las necesidades actuales y futuras del Colegio Cristal Bajo, sede B.

3.2 Análisis De Requerimientos

El análisis de requerimientos de instalaciones eléctricas para el colegio cristal bajo sede B implica comprender las necesidades específicas en términos de suministro eléctrico y asegurar que el diseño de las instalaciones cumpla con dichos requisitos como lo son lograr Identificar y cuantificar las cargas eléctricas esperadas en el colegio, incluyendo iluminación, equipos informáticos, equipos de cocina, sistemas de emergencia, entre otros.

Determinar la distribución de la energía eléctrica en todo el colegio, considerando la ubicación y cantidad de aulas, oficinas administrativas, áreas comunes, laboratorios, áreas deportivas y otros espacios relevantes.

Iluminación: Definir los requisitos de iluminación para cada área del colegio, teniendo en cuenta la cantidad de luz necesaria, la calidad lumínica requerida y la eficiencia energética de las luminarias a utilizar.

Tomas de corriente: Establecer la cantidad y ubicación de tomas de corriente en cada espacio del colegio, asegurando una distribución equitativa y suficiente para cubrir las necesidades de los usuarios.

Sistemas de seguridad: Considerar la instalación de sistemas de seguridad eléctrica, como detectores de humo, sistemas de alarma contra incendios, sistemas de puesta a tierra, interruptores de circuito por falla a tierra (IDR), entre otros, para proteger a los ocupantes del colegio y los equipos eléctricos.

Respaldo de energía: Evaluar la necesidad de sistemas de respaldo de energía, como generadores de emergencia o sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), para garantizar la continuidad de las operaciones en caso de cortes de energía.

Eficiencia energética: Integrar medidas de eficiencia energética en el diseño de las instalaciones eléctricas, como el uso de luminarias LED, sensores de movimiento para el control de iluminación y equipos eléctricos eficientes, para reducir el consumo de energía y los costos operativos a largo plazo.

Al realizar un análisis exhaustivo de los requerimientos eléctricos del colegio, se puede diseñar un sistema eléctrico que cumpla con las necesidades específicas de la institución educativa, garantizando un funcionamiento seguro, eficiente y confiable de las instalaciones.

3.3 Descripción de la situación actual

Con base en el trabajo de campo realizado en el cual se efectuaron visitas de inspección y verificación de las instalaciones eléctricas existentes a través de un recorrido por las diferentes instalaciones del Colegio, y por medio de las cuales se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de información sobre el estado actual de la institución, evaluando detalladamente cada componente eléctrico para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos presentes. Como también evaluar la distribución del espacio y la infraestructura eléctrica preliminar. Lo que implicó examinar la disposición de las aulas, áreas comunes, y otras áreas relevantes para determinar la cantidad y ubicación óptima de tomacorrientes, interruptores, luminarias y otros equipos eléctricos necesarios para la nueva infraestructura.

Además, se recopiló información sobre las necesidades específicas de iluminación, equipos eléctricos y sistemas de seguridad del colegio a través de los interesados del proyecto. Esta visita inicial proporcionó una comprensión completa de los requisitos del cliente y las condiciones del sitio, sirviendo como punto de partida concluyente para el diseño detallado de las instalaciones eléctricas, para lo cual se determinan las áreas de intervención en las siguientes tablas:

Tabla 4. *Áreas intervenidas*

PRIMER PISO	SEGUNDO PISO
Cuarto técnico	Sala de profesores
Cuarto subestación	Aula cuarto grado
W.C portería	Aula quinto grado
Portería	Pasillo
Aula primer grado	Aula segundo grado
Aula informática	Aula tercer grado
Bodega	Pasillo entre segundo y tercero
W.C hombres	W.C sala de profesores
W.C discapacitados	
W.C. mujeres	
Cuarto de aseo	
Cuarto de basuras	
Cuarto de aseo 2	

Cocina

Comedor/ aula múltiple

W.C aula preescolar

Aula preescolar

Pasillos

Fuente: observación planos estructurales suministrados.

3.4 Criterios Del Diseño

La realización de las instalaciones eléctricas para el colegio cristal bajo sede B se fundamenta en la necesidad de proporcionar un entorno seguro y propicio para el desarrollo de las actividades académicas, así como para el bienestar de toda la comunidad educativa de esta manera se deben tener en cuenta criterios que garanticen un funcionamiento seguro, eficiente y adecuado para las necesidades específicas de la institución, a continuación, algunos aspectos importantes a considerar:

Cumplimiento Normativo: Asegurar que el diseño cumpla con todas las normativas y regulaciones aplicables, contemplados en el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y normas técnicas relacionadas con la seguridad eléctrica y la eficiencia energética.

Seguridad: Priorizar la seguridad de los estudiantes, docentes y de más personal mediante la implementación de medidas de protección contra sobrecargas, cortocircuitos, descargas eléctricas y otros riesgos eléctricos. Esto incluye la adecuada protección diferencial, el uso de interruptores automáticos y la correcta instalación de sistemas de puesta a tierra.

Eficiencia Energética: Diseñar un sistema eléctrico que incorpore tecnologías y estrategias para minimizar el consumo de energía, como el uso de iluminación LED, y la selección de equipos eléctricos eficientes.

Flexibilidad y Escalabilidad: Considerar la posibilidad de futuras expansiones o cambios en las necesidades eléctricas del centro educativo, diseñando un sistema que pueda adaptarse fácilmente a estas modificaciones sin comprometer su funcionamiento o seguridad.

Distribución Equitativa: Garantizar una distribución equitativa de la energía eléctrica en

todo el centro educativo, asegurando que todas las áreas tengan acceso adecuado a tomas de corriente, iluminación y otros recursos eléctricos según sus necesidades.

Continuidad de las Actividades Académicas: Un fallo en el suministro eléctrico puede interrumpir las actividades educativas y afectar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un sistema eléctrico confiable y bien diseñado asegurará la continuidad de las clases y demás actividades, evitando inconvenientes y pérdidas de tiempo.

3.5 Evaluación de criterios de diseño de la iluminación

Con el objetivo de llevar a cabo el diseño de la nueva iluminación para el colegio cristales bajo sede B, se llevó a cabo un proceso de consulta a la empresa especializada en iluminación STAND ILUMINACIONES S.A.S. con el fin de proveer las luminarias necesarias. Su catálogo presenta una variedad de luminarias que cumplen con los requisitos estéticos, técnicos y funcionales necesarios para el proyecto, lo que garantiza la calidad y eficacia del resultado final.

A continuación, se listan las áreas a intervenir para el primer y segundo piso de la edificación:

Tabla 5. Reconocimiento de las áreas a intervenir del colegio cristal bajo sede B.

RECINTO	CANTIDADES
Cuarto técnico	Tablero general trifásico Tablero de distribución monofásico 12 puestos Tablero de distribución regulado 1 luminaria tipo hermética stil led 40 w. 1 tomacorriente doble 1 tomacorriente GFCI
Aula primer grado	4 tomacorrientes dobles normal 1 tomacorriente doble regulado 3 luminaria tipo perfil STPL 045-R 7.5 STIL LED 150 W
Ala de informática	Tablero de distribución monofásico 12 puestos Tablero de regulado de distribución 21 tomacorriente dobles 17 tomacorrientes dobles regulados.

	3 luminaria tipo perfil STPL 045-R 7.5 STIL LED 180 W
Bodegas piso 1	1 tomacorriente doble GFCI 2 tomacorrientes dobles 2 luminarias tipo bala STIL LED FLAT 22W
Baños primer piso	2 tomacorrientes GFCI 14 luminarias tipo bala STIL LED FLAT 13 W
Cuarto de aseo	2 luminarias tipo bala STIL LED FLAT 16 W 2 tomacorriente GFCI
Pasillo piso 1	19 luminarias tipo bala STIL LED FLAT 16 W+ cilindro 2 tomacorrientes dobles
Comedor aula múltiple	8 luminaria tipo perfil STPL 045-R 1.5m STIL LED 40 W 3 tomacorrientes dobles
Cuarto de basuras	1 luminaria tipo hermética stil led 40 w. 1 tomacorriente doble
Cocina y almacén	Tablero de distribución monofásico 12 puestos 7 luminaria tipo hermética stil led 40 w. 6 tomacorrientes dobles 2 tomacorrientes dobles GFCI
Aula preescolar + baño	4 tomacorrientes dobles 2 luminarias tipo bala STIL LED FLAT 13 W 1 luminaria tipo perfil STPL 045-R 6.25 STIL LED 150 W 2 luminaria tipo perfil STPL 045-R 8.75 STIL LED 150 W
Portería	1 luminaria tipo perfil STPL 045-R 1.5m STIL LED 40 W 2 tomacorrientes dobles 1 tomacorriente GFCI

Tabla 6. Reconocimiento de la Zona piso 2

RECINTO	CANTIDADES
Sala de profesores	Tablero de distribución monofásico 12 puestos Tablero de distribución regulado 9 tomacorrientes dobles 1 tomacorriente GFCI 4 tomacorrientes regulados 1 luminaria tipo perfil STPL 045 1.25m STIL LED 40W 4 luminaria tipo perfil STPL 045 2.5m STIL LED 80W 2 luminaria tipo bala STIL LED FLAT 13 W
Aula cuarto grado	3 tomacorrientes dobles 1 tomacorriente doble regulado 4 luminaria tipo perfil STPL 045 5m STIL LED 100W
Aula quinto grado	3 tomacorrientes dobles 1 tomacorriente doble regulado 4 luminaria tipo perfil STPL 045 5m STIL LED 100W
Aula tercer grado	3 tomacorrientes dobles 1 tomacorriente doble regulado 4 luminaria tipo perfil STPL 045 5m STIL LED 100W
Aula segundo grado	Tablero de distribución monofásico 12 puestos 3 tomacorrientes dobles 1 tomacorriente doble regulado

4 luminaria tipo perfil STPL 045 5m STIL LED
100W

Pasillos piso 2

21 luminarias tipo bala STIL LED FLAT 16 W

Para las anteriores áreas se tienen en cuenta los s criterios de diseño de las instalaciones eléctricas según RETIE en el artículo 10.1, las cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 7. *Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas.*

#	Aspecto por evaluar	Aplica	Cumple	Referencia
A	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	SI	NO	NTC 2050 Sección 220
B	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	NO	-/-	NTC 2050 Sección 110-17
C	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	SI	NO	IEC 60909-0 Artículo 16
D	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	SI	SI	Numeral 16.1 RETIE
E	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	SI	NO	Artículo 9 Numeral 9.3 RETIE
F	Análisis del nivel tensión requerido.	SI	SI	NTC 2050 Subsección 220-1
G	Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1.	NO	-/-	Artículo 14 Numeral 14.4 RETIE
H	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	NO	-/-	Norma IEEE 519 NTC Sección 450
I	Cálculo del sistema de puesta a tierra.	SI	NO	Artículo 15 Numeral 15.3.3 RETIE
J	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	SI	NO	Artículo 10 Numeral 10.7 RETIE
K	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.	SI	NO	Artículo 20 Numeral 20.2 RETIE

L	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.	NO	-/-	Artículo 20.4. RETIE
M	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	SI	NO	NTC 2050 Artículo 210. 210.20.
N	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	SI	NO	NTC 2050 Sección 362-370-373
O	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	SI	NO	Artículo 10 Numeral 10.7 RETIE
P	Cálculos de regulación.	SI	NO	Norma ESSA Sección 2.1.4
Q	Clasificación de áreas.	SI	NO	Artículo 28 RETIE
R	Elaboración de diagramas unifilares.	SI	NO	Artículo 6 Numeral 6.1 RETIE
S	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	SI	NO	Norma IEC 61082
T	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	SI	NO	Artículo 20.2. RETIE
U	Establecer las distancias de seguridad requeridas.	SI	NO	Artículo 13 Numeral 13.1 RETIE
V	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.	SI	NO	Artículo 27 Numeral 27.1 RETIE
W	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	SI	NO	NTC-ISO 1996:2019. Ítem A1.2.3.2 NTC-ISO 1996:2019. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental.

Fuente. RIETE. <https://www.minenergia.gov.co/documents/9024/9703.pdf>

4. Propuesta de diseño de iluminación

El presente capítulo describe los parámetros utilizados para la realización del diseño de iluminación según la reglamentación establecida en el RETILAP. En este proyecto se utilizan diferentes tipos de luminarias dependiendo del tipo de zona a iluminar, las cuales se discriminan a continuación:

4.1 Selección de luminarias


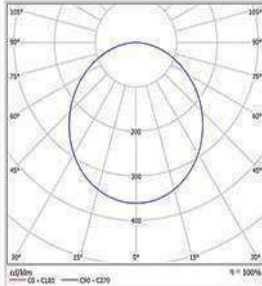
Para todo proyecto, es importante la selección de luminarias teniendo en cuenta sus características, como: tipo de iluminación (cálida o fría), su fotometría, dimensiones y forma de la luminaria, el tipo de montaje o instalación requerido, su cerramiento o índice de protección IP, el tipo de superficie reflectora de su conjunto óptico y la estética física de las luminarias.

A continuación, se presentan las luminarias utilizadas en el proyecto, diseñadas para cumplir con los niveles de luminosidad establecidos en la normativa (RETILAP) y garantizar espacios óptimos para las actividades académicas. Se utilizan 5 tipos diferentes de luminarias para un mayor dinamismo al momento de la iluminación.

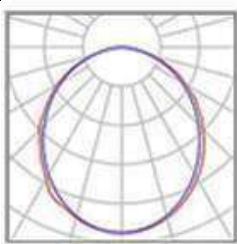
- **Stand Iluminaciones S.A.S Interior Bala Stil Led Flat 7" 16W.**

<p>7 Pieza</p>	<p>Potencia Real: 16.10W Pulgadas: 7.8" IRC: => 80% IP (Hermeticidad) : IP40 Temperatura de Color: 3000K-4000K-6500K Voltaje (Tensión Driver): 120-277V Vida útil: 100.000 HR Flujo Luminoso: 1597 Lm Eficacia Lumínica: 99 Lm/W</p>		
----------------	---	---	---

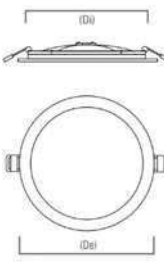
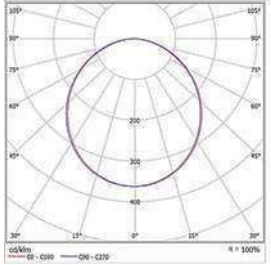
• **Stand Iluminaciones S.A.S Interior Bala Stil Led Flat 8" 22W.**

<p>1 Pieza</p>	<p>Potencia real: 21.93W IRC: =>80% IP (Hermeticidad) : IP40 Temperatura de Color: 4000K-6500K Voltaje (Tensión Driver): 120-277V Vida útil: 100.000 HR Flujo Luminoso: 2506 Lm Eficacia Lumínica: 114Lm/W Marca Chip: Samsung</p>		
----------------	---	--	---

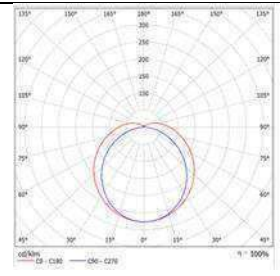
• **Stand Iluminaciones S.A.S Interior Perfil STPL045-R 1.25m 40W.**

<p>9 Pieza</p>	<p>Perfil STPL045-R 1.25m 40W N° de artículo: Interior Flujo luminoso (Luminaria): 3602 lm Flujo luminoso (Lámparas): 3602 lm Potencia de las luminarias: 39.8 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 49 80 96 100 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000)</p>	
----------------	--	--

• **Stand Iluminaciones S.A.S Interior Bala Stil Led Flat 5" 13W Samsung.**

<p>18 Pieza</p>	<p>Interior Bala Stil Led Flat 5" 13W Samsung N° de artículo: Interior Flujo luminoso (Luminaria): 1250 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1251 lm Potencia de las luminarias: 13.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 48 79 96 100 100</p>		
-----------------	--	--	---

• **Stand Iluminaciones S.A.S Interior Hermética Stil Led 2-G 40W.**

<p>13 Pieza</p>	<p>Interior Hermética Stil Led 2-G 40W N° de artículo: Interior Flujo luminoso (Luminaria): 4592 lm Flujo luminoso (Lámparas): 4592 lm Potencia de las luminarias: 39.3 W Clasificación luminarias según CIE: 91 Código CIE Flux: 41 70 89 91 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000)</p>	
-----------------	---	---

4.2 Cálculo de luminosidad, uniformidad y factor de mantenimiento

Para profundizar y mejorar el cálculo de luminosidad, uniformidad y factor de mantenimiento en un centro educativo, es esencial comprender estos conceptos en detalle y cómo su correcta implementación afecta la calidad de la iluminación y el cumplimiento de las normativas, como el RETILAP.

Cálculo de Luminosidad

La luminosidad o nivel de iluminación se refiere a la cantidad de luz medida en lux (lx) que incide sobre una superficie específica. El RETILAP establece los niveles mínimos de iluminación necesarios para diferentes áreas de una institución educativa para asegurar que los estudiantes y el personal puedan realizar sus actividades de manera efectiva y segura.

Niveles de iluminación recomendados por RETILAP:

- Salones de clases: Se recomienda entre 300 y 500 lx para asegurar una iluminación adecuada para tareas visuales como leer, escribir y utilizar herramientas digitales.
- Bibliotecas y salas de estudio: La iluminación debe ser más alta, alrededor de 500 lx, debido a la concentración requerida para leer y estudiar.
- Pasillos y áreas comunes: Deben contar con niveles de entre 100 y 200 lx, asegurando seguridad en la circulación sin deslumbramientos.
- Laboratorios: Estas áreas especializadas requieren entre 500 y 750 lx, según la complejidad de las tareas.

El cálculo de la luminosidad se realiza utilizando herramientas de simulación y software especializado como DIALux o Relux, que permiten modelar las características del espacio (dimensiones, colores de las superficies, tipo de luminaria) y proyectar la distribución de la luz.

Cálculo de Uniformidad

La uniformidad en la iluminación se refiere a cómo se distribuye la luz de manera homogénea en una superficie. Se calcula mediante la relación entre el nivel de iluminación mínimo y el promedio de iluminación en el área.

Fórmula de uniformidad:

$$Uniformidad(U) = \frac{E_{min}}{E_{prom}}$$

Donde:

- E_{min} = Nivel mínimo de iluminación (lux)
- E_{prom} = Nivel promedio de iluminación (lux)

En entornos educativos, una uniformidad baja puede generar sombras o áreas mal iluminadas, lo que afecta el confort visual y puede interferir con las actividades de aprendizaje. El RETILAP exige que la uniformidad mínima en las aulas no sea inferior a 0.7, mientras que en áreas de circulación puede ser inferior, alrededor de 0.4. Para mejorar la uniformidad, se debe tener en cuenta la disposición de las luminarias, el tipo de lámparas y la reflectancia de las superficies.

Mejora y optimización de los cálculos

- **Tecnologías de Iluminación:** La implementación de luminarias LED puede mejorar tanto la eficiencia como la durabilidad del sistema de iluminación, reduciendo significativamente la necesidad de mantenimiento y mejorando el factor de mantenimiento en comparación con tecnologías tradicionales.
- **Distribución de Luminarias:** Para mejorar la uniformidad, es perentorio analizar la disposición de las luminarias en las aulas, considerando la simetría y evitando zonas oscuras o mal iluminadas. Las luminarias empotradas o suspendidas con difusores pueden ayudar a distribuir la luz de manera más pareja.
- **Mantenimiento Regular:** Planificar un programa de limpieza y mantenimiento periódico de las luminarias y reflectores asegurará que el factor de mantenimiento se mantenga alto durante la vida útil del sistema de iluminación.

Impacto en la calidad de la enseñanza

El nivel adecuado de iluminación y su distribución uniforme son vitales en entornos educativos, ya que:

- Aumenta el confort visual.
- Mejora la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes.
- Disminuye la fatiga visual, particularmente en tareas prolongadas como la lectura o el trabajo en pantallas.

Al garantizar una iluminación adecuada que cumpla con los estándares del RETILAP, se promueve

un entorno más seguro, cómodo y productivo para estudiantes y profesores.

Consideraciones Finales

Para optimizar los cálculos de luminosidad, uniformidad y factor de mantenimiento:

- Simulación precisa: Usar herramientas de simulación para modelar las características exactas de cada aula.
- Adaptabilidad: Considerar cambios en el uso de espacios y posibles necesidades futuras, como la inclusión de nuevas tecnologías o alteraciones estructurales.
- Normatividad: Asegurarse de cumplir con las normativas locales y las mejores prácticas internacionales en diseño de iluminación.

Esta mejora permitirá obtener un sistema de iluminación eficiente, sostenible y adaptado a las necesidades del centro educativo.

4.2.1 Luminosidad aulas de clases

Teniendo en cuenta para la luminosidad de las aulas de clase, que deben estar alineados con los estándares comunes de iluminación para entornos educativos, y teniendo en cuenta una revisión más detallada de la normativa RETILAP y otras guías internacionales de iluminación para verificar su precisión, se tienen en cuenta los siguientes aspectos.

Iluminancia promedio mínima (E_m) 300 lux: Este valor es adecuado para aulas de clases donde se realizan tareas generales de enseñanza y lectura. Según el RETILAP y normas como las de la CIE 136-2000 o la UNE-EN 12464-1, 300 lux es el nivel mínimo recomendado para asegurar que las actividades en el aula puedan realizarse con comodidad visual. Sin embargo, dependiendo de las actividades específicas (lectura, escritura en pizarras, trabajo en computadoras), se puede recomendar entre 300 y 500 lux.

Uniformidad mínima (U_o): 0.60: La uniformidad es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia promedio, y un valor de 0.60 está dentro de los estándares aceptados para aulas de clase. Una uniformidad menor que este valor podría generar zonas mal iluminadas que afecten la visibilidad y la concentración de los estudiantes. Las normas internacionales suelen recomendar una uniformidad de al menos 0.60 en áreas de trabajo visual moderado, como salones de clase.

Por otra parte, donde sea posible se considera en el diseño de iluminación también la luz natural, recomendado utilicen persianas o cortinas para controlar la cantidad de luz natural y evitar el

deslumbramiento y las sombras que puedan afectar las áreas de trabajo.

Además, al combinar luz artificial con luz natural, se deben utilizar sistemas de control que regulen la intensidad de la luz artificial en función de la luz natural disponible para garantizar el ahorro energético sin comprometer la visibilidad.

Finalmente, al trabajar con STAND ILUMINACIONES, se ha tenido en cuenta tanto la eficiencia energética como el confort visual, lo cual es esencial en entornos educativos. Además de cumplir con las regulaciones, es importante considerar factores como la temperatura de color y el índice de reproducción cromática (CRI), ya que estos también afectan la percepción visual y el bienestar de los estudiantes. Se recomienda una temperatura de color de entre 4000K y 5000K para entornos educativos, ya que imita la luz natural de manera equilibrada.

La siguiente tabla muestra un ejemplo sobre los resultados luminotécnicos entregados por la empresa.

Tabla 8. Aula primer grado resultados luminotécnicos.

Flujo luminoso total:	48615 lm				
Potencia total:	540.0 W				
Factor mantenimiento:	0.80				
Zona marginal:	0.000 m				
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	385	200	585	/	/
ZONA DE TRABAJO	420	203	623	/	/
Suelo	331	208	539	60	103
Techo	0.02	281	281	60	54
Pared 1	142	238	381	60	73
Pared 2	189	243	433	60	83
Pared 3	132	234	366	60	70
Pared 4	43	205	249	60	47
Pared 5	102	224	325	60	62
Pared 6	166	238	404	60	77
Simetrías en el plano útil					
E_{\min} / E_m : 0.455 (1:2)					
E_{\min} / E_{\max} : 0.337 (1:3)					
Valor de eficiencia energética: $8.20 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 65.83 m^2)					

Fuente. STAND ILUMINACIONES

La tabla anterior muestra que para un aula de primer grado el flujo luminoso total es de 48615 lúmenes y la potencia total consumida es de 540 W. Esto indica que las luminarias están proporcionando una cantidad significativa de luz con una eficiencia energética razonable.

El factor de mantenimiento de 0.80 sugiere que se espera que la iluminación retenga el 80% de su eficacia a lo largo del tiempo antes de que necesite mantenimiento o reemplazo, lo cual es típico para instalaciones LED modernas.

Las intensidades lumínicas varían a lo largo de diferentes superficies y posiciones dentro del aula. Por ejemplo, la zona de trabajo muestra una iluminancia media total de 623 lx, lo que es excelente para tareas visuales intensivas como leer y escribir. Los valores de iluminancia en el suelo y las paredes son adecuados y ayudan a evitar contrastes fuertes que podrían causar fatiga visual o deslumbramiento.

Las simetrías en el plano útil, con valores como $E_{\text{min}}/E_{\text{m}}=0.455$ y $E_{\text{min}}/E_{\text{max}}=0.337$, indican una distribución de luz relativamente uniforme, aunque el ideal sería acercarse más a 1 para el primer valor. Esto podría ser un área para mejorar, asegurando que no haya zonas del aula que estén significativamente más oscuras que otras.

La eficiencia energética calculada en 8.20 W/m² es bastante buena, indicando un uso eficiente de la energía para la cantidad de luz proporcionada. Esto es importante tanto para la sostenibilidad ambiental como para los costos operativos del colegio.

Todos los valores de reflexión de las superficies están al 60%, lo cual es común en entornos educativos donde los materiales y colores deben ser elegidos para optimizar la reflexión de la luz, mejorando así la calidad general de la iluminación interior sin incrementar el consumo de energía. En resumen, el diseño no solo cumple con las regulaciones, sino que también promueve un ambiente de aprendizaje visualmente confortable y energéticamente eficiente.

4.3 Planos de iluminación

Una vez completado el estudio luminotécnico detallado de los diversos edificios y áreas urbanas del proyecto, se procedió a una fase crucial del diseño eléctrico. Este estudio, realizado por una empresa especializada, no solo proporcionó datos sobre la distribución y intensidad de la iluminación, sino que también se sometió a un riguroso proceso de verificación para asegurar su

cumplimiento con las normas establecidas en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) de Colombia.

Tras confirmar que el diseño cumplía con todos los estándares requeridos, se inició la etapa de planificación y trazado de los circuitos de iluminación. Este proceso implicó un estudio minucioso de la disposición arquitectónica de los edificios y la topografía de las zonas urbanas, con el objetivo de optimizar la distribución eléctrica.

En esta fase, se prestó especial atención a la ubicación estratégica de los tableros de distribución. Estos componentes críticos del sistema eléctrico se posicionaron cuidadosamente a lo largo de los edificios, considerando factores como la accesibilidad para mantenimiento, la centralización de cargas y la minimización de pérdidas por transmisión. La colocación óptima de estos tableros es fundamental para garantizar una distribución eficiente de la energía y facilitar futuras expansiones o modificaciones del sistema.

Simultáneamente, se realizó un análisis detallado para determinar la ruta más eficiente para cada circuito de iluminación. El objetivo principal era minimizar la longitud total del cableado, lo cual no solo reduce los costos de materiales, sino que también disminuye las pérdidas de energía por resistencia en los conductores. Este enfoque de diseño contribuye significativamente a la eficiencia energética global del sistema.

Otro aspecto concluyente considerado fue la distribución de la carga eléctrica entre los diferentes circuitos. Se realizó un cálculo meticuloso de la cantidad de luminarias que podían ser alimentadas por cada circuito, teniendo en cuenta sus respectivas potencias. Este paso es vital para prevenir la sobrecarga de los circuitos y asegurar que la caída de tensión en cada uno no exceda el 2% permitido por las normativas para circuitos ramales. Esta regulación es esencial para mantener la calidad y estabilidad del suministro eléctrico, previniendo fluctuaciones de voltaje que podrían afectar el rendimiento y la vida útil de las luminarias.

Para la implementación del sistema de iluminación en los edificios principales y auxiliares de la institución educativa, se tomó la decisión de utilizar cable de cobre LSHF (Low Smoke Halogen Free) de calibre 12. Esta elección se basa en varios factores técnicos y de seguridad:

- Seguridad: Los cables LSHF son especialmente adecuados para edificios con alta ocupación, como instituciones educativas, debido a su baja emisión de humos y ausencia de halógenos en caso de incendio, lo que reduce los riesgos para los ocupantes.
- Capacidad de corriente: El calibre 12 ofrece una capacidad adecuada para manejar las

cargas de iluminación previstas, considerando factores como la longitud de los circuitos y la caída de tensión.

- Flexibilidad de instalación: Este tipo de cable proporciona una buena manejabilidad durante la instalación, lo que puede facilitar el proceso de cableado en espacios potencialmente reducidos.

La configuración de los circuitos se diseñó como monofásica, utilizando tres conductores: uno para la fase (F), uno para el neutro (N) y uno para tierra (T). Esta configuración (1#12F+1#12N+1#12T Cu LSHF) asegura una distribución equilibrada de la carga y proporciona una conexión a tierra adecuada, fundamental para la seguridad eléctrica.

Es importante notar que esta configuración se aplica a todos los edificios de la institución, excluyendo específicamente el alumbrado urbano. Las áreas exteriores o de urbanismo probablemente requieran consideraciones adicionales debido a factores como mayores distancias, exposición a elementos atmosféricos y posibles requisitos regulatorios específicos para iluminación exterior.

Este enfoque integral en el diseño del sistema de iluminación no solo busca cumplir con las normativas vigentes, sino también optimizar la eficiencia energética, garantizar la seguridad de los usuarios y proporcionar una iluminación adecuada para las diversas actividades educativas que se desarrollarán en la institución.

Por otra parte, el sistema de control se basa principalmente en el uso de interruptores, que se han seleccionado y ubicado estratégicamente para proporcionar un control preciso y conveniente de la iluminación en diferentes áreas. Los tipos de interruptores utilizados incluyen:

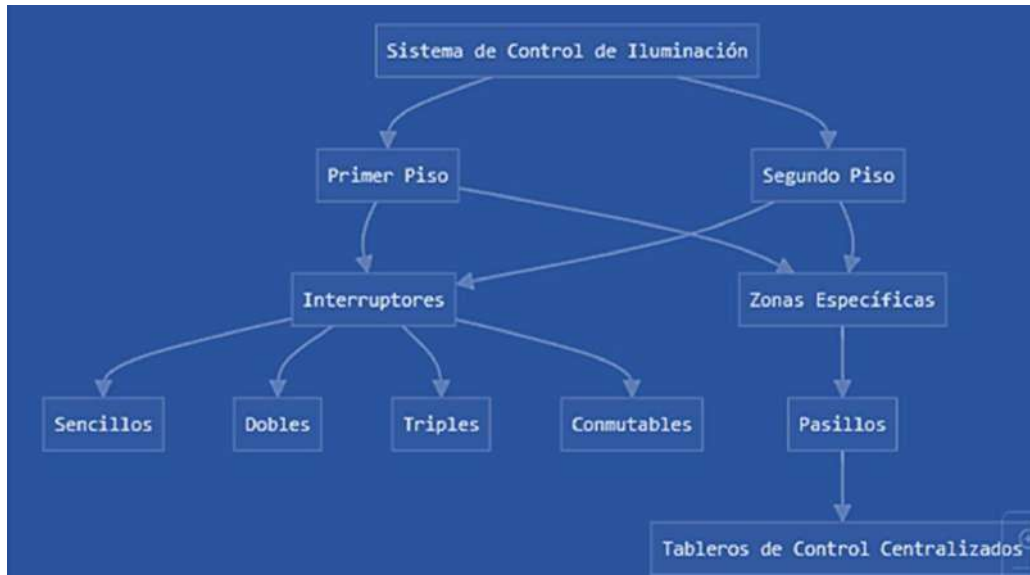
- Interruptores sencillos: Estos son los más básicos y se utilizan para controlar una única carga de iluminación desde un solo punto. Son ideales para espacios pequeños o áreas con una disposición de iluminación simple.
- Interruptores dobles: Permiten controlar dos cargas de iluminación independientes desde un solo punto. Son útiles en espacios donde se requiere un control separado de diferentes grupos de luminarias, como en aulas grandes o laboratorios.
- Interruptores triples: Ofrecen control sobre tres cargas de iluminación independientes. Se utilizan en espacios más complejos donde se necesita un control granular sobre diferentes zonas de iluminación, como en salas multiusos o bibliotecas.
- Interruptores conmutables: También conocidos como interruptores de tres vías, permiten

controlar una misma carga de iluminación desde dos puntos diferentes. Son especialmente útiles en espacios grandes o en áreas con múltiples entradas, como auditorios o pasillos largos. La selección del tipo de interruptor para cada área se ha realizado considerando cuidadosamente la disposición del espacio, su función prevista y los patrones de movimiento esperados de los usuarios. Esta personalización asegura que el control de la iluminación sea intuitivo y eficiente en cada zona del edificio.

Para áreas específicas como los pasillos, se ha implementado una solución más centralizada. En lugar de depender únicamente de interruptores distribuidos, se han instalado tableros de control en ubicaciones estratégicas. Estos tableros ofrecen varias ventajas:

1. Centralización del control: Permiten encender, apagar o ajustar la iluminación de secciones enteras del pasillo desde un solo punto, lo que facilita la gestión de la iluminación en áreas de tránsito.
2. Eficiencia operativa: Simplifican las tareas de mantenimiento y gestión energética al proporcionar un punto único de control para áreas extensas.
3. Seguridad mejorada: En caso de emergencias, permiten una rápida manipulación de la iluminación en áreas críticas de circulación.
4. Potencial de automatización: Estos tableros pueden ser más fácilmente integrados con sistemas de automatización de edificios en el futuro, permitiendo la implementación de horarios de iluminación o controles basados en la ocupación.

La ubicación de estos tableros de control se ha determinado considerando factores como la accesibilidad para el personal autorizado, la cobertura óptima de las áreas de pasillo y la integración con otros sistemas del edificio.



Es importante destacar que este sistema de control de iluminación no solo cumple con las necesidades funcionales inmediatas, sino que también se alinea con las mejores prácticas en eficiencia energética y diseño de edificios educativos modernos. La capacidad de controlar la iluminación de manera precisa y adaptativa contribuye significativamente al confort visual de los estudiantes y personal, potencialmente mejorando el ambiente de aprendizaje y trabajo en toda la institución. A continuación, se muestra un ejemplo de los planos de iluminación realizados para el rediseño de esta institución. La totalidad de los planos de iluminación de los edificios principales, auxiliares y urbanismo se encuentran en el **Anexo 1**.

5. Diseño eléctrico

El capítulo en cuestión aborda un aspecto determinante en la institución educativa Cristal Bajo sede B: el diseño eléctrico. Este componente es fundamental no solo para el funcionamiento adecuado de la institución, sino también para garantizar la seguridad de todos sus ocupantes y la eficiencia energética del edificio.

Al seguir rigurosamente la normativa RETIE, este capítulo no solo describe un diseño eléctrico funcional, sino que también garantiza que la instalación eléctrica de la institución Cristal Bajo sede B cumplirá con todos los requisitos legales y de seguridad necesarios para su operación. Esto es particularmente importante en un entorno educativo, donde la seguridad de los estudiantes y personal es primordial. Por lo tanto, la decisión se toma en base al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y a las memorias de cálculo del **Anexo 2**.

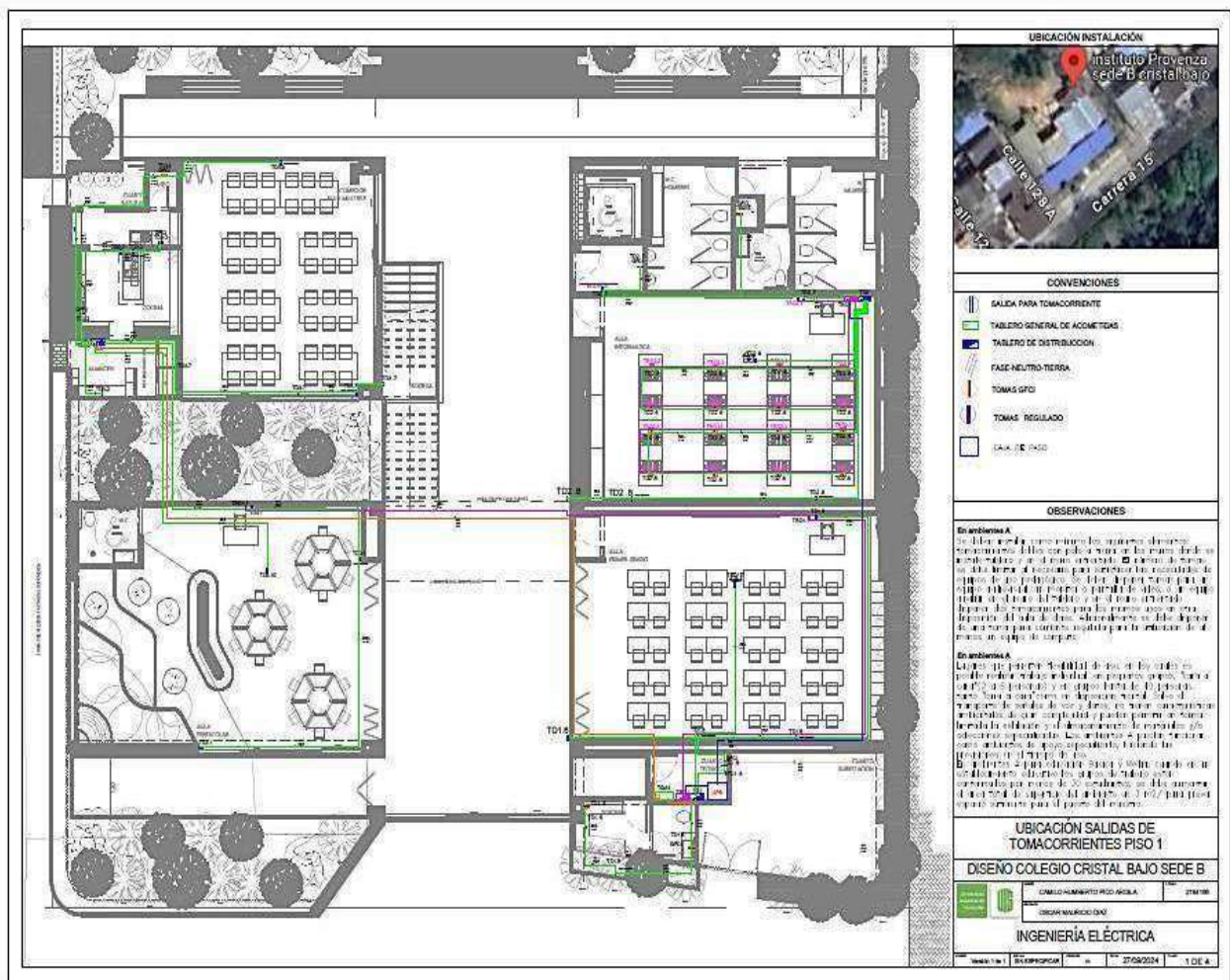
Los planos eléctricos son documentos técnicos fundamentales que representan gráficamente todos los componentes del sistema eléctrico de un edificio. En este caso, los planos de la institución Cristal Bajo sede B incluyen varios elementos clave:

- Ubicación del tablero general: El tablero general es el corazón del sistema de distribución eléctrica del edificio. Su ubicación en los planos es crucial por varias razones:
 - Permite a los instaladores y personal de mantenimiento localizar rápidamente el punto de control principal.
 - Facilita la planificación de rutas de cableado desde este punto central hacia el resto del edificio.
 - Ayuda a evaluar la accesibilidad para mantenimiento y emergencias.
- Circuitos de tomacorrientes: Los planos muestran la disposición de los circuitos de tomacorrientes en todo el edificio. Esto incluye:
 - La ubicación exacta de cada tomacorriente.
 - La asignación de tomacorrientes a circuitos específicos.
 - Diferenciación entre tomacorrientes estándar, de alto amperaje, o especializados (como los GFCIs en áreas húmedas).

- Circuitos de luminarias: Se detalla la distribución de las luminarias y sus circuitos correspondientes. Esto abarca:
 - Posición de cada luminaria.
 - Tipo de luminaria (puede usar símbolos diferentes para distintos tipos).
 - Agrupación de luminarias en circuitos.
 - Ubicación de interruptores y su relación con las luminarias que controlan.
- Cajas de empalmes: Las cajas de empalmes son puntos críticos donde se realizan conexiones entre diferentes tramos de cableado. En los planos se indica:
 - La ubicación exacta de cada caja de empalmes.
 - El tamaño y tipo de cada caja.
 - Los circuitos que se conectan en cada caja.
- Direcciones de canalización aproximadas: Esto se refiere a las rutas que seguirán los cables eléctricos a través del edificio. En los planos:
 - Se muestran las trayectorias principales de las canalizaciones.
 - Se indican los tipos de canalización (por ejemplo, bandeja, tubería, etc.).
 - Se pueden señalar puntos de transición entre diferentes tipos de canalización.

Para mayor claridad de la información dirigirse al **Anexo 3**.

Figura 4. Plano eléctrico salidas tomacorriente primer piso.



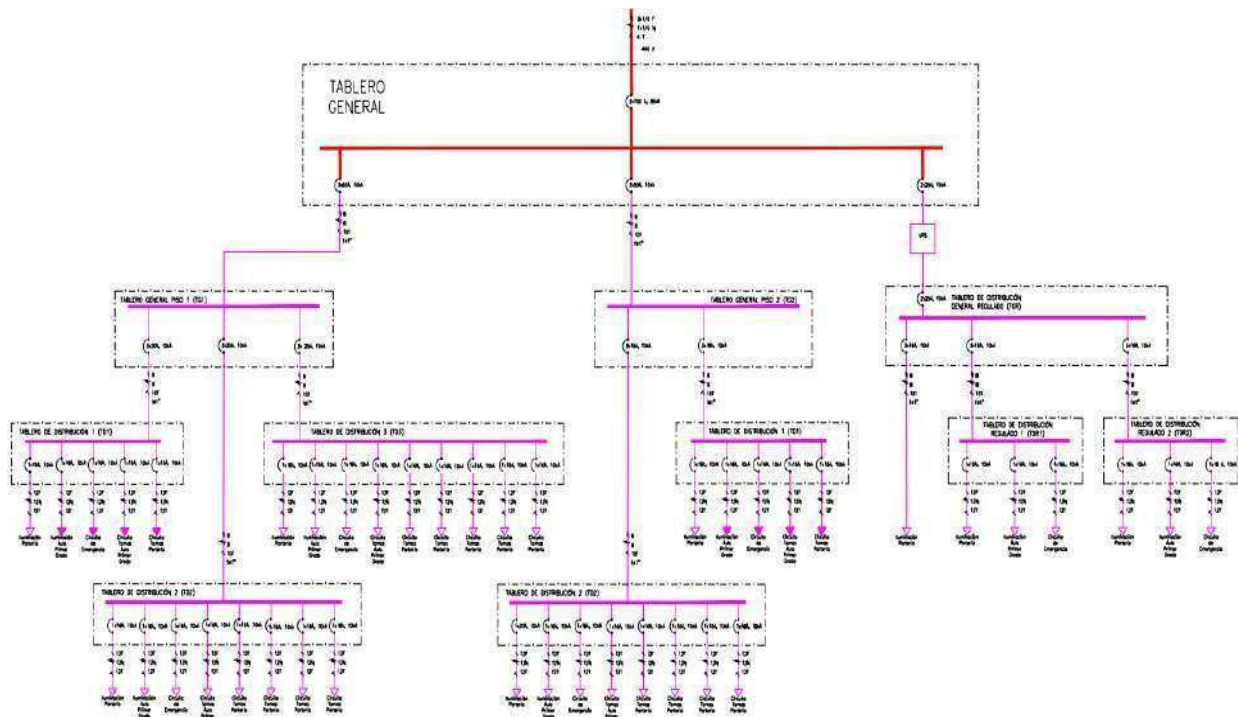
El diagrama muestra un sistema de distribución eléctrica jerárquico que parte de un Tablero General. Este es el punto de entrada principal de la energía eléctrica al colegio.

- **Tablero General:**
 - Se observa una línea de alimentación principal (roja) que entra al tablero general.
 - Desde aquí, se distribuye la energía a tres ramificaciones principales.
- **Ramificaciones Principales:**
 - Se distinguen tres ramificaciones principales que salen del Tablero General: a) Tablero General Piso 1 (TG1) b) Tablero General Piso 2 (TG2) c) Tablero de Distribución General Regulado (TDR)

- Subdistribución:
 - Cada ramificación principal se divide en varios tableros de distribución secundarios.
 - Por ejemplo, del TG1 y TG2 salen varios "Tableros de Distribución" numerados.
- Circuitos Finales:
 - Al final de cada rama, se observan múltiples circuitos individuales, probablemente representando:
 - Iluminación
 - Tomacorrientes
 - Equipos específicos
- Sistema Regulado:
 - La presencia de un Tablero de Distribución General Regulado (TDR) sugiere que hay áreas o equipos que requieren energía estabilizada o ininterrumpida, como:
 - Laboratorios de computación
 - Equipos de telecomunicaciones
 - Sistemas de seguridad
- Dimensionamiento:
 - los valores, indican:
 - Capacidades de los interruptores
 - Calibres de cables
 - Cargas eléctricas
- Complejidad:
 - La cantidad de ramificaciones y subdivisiones indica que es una instalación eléctrica compleja, apropiada para un colegio con múltiples aulas, oficinas y posiblemente áreas especializadas.
- Seguridad y Sectorización:
 - La división en múltiples tableros permite una sectorización eficiente, facilitando el mantenimiento y aislamiento de problemas eléctricos sin afectar todo el colegio.

Este diagrama unifilar es crucial para el mantenimiento, futuras expansiones y para garantizar la seguridad eléctrica del Colegio Cristal Bajo. Proporciona una visión clara de cómo está estructurado el sistema eléctrico, permitiendo a los técnicos y administradores entender rápidamente la distribución de la energía en toda la institución. Para más claridad remitirse a **Anexo**

Figura 5. Diagrama unifilar de la propuesta de diseño eléctrico.



Se llevó a cabo un diseño integral de los circuitos eléctricos, abarcando tanto los circuitos para tomacorrientes como las redes de energía regulada. Se prestó especial atención al aula de informática, donde es fundamental contar con un suministro eléctrico constante y seguro para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos tecnológicos.

Es relevante mencionar que el diseño contempla la ubicación estratégica del tablero general, situado en el cuarto técnico. Este tablero actúa como el punto central desde el cual se distribuye la energía a través de tableros secundarios, colocados en lugares clave dentro de la infraestructura escolar. Esta disposición no solo asegura una distribución equitativa de la carga eléctrica, sino que también facilita el acceso para futuras intervenciones técnicas.

Además, se ha puesto especial énfasis en que el diseño cumpla con las normativas y requisitos establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

El diseño no solo busca satisfacer las necesidades actuales del colegio, sino que también se anticipa a futuras demandas. Esto garantiza una infraestructura robusta y adaptable, capaz de evolucionar junto con el crecimiento tecnológico del centro educativo.

Una vez elaborados los planos de iluminación y tomacorrientes para la sede B de la institución Cristal Bajo, se procedió a realizar los cuadros de cargas correspondientes para cada piso. Posteriormente, se verificó el nivel de desbalance en los diferentes tableros de distribución, asegurando que no excediera el 10%, conforme a la normativa vigente. Este requisito fue cumplido en todos los tableros de distribución del colegio; los cálculos también consideraron la distorsión armónica, que se estableció en un 10%.

Dado que las cargas manejadas en el colegio son pequeñas, se optó por alimentar todos estos circuitos mediante sistemas monofásicos desde los tableros de distribución. Estos tableros están conectados a un tablero general trifásico ubicado en el cuarto técnico. Los tableros secundarios están estratégicamente situados en puntos clave del edificio, lo que minimiza los costos asociados al cableado. Este enfoque integral no solo optimiza la eficiencia energética y técnica del colegio, sino que también promueve un entorno seguro y funcional para todos sus usuarios. Para más información de la información dirigirse al **Anexo 4**.

- Circuitos principales:
 - Iluminación (Portería, Aula Primer Grado)
 - Tomas normales y GFCI
 - Circuito de emergencia

TD2 (Posiblemente Segundo Piso)

- Carga total: 5512,6 VA
- Circuitos principales:
 - Iluminación (Aula de Informática, Baños, Pasillo)
 - Tomas para Aula de Informática
 - Tomas para Bodega

TD3

Carga total: 4462,4 VA

- Circuitos principales:
 - Iluminación (Cocina, Comedor, Aula Preescolar)
 - Tomas para Aula Preescolar, Cocina, Comedor

• Análisis Técnico Detallado

▪ Balance de Cargas

- Se observa un esfuerzo por distribuir las cargas equitativamente entre las fases R, S y T.
- Ejemplo en la Acometida General:
 - Fase R: 4402,20 VA
 - Fase S: 4209,95 VA
 - Fase T: 4249,90 VA

▪ Dimensionamiento de Conductores

- Se utilizan conductores de diversos calibres según la carga:
 - Circuitos de iluminación y tomas: generalmente #12 AWG
 - Alimentadores de tableros: #8 AWG
 - Acometida principal: #1/0 AWG

▪ Protecciones

- Interruptores adecuadamente dimensionados para cada circuito
- Uso de interruptores de 10 kA para circuitos derivados
- Interruptor principal de 36 kA para mayor protección contra cortocircuitos

▪ Caída de Voltaje

- Se realiza un cálculo detallado de la regulación (caída de voltaje) para cada circuito
- La mayoría de los circuitos muestran una regulación por debajo del 3%, lo cual es aceptable según

normas eléctricas

▪ **Factor de Potencia**

- Se mantiene un factor de potencia constante de 0,95 en todos los cálculos
- Esto sugiere la posible implementación de corrección del factor de potencia a nivel general

• **Consideraciones de Seguridad y Eficiencia**

- **Circuitos GFCI:** Implementados en áreas propensas a humedad (posiblemente baños y cocina)
- **Iluminación de Emergencia:** Circuitos dedicados en cada tablero para garantizar la seguridad en caso de corte de energía
- **Circuitos Especiales:** Tomas especiales (posiblemente de mayor amperaje) en cada tablero para equipos específicos

• **Observaciones y Recomendaciones**

- **Expansión Futura:** El sistema parece tener capacidad para futuras expansiones, dado que la carga total (22618 VA) está por debajo de la capacidad del interruptor principal (100 A).
- **Eficiencia Energética:** Se recomienda considerar la implementación de iluminación LED y sistemas de control automático para optimizar el consumo energético.
- **Mantenimiento:** La clara organización por áreas facilitará el mantenimiento y la resolución de problemas.
- **Actualización Tecnológica:** Dada la presencia de un aula de informática, se sugiere considerar la implementación de sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) para proteger equipos sensibles.
- **Monitoreo de Energía:** Sería beneficioso implementar un sistema de monitoreo de energía para tracking el consumo real y optimizar el uso de la instalación eléctrica.

5.3.1 Tablero distribución regulado piso 1

El Tablero de Distribución Regulado del Primer Piso 1 (TDR1) es un componente eléctrico fundamental encargado de distribuir y regular la energía eléctrica hacia diferentes circuitos dentro del primer piso del edificio. Este tablero recibe la energía desde la acometida principal y la reparte de manera segura y controlada a distintos puntos de consumo, como las aulas, oficinas, y áreas comunes del colegio.

Tabla 9. Tablero de distribución regulado primer piso 1 (TDR1)

Nº	TOMAS NORMAL		TOMAS GFCI		BALANCE DE FASES [W]			VA	I MAX [A]	I para el cálculo del conductor NTC 2050	CONDUCTORES	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN
					R	S	T				Cu	[A]	
TRD1.1	2	342	0	0	342,00			360,00	2,83	3,54	1#12F+1#12N +1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMAS AULA PRIMER GRADO
Acometida	2	342	0	0	342,00			360,00	2,83	3,54	1#12F+1#12N +1#12T	1x16 A, 10 kA	Acometida
TRD2.1	1	171		0	171,00			180,00	1,42	1,77	1#12F+1#12N +1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMA PROFESOR AULA INF
TRD2.2	8	1368		0		1368,00		1440,00	11,34	14,17	1#12F+1#12N +1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMAS AULA INFORMATICA
TRD2.3	8	1368	0	0			1368,00	1440,00	11,34	14,17	1#12F+1#12N +1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMAS AULA INFORMATICA
Acometida	17	2907	0	171	171,00	1368,00	1368,00	3060,00	12,05	15,06	2#10F+1#10N+1#10T	2x16 A, 10 kA	ACOMETIDA BIFASICA

Un Tablero de Distribución Regulado (TDR) es un componente especializado en un sistema eléctrico diseñado para proporcionar energía de alta calidad y estabilidad a cargas sensibles. En este caso, el TDR1 está dedicado principalmente a áreas educativas, específicamente aulas y un aula de informática.

Importancia en el Entorno Educativo

- **Protección de Equipos:** Los equipos informáticos y electrónicos son sensibles a fluctuaciones de voltaje y ruido eléctrico. El TDR1 ayuda a proteger estos equipos de daños potenciales.
- **Estabilidad Operativa:** Asegura un funcionamiento constante y fiable de los equipos, crucial para actividades educativas ininterrumpidas.
- **Calidad de Enseñanza:** Al proporcionar energía estable, se mejora la fiabilidad de los recursos tecnológicos utilizados en la enseñanza.

Análisis Técnico Detallado

El TDR1 es un tablero bifásico con las siguientes características principales:

- **Capacidad Total:** 3420 VA
- **Corriente Máxima:** 13.46 A
- **Corriente de Cálculo:** 16.83 A (considerando factor de seguridad)
- **Protección Principal:** Interruptor bifásico de 2x32 A, 10 kA
- **Alimentación:** 2#10F+1#10N+1#10T (dos fases, neutro y tierra en calibre 10 AWG)

Circuitos Derivados

- **TRD1.1: Tomas Aula Primer Grado**
 - Carga: 342 VA (equivalente a 2 tomas de 171 VA cada una)
 - Protección: 1x16 A, 10 kA

- Uso: Probablemente para equipos audiovisuales o computadoras del docente

TRD2.8: Toma Profesor Aula Informática

- Carga: 180 VA (1 toma)
- Protección: 1x16 A, 10 kA
- Uso: Específico para el equipo del profesor en el aula de informática

TRD2.4: Tomas Aula Informática

- Carga: 1620 VA cada uno (equivalente a 9 tomas de 180 VA por circuito)
- Protección: 1x16 A, 10 kA cada uno
- Uso: Para los equipos de los estudiantes en el aula de informática

Análisis de Carga y Balance

- **Distribución por Fases:**
 - Fase R: 1858,5 VA (34% de la carga total)
 - Fase S: 1791,7 VA (32% de la carga total)
 - Fase T: 1854,4 VA (34% de la carga total)

Observaciones:

- Existe un desbalance notable, con la fase R significativamente menos cargada.
- Las fases S y T están equilibradas entre sí, probablemente alimentando los circuitos del aula de informática.
- El desbalance no es crítico en este caso debido a la naturaleza bifásica del tablero, pero podría optimizarse.

Protecciones y Seguridad

- Los circuitos están protegidos por interruptores de 6, 10 y 16 A con capacidad de interrupción de 10 kA.
- La capacidad de interrupción de 10 kA es adecuada para proteger contra cortocircuitos en este tipo de instalación.
- El uso de interruptores de 16 A permite cierta flexibilidad para futuras expansiones dentro de los límites de carga del circuito.

Conductores y Caída de Voltaje

- Los circuitos derivados utilizan conductores 12 AWG, adecuados para cargas de hasta 20 A según el NEC.
- La acometida del tablero usa conductores 10 AWG, proporcionando capacidad adicional y

minimizando la caída de voltaje.

- Aunque no se proporciona información sobre la longitud de los circuitos, el uso de estos calibres sugiere que se ha considerado la caída de voltaje en el diseño.

Implicaciones Prácticas y Recomendaciones

Calidad de Energía

- Se recomienda la instalación de un sistema de monitoreo de calidad de energía para verificar:
 1. Estabilidad del voltaje
 2. Distorsión armónica total (THD)
 3. Factor de potencia

Mantenimiento y Operación

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya:
 1. Inspección visual periódica de conexiones y componentes
 2. Termografía para detectar puntos calientes
 3. Pruebas de aislamiento de los conductores
 4. Verificación y ajuste de las protecciones

Consideraciones para Expansión Futura

- El tablero tiene capacidad para expansión, pero se debe considerar:
 1. Redistribuir cargas para mejorar el balance entre fases
 2. Evaluar la necesidad de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) para cargas críticas
 3. Planificar la actualización de equipos tecnológicos y su impacto en la demanda eléctrica

Etiquetado y Documentación

- Implementar un sistema de etiquetado claro y detallado en el tablero
- Mantener un diagrama unifilar actualizado y accesible
- Documentar cualquier modificación o adición al sistema

En conclusión, el Tablero de Distribución Regulado TDR1 es un componente crucial en la infraestructura eléctrica de esta instalación educativa. Su diseño refleja una consideración cuidadosa de las necesidades específicas de un entorno de aprendizaje moderno, priorizando la estabilidad y calidad de la energía para equipos sensibles. Aunque hay áreas de mejora, como el

DISEÑO INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL COLEGIO CRISTAL BAJO

balance de cargas, en general, el sistema está diseñado de forma adecuada para su propósito y ofrece flexibilidad para adaptarse a futuras necesidades educativas y tecnológicas.

Tablero de Distribución del Piso 2 (TD2)

Es el equipo encargado de gestionar la distribución de energía eléctrica en el segundo piso del edificio. Recibe la energía desde la acometida principal o desde un tablero principal y la reparte a diferentes circuitos, alimentando puntos como aulas, oficinas, y equipos en ese nivel.

El TD2 incluye interruptores automáticos que protegen los circuitos de sobrecargas y cortocircuitos, garantizando que la energía se distribuya de forma segura y evitando fallas eléctricas.

Tabla 10. Tablero de distribución piso 2 (TD2)

Circuito	Nº	TOMA	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	Stand Iluminacion S.A.S Interior	BALANCE DE CARGAS III			IMAX [A]	V real	I real	P real	Q real	S real	CONDUCTORES	PROTECCION	DESCRIPCION	CARGAN INSTALADA		PP	CALIBRE	LONG.	MOMENTO	C	Kg	K	SALIDA	VOLT TOTAL					
											R	S	T										W	VA														
TD4.1	171	171	152	38	12.35	76	95	38	1710,00	1800,00	14,17	17,72	1808,98	1700,00	580,17	0,95	14,24	17,80	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO PARA PROFESORES	1710	1808,98	0,95	12	18	32,36	1	63,97	0,156	0,38	0,40						
TD4.3	31								513,00	540,00	4,25	5,31	542,69	513,00	177,05	0,95	4,27	5,34	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO PARA QUANTERADO	513	542,69	0,95	12	20	10,63	1	63,97	0,156	0,13	0,16						
TD4.4	31								513,00	540,00	4,25	5,31	542,69	513,00	177,05	0,95	4,27	5,34	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO PARA QUANTERADO	513	542,69	0,95	12	35	13,94	1	63,97	0,156	0,22	0,25						
TD4.9	0	0	1	2	4	304			366,70	386,00	3,04	3,80	387,93	366,70	126,59	0,95	3,05	3,82	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ILUMINACION DE PROFESORES	366,7	387,93	0,95	12	16	2,09	1	63,97	0,156	0,07	0,10						
TD4.5	0	0				4	380		380,00	400,00	3,15	3,94	402,00	380,00	131,15	0,95	3,17	3,96	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ILUMINACION GRADO	380	402,00	0,95	12	14	5,02	1	63,97	0,156	0,07	0,09						
TD4.6						4	380		380,00	400,00	3,15	3,94	402,00	380,00	131,15	0,95	3,17	3,96	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ILUMINACION GRADO	380	402,00	0,95	12	22	14,89	1	63,97	0,156	0,10	0,13						
TD4.11		10	152						152,00	0,00	0,00	0,00	160,80	152,00	52,46	0,95	1,27	1,58	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ILUMINACION PASILLO	152	160,80	0,95	12	16	5,72	1	63,97	0,1156	0,03	0,06						
TD4.12		4	66			1	74	134	326,80	344,00	2,71	3,39	345,72	326,80	112,75	0,95	2,72	3,40	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ILUMINACION DE BARRIO	326,8	345,72	0,95	12	19	5,66	1	63,97	0,1156	0,08	0,10						
TD4	15	0	1	0	14	1	2	0	5	10			1800,00	1466,00	1304,00	4810,53	12,62	15,78	1834,52	1670,00	1577,24	0,95	12,69	15,86	3#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ARMARIO TABLERO I	4570,00	4834,52	0,95	8	1,2	10,423	1	12,36	0,047	0,03	0,14
TD6.1	3	313		0		0	0		513,00	540,00	4,25	5,31	542,69	513,00	177,05	0,95	4,27	5,34	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO PARA SEGUNDO GRADO	513	542,69	0,95	12	18	7,69	1	63,97	0,156	0,11	0,36						
TD6.3	3	313		0	0	0	0		513,00	540,00	4,25	5,31	542,69	513,00	177,05	0,95	4,27	5,34	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO PARA TERCER GRADO	513	542,69	0,95	12	22	1,93	1	63,97	0,156	0,14	0,39						
TD6.4			11	167,2					167,20	176,00	1,39	1,73	176,88	167,20	57,71	0,95	1,39	1,74	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ILUMINACION PASILLO	167,2	176,88	0,95	12	13	2,94	1	63,97	0,156	0,03	0,28						
TD6.5						0		4	380,00	400,00	3,15	3,94	402,00	380,00	131,15	0,95	3,17	3,96	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO ILUMINACION DE BARRIO	380	402,00	0,95	12	7	8,13	1	63,97	0,156	0,03	0,28						
TD6.7	0							4	380,00	400,00	3,15	3,94	402,00	380,00	131,15	0,95	3,17	3,96	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO ILUMINACION DE BARRIO	380	402,00	0,95	12	13	2,93	1	63,97	0,156	0,06	0,31						
TD6.11	0	3	45,6					2	130,00	235,60	2,49	2,44	249,24	235,60	81,31	0,95	1,96	2,45	#10-#10 + #12T	10 A 10 W	GRUPO ILUMINACION DE BARRIO	235,6	249,24	0,95	12	14	4,83	1	63,97	0,156	0,04	0,29						
TD6	6	1026	0	0	14	212,8	0	0	0	10			893,00	680,2	615,60	2304,00	6,05	7,56	2315,49	2188,80	2445,32	0,95	6,08	7,60	3#10-#10 + #12T	10 A 10 W	ARMARIO TABLERO I	2188,80	2315,49	0,95	8	23	32,36	1	12,36	0,047	0,25	0,97
Armario general	21	1026	1	0	28	212,8	1	0	0	0			2633,00	2146,20	1913,80	6554,53	18,67	23,34	6673,36	6126,80	6922,55	0,95	22,76	28,45	3#10-#10 + #12T	10 A 10 W	Armario general	1035,30	1450,29	0,95	8	5	1,29	1	12,36	0,047	0,33	1,72

El tablero de distribución para el Piso 2 (TD2) incluye un diseño detallado que abarca varios circuitos eléctricos, sus características y capacidades. A continuación, se presenta un análisis de los componentes y especificaciones más relevantes.

Componentes del Tablero

Tomas de Corriente

- **Tomas Normales:** Se presentan diversas tomas normales con diferentes capacidades.
- **Tomas GFCI:** Incluyen tomas con protección contra fallas a tierra, esenciales para la seguridad eléctrica.

Iluminación

- Diferentes tipos de luces LED y perfiles LED son utilizados, como:
 - Stand Iluminaciones S.A.S Interior Bala Stil Led Flat 7" 16W
 - Stand Iluminaciones S.A.S Interior Perfil STPL045-R 1.25m 40W
 - Otros modelos con potencias que varían entre 13W y 150W.

Especificaciones Técnicas

- **Balance de Fases:**
 - Las fases R, S, y T presentan un balance adecuado, con un total de 171W por fase.
 - La corriente máxima (I MAX) es de 15.2A, lo que indica una buena capacidad para soportar la carga.
- **Cálculo del Conductor:**
 - Se utilizan conductores de cobre con diferentes configuraciones para cada circuito, asegurando que cumplen con la normativa NTC 2050.
 - Ejemplo: Circuito TD4.1 utiliza conductores #12F + #12N + #12T con un disyuntor de 20A.
- **Circuitos Específicos**

Circuito	Toma Normal	Toma GFCI	Potencia (VA)	I real (A)	Protección	Descripción
TD4.1	9	1539	1710	14.17	1x20 A, 10 kA	Circuito Tomas Sala de Profesores
TD4.3	3	513	540	4.25	1x10 A, 10 kA	Circuito Tomas Aula Cuarto Grado
TD4.9	0	0	386	3.04	1x10 A, 10 kA	Iluminación Sala de Profesores

El tablero de distribución del Piso 2 está diseñado para manejar eficientemente las cargas eléctricas requeridas en un entorno educativo, garantizando tanto la funcionalidad como la seguridad. La correcta selección de tomas, iluminación y conductores asegura que se cumplan las normativas vigentes y se minimicen los riesgos eléctricos. La implementación de dispositivos GFCI es especialmente relevante para áreas donde la seguridad es crítica.

5.3.2 Tablero de Distribución Regulado del Piso 2 (TDR2).

Es un panel eléctrico que gestiona la distribución y regulación de la energía en el segundo piso del edificio. A diferencia de un tablero convencional, este tablero regula la energía para asegurar un suministro constante y estable a los diferentes circuitos eléctricos, como aulas, oficinas y áreas comunes. El TDR2 está equipado con dispositivos de protección, como interruptores automáticos, que previenen sobrecargas y cortocircuitos, protegiendo los equipos y las instalaciones.

Tabla 11. Tablero de distribución regulado piso 2 (TDR2)

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN REGULADO PISO 2 (TDR2)												
Nº	Circuito	NORMAL	TOMAS GFCI	BALANCE DE FASES [W]			VA	I MAX	I para el cálculo del conductor NTC 2050	CONDUCTORES	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN
				R	S	T		[A]				
		171										
	TDR3 1	684	0	684.00			720.00	5.87	7.89	1#12F+1#12N+1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMAS AULA PRIMER GRADO
	TDR3 3	342	0		342.00		360.00	2.83	3.54	1#12F+1#12N+1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMAS AULA TERCER GRADO
	TDR3 5	342	0			342.00	360.00	2.83	3.54	1#12F+1#12N+1#12T	1x16 A, 10 kA	TOMAS AULA QUINTO GRADO
	Salidas	1368	0	684.00	342.00	342.00	1440.00	11.34	14.17	2#10F+2#10N+2#10T	2x16 A, 10 kA	ACOMETIDA
						1440.00						

El tablero de distribución regulada para el Piso 2 presenta una estructura organizada que facilita la gestión de la energía eléctrica en un entorno educativo. A continuación, se detalla el análisis de sus componentes y capacidades.

Componentes del Tablero

1. Tomas de Corriente

- **Tomas Normales:** Se incluyen tomas normales con una capacidad total de **180 VA**.
- **Tomas GFCI:** No se especifican tomas GFCI en los circuitos analizados.

2. Balance de Fases

- El balance de fases es uniforme, con **171 W** en cada fase (R, S, T), asegurando una distribución equilibrada de la carga.

Especificaciones Técnicas

- **Capacidad Total y Cálculo de Corriente:**

- La corriente máxima (I MAX) para el tablero es de **11.34 A**.
- Para el cálculo del conductor según la norma NTC 2050, se utilizan conductores de cobre con configuraciones específicas.

Circuitos Específicos

Circuito	Toma Normal	Potencia (VA)	I real (A)	Protección	Descripción
TDR3.1	4	684	5.67	1x10 A, 10 kA	Tomas Aula Primer Grado
TDR3.2	2	342	2.83	1x16 A, 10 kA	Toma Profesor Aula Infantil
TDR3.3	2	342	2.83	1x10 A, 10 kA	Tomas Aula Informática
Salidas	8	1368	11.34	1x10 A, 10 kA	Acometida

El tablero de distribución regulada del Piso 2 está diseñado para soportar cargas específicas en un entorno escolar, garantizando tanto la funcionalidad como la seguridad eléctrica. La correcta selección de conductores y protecciones asegura que se cumplan las normativas vigentes, minimizando riesgos eléctricos y optimizando el uso de la energía. La capacidad total del tablero y su balance entre fases permiten un funcionamiento eficiente y seguro en todas las áreas conectadas.

5.4. Sistema de puesta a tierra

Para el diseño de las mallas de puesta a tierra para el cuarto técnico, se debe tener en cuenta la resistividad del terreno. El diseño de la malla a tierra debe garantizar que las tensiones de paso y contacto permanezcan dentro del límite tolerable. Para su construcción se utilizará cable de cobre 2 desnudo, con electrodos tipo varilla 5/8" x 2.4m, su diseño se encuentra en el *anexo 5, malla a tierra*.

6. cotización y presupuesto

El presupuesto presentado para el proyecto eléctrico del Colegio Cristal Bajo incluye varias secciones claves con sus respectivos costos y cantidades.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Valor Parcial
PROYECTO PRESUPUESTO ELECTRICO -COLEGIO CRISTAL BAJO					
1	CANALIZACIÓN DE BAJA TENSIÓN				
1,1	Suministro, transporte e instalación de DUCTO CONDUIT EMT 1". Instalado en cielo falso o muro. Incluye accesorios de anclaje, conexonado y etiquetado según RETIE.	UND	65,00	\$ 110.525,44	\$ 7.184.153,60
1,2	Suministro, transporte e instalación de DUCTO CONDUIT EMT 1/2". Instalado en cielo falso o muro. Incluye accesorios de anclaje, conexonado y etiquetado según RETIE.	UND	55,00	\$ 108.206,38	\$ 5.951.350,90
1,3	Suministro, transporte e instalación de DUCTO CONDUIT EMT 3/4". Instalado en cielo falso o muro. Incluye accesorios de anclaje, conexonado y etiquetado según RETIE.	UND	35,00	\$ 102.883,47	\$ 3.600.921,45
1,4	Suministro, transporte e instalación de DUCTO CONDUIT subterráneo 2". Instalado con excavación. Incluye accesorios de anclaje, conexonado y etiquetado según RETIE.	UND	14,00	\$ 46.186,80	\$ 646.615,20
	Subtotal				\$ 17.383.041,15
2	REDES ELÉCTRICAS				
2,1	Suministro, transporte e instalación de ACOMETIDA 3#1/0(F)+1#1/0(N)+1#4(T) - Cable Cu THHN-THWN. Incluye accesorios de instalación y señalización según RETIE.	ML	35,00	\$ 237.514,27	\$ 8.312.999,45
2,2	Suministro, transporte e instalación de ACOMETIDA 1#12(F)+1#12(N)+1#12(T) - Cable Cu LSHF (Libre de Halógenos). Incluye accesorios de instalación y señalización según RETIE.	ML	180,00	\$ 50.959,52	\$ 9.172.713,60
2,3	Suministro, transporte e instalación de ACOMETIDA 2#8(F)+1#8(N)+1#8(T) - Cable Cu LSHF (Libre de Halógenos). Incluye accesorios de instalación y señalización según RETIE.	ML	85,00	\$ 41.590,31	\$ 3.535.176,35
2,4	Suministro, transporte e instalación de ACOMETIDA 3#8(F)+1#8(N)+1#8(T) - Cable Cu LSHF (Libre de Halógenos). Incluye accesorios de instalación y señalización según RETIE.	ML	55,00	\$ 55.959,52	\$ 3.077.773,60
	Subtotal				\$ 24.098.663,00
4	EQUIPOS Y TABLEROS ELÉCTRICOS				
4,1	Suministro, transporte e instalación de Tablero Trifásico general - 12 Circuitos - con espacio para totalizador - Incluye accesorios de instalación y etiquetado según RETIE	UND	1,00	\$ 745.366,68	\$ 745.366,68
4,2	Suministro, transporte e instalación de Tablero Trifásico de distribución - 12 Circuitos monofásicos - Incluye accesorios de instalación y etiquetado según RETIE	UND	9,00	\$ 605.366,68	\$ 5.448.300,12
4,3	Suministro, transporte e instalación de Breaker Enchufable 1x16A - 10kA. Incluye accesorios de conexión y etiquetado según RETIE	UND	18,00	\$ 27.007,42	\$ 486.133,56
4,4	Suministro, transporte e instalación de Breaker Enchufable 1x20A - 10kA. Incluye accesorios de conexión y etiquetado según RETIE	UND	4,00	\$ 30.073,66	\$ 120.294,64
4,5	Suministro, transporte e instalación de Automático enchufable 1x10A 10KA. Incluye marcación RETIE.	UND	27,00	\$ 28.073,66	\$ 757.988,82
4,6	Suministro, transporte e instalación Breaker enchufable1x6A 10 kA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	4,00	\$ 27.073,66	\$ 108.294,64
4,7	Suministro, transporte e instalación de Automático enchufable 3x32 A, 25 KA. Incluye marcación RETIE.	UND	3,00	\$ 48.741,80	\$ 146.225,40
4,8	Suministro, transporte e instalación de Totalizador Industrial 3x25A- 25 kA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	4,00	\$ 146.798,07	\$ 587.192,28
4,9	Suministro, transporte e instalación de Totalizador Industrial 3x20A - 25 kA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	2,00	\$ 136.917,74	\$ 273.835,48
4,10	Suministro, transporte e instalación de Totalizador Industrial 2x16A - 220V - 10 KA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	2,00	\$ 161.917,74	\$ 323.835,48

DISEÑO INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL COLEGIO CRISTAL BAJO

4,11	Suministro, transporte e instalación de Totalizador Industrial 2x20A - 220V - 10 kA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	3,00	\$ 172.227,74	\$ 516.683,22
4,12	Suministro, transporte e instalación de Totalizador Industrial 2x25A - 220V - 10 kA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	2,00	\$ 196.917,74	\$ 393.835,48
4,13	Suministro, transporte e instalación de Totalizador Industrial 3x100A - 220V - 25 kA. Incluye puentes a barraje, accesorios de conexión, señalización y etiqueta según RETIE	UND	2,00	\$ 232.065,79	\$ 464.131,58
4,14	Suministro, transporte e instalación tablero eléctrico (TGA - Tablero General) Gabinete Compacto sistema G-Flex, IP42, RAL 7035. Pletina cobre canto redondo - 5X25mm - 100Amp.acrilicos de seguridad. señalización RETIE, y demás accesorios.	UND	1,00	\$ 6.069.789,55	\$ 6.069.789,55
4,15	Suministro, transporte e instalación UPS BIFASICA JAL33006XL 10KVA, ENTRADA 220 V, SALIDA 220/110V BANCO DE BATERIA EXTERNO CON AUTONOMIA DE 10 MIN. señalización RETIE, y demás accesorios.	UND	1,00	10.298.779,55 \$	\$ 10.298.779,55
Subtotal					\$ 26.740.686,48

El documento completo puede consultarse en el Anexo 6: **Presupuesto Cristal Bajo.**

A continuación, se presenta un resumen de cada componente:

1. **Canalización de Baja Tensión:** Este rubro cubre la instalación de diversos ductos, con un subtotal de \$17,383,041.15.
2. **Redes Eléctricas:** Incluye la instalación de acometidas de diferentes calibres de cable, totalizando \$24,098,663.00.
3. **Equipos y Tableros Eléctricos:** Comprende tableros trifásicos, UPS y disyuntores, con un total de \$26,740,686.48.
4. **Salidas Eléctricas:** Incluye tomacorrientes y salidas de interruptores, alcanzando \$13,093,199.37.
5. **Iluminación:** Engloba distintas luminarias de tecnología LED con un subtotal alto de \$92,648,568.66.
6. **Malla de Tierra:** La construcción de la malla de puesta a tierra está estimada en \$5,990,096.08.
7. **Certificaciones:** Se destinan a cumplir con normativas RETILAP y RETIE, junto con la elaboración de planos, totalizando \$10,879,018.47.

Costos Totales:

El subtotal del proyecto asciende a \$190,833,273.21, con los siguientes adicionales:

- **Administración (15%):** \$28.624.990,98
- **Imprevistos (5%):** \$9.541.663,66
- **Utilidad (10%):** \$19.083.327,32
- **IVA (19%):** \$36,258,321.91

Total, del proyecto: \$284,341,577

El presupuesto Total de obras establecido para el proyecto, teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, es de \$284.341.577, cuyo desglose y especificaciones por cada actividad requerida se encuentran en el **anexo 6** del proyecto.

7. Conclusiones

El diseño de las instalaciones eléctricas del Colegio Cristal Bajo Sede B ha permitido alcanzar los objetivos propuestos, proporcionando un marco claro para la optimización y seguridad de las instalaciones eléctricas. A continuación, se presentan las conclusiones basadas en los objetivos establecidos:

En primer lugar, se realizó un diagnóstico exhaustivo del estado actual de las instalaciones eléctricas, evidenciando que muchas de ellas no cumplen con los lineamientos establecidos por el RETIE, RETILAP y NTC 2050. Este análisis permitió identificar áreas críticas que requieren mejoras inmediatas para garantizar la seguridad y eficiencia de la instalación eléctrica.

Por otra parte, se desarrollaron memorias de cálculo detalladas para el dimensionamiento y selección de componentes eléctricos. Este proceso es esencial para asegurar que todos los elementos de la instalación eléctrica, desde acometidas hasta circuitos internos, sean adecuados y cumplan con las normativas vigentes. Las memorias de cálculo garantizan que se consideren factores como la carga máxima, la caída de tensión y la seguridad eléctrica.

Asimismo, los planos eléctricos fueron diseñados conforme a los requisitos del RETIE y del operador de red ESSA. Estos planos son fundamentales para la correcta implementación de las instalaciones eléctricas, ya que proporcionan una guía clara sobre la disposición y conexión de los componentes eléctricos, asegurando que se sigan las mejores prácticas en su ejecución.

Además, se elaboraron especificaciones técnicas particulares que detallan los materiales y equipos necesarios para la implementación del diseño eléctrico. También se presentó un presupuesto de inversión que refleja los costos asociados a la ejecución del proyecto. Esto es crucial para facilitar la toma de decisiones por parte de la administración del colegio y asegurar que se disponga del financiamiento adecuado.

Cabe destacar que la investigación subraya la importancia del cumplimiento normativo en todas las fases del diseño e implementación de instalaciones eléctricas. La adherencia a los lineamientos RETIE y RETILAP no solo garantiza la seguridad de las personas y bienes, sino que también asegura un funcionamiento eficiente y sostenible a largo plazo.

En conclusión, el diseño propuesto para las instalaciones eléctricas del Colegio Cristal Bajo Sede B no solo cumple con los objetivos planteados, sino que también establece una base sólida para futuras mejoras en infraestructura eléctrica dentro del contexto educativo, contribuyendo así a un ambiente seguro y eficiente para estudiantes y personal docente.

Referencias

- Castro, M. (2020). *La seguridad eléctrica y los sistemas eléctricos*. Ingeniería Energética, vol. XXXI, núm. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127743002.pdf>
- Circuitor. (2023). *Eficiencia energética eléctrica*. Obtenido de <https://circuitor.com/soporte/formacion/notebooks/eficiencia-energetica-electrica/>
- Iberdrola. (2022). *Qué es la eficiencia energética*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/medio-ambiente/eficiencia-energetica>
- Minenergia. (2017). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/>
- Ministerio de minas y energía. (2015). *Reglamento Técnico de Iluminaciones y Alumbrado*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/>
- Mundo HVACR. (2022). *Soluciones de ahorro de energía en sistemas HVAC*. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com/2024/03/soluciones-de-ahorro-de-energia-en-sistemas-hvac/>
- Rivas, E., & Olaya, C. (2014). *La puesta a tierra según el código eléctrico colombiano norma Icontec NTC 2050*. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/2705/3903>
- SafetyCulture. (2023). *Reglas de seguridad eléctrica*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/riesgos-electricos-y-seguridad-electrica/10-normas-de-seguridad-electrica/>

Apéndices

Apéndice A: Planos de iluminación

- Iluminación – Cristal bajo sede B – piso 1.
- Iluminación – Cristal bajo sede B – piso 2.
- Iluminación – Cristal bajo sede B – piso 1 - Emergencia.
- Iluminación – Cristal bajo sede B – piso 2 – Emergencia.

Apéndice B: Memoria de cálculos

- Memoria – De – Diseño – Cristal Bajo Sede B.

Apéndice C: Planos de salidas y diagrama unifilar.

- Ubicación Salidas Piso 1 -Cristal Bajo Sede B.
- Ubicación Salidas Piso 1 -Cristal Bajo Sede B.
- Diagrama Unifilar – Cristal Bajo Sede B.

Apéndice D: Cuadros de carga

- Cuadros – Carga – Cristal Bajo Sede – B.

Apéndice E: Diseño malla de Tierra.

- Diseño Malla de Tierra.

Apéndice F: Presupuesto

- Presupuesto Cristal Bajo Sede B.
- APU Cristal Bajo Sede B.
- Especificaciones Técnicas.

Ver apéndices adjuntos