

PROYECTO FINAL DE GRADO



Elaboración de Proyecto Ejecutivo de Instalación Eléctrica de la futura sede de la Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y Humanidades de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

AUTOR: Marcos Antonio González Urán
TUTOR: Ing. Pedro Pastor González

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y Humanidades (FCSPyH) de la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA) fue habilitada en el año 2008, arrancando su funcionamiento a partir del año 2009. Cuenta con dos carreras habilitadas, Ciencias Políticas y Derecho.



INTRODUCCIÓN

Desde su fundación hasta la actualidad, la institución ha desarrollado todas sus actividades académicas y administrativas en **locales alquilados**



Es una de las Unidades Académicas de la UNCA que todavía no cuenta con un edificio propio en el Campus Arandu Poty.

Hoy en día, la institución funciona en una sede alquilada situada en las inmediaciones del Mercado Municipal de Coronel Oviedo.

INTRODUCCIÓN

Debido a necesidad de contar con un espacio propio que se adecue a los requerimientos específicos para el desarrollo de sus actividades, autoridades de la FCSPyH realizaron un pedido a la Facultad de Ciencias y Tecnologías (FCyT) de la UNCA para la elaboración de un Proyecto Ejecutivo para la construcción del edificio de su futura sede. Respondiendo a esa petición, alumnos de la carrera de Ingeniería Civil desarrollaron en el año 2024 como Trabajo Final de Grado un proyecto de obras civiles para la futura sede de la FCSPyH. Pero este trabajo se centró solo en la parte constructiva del edificio y no incluyó lo relativo a las Instalaciones Eléctricas.

INTRODUCCIÓN

Por este motivo, en este trabajo se elaboró un Proyecto Ejecutivo de Instalaciones Eléctricas para el edificio de la futura sede de la FCSPyH, contemplando todos los aspectos necesarios para el óptimo funcionamiento de la institución. En el proyecto, las instalaciones fueron diseñadas y calculadas conforme a las normativas vigentes, y se tuvieron en cuenta los principios fundamentales de seguridad y eficiencia energética

OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar el Proyecto Ejecutivo de Instalación Eléctrica de la futura sede de la Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y Humanidades de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo.

OBJETIVOS

Objetivos Específicos

- Determinar las necesidades de carga eléctrica del edificio para garantizar un suministro adecuado de energía en todas las áreas, incluyendo aulas, oficinas y áreas comunes.
- Dimensionar el cómputo de carga del edificio.
- Calcular y dimensionar los materiales y equipos de protección pertinentes para las diversas partes de la instalación eléctrica del edificio.
- Diseñar la iluminación interior de la edificación utilizando el programa Dialux.
- Diseñar los planos eléctricos para la instalación de la edificación.

OBJETIVOS

Objetivos Específicos

- Dimensionar el transformador e integrar sistemas de respaldo de energía para garantizar la continuidad del suministro eléctrico en caso de cortes o fallas en la red principal.
- Diseñar los esquemas de conexión a tierra.
- Dimensionar el banco de capacitores para la instalación.
- Elaborar el presupuesto de la instalación eléctrica proyectada.

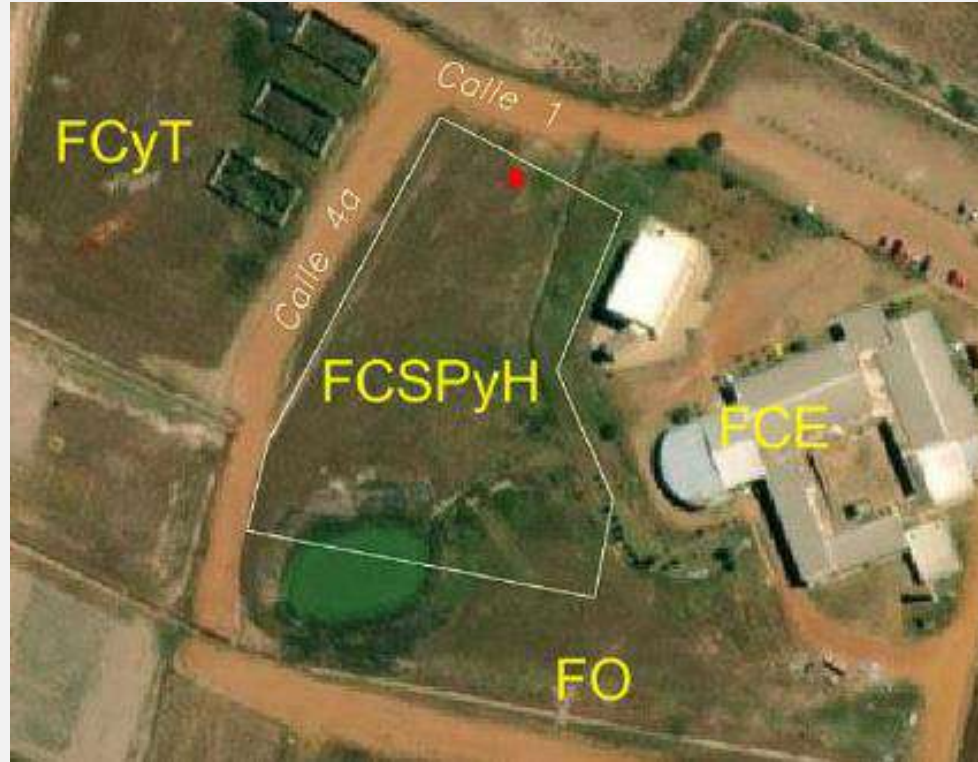
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

UBICACIÓN

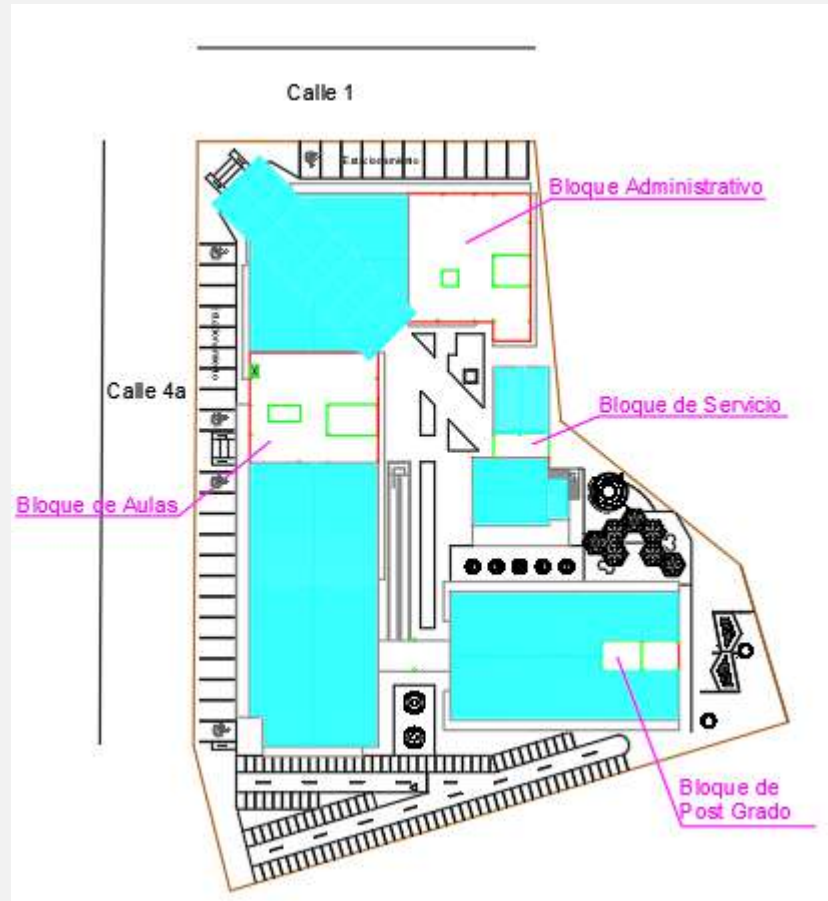


CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

DELIMITACIÓN DEL TERRENO



CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN



INGENIERÍA DE DISEÑO

MARCO NORMATIVO

- Reglamento para Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, ANDE
- Reglamento para Instalaciones de Media Tensión, ANDE
- Norma Paraguaya NP 2028 96: Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, INTN
- UNE-EN 12464-1: Iluminación de interiores, UNE
- IEEE 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. ILUMINACIÓN

Para el diseño de la iluminación se utilizó el software DIALux evo 13.1

ÁREA	Iluminancia requerida	Uniformidad
Oficinas	300 lx	0,4
Comedores de escuelas	200 lx	0,4
Salas de conferencias	500 lx	0,6
Pasillos	100 lx	0,4
Sanitarios	200 lx	0,4
Aulas	500 lx	0,6
Archivos	200 lx	0,4
Salas comunes para estudiantes	200 lx	0,4
Salas para instalaciones de edificios	200 lx	0,4
Biblioteca	500 lx	0,6

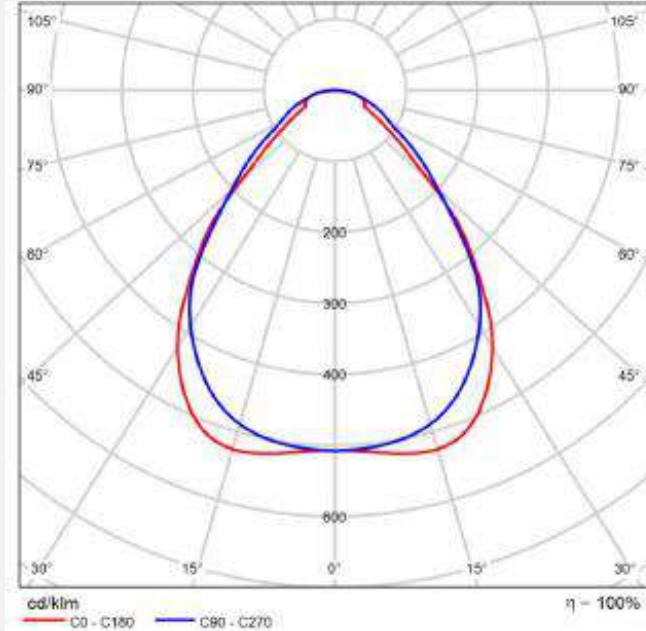
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. ILUMINACIÓN

1.1. SELECCIÓN DE LA LUMINARIA

Características

P	33.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	3600 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3600 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	109.1 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80






Luminarias

- Dibujar disposición rectangular
- Dibujar disposición poligonal
- Dibujar disposición circular
- Dibujar disposición de líneas
- Posicionar luminarias individuales
- Disposición automática para áreas
- Cambiar luminarias seleccionadas
- Cambiar todas las luminarias de este tipo

Luminaria activa

Disano Illuminazione S.p.A
842 LED Panel R - UGR<lt>19 - CRI=80 4000K CRI80
33W CLD-D-D Bianco
150206-0041



1.195 x 0.295 x 0.012m

Índice de tipo de luminaria

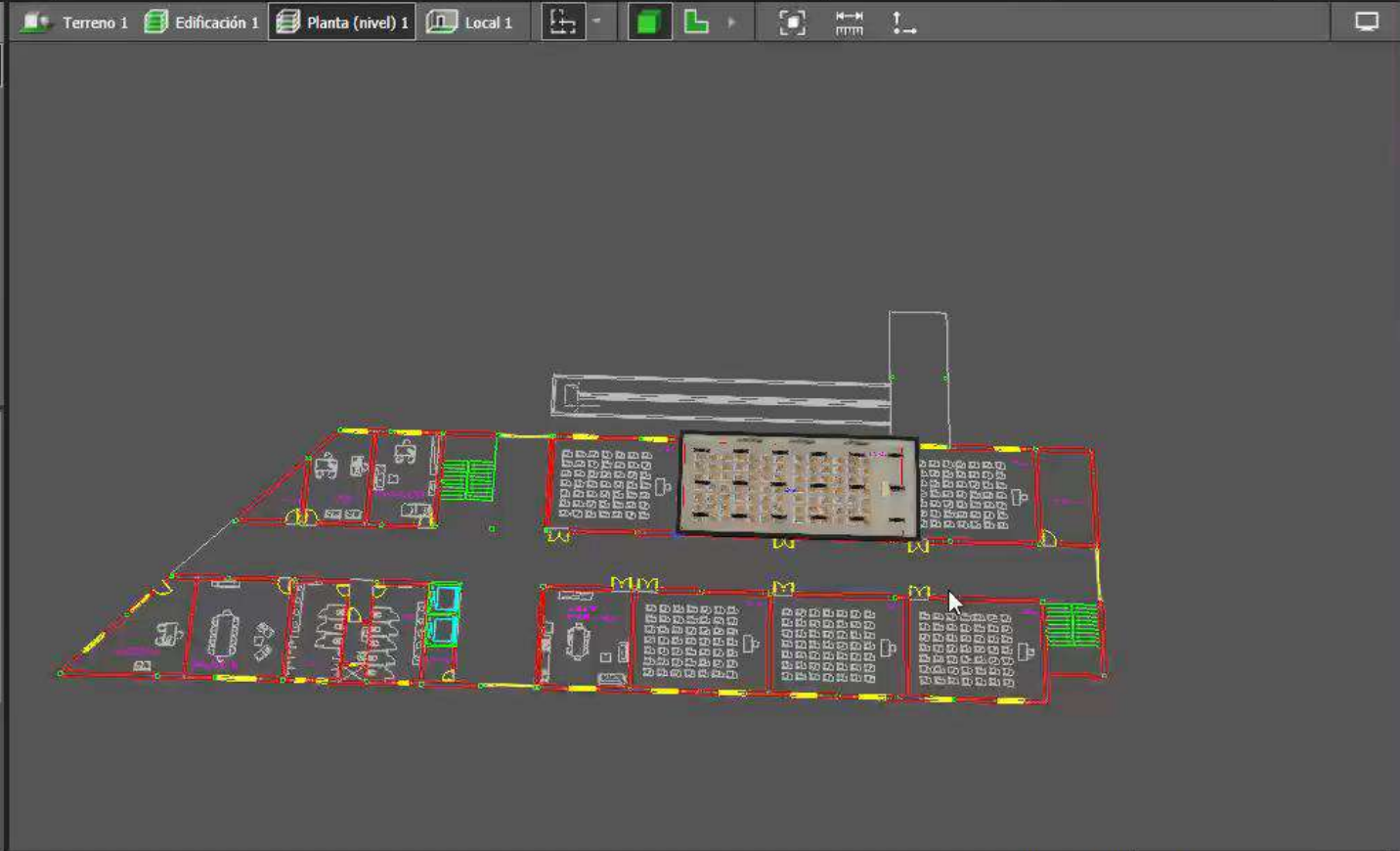
Designación en el plan DWG

Ir a la marca

Abrir lista de luminarias

Datos lumotécnicos

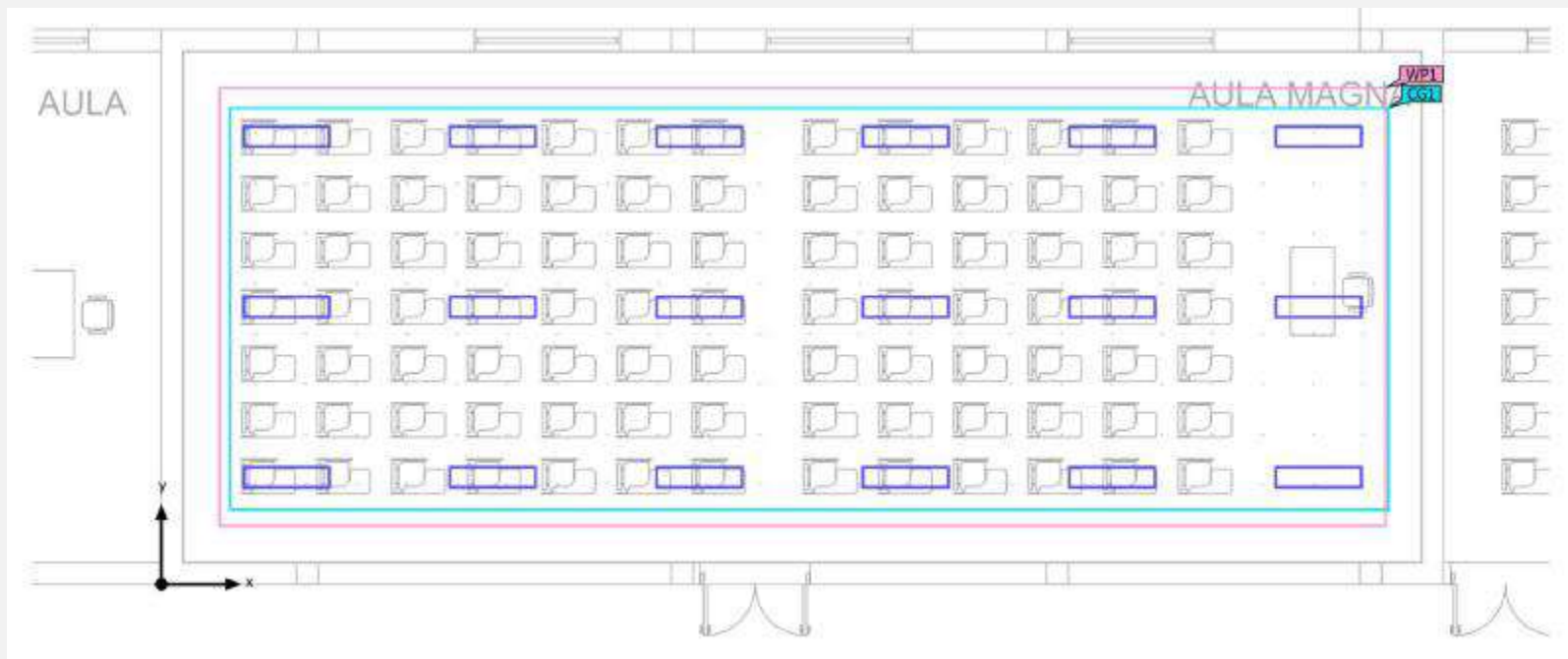
Flujo luminoso de las



INFORME DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS



INFORME DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS



INFORME DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

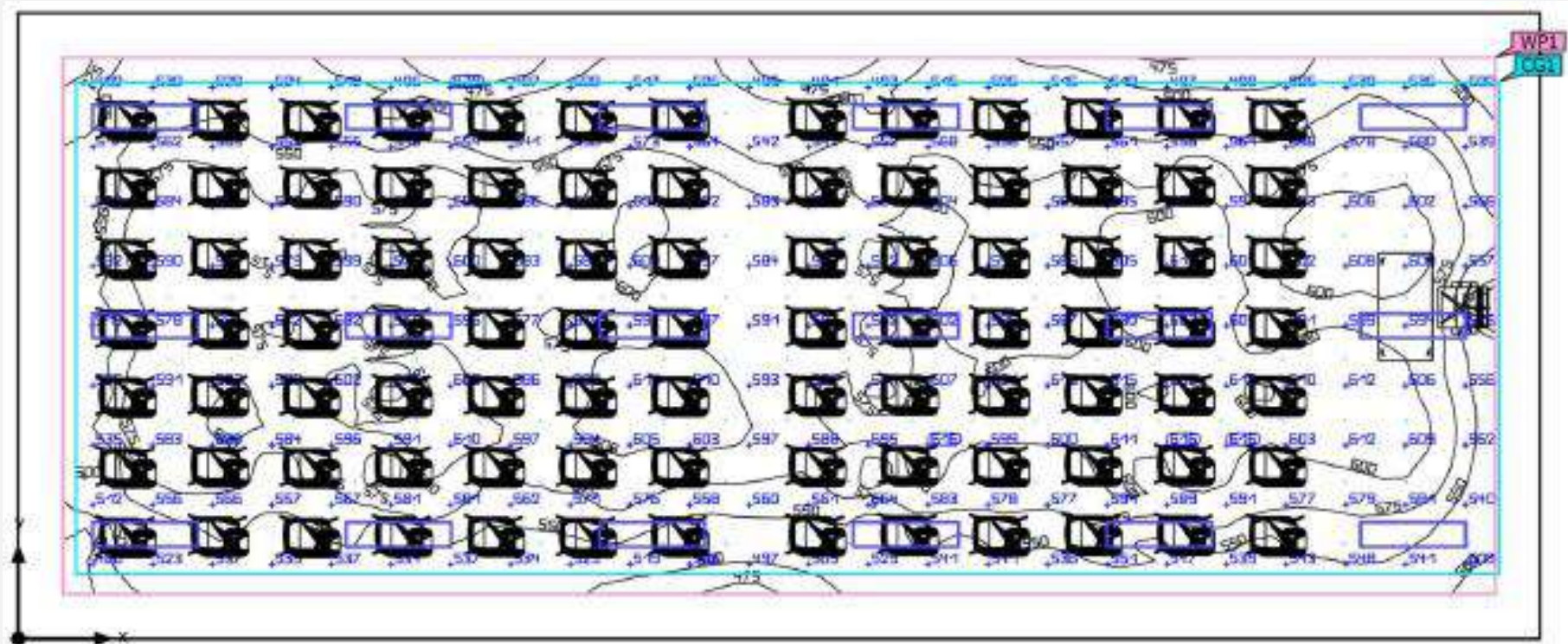
Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	E (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	U_0 (g_1) (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.500 m	568 lx (≥ 500 lx) ✓	456 lx	624 lx	0.80 (≥ 0.60) ✓	0.73	WP1

INFORME DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS



RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

ÁREAS COMUNES	REQUERIDO		OBTENIDO	
	Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
Sanitarios	200 lx	0,4	306 lx	0,68
Pasillos	100 lx	0,4	289 lx	0,4
Sala Técnica	200 lx	0,4	296 lx	0,45

BLOQUE AULAS					
NIVEL	AMBIENTE	REQUERIDO		OBTENIDO	
		Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
PLANTA BAJA	Aula 1	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 2	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 3	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 4	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 5	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula magna	500 lx	0,6	568 lx	0,8
	Mesa de entrada	300 lx	0,4	350 lx	0,58
	Enfermería	500 lx	0,6	629 lx	0,78
	Sala de profesores	500 lx	0,6	586 lx	0,7
	Sala de CE	500 lx	0,6	586 lx	0,7
	Perceptoría	300 lx	0,4	367 lx	0,44

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

BLOQUE AULAS					
NIVEL	AMBIENTE	REQUERIDO		OBTENIDO	
		Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
PLANTA TIPO 1	Aula optativa 1	500 lx	0,6	601 lx	0,62
	Aula optativa 2	500 lx	0,6	516 lx	0,72
	Aula 1	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 2	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 3	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 4	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 5	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 6	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 7	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 8	500 lx	0,6	530 lx	0,69
PLANTA TIPO 2	Aula optativa 1	500 lx	0,6	601 lx	0,62
	Aula optativa 2	500 lx	0,6	516 lx	0,72
	Aula 1	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 2	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 3	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 4	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula magna	500 lx	0,6	545 lx	0,72

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

BLOQUE ADMINISTRATIVO					
NIVEL	AMBIENTE	REQUERIDO		OBTENIDO	
		Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
PLANTA BAJA	Archivos y legajos académicos	200 lx	0,4	248	0,56
	Departamento técnico de investigación	300 lx	0,4	367	0,7
	Soporte técnico de informática	300 lx	0,4	341	0,74
	Coordinación técnico-académica	300 lx	0,4	324	0,73
	Departamento de gestión y archivo institucional	300 lx	0,4	508	0,74
	Coordinaciones de carrera	300 lx	0,4	464	0,59
	Coordinación de bienestar estudiantil	300 lx	0,4	360	0,76
	Secretaría académica	300 lx	0,4	428	0,66
	Sala de entretenimiento	300 lx	0,4	296	0,45
	Departamento técnico y secretaría de extensión	300 lx	0,4	469	0,7
PLANTA TIPO 1	Cocina/comedor	200 lx	0,4	535	0,44
	Departamento de UOC	300 lx	0,4	429	0,74
	Departamento de Administración del Personal	300 lx	0,4	407	0,76
	Bienestar del personal	300 lx	0,4	413	0,78
	Gestión de calidad	300 lx	0,4	343	0,73
	Coordinación MECIP	300 lx	0,4	322	0,75
	Sala de reuniones	500 lx	0,6	613	0,74
	Departamento de docentes investigadores	300 lx	0,4	377	0,7
	Departamento de patrimonio	300 lx	0,4	342	0,72
	Departamento de relaciones interinstitucionales	300 lx	0,4	503	0,81
	Departamento de comunicación	300 lx	0,4	402	0,5
	Depósito de suministros	300 lx	0,4	354	0,52
	Departamento de tesorería y presupuesto	300 lx	0,4	417	0,62

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

BLOQUE ADMINISTRATIVO					
NIVEL	AMBIENTE	REQUERIDO		OBTENIDO	
		Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
PLANTA TIPO 2	Decanato	300 lx	0,4	343	0,42
	Sala de sesiones	500 lx	0,6	588	0,67
	Dirección Académica	300 lx	0,4	450	0,79
	Dirección de investigación	300 lx	0,4	432	0,77
	Dirección de extensión universitaria	300 lx	0,4	437	0,79
	Vicedecanato	300 lx	0,4	366	0,63
	Dirección de administración y finanzas	300 lx	0,4	305	0,71
	Dirección de asuntos jurídicos	300 lx	0,4	396	0,75
	Dirección de auditoría interna	300 lx	0,4	560	0,82
	Secretaría general	300 lx	0,4	308	0,74
	Oficina para prensa	300 lx	0,4	457	0,53
	Dirección de gestión y desarrollo del personal	300 lx	0,4	464	0,5
	Dirección de TIC	300 lx	0,4	374	0,54
	Dirección de Planificación	300 lx	0,4	429	0,49

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

BLOQUE POSGRADO					
NIVEL	AMBIENTE	REQUERIDO		OBTENIDO	
		Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
PLANTA BAJA	Laboratorio jurídico	500 lx	0,6	521 lx	0,79
	Biblioteca	500 lx	0,6	525 lx	0,69
	Sala de conferencias	500 lx	0,6	521 lx	0,79
	Sala de informática	300 lx	0,6	323 lx	0,65
PLANTA TIPO 1	Aula 1	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 2	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 3	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Aula 4	500 lx	0,6	530 lx	0,69
	Coordinación/Archivos	200 lx	0,4	459 lx	0,48

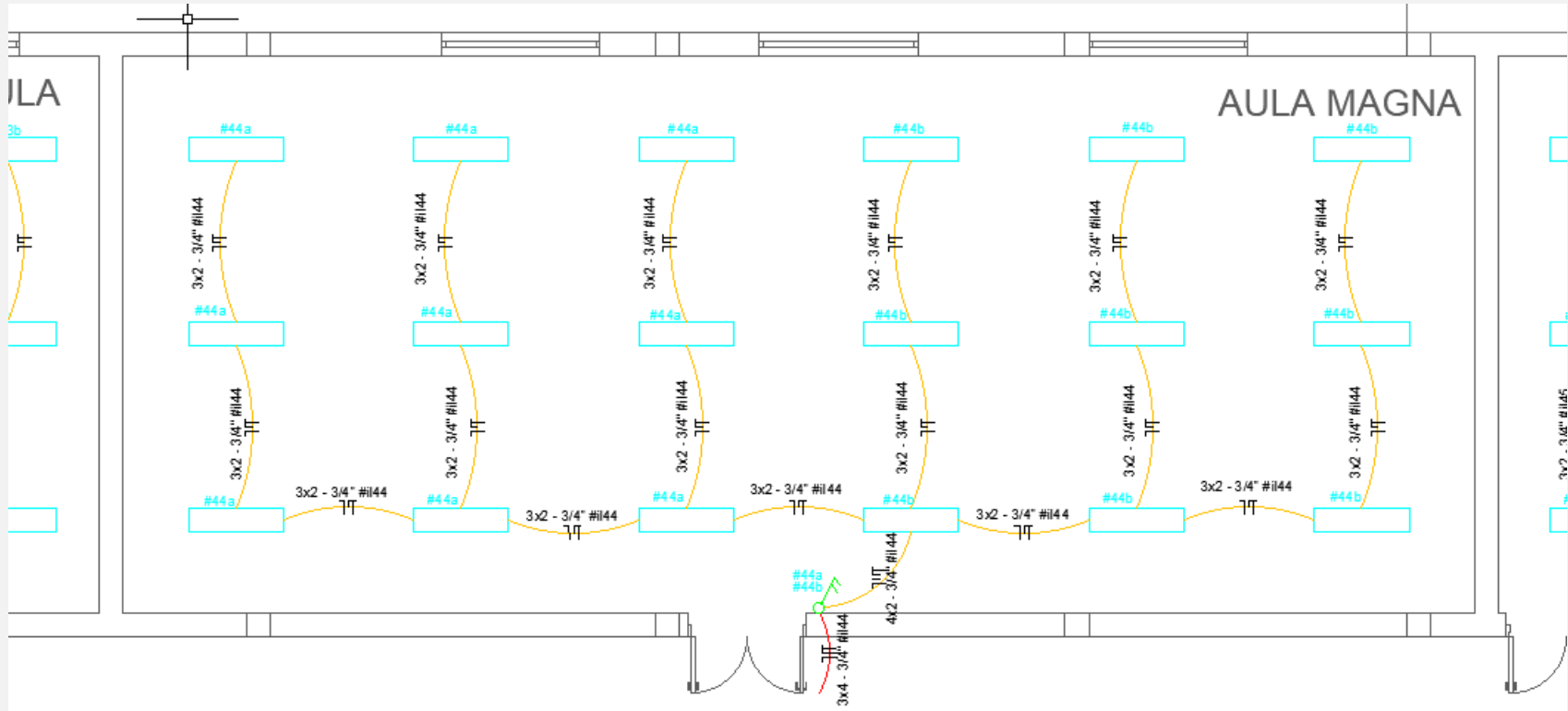
RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

BLOQUE DE SERVICIO					
NIVEL	AMBIENTE	REQUERIDO		OBTENIDO	
		Iluminancia	Uniformidad	Iluminancia	Uniformidad
PLANTA BAJA	Guardería	300 lx	0,4	318 lx	0,44
	Cantina/cocina	200 lx	0,4	302 lx	0,72
	Cantina/área de descanso	200 lx	0,4	357 lx	0,46
PLANTA TIPO 1	Gimnasio	300 lx	0,4	375 lx	0,48

ANÁLISIS FINAL

BLOQUE	CUMPLE
Bloque Aulas	SÍ
Bloque Administrativo	SÍ
Bloque Posgrado	SÍ
Bloque Servicio	SÍ

PLANOS DE ILUMINACIÓN



Extraído del plano de iluminación del Bloque Aulas Planta Baja

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2. TOMACORRIENTES

Para tomas de uso general: Toma euroamericana con tierra



Para tomas de uso especial: Toma schuko



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3. EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

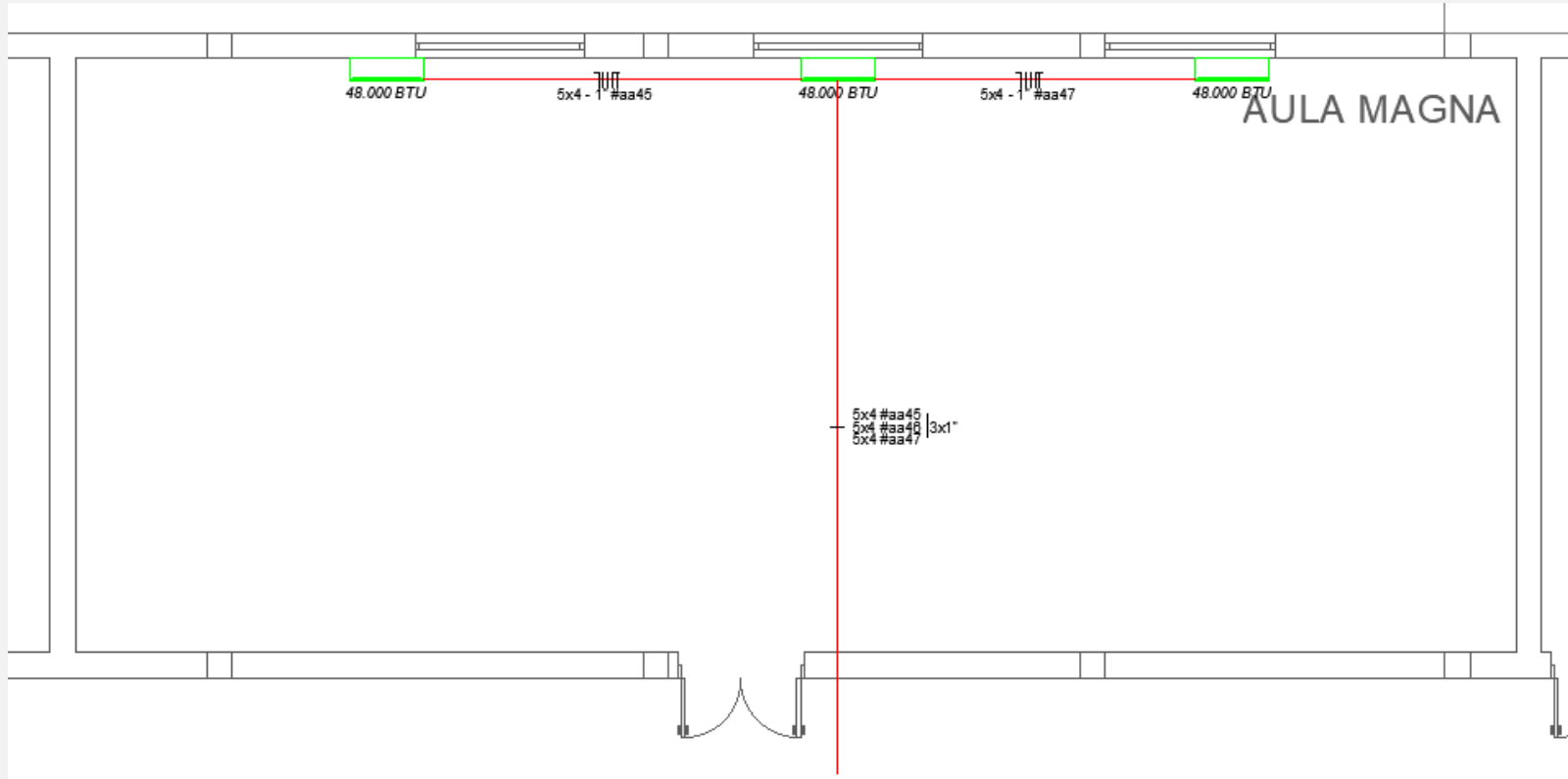
Acondicionadores de aire split



Mayor facilidad de instalación y mantenimiento

Equipos de aire acondicionado split de pared								
Capacidad	BTU/h	9.000	12.000	18.000	24.000	36.000	48.000	60.000
Potencia eléctrica	W	940	1.250	2.000	2.550	4.242	4.920	6.736

PLANOS DE ACONDICIONADORES DE AIRE



Extraído del plano de acondicionadores de aire del Bloque Aulas Planta Baja

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4. BANDEJAS

Circuitos eléctricos: 300x50mm

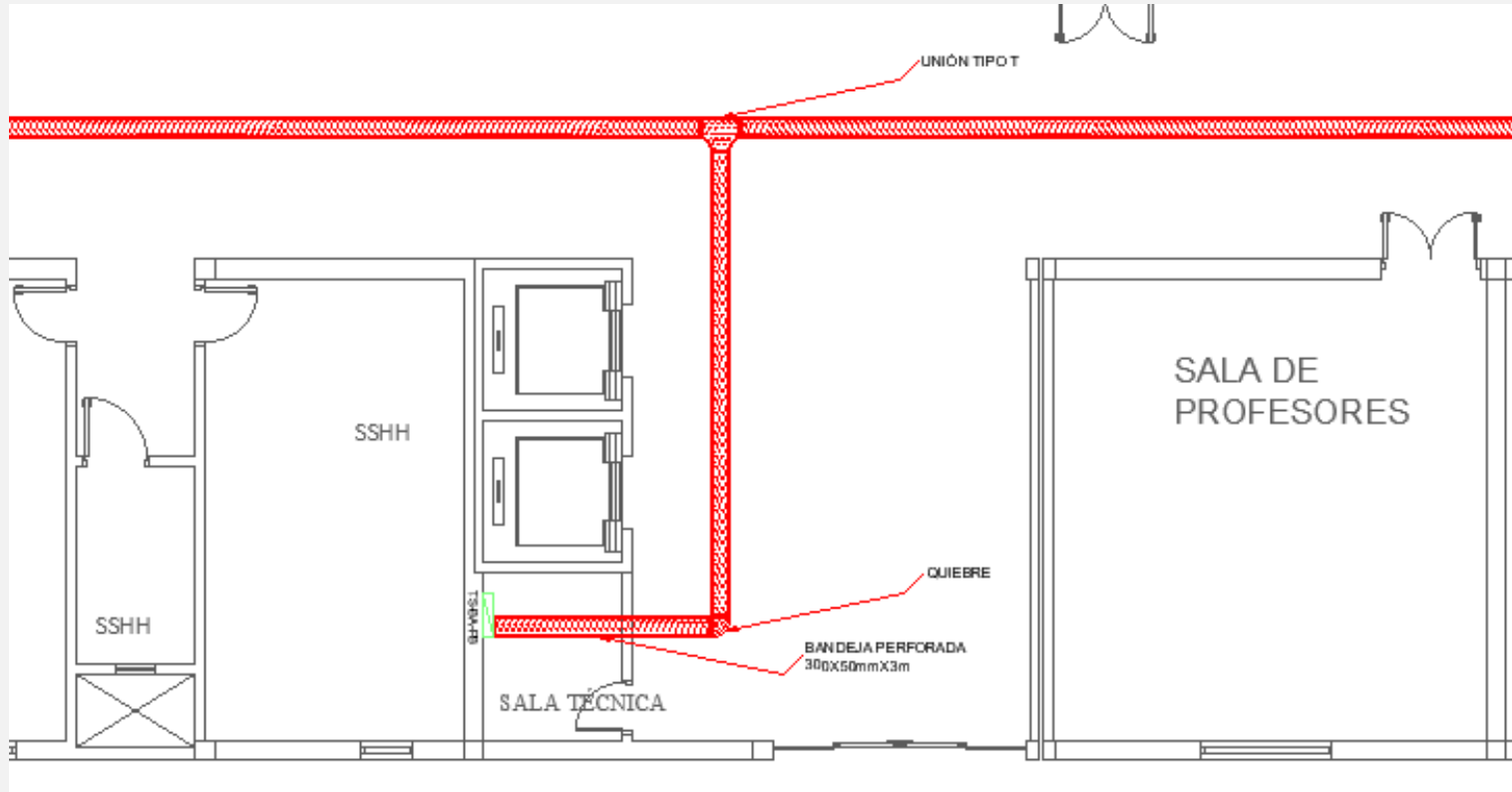
Señales débiles: 200x50mm



5. ELECTRODUCTOS

Caños corrugados antillama y electroductos de tipo conduit.

PLANOS DE BANDEJAS ELÉCTRICAS



Extraído del plano de bandejas eléctricas del Bloque Aulas Planta Baja

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

La sección mínima de los conductores alimentadores utilizados en el proyecto es de 4mm².

Para circuitos de iluminación y de tomas comunes:

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES			
CIRCUITOS	TRONCAL	RAMAL	CHICOTE
ILUMINACIÓN	4	2	1,5
TOMACORRIENTES	4	2,5	-

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Los conductores fueron dimensionados aplicando la siguiente expresión:

$$S = \frac{k \times P \times l}{\rho \times V^2 \times e\%}$$

Donde:

k: Constante (200 para circuitos monofásicos y 100 para trifásicos)

P: Potencia en vatios

l: Longitud del conductor en metros

ρ : Densidad del conductor en $\frac{m}{\Omega \times mm^2}$ (58 para el cobre)

V: Voltaje

e%: Caída de tensión

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

6. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Se aplicaron dos criterios para verificar la validez de los cálculos:

- Caída de tensión
- Corriente admisible

Para cargas de fuerza motriz \longrightarrow factor de seguridad 1,25

Conductor de protección

Sección de los conductores de fase S mm ²	Sección mínima del conductor de protección correspondiente mm ²
$16 \leq S$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7. DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES

Se dispuso una llave termomagnética individual para cada circuito. Para la selección, se utilizó la siguiente expresión:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

I_B : Corriente del circuito

I_n : Corriente nominal del dispositivo de protección

I_z : Capacidad de conducción de corriente de los conductores

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7. DIMENSIONAMIENTO DE LAS PROTECCIONES

Las TM utilizadas en el proyecto para circuitos de fuerza fueron como mínimo de corriente nominal de 16 A.

Para las cargas que impliquen fuerza motriz se tuvo en cuenta el pico de corriente en el arranque: factor de seguridad de 1,15.

Protección de las personas: Se proyectó la utilización de interruptores diferenciales con sensibilidad de 30mA. El criterio utilizado fue el de agrupar las cargas por sectores adyacentes.

Protección de los equipos: Dispositivos de protección contra sobretensiones en los tableros para proteger a los equipos electrónicos conectados a la red eléctrica.

POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

POTENCIA INSTALADA			
CTO.	DESCRIPCIÓN	POTENCIA UNIT. (W)	POTENCIA DECL (W)
TS-BS-N1	TABLERO SECCIONAL BLOQUE ADMINISTRATIVO PLANTA BAJA	38.930	31.144
TS-AD-N1	TABLERO SECCIONAL BLOQUE ADMINISTRATIVO PLANTA TIPO 1	37.979	30.383
TS-AD-N2	TABLERO SECCIONAL BLOQUE ADMINISTRATIVO PLANTA TIPO 2	39.070	31.256
TS-BA-PB	TABLERO SECCIONAL BLOQUE AULAS PLANTA BAJA	93.200	74.560
TS-BA-N1	TABLERO SECCIONAL BLOQUE AULAS PLANTA TIPO 1	98.040	78.432
TS-BA-N2	TABLERO SECCIONAL BLOQUE AULAS PLANTA TIPO 2	89.650	71.720
TS-BP-PB	TABLERO SECCIONAL BLOQUE POSGRADO PLANTA BAJA	51.596	41.277
TS-BP-N1	TABLERO SECCIONAL BLOQUE POSGRADO PLANTA TIPO 1	54.385	43.508
TS-BS-PB	TABLERO SECCIONAL BLOQUE SERVICIO PLANTA BAJA	56.343	45.074
TS-BS-N1	TABLERO SECCIONAL BLOQUE SERVICIO PLANTA TIPO 1	14.635	11.708
TS-ASC-1	TABLERO DE ASCENSOR 1	12.500	12.500
TS-ASC-2	TABLERO DE ASCENSOR 2	12.500	12.500
TS-ASC-3	TABLERO DE ASCENSOR 3	12.500	12.500
TS-BA	TABLERO BOMBAS DE AGUA	3.000	3.000
TS-BI	TABLERO BOMBA DE INCENDIOS	39.750	39.750
TOTAL		654.078	539.312

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES

CTO.	SECCIÓN	LLAVE TM
TS-BS-N1	(4x10)mm ² + 10mm ² CuT	3X63A
TS-AD-N1	(4x10)mm ² + 10mm ² CuT	3X63A
TS-AD-N2	(4x10)mm ² + 10mm ² CuT	3X63A
TS-BA-PB	(4x35)mm ² + 16mm ² CuT	3X160A
TS-BA-N1	(4x35)mm ² + 16mm ² CuT	3X160A
TS-BA-N2	(4x35)mm ² + 16mm ² CuT	3X160A
TS-BP-PB	(4x16)mm ² + 16mm ² CuT	3X100A
TS-BP-N1	(4x16)mm ² + 16mm ² CuT	3X100A
TS-BS-PB	(4x16)mm ² + 16mm ² CuT	3X100A
TS-BS-N1	(4x4)mm ² + 4mm ² CuT	3X25A
TS-ASC-1	(4x4)mm ² + 4mm ² CuT	3X32A
TS-ASC-2	(4x4)mm ² + 4mm ² CuT	3X32A
TS-ASC-3	(4x4)mm ² + 4mm ² CuT	3X32A
TS-BA	(4x4)mm ² + 4mm ² CuT	3X32A
TS-BI	(4x25)mm ² + 16mm ² CuT	3X100A

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8. DIMENSIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR

Se dimensionó teniendo en cuenta la carga total de la edificación y un factor de potencia de 0,8.

9. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BARRAS

Las barras del tablero general se dimensionaron teniendo en cuenta la corriente máxima que puede circular por el tablero.

POTENCIA	750 KVA
PROTECCIÓN	500/1250 A
SECCIÓN	{3[3(1x240)]+1[3(1x240)]}XLPE + 95CuT
BARRAS	[3(80x10)+1(80x10)]mm

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

Se diseñó una malla cuadrada con cuatro jabalinas de 3/4" y 3m de longitud, enterradas a 0,80m, separadas 5m entre sí y unidas por soldadura exotérmica a un conductor de cobre desnudo de 50mm².

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.1. RESISTIVIDAD DEL SUELO



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.1. RESISTIVIDAD DEL SUELO

$$\rho_a = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Donde:

ρ_a : Resistividad aparente del suelo (Ω -m)

R: Resistencia medida en Ω

a: Distancia entre electrodos adyacentes en m

b: Profundidad de los electrodos en m

a (m)	b (m)	R (Ω)	ρ_a (Ω -m)
1	1	5,4	54,15

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.2. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

a) Resistencia de una jabalina

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \left[\ln \left(\frac{4l}{r} \right) - 1 \right]$$

Donde:

ρ : Resistividad aparente del suelo

r : Radio de la jabalina en metros

l : Longitud de la jabalina en metros

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.2. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

b) Resistencia de n jabalinas en disposición cuadrada

$$R_n = R_1 K_n$$

$$K_n = \frac{K}{n}$$

Donde:

n: número de jabalinas

K: constante (tabla 5)

R₁: Resistencia de un electrodo

R_n: Resistencia final

Número de electodos	k
2	1,1523
3	1,3053
4	1,4139
5	1,4982
6	1,567
7	1,6252
8	1,6756
9	1,7201
10	1,7599

Tabla 5: Constante de combinación de electodos en paralelo

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.2. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

c) Resistencia de aterramiento

$$R_a = \frac{\rho}{\pi l} \left[\ln\left(\frac{2l}{\sqrt{Dh}}\right) + K_1 \frac{l}{\sqrt{A}} - K_2 \right]$$

$$K_1 = 1,4125 - 0,0425Y$$

$$K_2 = 5,49 - 0,1443Y$$

$$Y = \frac{l}{\text{Perímetro de la malla}}$$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno

l : Longitud del conductor

D : Diámetro del conductor de la malla

h : Profundidad a la que se encuentra enterrada la malla

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.2. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

d) Resistencia mutua

$$R_m = \frac{\rho}{\pi l} \left[\ln\left(\frac{2l}{l_t}\right) + K_1 \frac{l}{\sqrt{A}} - K_2 + 1 \right]$$

Donde:

ρ : Resistividad del terreno

l : Longitud del conductor

l_t : Longitud total de las jabalinas

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

10. PUESTA A TIERRA

10.2. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

e) Resistencia total de la malla

$$R_T = \frac{R_a R_h - R_m^2}{R_a + R_h - 2R_m}$$

Donde:

R_a : Resistencia de aterramiento

R_h : R_n Resistencia de la malla en paralelo

R_m : Resistencia mutua

LOS CÁLCULOS ARROJARON UN VALOR DE **4,89 Ω**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

11. GENERADOR

Se dimensionó un grupo electrógeno de emergencia para poder soportar la carga del edificio en caso de cortes o fallas en el suministro de la red eléctrica. Se consideraron los efectos de los picos de corriente en el arranque de los equipos para realizar el cálculo.

POTENCIA	1000 KVA
PROTECCIÓN	640/1600 A
SECCIÓN	{3[4(1x240)]+1[4(1x240)]}XLPE

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

12. BANCO DE CAPACITORES

En este proyecto se consideró un factor de potencia de 0,8. Para elevarlo por encima del mínimo de 0,92 establecido por la ANDE, se dimensionó un banco de condensadores compuesto de dos secciones:

- Uno automático, que se utilizará para compensar todas las cargas reactivas de la instalación en general.
- Uno fijo, para compensar la componente reactiva producida por el mismo transformador.

BANCO FIJO

$$Q_{kVAr} = 10\% \times P_{trafo}$$

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

12. BANCO DE CAPACITORES

BANCO AUTOMÁTICO

$$Q_{kVar} = k \times P_{inst(kW)}$$

Factor de potencia actual	Factor de potencia deseado (F)														
	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
0,50	1,112	1,139	1,165	1,192	1,220	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,589
0,52	1,023	1,050	1,076	1,103	1,131	1,159	1,187	1,217	1,248	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500
0,54	0,939	0,966	0,992	1,019	1,047	1,075	1,103	1,133	1,164	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416
0,56	0,860	0,887	0,913	0,940	0,968	0,996	1,024	1,054	1,085	1,117	1,151	1,188	1,229	1,277	1,337
0,58	0,785	0,812	0,838	0,865	0,893	0,921	0,949	0,979	1,010	1,042	1,076	1,113	1,154	1,202	1,262
0,60	0,710	0,740	0,766	0,793	0,821	0,849	0,877	0,907	0,938	0,970	1,004	1,041	1,082	1,120	1,190
0,62	0,646	0,673	0,699	0,726	0,754	0,782	0,810	0,840	0,871	0,903	0,937	0,974	1,015	1,063	1,123
0,64	0,581	0,608	0,634	0,661	0,689	0,717	0,745	0,775	0,806	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,068
0,66	0,518	0,545	0,571	0,598	0,626	0,654	0,682	0,712	0,743	0,775	0,809	0,846	0,887	0,935	0,995
0,68	0,458	0,485	0,511	0,538	0,566	0,594	0,622	0,652	0,683	0,715	0,749	0,786	0,827	0,875	0,935
0,70	0,400	0,427	0,453	0,480	0,508	0,536	0,564	0,594	0,625	0,657	0,691	0,728	0,768	0,817	0,877
0,72	0,344	0,371	0,397	0,424	0,452	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821
0,74	0,289	0,316	0,342	0,369	0,397	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766
0,76	0,235	0,262	0,288	0,315	0,343	0,371	0,399	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,604	0,652	0,712
0,78	0,182	0,209	0,235	0,262	0,290	0,318	0,346	0,376	0,407	0,439	0,473	0,510	0,551	0,600	0,659
0,80	0,130	0,157	0,183	0,210	0,238	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608
0,82	0,078	0,105	0,131	0,158	0,186	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447	0,495	0,555
0,84	0,026	0,053	0,079	0,106	0,134	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503
0,86			0,026	0,053	0,081	0,109	0,137	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,342	0,390	0,450
0,88					0,026	0,056	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397
0,90							0,028	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,233	0,281	0,341
0,92									0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,283
0,94											0,034	0,071	0,112	0,160	0,220

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DEL BANCO DE CAPACITORES

Factor de potencia actual: 0,80

Factor de potencia deseado: 0,96

$k=0,458$

AUTOMÁTICO	300 kVAr
FIJO	60 kVAr

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

13. EXTENSIÓN DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

Se proyectó una extensión de la línea de media tensión de la ANDE desde la línea existente hasta el punto donde estará el puesto de distribución del edificio. El trazado y las estructuras necesarias para el efecto se indicaron en el plano.

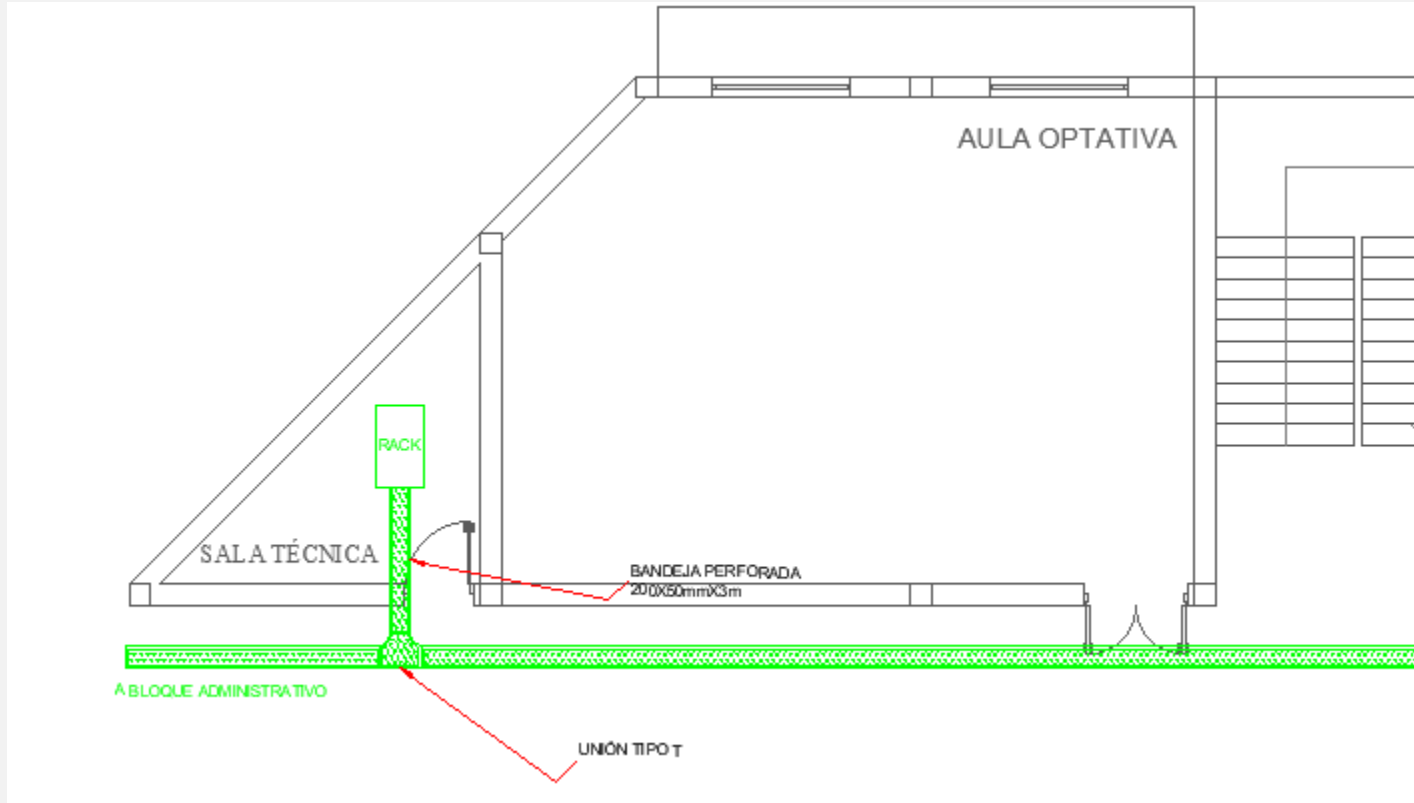
14. SEÑALES DÉBILES

Para la elaboración de los planos de señales débiles se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para cada mesa de trabajo proyectada en el plano arquitectónico: un punto de datos y uno de teléfono.
- Cámaras en lugares estratégicos en los pasillos.
- Access points repartidos por el edificio y en cantidad suficiente para garantizar cobertura de señal.

Se proyectó un rack para cada nivel en una sala técnica del Bloque Administrativo, donde se centrarán los switch y los equipos de distribución de datos.

PLANOS DE BANDEJAS DE SEÑALES DÉBILES



Extraído del plano de bandejas de señales débiles del Bloque Aulas Planta Baja

PRESUPUESTO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	ALIMENTACIÓN A TABLEROS	79.904.709
2	TABLERO GENERAL	44.285.362
3	TABLERO SECCIONAL BLOQUE ADMINISTRATIVO PB	7.714.699
4	TABLERO SECCIONAL BLOQUE ADMINISTRATIVO N1	7.959.299
5	TABLERO SECCIONAL BLOQUE ADMINISTRATIVO N2	7.975.620
6	TABLERO SECCIONAL BLOQUE AULAS PB	11.135.643
7	TABLERO SECCIONAL BLOQUE AULAS N1	11.226.963
8	TABLERO SECCIONAL BLOQUE AULAS N2	10.616.273
9	TABLERO SECCIONAL BLOQUE POSGRADO PB	7.968.768
10	TABLERO SECCIONAL BLOQUE POSGRADO N1	7.570.897
11	TABLERO SECCIONAL BLOQUE SERVICIO PB	7.928.835
12	TABLERO SECCIONAL BLOQUE SERVICIO N1	3.371.407
13	ALIMENTACIÓN A CIRCUITOS	785.053.770
14	BANDEJAS PARA CIRCUITOS Y SD	70.664.671
15	BANCO DE CAPACITORES	44.289.036
16	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS	20.654.521
17	MECANISMOS Y TOMAS	27.927.217
18	ARTEFACTOS DE ILUMINACIÓN	171.323.636
19	ACONDICIONADORES DE AIRE	844.723.000
20	TRANSFORMADOR	404.880.440
21	GENERADOR	661.674.490
TOTAL GUARANÍES		3.238.849.258,30
TOTAL DÓLARES		405.859

CONCLUSIÓN

Se ha diseñado este proyecto ejecutivo de instalaciones eléctricas para complementar el proyecto constructivo de la futura sede de la Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y Humanidades de la Universidad Nacional, con el fin de ofrecer una infraestructura adecuada que satisfaga las necesidades académicas, administrativas y operativas de la institución. A partir de los cálculos detallados expuestos en los anexos, se llevó a cabo un análisis técnico exhaustivo que permitió diseñar todos los planos pertinentes, asegurando la integridad del proyecto y el cumplimiento a cabalidad de las normativas vigentes.

CONCLUSIÓN

Se utilizó un enfoque integral y detallado y se logró cumplir con los objetivos establecidos, los cuales son fundamentales para el correcto desarrollo y ejecución de la obra.

Con todo lo realizado, se obtuvo un presupuesto total de 3.238.849.258 Gs para la instalación eléctrica de todos los bloques, equivalente a 405.859 USD a cambio actual de 7980,24 Gs.

RECOMENDACIONES

- Complementar el presente trabajo con un proyecto de paisajismo e iluminación exterior. Plantear la utilización de un control de iluminación por relé horario como alternativa para ahorrar energía.
- Analizar la posibilidad y factibilidad técnico económica de reemplazar el sistema de acondicionadores de aires split. Las unidades externas de los AA split resultan muy invasivas en las fachadas de los edificios.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el proyecto de obras civiles para aumentar las dimensiones de las salas técnicas. Plantear la inclusión de una sala de máquinas para el transformador y el generador. Evaluar la factibilidad de reemplazar los conductores que van del transformador a la protección general por otras tecnologías como blindobarras; esto puede resultar en menor pérdida de energía y en ahorro monetario en metraje de cable.
- Solicitar cotización del proyecto de señales débiles a un proveedor de instalaciones de datos.

**GRACIAS
POR
SU ATENCIÓN**