



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## Departamento de Eléctrica y Electrónica

**Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación**

**Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en  
Automatización e Instrumentación.**

**Autores: Baldeón Perugachi, Kevin David; Parra Mejía, Naidelyn Marlyn y  
Robayo Rivadeneira, Marco Antonio**

**Director: Ing. Chipugsi Calero, Freddy Julián.**

**09 de febrero del 2023**

**Latacunga**





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo.



# Objetivos

## General

Realizar la implementación del sistema de cableado eléctrico, sistemas de protección y red de internet para el Laboratorio de Electrónica perteneciente al Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga Extensión Belisario Quevedo.

## Específicos

- Investigar las normativas para instalaciones eléctricas y sistemas de protección en laboratorios educativos.
- Realizar el correcto dimensionamiento de los conductores y elementos de protección.
- Implementar el sistema de cableado eléctrico y elementos de protección para que las mesas de trabajo del laboratorio cuenten con puntos de alimentación de 110 V, 220 V y 360 V; además, de contar con puntos de red de internet.
- Presentar un análisis de iluminación actual mediante el uso de software DIALux.



# Planteamiento del problema

Las mesas de trabajo no cuentan con una instalación eléctrica, ni sistemas de protección, lo que representa una limitación significativa para el uso de los equipos existentes en los laboratorios, causando la falta de prácticas para los estudiantes y por consecuencia la carencia del reforzamiento de su conocimiento teórico.



# Alcance

Este trabajo solventará la limitación que tienen los laboratorios para trabajar con una gran cantidad de equipos en cada mesa de trabajo, la instalación eléctrica contará con un sistema de protección dimensionado basándonos en normativas para garantizar el correcto funcionamiento de las mesas y la seguridad para los estudiantes y docentes.

Las mesas contarán con sus respectivos elementos de protección, una luz piloto que servirá como indicador de que las mesas se encuentran energizadas, puntos de 110V, 220V, 360V y Red de internet, todos estos elementos estarán basados en normativas vigentes.

Al emplear el software para proyectos de iluminación DIALux, conocemos la cantidad de luz natural y artificial que recibe el laboratorio.



# Normativas



# Normativas

## Tomacorrientes:

El calibre de los conductores para este circuito no podrá ser menor a un # 12AWG por ningún motivo.

Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir.

Cada circuito debe disponer de su propio neutro o conductor conectado a tierra.

Cada circuito debe disponer de su propia protección.

Los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados considerando salidas polarizadas (fase, neutro y tierra) para soportar una capacidad máxima de 20 amperios de carga por circuito y no exceder de 10 salidas.

Un circuito por cada 10 salidas, considerando 1.5 a 2.0 A por salida, y una carga de 200W por salida. Longitud del circuito recomendado 20m.

Todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro.



# Conductor:

La conexión de los conductores a las partes terminales se hará por medio de conectores de presión, terminales para soldarse o empalmes a líneas o alambres de conexión flexibles.

Se utiliza el sistema de calibración de conductores según la American WireGage (AWG).

Los cables componentes de una instalación eléctrica pueden ser de cobre o aluminio. Usualmente se utilizan conductores de cobre monopolares, de calibres no menor al N° 14 AWG

Todos los conductores para las instalaciones eléctricas residenciales deben ir colocados dentro de tuberías, las mismas que deben ser empotradas o sobrepuestas

Para identificar a cada una de las fases de los conductores se utilizó un código de colores que se detalla en la siguiente tabla.

Código de colores	
<b>Conductor</b>	Color
<b>Neutro</b>	Blanco
<b>Tierra</b>	Verde, verde con franja amarilla
<b>Fase</b>	Rojo, azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra.



# Iluminación:

Según UNE 12464.1 Norma Europea sobre la iluminación para interiores, página 5, Literal 2: Edificios Educativos, punto 2.9: AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS la media de luminaria en laboratorios es de 500 Luxes.

2. EDIFICIOS EDUCATIVOS						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	$U_o$	$R_a$	OBSERVACIONES
2.1	AULAS, AULAS DE TUTORÍA	300	19	0,6	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.2	AULAS PARA CLASES NOCTURNAS Y EDUCACIÓN DE ADULTOS	500	19	0,6	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.3	SALA DE LECTURA	500	19	0,6	80	· La iluminación debería ser controlable para colocar varias A/V necesarias
2.4	PIZARRA	500	19	0,7	80	· Deben evitarse las reflexiones especulares el presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
2.5	MESA DE DEMOSTRACIONES	500	19	0,7	80	· En salas de lectura 750 LUX.
2.6	AULAS DE ARTE	500	19	0,6	80	
2.7	AULAS DE ARTE EN ESCUELAS DE ARTE	750	19	0,7	90	· 5000 K - 6500 K
2.8	AULAS DE DIBUJO TÉCNICO	750	16	0,7	80	
2.9	AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS	500	19	0,6	80	

Configuración  
predeterminada

Europa (EN 12464-1:2011)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Levantamiento de información



## Listado de equipos que trabajen en un rango de 100-120[V] y su carga

Equipo	Voltaje [A]	Potencia [W]
Osciloscopio marca WON.	100	36
Fuente de alimentación AC-DC Lab-Volt.	120	240
Kit de entrenamiento Jameco.	120	120
Multímetro de mesa marca Alligent.	100	16
Fuente de alimentación marca GW Instek.	100	420
Generador de señales GW Instek	100	20
Computadora de escritorio	110	750
Laptop	100	200
Laptop	100	200
Total		2002



## Listado de equipos que trabajen en un rango de 220-240[V] y su carga

Equipo	Voltaje [V]	Potencia [W]
Osciloscopio	240	36
Multímetro de mesa	240	16
Fuente de alimentación	230	420
Generador de señales	240	20
Total		492



# Desarrollo



## Conductor:

Para la selección de los conductores se usó la normativa NEC

Calibre AWG MCM	CONDUCTOR			Espesor de Aislam.	Diámetro Exterior Aprox.	Peso Total Aprox.  Ka/Km	CAPACIDAD		Denomi- nación CABLEC	TIPO
	Sección Aprox.  mm <sup>2</sup>	Diámetro Aprox.  mm	Peso Aprox.  Kg/m				*	**		
							AmP.	Amo.		
<u>. 18 Sol.</u>	0.8	1.02	7.32	0.78	2.54	13.7	6		Quito	TF
16 •	1.3	1.29	11.62	0.76	2.81	19	8		Quito	TF
14 •	2.1	1.63	18.55	0.76	3.15	27.1	15	20	Quito	TW
12 •	3.3	2.05	29.34	0.76	3.57	39.3	20	25	Quito	TW
<u>10</u>	5.3	2.59	46.84	0.76	4.11	58.7	30	40	Quito	TW
8 =	8.4	3.26	74.2	1.14	5.54	97.5	40	60	Quito	TW



# Análisis de curva de disparo

Para realizar este análisis se debe conocer la resistividad del cable:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde:

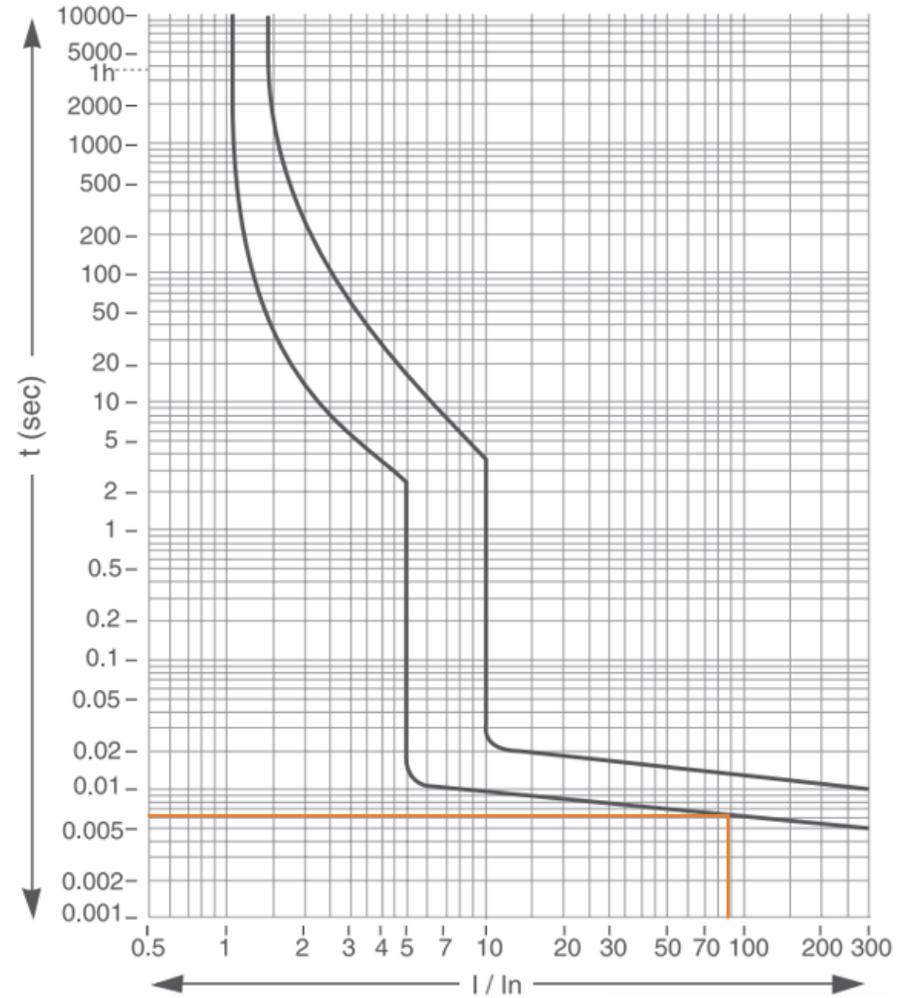
$\rho$ = resistividad del material del conductor ( $\Omega$ ), para el cobre es igual a  $1.7254^{-8}$

$L$ = longitud del conductor ( $m$ )

$A$ = sección del conductor ( $mm^2$ )



El tiempo de respuesta del interruptor termomagnético ubicado en el tablero de distribución principal es de 0.0061 segundos



# Interruptores termomagnéticos instalados:

EZ9F56120  
EZ9F56210  
EZ9F56310

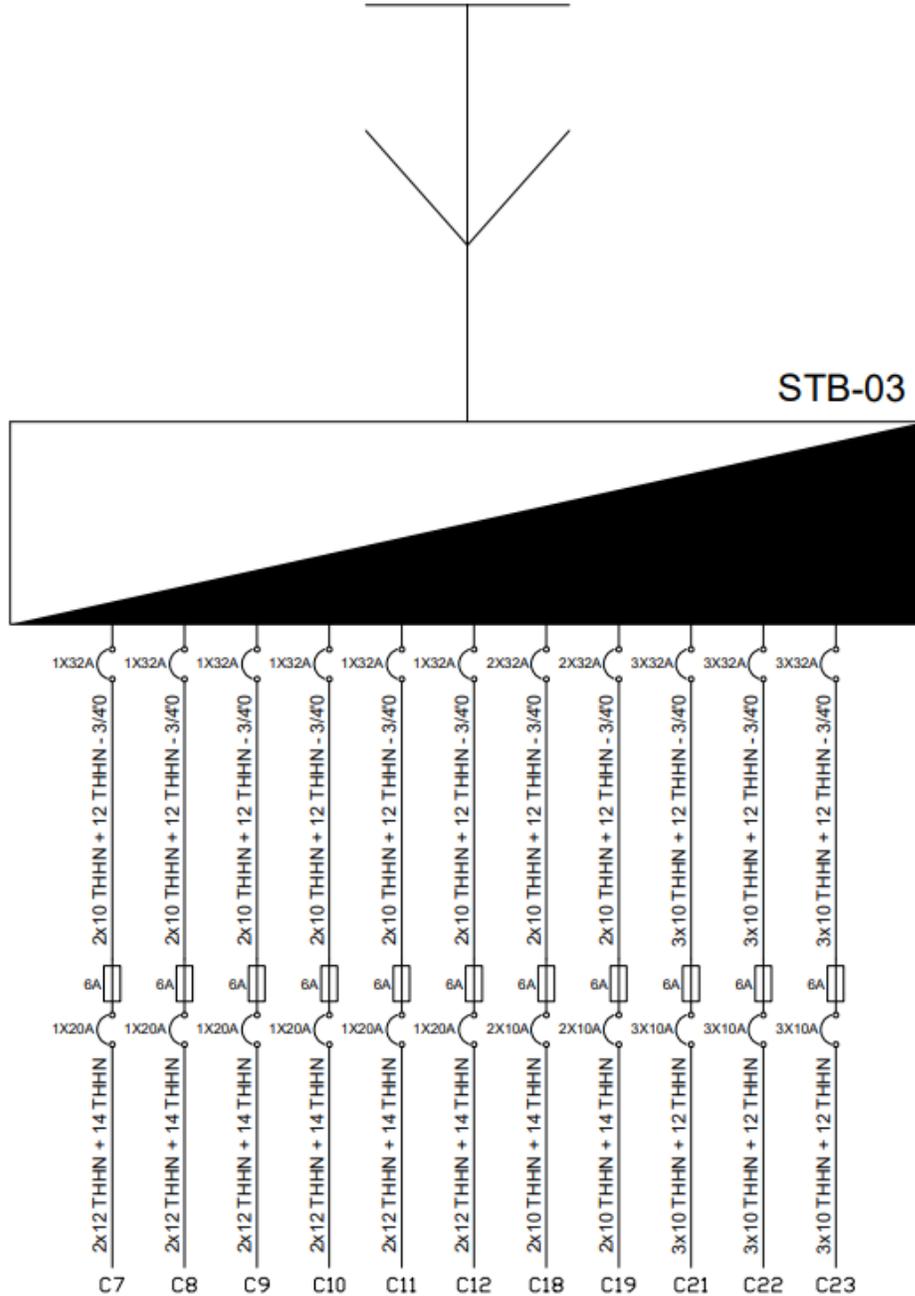


# Fusibles instalados:



# Plano Unifilar

Viene de TPPBB-01



# SIMBOLIGÍA

<p>STAL-07 Tablero Iluminación y tomas corredor (Electrónica)</p>	<p>STB-03 Subtablero Planta Baja-Bloque B (Electrónica)</p>
<p>1X32A Breaker 1 Polo 32 Amperios</p>	<p>2X10A Breaker 2 Polos 10 Amperios</p>
<p>1X20A Breaker 1 Polo 20 Amperios</p>	<p>3X32A Breaker 3 Polos 32 Amperios</p>
<p>2X32A Breaker 2 Polos 32 Amperios</p>	<p>3X10A Breaker 3 Polos 32 Amperios</p>
<p>6A Portafusible cerámico de 6A</p>	

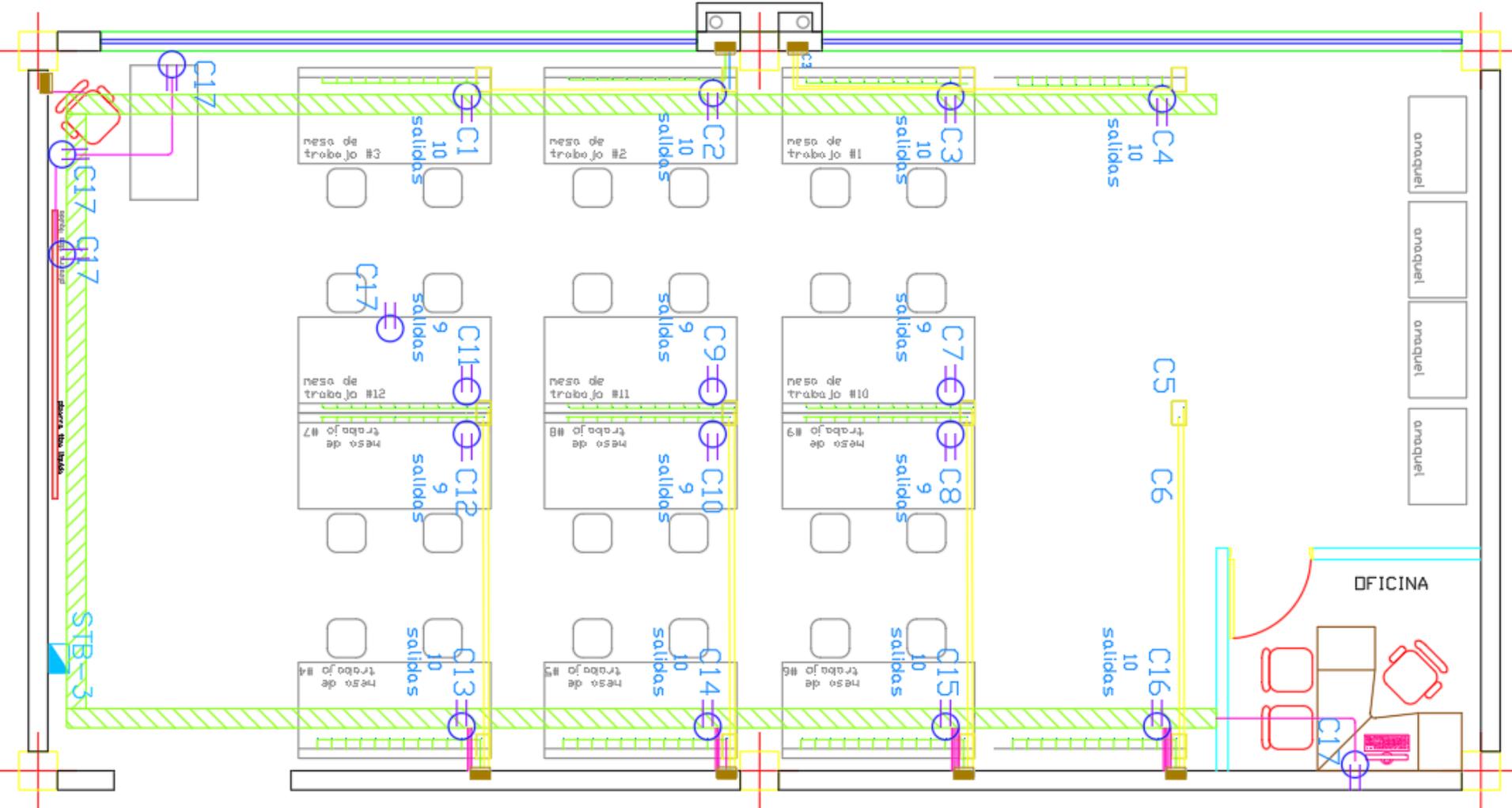


## Tomacorrientes 120V :

Para circuitos monofásicos se usaron los siguientes tomacorrientes:



# Plano de Tomacorrientes 120V:

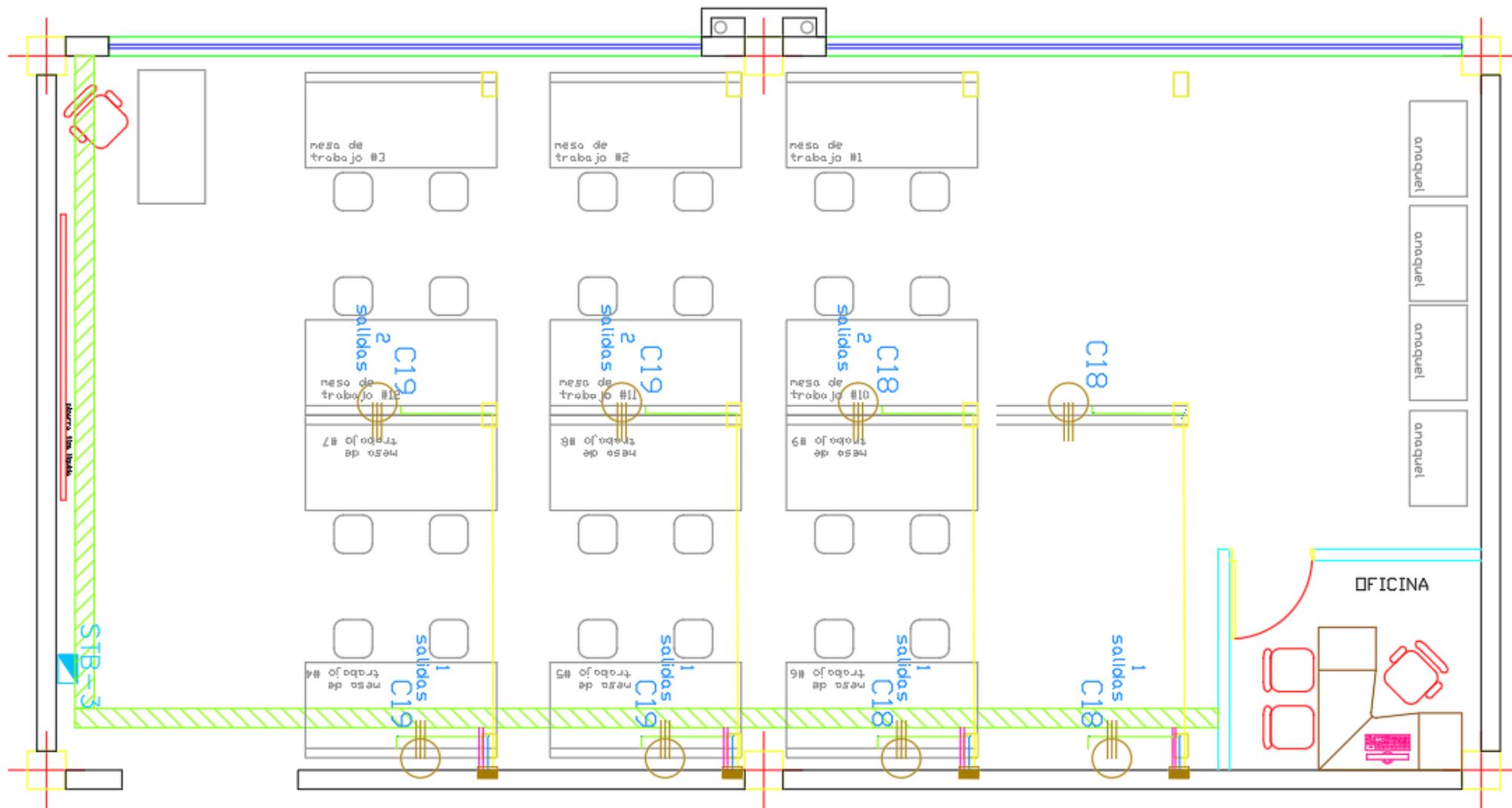


## Tomacorrientes 220V:

Para circuitos bifásicos se usaron los siguientes tomacorrientes:



# Plano de Tomacorrientes 220V:

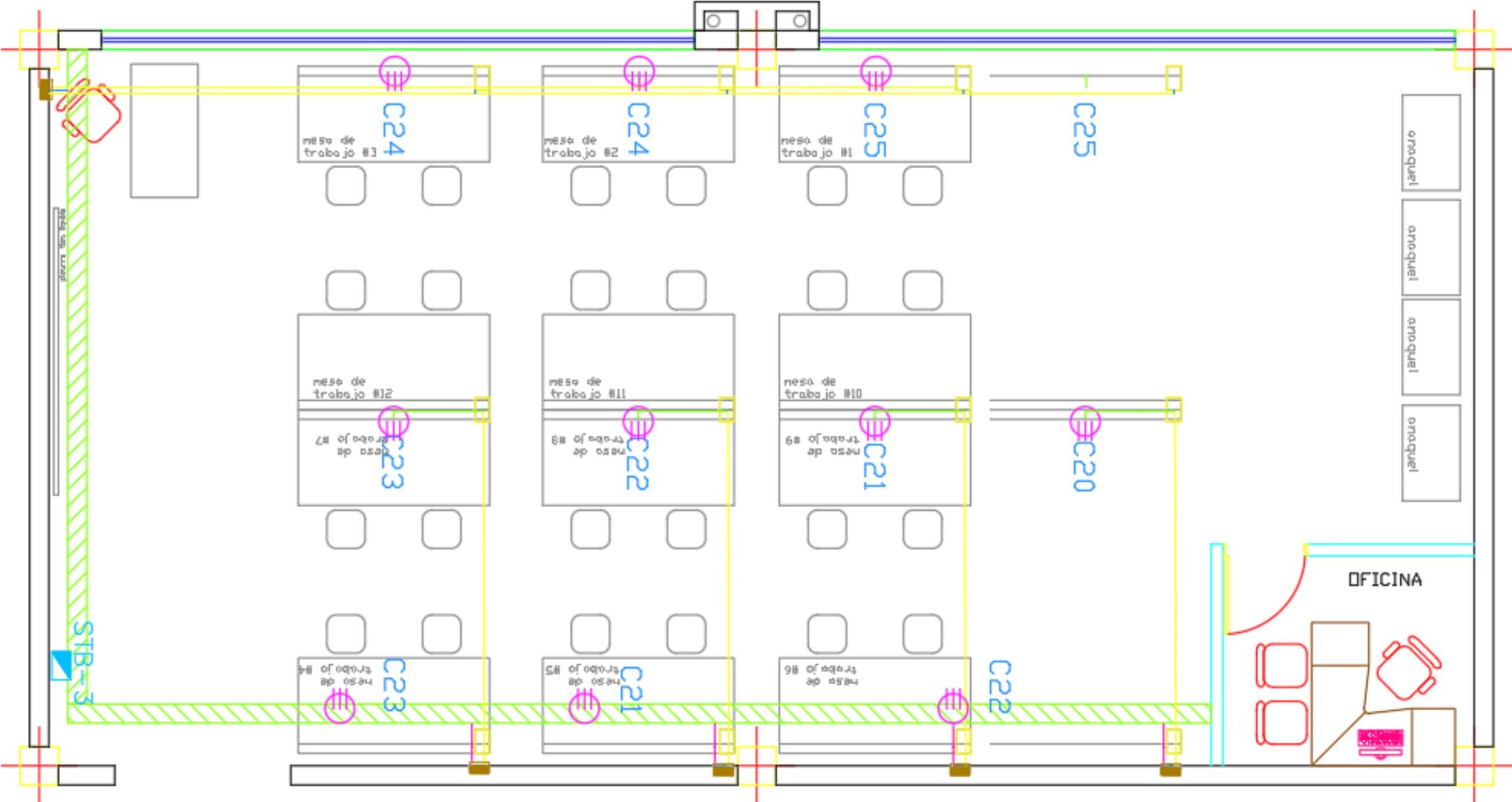


## Tomacorrientes 220V 5H:

Para circuitos trifásicos a 220V se usaron los siguientes tomacorrientes:



# Plano de Tomacorrientes 220 5H:



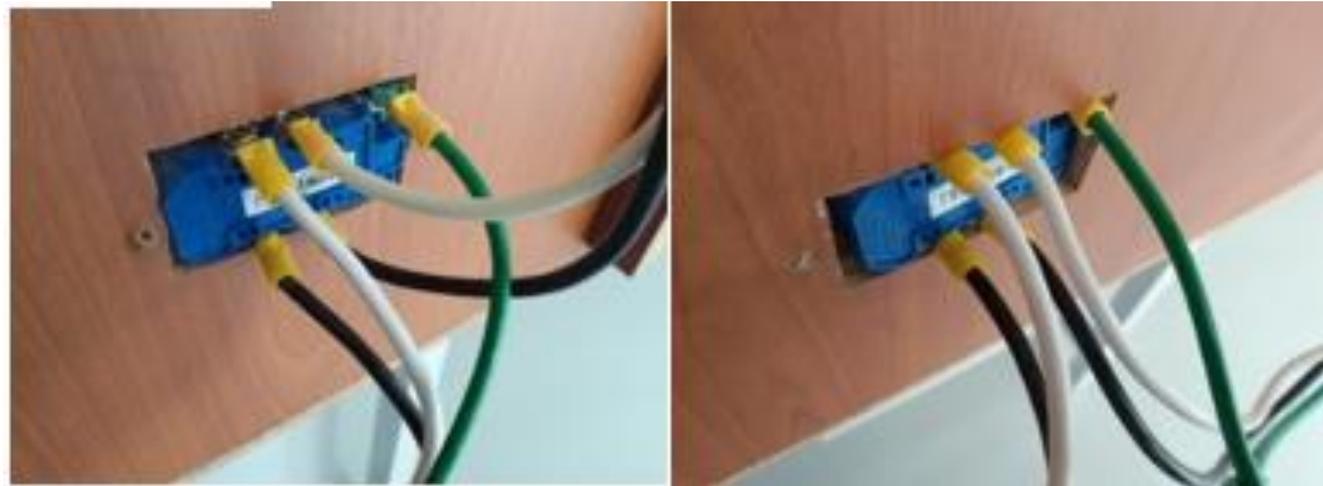
## Puntos de RED

Para puntos de red se instalaron los siguientes elementos:



## Terminales:

Los terminales eléctricos empleados para la instalación de las mesas de trabajo fueron los terminales tipo U como se muestra en la siguiente figura:



## Luz Piloto:

La luz piloto es un elemento que nos ayuda a mostrar si las mesas de trabajo se encuentran energizadas o desenergizadas.



# Análisis de iluminación en DIALux:



# Tipo De Lámparas Utilizadas En Los Laboratorios

Los laboratorios cuentan con una cantidad de 23 lámparas que se pueden visualizar en la ficha técnica:



Ideales para iluminación de interiores como almacenes, oficinas, corredores y ambientes secos y libres de corrosión, para sobre poner en bases y/o superficies de lozas fijas.

#### CARACTERÍSTICAS:

- Difusor acrílico primático.
- Bandeja fabricada de acero de 0.40mm.
- Pintura en polvo electrostática.
- Soporte T8.
- Incluye dos tubos led de 18W (luz blanca).

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Código	3789
Voltaje	120-240V
Factor de Potencia	>70%
Método de Encendido	Instant Start
Lúmenes	3600lm
Medidas	122x18.1x5cm
Numero de Tubos	2
Tonalidad	Luz Blanca



# Tipo De Lámparas Utilizadas En Los Laboratorios

Oficina:

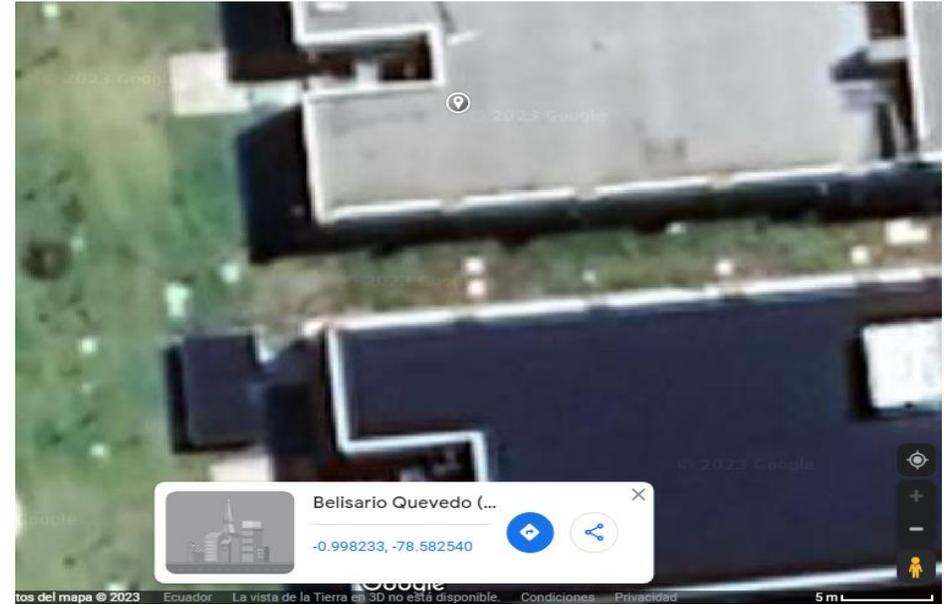


Aula:



# Orientación De Terreno

Para el análisis de la luminaria con el programa DIALux, se requiere de forma inicial las coordenadas del laboratorio, estas coordenadas son: Longitud -78.59 y Latitud de -0.99.



Orientación de terreno	
Local	Quito
Longitud	-78.59 °
Latitud	-1.00 °
Orientación hacia el norte	320.00 °
Zona horaria	(UTC-05:00) Bogotá, Lima,

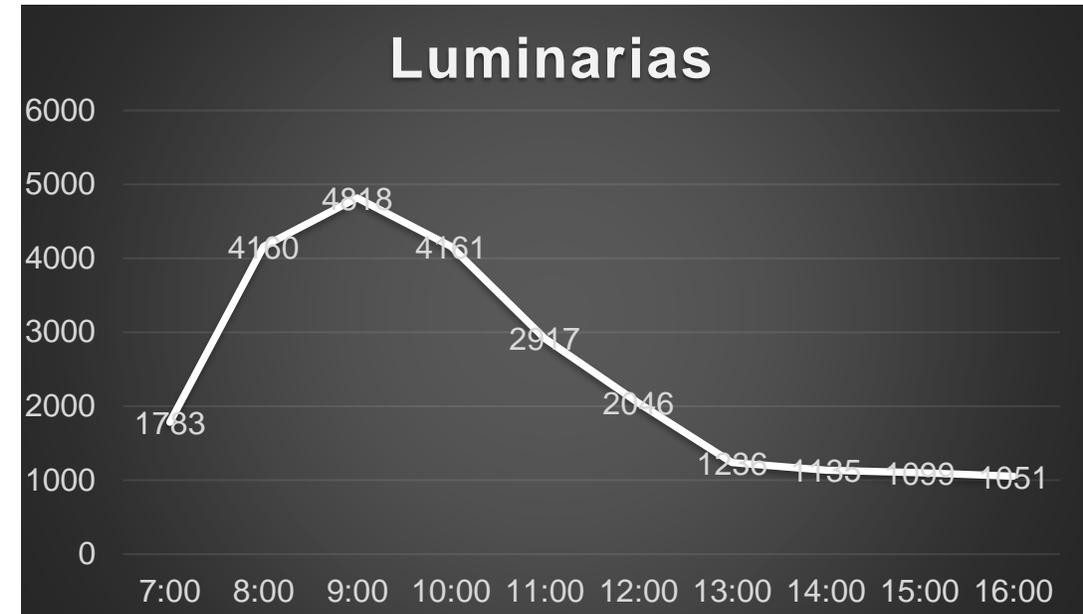
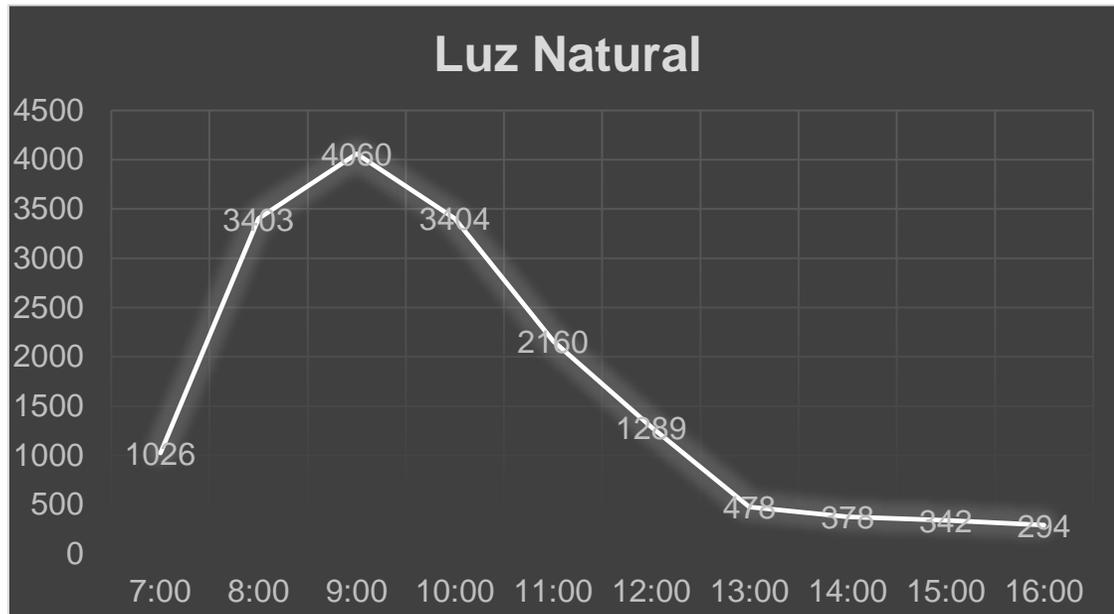


## Análisis de iluminación en DIALux

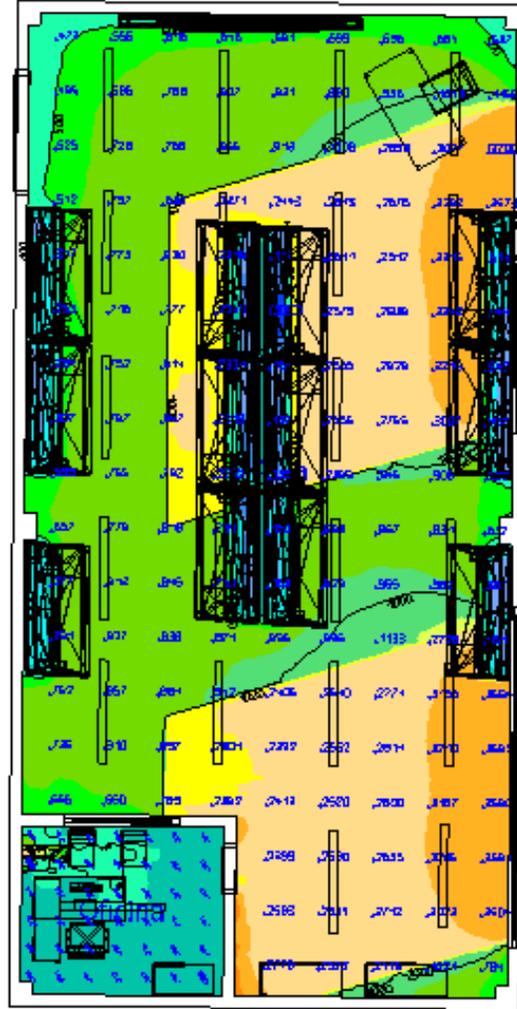
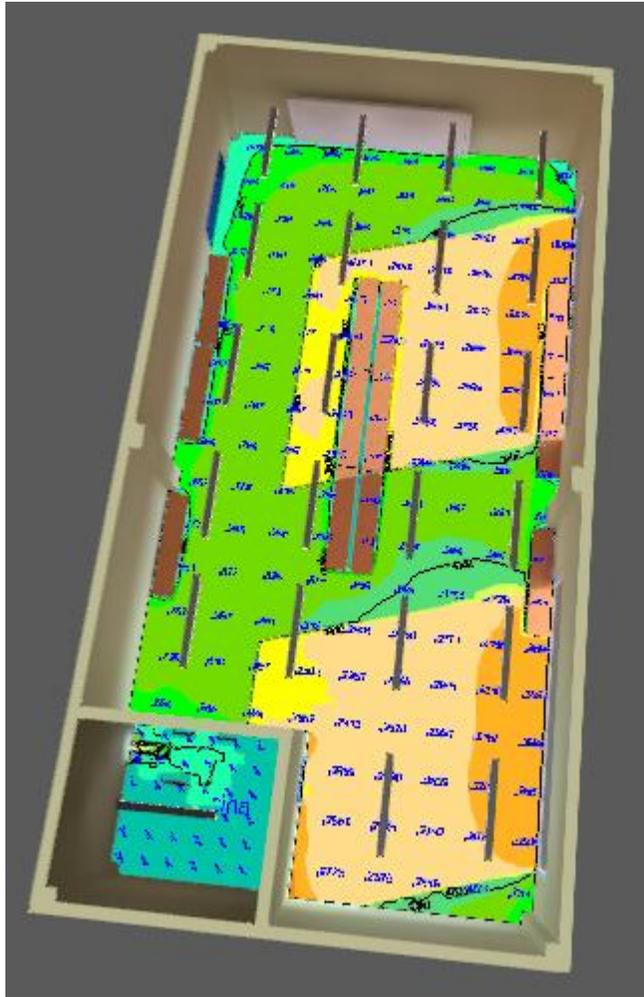
Horarios de trabajo del Laboratorio	Tipos de Cielo / Luz Natural			Tipos de Cielo / Luminarias		
	Despejado [lx]	Medio [lx]	Cubierto [lx]	Despejado [lx]	Medio [lx]	Cubierto [lx]
7:00	1026	443	76.6	1783	1201	716
8:00	3403	1876	76.6	4160	2634	718
9:00	4060	2638	76.6	4818	3396	716
10:00	3404	2476	76.6	4161	3234	716
11:00	2160	1678	76.6	2917	2436	716
12:00	1289	1032	76.6	2046	1790	716
13:00	478	567	76.6	1236	1324	716
14:00	378	543	76.6	1135	1301	716
15:00	342	506	76.6	1099	1263	716
16:00	294	363	76.6	1051	112	716
Promedio	1683.4	1212.2	76.6	2440.6	1869.1	716



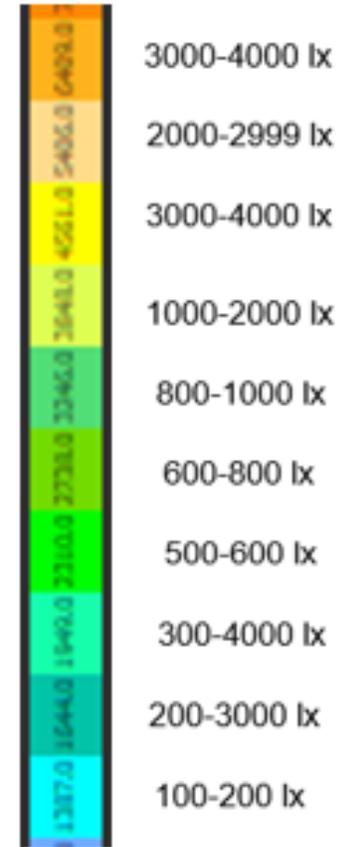
## Análisis de iluminación en DIALux Cielo Despejado



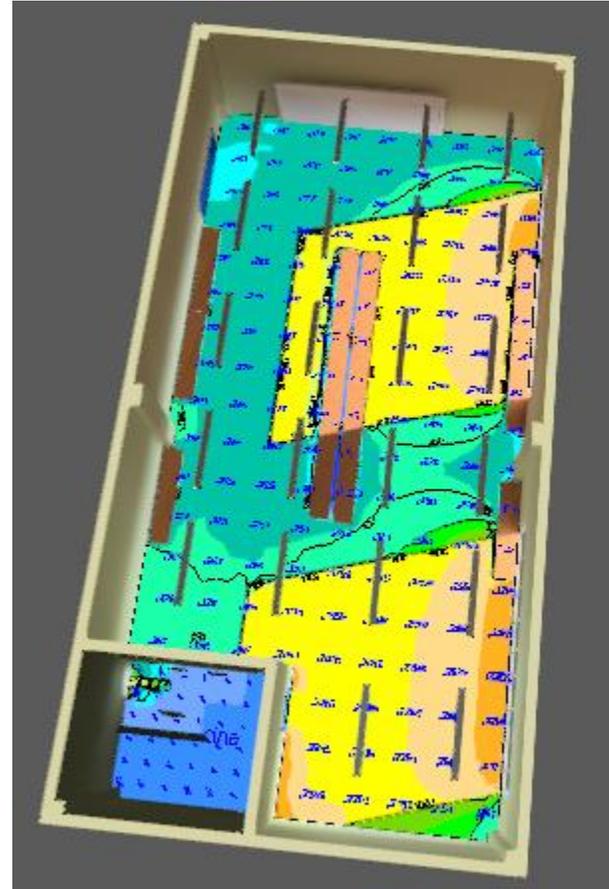
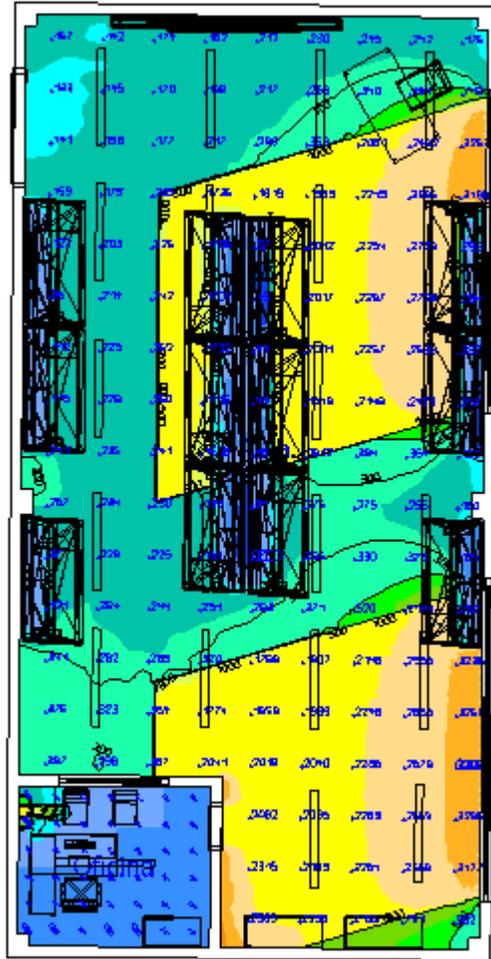
# Cielo despejado con Luz artificial:



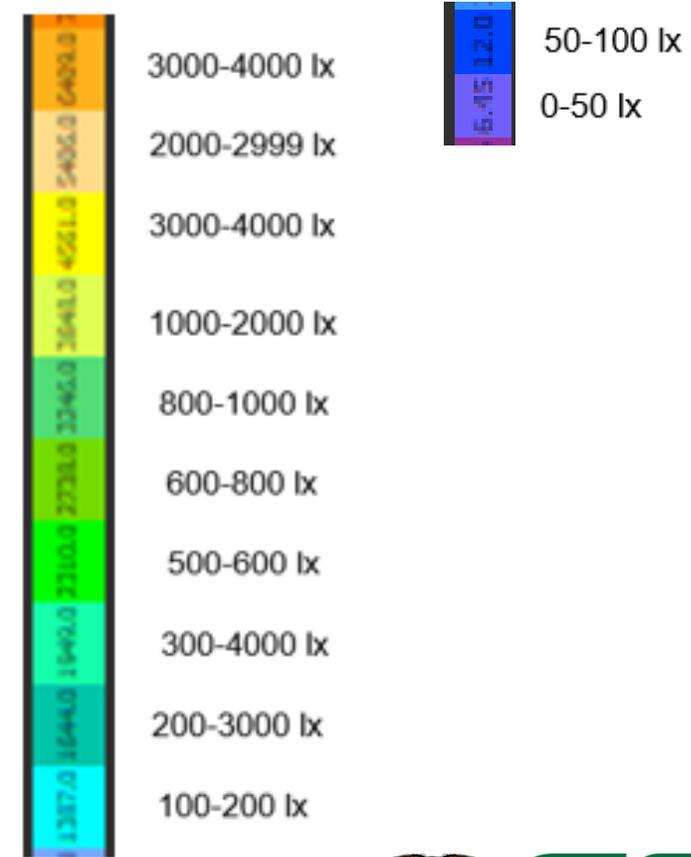
*Rangos de intensidad lumínica*



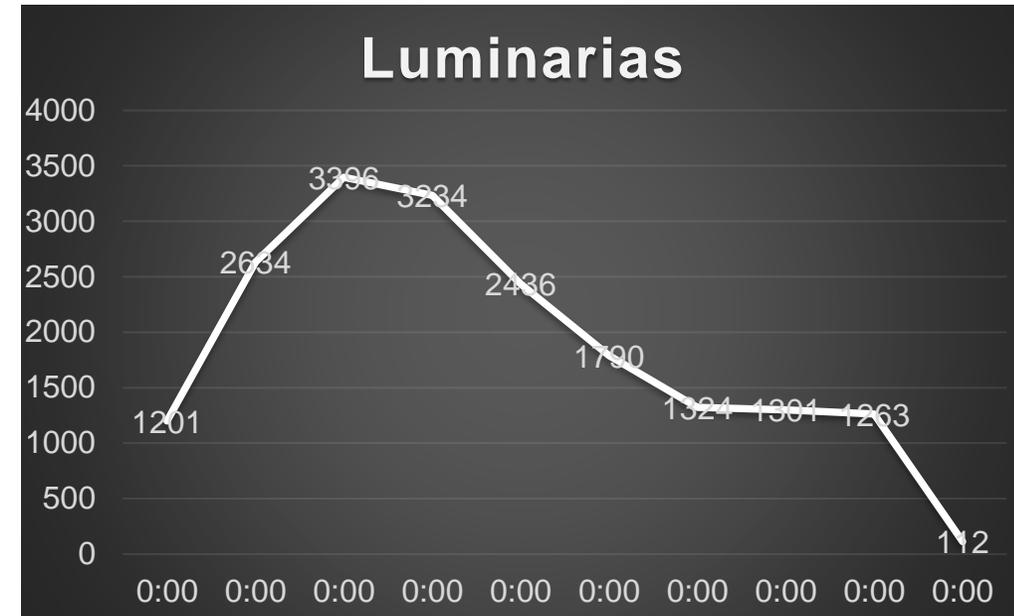
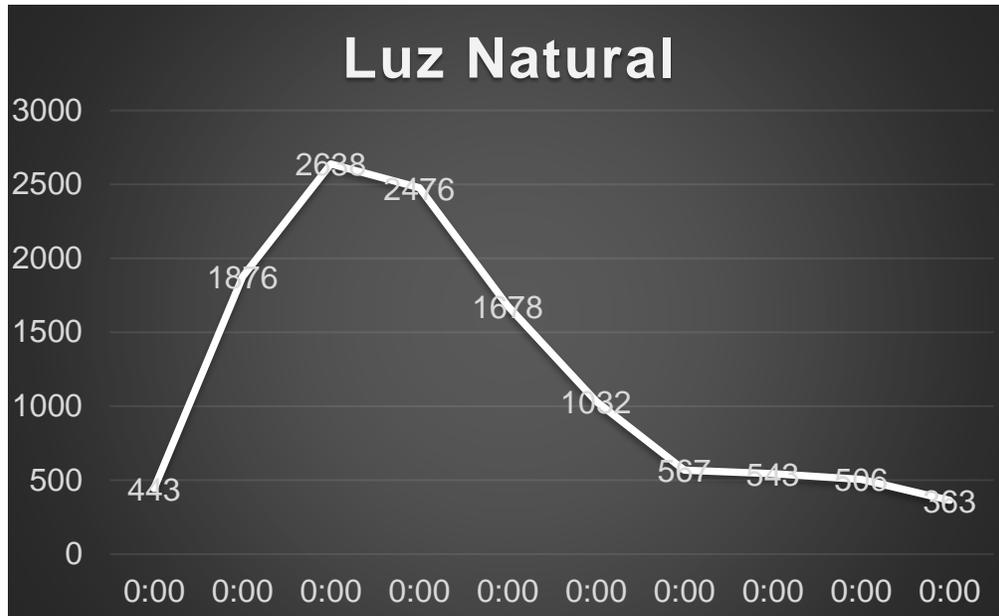
# Cielo Despejado luz natural:



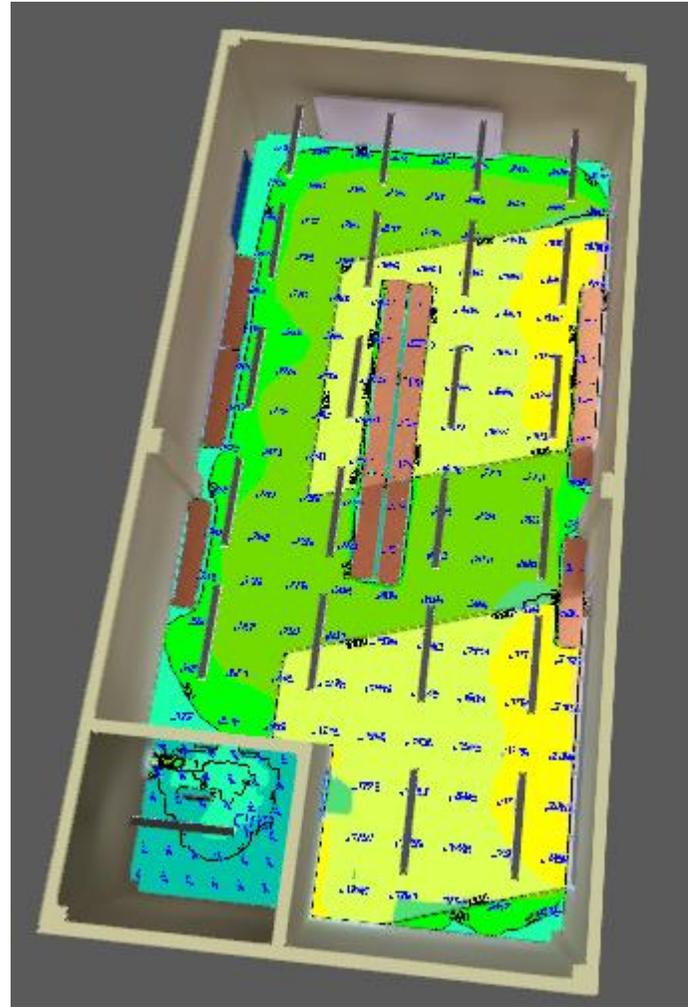
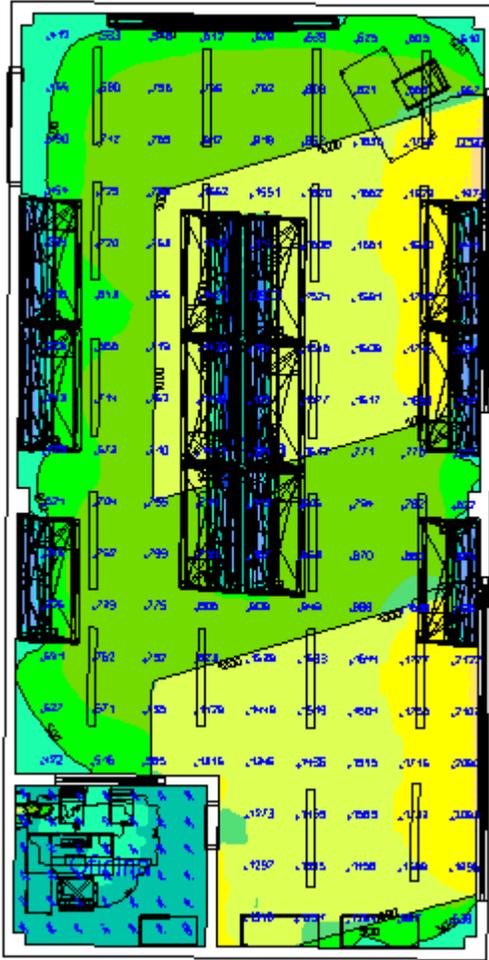
## Rangos de intensidad lumínica



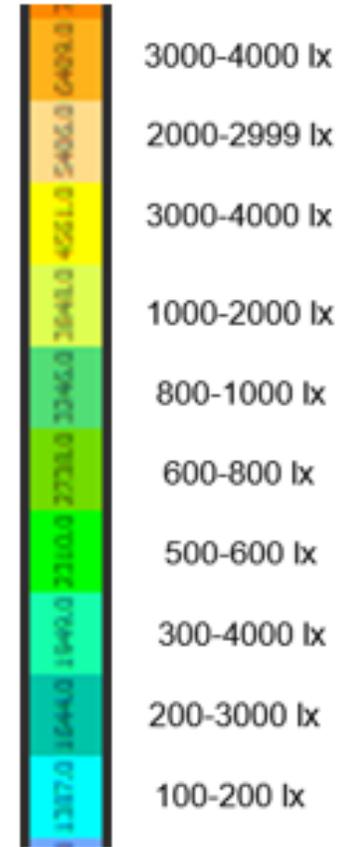
## Análisis de iluminación en DIALux Cielo Medio



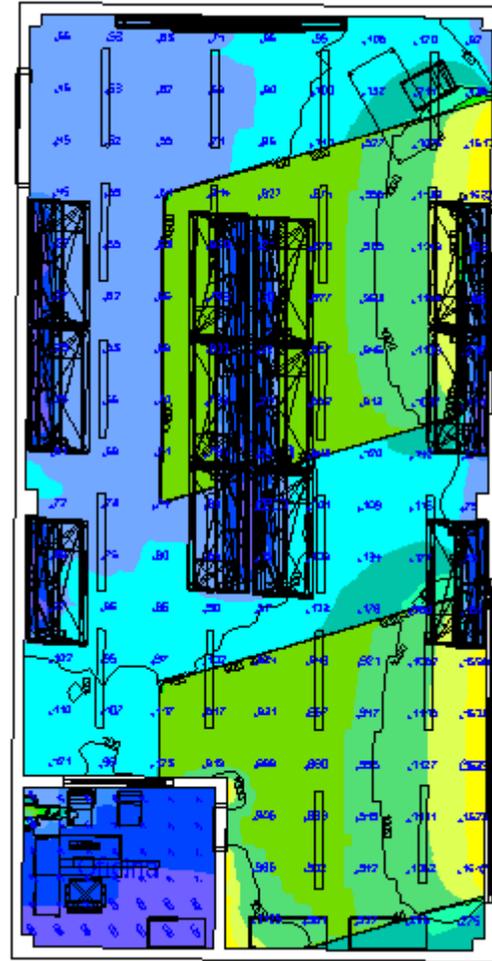
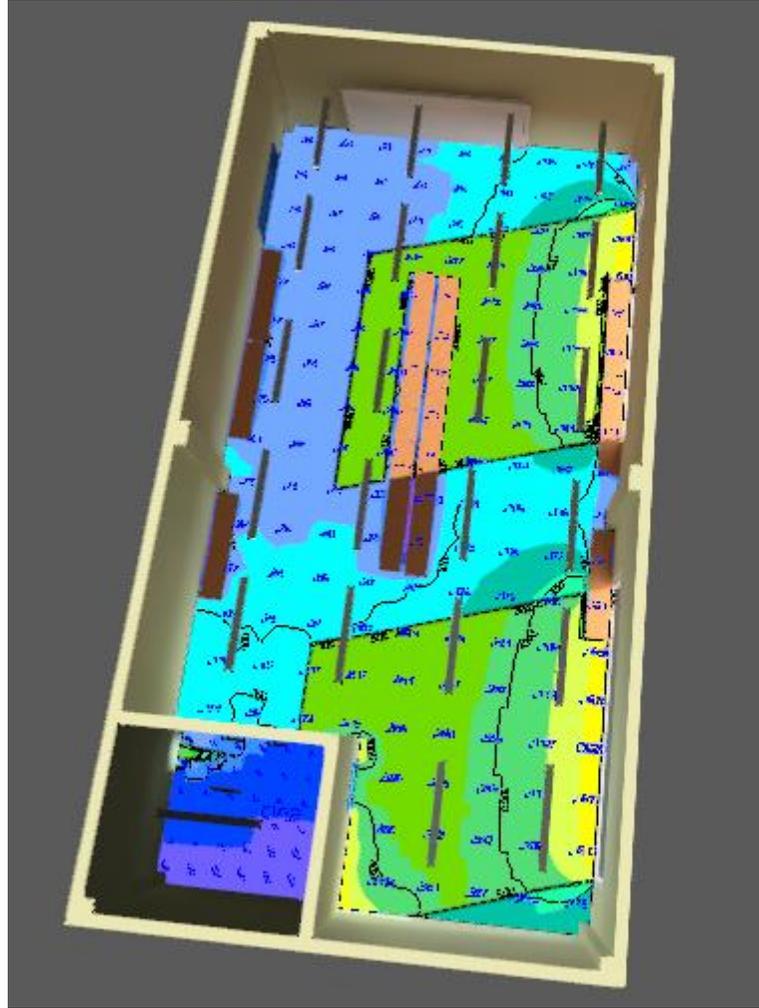
# Cielo Medio luz Artificial:



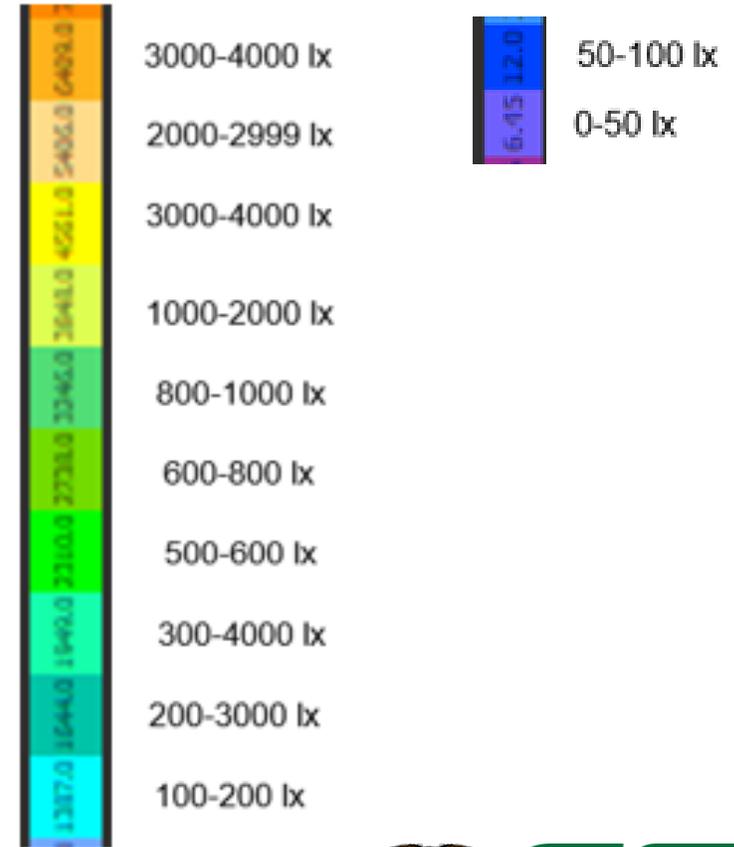
*Rangos de intensidad lumínica*



# Cielo Medio con Luz Natural:



## Rangos de intensidad lumínica



# CONCLUSIONES

- La instalación eléctrica en las mesas del laboratorio se realizó con el uso de las normativas vigentes indicando las características técnicas con las que deben contar los elementos y su dimensionamiento.
- Para la habilitación total de las mesas de trabajo del laboratorio se instalaron 9 puntos de conexión para alimentación de 120, 220 y 360 Voltios y un punto para red de internet en cada mesa.



# CONCLUSIONES

- Mediante el uso del software DIALux se constató que los laboratorios cuentan con un porcentaje de iluminación excesiva durante las mañanas, debido a que no cuentan con persianas que disminuyan las entradas de luz natural.
- Con ayuda del software Solid Works se realizó el diseño para las mesas de trabajo, gracias a que este programa nos permite crear objetos con un resultado realístico, esto ayuda a ubicar los diferentes puntos y elementos.



# RECOMENDACIONES

- En el levantamiento de información debemos adquirir los datos importantes de cada elemento para su adquisición, ya que puede haber la posibilidad de que algunos de estos elementos sean difíciles de adquirir dentro del país.
- Para realizar un mantenimiento de la instalación realizada se debe contar con las herramientas y diagramas necesarios para no producir ningún error.
- Realizar un análisis de la curva de disparo para los interruptores termomagnéticos que se van a usar es importante, ya que de esta manera se podrá entender de mejor manera el funcionamiento del sistema en caso de sobrecargas o cortocircuitos.



# RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar qué tipo de equipos y/o circuitos van a conectarse, debido a que dependiendo de esto se debe considerar que los elementos cuenten con una conexión a tierra, al conectar circuitos inestables importe que los tomacorrientes cuenten con una conexión a tierra.
- Al realizar el análisis de iluminación se debe considerar la normativa que vamos a usar, ya que desde ese punto podremos determinar si la instalación de iluminación es óptima para un laboratorio estudiantil.





**GRACIAS**