

Universidad Nacional de La Pampa

Facultad de Ingeniería

Carrera: Ingeniería Electromecánica (Plan 2015)

Proyecto y Diseño Final

Diseño de instalación eléctrica y aire comprimido en taller de alineación y balanceo

Empresa: Alineación y Balanceo DARIO

Autor: Rinaldi Juan Carlos

Carrera: Ingeniería Electromecánica

Grado académico alcanzado: Ingeniero Electromecánico.

Legajo: 3191

Tutor académico: Ing. Nicolás Schpetter

Co-tutor académico: Ing. Pablo Azcona

Lugar de Presentación: Facultad de Ingeniería, General Pico, La Pampa

Fecha de Aprobación: 13/11/2024

Jurado: Ing. Fruccio Walter.

Jurado: Ing. Castellino Ariel.

Jurado: Ing. Bagnati Mauro.

Resumen:

El siguiente documento trata sobre el Proyecto y Diseño Final (PyDF) de la carrera Ingeniería Electromecánica. El mismo se encuentra estructurado conforme a lo dictado por la resolución N° 069/21 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa.

El PyDF se llevó a cabo en el Taller de alineación y balanceo de Stark Darío. El mismo se encuentra situado en la calle 10 número 136, entre las calles 101 y 103, en la ciudad de General Pico, La Pampa.

El proyecto se enfocó en dar solución a problemáticas presentes en el taller, estas problemáticas surgen por actualización de máquinas y herramientas o cambios en el layout. Los proyectos abordados son: cálculo y diseño de aire comprimido, cálculo de iluminación, cálculo y diseño de instalación eléctrica y cálculo de carga de fuego y número de medios de escape. Cada proyecto se realizó cumpliendo la reglamentación vigente con el objetivo de mejorar la productividad como la seguridad.

Summary:

The following document deals with Final Project and Design (PyDF) of the Electromechanical Engineering degree. It is structured in accordance with the provisions of resolution N°. 069/21 of the Board of Directors of the Faculty of Engineering of the National University of La Pampa.

The PyDF was carried out at the Stark Darío Alignment and Balancing Workshop. It is located on 10th Street number 136, between 101st and 103rd streets, in the city of the General Pico, La Pampa.

The project focused on solving problems present in the workshop, these problems arise due updating machines and tools or changes in the layout. The projects addressed are: calculation and design of compressed air, lighting, electrical installation calculation and fire load and number of means of escape. Each project was carried out in compliance with current regulations with the objective of improving productivity and safety.

Descripción:

El taller se especializa en brindar mantenimiento y reparación de sistemas de tren delantero y trasero, así como en la restauración de suspensión y dirección de vehículos automotores. Además proporciona servicios de alineación y balanceo, centrándose principalmente en automóviles, camionetas y utilitarios. Los trabajos mencionados se desarrollan en un taller con una superficie cubierta de 312,5m², (12,5m x 25m).

Dentro de las instalaciones se distinguen siete áreas de trabajo diferenciadas, cada una destinada a labores de diversa complejidad. Los vehículos ingresan al sector de trabajo correspondiente a la labor que debe realizarse en ellos, rotando a medida que avanzan en el proceso. Estos sectores de trabajo son: recepción, desmontaje, armado, limpieza, reparación, alineación y balanceo.

Además de los sectores de trabajo mencionados, el taller cuenta con cocina, baño, depósito y estacionamiento.

En el presente proyecto, se abordaron tareas esenciales en las instalaciones, con el objetivo de optimizar el funcionamiento y la seguridad.

Se diseñó y calculó la instalación de aire comprimido para abastecer a cada estación de trabajo. Esta es fundamental para proporcionar el suministro de aire necesario para el correcto funcionamiento de las herramientas y equipos neumáticos.

Además se diseñó y calculó la instalación eléctrica, para proveer un suministro seguro y eficiente en todas las áreas. Esto incluye la distribución de circuitos y la selección de los equipos de protección para garantizar la seguridad. También se realizó el cálculo de iluminación tanto para el taller como para la oficina, con el objetivo de alcanzar niveles óptimos que faciliten la realización de las tareas de manera eficiente y adecuada.

Otro aspecto abordado fue el cálculo de carga de fuego, para determinar la cantidad y el tipo de extintores necesarios. También se calculó el número de medios de escape.

Índice de contenido

Introducción	7
Desarrollo	8
Distribución de aire comprimido	8
Memoria Descriptiva	8
Memoria Técnica	10
Compresor	10
Tanque pulmón	10
Cañerías	11
Accesorios	12
Sistemas de tratamiento de aire	12
Herramientas y máquinas	14
Memoria de Cálculo	15
Cálculo del caudal de la instalación	15
Cálculo del tanque pulmón y compresor	18
Cálculo del condensado	21
Cálculo de la cañería y accesorios	22
Cálculo del Schedule	29
Cálculo de Iluminación	31
Memoria Descriptiva	31
Cálculo de iluminación taller	32
Memoria Técnica	32
Luminaria	32
Lámpara	32
Dimensión taller	33
Características constructivas del taller	33
Grado de reflexión	33
Intensidad media de iluminación	34
Memoria de cálculo	35
Cálculo del número de lámparas	35
Cálculo de rendimiento de la luminaria	36

Cálculo de rendimiento volumétrico	37
Cálculo de iluminación en oficina	39
Memoria Técnica	39
Luminaria	39
Tubo Led	39
Dimensión oficina	40
Características constructivas oficina	40
Grado de reflexión	40
Intensidad media de iluminación	41
Memoria de cálculo	42
Cálculo del número de lámparas	42
Cálculo de rendimiento de la luminaria	42
Cálculo de rendimiento volumétrico	43
Esquema de iluminación Taller	45
Esquema de iluminación oficina	46
Diseño y cálculo de instalación eléctrica	47
Memoria descriptiva	47
Memoria técnica	49
Tensión de suministro	49
Demanda de potencia máxima simultánea	49
Grado de electrificación	49
Línea de alimentación distribuidora	49
Línea principal de la distribuidora	49
Circuito seccional general	50
Línea de circuito seccional	50
Planillas de circuitos de tablero	51
Planilla de distribución de corriente	52
Memoria de cálculo	53
Determinación de la sección de los conductores	53
A partir de su corriente máxima admisible	53
A partir de la corriente asignada al dispositivo de protección	53

Por caída de tensión admisible	54
Por determinación de corriente de cortocircuito máxima	55
Por verificación de corriente de cortocircuito mínima	60
Por verificación de máxima exigencia térmica	62
Factores de corrección	63
Factor de potencia utilizado	63
Corriente de cortocircuito presunta en bornes del medidor de energía eléctrica	63
Gradiente de caída	63
Cálculo de caída de tensión	64
Interruptor automático termomagnético	65
Interruptor automático diferencial	65
Línea de circuitos y canalización	66
Canalización de circuitos	67
Cálculo y selección de tableros	68
Tablero seccional general	68
Por disipación de potencia	68
Por número mínimo de módulos	70
Tablero principal	71
Por disipación de potencia	71
Por número mínimo de módulos	71
Denominación de tableros	72
Especificaciones técnicas generales y particulares	72
Sistema de puesta a tierra de protección	72
Electrodo de puesta a tierra	72
Cámara de inspección	73
Conductor de puesta a tierra	73
Conducto de protección	73
Instalación en cañerías	74
Instalaciones subterráneas	75
Conductores	75
Tomacorrientes	76

Tableros	77
Cálculo de carga de fuego	79
Memoria Descriptiva	79
Memoria Técnica	80
Calculo de carga de fuego en Taller	80
Materiales combustibles en taller	80
Carga de fuego equivalente	82
Tabla potencial extintor	83
Conversión de unidades extintoras a capacidad de matafuegos	84
Extintores en taller	85
Calculo de carga de fuego en oficina	85
Materiales combustibles	85
Carga de fuego equivalente	85
Tabla potencial extintor	86
Extintores en taller	86
Distribución de extintores en taller y oficina	87
Cálculo de medios de escape	88
Memoria descriptiva	88
Memoria de cálculo	88
Cálculo de número de ancho de salida	88
Factor de ocupación	89
Número de persona a evacuar	89
Unidades de ancho de salida	90
Cálculo de número de medios de escape	90
Medios de escape en el edificio	91
Conclusión	92
Bibliografía	94

Introducción

El Proyecto se desarrolló en el taller de alineación y balanceo DARIO, el cual cuenta con una instalación de aire comprimido distribuida de forma radial abierta abasteciendo a cada estación de trabajo. Sin embargo esta instalación no fue calculada adecuadamente y presenta algunos inconvenientes, como una mayor caída de presión de la esperada y problemas de acumulación de condensado. Además, tanto el tanque pulmón como el compresor no tienen la capacidad necesaria para satisfacer las demandas diarias. Por este motivo el cálculo de la instalación y selección de cada componente es de vital importancia para mejorar su desempeño y eficiencia.

Otro aspecto a mejorar en el taller es su instalación eléctrica, la cual se encuentra desactualizada. Esto se debe a que los consumos o demandas eléctricas han ido cambiando con el tiempo, y la instalación se ajustó a esas demandas sin considerar si la sección de la línea es la adecuada o si las protecciones son las correctas. Por lo tanto, actualizar este punto es importante para mejorar la seguridad y llevar líneas directamente a los consumos. El cálculo de instalación eléctrica también se enfocó en mejorar la iluminación, ya que en la actualidad se encuentra por debajo del índice de iluminación recomendada para este tipo de actividad.

Además se calculó la carga de fuego equivalente para asegurar que el taller esté bien equipado, seleccionando los extintores adecuados. También se determinó el número de medios de escape para garantizar una evacuación eficiente en caso de emergencia.

DESARROLLO

DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Memoria Descriptiva

El suministro de aire comprimido se hará por medio de un compresor a pistón, el cual se encuentra junto al tanque pulmón de disposición horizontal, ubicados en una habitación contigua al taller en el sector patio.

El parque de máquinas neumáticas está compuesto por 7 zonas de trabajo:

- La zona 1 corresponde a una estación de reparación de piezas y conjuntos, en esta zona también se impriman las reparaciones. Las herramientas a utilizar son soplete, fresadoras, pistola de imprimación, atornilladores y pistolas de lavado de piezas.
- La zona 2 corresponde a una estación de desarme y reemplazo de piezas. La misma cuenta con un elevador. Las herramientas a utilizar son soplete, fresadoras, atornilladores de impacto, expansor de fuelles, crique, grasera.
- La zona 3 corresponde al sector de alineación. Las herramientas a utilizar son atornilladores, crique.
- La zona 4 corresponde a la estación de balanceo de ruedas y conjuntos. Las herramientas a utilizar son soplete, atornilladores de impacto y pico calibrador de presión.
- La zona 5 corresponde a la estación de desmontaje de partes y reparaciones grandes. Las herramientas a utilizar son soplete, fresadoras, atornilladores, crique, expansor de fuelle, entre otras.
- La zona 6 corresponde a estación de desmontaje y reformas, este sector cuenta con una fosa diseñada para en un futuro colocar una alineadora láser. Las herramientas a utilizar son fresadoras, atornilladores, sopletes y expansores.

- La zona de 7 corresponde a los vehículos terminados, próximos a alinear, rotar o balancear, se realizan control de presión de neumáticos, solo se utiliza una pistola para controlar presión.

La traza de las cañerías será del tipo abierto/ramificado, recorriendo la planta dispuestas sobre ménsulas vinculadas a la estructura del edificio. Las cañerías tendrán una pendiente en el sentido del flujo del aire del 0,3% con el fin de juntar condensado. Para ese mismo fin en el extremo de cada línea se colocará una purga. Además, todas las derivaciones serán tomadas de la parte superior de la línea, para evitar captar el condensado.

La cañería será roscada y pintada según norma IRAM 2407, es decir de color azul, para permitir su inmediata identificación. Las cañerías de servicio que van a cada estación de trabajo, bajarán hasta una altura de 1 m desde el nivel del suelo. En el extremo de las cañerías se colocarán válvulas esféricas para poder cortar el suministro en forma independiente, y en las máquinas manuales se colocarán válvulas de acople rápido para agilizar la conexión. Dependiendo del caso se colocará también sistemas de tratamiento de aire tipo FRL, FR o solo R.

Memoria Técnica

En este apartado se especifican los datos técnicos de todos los componentes de la instalación (compresor, tanque pulmón, cañerías, accesorios, herramientas y máquinas).

Compresor

Compresor	
Fabricante	Callone
Serie	Cal-corr-42
Tipo	Pistón Baja/Baja
Característica	2 cilindros
Numero de etapas	1
Presión de servicio [kg/cm ²]	8,5
Caudal nominal [m ³ /min]	1,25
Potencia Motor [Hp]	7,5
R.P.M	550
Construcción según norma ASME	



Tanque pulmón

Tanque Pulmón	
Fabricante	Callone
Disposición	Horizontal
Presión Admisible [kg/cm ²]	8,5
Volumen [Litros]	280
Conexión entrada/Salida	1"
Dimensión (Longitud/Diámetro) [cm]	145/50
Peso [kg]	250
Presión de Prueba [kg/cm ²]	42,1
Construcción según norma ASME	



Cañerías

Todas las cañerías según la norma ASTM A-53 GR A, con Schedule 40, presión de trabajo 8,15[kg/cm²]. En la Tabla 1 se observan los datos particulares de cada tramo:

Tramo	Tipo	Longitud [m]	Díámetro supuesto ["] (nomograma)
1	Ppal.	10	3/4
2	Sec.	10,25	1/2
3	Sec.	6,25	1/2
4	Sec.	5	1/2
5	Sec.	3	1/2
6	Sec.	9	1/2
7	Sec.	4	1/2
8	Sec.	4	1/2
9	Sec.	5	1/2
10	Sec.	7	1/2
11	Sec.	5	1/2
12	Sec.	4	1/2
13	Serv.	2	1/2
14	Serv.	2	1/2
15	Serv.	2	1/2
16	Serv.	2	1/2
17	Serv.	2	1/2
18	Serv.	2	1/2
19	Serv.	2	1/2
20	Serv.	2	1/2
21	Serv.	2	1/2

Tabla 1: Datos de cada tramo de cañería.

Accesorios

Todos los accesorios serán norma ASTM A-105 GR I, serie 2000, presión de trabajo 8,15 kg/cm². En la Tabla 2 se observa la lista de los accesorios utilizados:

Accesorios
Curva 180°
Codo 90°
Reducción 3/4" a 1/2"
Reducción 1" a 3/4"
T estándar
T lateral
Válvula esférica

Tabla 2: Accesorios utilizados.

Sistemas de tratamiento de aire

Se utilizarán sistemas FRL (Filtro, Regulador, Lubricador) para todos los servicios, excepto para la zona de pintura y en las zonas de calibrado de neumáticos donde se implementará sistema FR (Filtro, Regulador). En la zona de lavado de piezas se emplea R (Regulador).

FRL

FRL	
Fabricante	 WURTH
Cód.	90669910112
Poder filtrante [μm]	5
Presión Max de trabajo [bar]	9,8
Caudal nominal [Nm^3/min]	2,05
Diámetro de conexión [Pulg.]	1/2
Temperatura de operación [$^{\circ}\text{C}$]	[-10 ; 60]
Material del cuerpo	Aluminio/Plástico



FR

FR	
Fabricante	 WURTH
Cód.	90699001121
Poder filtrante [μm]	5
Presión Max de trabajo [bar]	10
Diámetro de conexión [Pulg.]	1/2
Temperatura de operación [$^{\circ}\text{C}$]	[-10 ; 60]
Material del cuerpo	Aluminio



R

R	
Fabricante	 WURTH
Cód.	90699261100
Presión Max de trabajo [bar]	10
Diámetro de conexión [Pulg.]	1/4
Temperatura de operación [$^{\circ}\text{C}$]	[-10 ; 60]
Material del cuerpo	Metal



Herramientas y máquinas

- ✓ 5 Atornilladoras de impacto 1/2", presión de trabajo 6,5 kg/cm².
- ✓ 3 Fresadoras mini 22000 rpm, presión de trabajo 6,5 kg/cm².
- ✓ 1 Fresadora angular 90°, velocidad 22000 rpm, presión de trabajo 6,5 kg/cm².
- ✓ 2 Atornilladores angular 1/2", presión de trabajo 6,5 kg/cm².
- ✓ 2 Pistolas de imprimación, presión de trabajo 6 kg/cm².
- ✓ 4 Pistolas manuales, presión de trabajo máx. 10 kg/cm².
- ✓ 1 Pistola Pulverizadora, presión de trabajo 6,5 kg/cm².
- ✓ 2 Expansores de fuelle, presión de trabajo 6,5 kg/cm².
- ✓ 3 Picos calibrador de presión para neumáticos.
- ✓ 1 Destalonadora/desmontadora de neumáticos, presión de trabajo 8,2 kg/cm².
- ✓ 1 Engrasadora neumática/manual 400cc, presión de trabajo 5 kg/cm².

Memoria de Cálculo

Cálculo del caudal de la instalación

En primer lugar, se calcularon los caudales de cada máquina herramienta en aire libre y los correspondientes coeficientes de utilización. Los valores de consumo de las mismas se obtuvieron de tablas a partir de catálogos de herramientas neumáticas. En particular, el valor de consumo de la destalonadora/desmontadora (zona 4) se obtuvo con las siguientes ecuaciones:

$$Q_N = Q_P \frac{(P_t + 1,033)}{1,033} \quad (1)$$

Donde:

- Q_N es el caudal en $[N \text{ m}^3/\text{min}]$
- Q_P es el caudal en $[\text{m}^3/\text{min}]$ a la presión de trabajo
- P_t la presión de trabajo en $[\text{kg}/\text{cm}^2]$.

$$Q_P = N \cdot E_f \cdot V_c \quad (2)$$

Donde:

- N es la cantidad de operaciones por minuto
- E_f vale 1 si el cilindro es de simple efecto y 2 si el cilindro es de doble efecto
- V_c es el volumen del cilindro en $[\text{m}^3]$.

$$V_c = \frac{\pi\phi^2}{4}l \quad (3)$$

Donde:

- V_c es el volumen del cilindro en $[m^3]$.
- ϕ es el diámetro del cilindro en $[m]$.
- l es la longitud del cilindro en $[m]$.

En la tabla 3 se muestran las características de los cilindros de la destalonadora y desmontadora que luego son utilizados en la tabla 4 para calcular en consumo real del taller.

	ϕ Diámetro cilindro $[m]$	l Longitud de recorrido del cilindro $[m]$	Vc Volumen del cilindro $[m^3]$	Ef.	N cantidad de operaciones por minutos $[min]$	Qp caudal a presión de trabajo $[m^3/min]$
Desmontadora	0,075	0,37	0,00163	1	0,5	0,000817
Destalonadora	0,075	0,304	0,0013	2	0,5	0,00134

Tabla 3: Características de cilindros de maquina desmontadora/destalonadora.

Luego para obtener el consumo de la instalación se multiplicó cada caudal individual por la cantidad de máquinas y por el factor de utilización de las mismas. Por último, se sumaron todos los caudales. Los datos y resultados se observan en la Tabla 4:

Herramienta	Consumo aire comprimido individual [m ³ /min]	Presión de trabajo [bar]	Presión de trabajo [kg/cm ²]	Consumo aire libre individual [N m ³ /min]	Cantidad	Coefficiente de uso	Consumo aire libre [N m ³ /min]
Atornillador de Impacto 1/2"	-	6,3	6,4	0,102	5	0,2	0,102
Fresadoras Mini	-	6,3	6,4	0,084	3	0,2	0,050
Fresadoras Angular 90º	-	6,3	6,4	0,085	1	0,2	0,013
Atornillador angular 1/2"	-	6,3	6,4	0,142	2	0,2	0,057
Pistola Imprimación	-	6	6,1	0,43	2	0,1	0,086
Soplete/Pistola Manual	-	6,3	6,4	0,25	4	0,2	0,200
Soplete Inflador	-	6,3	6,4	0,25	3	0,1	0,075
pistola Pulverizadora	-	6,3	6,4	0,15	1	0,2	0,030
Expansión Fuelles	-	6,3	6,4	0,18	2	0,1	0,036
Destalonadora	0,000817	8	8,2	0,0073	1	1,0	0,007
Desmontadora	0,00134	8	8,2	0,0119	1	1,0	0,012
Expiación/nuevas Herramienta (20%)	-	-	-	-	-	-	0,134
					Consumo aire libre [N l/min]	801,8	0,802
					Coefficiente por fugas	1,05	
					Consumo real aire libre [N l/min]	841,9	0,842

Tabla 4: Datos y resultados.

Cálculo del tanque pulmón y compresor

En primer lugar, se consideró un caudal de cálculo 5% mayor que el caudal total de la instalación a los efectos de compensar las posibles pérdidas de la misma (Tabla 3)

$$Q_N = Q_T * 1,05 \quad (4)$$

Donde:

- Q_N es el caudal en [N m³/min].
- Q_T es el caudal total de la instalación [N m³/min].

Luego se consideró un coeficiente de consumo de 90% y utilizando la Figura 1 para tiempo de maniobra del compresor, se obtuvieron los siguientes tiempos:

- operación ($t_0 = 11,2$ minutos).
- marcha ($t_M = 10$ minutos).
- parada ($t_P = 1,2$ minutos).



Figura 1: Tiempo de maniobra del compresor.

Seguidamente se obtuvo el caudal del compresor:

$$Q_c = \frac{Q_f}{0,90} \quad (5)$$

Donde:

- Q_c es el caudal del compresor en [m³/min]
- Q_f es el caudal de fábrica en [m³/min].

Considerando un compresor a pistón se tiene un máximo de 20 operaciones por hora, por lo cual:

$$t'_0 = \frac{60}{20} = 3 \quad (6)$$

Donde:

- t'_0 es el tiempo de ciclo operación real.

Luego el volumen del tanque pulmón será:

$$V_D = Q_c \frac{t'_0}{t_0} \quad (7)$$

Donde:

- V_D es el volumen del tanque pulmón en [m³]
- Q_c es el caudal del compresor en [m³/min]
- t'_0 es el tiempo de ciclo operación real en [min]
- t_0 es el tiempo de operación en [min].

En la tabla 5, se muestra el caudal real del taller, factor de uso del compresor con los tiempos de maniobra y el volumen requerido del tanque pulmón.

Caudal real del taller QF [m ³ /min]	Factor de servicio c	Caudal Compresor QC [m ³ /min]	Tiempo de parada tp [min]	Tiempo de marcha tm [min]	Tiempo de operación to [min]	Vd/QC	Volumen del tanque pulmón Vd [L]	Volumen del tanque pulmón Vd [m ³]
0,842	0,9	0,9354	1,2	10	11,2	0,27	250,564	0,251

Tabla 5: Tiempo de maniobra del compresor y volumen del tanque pulmón.

Por último, se seleccionó del catálogo el tanque pulmón y compresor descritos en la Memoria Técnica.

Cálculo del condensado

Para el cálculo del condensado se utilizó la siguiente ecuación:

$$C = 7,2 \times 10^{-4} * G * \varphi * (X_{si} - X_{sf}) \quad (8)$$

Donde:

- C es el condensado en [l/h]
- G es el caudal nominal aspirado por el compresor en [N m³/min]
- φ es el porcentaje de carga del compresor (t_M/t_0) en [%]
- X_{si} es la humedad absoluta del aire aspirado en [g de agua/kg de aire seco]
- X_{sf} es la humedad absoluta del aire comprimido en [g de agua/kg de aire seco].

Los valores de los tiempos de marcha y de maniobra del compresor son los obtenidos en el punto anterior. El valor del caudal del compresor es el que figura en la Memoria Técnica. Los valores de X_{si} y X_{sf} se obtienen del Figura 2 “nomograma de presión y humedad”:

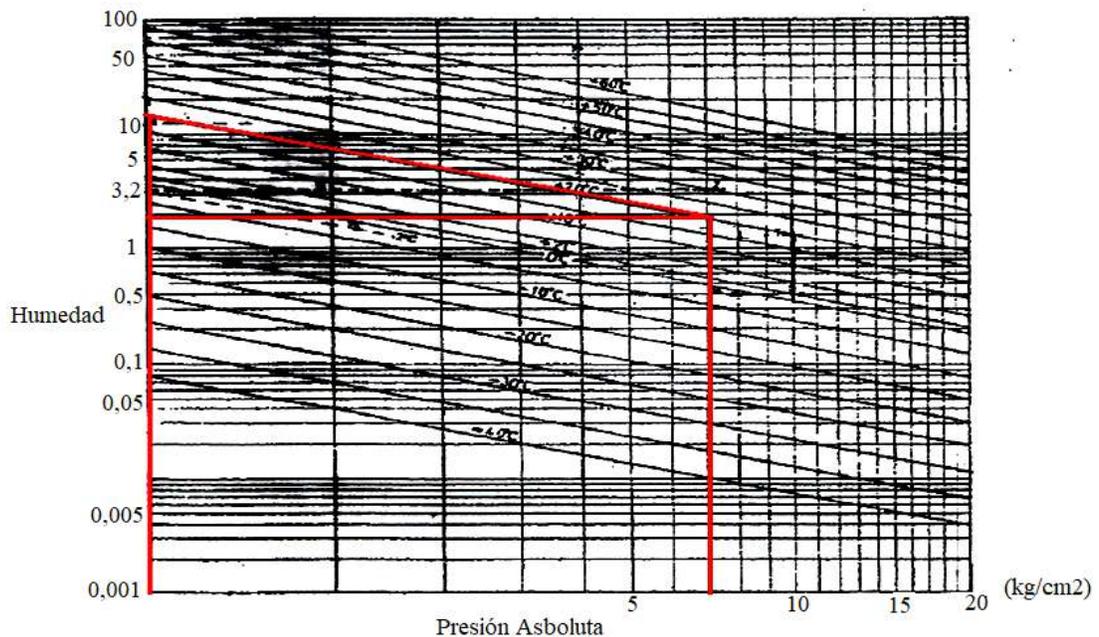


Figura 2: Nomograma de presión y humedad.

Finalmente, se calculó el condensado total, como puede verse en Tabla 6:

Cañería	Tramo	Caudal Fabrica QF [m ³ /min]	Factor de servicio c	Xsi	Xsf	Condensado [l/h]
Ppal.	1	0,94	90	12	1,5	0,636

Tabla 6: Condensado en la cañería principal.

Cálculo de la cañería y accesorios

Se trabajó con una presión en todas las cañerías de 8,15 kg/cm² ya que esta es la máxima presión que requiere el sistema. Los cálculos se realizaron desde la cañería principal hacia las de servicio.

En primer lugar, se definió una variación de presión (Δp) porcentual para cada tramo de cañería, teniendo en cuenta que desde la salida del tanque pulmón hasta la unidad FRL no se debe superar el 3% de caída. Seguidamente se calculó su valor sacando el porcentaje sobre la presión de la cañería en [kg/cm²].

Luego se calculó la caída de presión por metro como $\Delta p/l$, donde Δp es el valor calculado de la caída de presión y l la longitud de la cañería en [m].

Posteriormente se ingresó al nomograma de caudal, caída de presión por metro y presión de trabajo –el cual se muestra en el Figura 3- obteniendo el diámetro nominal tentativo de la cañería en [pulgadas]. A modo de ejemplo, se indica cómo obtener el diámetro de cañería para un caso general.

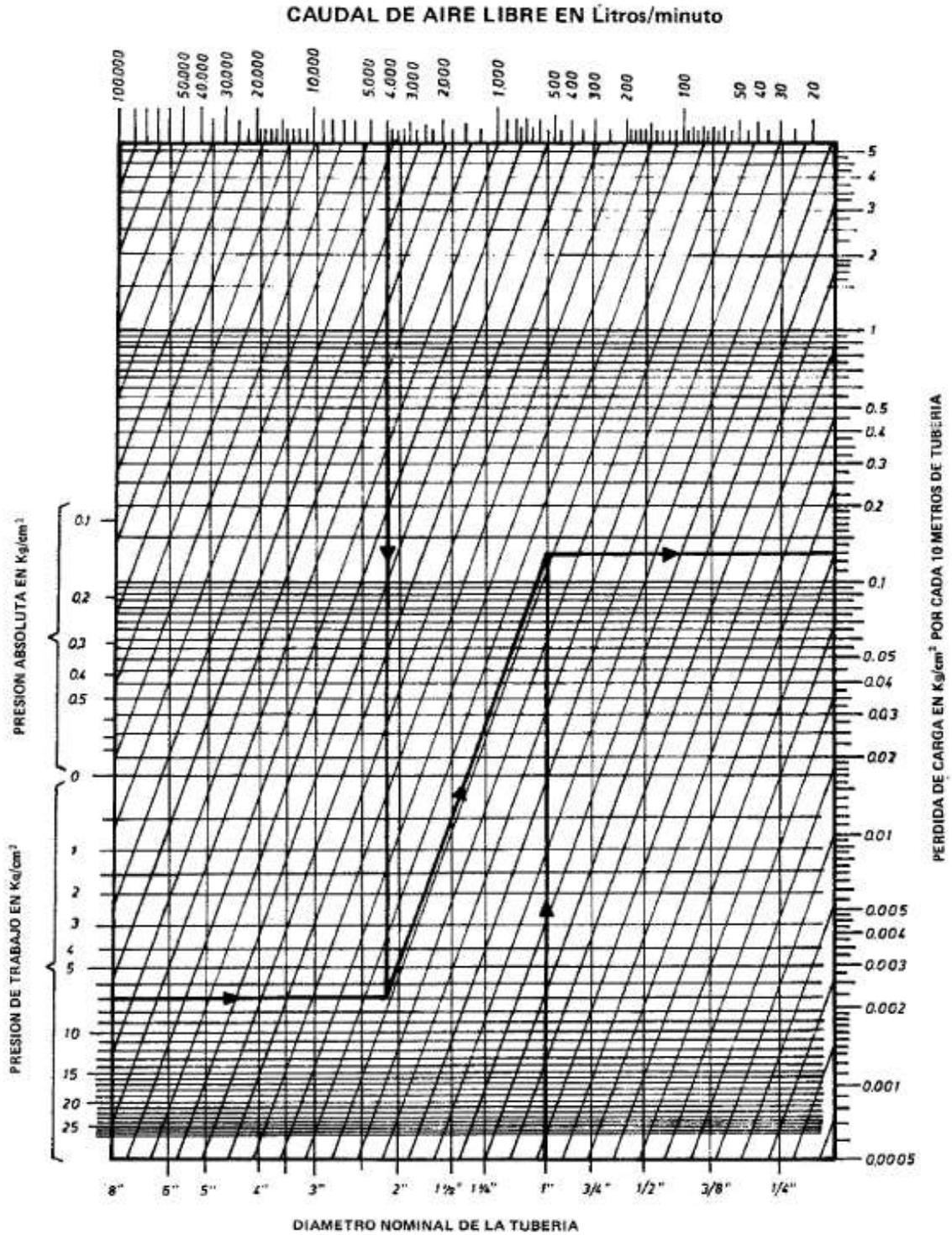


Figura 3: Nomograma de cálculo de cañería.

Seguidamente con este diámetro se calcularon las longitudes equivalentes de los accesorios, utilizando los datos de la Tabla 7 provista por el fabricante:

Accesorio Diámetro	0,015 m	0,020 m	0,025m	0, 03 m	0,04 m	0,05 m	0,065 m	0,080 m	0,125 m
	15 mm 1/2"	20 mm 3/4"	25 mm 1"	30 mm 1 1/4"	40 mm 1 1/2"	50 mm 2"	65 mm 2 1/2"	80 mm 3"	125 mm 5"
Codo Elbow	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	1,4	1,8	3,2
Curva a 90	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,5
Codo de 90	1,0	1,2	1,6	1,8	2,2	2,6	3,0	3,9	7,1
Curva de 180	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,7	2,0	2,6	4,1
Válvula esf.	0,8	1,1	1,4	2,0	2,4	3,4	4,0	5,2	9,4
Válvula comp.	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	1,2
T estandar	0,1	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,5
T lateral	0,5	0,7	0,9	1,4	1,6	2,1	2,7	3,7	6,4

Tabla 7: Longitudes equivalentes de accesorios.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8:

Tramo	Tipo	Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente [m]
1	Ppal. 3/4"	Codo 90	1	1,2
		Válvula esf.	1	1,1
2	Sec. 3/4"	Válvula esf.	1	1,1
		T lateral	1	0,7
3	Sec.3/4"	codo 90	1	1,2
		T estándar	1	0,5
4	Sec.1/2"	Red 3/4 a 1/2	1	0,35
		T estándar	1	0,1
5	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
6	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
7	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
		Válvula esf.	1	0,8
		Codo 90	1	1
8	Sec.1/2"	T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
		Red 1 a 3/4	1	0,7
		codo 90	1	1
9	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
10	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
11	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
12	Sec.1/2"	T estándar	1	0,1
		Válvula esf.	1	0,8
		codo 90	1	1

Tramo	Tipo	Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente [m]
13	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
		T lateral	1	0,5
14	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
15	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
16	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
17	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
18	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
19	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
20	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8
21	Serv.1/2"	Curva 180	1	0,5
		T lateral	1	0,5
		Válvula esf.	1	0,8

Tabla 8: Accesorios utilizados en cada tramo y su longitud equivalente.

Las longitudes equivalentes calculadas se sumaron a la longitud total, para calcular una nueva caída de presión por metro como $\Delta p/l_{eq}$ donde l_{eq} es la nueva longitud equivalente en [m].

Ingresa nuevamente al nomograma de la Figura 3 con la nueva caída de presión por metro, el caudal y la presión, se obtiene un nuevo diámetro nominal, el cual puede ser igual o mayor al anterior. Este es el valor adoptado como diámetro nominal de la cañería.

Se adoptó como sección mínima de la cañería 1/2 [pulgada], esta medida agiliza el montaje y brinda mayor flexibilidad a la instalación.

Por último, conociendo el Schedule del caño y el diámetro nominal se calculó el diámetro interior de la cañería como:

$$\phi_i = \phi_e - 2t \quad (9)$$

Donde:

- ϕ_i es el diámetro interior del caño en [mm]
- t el espesor del caño en [mm]
- ϕ_e es el diámetro exterior del caño en [mm].

Con este diámetro se calculó la velocidad del aire como:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \phi^2} \quad (10)$$

Donde:

- Q es el caudal en [m³/s]
- ϕ es el diámetro interior del caño en [m]
- v es la velocidad del aire en [m/s].

La caída de presión final en cada tramo (porcentaje acumulado de caída de presión) es la suma de las caídas, desde la válvula esférica en salida del compresor hasta las válvulas de tratamiento de aire en los servicios y las válvulas de drenaje de condensado ubicadas al final de cada línea.

En la Tabla 9 se observan los valores calculados para cada tramo:

Tramo	Tipo	Longitud [m]	Presión de trabajo [kg/cm ²]	Caída de presión [%]	Presión de trabajo afectada por caída [kg/cm ²]	Caída de presión [kg/cm ² * m]	Diámetro supuesto ["] (nomograma)	Velocidad [m/s]	Longitud total [m]	Diámetro propuesto [Pulgadas]	Porcentaje acumulado para verificar el 3%	Diámetro final [Pulgadas]
1	Ppal.	10	8,15	1	8,232	0,00815	3/4	5,1	12,3	3/4	0,81	3/4
2	Sec.	10,25	8,15	0,7	8,207	0,00557	1/2	5,7	12,05	3/4	1,41	3/4
3	Sec.	6,25	8,15	0,4	8,183	0,00522	1/2	5,4	8,0	3/4	1,72	3/4
4	Sec.	5	8,15	0,3	8,174	0,00489	1/2	4,6	5,5	1/2	2,00	1/2
5	Sec.	3	8,15	0,2	8,166	0,00543	1/2	2,6	3,1	1/2	2,19	1/2
6	Sec.	9	8,15	0,2	8,1663	0,00181	1/2	0,7	9,1	1/2	2,39	1/2
7	Sec.	4	8,15	0,1	8,15815	0,00204	1/2	0,1	5,9	1/2	2,46	1/2
8	Sec.	4	8,15	0,9	8,22335	0,01834	1/2	4,0	7	1/2	1,33	1/2
9	Sec.	5	8,15	0,4	8,1826	0,00652	1/2	3,1	5,1	1/2	1,72	1/2
10	Sec.	7	8,15	0,3	8,17445	0,00349	1/2	1,1	7,1	1/2	2,02	1/2
11	Sec.	5	8,15	0,2	8,1663	0,00326	1/2	0,3	5,1	1/2	2,21	1/2
12	Sec.	4	8,15	0,1	8,15815	0,00204	1/2	0,1	5,9	1/2	2,28	1/2
13	Serv.	2	8,15	1,2	8,2478	0,04890	1/2	0,3	3,8	1/2	2,04	1/2
14	Serv.	2	8,15	0,8	8,2152	0,03260	1/2	0,8	3,8	1/2	2,14	1/2
15	Serv.	2	8,15	0,5	8,19075	0,02037	1/2	1,9	3,8	1/2	2,26	1/2
16	Serv.	2	8,15	0,2	8,1663	0,00815	1/2	1,9	3,8	1/2	2,30	1/2
17	Serv.	2	8,15	0,1	8,15815	0,00408	1/2	0,7	3,8	1/2	2,42	1/2
18	Serv.	2	8,15	1	8,2315	0,04075	1/2	1,0	3,8	1/2	1,36	1/2
19	Serv.	2	8,15	0,6	8,1989	0,02445	1/2	1,9	3,8	1/2	2,04	1/2
20	Serv.	2	8,15	0,3	8,17445	0,01222	1/2	0,7	3,8	1/2	2,17	1/2
21	Serv.	2	8,15	0,1	8,15815	0,00408	1/2	0,3	3,8	1/2	2,26	1/2

Tabla 9: Calculo en cada tramo de la instalación.

Además, se seleccionó la serie de los accesorios utilizados, verificando la presión de trabajo correspondiente. Puede verse en Tabla 10:

	Material			Presión [kg/cm ²]
Caños	ASTM A 53 Gr A	Acero al carbono	Serie	
Accesorios	ASTM A 105 Gr 1		2000	140

Tabla 10: Características de caños y accesorios.

Como la presión máxima de trabajo es mayor a la proyectada (8,15 kg/cm²) verifica la serie de los accesorios.

Cálculo del Schedule

En primer lugar, se calculó el Schedule con la siguiente fórmula:

$$SH = 1000 * \frac{P_i}{\sigma_{adm(t)}} \quad (11)$$

Donde:

- SH es el Schedule
- P_i es la presión de trabajo en [kg/cm²]
- σ_{adm(t)} es la tensión admisible del material a la temperatura de trabajo en [kg/cm²].

En el cálculo del Schedule se tomó un rango de temperatura entre -30°C y 340°C, el cual proporciona un σ_{adm(t)} = 860 kg/cm² para un acero ASTM 53 A. Gr A.

Aplicando la ecuación (11) con la presión de trabajo de cada cañería, en todos los casos arrojó un valor de Schedule muy inferior a 40, por lo tanto, el valor adoptado fue SH = 40 para todas las cañerías de la instalación de aire comprimido.

Por último, se verificó según el código ASME para recipientes a presión, a cada diámetro de caño utilizado, empleando la siguiente ecuación:

$$P_t = \frac{2 * \sigma_{adm(t)} * E * (t_{min} - c)}{De - 2 * Y * (t_{min} - c)} \quad (12)$$

Donde:

- P_t es la presión de trabajo en $[\text{kg}/\text{cm}^2]$
- $\sigma_{adm(t)}$ es la tensión admisible del material a la temperatura de trabajo en $[\text{kg}/\text{cm}^2]$
- t_{min} es el espesor mínimo del caño en $[\text{mm}]$
- E es la eficiencia de la soldadura
- C es la constante por corrosión en $[\text{mm}]$
- De es el diámetro exterior en $[\text{mm}]$
- Y es la constante debido a la temperatura.

En la Tabla 11 se puede observar la verificación para cada diámetro de cañería utilizado:

Diámetro nominal ["]	Presión interna $[\text{kg}/\text{cm}^2]$	Tensión admisible $[\text{kg}/\text{cm}^2]$	SH de tabla	Verificación SH	Eficiencia de la soldadura E	Espesor $[\text{mm}]$ t	Constante por corrosión $[\text{mm}]$ C	Diámetro exterior $[\text{mm}]$ de	Constante debido a la temperatura Y	Presión máxima de trabajo $[\text{kg}/\text{cm}^2]$
1/2	8,15	860	40	9,48	1	2,76	1,65	21,3	0,4	93,53
3/4	8,15	860	40	9,48	1	2,87	1,65	26,7	0,4	81,57
APROXIMACIÓN DE SH					VERIFICACIÓN POR ASME					

Tabla 11: Verificación de Schedule y de código ASME

Como la presión máxima de trabajo es mayor a la proyectada ($8,15 \text{ kg}/\text{cm}^2$) verifican los diámetros nominales de cada cañería.

En el ANEXO 1 (fin del proyecto) se muestra el plano de la distribución de cañerías y válvulas.

CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

Memoria Descriptiva

En esta sección del proyecto se realizó un análisis detallado para calcular la iluminación de cada zona. En primer lugar se realiza un relevamiento de los espacios que se desean iluminar, teniendo en cuenta las dimensiones de cada ambiente, los obstáculos y condiciones ambientales que puedan afectar la misma, luego se seleccionó el tipo de luminaria y fuente de luz más adecuada a cada sector.

Se llevaron a cabo dos cálculos, uno para el sector de taller y otro para el sector de oficina. El taller se diseñó con luminaria colgante cuya disposición se determinó según los requisitos de las actividades a desarrollar, calculando una iluminación media general. Se consideró un plano de trabajo desde el suelo de 40 cm, esta distancia se considera la altura media promedio de los neumáticos, además se colocó el plano que contiene la iluminación general a una distancia de 4,5 metros del suelo. En cuanto a la oficina la iluminación se colocó en el techo a una distancia de 2,5 metros del suelo, para este sector también se calculó una iluminancia media general. Se consideró un plano de trabajo de 85cm desde el suelo, esta es generalmente la altura de los escritorios. En los dos sectores el tipo de iluminación será semidirecta.

Para llevar a cabo este cálculo y diseño, se utilizó manual SIEMENS de baja tensión, capítulo cálculo de luminarias, sección iluminación interior.

Cálculo de Iluminación en taller

Memoria Técnica

En este apartado se especifican los datos técnicos de tipo de luminaria y lámparas para sector taller.

Luminaria

Luminaria colgante	
Marca	MCA
Modelo	12206
Montaje	Colgante
Material	Polycarbonato
Alimentación	220V
fuelle de luz	Led
Ancho	40cm
Altura de pantalla	36cm
Potencia Máxima	200W
capacidad de focos	1



Lámpara

Lámpara Led	
Marca	SMR ILUMINACION
Modelo	HP_GAL50
Montaje	E27
Temperatura	6500K
Tecnología de iluminación	LED
Potencia	50W
Color de luz	Blanco frio
Voltaje	220V
Flujo luminoso	5000lm



En primer lugar se obtuvo la dimensión del taller necesaria para realizar los cálculos. Luego las características de construcción del mismo como material del que está constituido y su color.

La dimensión del taller se muestra en la tabla 10.

Taller	
	Dimensión en [m]
Alto [H]	6
Profundidad [B]	25
Ancho [A]	12,5
Área 312,5 m ²	

Tabla 10: Dimensión del Taller.

En la tabla 11 se muestran características constructivas de taller.

características		
	Material	Color
Pared	Cemento	Blanco
Piso	Cemento	Gris Claro
Techo	chapa con aislante térmico	Metal Mate

Tabla 11: Características constructivas del taller.

Estas características son necesarias para obtener el grado de reflexión de la luz sobre las paredes, piso y techo. Con los datos de la tabla 11 y los valores de reflexión de diversos colores y materiales para luz blanca del manual Siemens, se obtuvieron los valores de reflexión de luz mostrados en la tabla 12.

Grado de Reflexión			
	[%]	Rango en [%]	Adoptado [%]
Pared	Blanco	75 - 85	75
Piso	Mezcla de mortero claro	35 - 55	50
Techo	Aluminio Mate	55 - 60	55

Tabla 12: Reflexión de la luz y valor adoptado.

Luego se definió la intensidad de iluminancia media teniendo en cuenta el tipo de actividad a desarrollar, este dato se obtuvo del decreto N°351/79 reglamentario de la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el trabajo. En la Tabla 13 se aprecian los valores de iluminancia media, que para un taller mecánico de trabajos medianos y manuales, la iluminación tiene un rango de 300 a 750 lux. Adoptando una iluminación media sobre el plano de trabajo de 350 lux.

**Intensidad Media de Iluminación para
Diversas Clases de Tarea Visual
(Basada en Norma IRAM-AADL J 20-06)**

Clase de tarea visual	Iluminación sobre el plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.

Tabla 13: Iluminancia media en relación a la actividad a desarrollar.

Memoria de cálculo

Cálculo del número de lámparas:

Teniendo en cuenta que luminaria es todo el artefacto para iluminar, y que cada una dispone de una lámpara, calculamos el número de lámparas necesarias para cumplir con el índice de iluminancia media, mediante la ecuación:

$$N_l = \frac{E_m * A_t * 1,25}{\Phi_o * \eta_B} \quad (13)$$

Donde:

- N_l es el número de lámparas.
- E_m es la intensidad de iluminancia media [lux].
- A_t es el área del taller en [m²]
- 1,25 se adopta para aumentar un 25%, con el propósito de cumplir con el nivel de iluminación deseado (E_m) después de un año. Esta medida se toma en consideración debido a que la iluminación disminuye por diversos factores, como la acumulación de polvo, el deterioro de micas opacas y la pérdida de rendimiento.
- Φ_o es el flujo luminoso en [lm].
- η_B es el rendimiento de la luminaria.

Cálculo del rendimiento de la luminaria η_R :

Este cálculo se obtuvo de los datos de la tabla 10 y la ecuación:

$$K = \frac{A * B}{h * (A - B)} \quad (14)$$

Donde:

- K es el rendimiento volumétrico.
- A es el ancho del taller en [m].
- B es la profundidad del taller en [m].
- h es la distancia entre el plano que contiene la luminaria al plano de trabajo medida en [m].

La altura h se obtiene mediante la ecuación:

$$h = H - 0,45 \quad (15)$$

Donde:

- h es la distancia entre el plano que contiene la luminaria al plano de trabajo medida en [m].
- H es la altura del plano que contiene la iluminación desde el suelo medida en [m].
- 0,45 es la altura del plano de trabajo en [m].

En la tabla 14 se muestra el valor de h.

Altura de las luminarias respecto al plano de trabajo [h]		
H[m]	Altura del plano de trabajo	h[m]
4,45	0,45	4

Tabla 14: Altura entre el plano de iluminación y el plano de trabajo.

La tabla 15 muestra el valor del rendimiento volumétrico K y el rendimiento luminoso η_B .

A[m]	B[m]	h[m]	Rendimiento Volumétrico [K]	Rendimiento luminoso η_B
12,5	25	4	2,08	0,91

Tabla 15: Rendimiento volumétrico y rendimiento luminoso.

Con los datos obtenidos de grado de reflexión (Tabla 12) y el rendimiento volumétrico K , se ingresó a la tabla 16 y se obtuvo el valor del rendimiento luminoso η_B .

Luminaria	Techo	ρ_1	0,8			0,5	0,8			0,5		0,3	
	Parad	ρ_2	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
Suelo	ρ_3	0,3					0,1						
Indice del local		$\sim K$											
A 1		0,6	0,60	0,55	0,54	0,60	0,55	0,61	0,56	0,78	0,69	0,56	0,68
		0,8	0,69	0,64	0,64	0,70	0,65	0,70	0,65	0,87	0,72	0,66	0,75
		1	0,75	0,70	0,70	0,76	0,71	0,77	0,71	0,93	0,79	0,72	0,80
		1,25	0,81	0,76	0,75	0,82	0,77	0,83	0,78	0,97	0,86	0,79	0,84
		1,5	0,84	0,79	0,79	0,86	0,81	0,87	0,82	0,99	0,90	0,83	0,87
		2	0,89	0,85	0,84	0,91	0,86	0,93	0,88	1,02	0,97	0,90	0,90
		2,5	0,92	0,88	0,87	0,94	0,90	0,97	0,92	1,04	1,02	0,96	0,93
3	0,94	0,91	0,90	0,97	0,93	1,00	0,95	1,05	1,06	1,00	0,95		
4	0,97	0,93	0,94	0,99	0,97	1,04	1,00	1,06	1,11	1,05	0,97		
5	0,99	0,96	0,95	1,00	0,98	1,06	1,02	1,06	1,14	1,09	0,98		

Tabla 16: Rendimiento luminoso.

Luego se procedió a calcular el número de lámparas necesarias para obtener la iluminancia media, los resultados se muestran en la tabla 17.

Número de Lámparas				
Em[lux]	Área[m ²]	η_B	ϕ_0 [lm/lámpara]	Nl
350	312,5	0,91	5000	30,05

Tabla 17: Número de lámparas.

El número de lámparas necesarios para lograr una Em de 350 lux fue de $N_l = 31$. Por la geometría del taller se colocaron 4 a lo ancho y 8 a lo largo, dejando un total de 32 lámparas. Estas se colocaron con una separación entre lámparas de 3,12m y entre lámpara y pared de 1,56m, ya sea a lo largo como a lo ancho del taller.

Cálculo de Iluminación en la oficina

Memoria Técnica

En este apartado se especifican los datos técnicos de tipo de luminaria y los tubos led para sector de oficina.

Luminaria

Luminaria oficina	
Marca	Coper Light
Modelo	Lastón Doble Tubo
Montaje	Colgante
Material	ABS
Alimentación	220V
fuelle de luz	Led
Protección	IP65
Dimensiones (largo/ancho/alto) [cm]	126/12,8/9,5
Potencia Máxima	18W
capacidad de focos	2



Tubo Led

Tubo Led	
Marca	Macroled
Modelo	TL-T8120
Montaje	G13
Temperatura	6500K
Tecnología de iluminación	LED
Potencia	18W
Color de luz	Blanco frio
Voltaje	220V
Flujo luminoso	2600lm



En primer lugar se obtuvo la dimensión de la oficina necesaria para realizar los cálculos. Luego las características de construcción como material del que están constituido y su color.

La dimensión de la oficina se muestra en la tabla 19.

Oficina	
	Dimensión en [m]
Alto [H]	2,5
Profundidad [B]	3,5
Ancho [A]	4,25
Área [m ²]	14,88

Tabla 19: Dimensión Oficina.

En la tabla 20 se muestran características constructivas de la oficina.

características		
	Material	Color
Pared	Durlock	Blanco
Piso	Cemento	Gris Claro
Techo	Durlock	Blanco

Tabla 20: Características constructivas de la oficina.

Estas características son necesarias para obtener el grado de reflexión de la luz sobre las paredes, piso y techo. Con los datos de la tabla 20 y los valores de reflexión de diversos colores y materiales para luz blanca del manual Siemens, se obtuvieron los valores de reflexión de luz mostrados en la tabla 21.

Grado de Reflexión			
	[%]	Rango en [%]	Adoptado [%]
Pared	Blanco	75 - 85	75
Piso	Mezcla de mortero claro	35 - 55	50
Techo	Blanco	75 - 85	80

Tabla 21: Grado de reflexión de la luz y valor adoptado.

Luego se definió la intensidad de iluminancia media para la oficina teniendo en cuenta el tipo de actividad a desarrollar, este dato se obtuvo del decreto N°351/79 reglamentario de la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el trabajo. En la Tabla 22, se observa que la iluminancia media para trabajo general de oficina es de 500 lux.

Intensidad de iluminancia media

Oficinas	
Halls para el público	200
Contaduría, tabulaciones, teneduría de libros, operaciones bursátiles, lectura de reproducciones, bosquejos rápidos	500
Trabajo general de oficinas, lectura de buenas reproducciones, lectura, transcripción de escritura a mano en papel y lápiz ordinario, archivo, índices de referencia, distribución de correspondencia	500
Trabajos especiales de oficina, por ejemplo sistema de computación de datos	750

Tabla 22: Iluminancia media en relación a la actividad a desarrollar.

Memoria de cálculo

Cálculo del número de lámparas:

Teniendo en cuenta que una luminaria es el artefacto completo destinado a iluminar y que cada una contiene dos tubos LED, se calcula el número total de tubos necesarios para cumplir con el índice de iluminancia media. Este cálculo se realiza utilizando la ecuación (13), previamente aplicada para determinar el número de lámparas en el taller. En este caso, la ecuación se ajusta para el uso de tubos LED, considerando que una lámpara equivale a un tubo LED.

Cálculo del rendimiento la luminaria η_R :

Este cálculo se obtuvo a partir de los datos presentados en la Tabla 19, empleando las ecuaciones (14) y (15) para determinar el rendimiento volumétrico (K) y la altura (h). En el proceso, se consideró una altura de referencia de 0,85 metros para las actividades desarrolladas en una oficina.

En la tabla 23 se muestra el valor de h.

Altura de las luminarias respecto al plano de trabajo [h]		
H[m]	Altura del plano de trabajo	h[m]
2,5	0,85	1,65

Tabla 23: Altura entre el plano de iluminación y el plano de trabajo.

La tabla 24 muestra el valor del rendimiento volumétrico K y el rendimiento luminoso η_B .

A[m]	B[m]	h[m]	Rendimiento Volumétrico [K]	Rendimiento luminoso η_B
4,25	3,5	1,65	1,16	0,612

Tabla 24: Rendimiento volumétrico y rendimiento luminoso.

Con los datos obtenidos de grado de reflexión (Tabla 21) y el rendimiento volumétrico K , se ingresó a la tabla 25 y se obtuvo el valor del rendimiento luminoso η_B . Como el valor del rendimiento volumétrico no fue exacto, se utilizó interpolación para aproximar.

ρ cielorraso	80				70	50		30	00
ρ paredes	50		30		50	50	30	30	00
ρ piso	30	10	30	10	20	30	30	10	00
Indice local									
0.60	0.37	0.35	0.30	0.29	0.36	0.35	0.29	0.28	0.23
0.80	0.47	0.45	0.40	0.38	0.45	0.44	0.38	0.36	0.31
1.00	0.58	0.54	0.49	0.47	0.55	0.54	0.48	0.45	0.39
1.25	0.63	0.59	0.54	0.52	0.59	0.59	0.52	0.50	0.44
1.50	0.68	0.63	0.59	0.57	0.64	0.63	0.57	0.54	0.49
2.00	0.79	0.72	0.70	0.66	0.73	0.73	0.67	0.64	0.58
2.50	0.82	0.74	0.74	0.69	0.76	0.75	0.71	0.67	0.61
3.00	0.86	0.76	0.77	0.72	0.79	0.78	0.74	0.70	0.64
4.00	0.87	0.76	0.80	0.73	0.79	0.79	0.75	0.71	0.65
5.00	0.88	0.76	0.83	0.74	0.80	0.80	0.77	0.72	0.67

Tabla 25: Rendimiento luminoso.

Con los datos obtenidos se procedió a calcular el número de tubos led necesarios para obtener la iluminancia media, los resultados se muestran en la tabla 26.

Número de tubos led				
Em[lux]	Área[m ²]	η_B	ϕ_0 [lm/lámpara]	Ntl
500	14,88	0,612	2600	5,84

Tabla 26: Número de Tubos led.

El número de tubos necesarios para lograr una Em de 500 lux es de $N_{t1} = 6$. Como cada luminaria contiene dos tubos, se colocaron 3 luminarias. La disposición de las mismas es simétrica y centrada, en el plano de iluminación se observa su distribución con los detalles de medidas.

Esquema de iluminación Taller:

En la Figura 1 y 2 muestra la distribución y aspecto de la luminaria en el taller.

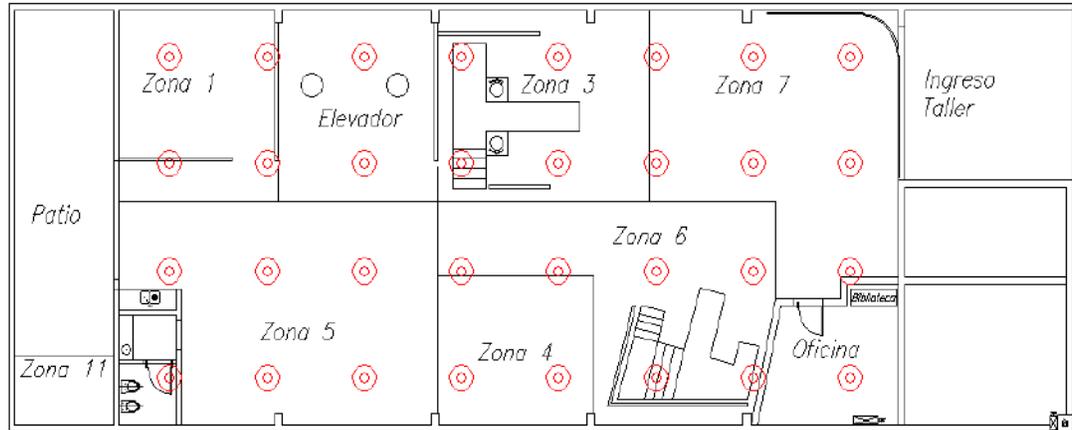


Figura 1.

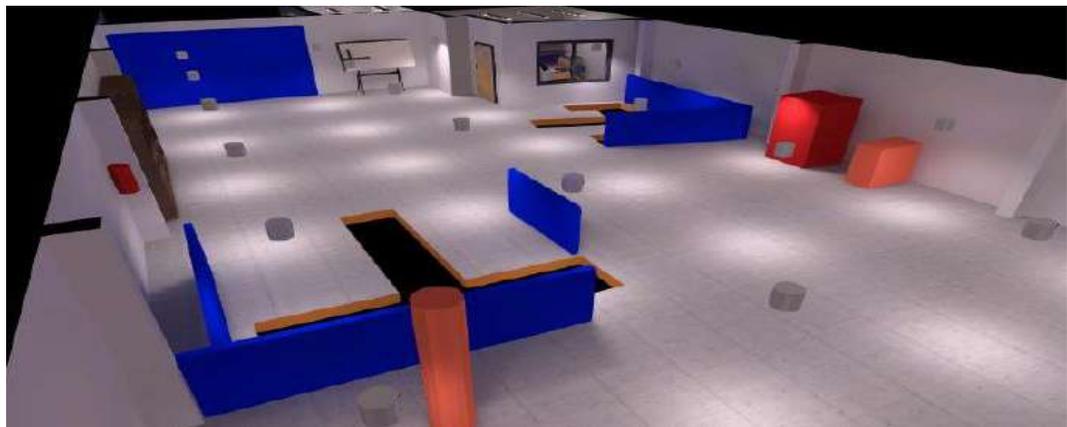


Figura 2.

Esquema de iluminación oficina:

En la Figura 3 se observa un detalle y aspecto de la distribución de la luminaria en la oficina.



Figura 3.

El plano de distribución de las luminarias se muestra en ANEXO 2, (fin del proyecto).

DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Memoria Descriptiva:

En esta sección se aborda el cálculo, dimensionamiento, distribución de líneas, ubicación de tableros y puntos de utilización correspondientes a la instalación de energía eléctrica.

El mismo ha sido desarrollado acorde a las pautas establecidas por:

- Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para las instalaciones en lugares y locales especiales. Sección 771: viviendas, oficinas y locales (unitarios). Edición Marzo 2006, de la Asociación Electrotécnica Argentina y Normas IRAM e IEC contempladas en ellas.
- Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587/72 y Decreto Reglamentario N° 351/79.

El mismo contará con:

Superficie cubierta: 324,5 m².

- Unidad principal: 312,5 m².

Superficie libre: 60 m².

Se prevé, sobre la calle 10, la instalación de un Tablero Principal (T.P.) ubicado en la parte posterior del pilar de acometida. Este pilar albergará un gabinete de aislamiento Clase II y grado de protección igual o superior a IP54. En él se encuentra un interruptor diferencial automático tetrapolar de 63A y 300mA y un interruptor termomagnético automático tetrapolar de 40 A. Desde el mismo, con conductores de cobre aislado (IRAM 247-3), se accede al Tablero Seccional General (T.S.G.) ubicado en el interior del taller (oficina). Desde este se alimentarán los circuitos IUG1, IUG2, IUG3, IUG4, TUG1, TUG2, OCE y ACU1. La distribución de estos circuitos se realizará mediante cañerías de PVC semipesado embutidas de acuerdo a lo especificado en los planos correspondientes (ver ANEXO4), se

distribuirán los circuitos terminales que vinculan los bornes de salida de los dispositivos de maniobra y protección con los puntos de utilización.

El sistema de Puesta a Tierra de Protección se realizará acorde a la Norma IRAM 2281-1. El electrodo dispensor o de puesta a tierra será del tipo profundo, ubicado próximo al Tablero Principal (T.P.). Se realizará con conductor de cobre desnudo IRAM 2004 de 35 mm² de sección y el valor máximo de resistencia de puesta a tierra de protección será de 40 ohm.

Se construirá una cámara de inspección en la que se conectarán el electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra (IRAM 2178-PVC) que mediante canalización directamente enterrado llegará al T.P. para ser conectado a la barra de puesta a tierra del mismo. Desde aquí se tenderá un conductor de cobre aislado (IRAM 247-3) que llegará al Tablero Seccional General (T.S.G.). Desde cada tablero seccional se conectarán los conductores de puesta a tierra de protección de cada circuito terminal para finalmente llegar a las masas correspondientes. Los conductores de protección que se encuentren alojados en caños de PVC semipesado serán de color verde-amarillo (IRAM 247-3).

En todos los casos como reglas de la instalación se respetarán las especificadas en el Reglamento.

MEMORIA TÉCNICA

Tensión de suministro

- 380 / 220 V – 50 Hz.

Demanda de potencia máxima simultánea

- DPMS = 22128 VA.

Carga total correspondiente al edificio

- DPMS = 17344 VA.

Grado de electrificación

- Superior.

Línea de alimentación de la distribuidora

- A determinar de acuerdo a lo estipulado por la Cooperativa interviniente.

Línea principal de la distribuidora

- Canalización en cañería PVC semipesado de 2" de diámetro desde Gabinete de Medición de Energía.
- Conductor Tetrapolar de aluminio (Al), 4 x (1 x 16/16) mm² (IRAM 2263).

Circuito seccional general

- Canalización en PVC semipesado embutido de 2" desde Tablero Principal (T.P.).
- Conductor unipolar de cobre aislado $4 \times (1 \times 10) \text{ mm}^2 + \text{PE } (10) \text{ mm}^2$ (IRAM 247 - 3).

Líneas de circuito seccional

Una línea de Circuito Seccional desde el Tablero Seccional General (T.S.G.).

La tabla 27 muestra la línea del CSG, en la que se puede observar la canalización por donde se alojan los conductores, así como la sección de los mismos.

LINEA DEL CIRCUITO SECCIONAL GENERAL	
Circuito Seccional General Tablero T.S.G	Canalización en PVC semipesado 2" Conductor Unipolar de $\text{Cu } 4 \times (1 \times 10) \text{ mm}^2 + \text{PE } (10) \text{ mm}^2$ (IRAM NM 247-3)

Tabla 27: Línea de circuito seccional general.

Planilla de circuitos de tableros

En la tabla 28 se puede observar el detalle de los circuitos utilizados, la demanda de potencia media simultánea para el grado de electrificación y las corrientes de proyecto de cada circuito.

Ambiente	Tablero Seccional General								Tablero Principal
	IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	TUG 1	TUG 2	OCE	ACU1	CSG
	Distribución de bocas								
Zona 1 - Reparación de piezas y conjuntos.			3	2	3		1		
Zona 2 - Elevador, reemplazo de partes.				2	2		1		
Zona 3 - Alineación.		4			3				
Zona 4 - Balanceo ruedas.		2							
Zona 5 - Siniestrados.			2	4		4			
Zona 6 - Reformas.	4	2				2			
Zona 7	9				4	2			
Zona 8 - Oficina.			3		3		1		
Zona 9 - Cocina.			2			2			
Zona 10 - Baño.			1			1			
Zona 11 - Sala Compresor.			1			1		1	
Tipo de circuito	Usos generales						Específico	ACU	Seccional
Cantidad de Bocas	13	8	12	8	15	12	3	1	
DPMS por circuito (V.A)	1950	1200	1800	1200	2200	2200	5394,7	6183	
DPMS para GE	10550								
DPMS cargas Especificas							5394,7	6183	
DPMS cargas TSG									
Coef. de simultaneidad	0,7						0,7	1	
Carga total del EDIFICIO (V.A)	17344								
n°. de Fases	1	1	1	1	1	1	3	3	3
Un (V)	220	220	220	220	220	220	380	380	380
IB (A)	9	5	8	5	10	10	8,2	9,4	26,4

Tabla 28: Clasificación de circuitos, demanda de potencia media simultánea (DPMS) y corriente de proyecto (IB).

Planilla de distribución de corrientes

En la tabla 29 se observa la distribución de los circuitos en las diferentes fases, con el objetivo de equilibrar la corriente de proyecto entre las fases. Equilibrando las fases se logran corrientes similares en cada línea, de esta forma la sección de los conductores utilizados será la más conveniente.

Tablero Seccional General					
Circuito	IB (A)	In (A)	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
IUG1	9	16		9	
IUG2	5	10	5		
IUG3	8	16		8	
IUG4	5	10			5
TUG1	10	16	10		
TUG2	10	16			10
TUE	8,2	16	8,2	8,2	8,2
ACU1	9,4	16	9,4	9,4	9,4
TSG			32,6	34,8	32,6

Tabla 29: Distribución de circuitos por fase.

MEMORIA DE CÁLCULO

Determinación de las secciones de los conductores:

La sección de los conductores de cada circuito se determina a través de la corriente de proyecto (I_b), que está en función de la demanda de potencia media de cada uno de ellos. La sección de los conductores se determina:

A partir de su corriente máxima admisible

$$I_b \leq I_z \quad (21)$$

Donde:

- I_b : Corriente de proyecto de la línea a proteger.
- I_z : Corriente admitida por el conductor a proteger.

A partir de la corriente asignada al dispositivo de protección

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (22)$$

Donde:

- I_b : Corriente de proyecto de la línea a proteger.
- I_n : Corriente nominal de la protección.
- I_z : Corriente admitida por el conductor a proteger.

En la tabla 30 se observa que la corriente de proyecto (I_b) es menor que la corriente nominal de protección (I_n), y a su vez está es menor que la corriente admitida por el conductor a proteger (I_z), para cada circuito. ($I_b \leq I_n \leq I_z$).

Tablero Seccional General									Tablero Principal
Ambiente	IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	TUG 1	TUG 2	OCE	ACU1	CSG
Distribución de bocas									
n°. de Fases	1	1	1	1	1	1	3	3	3
Un (V)	220	220	220	220	220	220	380	380	380
IB (A)	9	5	8	5	10	10	8,2	9,4	26,4
Sección L, N (mm ²)	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	4	2,5	10
Sección Pe (mm ²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	2,5	10
Iadm (A)	21	15	21	15	21	21	28	21	74
Ft (corr. por temp.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fa (corr. por agrup.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor por tipo terreno									
Iz (A)	21	15	21	15	21	21	28	21	74
In (A)	16	10	16	10	16	16	16	16	32

Tabla 30: Verificación ($I_b \leq I_n \leq I_z$).

Por caída de tensión admisible

Caídas de tensión admisibles:

- Para circuitos terminales de uso general o especial y específico, para iluminación, la caída de tensión máxima será de 3 %.
- Líneas de circuito que alimentan sólo motores, la caída de tensión máxima será de 5 % en régimen y 15 % durante el arranque.

Por determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_k .

La corriente presunta de cortocircuito en bornes del transformador se obtiene del reglamento de la AEA, conociendo su potencia.

En la tabla 31 se observan las corrientes presuntas de cortocircuito según la potencia del transformador.

S_{rT} [kVA]	I''_k [kA]
100	3,568
200	7,074
315	11,028
400	13,899
500	17,229
630	21,458
800	21,768
1000	26,838
1250	27,876

Tabla 31: Cortocircuito en bornes del transformador.

La corriente presunta de cortocircuito es de $I''_k = 11,028$ kA, para un transformador con una potencia aparente de ($S = 315$ kVA).

Para calcular el cortocircuito en los bornes del medidor, se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del transformador y los del medidor es de aproximadamente 90 metros. La línea que conecta ambos es de aluminio (Al) preensamblado, con una sección de ($3 \times 95/50$ mm²). Con esta información, se utiliza la tabla 32 para determinar el valor de la corriente de cortocircuito.

Sección del conductor [mm²]	Longitud del conductor IRAM 2263 - Al [m]													
	2,7	4,1	5,5	6,9	8,2	9,6	11,0	12,4	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
3 x 25 / 50	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	11,0	12,3	13,7	16,4	19,2	21,9	24,6	27,4
3 x 35 / 50	5,1	7,7	10,2	12,8	15,3	17,9	20,4	23,0	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51,0
3 x 50 / 50	7,3	11,0	14,7	18,3	22,0	25,6	29,3	33,0	36,6	44,0	51,3	58,6	65,9	73,3
3 x 95 / 50	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]													
	3000	2858	2791	2728	2668	2610	2555	2502	2451	2402	2310	2224	2145	2071
5000	4617	4446	4288	4141	4003	3874	3753	3640	3533	3337	3162	3004	2862	2732
6000	5456	5220	5003	4804	4619	4449	4290	4143	4005	3755	3535	3339	3163	3006
7000	6271	5961	5680	5424	5190	4976	4778	4596	4427	4124	3860	3627	3421	3237
9000	7830	7352	6929	6552	6214	5909	5633	5381	5151	4745	4399	4099	3838	3608
11000	9301	8634	8057	7552	7106	6710	6356	6037	5749	5248	4828	4469	4160	3892
13000	10692	9820	9080	8443	7890	7405	6976	6594	6252	5664	5177	4767	4418	4116
15000	12009	10920	10012	9244	8585	8014	7514	7073	6680	6013	5467	5012	4627	4297

Tabla 32: Cortocircuito aguas abajo en función de la longitud y tipo de conductor.

Dado que el resultado no es exacto, se realiza una interpolación para obtener el valor del cortocircuito en los bornes del medidor, la interpolación se muestra en la tabla 33.

Interpolación	Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]
Cortocircuito en Amper	9000	3838
	13000	4418
	11028	4132

Tabla 33: Interpolación.

Cortocircuito en bornes del medidor: $I''_{kMed} = 4132 \text{ A}$.

Para calcular el cortocircuito en los bornes del tablero principal, es necesario conocer la distancia entre este y los bornes del medidor, que es aproximadamente de 18,1 metros. El conductor de la línea es de cobre (Cu), tipo IRAM 2178 PVC, con una sección de 4x16mm². Con estos datos y utilizando la tabla 34, obtenemos el valor del cortocircuito en los bornes del tablero principal.

Sección del conductor [mm ²]	Longitud del cable IRAM 2178 - Cobre [m]													
	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6
4 x 4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6
4 x 6	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3
4 x 10	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	8,6	10,1	11,5	12,9	14,4
4 x 16	2,3	3,4	4,5	5,7	6,8	7,9	9,1	10,2	11,3	13,6	15,9	18,1	20,4	22,7
3 x 25 / 16	3,8	5,6	7,5	9,4	11,3	13,1	15,0	16,9	18,8	22,5	26,3	30,1	33,8	37,6
3 x 35 / 16	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0	31,2	36,4	41,6	46,8	52,0
3 x 50 / 25	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0
3 x 70 / 35	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Nivel de corto-circuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]													
	3000	2877	2819	2763	2709	2658	2608	2561	2515	2470	2386	2307	2234	2165
5000	4666	4516	4375	4242	4117	3999	3888	3783	3684	3499	3333	3181	3043	2916
6000	5526	5316	5121	4941	4772	4615	4467	4329	4199	3961	3749	3558	3386	3230

Tabla 34: Cortocircuito en bornes del tablero principal.

Dado que el resultado no es exacto, se realiza una interpolación para obtener el valor del cortocircuito en los bornes del tablero principal, la interpolación se muestra en la tabla 35.

Interpolación	Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]
Cortocircuito en Amper	3000	2234
	5000	3181
	4132	2770

Tabla 35: Interpolación.

El cortocircuito en los bornes del tablero principal es: $I''_{kTP} = 2770 \text{ A}$.

Para obtener el cortocircuito en los bornes del tablero seccional general, es necesario saber que la distancia entre el tablero principal y el tablero seccional general es de 7 metros. Luego tenemos un conductor unipolar IRAM 247-3 de sección de $S = 10 \text{ mm}^2$ de cobre (Cu) y utilizando el catálogo Superastyc jet IRAM NM 247 - 3 para conductor de 10 mm^2 , obtenemos el valor de resistencia del conductor por cada kilómetro del mismo ($R=1,91 \text{ ohm/km a } 20^\circ\text{C}$).

Para realizar el cálculo del cortocircuito en bornes del tablero seccional general, obtenemos la impedancia (Z) en bornes del tablero principal considerando el circuito puramente resistivo, con la ecuación:

$$Z_R = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * I''K_{TP}} \quad (23)$$

Donde:

- Z_R = es la impedancia del circuito considerado resistivo puro en [ohm].
- $C = 1,05$ que es el factor de tensión para el cálculo de corriente máxima de cortocircuito en baja tensión.
- $U_n = 380$ V, tensión de línea.
- $I''K_{TP} = 2770$ A, cortocircuito en bornes del tablero principal.

Luego calculamos el valor del cortocircuito en bornes del tablero seccional general utilizando la ecuación:

$$I''K_{TSG} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z} \quad (24)$$

Donde:

- $I''K_{TSG}$ = es la corriente de cortocircuito en el tablero seccional general en [A].
- $C = 1,05$ que es el factor de tensión para el cálculo de corriente máxima de cortocircuito en baja tensión.
- $U_n = 380$ V, tensión de línea.
- Z = es la suma de la resistencia del conductor y Z_R en [ohm].

En la tabla 35 se presentan los datos necesarios para realizar los cálculos de la corriente de cortocircuito, así como el valor obtenido.

Corriente de ortocircuito en bornes del T.S.G.	
I''_{kTP} [A]	2770
c	1,05
U_n [V]	380
Z_R [Ω]	0,0832
R_{10} [Ω]	0,01337
I''_{KTSG} [A]	2386

Tabla 35: Corriente de cortocircuito en bornes del T.S.G.

La corriente de cortocircuito en bornes del tablero seccional general es: $I''_{KTSG} = 2386$ A

Por verificación de la corriente de cortocircuito mínima I''_k .

Para obtener la corriente de cortocircuito mínima se repite el procedimiento del cálculo de cortocircuito pero en bornes tablero seccional general, pero ahora se considera el cortocircuito monofásico, la longitud de los conductores es el doble (Fase y Neutro). La distancia al consumo más desfavorable es de 38 m y está en la zona 1 (Reparación de piezas y conjuntos). La sección del conductor es de 4mm² IRAM 247-3 de cobre (Cu). Utilizamos el Catálogo Prysmian Superastic Jet para obtener la resistencia del mismo por kilómetro ($R=4,95$ ohm/km a 20°C) y teniendo en cuenta que el cortocircuito monofásico se calcula a 70°C.

Ecuación de corrección de temperatura en conductor:

$$R_{70^\circ} = R_{20^\circ} * 1,19 \tag{25}$$

Para realizar el cálculo del cortocircuito mínimo, obtenemos la impedancia (Z) en bornes del tablero seccional general considerando el circuito puramente resistivo, con la ecuación:

$$Z_R = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * I''K_{TP}} \quad (26)$$

Donde:

- Z_R = es la impedancia del circuito considerado resistivo puro en [ohm].
- $C = 0,95$ que es el factor de tensión para el cálculo de corriente mínima de cortocircuito en baja tensión.
- $U_n = 380$ V, tensión de línea.
- $I''K_{TP} = 2386$ A, cortocircuito en bornes del tablero principal.

Luego calculamos el valor de la corriente mínima de cortocircuito utilizando la ecuación:

$$I''K_{min} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z} \quad (27)$$

Donde:

- $I''K_{min}$ = es la corriente mínima de cortocircuito en [A].
- $C = 0,95$ que es el factor de tensión para el cálculo de corriente mínima de cortocircuito en baja tensión.
- $U_n = 380$ V, tensión de línea.
- Z = es la suma de la resistencia del conductor y Z_R en [ohm].

En la tabla 36 se presentan los datos necesarios para realizar los cálculos de la corriente mínima de cortocircuito, así como el valor obtenido.

Corriente mínima de cortocircuito	
I''kTP [A]	2386
c	0,95
Un [V]	380
ZR [Ω]	0,4477
R4 [Ω]	0,44768
I''Kmin [A]	466

Tabla 36: Corriente de mínima de cortocircuito.

La corriente de cortocircuito mínima es I''kmin = 466 A.

Por verificación de la máxima exigencia térmica.

$$k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t \tag{28}$$

En la tabla 37 podemos observar las verificación de la exigencia térmica.

Ambiente	Tablero Seccional General								Tablero Principal
	IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	TUG 1	TUG 2	OCE	ACU1	CSG
	Distribución de bocas								
Sección L, N (mm ²)	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	4	2,5	10
Sección Pe (mm ²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	2,5	10
S ² .k ² (A ² s)	82656	29756	82656	29756	82656	82656	211600	82656	1322500
I ² .t (A ² s)	15000	15000	15000	15000	15000	15000	22000	22000	22000
Verificación por máxima exigencia térmica S ² .k ² >I ² .t	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica

Tabla 37: Verificación de exigencia térmica.

Factores de corrección utilizados para realizar los cálculos, datos obtenidos del reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina (A.E.A) edición 2006.

Temperatura ambiente adoptada para el cálculo

40 °C (Factor de Corrección = 1)

Temperatura del suelo adoptada para el cálculo

25 °C (Factor de Corrección = 1)

Tipo de suelo

Tierra muy seca (Factor de Corrección = 0,85)

Factor de potencia utilizado para el cálculo

$\cos \phi = 0,8$ $\text{sen } \phi = 0,6$

Corriente de cortocircuito presunta en bornes de salida del medidor de energía eléctrica

$$I''_{\text{KMED}} = 2770 \text{ A}$$

Ecuación utilizada para el cálculo del gradiente de caída de tensión según el tipo de material del conductor y el sistema utilizado, ya sea monofásico (220V) o trifásico (380V), para un factor de potencia $\cos(\phi) = 0,8$.

$$\Delta U = GDC * \frac{I * L}{S} \tag{29}$$

Donde:

- I: Intensidad [A]
- L: Longitud del conductor [m]
- S: Sección del conductor [mm²]

Tipo de sistema	Gradiente de caída (GDC)	
	Carga común (cos φ) = 0,8 (1)	
	Cobre	Aluminio
Monofásico	0,040	0,063
Trifásico	0,035	0,055

Tabla 38: Gradiente de caída de tensión.

En tabla 39 se observan los factores de corrección mencionados, la longitud máxima de cada circuito, su respectivo gradiente de caída y la variación de tensión total para cada circuito, verificando que no sea más de 3%.

CÁLCULO CAÍDAS DE TENSIÓN

Tablero Seccional General									Tablero Principal
Ambiente	IUG 1	IUG 2	IUG 3	IUG 4	TUG 1	TUG 2	OCE	ACU1	CSG
	Distribución de bocas								
IB (A)	9	5	8	5	10	10	8,2	9,4	26,4
Sección L, N (mm ²)	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	4	2,5	10
Sección Pe (mm ²)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	2,5	10
Iadm (A)	21	15	21	15	21	21	28	21	74
Ft (corr. por temp.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fa (corr. por agrup.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor por tipo terreno									
IZ (A)	21	15	21	15	21	21	28	21	74
In (A)	16	10	16	10	16	16	16	16	32
L (m) (tramo más largo)	25	35	31	35	38	32	35	30	7
GDC (V.mm ² /A.m)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,035	0,035	0,035
ΔU (V)	3,55	5,09	4,06	5,09	6,08	5,12	2,51	3,95	0,65
ΔU _{CT} (%)	1,61%	2,31%	1,84%	2,31%	2,76%	2,33%	0,66%	1,04%	0,17%
ΔU _{TSG} (%)	0,17%								0,17%
ΔU _{Total} (%)	1,78%	2,48%	2,01%	2,48%	2,93%	2,50%	0,83%	1,21%	

Tabla 39: Caída de tensión.

Luego conociendo la Corriente nominal de protección (I_n), y verificando que las caídas de tensión no superan el 3% por circuito al punto de aplicación más lejano. Se seleccionaron los interruptores automáticos termomagnéticos tanto para el tablero principal como para el tablero seccional general. Además se decidió instalar un interruptor automático diferencial en el tablero principal, así como tres interruptores automáticos diferenciales en el tablero seccional general.

Los datos de los interruptores automáticos termomagnéticos se muestran en la tabla 40.

Interruptor Automático Termomagnético								
Tablero	Circuito	Polos	I_n [A]	Curva	Capacidad de ruptura	Marca	Modelo	Norma
TP	CS	4	40	C	6000	SICA	Limit6kA 762440	IEC 60898
TSG	CSG	4	40	C	3000	SICA	Limit3kA 782440	IEC 60898
TSG	IUG1	2	16	B	3000	SICA	Limit3kA 782216	IEC 60898
TSG	IUG2	2	10	B	3000	SICA	Limit3kA 782210	IEC 60898
TSG	IUG3	2	16	B	3000	SICA	Limit3kA 782216	IEC 60898
TSG	IUG4	2	10	B	3000	SICA	Limit3kA 782210	IEC 60898
TSG	TUG1	2	16	C	3000	SICA	Limit3kA 782216	IEC 60898
TSG	TUG2	2	16	C	3000	SICA	Limit3kA 782216	IEC 60898
TSG	OCE	4	16	C	3000	SICA	Limit3kA 782416	IEC 60898
TSG	ACU1	4	16	C	3000	SICA	Limit3kA 782416	IEC 60898

Tabla 40: Interruptores automáticos termomagnéticos.

Los datos del interruptor automático diferencial se muestran en la tabla 41.

Interruptor Automático Diferencial								
Tablero	Circuito	Polos	I_n [A]	Clase	Corriente diferencial nominal [Ma]	Marca	Modelo	Norma
TSG	IUG-TUG	4	25	AC	30	SICA	785825	IEC 61008
TSG	OCE	4	25	AC	30	SICA	785825	IEC 61008
TSG	ACU1	4	25	AC	30	SICA	785825	IEC 61008
TP	CS	4	63	AC	300	SICA	787663	IEC 61008

Tabla 41: Interruptor automático diferencial.

Líneas de circuitos y canalización.

Para casos de sección circular, el diámetro interno mínimo se determina en función de la cantidad, sección y diámetro (incluida la aislación) de los conductores. Para casos no contemplados en la tabla o para conductores de sección no circular, el área total ocupada por los conductores no será mayor al 35% de la sección interna del conducto.

Tabla general de selección de canalización:

De la Tabla 42 se obtiene la sección externa total de cada conductor, incluyendo el aislamiento, así como la sección interna mínima permitida de la canalización para cada circuito, considerando el número de conductores presentes en cada uno.

Sección conductor	mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	
∅ máx. ext.	mm	3,5	4,2	4,8	6,3	7,6	8,8	11	
Sección total	mm ²	9,62	13,85	18,10	31,17	45,36	60,82	95,03	
Caños IRAM	Sección	Cantidad de conductores							
16 (5/8")	132	4 + PE	2 + PE	---	---	---	---	---	
19 (3/4")	177	6 + PE	4 + PE	3 + PE	---	---	---	---	
22 (7/8")	255	9 + PE	6 + PE	4 + PE	2 + PE	---	---	---	
25 (1")	346	13 + PE	9 + PE	6 + PE	3 + PE	2 + PE	---	---	
32 (1 1/4")	616	---	15 + PE	11 + PE	6 + PE	4 + PE	3 + PE	---	
38 (1 1/2")	908	---	---	---	9 + PE	6 + PE	4 + PE	2 + PE	
51 (2")	1662	---	---	---	18 + PE	12 + PE	9 + PE	5 + PE	

Tabla 42: Sección mínima interna de canalización.

En la Tabla 43 se detallan los circuitos, especificando el número de conductores que tiene cada uno, así como su sección. Con base en esta información, se determina la sección mínima interna requerida para la canalización de los circuitos.

Sección interna de canalización						
Circuito	numero de conductores	sección de conductores [mm ²]	Diámetro externo de conductor [mm]	Sección del conductor [mm ²]	Sección total de conductores [mm ²]	Sección interna mínima permitida de canalización [mm ²]
IUG1	5	2,5	4,2	13,85	69,25	114,26
IUG2	4	2,5	4,2	13,85	55,40	91,41
IUG3	5	2,5	4,2	13,85	69,25	114,26
IUG4	4	2,5	4,2	13,85	55,40	91,41
TUG1	3	2,5	4,2	13,85	41,55	68,56
TUG2	3	2,5	4,2	13,85	41,55	68,56
OCE	5	4	5	18,10	90,50	149,33
ACU1	5	2,5	4,2	13,85	69,25	114,26
CSG	5	10	8	45,36	226,80	374,22

Tabla 43: Sección mínima interna permitida por circuito.

En la Tabla 44 se presenta la canalización de los circuitos, detallando su nombre comercial y la sección interna correspondiente. Para ofrecer mayor flexibilidad en la instalación y permitir futuras ampliaciones, se decidió aumentar la sección de la canalización al siguiente tamaño disponible.

Canalización de circuitos							
Circuito	numero de conductores	sección de conductores [mm ²]	Material canalización	Sección comercial [Pulgadas]	Diámetro comercial [mm]	Sección interna de canalización [mm ²]	Diámetro comercial recomendado [mm]
IUG1	5	2,5	PVC	3/4	20	177	22
IUG2	4	2,5	PVC	5/8	20	132	22
IUG3	5	2,5	PVC	3/4	20	177	22
IUG4	4	2,5	PVC	5/8	20	132	22
TUG1	3	2,5	PVC	5/8	20	132	22
TUG2	3	2,5	PVC	5/8	20	132	22
OCE	5	4	PVC	7/8	22	255	25
ACU1	5	2,5	PVC	3/4	20	177	22
CSG	5	10	PVC	1 1/4	32	616	50

Tabla 44: Diámetro comercial de canalización.

Cálculo y selección de tableros:

Tablero seccional general:

Por disipación de potencia:

Para realizar el cálculo del tablero debemos calcular la potencia disipada por cada dispositivo de protección, la cual está relacionada con la potencia disipada por polo y el número de polos de cada circuito, el tablero seleccionado debe ser capaz de soportar la potencia total que disipan los interruptores.

Para calcular la potencia que disipa cada polo, según la corriente nominal del dispositivo de protección, se utiliza la tabla 45:

Corriente asignada [A]	Potencia disipada [W]
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Tabla 45: Potencia disipada en función de la corriente nominal I_n .

Luego se utiliza el factor de utilización k_e para los circuitos de entrada y el factor de simultaneidad k para los circuitos de salida. Para poder calcular la disipación de potencia de cada circuito, a través de la ecuación:

$$P_{dp} = P_d * (k_e \text{ o } k) \tag{30}$$

Donde:

- P_{dp} = potencia disipada total en [W].
- P_d = potencia disipada por circuito en [W].
- $k_e = 0,85$, factor de utilización para los circuitos de entrada.
- $k = (32*0,85)/(I_{nProm})$. factor de simultaneidad para los circuitos de salida.
- $I_{nProm} = 54,7$ A, sumatoria de las corrientes nominales de protección de cada circuito.

Luego la potencia total disipada se obtiene de la ecuación:

$$P_{dp_{total}} = P_{dp} + 0,2 * P_{dp} \tag{31}$$

Donde:

- $P_{dp_{total}}$ = potencia total disipada en [W].
- P_{dp} = sumatoria de las potencias disipadas en [W].

En la tabla 46 se observa el número de circuito con su denominación, la potencia disipada por polo, la suma de las potencias disipadas y la potencia disipada total.

	Número de circuito	Nombre de circuito	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd [W]	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd . (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	00	CS	4	30	0,85	21,675
Circuitos de salida	01	IUG1	2	6	0,27	0,45
	02	IUG2	2	6	0,27	0,45
	03	IUG3	2	7	0,27	0,53
	04	IUG4	2	6	0,27	0,45
	05	TUG1	2	7	0,27	0,53
	06	TUG2	2	7	0,27	0,53
	07	OCE	4	14	0,27	1,06
	08	ACU1	4	18	0,27	1,36
Pdp [W]						27,04
Pdptotal [W]						32,45

Tabla 46: Potencia disipada por circuito y total.

Por número mínimo de módulos:

En la tabla 47 se detalla el número mínimo de módulos que debe tener el tablero seccional general, considerando un espacio libre del 40%.

	Termomagnética tetrapolar	Termomagnética bipolar	Disyuntor
Cantidad	3	6	3
Módulos unitario	4	2	4
Total	12	12	12
Total Módulos	36		
Coefficiente espacio libre 40%	50,4		
Número mínimo de módulos	50		

Tabla 47: Número mínimo de polos del tablero seccional general.

Tablero seccional general:

TABLERO SECCIONAL GENERAL						
Tablero	Fabricante	Dimensiones [mm]	Código	Módulos	Rango de temperatura en °C	Potencia disipada W
T.S.G	TABLEPLAST	483x470x178	GR4306	54	25 - 55	82

Tabla 48: Características del tablero seccional general.

Tablero principal:

Para realizar el cálculo del tablero principal debemos repetir el cálculo de tablero seccional general, pero con los dispositivos de seguridad del tablero principal.

En la tabla 49 se observa el número de circuito con su denominación, la potencia disipada por polo, la suma de las potencias disipadas y la potencia disipada total.

Por disipación de potencia:

	Número de circuito	Nombre de circuito	Número de polos	Potencia disipada por cada dispositivo de protección Pd [W]	Factor de utilización Ke o K	Potencia total disipada por cada dispositivo Pd . (Ke ² o K ²)
Circuito de entrada	00	TP	4	30	0,85	21,675
Pdp [W]						21,68
Pdptotal [W]						26,01

Tabla 49: Potencia disipada por circuito y total.

Por número mínimo de módulos:

En la tabla 50 se detalla el número mínimo de módulos que debe tener el tablero principal, considerando un espacio libre del 20%.

	Termomagnética tetrapolar	Termomagnética bipolar	Disyuntor
Cantidad	1	0	1
Módulos unitario	4	2	4
Total	4	0	4
Total Módulos	8		
Coefficiente espacio libre 20%	9,6		
Número mínimo de módulos	10		

Tabla 50: Número mínimo de polos del tablero principal.

Tablero Principal:

TABLERO PRINCIPAL						
Tablero	Fabricante	Dimensiones [mm]	Código	Módulos	Rango de temperatura en °C	Potencia disipada W
T.P	TABLEPLAST	156x321x98	606R	12	20 - 60	32

Tabla 51: Características del tablero Principal.

Las principales referencias de los tableros se detallan a continuación, en la tabla 52.

TABLEROS							
Tablero	IP	IK	Ubicación	Fabricante	Dimensiones [mm]	Código	Interruptor de cabecera
T.S.G	65	10	Oficina	TABLEPLAST	483x470x178	GR4306	Termomagnética 4 x 40 A
T.P	65	10	Pilar	TABLEPLAST	156x321x98	606R	Termomagnética 4 x 40 A

Tabla 52: Denominación de tableros.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

GENERALES Y PARTICULARES

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN:

Se realizará acorde a lo establecido en Normas IRAM 2281-1; 2281-3 y sus anexos.

Electrodo de puesta a tierra:

El electrodo dispensor o de puesta a tierra se ubicará a una distancia cercana al Tablero Principal (T.P.).

Para ello se realizará una perforación en el terreno y se utilizará como electrodo un conductor desnudo de Cu de 35 mm² de sección (IRAM 2004).

Antes de dar por finalizada su instalación se deberá verificar, mediante Telurímetro, el valor de resistencia de puesta a tierra (máximo 40 Ω).

Cámara de inspección:

Se dejará prevista una cámara de inspección para permitir la conexión entre la toma de tierra y el conductor de puesta a tierra. Deberá poseer una tapa removible a fin de poder realizar inspecciones y mediciones periódicas.

El conexionado de los elementos deberá efectuarse en una barra de cobre electrolítico con puentes removibles que permita conectarlos y desconectarlos mediante la utilización de herramientas.

Conductor de puesta a tierra:

Es el conductor que une la toma o electrodo de tierra y la placa o barra colectora de puesta a tierra del Tablero Principal (T.P.). Llegará al mismo en forma subterránea a través de canalización en caño de PVC pesado mediante un (1) conductor de cobre aislado de 1 x 10 mm² (IRAM 2178 Aislamiento de PVC) y será señalado en ambos extremos a los efectos de identificarlo.

Conductor de protección:

La puesta a tierra de las partes conductoras accesibles (masas) se realizará mediante el conductor de protección (PE).

El mismo recorrerá la instalación desde la placa o barra colectora de puesta a tierra del Tablero Principal (T.P.) y no deberá interrumpirse en ningún punto de su recorrido a excepción de los eventuales cambios de sección a realizarse en los tableros seccionales, en sus respectivas placas o barras colectoras de puesta a tierra.

Desde la placa o barra colectora de puesta a tierra del Tablero Principal (T.P.) partirá un conductor unipolar de cobre aislado color verde-amarillo de $1 \times 10 \text{ mm}^2$ (IRAM 247-3) hasta la placa o barra colectora del Tablero Seccional General (T.S.G.).

Desde el T.S.G. partirán conductores unipolares aislados color verde-amarillo (IRAM 247-3) hasta los puntos de utilización, canalizado por cañería de P.V.C semipesado, con la sección establecida en los respectivos planos eléctricos.

Instalación en cañerías:

Se utilizará canalización por cañerías de PVC semipesado en casi la totalidad de las líneas de circuitos terminales, tal como consta en los planos de instalación eléctrica correspondiente.

Las principales prescripciones para las instalaciones en cañerías se resumen a continuación:

- Los caños se unirán entre sí mediante accesorios adecuados que no disminuyan su sección interna.
- Las uniones entre caños y cajas se realizan mediante conectores normalizados o boquillas y tuercas.
- Se deberá garantizar la continuidad eléctrica.
- Los caños, cajas y gabinetes metálicos deberán estar efectivamente puestos a tierra.
- Toda cañería terminará en una boca, caja, gabinete o elemento de transición o terminación.
- Las curvas realizadas en caños no deberán efectuarse con ángulos menores de 90° , respetándose además los radios mínimos indicados en el Reglamento.
- El recorrido de las instalaciones deberá respetar la ortogonalidad de los ambientes, siguiendo líneas verticales y horizontales a las aristas de las paredes.

- Las canalizaciones embutidas con cañería de material aislante deberán ser protegidas de las agresiones mecánicas (por ejemplo a través de una mezcla de concreto de espesor no menor a 10 mm).

Instalaciones subterráneas (Para cable directamente enterrado).

Los conductores irán alojados en zanjas construidas a tal fin. El fondo de la misma será firme, liso, libre de discontinuidades y sin piedras.

En el caso de conductores de baja tensión (hasta 1,1 kV) se dispondrán sobre una capa de arena a una profundidad mínima de 0,70 m tomada desde la parte superior del cable respecto de la superficie del terreno. Se cubrirá luego con el mismo material hasta formar un espesor mínimo de 10 cm. A partir de allí se dispondrán ladrillos, losetas de cemento triangulares o media caña de cemento cubriendo toda la longitud del cable. Luego se rellenará la zanja hasta el nivel original del terreno con la tierra extraída previamente.

Al pie de cada tablero o punto de conexión se dejará enterrado un tramo de conductor dispuesto en forma de omega a manera de reserva. El radio de curvatura no será menor a 15 veces el diámetro exterior del cable.

Asimismo se deberá colocar una malla de advertencia de color rojo con el texto “PELIGRO ELÉCTRICO” a 20 cm de la superficie y en todo el desarrollo longitudinal de la zanja.

Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deberán estar colocados en caños de acero semipesado que se extiendan, como mínimo, 30 cm más allá del perímetro de la construcción.

Conductores:

Los conductores alojados en cañerías serán construidos bajo Norma IRAM NM 247-3. Deberán cumplir esta condición en su totalidad todas las líneas de circuito terminales, ya sea para usos generales, usos especiales o usos específicos.

Los conductores que sean colocados enterrados directamente o en conductos serán contruidos bajo Norma IRAM 2178 con Aislamiento de PVC.

Los conductores en ningún caso tendrán una sección inferior a $1,5 \text{ mm}^2$.

El conductor de protección eléctrica (PE) será de cobre electrolítico aislado (Norma IRAM NM 247-3) de color verde-amarillo, en los casos en que se encuentre alojado en caños. En ningún caso su sección será inferior a los $2,5 \text{ mm}^2$ ni menor a la sección del conductor de línea (en los casos en que ésta no sea superior a los 16 mm^2). En los planos de instalación eléctrica figura la sección del mismo [Ej. 2 (1 x 4) + PE (4)] mientras que en los lugares donde no conste su sección será de $2,5 \text{ mm}^2$ (Ej. 2 (1 x 1,5) + PE).

Los conductores de Protección Eléctrica recorrerán toda la instalación y se conectarán en cada una de las cajas de los puntos de utilización de todos los circuitos terminales y cajas de paso, derivación e interruptores de efecto.

Todos los conductores a utilizar en la instalación contruidos bajo Norma IRAM NM 247-3 serán unipolares, mientras que los contruidos bajo Norma IRAM 2178 (aislamiento en PVC) podrán ser unipolares, bipolares, tripolares o tetrapolares.

El código de colores a utilizar para los conductores IRAM NM 247-3 será:

- Fase R (L1) = Castaño
- Fase S (L2) = Negro
- Fase T (L3) = Rojo
- Neutro (N) = Celeste
- Protección Eléctrica (PE) = Verde-amarillo.

Tomacorrientes

Los circuitos de tomacorrientes para usos generales (T.U.G.) tendrán en sus bocas de salida **dos tomacorrientes** tipo 2P + T de 10 A según Norma IRAM 2071, a excepción de los circuitos ACU que poseerán un tomacorriente tipo 2P + T de 20 A según Norma IRAM 2071.

El circuito de tomacorrientes para usos especiales (T.U.E.) tendrá en sus bocas de salida **un tomacorriente** tipo 2P + T de 20 A según Norma IRAM 2071.

Los circuitos de tomacorrientes para usos especiales (T.U.E.) que se encuentren alojados en el exterior serán con tapa de cierre automático y juntas de neoprene de grado 2, resistentes al polvo y al agua (IP 54) y tendrán en sus bocas de salida **un tomacorrientes** tipo 2P + T de 20 A según Norma IRAM 2071.

El circuito de tomacorrientes para usos especiales (O.C.E. o A.C.U) tendrá en sus bocas de salida **un tomacorriente** tipo 3P + T de 32 A según norma IEC 60309.

Los circuitos de tomacorrientes para usos especiales (O.C.E o A.C.U) que se encuentren alojados en el exterior serán con tapa de cierre automático y juntas de neoprene de grado 2, resistentes al polvo y al agua (IP 54) y tendrá en su boca de salida **un tomacorrientes** tipo 3P + T de 32 A según norma IEC 60309.

El conductor de Protección Eléctrica se conectará en todos los casos a la caja en la que se alojen módulos para tomacorrientes.

La ubicación y altura definitiva de los tomacorrientes de cada sala y dependencia serán oportunamente definidas en obra.

Tableros:

Los tableros llevarán en el frente un logotipo, marcado en forma indeleble, que prevenga la existencia de riesgo de choque eléctrico. Además deberá poseer al frente del mismo la identificación “Tablero Eléctrico Principal” o “Tablero Eléctrico Seccional” según corresponda.

Las partes constitutivas de los tableros podrán ser metálicas o de materiales plásticos que tengan, además de rigidez mecánica, características de no-inflamabilidad, no-higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas.

El grado de protección mínimo será IP 41. No tendrá partes con tensión accesibles desde el exterior aún con la puerta abierta.

El acceso a las partes con tensión sólo será posible por la remoción de tapas o cubiertas mediante el uso de herramientas.

Los componentes eléctricos no podrán montarse directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino sobre soportes, perfiles o accesorios previstos para tal fin.

Los tableros poseerán placas o barras colectoras interconectadas de puesta a tierra con la cantidad suficiente de bornes como para conectar la totalidad de conductores de protección de las líneas de circuitos.

Los tableros que tengan 3 o más circuitos de salida deberán contar con un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los dispositivos de maniobra sin interferir con los restantes. Este juego de barras puede ser realizado con pletinas desnudas de cobre, montadas en soportes portabarras, bornes de distribución, peines de conexión o combinación de ellos.

El gabinete del Tablero Principal (T.P.) deberá ser de aislación Clase II y deberá ser montado y armado respetando los criterios de la doble aislación.

Los equipos y aparatos de señalización, medición, maniobra y protección deberán estar identificados con inscripciones que precisen la función a la que están destinados. Además se fijará en el lado interior de la puerta de cada Tablero una funda conteniendo el esquema unifilar del mismo.

Planos:

Los planos de la distribución de los circuitos eléctricos se muestran en ANEXO 3, los circuitos correspondientes a TUG, OCE y ACU1 y en ANEXO 2, los circuitos correspondientes a IUG. Además en ANEXO 4 se muestra el esquema unifilar, (fin del proyecto).

CÁLCULO DE CARGA DE FUEGO

Memoria Descriptiva

En esta sección, se realizará el cálculo de la carga de fuego y se determinará el número de extintores necesarios en el edificio. Además, se calculará el número de medios de escape necesarios para evacuar ante una emergencia.

La carga de fuego se calcula teniendo en cuenta los materiales combustibles presentes en el taller y oficina, por lo que se tabularon todos los materiales obteniendo sus cantidades. Luego se calculó el poder calorífico de cada uno, para poder obtener su equivalente al poder calorífico de la madera. Con este valor por metro cuadrado y la clase combustible de cada material presente, se determinó la cantidad mínima necesaria de extintores, su clase y capacidad.

El cálculo del número de medios de escape tiene como objetivo garantizar que todas las personas que se encuentren en el lugar puedan evacuar ante una emergencia. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta la actividad desarrollada en el taller y el número de personas que frecuenta el mismo. Para garantizar esta evacuación se calcula el número de medio de escape y el ancho mínimo necesario reglamentario.

Para llevar a cabo los cálculos, se utilizó el decreto N°351/79 reglamentario de la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el trabajo, capítulos 1.2 Carga de fuego y capítulo 1.6 Medios de escape.

Memoria Técnica

La tabla de materiales combustibles y clasificación de fuego se elaboró mediante un relevamiento. En el caso de los neumáticos, se tomó en cuenta la variante más pesada de cada rodado.

Calculo de carga de fuego en Taller

Materiales combustibles:

En la tabla 53 se observan los rodados de neumáticos y su peso.

Neumáticos			
Rodado de neumáticos	Cantidad	Peso Unitario [kg]	Peso Acumulado [kg]
175/70 R13	30	7,2	216
195/70 R14	55	7,5	412,5
205/60 R15	105	9	945
7.05 R16	60	15	900
255/40 R17	25	16,5	412,5
185/60 R18	10	15,6	156
295/60 R18	15	17	255
Peso total en [kg]			3297

Tabla 53: Neumáticos y peso de los mismos.

En la tabla 54 se exponen los distintos materiales combustibles presentes en el taller, su respectivo poder calorífico y la carga de fuego equivalente al poder calorífico de la madera. El aislante térmico del techo es de fibra de vidrio de 5mm de espesor y su densidad es de 1,4 kg/m², para obtener el peso del mismo se utilizó la ecuación:

$$Peso [Kg] = Área_{Techo} * Densidad \quad (32)$$

Donde:

- Peso es el peso total del aislante térmico en [kg].
- $Área_{taller}$ es el área del techo que cubre el aislante térmico en [m²].
- Densidad es la densidad del aislante térmico en [kg/m²].

El poder calorífico equivalente se calcula con la ecuación:

$$q_e = \frac{q}{Área_{taller} * Pc} \quad (33)$$

Donde:

- q_e es la carga de fuego equivalente en [kg/m²].
- q es la carga de fuego de los materiales en [Mcal].
- $Área_{taller}$ es el área del taller en [m²].
- Pc es el poder calorífico de la madera 4,4 [Mcal/kg].

Carga de fuego equivalente:

Carga de fuego equivalente Taller						
Clasificación de los Fuegos	Materiales	Peso [kg]	Poder calorífico [Mcal/kg]	Poder calorífico de la madera [Mcal/kg]	Superficie Taller [m ²]	Carga de Fuego equivalente [kg/m ²]
Fuego Clase A	Neumáticos	3297	10	4,4	355	21,108
	Baterías	247	10			1,581
	Madera	237	4,4			0,668
	cable	123,3	1,2			0,095
	Aislante Térmico	420	0,2			0,054
	Carga de fuego equivalente total [kg/m ²]					
Fuego Clase B	Gasoil	153	10	4,4	355	0,980
	Nafta	214,2	10			1,371
	Carga de fuego equivalente total [kg/m ²]					

Tabla 54: Clasificación de los fuegos.

Una vez identificado que los materiales tienen riesgo muy combustible para fuego de clase A y riesgo inflamable para fuegos de clase B, se procedió a calcular el potencial del extintor correspondiente a la carga de fuego equivalente.

De la tabla 55 obtenemos el potencial extintor para combustibles tipo A (Tabla 1) y para combustibles B (Tabla 2).

TABLA 1					
CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Poco comb.
hasta 15kg/m ²	--	--	1 A	1 A	1 A
16 a 30 kg/m ²	--	--	2 A	1 A	1 A
31 a 60 kg/m ²	--	--	3 A	2 A	1 A
61 a 100kg/m ²	--	--	6 A	4 A	3 A
> 100 kg/m ²	A determinar en cada caso				

TABLA 2					
CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Poco comb.
hasta 15kg/m ²	--	6 B	4 B	--	--
16 a 30 kg/m ²	--	8 B	6 B	--	--
31 a 60 kg/m ²	--	10 B	8 B	--	--
61 a 100kg/m ²	--	20 B	10 B	--	--
> 100 kg/m ²	A determinar en cada caso				

Tabla 55: Potencial extintor según el tipo de combustible.

El extintor requerido debe tener un potencial de extinción de 2A6B. Para seleccionar el mismo debemos cumplir lo exigido por la ley 19.587:

Determinar la cantidad de unidades extintoras mínimas por cada 200 m², mediante la tabla de conversión de unidades extintoras o capacidad de matafuego según el agente extintor seleccionado.

Distribuir los matafuegos en el plano del local, teniendo en cuenta el camino máximo a recorrer en libre trayectoria para alcanzarlo y suponiendo a la persona que lo va a usar ubicada en la posición más desfavorable. La legislación cita, 20m para matafuegos clase A y 15m para matafuegos clase B.

Conversión de unidades extintoras a capacidad de matafuegos.

Tipo	Peso	Valor
Polvo químico ABC	10 KG	6A - 60B - C
Polvo químico ABC	5 KG	6A - 40B - C
Polvo químico ABC	2,5 KG	3A - 20B - C
Polvo químico ABC	1 KG	1A - 3B - C
Anhídrido Carbónico	2 KG	2 BC
Anhídrido Carbónico	3.5 KG	3 BC
Anhídrido Carbónico	5 KG	5 BC
Anhídrido Carbónico	7 KG	5 BC
Anhídrido Carbónico	10 KG	10 BC
Acetato de potasio - Clase K	6 y 10 L	2A - K
HCFC	5 KG	1A - 10B - C
Espuma AB	10 L	2A - 20B
www.firensesoft.blogspot.com.ar		

Tabla 56: Capacidad de matafuegos.

Como requerimos un potencial de exención de 2A4B, podemos utilizar las distintas opciones que presenta la tabla 31:

- 2 extintores de Polvo ABC con capacidad 1 kg y capacidad extintora 1A-3BC.
- 1 extintor de Polvo ABC con capacidad 2,5 kg y capacidad extintora 3A-20BC.
- 1 extintor de Polvo ABC con capacidad 5 kg y capacidad extintora 6A-40BC.
- 1 extintor de Polvo ABC con capacidad 10 kg y capacidad extintora 6A-60BC.

Extintores en taller

En el taller por motivos de seguridad se disponen de 3 extintores de polvo ABC de 10 kg de capacidad y un poder de extinción de 6A – 60 BC cada uno, distribuidos como se indica en el ANEXO 5 (Posición de extintores), cumpliendo lo exigido por la ley.

Calculo de carga de fuego en OFICINA:

Carga de fuego equivalente oficina tabla 57

Carga de fuego equivalente Oficina						
Clasificación de los Fuegos	Materiales	Peso [kg]	Poder calorífico [Mcal/kg]	Poder calorífico de la madera [Mcal/kg]	Superficie Oficina [m ²]	Carga de Fuego equivalente [kg/m ²]
Fuego Clase A	Papel	140	4	4,4	12,75	0,359
	Madera	237	4,4			0,668
	cable	123,3	1,2			0,095
	Carga de fuego equivalente total [kg/m ²]					

Tabla 57: Clasificación de los fuegos.

Teniendo en cuenta la carga de fuego equivalente según su clase y que los materiales son muy combustibles. Se seleccionó el potencial de extinción necesario en la oficina. Para esta selección se utilizó la tabla 58 de potencial extintor para combustibles tipo A.

De la tabla 58 obtenemos el potencial extintor para combustibles tipo A.

TABLA 1					
CARGA DE FUEGO	RIESGO				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy Comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Poco comb.
hasta 15kg/m ²	--	--	1 A	1 A	1 A
16 a 30 kg/m ²	--	--	2 A	1 A	1 A
31 a 60 kg/m ²	--	--	3 A	2 A	1 A
61 a 100kg/m ²	--	--	6 A	4 A	3 A
> 100 kg/m ²	A determinar en cada caso				

Tabla 58: Potencial extintor según el tipo de combustible.

Como requerimos un potencial de extinción de 1A. De la tabla 31 se obtuvieron los matafuegos que podemos utilizar:

- 1 extintor de Polvo ABC con capacidad 1 kg y capacidad extintora 1A-3BC.
- 1 extintor de Polvo ABC con capacidad 2,5 kg y capacidad extintora 3A-20BC.

En la oficina se colocó un extintor de polvo ABC con capacidad de 2,5 kg y con capacidad extintora de 3A-20BC.

Distribución de extintores en taller y oficina:

Se observa en figura 5 la distribución de extintores en sector taller y oficina.

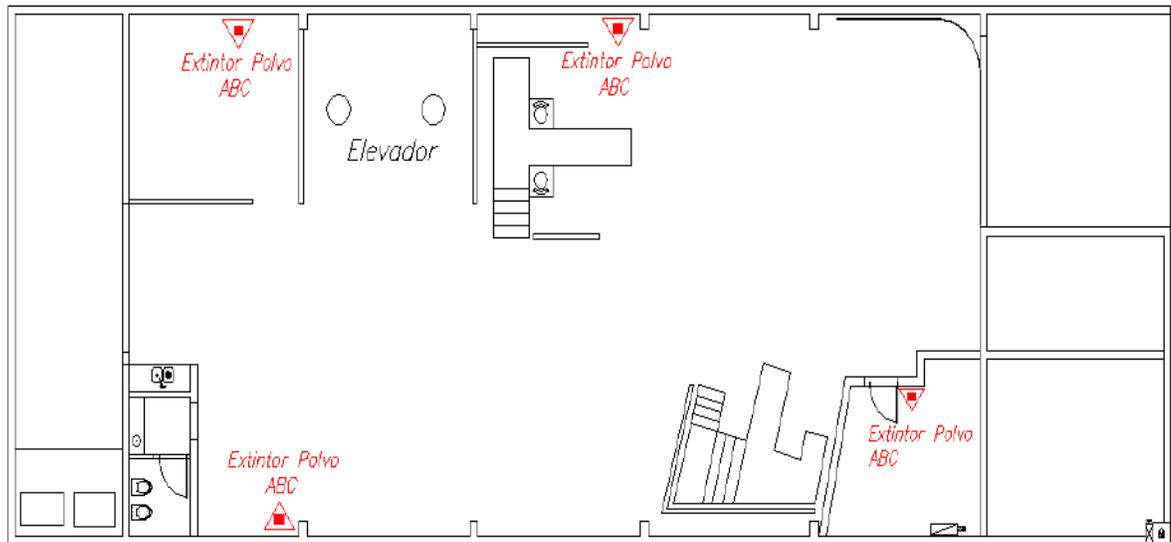


Figura 5: Distribución de extintores.

El plano correspondiente a la posición de los extintores y áreas del taller se muestra ANEXO 5, (fin del proyecto).

CALCULO DE MEDIOS DE ESCAPE

Memoria descriptiva:

Los medios de escape tienen como objetivo garantizar un medio de salida que esté constituido por una línea natural de tránsito y que garantice una evacuación rápida y segura, según lo reglamentado por la ley 19.587. Para esto es importante que las salidas hacia los puntos de evacuación tengan la dimensión adecuada y que el edificio cuente con el número de salidas de emergencias que exige el reglamento.

Para realizar el cálculo del número de medios de escape y su dimensión, se tuvo en cuenta la actividad que se desarrolla en el edificio y el número de personas a ser evacuadas.

Memoria de cálculo:

El número de ancho de salida se calculó mediante la ecuación:

$$n = \frac{N}{100} \quad (34)$$

Donde:

- n es el número de ancho de unidades de salidas requeridas.
- N es el número total de personas a ser evacuadas, calculado en base al factor de ocupación.

El factor de ocupación se obtuvo del decreto, se estableció teniendo en cuenta el número de personas presente por m². De la tabla 59 se selecciona el factor de ocupación.

USO	x en m2
a) Sitios de asambleas, auditorios, salas de conciertos, salas de baile	1
b) Edificios educacionales, templos	2
c) Lugares de trabajo, locales, patios y terrazas destinados a comercio, mercados, ferias, exposiciones, restaurantes	3
d) Salones de billares, canchas de bolos y bochas, gimnasios, pistas de patinaje, refugios nocturnos de caridad	5
e) Edificio de escritorios y oficinas, bancos, bibliotecas, clínicas, asilos, internados, casas de baile	8
f) Viviendas privadas y colectivas	12
g) Edificios industriales, el numero de ocupantes será declarado por el propietario, en su defecto será	16
h) Salas de juego	2
i) Grandes tiendas, supermercados, planta baja y 1er. subsuelo	3
j) Grandes tiendas, supermercados, pisos superiores	8
k) Hoteles, planta baja y restaurantes	3
l) Hoteles, pisos superiores	20
m) Depósitos	30

Tabla 59: Factor de ocupación.

El número de personas a evacuar se determina mediante la ecuación:

$$N = \frac{\text{metros cuadrados del local}}{\text{factor de ocupación}} \quad (35)$$

Los datos obtenidos se muestran en tabla 60

Número de personas a evacuar			
Factor de ocupación	Área taller [m²]	Número de personas a evacuar	Número de ancho de salida n
16	355	22,2	0,22

Tabla 60: Personas a evacuar y número de ancho de salida.

Se requieren 2 unidades de ancho de salida. De la tabla 61, se determina el ancho mínimo de salidas permitido para un edificio nuevo.

ANCHO MINIMO PERMITIDO		
Unidades	Edificios Nuevos	Edificios Existentes
2 unidades	1,10 m.	0,96 m.
3 unidades	1,55 m.	1,45 m.
4 unidades	2,00 m.	1,85 m.
5 unidades	2,45 m.	2,30 m.
6 unidades	2,90 m.	2,80 m.

Tabla 61: Ancho de salida mínimo para edificios nuevos y existentes.

Se requieren como mínimo 2 unidades de salidas con un ancho de 1,10m cada una.

Cálculo de números de medios de escape:

Si el número de ancho de salidas $n \leq 3$, se utiliza un solo medio de escape.

Si el número de ancho de salidas $n \geq 4$, se calcula en número de medios de escape con la ecuación:

$$N^{\circ} Me = \frac{n}{4} + 1 \tag{36}$$

Donde:

- $N^{\circ} Me$ es el número de medios de escape.
- n es el número de ancho de unidades de salidas requeridas.

Como $n = 2$ unidades de ancho de salida, se utiliza un medio de escape.

Medios de escape en el edificio:

El edificio cuenta con 2 portones, uno de 4,2 m de ancho con salida hacia la vereda. El segundo portón es de 3,2 m tiene salida al patio interno cuya dimensión es de 4 x 12,5 metros, cumpliendo con el ancho mínimo de unidad de salida y con el número mínimo de medios de escape.

Si nos encontramos en el punto más desfavorable del taller tenemos una distancia de 12,5m a la salida más cercana, cumpliendo lo reglamentado por la ley 19.587, cuya exigencia para lugares con número de personas menor a 300 ($N \leq 300$ personas), la trayectoria libre máxima a recorrer hacia la salida no debe superar los 40 m

CONCLUSIÓN:

A través de la realización del presente proyecto, se pudieron identificar varias problemáticas presentes en el taller de alineación y balanceo DARIO, así como también áreas que se encuentran en mejores condiciones que las exigidas por reglamento.

El cálculo de aire comprimido reveló que el compresor actual tiene una capacidad insuficiente y que las cañerías no son adecuadas en términos de seguridad y dimensiones, lo que ha generado problemas de presión y consumo. Es crucial abordar esta parte del proyecto para no afectar la producción.

En relación con la iluminación, tanto en el taller como en la oficina, se requieren mejoras, ya que no cumplen con la iluminación media exigida. Es especialmente el taller donde se observan las mayores deficiencias en iluminación.

En cuanto al cálculo y diseño de la instalación eléctrica, la instalación actual se encuentra desactualizada y no cuenta con el número mínimo de circuitos necesarios. Este proyecto proporcionará una mayor seguridad y eficiencia en las tareas, ya que se ha estudiado el diseño del taller y se ha planificado la ubicación de los puntos de conexión en función de los consumos.

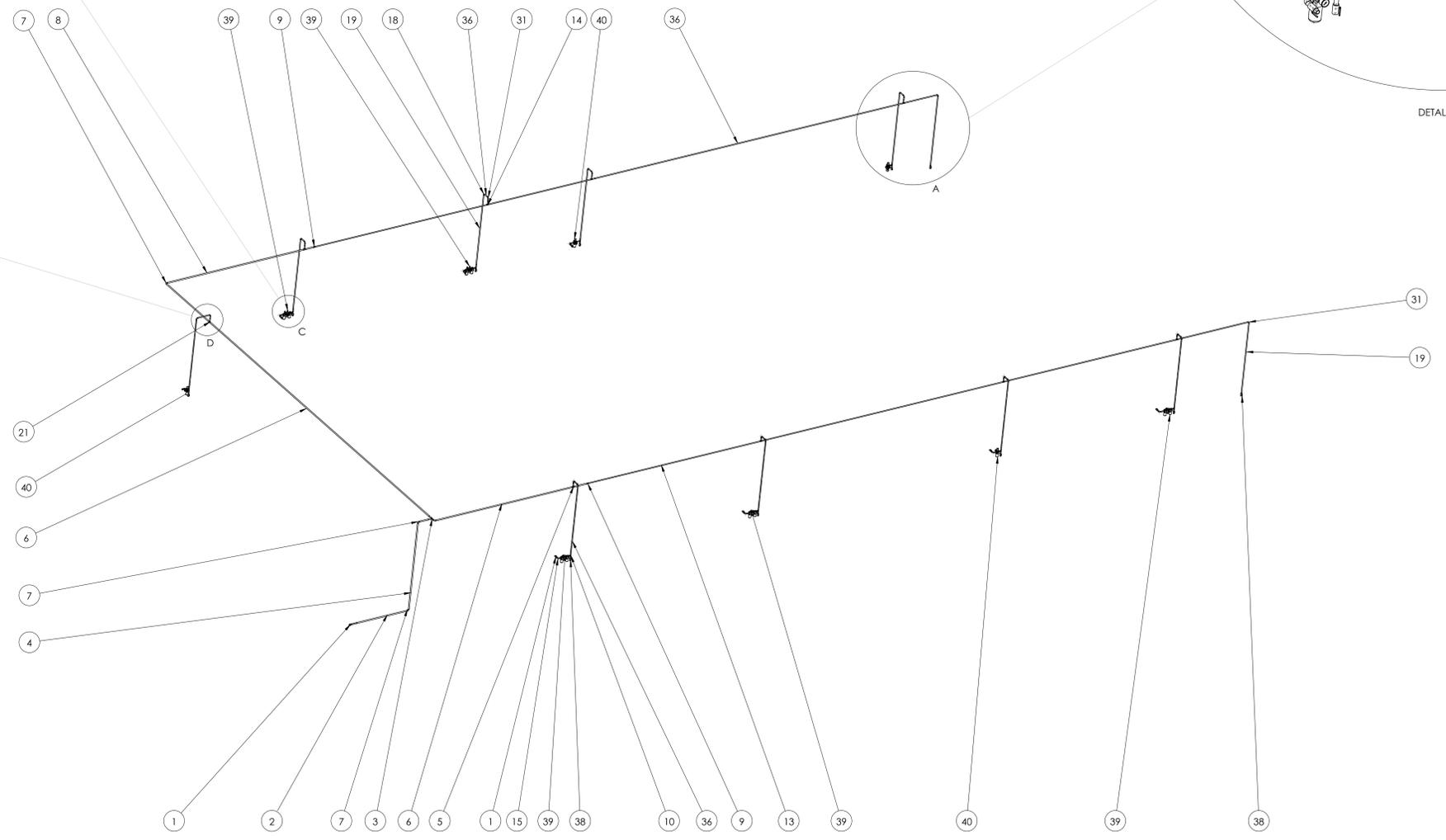
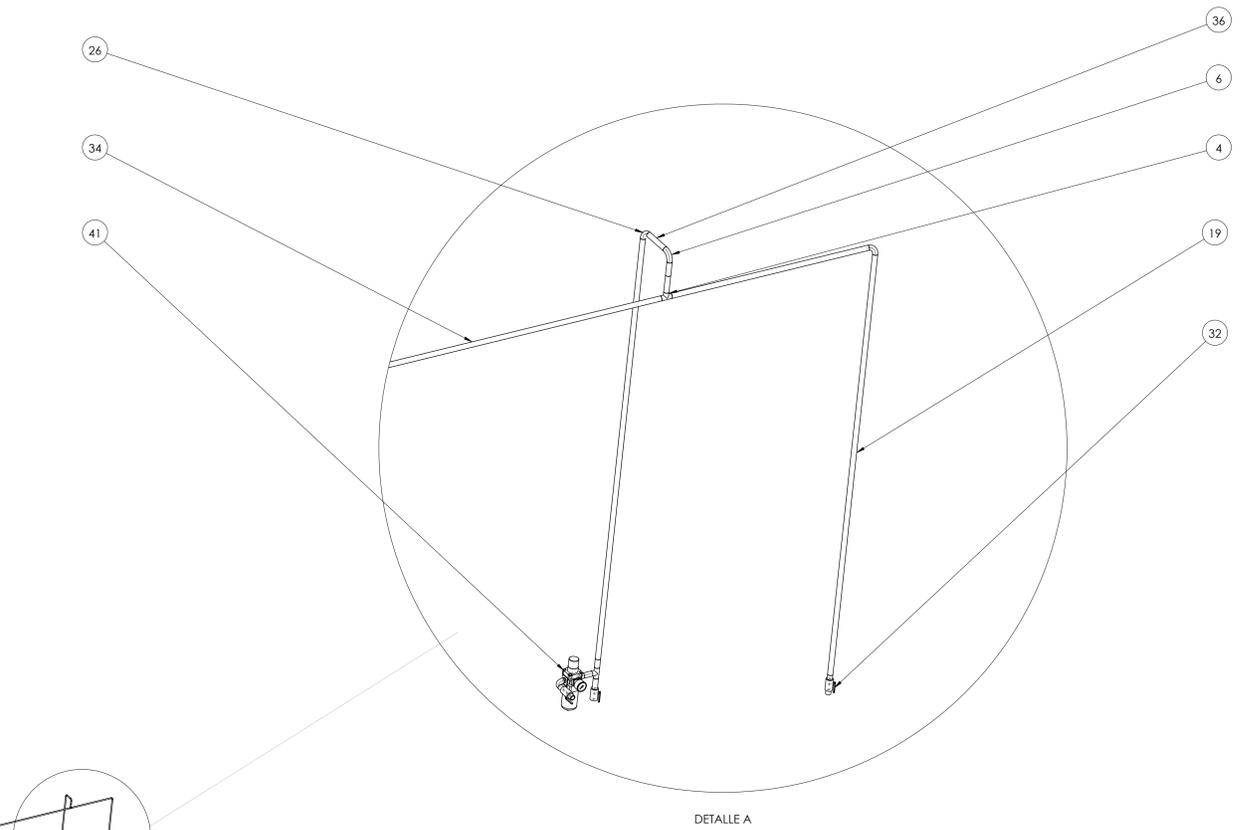
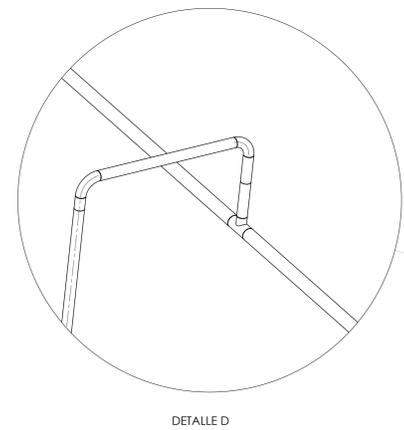
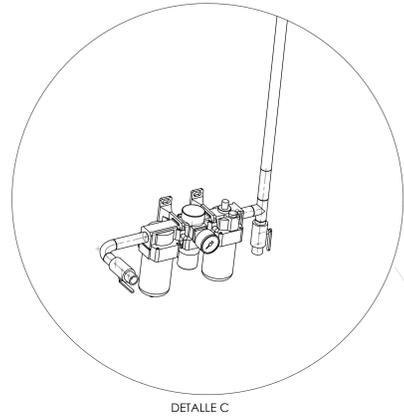
En cuanto al cálculo de carga de fuego, determinación del número mínimo de extintores necesarios y diseño de medios de escape, el taller se encuentra en muy buenas condiciones, superando incluso los requisitos reglamentarios. Esta fase del proyecto fue útil para verificar el cumplimiento de las normativas.

El presente proyecto resultó ser de gran utilidad, ya que permitió integrar y consolidar numerosos conceptos, así como también aplicar lo aprendido durante la vida universitaria, lo que fue fundamental para la formación profesional. Además, fue una experiencia enriquecedora que brindó una perspectiva realista sobre la magnitud de un proyecto de esta índole, fortaleciendo la capacidad de organización personal desde el relevamiento en el taller hasta la toma de decisiones respecto a la selección de productos, considerando su utilidad en relación con los costos.

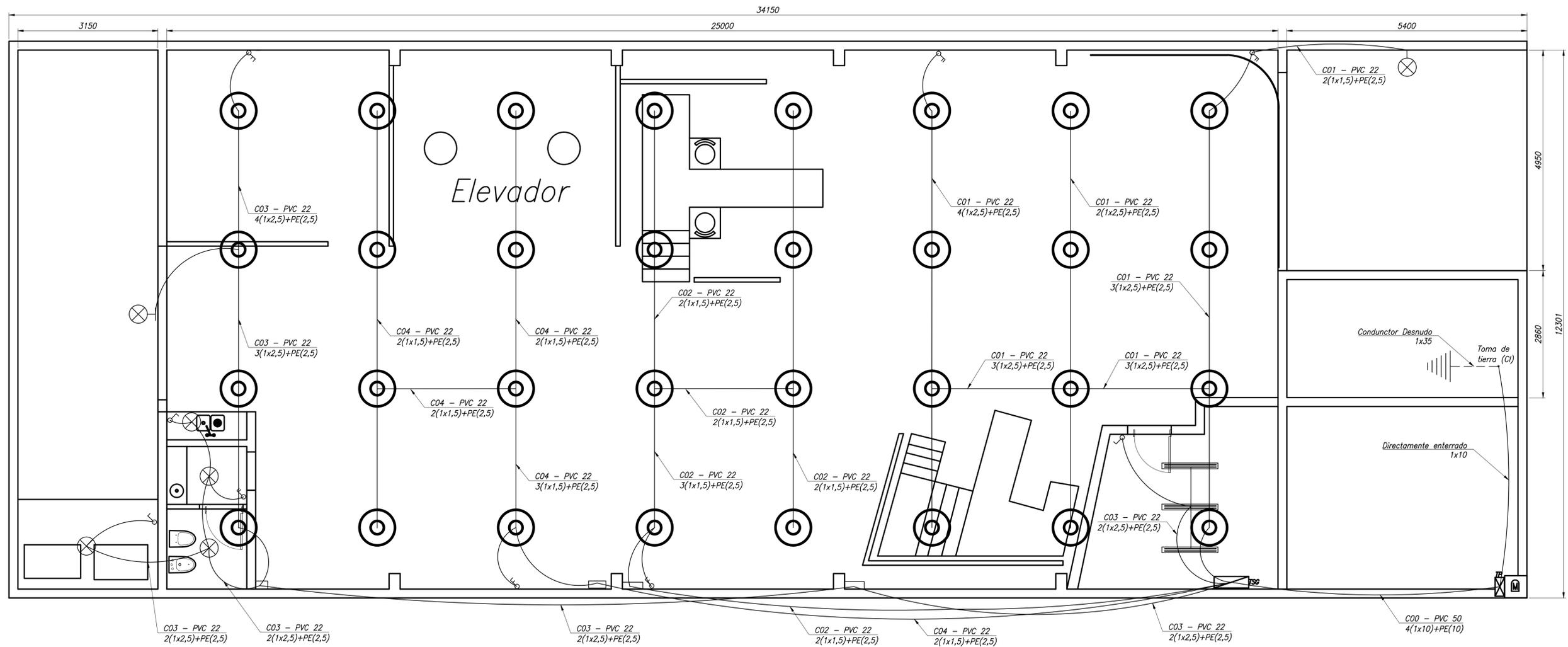
El proyecto también ayudó a mejorar las habilidades de comunicación y a construir relaciones profesionales, tanto con las partes interesadas en su realización como con los tutores encargados de supervisar su progreso. Esta interacción contribuye significativamente al enriquecimiento del proceso y al logro de los objetivos planteados.

Bibliografía:

- ✓ Reglamento AEA para ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para las instalaciones en lugares y locales especiales. Sección 771: viviendas, oficinas y locales (unitarios). Edición Marzo 2006, de la Asociación Electrotécnica Argentina y Normas IRAM e IEC contempladas en ellas.
- ✓ Catálogo PRYSMIAN SUPERASTIC JET.
- ✓ Ley 19.587/72 de Higiene y Seguridad en el trabajo.
- ✓ Decreto 351/79 reglamentario de la Ley 19.587/72.
- ✓ Manual Normas IRAM 2017 de aplicación para dibujo técnico.
- ✓ Transporte de fluidos por cañerías – Industec Estudio Técnico.
- ✓ Catálogo FESTO para instalaciones de aire comprimido.
- ✓ Manual SIEMENS baja tensión.



Denominación	Pieza	Schedule
1	Valvula esferica 0.75"	40
2	Caño acero 0.75"	40
3	Tee Inch 0.75	40
4	Caño acero 0.75"	40
5	Tee Inch 0.75/0.5	40
6	Caño acero 0.75"	40
7	Codo 90 0.75	40
8	Caño acero 0.75"	40
9	Reducción 0.75"/0.5"	40
10	Tee Inch 0.5	40
11	Caño acero 0.5"	40
12	Tee Inch 0.5	40
13	Caño acero 0.5"	40
14	Tee Inch 0.5	40
15	Caño acero 0.5"	40
16	Tee Inch 0.5	40
17	Caño acero 0.5"	40
18	Codo 90 0.5"	40
19	Caño acero 0.5	40
20	Valvula esferica 0.5"	40
21	Reducción 0.75"/0.5"	40
22	Caño acero 0.5"	40
23	Tee Inch 0.5	40
24	Caño acero 0.5"	40
25	Tee Inch 0.5	40
26	Caño acero 0.5"	40
27	Tee Inch 0.5	40
28	Caño acero 0.5"	40
29	Tee Inch 0.5	40
30	Caño acero 0.5"	40
31	Codo 90 0.5"	40
32	Valvula esferica 0.5"	40
33	Codo 90 0.5"	40
34	Caño acero 0.5"	40
35	Codo acero 0.5"	40
36	Caño acero 0.5"	40
37	Tee Inch 0.5	40
38	Valvula esferica 0.5"	40
39	Unidad FRL-MEDIA	40
40	Unidad FR-MEDIA	40
41	Unidad R-MEDIA	40



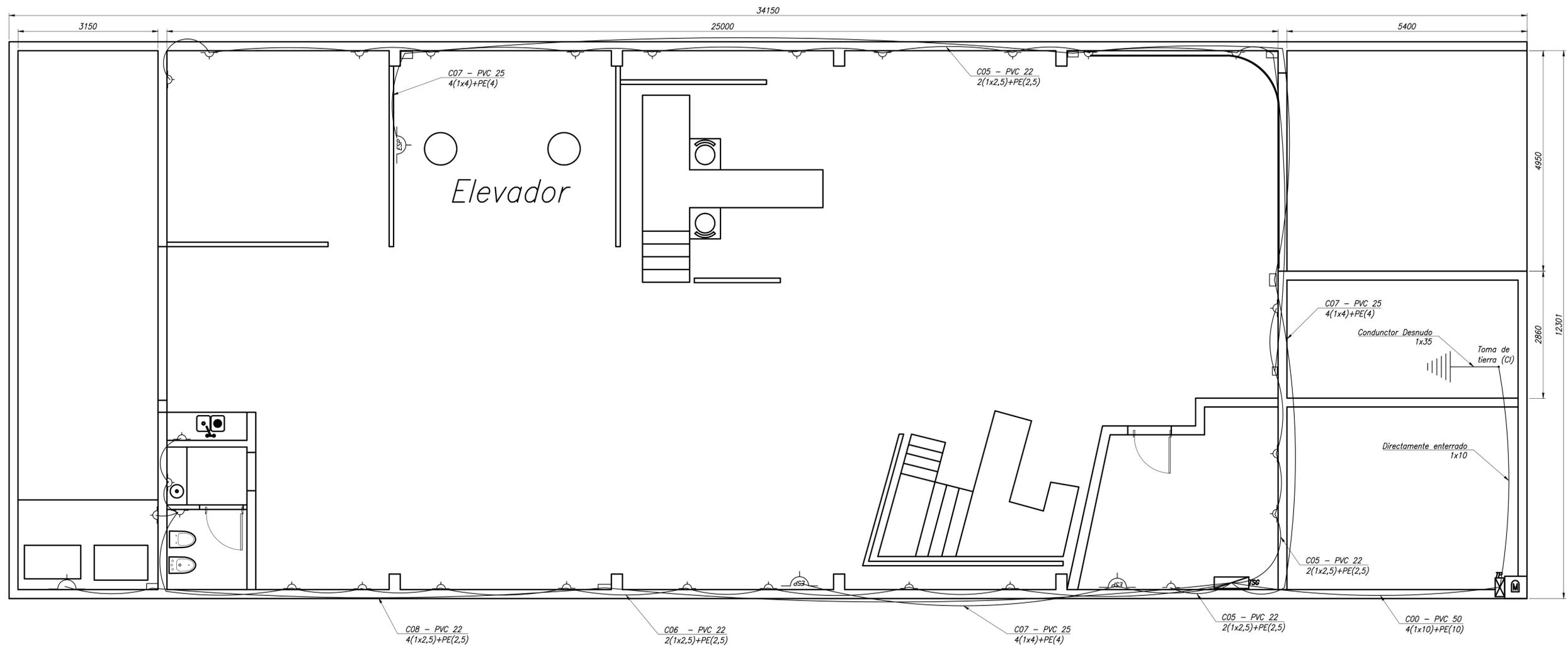
REFERENCIAS:

-  Medidor
-  Tablero Principal
-  Tablero Seccional
-  Caja de Paso
-  Llave interruptor unipolar 1 efecto
-  Tomacorrientes de uso general
-  Tomacorrientes de uso especial
-  Boca de techo
-  Boca de pared

Canalización de circuitos

Circuitos	Número de Conductores más P.E	Sección de Conductores [mm ²] más P.E	Material de canalización	Sección de Canalización [mm ²]
CSG-C00	5	10+P.E(10)	PVC	50
IUG1-C01	5	2,5+P.E(2,5)	PVC	22
IUG2-C02	4	1,5+P.E(2,5)	PVC	22
IUG3-C03	5	2,5+P.E(2,5)	PVC	22
IUG4-C04	4	1,5+P.E(2,5)	PVC	22

Tolerancias Generales ±1mm	Proyecto:	23/09/24	Rinaldi Juan	Código Empresa:
	Dibujo:	23/09/24	Rinaldi Juan	
Escala:	Aprobó:			Alineación y Balanceo DARIO
	1:50	Denominación:		
	Formato: A1	Iluminación		
				N° Plano Cliente:
				N° Plano: 01
				Pág: 1/1



REFERENCIAS:



Medidor



Tablero Principal



Tablero Seccional



Caja de Paso



Llave interruptor unipolar 1 efecto



Tomacorrientes de uso general



Tomacorrientes de uso especial



Boca de techo

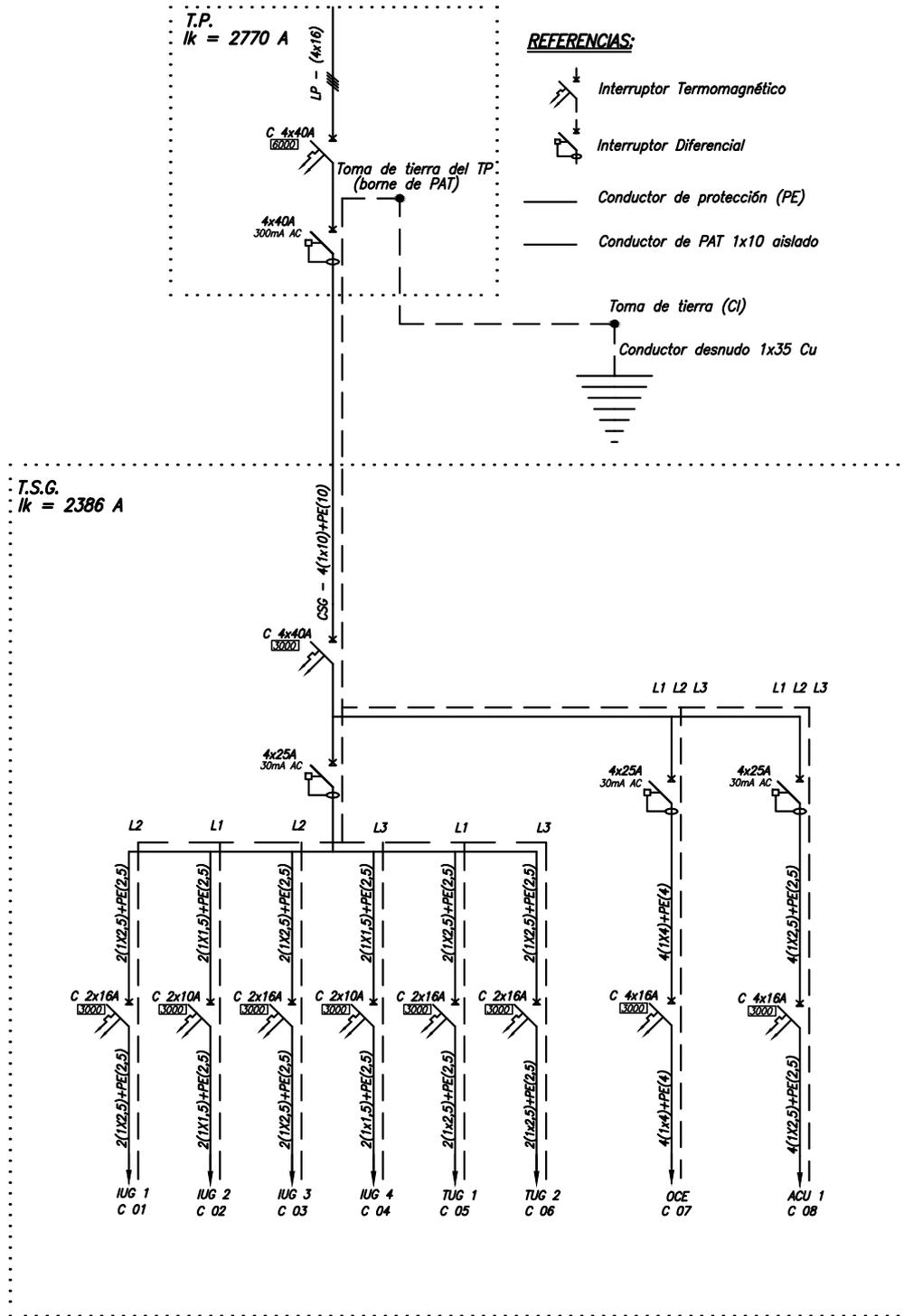


Boca de pared

Canalización de circuitos

Circuitos	Número de Conductores más P.E	Sección de Conductores [mm ²] más P.E	Material de canalización	Sección de Canalización [mm ²]
CSG-C00	5	10+P.E(10)	PVC	50
TUG1-C05	3	2,5+P.E(2,5)	PVC	22
TUG2-C06	3	2,5+P.E(2,5)	PVC	22
OCE-C07	5	4+P.E(4)	PVC	25
ACU1-C08	5	2,5+P.E(2,5)	PVC	22

Tolerancias Generales ±1mm	Proyecto:	23/09/24	Rinaldi Juan		Código Empresa:
	Dibujó:	23/09/24	Rinaldi Juan		Nombre Archivo:
	Revisó:				TUG.DWG
	Aprobó:				
Escala:	Denominación:			Alineación y Balanceo DARIO	
1:50	TUG-ACU1-OCE			N° Plano Cliente:	
Formato:	A1			N° Plano: 01	
				Pág: 1/1	



Tolerancias
Generales
±1mm

Proyectó:	23/09/24	Rinaldi Juan
Dibujó:	23/09/24	Rinaldi Juan
Revisó:		
Aprobó:		



Código Empresa:

Nombre Archivo:

Unifilar.DWG

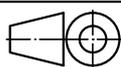
Escala:

1:1

Denominación:

ESQUEMA UNIFILAR

Alineacion y Balanceo
DARIO



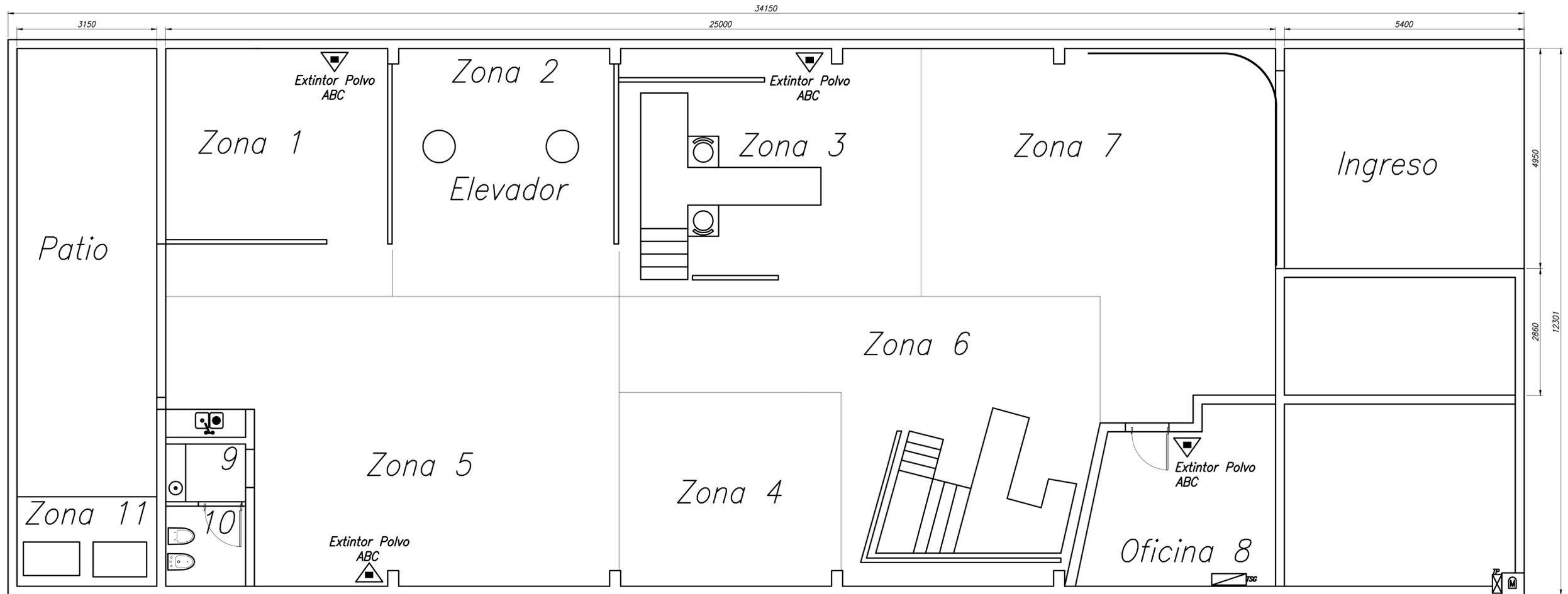
Formato:
A4

N° Plano Cliente:

N° Plano:

01

Pág:
1/1



Tolerancias Generales ±1mm	Proyecto:	23/09/24	Rinaldi Juan		Código Empresa:
	Dibujó:	23/09/24	Rinaldi Juan		Nombre Archivo:
	Revisó:				Zonas-Extintores.DWG
	Aprobó:				
Escala:	1:50	Denominación:			Alineacion y Balanceo DARIO
Formato:	A1	Zonas y Extintores			N° Plano Cliente:
					N° Plano: 01
					Pág: 1/1