

- **Institución:** Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ingeniería
- **Actividad curricular:** Proyecto y diseño final
- **Título:** Cálculo y diseño de instalación eléctrica y neumática en taller de vehículos
- **Autor:** Ruppel Kevin
- **Tutor:** Ing. Schpetter, Nicolás
- **Lugar:** General Pico, La Pampa
- **Año:** 2023
- **Fecha de aprobación:** 10 de Noviembre del 2023
- **Jurado evaluador:**

Ing. Ariel Matias Castellino (Facultad de Ingeniería- UNLPam)

Ing. Pablo Martín Azcona (Facultad de Ingeniería- UNLPam)

Ing. Alejandro Luis Massolo (Facultad de Ingeniería- UNLPam)

Resumen:

El presente proyecto consiste en el diseño de la instalación eléctrica y neumática para un nuevo taller de vehículos pesados de la empresa Querandi S.A. ubicada en General Pico, La Pampa. Se realizaron los cálculos necesarios para dimensionar tanto la red eléctrica como la red de aire comprimido que abastecerá a todo el taller.

La instalación eléctrica fue diseñada de acuerdo a la reglamentación vigente, con la implementación de tableros, protecciones y circuitos para garantizar la seguridad de los operarios. Por otro lado, la red de aire comprimido fue calculada en base al consumo estimado de cada una de las máquinas y herramientas que se utilizarán. Se seleccionaron las cañerías y accesorios adecuados según caudales y presiones.

Además, se incluyó un informe de seguridad e higiene con las medidas a adoptar para prevenir accidentes y proteger la salud de los trabajadores. El proyecto busca proporcionar una instalación eléctrica y neumática confiable que permita llevar a cabo las tareas de mantenimiento de forma eficiente, al mismo tiempo que garantiza las condiciones de trabajo seguras para el personal.

Palabras claves:

1. Instalación Eléctrica
2. Iluminación
3. Instalación Neumática
4. Memoria de cálculo
5. Seguridad e higiene

Abstract:

This project covers the design of the electrical and pneumatic installations for a new heavy vehicle workshop for the company Querandi S.A. located in General Pico, La Pampa, Argentina. Calculations were carried out to dimension both the electrical network and the compressed air network that will supply the entire workshop.

The electrical installation was designed according to current regulations, implementing panels, protections and circuits to guarantee the safety of workers. The compressed air network was calculated based on the estimated consumption of each machine and tool that will be used. The appropriate pipes and accessories were selected according to flow rates and pressures.

Additionally, a safety and hygiene report was included outlining measures to prevent accidents and protect the health of employees. The project aims to provide a reliable electrical and pneumatic installation that allows maintenance tasks to be carried out efficiently, while guaranteeing safe working conditions for staff. The final objective is to create a comfortable and safe workspace for workers in the new workshop.

Key words:

1. Electrical installation
2. Lightning
3. Pneumatic installation
4. Calculation memory
5. Safety and hygiene



PROYECTO y DISEÑO FINAL

Título:

“CÁLCULO Y DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y NEUMÁTICA EN TALLER DE VEHÍCULOS PESADOS”

EMPRESA: QUERANDI S.A.

Ingeniería Electromecánica (Plan 2015)

Estudiante autor:

Ruppel, Kevin

Docente tutor:

Schpetter, Nicolás

Mayo 2023



Índice

1. Resumen	5
2. Introducción.....	6
3. Desarrollo	7
3.1. Instalación eléctrica	7
3.1.1. Memoria descriptiva.....	7
3.1.2. Memoria técnica.....	7
3.1.3. Memoria de cálculo.....	8
3.1.3.1 Iluminación	8
• Determinación de nivel de iluminancia	9
• Determinación de la altura de suspensión de luminarias	10
• Selección de la luminaria	10
• Determinación de cantidad de luminarias por método de Lúmenes.....	11
3.1.3.2 Cálculo y diseño de la instalación eléctrica	16
• Tabla de herramientas y consumos.....	17
• Determinación de la corriente de proyecto	18
• Elección del conductor principal.....	19
• Elección del dispositivo de protección de cabecera	20
• Verificación de actuación y sobrecarga	21
• Verificación de caída de tensión.....	21



• Determinación de circuitos terminales	23
• Cálculo de conductores para los distintos circuitos.....	23
• Determinación de la corriente de cada circuito	24
• Elección del conductor para cada circuito	25
• Elección del dispositivo de protección para cada circuito	26
• Verificación de actuación y sobrecarga para cada circuito.....	27
• Verificación de caída de tensión para cada circuito	28
4. Instalación de aire comprimido	29
4.1. Memoria descriptiva	29
4.2. Memoria técnica	31
4.2.1. Diámetro nominal de los caños y accesorios.....	33
4.3. Memoria de cálculo	34
4.3.1. Cálculo de consumos.....	34
4.3.2. Cálculo de cañerías	35
4.3.3. Verificación y selección de cañerías	38
4.3.4. Selección del compresor.....	40
4.3.5. Selección del tanque pulmón	42
4.3.6. Cálculo del condensado	46
5. Informe de seguridad e higiene.....	48
5.1. Memoria descriptiva	48



5.2. Descripción del área	48
5.3. Puntos a desarrollar	49
5.3.1. Cálculo de salidas de emergencia o medios de escape.....	49
5.3.2. Incendio	50
5.3.3. Cálculo de carga de fuego	51
6. Conclusiones.....	56
7. Bibliografía.....	58
8. Índice de ecuaciones	59
9. Índice de gráficos.....	60
10. Índice de ilustraciones.....	60
11. Índice de tablas	61
12. ANEXOS.....	63



1. Resumen

El presente proyecto se llevó a cabo de acuerdo a lo estipulado en la Resolución N° 069/21 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). El mismo se realizó en la empresa “QUERANDI S.A.” ubicada en Ruta 1 N° 1723, General Pico, La Pampa.

Dicha empresa tiene dos grandes actividades. La rama vial, la cual posee maquinarias de distintos portes, como pueden ser excavadoras, motoniveladoras, compactadores, etc. Y la rama del transporte, teniendo en su flota 22 unidades de equipos con batea. Por lo cual en el 2015 la empresa cree conveniente autoabastecerse con los servicios de reparación y mantenimiento correspondiente, generando un nuevo espacio y puestos de trabajo que actualmente sigue en expansión y desarrollo.

En este proyecto se abarcarán los diseños y cálculos necesarios para desarrollar la actividad en el nuevo sector de trabajo, que cuenta con un área de 360 [m²] cuadrados, donde se desarrollarán actividades de herrería y mecánica en las unidades. Dichas tareas requieren de máquinas eléctricas y neumáticas. También se dispondrá de la ubicación de matafuegos, cartelería, y se corroborarán las salidas de emergencia en caso de evacuación.



2. Introducción

La problemática surge a partir de que la empresa proyecta a futuro un nuevo sector para el taller, en el cual se realizarán los servicios, mantenimientos, y reparaciones de las unidades, ya sean Vial o de Transporte. Por tal motivo la empresa cree conveniente realizar un diseño previo de las instalaciones requeridas en iluminación, eléctricas y neumáticas para sus distintos sectores, y así lograr un taller cómodo y seguro para sus empleados. También vamos a desarrollar las medidas de seguridad e higiene para la colocación de extintores, calculando la carga de fuego, y así determinar la cantidad de extintores necesarios y el posicionamiento de los mismos, salidas de emergencia, y colocación de cartelería adecuada. La instalación eléctrica que será requerida para abastecer la iluminación, tomacorrientes monofásicos, trifásicos y máquinas necesarias. Se desarrollará además la instalación de aire comprimido para las pistolas de pintura, maquinaria neumática y consumo de aire en la planta. Podrá observarse el plano de planta en el anexo **“Plano 1.pdf”**



Ilustración 1: Predio



3. Desarrollo

3.1. Instalación eléctrica

3.1.1. Memoria descriptiva

La instalación será desarrollada según el Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina AEA 90364-7-771 (de ahora en más el Reglamento) y Normas IRAM correspondientes, de tal forma que sea garantizada la seguridad de las personas y el correcto funcionamiento del sistema.

El edificio nuevo está formado por una galpón con un área de $360 [m^2]$ con una sala para el compresor y una sala de lavado de piezas. El mismo dispone de 2 accesos con una altura de vano de $4.5 [m]$ para poder ingresar los camiones al taller.

3.1.2. Memoria técnica

La instalación eléctrica del taller será trifásica y, se iniciará en el Tablero Principal (TP) el cual se encuentra en la línea municipal, con su correspondiente puesta a tierra ubicada a $10 [m]$ de dicho pilar, de este se conducirá un cable subterráneo con una longitud de $50 [m]$ hasta el Tablero Seccional General (TSG) de donde se distribuirán los distintos circuitos por medio de bandejas, ejemplificándose en la Ilustración 2, soportadas por ménsulas, amuradas en las paredes, ubicadas a $5 [m]$ del nivel del suelo. De dicha bandeja se canaliza por medio de caños de PVC, a tableros de trabajo ubicados a $1.5 [m]$ del nivel del suelo, dispuestos en la pared cada $5[m]$ aprox. uno del otro.



Ilustración 2: Ejemplo de bandejas portacables y ménsulas amuradas



3.1.3. Memoria de cálculo

3.1.3.1 Iluminación

Como primera instancia diseñaremos la iluminación correspondiente para el taller, los cálculos se realizarán por el método de Lúmenes, con los resultados obtenidos se podrá conocer la cantidad de circuitos dedicados a iluminación, y su consumo. Teniendo en cuenta que un circuito puede tener como máximo 15 bocas o puntos de utilización. En la Ilustración 3, se podrá observar la disposición y tipo de iluminación que se pretende utilizar para este desarrollo.



Ilustración 3: Ejemplo de iluminación en galpones



• **Determinación de nivel de iluminancia**

Se procederá a determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local o taller y podemos encontrarlo tabulado en el anexo IV del Decreto 351/79.

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.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	3000 5000 a 10000	Trabajo fino de relojería y reparación Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

Tabla 1: Anexo IV del Decreto 351/79

Se tratará el edificio como una industria, en el cual se desarrollaran tareas moderadamente críticas, prolongadas y con detalles medianos. Se tomará entonces $E_m = 500 [lux]$ como iluminación óptima para el área de trabajo.



- **Determinación de la altura de suspensión de luminarias**

Teniendo en cuenta que el taller tiene un área de 360 [m²], considerando de que el plano de trabajo se encuentra aprox. a 80 [cm] del suelo y que la iluminación debe encontrarse en un plano superior a los 4.8 [m] (lo cual corresponde al vano de la abertura). Entonces tenemos que la distancia del área de trabajo a la iluminación es de 4 [m].

- **Selección de la luminaria**

Por medio del manual de Lumelar para instalaciones industriales se seleccionó la siguiente luminaria:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO	HB-E40 50W	HB-E40 60W	HB-E40 100W	HB-E40 120W
ALIMENTACION / CONSUMO	140-240v 50w	140-240V 60w	140-240V 100w	140-240V 120w
FLUJO LUMINOSO (LUMENES)*	6.900lm	7.900lm	13.200lm	14.900lm
TEMPERATURA COLOR (OPCIONES)	4000K / 5000K			
EFICIENCIA DEL LED*	130-150lm/w			
VIDA UTIL LED	>75.000hs			
CRI / ANGULO EMISION	80 / 120°			
TEMPERATURA FUNCIONAMIENTO	-20°C / +45°C			
DRIVER LUMENAR®	SI			
OPCION DIMERIZABLE 1-10V	NO			
GRADO DE PROTECCION	IP20			
DIMENSIONES (Milímetros)	165(D) X 262(H)		150(D) x 305(H)	
PESO	0.68 Kg		1.8 Kg	

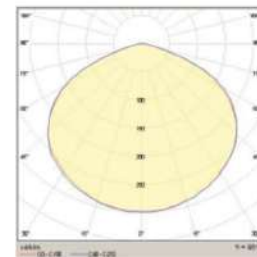


Tabla 2: Especificaciones Lumelar



Ilustración 4: Detalle de luminaria Lumelar



- **Determinación de cantidad de luminarias por método de Lúmenes**

- Datos arquitectónicos

$A = 18[m]$ (Ancho)

$L = 20[m]$ (Largo)

$h = 4[m]$ (Altura del plano de trabajo a luminaria)

- Factor de mantenimiento

Se determinará el Factor de Mantenimiento (f_m). Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental, y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual, podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 3: Factor de mantenimiento

Se tomará de esta forma $f_m = 0.8$

- Coeficiente de utilización

Se determinará el Coeficiente de utilización (CU) a partir del índice del local, y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y son suministrados por los fabricantes según los datos de la luminaria, en nuestro caso $\eta = 96\%$



➤ Flujo luminoso

Calcularemos el flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\phi_T = \frac{E_m * S}{\eta * f_m}$$

Ecuación 1: Flujo luminoso

Donde

- ϕ_T : Flujo luminoso total
- E_m : La luminancia media deseada
- S : Superficie o área a iluminar
- η : Factor de utilización
- f_m : Factor de mantenimiento

Reemplazando en la ecuación 1 tenemos que:

$$\phi_T = \frac{E_m * S}{\eta * f_m} = \frac{500 * 360}{0.96 * 0.8} = 234.375$$

➤ Número de luminarias

Calcularemos entonces el número de luminarias necesarias para cumplir con E_m por medio de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\phi_T}{n * \phi_L} = \frac{234.375}{1 * 14.900} = 15.73 \approx 16$$

Ecuación 2: Número de luminarias



Donde

- N : Número de luminarias
- ϕ_T : Flujo luminoso total
- ϕ_L : Flujo luminoso de una lámpara
- n : Número de lámparas por luminaria

Reemplazando en la ecuación 2 tenemos que:

$$N = \frac{\phi_T}{n * \phi_L} = \frac{234.375}{1 * 14.900} = 15.73 \approx 16$$

Se requerirán 16 luminarias.

➤ Ubicación de luminarias

Una vez que hemos calculado el número mínimo de luminarias, procederemos a distribuir las en el área del local. En los locales de planta rectangular, las luminarias, se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local, según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{Largo} * Ancho}$$

Ecuación 3: Cantidad de luminarias a lo ancho

$$N_{largo} = N_{anch} * \frac{Largo}{Ancho}$$

Ecuación 4: Cantidad de luminarias a lo largo



Donde:

- N : Número de luminarias a lo largo y ancho

Reemplazando en la ecuación 3 y 4 tenemos que se distribuirán de la siguiente forma, a lo ancho y largo del galpón:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{Largo}} * Ancho = 3.79 \approx 4$$

$$N_{largo} = N_{ancho} * \frac{Largo}{Ancho} = 4.44 \approx 4$$

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz, y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Mientras más abierto sea el haz, y mayor la altura de la luminaria, más superficie iluminará, aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo, tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.

Dichas luminarias estarán ubicadas a una distancia a lo largo del taller de $\Delta_L = 5 [m]$ entre luminarias y a $\frac{\Delta_L}{2} = 2.5 [m]$ de las luminarias periféricas a la pared.

Y ubicadas a una distancia a lo ancho del taller de $\Delta_L = 4.5 [m]$ entre luminarias y a $\frac{\Delta_L}{2} = 2.25 [m]$ de las luminarias periféricas a la pared.

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir de la siguiente forma:



Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	≤ 4 m	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

Tabla 4: Distancia máximas entre luminarias

Siendo la altura del galpón de 6 [m] y recordando que $h = 4$ (altura de la luminaria al área de trabajo), entonces se tiene que:

$$e = 1.5 * h = 6 [m]$$

Por lo cual, debido a que la distancia máxima dispuesta entre luminarias es de:

$$\Delta_L = e = 5 [m] \leq 6 [m] \text{ cumple.}$$



3.1.3.2 Cálculo y diseño de la instalación eléctrica

Desde el T.S.G se alimentarán los distintos circuitos, que derivarán en los puntos de utilización ubicados en distintos puntos del taller. Los cuales contarán con los tomacorrientes a utilizar, cada uno será como el de la ilustración 3, donde tendrá 2 tomacorrientes trifásicos y 2 monofásicos. Si bien se ubicarán 9 tableros, se cometería un error al considerar 18 bocas (2 monofásicas y 2 trifásicas por tablero), ya que las herramientas a conectar son muchas menos, esto se puede observar en la tabla 5, que hace referencia al anexo “**Activos.pdf**”



Ilustración 5: Tablero de tomacorriente

Para alimentar cada punto de utilización se conducirán los circuitos monofásicos y trifásicos con conductores IRAM 2178, dispuestos sobre bandejas a 5m sobre el nivel del suelo, dichas bandejas recorrerán el perímetro del taller. La traza de estas se podrá observar en el anexo “**Plano 2.pdf**”



• **Tabla de herramientas y consumos**

Para diseñar los distintos circuitos, se tendrá en cuenta la demanda de potencia requerida por las maquinarias eléctricas y de iluminación. Dicha potencia se compone de las siguientes maquinarias.

Herramienta	Marca	Potencia		Conexión	Cant.	
Compresor	Marsiglione	55	hp	Trifásico	2	un
Soldadora	Merle	25	kV.A.	Trifásica	1	un
Soldadora	Merle	13	kV.A.	Trifásica	1	un
Soldadora	Electar	17	kV.A.	Trifásica	1	un
Taladro de banco	Lusqtoff	1500	W	Monofásica	1	un
Amoladora de banco	Dafa	0.5	hp	Monofásica	1	un
Segadora de banco	Lusqtoff	2000	W	Monofásica	1	un
Amoladora 9"	Milwaukee	2200	W	Monofásica	1	un
Amoladora 4"	Milwaukee	1250	W	Monofásica	1	un
Taladro	Milwaukee	850	W	Monofásica	1	un
Taladro	Martins	600	W	Monofásica	1	un

Tabla 5: Potencia de activos del taller

La Tabla 5 hace alusión a los activos pertenecientes a la empresa, los cuales están detallados en el anexo denominado "Activos.pdf". Es importante destacar que, en el proceso de implementación del sistema de aire comprimido, se requiere efectuar un cambio en el compresor. Este cambio se reflejará en la Tabla 6, en la cual se sustituirá por el compresor seleccionado según los cálculos realizados. Además, al referirnos a la Tabla 5, se procederá a expresar la potencia de cada herramienta en Volt Amper (V.A.).

$$1 [hp] = 745.7 [W]$$

Y teniendo en cuenta que:

$$S [V.A] = \frac{P [W]}{\cos\phi}$$

Ecuación 5: Relación entre la potencia aparente y la potencia activa



Herramienta	Marca	Potencia	Conexión	Cant.
Compresor	Kaeser	27.5 kV.A.	Trifásico	1 un
Soldadora	Merle	25 kV.A.	Trifásica	1 un
Soldadora	Merle	13 kV.A.	Trifásica	1 un
Soldadora	Electar	17 kV.A.	Trifásica	1 un
Taladro de banco	Lusqtoff	1.875 kV.A.	Monofásica	1 un
Amoladora de banco	Dafa	0.001 kV.A.	Monofásica	1 un
Segadora de banco	Lusqtoff	2.500 kV.A.	Monofásica	1 un
Amoladora 9"	Melwaukee	2.750 kV.A.	Monofásica	1 un
Amoladora 4"	Melwaukee	1.563 kV.A.	Monofásica	1 un
Taladro	Melwaukee	1.063 kV.A.	Monofásica	1 un
Taladro	Martins	0.750 kV.A.	Monofásica	1 un
Iluminación	Lumenar	0.150 kV.A.	Monofásica	16 un

Tabla 6: Activos del taller y su potencia aparente.

• Determinación de la corriente de proyecto

Se calculará la corriente de proyecto I_B , para determinar los elementos de protección de cabecera en T.S.G, entonces, calcularemos la DPMS (Demanda de Potencia Máxima Simultánea), basándonos en las potencias de las herramientas del taller, más la potencia requerida por la iluminación.

Se considerará entonces que la DPMS será la suma de las potencias individuales de las herramientas más la iluminación detalladas en la Tabla 6. Y aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0.5 tendremos que:

$$DPMS = 95.40 [kVA] * 0.5 = 47.7 [kVA]$$

Entonces podemos obtener I_B como:

$$I_B = \frac{DPMS}{\sqrt{3} * 380} = 72.47 [A]$$

Ecuación 6: Cálculo de la corriente del proyecto



• **Elección del conductor principal**

Teniendo en cuenta la corriente I_B calculada anteriormente, tenemos que cumplir que $I_B \leq I_Z$. Y en sabiendo que el conductor irá directamente enterrado, de la siguiente tabla, se seleccionó el método D2, utilizando un conductor IRAM 2178.

Tabla 771.16.VI - Intensidad de corriente admisible [A] para una temperatura del terreno igual a 25 °C y resistividad térmica específica del terreno igual a 1 K.m / W

	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente Enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico
	IRAM 2178	IRAM 2178	IRAM 2178	IRAM 2178	IRAM 2178
	IRAM 62266	IRAM 62266	IRAM 62266	IRAM 62266	IRAM 62266
[mm²] Cobre	1x	2x	2x	3x	3x
1,5	30	29	25	25	20
2,5	39	39	33	34	27
4	50	51	43	44	35
6	63	65	53	55	44
10	84	88	71	74	58
16	108	112	91	95	75
25	140	144	117	123	96
35	168	173	140	147	115
50	198	207 *	166 *	173	137
70	243	254 *	205 *	211	169
95	291	306 *	242 *	254	201
120	331	350 *	276 *	290	228
150	372	393 *	312 *	325	258
185	420	445 *	350 *	369	289
240	487	519 *	405 *	428	333
300	552	587 *	457 *	484	377
400	631	---	---	---	---
500	726	---	---	---	---
630	823	---	---	---	---

Tabla 7: Tabla 771.16.VI del reglamento

Como se observa en la Tabla 7, se utilizará un conductor de cobre subterráneo IRAM 2178 con aislación PVC tetrapolar 50/25 [mm²] con $I_Z = 137 [A]$



- **Elección del dispositivo de protección de cabecera**

En primera instancia seleccionamos el dispositivo de protección basándonos en las corrientes obtenidas anteriormente I_B e I_Z .

Elegimos la corriente asignada del dispositivo de protección I_n que cumpla con la siguiente expresión.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

De esta forma se selecciona una termomagnética tetrapolar con $I_n = 80 [A]$.



Ilustración 6: Termomagnética tetrapolar



- **Verificación de actuación y sobrecarga**

Para verificar la protección seleccionada a sobrecarga, calcularemos I_2 como la corriente de operación o disparo seguro de los interruptores automáticos con curva tipo C.

$$I_2 = 1.45 * I_n$$

$$I_2 = 116 [A]$$

Verificando la actuación de la protección elegida contra sobrecarga, se debe cumplir que:

$$I_2 \leq 1.45 * I_z$$

$$I_2 \leq 198.65 [A]. \text{ Cumple}$$

- **Verificación de caída de tensión**

Se considerará el punto más alejado o extremo del circuito, donde se producirá la mayor caída de tensión, en este punto debe cumplirse que la caída de tensión sea menor al 5% de la tensión de la línea. Por lo cual la caída de tensión para un circuito trifásico sería $\Delta U \leq 19 [V]$. Continuando, calcularemos la caída de tensión por medio de la siguiente ecuación:

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

Ecuación 7: Cálculo de caída de tensión



Donde

- ΔU : Caída de tensión [V]
- GDC : Gradiente de caída de tensión obtenido por tabla
- I : Intensidad de la corriente de la línea [A]
- S : Sección nominal de los conductores [mm²]
- L : Longitud del conductor [m]

Utilizando la siguiente tabla de aproximación para GDC

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 8: Aproximación por GDC

Reemplazando y calculando obtenemos:

$$\Delta U = GDC * \frac{I * L}{S} = 0.035 * \frac{72.47 * 50}{50} = 2.53 [V]$$

$$\Delta U = 2.64 [V] \leq 19 [V]. \text{ Cumple}$$



- **Determinación de circuitos terminales**

En este proyecto se realizarán los cálculos planteando 5 circuitos distintos:

- IUG1
- IUG2
- ACU
- TUG1
- TUG2

Se podrá observar el unifilar del proyecto en el anexo **“Plano 3.pdf”**

Para la selección de los conductores apropiados para este proyecto, y de los actuadores automáticos en el tablero seccional general (TSG) del nuevo taller, se tomará como guía el reglamento de la AEA 90364-7-771 para instalaciones eléctricas.

- **Cálculo de conductores para los distintos circuitos**

A continuación se desarrollará los cálculos y las consideraciones necesarias para la selección de los conductores de cada circuito, y los elementos de protección ubicados en el T.S.G que protegerán los distintos circuitos terminales.



• **Determinación de la corriente de cada circuito**

En la siguiente tabla se observarán las corrientes I_B de cada circuito, teniendo en cuenta que:

- IUG 1-2: Siguiendo la Tabla 771.9.I del reglamento. Para el cálculo de los circuitos de iluminación se tomará que la DMPS será calculada por la siguiente ecuación, teniendo en cuenta que cada circuito soporta como máximo 8 puntos de utilización Pu.

$$DMPS_{IUG} = 1 * Pu * 150 [V.A]$$

Tabla 771.9.I – Demanda máxima de potencia simultánea

Circuito	Valor mínimo de la potencia máxima simultánea	
	Viviendas	Oficinas y locales
Iluminación para uso general sin tomacorrientes derivados	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno.	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno.
Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados	2200 VA por cada circuito.	
Tomacorrientes para uso general	2200 VA por cada circuito.	
Iluminación para uso especial	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno.	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno.
Tomacorrientes para uso especial	3300 VA por cada circuito.	

Tabla 9: Tabla 771.9.I - Demanda máxima de potencia simultánea

- ACU: Se tomará el compresor como carga unitaria, diseñando un único circuito, con su correspondiente conductor y elemento de protección.
- TUG 1: Este circuito alimentará las máquinas monofásicas del taller
- TUG 2: Este circuito alimentará las máquinas trifásicas del taller

Circuito	Potencia		Tipo	Coef. Utilización	IB	
ACU	27.50	kV.A.	Trifásico	1	41.78	A
IUG 1	0.792	kV.A.	Monofásico	1	3.60	A
IUG 2	0.792	kV.A.	Monofásico	1	3.60	A
TUG 1	10.50	kV.A.	Monofásico	0.6	28.64	A
TUG 2	55.00	kV.A.	Trifásico	0.5	41.78	A

Tabla 10: Distribución de potencias en circuitos



• **Elección del conductor para cada circuito**

Teniendo en cuenta la corriente I_B calculada anteriormente, tenemos que cumplir que $I_B \leq I_Z$. Y en función de las influencias externas de la instalación con el tipo de canalizaciones y el tipo de cable a instalar.

Se realizará la instalación utilizando el Método C, disponiendo los cables en una bandeja metálica perforada, que recorrerá el perímetro del taller, dicha bandeja se encontrará a 5 [m] del nivel del suelo y podrá observarse su traza en anexo “Plano 2.pdf”

Tabla 771.16.III (continuación)

	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 E	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 E
[mm²] Cobre	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	20	18	22	20	24	21
2,5	27	24	30	27	33	29
4	36	32	41	36	45	38
6	46	40	53	47	57	49
10	63	55	73	65	78	68
16	83	73	97	87	105	91
25	108	96	126	108	136	116
35	133	116	156	134	168	144
50	159	140	190	163	205	175
70	201	177	245	208	263	224
95	241	212	298	253	320	271
120	278	244	348	293	373	315
150	304	273	401	338	430	363
185	349	309	460	386	493	415
240	418	362	545	455	583	490
300	484	414	631	524	674	565

Tabla 11: Tabla 771.16.III del reglamento



Tomando en cuenta la Tabla 11, seleccionamos el cable correspondiente, obteniendo que:

Circuito	Potencia		Tipo	IB		Cable cobre	
	W	kV.A.		A	A	mm ²	mm ²
ACU	27.50	kV.A.	Trifásico	41.78	A	10	mm ²
IUG 1	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	2.5	mm ²
IUG 2	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	2.5	mm ²
TUG 1	10.50	kV.A.	Monofásico	28.64	A	10	mm ²
TUG 2	55.00	kV.A.	Trifásico	41.78	A	10	mm ²

Tabla 12: Elección de conductores

- **Elección del dispositivo de protección para cada circuito**

Como se procedió previamente, seleccionamos el dispositivo de protección basándonos en las corrientes obtenidas anteriormente I_B e I_Z .

Elegimos la corriente asignada del dispositivo de protección I_n que cumpla con la siguiente expresión.

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Circuito	Potencia		Tipo	IB		Iz		In	
	W	kV.A.		A	A	A	A	A	A
ACU	27.50	kV.A.	Trifásico	41.78	A	65	A	50	A
IUG 1	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	30	A	25	A
IUG 2	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	30	A	25	A
TUG 1	10.50	kV.A.	Monofásico	28.64	A	73	A	63	A
TUG 2	55.00	kV.A.	Trifásico	41.78	A	65	A	63	A

Tabla 13: Selección de I_n para protección



• **Verificación de actuación y sobrecarga para cada circuito**

Para verificar la protección seleccionada a sobrecarga, calcularemos I_2 como la corriente de operación o disparo seguro de los interruptores automáticos con curva tipo C.

$$I_2 = 1.45 * I_n$$

Circuito	Potencia		Tipo	IB		Iz		In		I2	
ACU	27.50	kV.A.	Trifásico	41.78	A	65	A	63	A	91	A
IUG 1	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	30	A	25	A	36	A
IUG 2	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	30	A	25	A	36	A
TUG 1	10.50	kV.A.	Monofásico	28.64	A	73	A	63	A	91	A
TUG 2	55.00	kV.A.	Trifásico	41.78	A	65	A	63	A	91	A

Tabla 14: Cálculo de corriente de I2

Verificando la actuación de la protección elegida contra sobrecarga, se debe cumplir que:

$$I_2 \leq 1.45 * I_z$$

Circuito	Potencia		Tipo	IB		Iz		In		I2		1.45*Iz	
ACU	27.50	kV.A.	Trifásico	41.78	A	65	A	63	A	91	A	94.3	A
IUG 1	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	30	A	25	A	36	A	43.5	A
IUG 2	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	30	A	25	A	36	A	43.5	A
TUG 1	10.50	kV.A.	Monofásico	28.64	A	73	A	63	A	91	A	106	A
TUG 2	55.00	kV.A.	Trifásico	41.78	A	65	A	63	A	91	A	94.3	A

Tabla 15: Verificación de actuación y sobrecarga



• **Verificación de caída de tensión para cada circuito**

Recordando que se considerara el punto más alejado o extremo del circuito, donde se producirá la mayor caída de tensión. Dicha caída debe ser menor al 5% de la tensión de la línea. Por lo tanto, la disminución de voltaje en un circuito trifásico debería ser $\Delta U \leq 19 [V]$, mientras que en un circuito monofásico no debe exceder $\Delta U \leq 11 [V]$.

Utilizando la Ecuación 7 y la Tabla 8, que aproxima GDC, y teniendo en cuenta que el CSG (Circuito Seccional General), tiene una caída de tensión adicional $\Delta U = 2.64 [V]$ calculamos y obtenemos:

Circuito	Potencia		Tipo	IB		Cable cobre IRAM 2178		Longitud		G.D.C	ΔU	%
	W	kV.A.		A	A	mm ²	mm ²	m	m			
ACU	27.50	kV.A.	Trifásico	41.78	A	4x10	mm ²	8	m	0.035	3.810	1.00%
IUG 1	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	2x2.5	mm ²	20	m	0.040	3.792	1.72%
IUG 2	0.792	kV.A.	Monofásico	3.60	A	2x2.5	mm ²	25	m	0.040	4.080	1.85%
TUG 1	10.50	kV.A.	Monofásico	28.64	A	2x10	mm ²	70	m	0.040	10.659	4.84%
TUG 2	55.00	kV.A.	Trifásico	41.78	A	4x10	mm ²	70	m	0.035	12.877	3.38%

Tabla 16: Cálculo de caída de tensión

Basándonos en la información previamente mencionada, al analizar la Tabla 15, podemos inferir que todos los circuitos diversos satisfacen el requisito de la disminución de voltaje.



4. Instalación de aire comprimido

4.1. Memoria descriptiva

La instalación de aire comprimido se realizará con caños de acero sin costuras que transportarán el fluido a través del taller, desde el tanque pulmón a los distintos puntos de consumo. Los elementos seleccionados a continuación, fueron elegidos a partir del caudal y la presión, requerida para el correcto funcionamiento de las herramientas en sus distintas ubicaciones.

La distribución de la cañería será abierta y llevará el fluido hasta los distintos puntos de consumo realizando el trayecto más corto posible y con la menor cantidad de cambios de direcciones para minimizar la pérdida de carga de la instalación. La línea principal tendrá una pendiente de 0,3% en el sentido de circulación del aire y contará con sistemas de purga manual en los cambios de dirección y en el extremo final para la extracción del condensado. La instalación contará con válvulas esféricas dispuestas en los distintos tramos de la misma para facilitar la reparación o supervisión de la instalación.

La determinación de la cañería se llevó a cabo tomando como consideración una caída de presión menor a 3% desde la salida del tanque pulmón hasta el punto donde se ubicarán las unidades FRL en los puntos de consumo. Se proveerá una unidad FRL para cada salida, ya que todas las herramientas a conectar necesitan de dicho sistema.

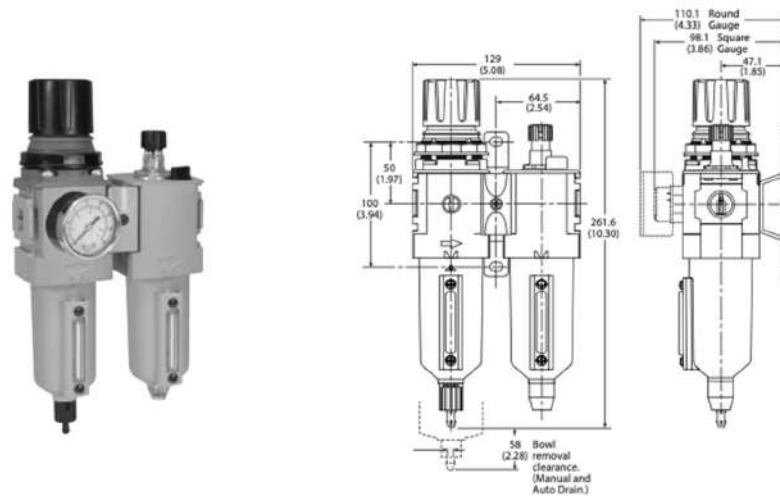


Ilustración 7: Ejemplo de FRL

Imagen de unidad FRL típica (Filtrado, Regulación, Lubricación). La primera etapa filtra el aire separando agua, aceite, sólidos etc, la segunda etapa regula la presión, y la tercera etapa agrega lubricante para un correcto funcionamiento de las herramientas.



4.2. Memoria técnica

La red de distribución se encuentra ubicada a 6[m] del nivel del suelo sujeto a las paredes por medio de ménsulas amuradas a la misma. La distribución adoptada será abierta con las derivaciones de servicio partiendo directamente del caño principal. No se considerará cañerías secundarias debido a que la disposición del taller no requiere de la existencia de una, ya que no hay máquinas fijas o puestos de trabajo fijos.

El tramo principal tiene una longitud de 58 [m], en donde su diámetro permite una circulación del aire con la mínima pérdida de carga posible a un costo razonable y procurando que la velocidad en éste no exceda los 8 m/s, que es la requerida para éste tramo. El tramo principal será el encargado de transportar la totalidad del caudal. Se tomará la consideración que este, no disminuirá su diámetro, (no se realizará de forma telescópica), ya que esto podría modificar solo 2 a 3 caños, sin tener gran incidencia en el costo y teniendo por ventaja la homogeneidad de la instalación.

Las cañerías de servicio serán las encargadas de derivar el fluido de la cañería principal hacia los distintos puntos de utilización. La velocidad en las cañerías de servicio no superara los 15 m/s. La alimentación a los distintos equipos se realizará mediante la cañería de servicio anteriormente mencionada la cual mediante una curva leve descenderá hacia la boca de toma del equipo y constará de una válvula esférica en su parte inferior para facilitar el desagote del agua condensada que pueda estar contenida en la cañería, y de su correspondiente derivación por medio de un accesorio tipo Tee hacia la unidad FRL para el tratamiento y acondicionamiento del aire que ingresará al equipo en cuestión. Las bajadas de servicio hacia los puntos de consumo se realizarán desde la parte superior de la cañería principal a fin de evitar que el condensado ingrese a las máquinas. Como se mencionó con anterioridad, la línea principal tendrán una pendiente de 0,3% en el sentido de circulación del aire para la extracción del condensado.



La instalación contará con válvulas esféricas en diferentes puntos, para poder dejar fuera de servicio distintos sectores en caso de ser necesario efectuar reparaciones o mantenimientos, como también a la entrada de cada máquina.

El material corresponderá a los caños serie liviana de acero negro IRAM-IAS U 500-2502 y deberá ser pintado de color azul para indicar que dicha instalación transporta aire comprimido.



Ilustración 8: Tubos IRAM-IAS U 500-2502

Tabla 61 - Dimensiones de cañerías IRAM 2502

IRAM (mm)	Comercial (plg.)	Diámetro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Peso por metro (kg)
15	½"	21,30	2,30	1,15
20	¾"	26,90	2,30	1,48
25	1"	33,70	2,90	2,31
32	1 ¼"	42,20	2,90	2,96
40	1 ½"	48,30	2,90	3,40
50	2"	60,30	3,20	4,69
65	2 ½"	76,10	3,20	5,98
80	3"	88,90	3,60	7,84
100	4"	114,90	4,00	11,2
160	6"	168,83	4,70	19,5

Para caños serie liviana | IRAM 2502

Tabla 17: Dimensiones de cañerías IRAM 2502



Dado que las herramientas en el taller no tienen ubicaciones fijas y podrían variar en su punto de uso, se contemplará la interconexión de todas ellas a partir del punto de uso más distante. En esta configuración, se conectará inicialmente la herramienta de mayor consumo, siguiendo un orden sucesivo con los puntos de uso y herramientas subsiguientes.

Considerando una presión de $7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$ referida a la del equipamiento de mayor presión de trabajo, y teniendo en cuenta una pérdida de carga menor a 3% desde la salida del tanque pulmón hasta los diferentes puntos de utilización, se determinó el diámetro de la cañería principal y de servicio.

En el anexo “**Plano 4.pdf**” se observa la cañería diseñada.

4.2.1. Diámetro nominal de los caños y accesorios

En las siguientes tablas, se proporcionan las dimensiones tanto de longitud como de diámetros nominales de los distintos ramales de la instalación de aire comprimido. Los diámetros seleccionados cumplen con los requisitos de resistencia mecánica según el código ASME y de velocidad máxima permitida por tramo.

Cañería	Long. [m]	DN	Comercial [plg.]	Descripción
Principal	58	32	1 1/4"	Caño de acero negro IRAM-IAS U 500-2502
Servicio	5	15	1/2"	Caño de acero negro IRAM-IAS U 500-2502

Tabla 18: Diámetros de caños seleccionados

Cañería	Accesorio	Medida	Cantidad	Descripción	Unión
Principal	Curva 90°	1 1/4"	4	ASTMA 105 GR I Serie 2000	Roscada
	Tee paso recto	1 1/4"	10	ASTMA 105 GR I Serie 2000	
	Tee en derivación	1 1/4"	1	ASTMA 105 GR I Serie 2000	
Servicio	Tee en derivación	1 1/4"	1	ASTMA 105 GR I Serie 2000	
	Reducción	1 1/4" a 1/2"	1	ASTMA 105 GR I Serie 2000	
	Curva 180°	1/2"	1	ASTMA 105 GR I Serie 2000	
	Valv. Esférica	1/2"	1	Bronce	
	Tee en derivación	1/2"	1	ASTMA 105 GR I Serie 2000	

Tabla 19: Accesorios de la cañería



4.3. Memoria de cálculo

4.3.1. Cálculo de consumos

Conocido el equipamiento a ser conectado a la red de aire comprimido, se procedió a calcular el caudal consumido por cada equipo instalado. Cabe señalar que los equipos seleccionados de catálogos y manuales presentan el caudal de aire libre consumido en $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$. Para aquellos equipos que presentan datos de diseño o de funcionamiento, se procedió a calcular el caudal consumido por la máquina expresándolo en caudal de aire libre utilizando la siguiente ecuación:

$$Q = Q_1 * \left(\frac{P+1,033}{1,033} \right)$$

Ecuación 8: Relación entre caudal de aire libre y caudal de aire comprimido

Dónde:

- Q: Litros de aire libre por minuto (aire atmosférico a presión y temperatura normales) $\left[N \frac{l}{min} \right]$.
- Q_1 : Litros de aire comprimido por minuto. $\left[\frac{l}{min} \right]$.
- P: Presión del aire comprimido en $\left[\frac{kg}{cm^2} \right]$.

A continuación se presenta el caudal de aire libre consumido de los equipos que tienen características específicas de diseño.

Ítem	Artefacto	Cant.	$\left[\frac{kg}{cm^2} \right]$	Q unit $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$
A	Atornillador 1/2"	1	7	1.00
B	Atornillador 3/4"	1	7	1.34
C	Atornillador 1"	1	7	3.10
D	Amoladora de mano	1	7	3.00
E	Pistola de Pintura	1	7	3.00

Tabla 20: Artefactos neumáticos



4.3.2. Cálculo de cañerías

Inicialmente, se procedió al cálculo de la tubería principal sin incluir accesorios. Este cálculo se basó en una presión operativa de $7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$ y el flujo que transitará por ese segmento en particular. Asimismo, se asignó a cada sección de la tubería un porcentaje de pérdida de presión, garantizando que la caída máxima no excediera el 3% entre el tanque pulmón y cada una de las salidas.

Para el cálculo de las cañerías, se adoptaron diferentes factores de utilización a los del cálculo del compresor y tanque pulmón, con el fin de no sobredimensionar en exceso los mismos. Los caudales utilizados en este caso fueron:

Ítem	Artefacto	Cant.	$\left[\frac{kg}{cm^2} \right]$	Q unit $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$	F.U.	Q total $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$
A	Atornillador 1/2"	1	7	1.00	0.25	0.25
B	Atornillador 3/4"	1	7	1.34	0.25	0.34
C	Atornillador 1"	1	7	3.10	0.25	0.78
D	Amoladora de mano	1	7	3.00	0.30	0.90
E	Pistola de Pintura	1	7	3.00	0.10	0.30

Tabla 21: Factor de utilización de artefactos

Para obtener los diámetros nominales de las cañerías se utilizó el Grafico 1, que tiene como entrada la presión de trabajo, caudal de aire libre por cada tramo y caída de presión por longitud expresada en metro.

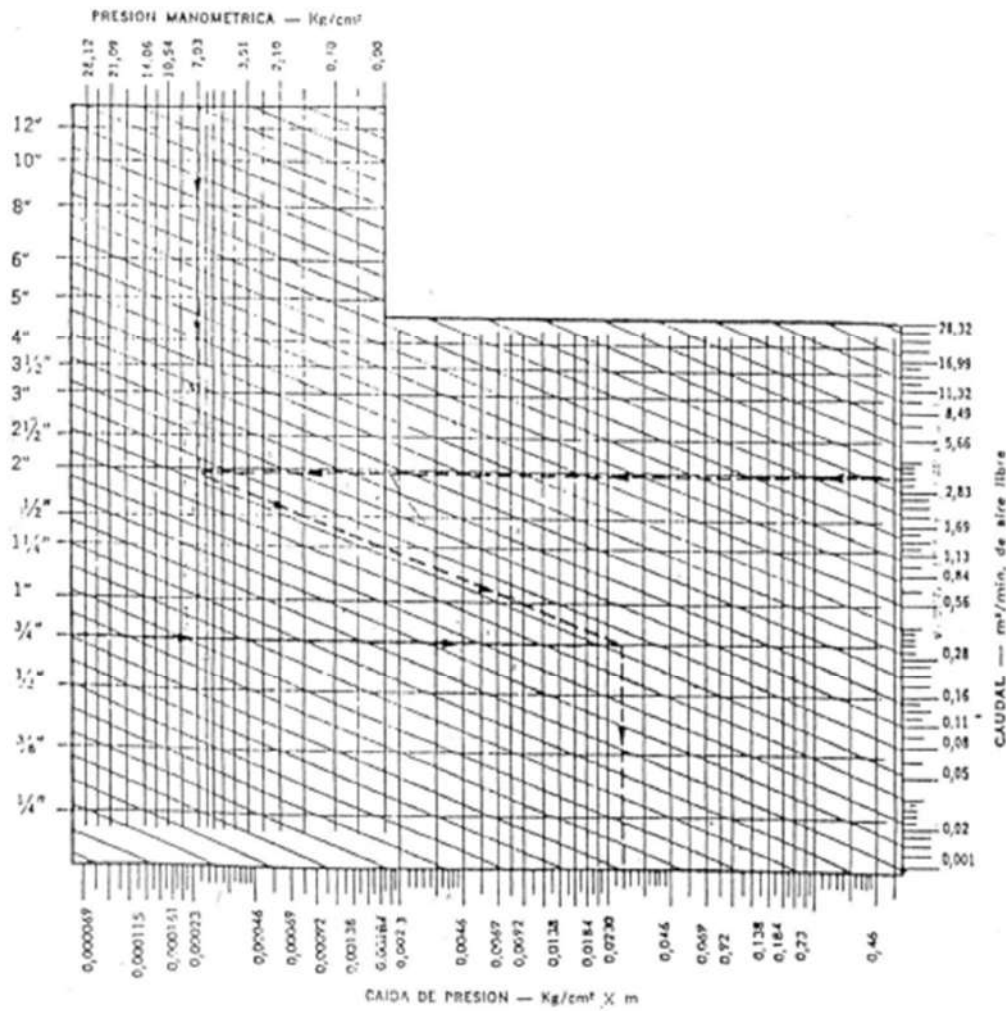


Gráfico 1: Obtención del diámetro nominal de la cañería

Cañería	Caudal $\left[\frac{N.m^3}{min} \right]$	Long.	ΔP unitaria $\left[\frac{kg}{cm^2.m} \right]$	ϕ_n
Principal	2.87	58.00	0.00362	1 1/4"
Servicio	1.20	5.00	0.04200	1/2"

Tabla 22: Diámetro nominal de la cañería

A continuación, se consideró la caída de presión equivalentes en metro de longitud de cada accesorio, teniendo en cuenta la siguiente tabla:



Accesorio	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Válvula esclusa (completamente Abierta)	0,09	0,09	0,1	0,13	0,17	0,22	0,26	0,33
Tee (paso recto)	0,15	0,15	0,21	0,33	0,45	0,54	0,67	0,91
Tee (paso a derivación)	0,76	0,76	1	1,28	1,61	2,13	2,46	3,16
Curva 90°	0,42	0,42	0,52	0,64	0,79	1,06	1,24	1,59
Curva 45°	0,15	0,15	0,23	0,29	0,37	0,48	0,57	0,73
Válvula globo (completamente abierta)	4,26	4,26	5,65	7,04	8,96	11,76	13,77	17,67
Válvula angular (completamente abierta)	2,43	2,43	2,83	3,5	4,48	5,88	6,88	8,83
Válvula esférica (completamente abierta)	0,05	0,05	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,17

Tabla 23: Equivalencia en metros lineales de cañería, según la caída de precio de cada accesorio

En la tabla siguiente, se muestra el tipo de accesorio y la cantidad de los mismos que se dispondrá en cada tramo de la instalación:

Cañería	Accesorio	Medida	Cantidad	Long. Eq.
Principal	Curva 90°	1 1/4"	3	3.18
	Tee paso recto	1 1/4"	10	5.40
	Tee en derivación	1 1/4"	1	2.13
	Long. Equivalente total			10.71
Servicio	Tee en derivación	1 1/4"	1	2.13
	Reducción	1 1/4" a 1/2"	1	1.38
	Curva 180°	1/2"	1	1.04
	Valv. Esférica	1/2"	1	0.05
	Tee en derivación	1/2"	1	1.00
	Long. Equivalente total			5.60

Tabla 24: Sumatoria de longitudes equivalentes en cada cañería

Ahora, teniendo en cuenta la longitud equivalente en metros que aporta cada accesorio a la longitud de cada tramo de la cañería, se procedió a realizar una nueva iteración sobre el Gráfico 1 para determinar el diámetro de la cañería.

Cañería	Caudal $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$	Long. Accesorios	Long. Cañería	Long. Total	AP unitaria $\left[\frac{kg}{cm^2.m} \right]$	ϕ_n
Principal	2.87	10.71	58.00	68.71	0.00305	1 1/4"
Servicio	1.20	5.60	5.00	10.60	0.01981	1/2"

Tabla 25: Valores obtenidos sobre la reiteración del gráfico 1



4.3.3. Verificación y selección de cañerías

Para verificar que el caño seleccionado posee el espesor correspondiente, de tal forma que soporte la presión a la que será sometido se utilizará la ecuación propuesta por el código ASME (Sección VIII división 1):

$$P = \frac{2 * \sigma_{adm} * E * (t - c)}{D_e - 2Y * (t - c)}$$

Ecuación 9: Cálculo de la presión de trabajo admisible

Dónde:

- P : Presión de trabajo admisible $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$
- $\sigma_{adm(t)}$: Tensión admisible del material a la temperatura de trabajo $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$
- E : Eficiencia de la soldadura.
- t : Espesor mínimo del caño $[mm]$
- c : Constante por corrosión $[mm]$
- D_e : Diámetro exterior del caño $[mm]$
- Y : Constante en función del material y la temperatura.

En la fórmula anterior, ya que se trata de caños sin soldaduras, se adopta $E = 1$. Y al utilizar caños de acero tendrán una constante de corrosión $c > 0$.

Cabe señalar que dependiendo del tramo de cañería que se trate, la velocidad máxima que se recomienda por cuestiones de ruido y pérdida de carga, deberá ser tal que:

- Tubería principal $8 \left[\frac{m}{s}\right]$
- Tubería secundaria $10 \text{ a } 15 \left[\frac{m}{s}\right]$
- Tuberías de servicio $15 \text{ a } 20 \left[\frac{m}{s}\right]$



En donde la velocidad en cada tramo se calcula como:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Ecuación 10: Velocidad del aire en cañería

Dónde:

- v : Velocidad del flujo de aire $\left[\frac{m}{s}\right]$
- Q : Caudal del aire en la cañería $\left[\frac{m^3}{s}\right]$
- A : Área interna del caño $[m^2]$

Cañería	Sección [pulg]	$\sigma_{adm(t)}$ $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$	t min [mm]	c [mm]	De [mm]	Y	$P_i(t)$ $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$	Velocidad $\left[\frac{m}{s}\right]$
Principal	1 1/4"	860	2.9	1.65	42.20	0.4	45.14	2.76
Servicio	1/2"	860	2.3	1.65	21.30	0.4	42.38	5.48

Tabla 26: Verificación de velocidad en cañerías

Como se puede observar en las tablas anteriores, la presión máxima admisible según código ASME es superior a $8\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$ que es la presión de trabajo a la cual estará sometida la instalación, con lo cual verifica. Por otro lado, las velocidades en cada uno de los tramos son inferiores a las presentadas.



4.3.4. Selección del compresor

Como fue mencionado anteriormente, para la selección del compresor y el tanque pulmón, fueron utilizados coeficientes con el fin de no sobredimensionar demasiado a los mismos. Es por ello que el caudal utilizado para dicha selección resultará de la siguiente tabla.

Ítem	Artefacto	Cant.	Q unit $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$	F.U.	Q total $\left[N \frac{m^3}{min} \right]$
A	Atornillador 1/2"	1	1.00	0.25	0.25
B	Atornillador 3/4"	1	1.34	0.25	0.34
C	Atornillador 1"	1	3.10	0.25	0.78
D	Amoladora de mano	1	3.00	0.30	0.90
E	Pistola de Pintura	1	3.00	0.10	0.30
Subtotal					2.87

Tabla 27: Sumatoria de caudales para selección de compresor

Considerando las posibles pérdidas, se incrementa el caudal total obtenido en un 10%. Además, con miras a una futura expansión, se contempla la adición de una amoladora.

$$Q_t = 2.87 + 0.3 * 2.86 = 3.73 \left[N \frac{m^3}{min} \right]$$

Se requerirá de un compresor, al cual se le afectará su consumo de aire libre por un factor de utilización de 90%

$$Q_c = \frac{Q_t}{0.9} = \frac{3.73}{0.9} = 4.14 \left[N \frac{m^3}{min} \right]$$

Como se puede observar en el anexo “**Activos.pdf**” el compresor que posee la empresa no cumple con lo mínimo requerido para abastecer la planta. Por lo cual se dispuso seleccionar un compresor a tornillo del catálogo de Kaeser.



Serie SM – CSDX SFC

Compresores de tornillo modulares con SIGMA FREQUENCY CONTROL - hasta 90 kW

Modelo	Presión de servicio	Caudal ¹ unidad completa a presión de servicio	Presión máx. de servicio	Potencia nominal motor	Gama de presión min.	Campo de revoluciones min. - máx.	Dimensiones an x prof x al	Conexión aire comprimido	Nivel de presión acústica ¹⁾	Peso
	bar	m ³ /min	bar	kW	bar	rpm	mm		dB(A)	kg
SM 13 SFC	7,5	0,39 - 1,40	8	7,5	± 0,1	1200 - 3766 1500 - 3884 2000 - 4025	630 x 790 x 1100	G ¾	67	250
	10	0,40 - 1,19	11							
	13	0,42 - 0,85	15							
SK 22 SFC	7,5	0,62 - 1,38	8	11	± 0,1	1200 - 3510 1500 - 3552 1800 - 3660	750 x 895 x 1260	G 1	67	329
	10	0,63 - 1,67	11							
	13	0,57 - 1,38	15							
SK 25 SFC	7,5	0,81 - 2,55	8	15	± 0,1	1200 - 3660 1500 - 3696 1800 - 3872	750 x 895 x 1260	G 1	68	337
	10	0,84 - 2,25	11							
	13	0,83 - 1,91	15							
ASK 34 SFC	7,5	0,94 - 3,60	8	18,5	± 0,1	1060 - 3691 1075 - 3752 1420 - 3865	800 x 1100 x 1530	G 1 ¼	68	530
	10	0,80 - 3,14	11							
	13	0,88 - 2,70	15							
ASK 40 SFC	7,5	0,94 - 4,19	8	22	± 0,1	900 - 3692 900 - 3741 1200 - 3870	800 x 1100 x 1530	G 1 ¼	70	550
	10	0,80 - 3,71	11							
	13	0,88 - 3,17	15							

Tabla 28: Especificaciones de compresor a tornillo



Ilustración 9: Ejemplo de compresor KAESER



4.3.5. Selección del tanque pulmón

Para el cálculo del tanque pulmón se utilizó la siguiente expresión:

$$\frac{V_D}{Q_c} = \frac{t}{t_0}$$

Ecuación 11: Relación para selección de tanque pulmón

Dónde:

- t_0 : Tiempo de operación de un ciclo [*min*]
- t : Tiempo de operación [*min*]
- Q_c : Capacidad del compresor [$N \frac{m^3}{min}$]
- V_D : Volumen del depósito [m^3]

Debido al compresor seleccionado, resulta $\Delta P= 1,5$ [bar]

Utilizando el coeficiente de uso del compresor se obtiene el valor de t_0 en el siguiente gráfico:

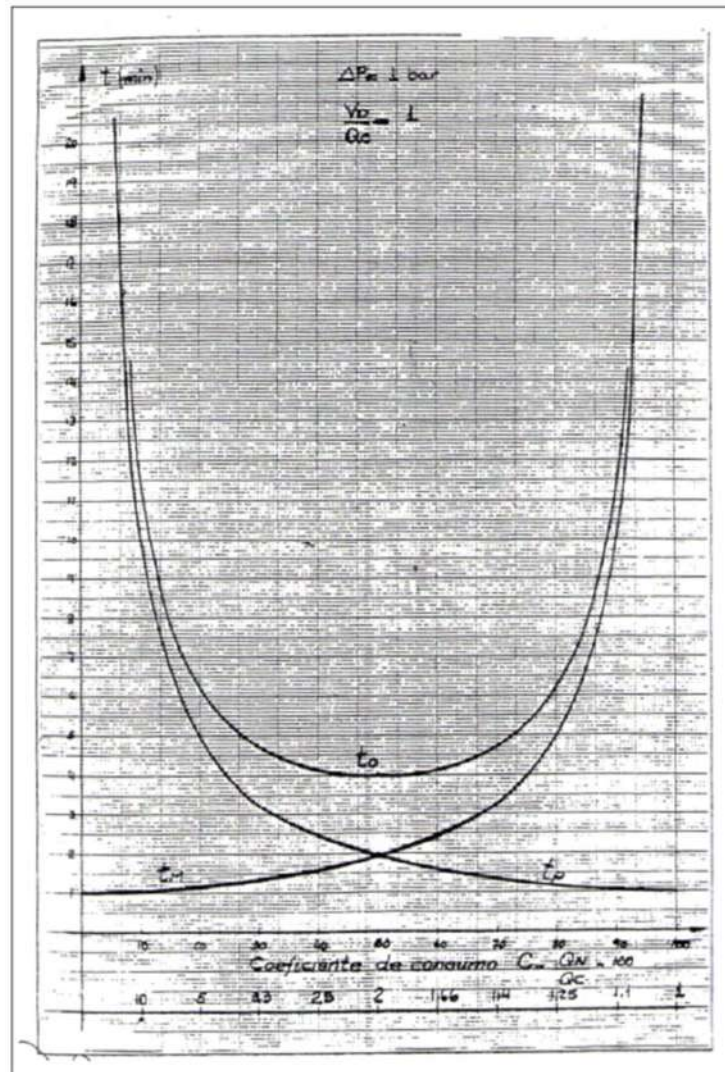


Gráfico 2: Relación de tiempos de utilización de compresor

Para el 90% de utilización, se tiene:

- $t_0 = 11$ [min]
- $t_m = 10$ [min]
- $t_p = 1$ [min]



Dado que el compresor seleccionado es a tornillo, la cantidad de operaciones máximas por hora recomendadas es de 40, por lo tanto:

$$t = \frac{60}{40} = 1.5 \text{ [min]}$$

$$V'_D = Q_c * \frac{t}{t_0} = 4.13 * \frac{1.5}{11} = 0.563 \text{ [m}^3\text{]} = 563 \text{ [l]}$$

Teniendo en cuenta que la diferencia de presión entre la mínima y la máxima será $\Delta P=1,5$ bar se tiene que la capacidad del tanque pulmón requerida es:

$$V_{tp} = \frac{563}{1.5} \cong 375 \text{ [l]}$$

Del catálogo de Kaeser se selecciona el siguiente Tanque.

Datos técnicos

Volumen depósito litros	Sobrepr. máx. admisible bar	Versiones posibles		Versión vertical				Versión horizontal			
		Vertical	Horizontal	Altura mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Peso kg	Longitud mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Peso kg
90	11 47	sí	—	1160 1236	350 355	2 x G ½ atrás	37 125	—	—	—	—
150	11 16	sí	sí	1190	450	2 x G ¾ atrás	60 67	1050 1346	450 400	2 x G 2	55 75
250	11 16	sí	sí	1540 1545	500	2 x G ¾ atrás	84 100	1410 1410	500	2 x G 2	84 100
	47		—	1600	500	2 x G 1 atrás	250	—	—	—	—
350	11 16	sí	sí	1770 1810	550	2 x G 1 atrás	100 150	1630 1640	550	2 x G 2	101 164
500	11	sí	sí	1925	600	2 x G 1 atrás	130	1780 1776	600	2 x G 2	130 208
	16			1918			210				
	47		—	1950			500	—	—	—	

Tabla 29: Especificaciones de tanque pulmón



Ilustración 10: Ejemplo tanques pulmón KAESER



4.3.6. Cálculo del condensado

Para obtener el condensado en el tanque pulmón se utilizó la siguiente expresión:

$$C = 7.2 \times 10^{-4} * G * \varphi * (X_{si} - X_{sf})$$

Ecuación 12: Cálculo de condensado en tanque pulmón

Donde:

- C : Condensado $\left[\frac{l}{h}\right]$
- G : Caudal nominal aspirado por el compresor $\left[N \frac{m^3}{min}\right]$
- φ : Porcentaje de servicio en carga del compresor $[\%]$
- X_{si} : Humedad absoluta del aire aspirado $\left[\frac{gr}{kg \text{ de aire seco}}\right]$
- X_{sf} : Humedad absoluta del aire comprimido $\left[\frac{gr}{kg \text{ de aire seco}}\right]$

Para el caso considerado:

$$\varphi = 0.9$$

$$G = 4.13 \left[N \frac{m^3}{min}\right]$$

La temperatura del aire aspirado se supondrá en 20 °C, y una humedad relativa del 80%.

Empleando la siguiente gráfica se obtiene el valor de la humedad inicial la cual deberá ser afectada por el valor de la humedad relativa, y el valor correspondiente a la humedad absoluta del aire comprimido. Cabe señalar que la presión dentro del tanque pulmón se tomará de 8 $[kg/cm^2]$, la cual será la máxima a la que se encontrará sometido en carga el tanque y el caso más desfavorable.

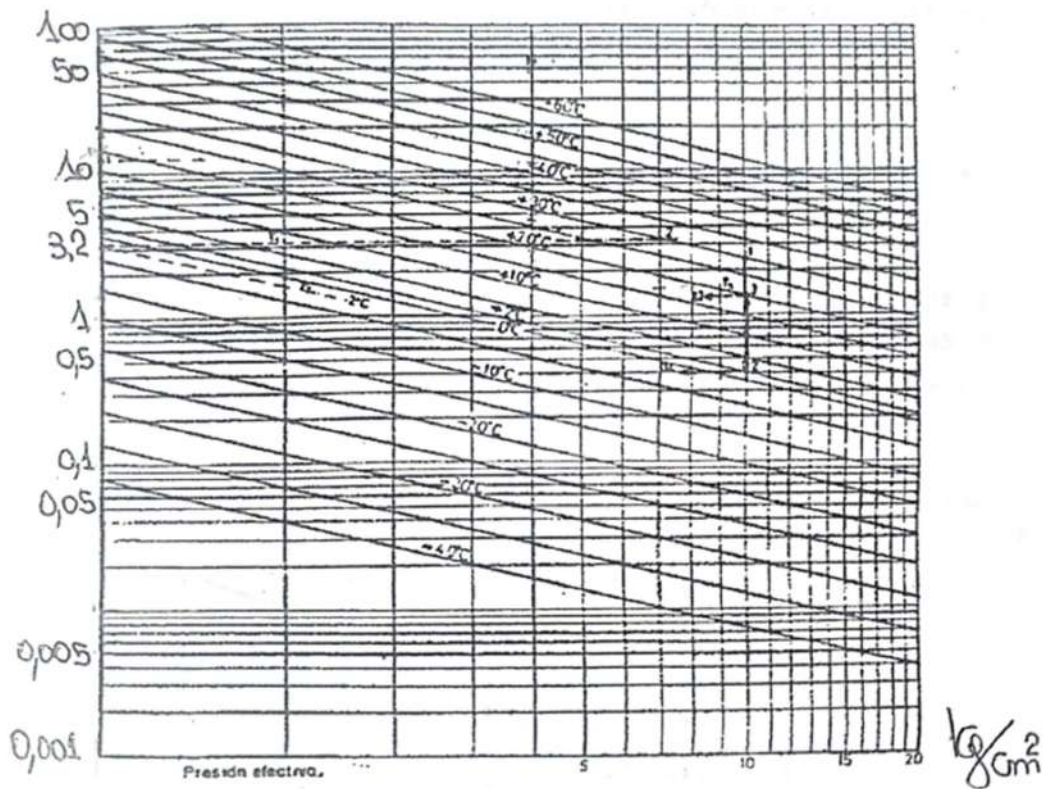


Gráfico 3: Humedad en el aire

$$X_s = 15 \left[\frac{gr}{kg} \right]$$

$$X_{si} = 0.8 * 15 = 12 \left[\frac{gr}{kg \text{ aire seco}} \right]$$

$$X_{sf} = 1.5 \left[\frac{gr}{kg \text{ aire seco}} \right]$$

Luego, empleando estos valores se obtiene:

$$C = 7.2 * 10^{-4} * 4.13 * 90 * (12 - 1.5) = 2.81 \left[\frac{l}{h} \right]$$



5. Informe de seguridad e higiene

5.1. Memoria descriptiva

El objetivo de abordar este tema, es eliminar o minimizar los accidentes o enfermedades ocasionados en el ámbito laboral. Mediante el estudio de las acciones preventivas podemos crear un ambiente seguro de trabajo, y capacitar al operario para cumplir con las normas establecidas para de esta forma erradicar o disminuir los incidentes o accidentes.

Se realizará el estudio basado en la arquitectura del edificio, la cantidad de operarios y las tareas a desarrollar, para ofrecer a la empresa una lista de los recaudos mínimos que se deberán cumplir.

Se podrá encontrar en los anexos el “**Plano 5**” del taller con las indicaciones correspondientes y las ubicaciones de cartelería/extintores.

5.2. Descripción del área

La empresa cuenta con 2/3 personas que actualmente desarrollan actividades de mantenimiento en el taller, las cuales serán desplazadas al nuevo espacio de trabajo.

- Área principal de 18x20 [m^2]
- Sala de lavado 2.6x2.3 [m^2]
- Sala de compresor 2.5x2.3 [m^2]

En el área principal se realizarán trabajos de herrería y servicios (cambio de aceite y filtros).

En la sala de lavado, se limpiarán piezas mecánicas con combustible y aditivos de limpieza.

En la sala de compresor, únicamente se encontrará el tanque pulmón y el compresor.



5.3. Puntos a desarrollar

- Plan de evacuación
- Incendio

El plan de evacuación es la planificación y organización humana para la utilización óptima de los medios técnicos previstos con la finalidad de reducir al mínimo las posibles consecuencias que pudieran derivarse de una situación de riesgo, es por lo tanto una forma de actuación que se debe elaborar para que cada persona involucrada sepa lo que tiene que hacer y llevarlo a la práctica en el menor tiempo posible.

Para que un plan de evacuación y simulacro en casos de incendios, explosión o advertencia de explosión sea eficaz, es necesaria la creación de un plan de emergencia.

La experiencia señala que, para afrontar con éxito la situación, la única forma válida además de la prevención, es la planificación anticipada de las diferentes alternativas y acciones a seguir por los operarios que participan en la evacuación.

5.3.1. Cálculo de salidas de emergencia o medios de escape

Calculamos N según el factor de ocupación. El factor de ocupación se encuentra tabulado en el ANEXO VII del Decreto 351/79, y establece que para la Industria se considerarán que tendremos a una persona por cada $16[m^2]$, entonces, teniendo un área de $360[m^2]$ aproximadamente, se tendrá que el

$$F_o = \frac{360}{16} = 22.5 \cong 23 = N$$

Ecuación 13: Factor de ocupación

Calculamos “n” número de anchos de salidas, este se calcula realizando el siguiente cociente $n = \frac{N}{100} = 0.23$. Dado que el resultado es inferior al ancho mínimo permitido, se considerará un mínimo de 2 unidades ($n = 2$) de ancho.



Teniendo que considerarse para edificios nuevos una salida de 1.10[m] de ancho, y sabiendo que la nave cuenta con 2 portones, uno de 4.8[m] y otro de 6[m] de ancho, podemos concluir que supera ampliamente el ancho mínimo requerido ante la necesidad de evacuación.

5.3.2. Incendio

Para la correcta colocación de extintores es necesario el cálculo de la carga de fuego, esto nos permite evaluar el riesgo de incendio en un local según Decreto 351/79.

Los valores de referencia utilizados son los indicados en las tablas 2.1 y 1 ANEXO VII del Decreto 351/79

En este local se presentan tres tipos de clases de fuegos, clasificados por el tipo de combustible que reacciona.

- CLASE A. Se conoce como fuego clase A, a toda reacción de combustión que se origina a partir de un combustible sólido y a menudo de tipo orgánico. En general producen brasas y a modo de ejemplo se pueden citar el papel, la madera, el cartón, el plástico entre otros.
- CLASE B. Se conoce como fuego clase B, a aquellos que se originan a partir de la combustión de gases, materiales líquidos con capacidad inflamable o de sólidos con capacidad de licuarse. Se trata del tipo de fuego que se produce ante la combustión de metano, gas natural, alcohol, gasolina, cera o pintura, entre otros.
- CLASE C. Se consideran como fuegos de clase C a aquellos promovidos en aparatos eléctricos. Esta clasificación está asociada al riesgo adicional vinculado con la circulación de corriente eléctrica.

Por lo cual se utilizarán matafuegos tipo ABC, los cuales actúan interrumpiendo la reacción química del fuego. A continuación presentaremos el triángulo de fuego, el cual establece los 3 elementos necesarios para que se produzca la combustión o fuego.



Ilustración 11: Triángulo de fuego

5.3.3. Cálculo de carga de fuego

La carga de fuego es el peso en madera por unidad de superficie $\left[\frac{kg}{m^2}\right]$ capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio. El poder calorífico de un material es la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación. Como patrón de referencia se considera a la madera con un poder calorífico de $4.400 \left[\frac{kcal}{kg}\right]$.

La carga de fuego se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CF = \frac{\sum(P_i * P_{ci})}{4400 \left[\frac{kcal}{kg}\right] * A}$$

Ecuación 14: Cálculo de Carga de Fuego



Donde:

- CF : Carga de fuego en $\left[\frac{kg}{m^2}\right]$
- P_i : Cantidad de material en $[kg]$ contenido en el sector de incendio
- P_{ci} : Poder calorífico en $\left[\frac{kcal}{kg}\right]$ del material
- A : Área del sector de incendio en $[m^2]$
- Cte : $4400 \left[\frac{kcal}{kg}\right]$ poder calorífico de la madera

Para el cálculo tomaremos algunos ítems típicos que podemos encontrar en un taller de este tipo.

- 20 kg de trapos algodón $4 \left[\frac{Mcal}{kg}\right] \Rightarrow 80 \left[\frac{Mcal}{kg}\right]$
- 500 kg de papel $4 \left[\frac{Mcal}{kg}\right] \Rightarrow 2000 \left[\frac{Mcal}{kg}\right]$
- 400 kg de cable $1.2 \left[\frac{Mcal}{kg}\right] \Rightarrow 480 \left[\frac{Mcal}{kg}\right]$
- 300 kg de madera $4.4 \left[\frac{Mcal}{kg}\right] \Rightarrow 1320 \left[\frac{Mcal}{kg}\right]$

$$\text{Total} = 3880 \left[\frac{Mcal}{kg}\right]$$

Por lo que aplicando la ecuación anterior tenemos que:

$$CF = \frac{3880 \left[\frac{Mcal}{m^2}\right]}{4.4 \left[\frac{Mcal}{kg}\right] * 360[m^2]} = 2.45 \left[\frac{kg}{m^2}\right]$$

Adoptamos hasta $CF = 15 \left[\frac{kg}{m^2}\right]$



- De la Tabla 2.1 del Decreto 351/79 Anexo VII obtenemos que el Riesgo 3 – MUY COMBUSTIBLE

TABLA: 2.1.

Actividad Predominante	Clasificación de los Materiales Según su Combustión						
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5	Riesgo 6	Riesgo 7
Residencial Administrativo	NP	NP	R3	R4	—	—	—
Comercial 1 Industrial Depósito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos Cultura	NP	NP	R3	R4	—	—	—

Tabla 30: Tabla 2.1 del Decreto 351/79 Anexo VII

- De la Tabla 1 del Decreto 351/79 Anexo VII obtenemos que para 15 kg/m² y R3, se obtiene un POTENCIAL EXTINTOR 1A

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 100 Kg/m ²	—	—	6 A	4 A	3 A
> 100 Kg/m ²	A determinar en cada caso.				

Tabla 31: Tabla 1 del Decreto 351/79 Anexo VII



- De la Tabla 2 del Decreto 351/79 Anexo VII obtenemos que para $15 \left[\frac{kg}{m^2} \right]$ y R3, se obtiene un POTENCIAL EXTINTOR 4B

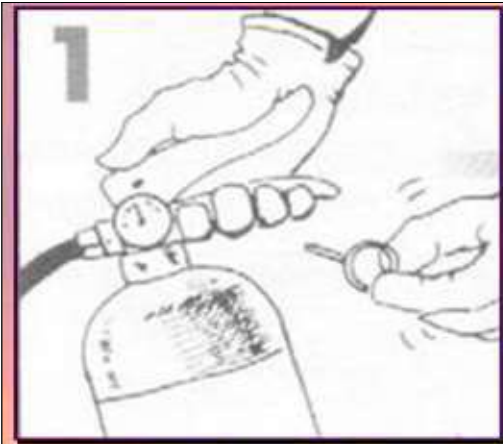
TABLA 2

CARGA	RIESGO				
	Riesgo 1	Riesgo 2	Riesgo 3	Riesgo 4	Riesgo 5
DE FUEGO	Explos.	Inflam.	Muy Comb.	Comb.	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 100 Kg/m ²	—	20 B	10 B	—	—
> 100 Kg/m ²	A determinar en cada caso.				

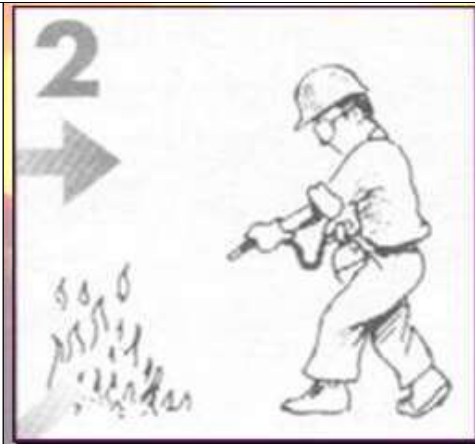
Tabla 32: Tabla 2 del Decreto 351/79 Anexo VII

Se tomarán al menos 2 matafuegos 5 kg cada uno tipo ABC, el cual tiene un poder extintor de 6 A – 40 BC. Se consideran 2 debido a las distancias, ya que una persona no deberá de recorrer más 15 m para llegar a un extintor. Se divisará la ubicación de los matafuegos en el plano de evacuación e incendio anexo **“Plano 5.pdf”**.

Se recomendará además instruir a las personas la correcta utilización de los matafuegos.



Tirar del seguro para romper el precinto.



Colocarse a 3 metros
aproximadamente del fuego, siempre a
favor del viento



Accionar la palanca.



Dirigir el chorro a la base de la llama,
procurando mantener el extintor en
posición vertical.



6. Conclusiones

Llegando al final de este proyecto y observando el trabajo realizado, puedo afirmar que expandió mi ámbito laboral y que logré utilizar lo aprendido en las cátedras.

Con respecto al desarrollo de los cálculos, en todos los pasos se tomó en cuenta la seguridad y el cuidado de los trabajadores.

Para el cálculo de la cantidad de luminarias y su distribución, se tomó un nivel de iluminación óptimo, con el fin de cuidar la visión de los empleados. Además se consideraron algunos factores, como la baja reflexión de las superficies para mejorar la iluminación del local.

Para el cálculo y desarrollo del TSG, se tomó en cuenta la división de cargas y su naturaleza, ya sea monofásica o trifásica. Estableciendo la cantidad de circuitos y su carga, se calcularon los conductores y sus protecciones. Se pudo observar que gracias a la gran caída de tensión en el circuito TUG 1, se tuvo que adoptar un conductor mayor que el que adoptaríamos, solo observando la corriente del mismo, para cumplir con las exigencias del reglamento.

Abordando las instalaciones de aire comprimido, se trató de maximizar la comodidad y la mínima utilización de extensiones neumáticas planificando varios puntos de utilización con una distancia promedio entre ellos de 5m, lo que facilita su utilización en distintos puntos del taller. Dicha instalación presenta una homogeneidad en sus partes ya que se optó por utilizar solo 2 medidas de caño, haciendo que sea fácil reemplazar una bajada completa si sufre averías o roturas. La contraparte es que, si bien aumenta el costo de la instalación, ya que no se realizó de forma telescópica, no impone gran aumento ya que hablamos de 2 o 3 caños.

Con respecto a la realización del informe de seguridad e higiene, se tuvo en cuenta la arquitectura del taller, las ubicaciones de las entradas y los materiales que pueden encontrarse dentro del mismo. Estos datos se utilizaron para calcular la carga de fuego,



disponiendo los matafuegos y su tipo. Además se calculó las salidas de emergencias para el correcto desalojo ante eventualidades.



7. Bibliografía

- Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. AEA 9036-7-771 (2006).
- Material aportado por la cátedra de Instalaciones Eléctricas.
- Material aportado por la cátedra de Instalaciones Industriales, por Pedro W. Belliardo.
- Higiene y seguridad en el trabajo. Ley Nacional n° 19587.
- Decreto N°351/79. Reglamento de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- IRAM (2017), Manual de Normas de Aplicación para el Dibujo Técnico, Buenos Aires.



8. Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Flujo luminoso.....	12
Ecuación 2: Número de luminarias.....	12
Ecuación 3: Cantidad de luminarias a lo ancho.....	13
Ecuación 4: Cantidad de luminarias a lo largo.....	13
Ecuación 5: Relación entre la potencia aparente y la potencia activa	17
Ecuación 6: Cálculo de la corriente del proyecto.....	18
Ecuación 7: Cálculo de caída de tensión.....	21
Ecuación 8: Relación entre caudal de aire libre y caudal de aire comprimido	34
Ecuación 9: Cálculo de la presión de trabajo admisible	38
Ecuación 10: Velocidad del aire en cañería	39
Ecuación 11: Relación para selección de tanque pulmón.....	42
Ecuación 12: Cálculo de condensado en tanque pulmón.....	46
Ecuación 13: Factor de ocupación.....	49
Ecuación 14: Cálculo de Carga de Fuego	51



9. Índice de gráficos

Gráfico 1: Obtención del diámetro nominal de la cañería	36
Gráfico 2: Relación de tiempos de utilización de compresor.....	43
Gráfico 3: Humedad en el aire.....	47

10. Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Predio.....	6
Ilustración 2: Ejemplo de bandejas portacables y ménsulas amuradas.....	7
Ilustración 3: Ejemplo de iluminación en galpones.....	8
Ilustración 4: Detalle de luminaria Lumenar.....	10
Ilustración 5: Tablero de tomacorriente	16
Ilustración 6: Termomagnética tetrapolar	20
Ilustración 7: Ejemplo de FRL	30
Ilustración 8: Tubos IRAM-IAS U 500-2502	32
Ilustración 9: Ejemplo de compresor KAESER	41
Ilustración 10: Ejemplo tanques pulmón KAESER.....	45
Ilustración 11: Triángulo de fuego	51



11. Índice de tablas

Tabla 1: Anexo IV del Decreto 351/79.....	9
Tabla 2: Especificaciones Luminar.....	10
Tabla 3: Factor de mantenimiento.....	11
Tabla 4: Distancia máximas entre luminarias.....	15
Tabla 5: Potencia de activos del taller.....	17
Tabla 6: Activos del taller y su potencia aparente.....	18
Tabla 7: Tabla 771.16.VI del reglamento.....	19
Tabla 8: Aproximación por GDC.....	22
Tabla 9: Tabla 771.9.I - Demanda máxima de potencia simultánea.....	24
Tabla 10: Distribución de potencias en circuitos.....	24
Tabla 11: Tabla 771.16.III del reglamento.....	25
Tabla 12: Elección de conductores.....	26
Tabla 13: Selección de In para protección.....	26
Tabla 14: Cálculo de corriente de I2.....	27
Tabla 15: Verificación de actuación y sobrecarga.....	27
Tabla 16: Cálculo de caída de tensión.....	28
Tabla 17: Dimensiones de cañerías IRAM 2502.....	32
Tabla 18: Diámetros de caños seleccionados.....	33
Tabla 19: Accesorios de la cañería.....	33



Tabla 20: Artefactos neumáticos	34
Tabla 21: Factor de utilización de artefactos.....	35
Tabla 22: Diámetro nominal de la cañería	36
Tabla 23: Equivalencia en metros lineales de cañería, según la caída de precio de cada accesorio.....	37
Tabla 24: Sumatoria de longitudes equivalentes en cada cañería	37
Tabla 25: Valores obtenidos sobre la reiteración del gráfico 1	37
Tabla 26: Verificación de velocidad en cañerías.....	39
Tabla 27: Sumatoria de caudales para selección de compresor	40
Tabla 28: Especificaciones de compresor a tornillo	41
Tabla 29: Especificaciones de tanque pulmón	44
Tabla 30: Tabla 2.1 del Decreto 351/79 Anexo VII	53
Tabla 31: Tabla 1 del Decreto 351/79 Anexo VII	53
Tabla 32: Tabla 2 del Decreto 351/79 Anexo VII	54



12. ANEXOS

Descripción de activos



Denom. Activo	Compresor
Marca	Marsiglione
HP	55
Caudal	450 lt/min
rpm	600
Presión	10 kgr/cm ²
Alimentación	Trifásica
Volumen tanque	180 lt
Cabezales	2 un





Denom. Activo	Taladro de banco
Marca	Lusqtoff
Potencia	1500 w
Alimentación	Monofasica



Denom. Activo	Soldadora
Marca	Merle
Modelo	350
Potencia	25 kV.A.
Alimentación	Trifasica



Denom. Activo	Soldadora
Marca	Merle
Modelo	380
Potencia	13 kV.A.
Alimentación	Trifasica



Denom. Activo	Soldadora
Marca	Electar
Modelo	TN4R
Potencia	17 kV.A.
Alimentación	Trifasica



Denom. Activo	Amoladora Banco
Marca	DAFA
Potencia	1/2 HP
Alimentación	Monofasica



Denom. Activo	Amoladora 9"
Marca	Milwaukee
Potencia	2200 w
Alimentación	Monofasica



Denom. Activo	Amoladora 4"
Marca	Milwaukee
Potencia	1250 w
Alimentación	Monofasica



Denom. Activo	Taladro
Marca	Milwaukee
Potencia	850 w
Rev.	3200 rpm
Alimentación	Monofasica



Denom. Activo	Taladro
Marca	Martins
Potencia	600 w
Rev.	385 rpm
Alimentación	Monofasica



Denom. Activo	Atornillador Neumatico
Marca	Desconocido
Encastre	1/2"
Consumo	100 l/min



Denom.	Atornillador
Activo	Neumatico
Marca	BTA
Encastre	3/4"
Consumo	134 l/min



Denom.	Atornillador
Activo	Neumatico
Marca	Wurth
Encastre	1"
Consumo	310 l/min



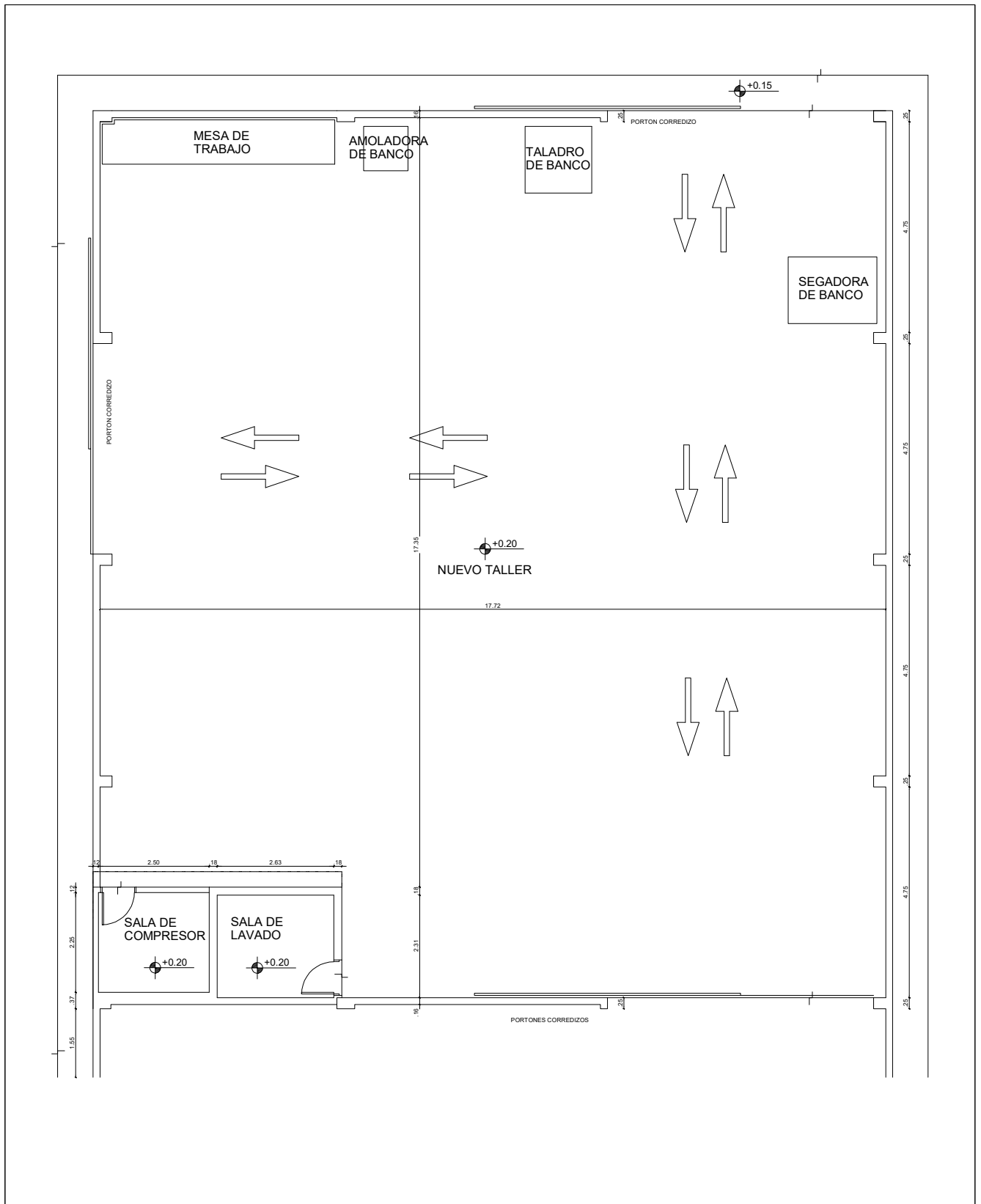
Denom. Activo	Amoladora de mano
Marca	Bremen
Tipo	Recta
Consumo	300 l/min



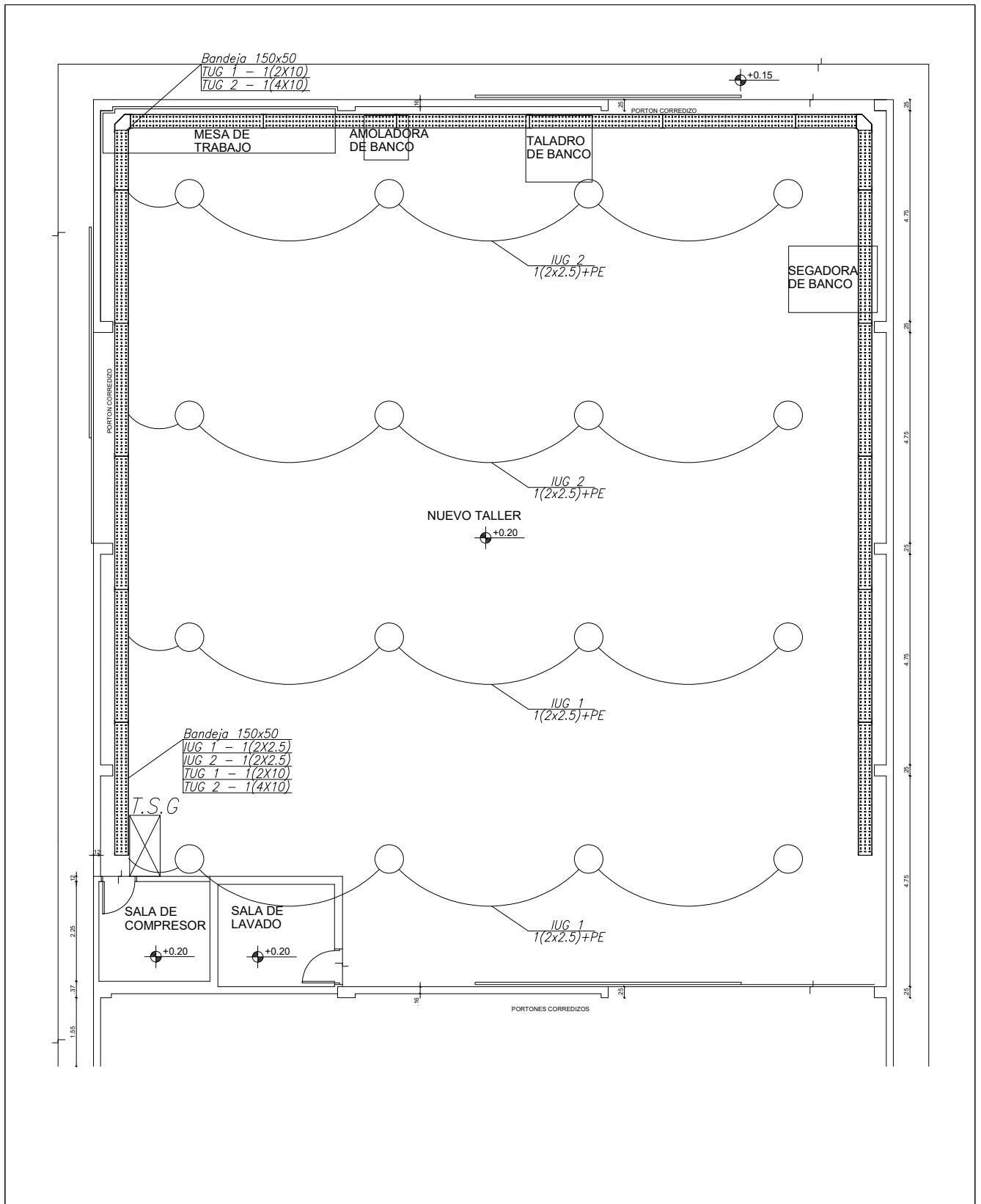
Denom. Activo	Pistola de Pintura
Marca	Maer
Consumo	300 l/min



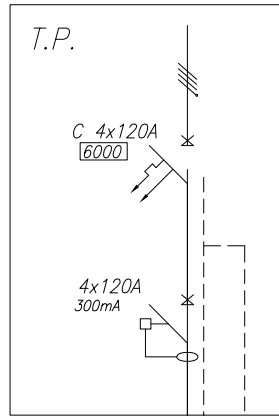
Denom. Activo	Segadora de banco
Marca	Lusqtoff
Potencia	2000 W
Rev.	3800 rpm
Alimentación	Monofásica



Tolerancias Generales ±1 mm	Proyectó:	01/05/23	Ruppel Kevin		Código Empresa:
	Dibujó:	01/05/23			Nombre Archivo:
	Revisó:				PLANO 01
	Aprobó:				Trabajo y Diseño Final FACULTAD DE INGENIERIA UNLPam
Escala:	Denominación:			N° Plano Cliente:	
S/E	PLANTA			N° Plano:	
				01	
Formato:				Pág.	
A4				1/1	



<p>Tolerancias Generales ±1 mm</p>	<p>Proyectó: 01/05/23 Ruppel Kevin</p>		<p>Código Empresa:</p>	
	<p>Dibujó: 01/05/23</p>		<p>Nombre Archivo: PLANO 02</p>	
	<p>Revisó:</p>		<p>Trabajo y Diseño Final FACULTAD DE INGENIERIA UNLPam</p>	
	<p>Aprobó:</p>			
<p>Escala: S/E</p>	<p>Denominación: BANDEJAS METALICAS</p>	<p>N° Plano Cliente:</p>		
<p>Formato: A4</p>	<p>N° Plano: 02</p>		<p>Pág. 1/1</p>	



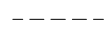
REFERENCIAS:



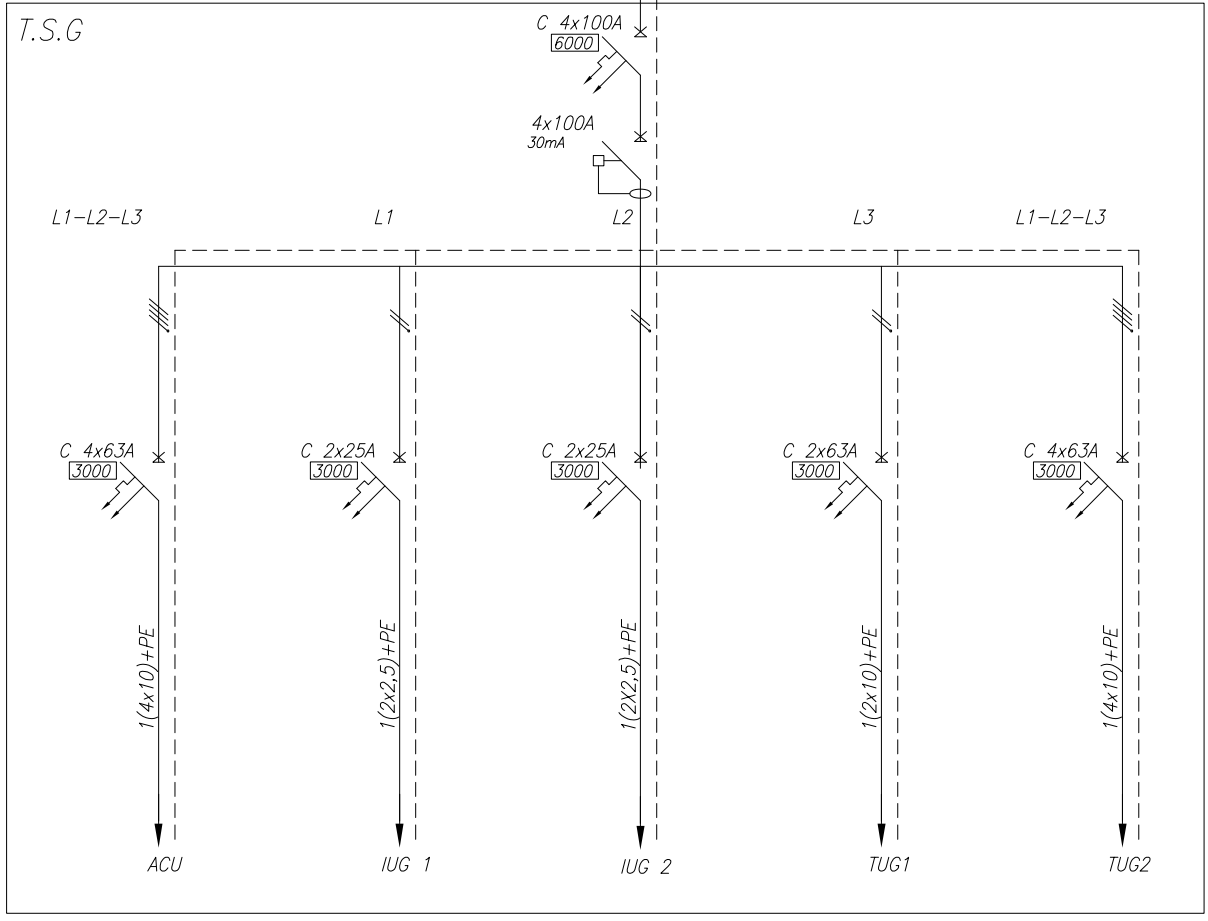
Interrupción Termomagnético



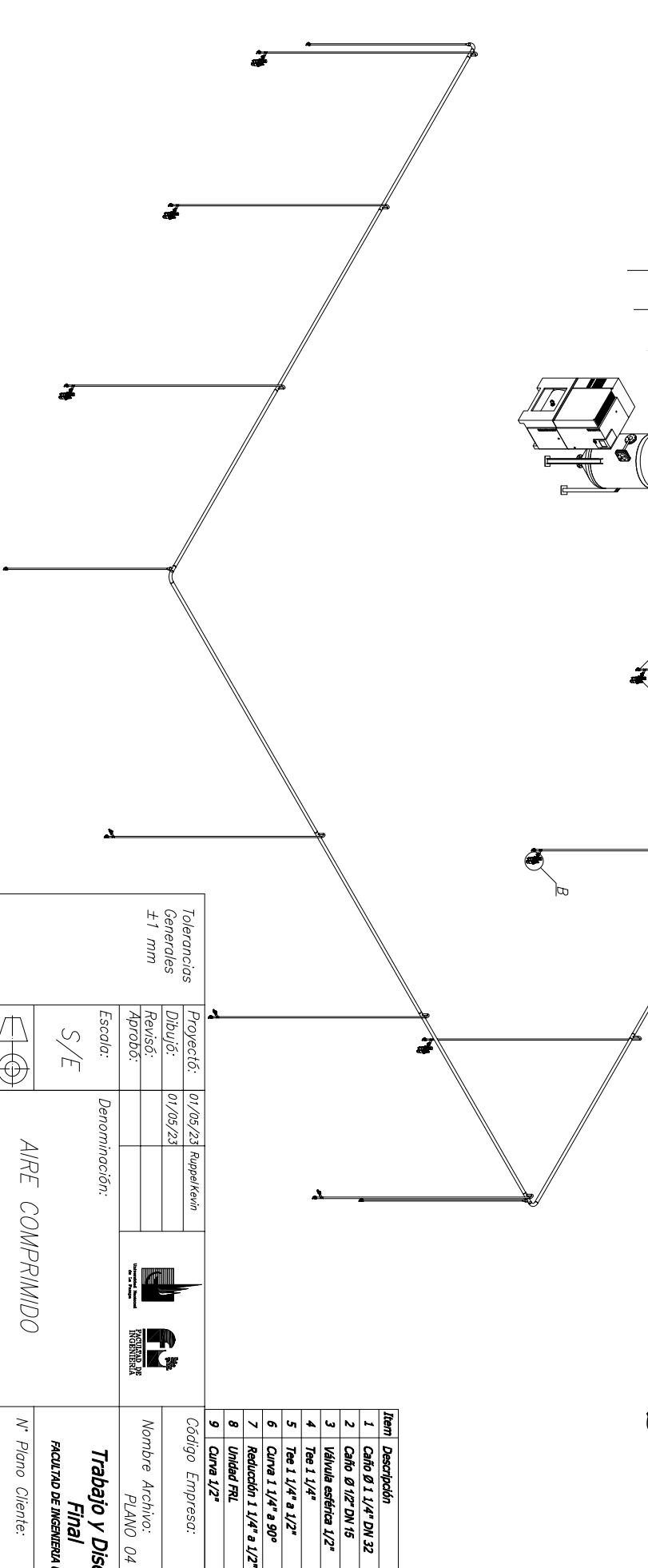
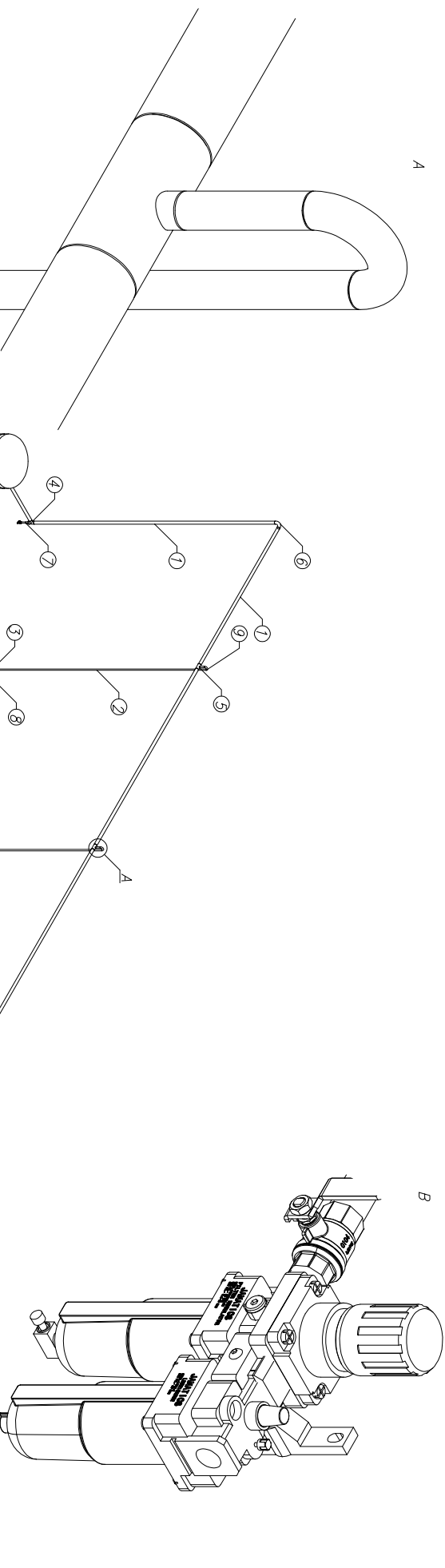
Interrupción Diferencial



Conductor de protección (PE)



<p>Tolerancias Generales ±1 mm</p>	<p>Proyectó: 01/05/23 Ruppel Kevin</p>		<p>Código Empresa:</p>	
	<p>Dibujó: 01/05/23</p>		<p>Nombre Archivo: PLANO 03</p>	
	<p>Revisó:</p>		<p>Trabajo y Diseño Final FACULTAD DE INGENIERIA UNLPam</p>	
	<p>Aprobó:</p>			
<p>Escala: S/E</p>	<p>Denominación: UNIFILAR</p>		<p>N° Plano Cliente:</p>	
	<p>UNIFILAR</p>		<p>N° Plano: 03</p>	
<p>Formato: A4</p>			<p>Pág. 1/1</p>	



Item	Descripción	Cantidad
1	Cañño Ø 1 1/4" DN 32	58 m
2	Cañño Ø 1/2" DN 15	60 m
3	Válvula esférica 1/2"	22 un
4	Tee 1 1/4"	3 un
5	Tee 1 1/4" a 1/2"	9 un
6	Curva 1 1/4" a 90°	4 un
7	Reducción 1 1/4" a 1/2"	4 un
8	Unidad FRL	9 un
9	Curva 1/2"	9 un

Tolerancias Generales ± 1 mm		Proyecto: 01/05/23	RuppelKevin
Dibujó:		01/05/23	
Revisó:			
Aprobó:			
Escala: S/E		Denominación:	



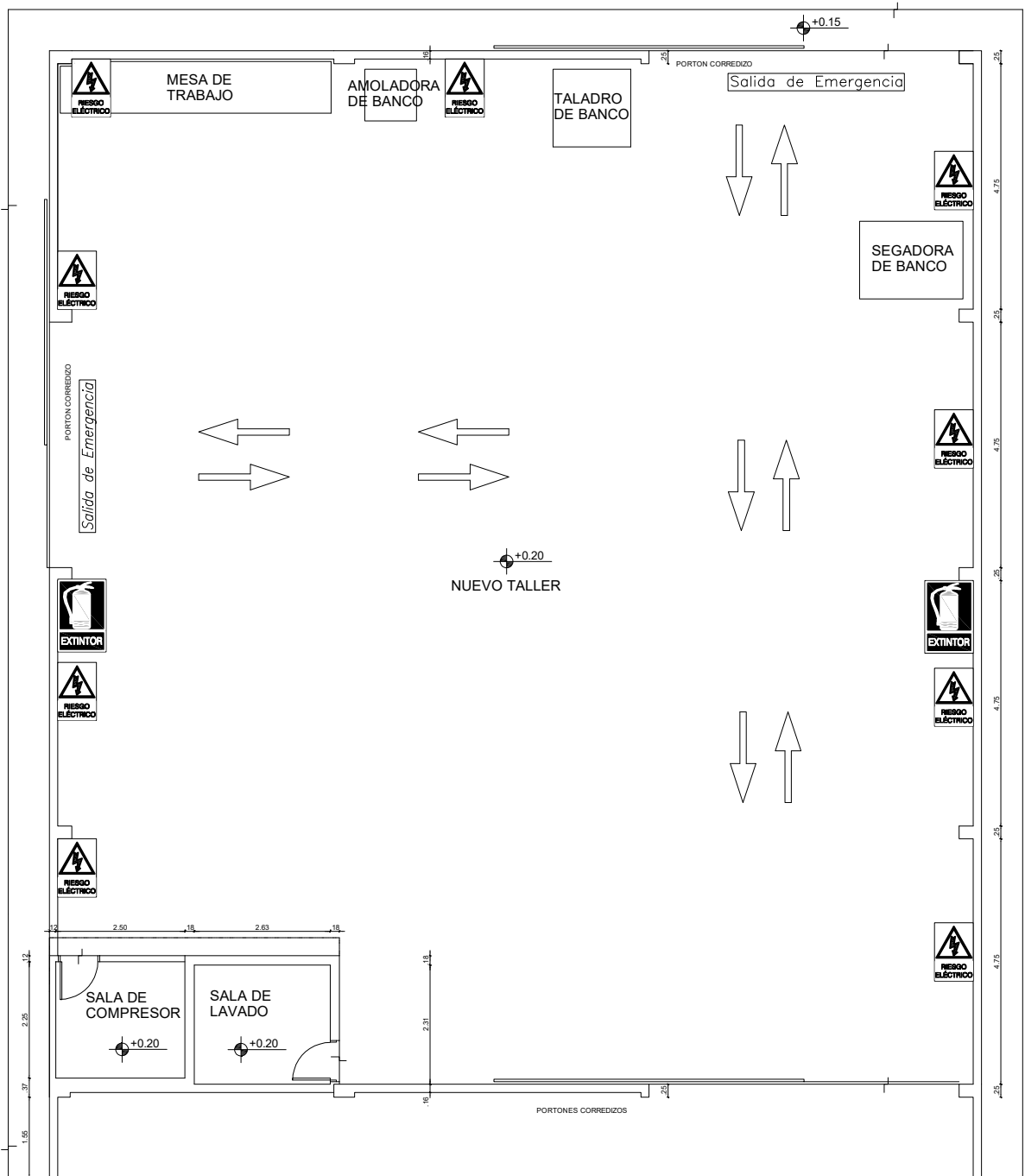
Trabajo y Diseño Final
FACULTAD DE INGENIERIA UNLPam

AIRE COMPRIMIDO

Formato: A3

N° Plano: 04

Pág. 1/1



<p>Tolerancias Generales ±1 mm</p>	<p>Proyectó: 01/05/23 Ruppel Kevin</p>		<p>Código Empresa:</p>		
	<p>Dibujó: 01/05/23</p>		<p>Nombre Archivo: PLANO 05</p>		
	<p>Revisó:</p>	<p>Trabajo y Diseño Final FACULTAD DE INGENIERIA UNLPam</p>		<p>N° Plano Cliente:</p>	
	<p>Aprobó:</p>			<p>N° Plano: 05</p>	
<p>Escala: S/E</p>	<p>Denominación: SEGURIDAD E HIGIENE</p>		<p>Pág. 1/1</p>		
<p>Formato: A4</p>					