

PROYECTO y DISEÑO FINAL

Título:

***“DISEÑO Y CÁLCULO DE INSTALACIONES
PARA SECTOR DE PINTURA Y SOLDADURA
EN TALLER MECÁNICO DE AUTOS”***

Empresa: MILENARIA S.A.

Concesionario Oficial Chevrolet Argentina

Ingeniería Electromecánica (Plan 2015)

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de la Pampa (UNLPam)

Estudiante autor:

➤ **Gorosito Barga, Juan Cruz**

Docente tutor:

➤ **Schpetter, Nicolás**

Jurados:

- **Castellino, Ariel - UNLPam**
- **García, Néstor Daniel - UNLPam**
- **Leguizamón, Lucas - UNLPam**

Fecha de aprobación: **31 de mayo del año 2023**

Lugar: **General Pico (La Pampa, Argentina)**

RESUMEN:

El presente proyecto se llevará 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). Dicha actividad, se realizará en la empresa “MILENARIA S.A.” representante oficial de Chevrolet Argentina, ubicada en Ruta 1 N.º 760 (General Pico, La Pampa). La principal actividad de la empresa es brindar servicio de venta y postventa para todos los modelos de la marca Chevrolet.

El Proyecto Final surge a partir de que la empresa proyecta a futuro un nuevo sector de soldadura y pintura, donde se pueda: reparar, soldar, sustituir y pintar partes de un vehículo. Es un servicio que la empresa no puede prestar por falta de instalaciones por ello sería muy importante poder disponer de estos sectores ya que ampliará la oferta de servicios, ayudando a la empresa a poder crecer y generar nuevos puestos de trabajo.

Dicha ampliación del servicio consta en diseñar las instalaciones de aire comprimido, instalación eléctrica, extracción de humos de soldadura y cabina de pintura. En aire comprimido, rediseñar la instalación del total del taller (incluyendo ampliación) y analizar si las cañerías y compresor actuales cumplen con los valores de diseño. En cuanto a la instalación eléctrica, se realiza totalmente nueva. Por último, la extracción de humos de soldadura y cabina de pintura se diseñan por que actualmente el taller no dispone de estos medios para poder desarrollar el trabajo del sector en cuestión. Teniendo como objetivo principal aumentar la calidad del servicio y cuidar la seguridad integral de los operarios.

Palabras claves: Instalaciones, soldadura, pintura, aire comprimido, cabina de pintura e Instalación eléctrica.

ABSTRACT:

This project will be carried out in accordance with the provisions of Resolution No. 069/21 of the Board of Directors of the Faculty of Engineering of the National University of La Pampa (UNLPam). Said activity will be carried out in the company "MILENARIA S.A." official representative of Chevrolet Argentina, located at Route 1 No. 760 (General Pico, La Pampa). The main activity of the company is to provide sales and after-sales service for all models of the Chevrolet brand.

The Final Project arises from the fact that the company projects a new welding and painting sector for the future, where it is possible to: repair, weld, replace and paint parts of a vehicle. It is a service that the company cannot provide due to lack of facilities, so it would be very important to have access to these sectors as it will expand the range of services, helping the company to grow and generate new jobs.

Said extension of the service consists of designing the compressed air installations, electrical installation, welding fume extraction and paint booth. In compressed air, redesign the installation of the entire workshop (including expansion) and analyze whether the current pipes and compressor comply with the design values. As for the electrical installation, it is completely new. Finally, the extraction of welding fumes and the paint booth are designed because the workshop currently does not have these means to carry out the work in the sector in question.

With the main objective of increasing the quality of the service and taking care of the integral safety of the operators.

Keywords: Installations, welding, painting, compressed air, paint booth and electrical installation.

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN.....	7
DESARROLLO.....	8
AIRE COMPRIMIDO.....	8
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	8
1. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO	10
1.1 Planilla de artefactos:	10
1.2 Diámetros de las cañerías:.....	10
1.2.1: Tipo de cañería.....	11
1.3 Accesorios:.....	11
1.5 Tanque pulmón:.....	13
1.6 Secador de aire:	14
1.7.1 Unidad FRL:.....	15
1.8 Bomba neumática para lubricantes:	16
1.9 Cálculo de consumos:.....	17
1.10 Cálculo y selección del compresor:.....	19
1.11 Cálculo y selección del tanque pulmón:.....	19
1.12 Cálculo del aproximado condensado:	21
1.13 Selección unidad FRL.....	22
1.14 Selección del secador	22
1.15 Cálculo de la cañería	22
1.17 Verificación por código ASME (Sección VIII, División I)	26
1.18 Verificación de la velocidad del fluido en cada tramo de la cañería.....	29
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	30
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	30
2. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO	32
2.1 Tensión de suministro:	32
2.2 Demanda de potencia máxima simultanea:	32
2.3 Coeficiente de simultaneidad	32
2.4 Carga total correspondiente al inmueble:.....	32
2.5 Grado de electrificación:	32
2.6 Línea de alimentación de la distribuidora	32

2.7.1 Línea principal de la distribuidora	32
2.7.2 Línea de circuito seccional	32
2.7.3 Línea de circuitos terminales:	33
2.8 Planilla de circuitos:	34
2.8.1 Tablero seccional (T.S.) – Distribución de cargas:	34
2.9 Protecciones y tipo de cable para: Circuitos Terminales y Seccional.....	35
2.9.1 Tablero seccional (T.S.)	35
2.10 Maquinas/herramientas del sector chapa:	36
2.11 Determinación de las secciones de conductores	37
2.11.1 Determinación de la corriente de proyecto I_b	37
2.11.2 Corriente máxima admisible	37
2.11.3 Corriente asignada al dispositivo de protección.....	37
2.11.3 Actuación de la protección por sobrecarga	38
2.11.4 Caída de tensión	38
2.11.5 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_{kmax}	38
2.11.5 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima cortocircuito mínima I''_{kmin}	40
2.11.5 Verificación de la máxima exigencia térmica.	41
2.12.1 Tablero seccional (T.S.)	43
2.13 Calculo de caída de tensión:.....	44
2.14 Planilla resumen.....	46
2.15 Especificaciones técnicas – Generales y particulares:	47
2.15.1 Sistema de protección Puesta a Tierra (PaT):	47
2.15.2 Instalación de cañerías:	48
2.15.3 Instalaciones Subterráneas:	49
2.15.4 Conductores:.....	49
2.15.5 Tomacorrientes:.....	51
2.15.6 Tableros:.....	51
EXTRACCIÓN LOCALIZADA PARA HUMOS DE SOLDADURA	53
3. MEMORIA DESCRIPTIVA	53
3. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO	54
3.1 Dimensiones mesa de trabajo:.....	54

3.2 Dimensiones Campana:.....	54
3.3 Diámetro tubería:.....	54
3.4 Filtro:.....	55
3.5 Ventilador centrifugo:	55
3.6 Cálculo determinación de diámetros y pérdida de presión por tramo.....	56
3.7 Dimensiones, pérdidas y verificaciones de cada tramo.....	65
3.8 Selección del ventilador	66
VENTILACIÓN CABINA DE PINTURA	67
4. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	67
4. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO	68
4.1 Dimensiones cabina de pintura:	68
4.2 Filtro de pintura:.....	69
4.3 Ventilador:.....	70
4.4 Cálculo pérdidas de presión a lo largo de la instalación:	70
4.5 Selección del ventilador:	76
4.6 Tabla de resultados para la cabina de pintura:	77
ANEXO 2 (Catálogos y fichas técnicas de fabricantes).....	78
CONCLUSIÓN	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXO PLANOS.....	84

INTRODUCCIÓN

Se necesita diseñar y calcular las instalaciones eléctricas, de aire comprimido y extracción localizada para poder desarrollar el servicio de “Chapa y Pintura”, en la postventa de Milenaria S.A.

La instalación eléctrica es requerida para cubrir la demanda del sector ya que debería abastecer energía para iluminación, tomacorrientes monofásicos y trifásicos, compresor de aire trifásico, soldadora trifásica, ventiladores para la extracción de aire y máquinas necesarias para el sector.

En cuanto a la instalación de aire comprimido, debe satisfacer la necesidad para todos los puestos de trabajo incluyendo los nuevos. Debe cubrir la demanda de todas las maquinarias neumáticas que se utilizan en cada puesto de trabajo.

Por último, se diseñó la instalación de extracción localizada para humos de soldadura y cabina de pintura determinando dimensiones, diámetros de tuberías, caudal y pérdidas de presión que deben superar los ventiladores extractores. Siempre cuidando la integridad de las personas y el medio ambiente.

Teniendo en cuenta que actualmente existen las instalaciones eléctricas y de aire comprimido, en ambas se debe realizar un análisis si son viables las extensiones, con el objetivo de minimizar los costos.

En el anexo (archivo formato PDF “PyDF - Anexo Planos - Gorosito, Juan Cruz VF”) se pueden apreciar todos los planos correspondientes a las instalaciones diseñadas.

DESARROLLO

AIRE COMPRIMIDO

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

Para el diseño de la extensión del sistema de aire comprimido en el sector de chapa y pintura se comenzó analizando la distribución de todos los boxes, espacios físicos del taller y los posibles consumos por cada puesto de trabajo.

La instalación inicia en un compresor a tornillo con prestaciones que satisfagan las necesidades del sistema. Se encuentran herramientas como: sopletes, atornilladores neumáticos, pistolas para pintar, pulidoras, bomba neumática para lubricantes, entre otras. Para estos equipos se conocen los datos que permiten calcular el consumo de los mismos. El consumo total de la instalación, se obtuvo afectando por un índice de utilización al consumo de cada herramienta obtenido por tablas (valores estimados que se obtienen del material teórico ofrecido por la cátedra de Instalaciones Industriales). La presión de trabajo será la de la herramienta que trabaje a mayor presión.

Se seleccionó el compresor teniendo en cuenta un coeficiente de utilización del 85%. Además, al afectar por coeficiente de utilización los consumos de cada herramienta es necesario dimensionar el tamaño de un tanque pulmón para poder abastecer a la red cuando tenga los picos máximos de consumo. Y también, se calculó el caudal aproximado de litros de condensado por el turno diario.

La distribución de cañerías es en forma ramificada ya que debido a la disposición de los puntos de consumo es la más indicada. Las bajadas a los consumos se derivan de la parte superior del caño para evitar que el condensado sea arrastrado hacia los equipos, utilizando tees y curvas a 90 grados. La cañería se dimensionó teniendo en cuenta una caída de presión del 3% desde la salida del tanque pulmón hasta la unidad FRL (incluida ésta) antes de la máquina. Además, el tendido de la red está diseñada con una inclinación del 0.3% (en el sentido de circulación del flujo del aire) con el objetivo de que el condensado producto de la humedad contenida en el aire pueda ser recogida de la instalación por medio de colectores de agua.

Luego, se verificó la máxima velocidad aconsejada para el fluido según el tipo de cañería. Seguido de esto se seleccionó las unidades FRL (filtro, regulador, lubricador)

según las necesidades de cada sector. Para el sector de pinturas se seleccionó un secador de aire por refrigeración.

El compresor y el tanque pulmón se reubicará en la parte exterior del edificio (actualmente se encuentra dentro del taller), bajo una estructura donde quede aislado del agua, sol y elevadas temperaturas. Evitando contaminación sonora dentro del taller y estratégicamente ubicado para evitar grandes caídas de presión. La cañería se pintará de color celeste y se sujetará a las paredes mediante ménsulas y/o soportes tomados de la estructura metálica del techo

Las cañerías utilizadas son de acero negro serie liviana IRAM-IAS U 500-2502 (sin protección galvánica). El espesor se verificó mediante el método ASME (Sección VIII, División I) para cañerías operando bajo presión.

1. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO

1.1 Planilla de artefactos:

SECTOR	HERRAMIENTAS QUE SE UTILIZAN	PRESIÓN [kg/cm ²]	CONSUMO [Nm ³ /min]
PUESTO 1, 2, 3, 4, 5 y 6	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6
	INFLADOR DE NEUMATICOS	2	0,3
	PISTOLA DE SOPLETEO	4	0,13
SECTOR CHAPA	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6
	INFLADOR DE NEUMATICOS	2	0,3
	PISTOLA DE SOPLETEO	4	0,13
	PULIDORA NEUMATICA	6	0,8
SALA DE PINTURA	PISTOLAS DE PINTURA MANUAL	5	0,25
LAVADERO	INFLADOR DE NEUMATICOS	2	0,28
	PISTOLA DE SOPLETEO	4	0,13
SECTOR LUBRICANTES	BOMBA NEUMATICA DE ACEITES	6	0,15

Tabla 1.1: Herramientas que se utilizan por sector.

1.2 Diámetros de las cañerías:

Mediante la utilización de los datos de caudal y presión, se definió el diámetro nominal de cada tramo de cañería, teniendo en cuenta que la caída de presión no supere un 3 %. Los valores de caudal y presión son $Q = 1,76$ [Nm³/min] y $P = 6$ [kg/cm²], respectivamente. El tipo de material a utilizar son cañerías de acero, denominación IRAM U500-2502. En la siguiente tabla se indican los diámetros y características de cada tramo de caño:

Línea	Tramo	Longitud en [m]	ϕ [pulg]
Principal	0 - 1	4	1
Secundaria	1 - 2	4	1
	2 - 3	10	1
	3 - 4	12	1
	4 - 5	2	1
	5 - 6	4	1/2
	6 - 7	6	1/2
	5 - 8	21	3/4
	8 - 9	6	1/2
	8 - 10	2	1/2
	1 - 11	20	1/2
Servicio	Sector A (Box)	2	1/2
	Sector B (Box)	2	1/2
	Sector C (Box)	2	1/2
	Sector D (Box)	2	1/2
	Sector E (Lubricantes)	2	1/2
	Sector F (Chapa)	2	1/2
	Sector G (Pintura)	2	1/2
	Sector H (Lavadero)	2	1/2

Tabla 1.2: Diámetros y longitudes por cada tramo.

1.2.1: Tipo de cañería

El tipo de cañería que se utilizara son caños de acero negro para la conducción de aire comprimido IRAM-IAS U 500-2502 sin protección galvánica. Luego, se pinta color celeste.

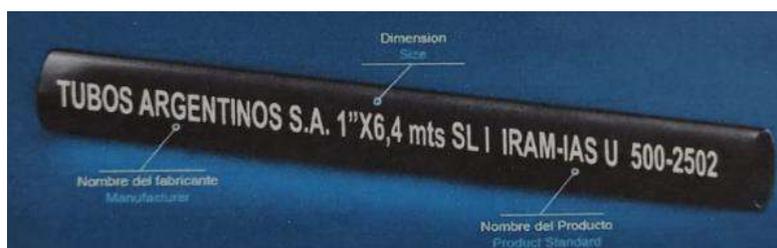


Imagen ilustrativa del tipo de caño que se utilizará para la instalación de aire comprimido

1.3 Accesorios:

A partir de los diámetros considerados, se procede a la selección de sus respectivos accesorios presentados en la siguiente tabla. Cabe aclarar que todos los accesorios en función a la presión de aire comprimido serán serie 2000, roscados.

Línea	Tramo	Accesorios	Cantidad	φ Nominal [pulg]
Principal	0 - 1	Válvula esférica	1	1
		Curva 90°	1	1
		Reducción concéntrica	1	2 a 1
Secundaria	1 - 2	T en derivación	1	1
		Curva 90°	1	1
	2 - 3	T paso recto	1	1
		Acoples	1	1
	3 - 4	T paso recto	1	1
		Acoples	1	1
	4 - 5	T paso recto	1	1
	5 - 6	T en derivación	1	1
		Reducción concéntrica	1	1 a 1/2
		Válvula esférica	1	1/2
	6 - 7	T paso recto	1	1/2
	5 - 8	Acoples	4	3/4
		T en derivación	1	1
		Reducción concéntrica	1	1 a 3/4
		Válvula esférica	1	3/4
	8 - 9	T paso en derivación	1	3/4
		Reducción concéntrica	1	3/4 a 1/2
	8 - 10	T paso en derivación	1	3/4
		Reducción concéntrica	1	3/4 a 1/2
	1 - 11	Acoples	4	1/2
		T en derivación	1	1
		Reducción concéntrica	1	1 a 1/2
		Válvula esférica	1	1/2
		Curva 90°	1	1/2
Servicios	Sector A	T en derivación	2	1/2
		Curva a 90°	3	1/2
	Sector B	T en derivación	1	1/2
		Curva a 90°	3	1/2
	Sector C	T en derivación	2	1/2
		Curva a 90°	3	1/2
	Sector D	T en derivación	1	1/2
		Curva a 90°	3	1/2
	Sector E	T en derivación	1	1
		Reducción concéntrica	1	1 a 1/2
		Curva a 90°	3	1/2
		T en derivación	1	1/2
	Sector F	T en derivación	1	1
		Reducción concéntrica	1	1 a 1/2
		Curva a 90°	3	1/2
	Sector G	T en derivación	1	1
		Reducción concéntrica	1	1 a 1/2
		Curva a 90°	3	1/2
	Sector H	T en derivación	1	1/2
		Curva a 90°	3	1/2

Tabla 1.3: accesorios por cada tramo de cañería.

1.4 Compresor:

Se seleccionó un compresor a tornillo se la marca Kaeser seria ASK modelo 28. A continuación, se detallan datos técnicos e imagen ilustrativa. Obtenidos del catálogo del fabricante como detalla en el Anexo 2, punto 1.

COMPRESOR	
Marca	Kaeser
Modelo	ASK 28
Presión máx. de servicio [kg/cm ²]	7,5
Caudal máximo [m ³ /min]	2,86
Potencia del motor [HP]	20
Dimensiones [mm]	800x1100x1530
Conexión	G 1 1/4
Peso [kg]	485



Imagen ilustrativa compresor a tornillo Kaeser.

1.5 Tanque pulmón:

Datos obtenidos del catálogo marca Kaeser. Anexo 2, punto 2.

TANQUE PULMÓN	
Marca	Kaeser
Capacidad del tanque [l]	500
Presión máx. permitida [bar]	11
Posición	Vertical
Díámetro [mm]	600
Altura [mm]	1925
Peso [kg]	130
Conexión entrada [pulg]	G 2
Conexión salida [pulg]	G 1



Imagen ilustrativa tanque pulmón.

1.6 Secador de aire:

Datos obtenidos del catálogo de secadores de aire marca Atlas Copco. Anexo 2, punto 3.

SECADOR DE AIRE POR REFRIGERACION PARA PINTADO	
Marca	Atlas Copco
Modelo	F15
Capacidad máx. [m ³ /h]	54
Máx. presión de trabajo [bar]	16
Tensión de trabajo [V]	220 V
Dimensiones [mm]	233x559x56
Peso [kg]	19
Punto de rocío a presión estable de hasta 7 °C	

Tabla 1.6: Datos técnicos secador de aire por refrigeración para cabina de pintura.



Imagen ilustrativa secador de aire por refrigeración para cabina de pintura.

1.7.1 Unidad FRL:

Datos obtenidos de la página web de la marca Festo:

UNIDAD FRL	
Marca	Festo
Modelo	MSB4-1
Caudal nominal	1700 [l/min]
Presión de trabajo	0,8 a 14 [bar]
Temperatura de funcionamiento	-10 a 60 °C
Conexión	G 1/2

Tabla 1.7: Ficha técnica unidad FRL



Imagen ilustrativa unidad FRL marca Festo

1.8 Bomba neumática para lubricantes:

Actualmente el taller dispone de tres circuitos de transporte de lubricantes para motor hacia los boxes de trabajo. El lubricante se bombea a través de bombas neumáticas que cada una consume alrededor de 0,15 Nm³/min. Por ello, tienen las siguientes especificaciones técnicas obtenidas del catálogo Marca Samoa (Anexo 2, punto 4):

Bomba neumática para lubricantes	
Marca	Samoa
Modelo	Pumpmaster 2
Presión de alimentación mín. y máx. [bar]	3 a 10
Consumo de aire a 6 bar [Nm ³ /min]	0,15
Almacenamiento lubricante	Tambor 205 l

Tabla 1.8: Datos técnicos para la bomba neumática de lubricantes



Imágenes ilustrativas de bomba para lubricantes.

CÁLCULOS

1.9 Cálculo de consumos:

Los primeros cálculos realizados, fueron los necesarios para determinar el caudal consumido por cada sector del taller, se trabaja con caudales de aire libre. El diseño se basa en que cada box tenga una boca de consumo de aire comprimido. Por ello, en base a las herramientas que se utilizan en un taller mecánico, se consideró para el cálculo aquella que demande las mayores prestaciones de caudal y presión. En la siguiente tabla, se presenta cada puesto de trabajo con los respectivos puntos de consumo. Detallando su presión de trabajo, consumo antes y luego de afectarlo por un factor de utilización y la cantidad de cada equipo. Además, para el cálculo del consumo de aire se consideró la posible ampliación y un porcentaje por pérdida.

SECTOR	Puestos de trabajo	HERRAMIENTAS QUE SE UTILIZAN	PRESIÓN [kg/cm ²]	CONSUMO [Nm ³ /min]	CANTIDAD	COEF. DE USO	CONSUMO [Nm ³ /min]
A	Puesto 1	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6	1	0,2	0,12
	Puesto 2	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6	1	0,2	0,12
B	Puesto 3	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6	1	0,2	0,12
C	Puesto 4	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6	1	0,2	0,12
	Puesto 5	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6	1	0,2	0,12
D	Puesto 6	ATORNILLADOR NEUMATICO	6	0,6	1	0,2	0,12
E	Lubricantes	BOMBA NEUMATICA DE ACEITES	6	0,15	3	0,3	0,14
F	Chapa	PULIDORA NEUMATICA	6	0,8	1	0,4	0,32
G	Pintura	PISTOLAS DE PINTURA MANUAL	5	0,25	1	0,6	0,15
H	Lavadero	INFLADOR DE NEUMATICOS	2	0,28	1	0,3	0,08
TOTAL A INSTALAR							1,41
10% PERDIDAS							0,14
15% FUTURA AMPLIACION							0,21
TOTAL A PROYECTAR							1,76
PRESIÓN DE SERVICIO = 6 [kg/cm²]							

Tabla 1.9: Consumo por box de trabajo y total del sistema.

1.10 Cálculo y selección del compresor:

Teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$Q_c = \frac{Q_d}{C}$$

Dónde:

- Q_c : Capacidad del compresor [Nm³/min].
- Q_d : Caudal demandado por la instalación, 1,76 [Nm³/min].
- C : Coeficiente de consumo del compresor: 0,85.

Por lo tanto, la capacidad del compresor (Q_c) debe ser de: **2,1 [Nm³ /min]**. Valor utilizado para la selección del compresor, en este proyecto se utilizará un compresor a tornillo para uso Taller (Detallado en memoria técnica).

1.11 Cálculo y selección del tanque pulmón:

Para el cálculo y selección del tanque pulmón se utiliza la relación:

$$\frac{V_d}{Q_c} = \frac{T}{T_o}$$

Donde:

- T_o : Tiempo de operación [min].
- T : Tiempo de operación por hora [min].
- Q_c : Capacidad del compresor [Nm³ / min].
- V_d : Volumen del depósito [m³].

Para hallar el valor de T_o , se utiliza el coeficiente de consumo del compresor y el siguiente grafico:

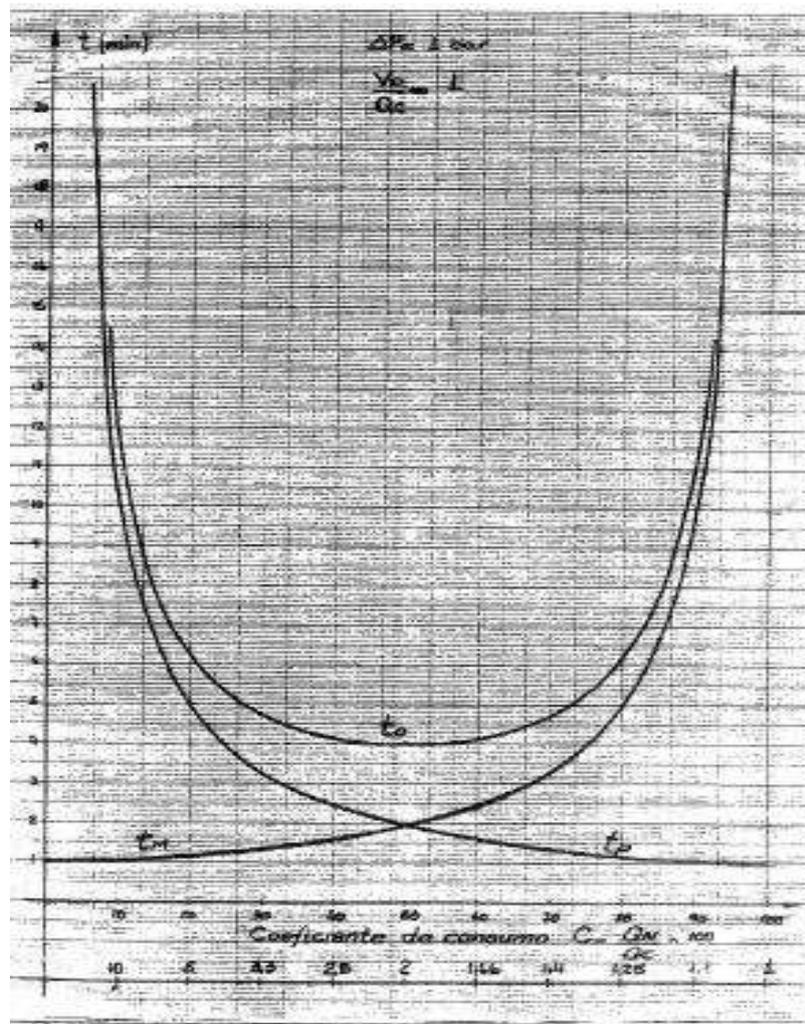


Gráfico 1.11: Tiempos de Marcha y Parada

Del gráfico con $\Delta P = 1$ y $Vd/Qc=1$, para un coeficiente de utilización del 85%:

$$T_o = 7,7 \text{ min.}$$

$$60/T_o = 60/7,7 = 7,8 \text{ operaciones por hora.}$$

Para compresores a tornillo con regulación de marcha y vacío, el número de maniobras horarias admisibles puede aumentarse hasta 40, con lo que se obtiene:

$$T = 60/40 = 1,5 \text{ [min].}$$

Para obtener los tiempos con relaciones Vd/Qc diferentes de 1 y $\Delta P = 1$ se multiplican los tiempos del gráfico por dichas relaciones. Por lo tanto, el volumen del depósito de aire comprimido para abastecer la demanda del taller tiene un valor de:

$$Vd = (T/T_o) * Q_c = (1,5/7,7) * 2,1 = 0,41 \text{ [m}^3\text{]} = 410 \text{ [l]}$$

1.12 Cálculo del aproximado condensado:

Para el siguiente cálculo se considera la ecuación:

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

Dónde:

- C : Condensado [l/h].
- G : Caudal nominal de aspiración demandado por el compresor, 1,76 [Nm³ / min].
- φ : Porcentaje de servicio en carga del compresor, 85 %.
- X_{si} : Humedad absoluta del aire aspirado [gr/kg de aire seco].
- X_s : Humedad absoluta del aire comprimido [gr/kg de aire seco].

La temperatura del aire aspirado es ambiente, por lo que se adoptan 20°C, y la humedad relativa para la región de General Pico es del 77%. Para hallar los valores de humedad absoluta inicial y final se deberá utilizar la siguiente gráfica:

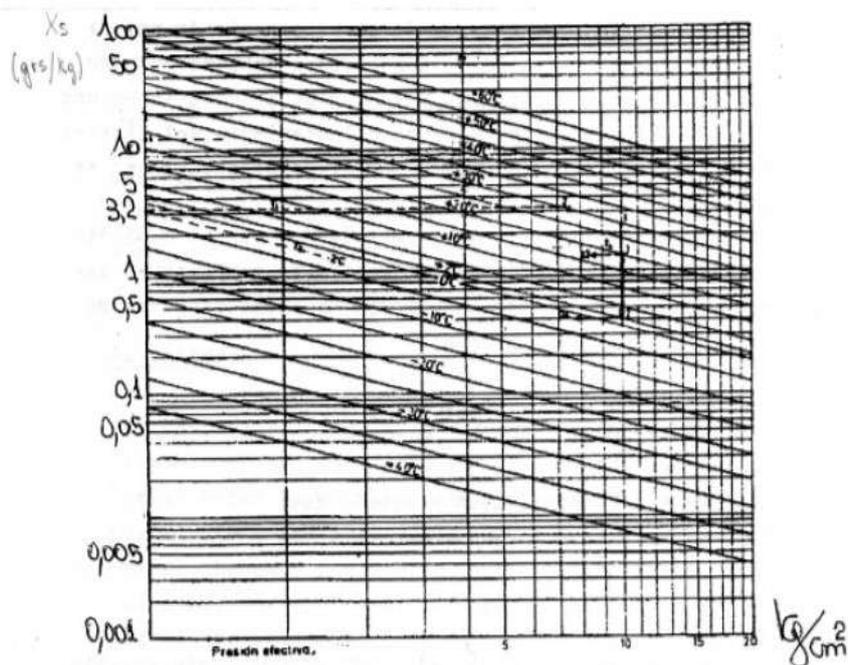


Gráfico 1.12: Humedad Absoluta vs Presión Efectiva.

- $X_{si} = 0.77 * 15 = 11,55$ [gr/kg aireseco].
- $X_{sf} = 2$ [gr/kg].

Aplicando la fórmula detallada anteriormente:

$$C = 7,2 * 10^{-4} * 1,76 * 85 * (11,55 - 2) = 1,03 \text{ [lts/h]}$$

Para un turno laboral de 8 hs de trabajo, el condensado total seria de 8,3 l.

1.13 Selección unidad FRL

Las unidades FRL están compuestas por un filtro, un regulador de presión con o sin manómetro, y un lubricador. Se instalan en el circuito, suministran: aire seco, limpio, lubricado y regulado a la presión requerida.

En los sectores A, B, C, D, E y G (detallados en el plano) se encuentran maquinas generales para reparación de automóviles como, por ejemplo: atornilladores neumáticos pulidoras, pistolas neumáticas, sopletes, entre otras. Para estas máquinas se seleccionaron unidades FRL ya que requieren de aire limpio, seco, lubricado y con presión regulada.

Estas unidades se seleccionan teniendo en cuenta el diámetro de conexión y el caudal.

1.14 Selección del secador

Para el sector de pintura se colocará un secador de aire por refrigeración a la entrada de la cabina, al cual se conectarán las pistolas manuales para proveer de aire sin humedad, determinante para obtener una buena calidad en el pintado. Este dispositivo se seleccionó teniendo en cuenta el caudal de aire que puede acondicionar.

1.15 Cálculo de la cañería

Para realizar el cálculo de cañerías, se consideró la presión de trabajo y el caudal que circularía por dicho tramo, es decir por las cañerías principal y secundaria se toma el consumo total afectado por los coeficientes de utilización y en las cañerías de servicio el consumo real de la herramienta con mayor caudal. Además, se tuvo en cuenta un porcentaje de caída de presión atribuidos arbitrariamente por tramo respetando una caída máxima del 3% entre el tanque pulmón y la última boca de salida. La pérdida de carga, se origina por dos maneras:

- En tramos rectos producida por el rozamiento del aire comprimido con las paredes del tubo.

- En accesorios como: curvas, T, válvulas, entre otras, de la tubería por cambio de dirección. Se evalúa a través del concepto longitud equivalente, es decir se iguala la pérdida en accesorio con la pérdida de carga producida en un caño recto de cañería de longitud igual a la longitud equivalente del accesorio, de modo tal que se suma a la totalidad del tramo recto.

Para todos los casos la metodología de cálculo es idéntica. Con el caudal, se entra al gráfico mostrado debajo, se traza una recta hasta interceptar con la presión de trabajo y luego, se baja con una recta inclinada hasta el punto de intersección con el valor de caída de presión por metro de longitud de cañería. Finalmente, se traza una recta horizontal hasta el eje vertical izquierdo, el cual dará el valor del diámetro nominal que se deberá utilizar.

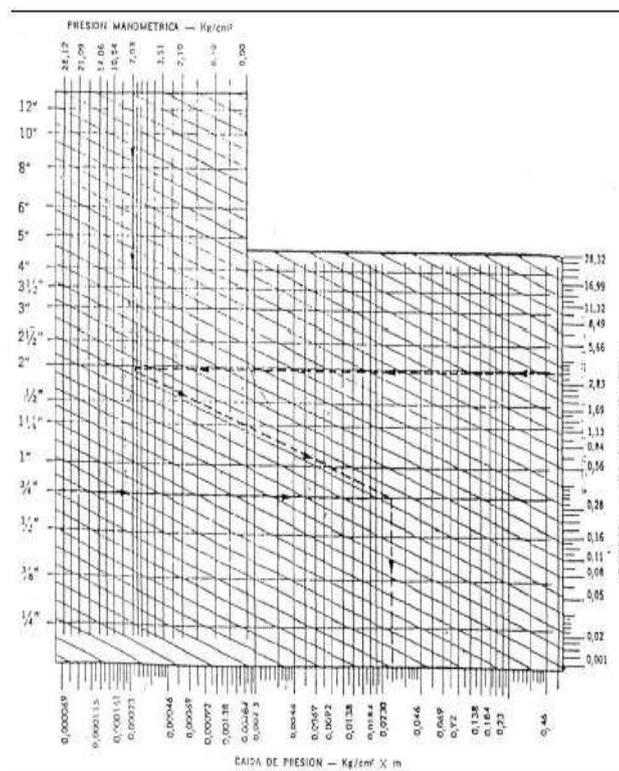


Gráfico 1.15: Diámetro de cañería.

A continuación, se muestra la tabla con los datos correspondientes a cada tramo necesarios para obtener el diámetro de cada cañería:

Linea	Tramo	Longitud en [m]	Long. adicional equiv. acc. [m]	Long. Total [m]	Caudal [Nm ³ /min]	Presión máx. [Kg/cm ²]	ΔP [%]	ΔP [Kg/cm ²]	ΔP/L [Kg*m/cm ²]	ΔP/L total equiv. con acc. [Kg*m/cm ²]	φ [pulg]	φ verifica?
Principal	0 - 1	4	2,74	6,74	1,76	6	0,4	0,024	0,00600	0,00356	1	ok
	1 - 2	4	2,60	6,60	1,33	6	0,3	0,018	0,00450	0,00273	1	ok
Secundaria	2 - 3	10	0,45	10,45	1,18	6	0,3	0,018	0,00180	0,00172	1	ok
	3 - 4	12	0,45	12,45	0,86	6	0,3	0,018	0,00150	0,00145	1	ok
	4 - 5	2	0,45	2,45	0,72	6	0,1	0,006	0,00300	0,00245	1	ok
	5 - 6	4	2,80	6,80	0,72	6	0,5	0,03	0,00750	0,00441	1/2	ok
	6 - 7	6	0,21	6,21	0,60	6	0,5	0,03	0,00500	0,00483	1/2	ok
	5 - 8	21	2,38	23,38	0,72	6	0,4	0,024	0,00114	0,00103	3/4	ok
	8 - 9	6	1,72	7,72	0,60	6	0,4	0,024	0,00400	0,00311	1/2	ok
	8 - 10	2	1,72	3,72	0,60	6	0,4	0,024	0,01200	0,00644	1/2	ok
	1 - 11	20	3,32	23,32	0,28	6	1,4	0,084	0,00420	0,00360	1/2	ok
Servicio	Sector A (Box)	2	3,56	5,56	0,60	6	0,5	0,03	0,01500	0,00540	1/2	ok
	Sector B (Box)	2	2,56	4,56	0,60	6	1	0,06	0,03000	0,01316	1/2	ok
	Sector C (Box)	2	3,56	5,56	0,60	6	0,4	0,024	0,01200	0,00432	1/2	ok
	Sector D (Box)	2	2,56	4,56	0,60	6	0,4	0,024	0,01200	0,00526	1/2	ok
	Sector E (Lubricantes)	2	5,26	7,26	0,14	6	1	0,06	0,03000	0,00827	1/2	ok
	Sector F (Chapa)	2	4,26	6,26	0,80	6	1,5	0,09	0,04500	0,01438	1/2	ok
	Sector G (Pintura)	2	4,26	6,26	0,25	6	1,5	0,09	0,04500	0,01438	1/2	ok
	Sector H (Lavadero)	2	2,56	4,56	0,28	6	1,4	0,084	0,04200	0,01842	1/2	ok

Tabla 1.15: Diámetros de cañerías.

Además, se debe considerar las longitudes equivalentes de los accesorios para sumarlos a cada tramo recto considerado y recalculer el diámetro de la cañería, en caso de que se necesite un diámetro superior se debe realizar nuevamente el procedimiento de selección de cañería expresado más arriba. Los mismos, se presentan en la siguiente tabla:

Línea	Tramo	Accesorios	Cantidad	ϕ Nominal [pulg]	Long. Equiv. Parcial [m]	Sub total Long. Equiv. Parcial [m]	Long. Equiv. Total [m]
Principal	0 - 1	Válvula esférica	1	1	0,17	0,17	2,74
		Curva 90°	1	1	0,79	0,79	
		Reducción concéntrica	1	2 a 1	1,78	1,78	
Secundaria	1 - 2	T en derivación	1	1	1,81	1,81	2,60
		Curva 90°	1	1	0,79	0,79	
	2 - 3	T paso recto	1	1	0,45	0,45	0,45
		Acoples	1	1	0	0,00	
	3 - 4	T paso recto	1	1	0,45	0,45	0,45
		Acoples	1	1	0	0	
	4 - 5	T paso recto	1	1	0,45	0,45	0,45
	5 - 6	T en derivación	1	1	1,81	1,81	2,80
		Reducción concéntrica	1	1 a 1/2	0,89	0,89	
		Válvula esférica	1	1/2	0,10	0,10	
	6 - 7	T paso recto	1	1/2	0,21	0,21	0,21
	5 - 8	Acoples	4	3/4	0,00	0,00	2,38
		T en derivación	1	1	1,81	1,81	
		Reducción concéntrica	1	1 a 3/4	0,44	0,44	
		Válvula esférica	1	3/4	0,13	0,13	
	8 - 9	T paso en derivación	1	3/4	1,28	1,28	1,72
		Reducción concéntrica	1	3/4 a 1/2	0,44	0,44	
	8 - 10	T paso en derivación	1	3/4	1,28	1,28	1,72
		Reducción concéntrica	1	3/4 a 1/2	0,44	0,44	
	1 - 11	Acoples	4	1/2	0,00	0,00	3,32
		T en derivación	1	1	1,81	1,81	
Reducción concéntrica		1	1 a 1/2	0,89	0,89		
Válvula esférica		1	1/2	0,10	0,10		
Curva 90°		1	1/2	0,52	0,52		
Sector A	T en derivación	2	1/2	1,00	2,00	3,56	
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
Sector B	T en derivación	1	1/2	1,00	1,00	2,56	
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
Sector C	T en derivación	2	1/2	1,00	2,00	3,56	
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
Sector D	T en derivación	1	1/2	1,00	1,00	2,56	
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
Sector E	T en derivación	1	1	1,81	1,81	5,26	
	Reducción concéntrica	1	1 a 1/2	0,89	0,89		
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
	T en derivación	1	1/2	1,00	1,00		
Sector F	T en derivación	1	1	1,81	1,81	4,26	
	Reducción concéntrica	1	1 a 1/2	0,89	0,89		
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
Sector G	T en derivación	1	1	1,81	1,81	4,26	
	Reducción concéntrica	1	1 a 1/2	0,89	0,89		
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		
Sector H	T en derivación	1	1/2	1,00	1,00	2,56	
	Curva a 90°	3	1/2	0,52	1,56		

Tabla 1.1.15: Longitud equivalente de accesorios por cada tramo

Las condiciones de las cañerías podrían cambiar considerando los accesorios debido al cambio de longitud equivalente que estos generan, con lo que habrá que repetir la metodología de cálculo de diámetro de cañería, según gráfico. Aunque en este caso, al considerar los accesorios por cada tramo se verifica que no es necesario tomar un diámetro de cañería superior. Por último, los diámetros fueron seleccionados teniendo en cuenta que para cañerías de aire comprimido el mínimo a utilizar son de diámetro 1/2”.

1.17 Verificación por código ASME (Sección VIII, División I)

Para comprobar si dicha cañería soportará la presión de trabajo, se utiliza la verificación predispuesta por el código ASME de recipientes a presión.

$$P = \frac{2 \times \sigma_{adm} \times E \times (t_{min} - C)}{d_e - 2 \times Y \times (t_{min} - C)}$$

Dónde:

- P: Presión de trabajo admisible [kg/cm²]
- σ_{adm} : Tensión admisible del material a la temperatura de trabajo [kg/cm²].
Obtenido del material de la cátedra de Instalaciones Industriales. $\sigma_{adm} = 860$ [kg/cm²]
- E: Eficiencia de la soldadura = 1 (Por ser uniones roscadas)
- t_{min} : Espesor mínimo del caño [mm].
- d_e : Diámetro exterior del caño [mm].

IRAM-IAS U 500-2502

Caños de acero negro para la conducción de fluidos
Circulación de agua o aire en redes de aire acondicionado
o calefacción y redes industriales o domiciliarias contra incendio

DIÁMETRO NOMINAL Nominal Diameter		ESPESOR NOMINAL Nominal Wall Thickness	PESO TEÓRICO Nominal Weight	PRUEBA HIDROSTÁTICA Hydrostatic Test	CAÑOS POR PAQUETE Pipes per Bundle
Pulgadas Inches	mm	mm	kg/m	Bar	Negro black
1/2	21.30	2.35	1.101	50	189
3/4	26.70	2.35	1.428	50	127
1	33.40	2.90	2.208	50	91
1 1/4	42.20	2.90	2.832	50	61
1 1/2	48.30	2.90	3.255	50	61
2	60.30	3.25	4.584	50	37
2 1/2	76.10	3.25	5.854	50	37
3	88.90	3.65	7.693	50	19
4	114.30	4.05	11.040	50	19

Tabla de diámetros y espesores para cañería serie liviana IRAM-IAS U 500-2502

- C: Constante por corrosión [mm] = 1,65 [mm]

β del caño	C mm
1/2" a 3 1/2"	1,65
mayor de 4"	---

Tabla obtenida del material de la cátedra de Instalaciones Industriales.

- Y: Constante debido a la temperatura, función del material y de la temperatura tabulada. Y = 0,4.

Material	450°C	510°C	540°C
Ferrosos	0,4	0,5	0,7
Aleación	0,4	0,4	0,4

Tabla obtenida del material de la cátedra de Instalaciones Industrial.

		CÓDIGO ASME								
	Tramo	Ø calc [pulg]	E	C	Y	Ø ext [mm]	Espesor [mm]	Ø interior [mm]	đ [Kg/cm ²]	Pmax [Kg/cm ²]
Principal	0 - 1	1	1	1,65	0,4	33,4	2,9	27,6	860	66,36
	1 - 2	1	1	1,65	0,4	33,4	2,9	27,6	860	66,36
Secundaria	2 - 3	1	1	1,65	0,4	33,4	2,9	27,6	860	66,36
	3 - 4	1	1	1,65	0,4	33,4	2,9	27,6	860	66,36
	4 - 5	1	1	1,65	0,4	33,4	2,9	27,6	860	66,36
	5 - 6	1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
	6 - 7	1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
	5 - 8	3/4	1	1,65	0,4	26,7	2,35	22	860	46,06
	8 - 9	1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
	8 - 10	1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
	1 - 11	1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
	Servicio	Sector A (Box)	1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860
Sector B (Box)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
Sector C (Box)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
Sector D (Box)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
Sector E (Lubricantes)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
Sector F (Chapa)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
Sector G (Pintura)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05
Sector H (Lavadero)		1/2	1	1,65	0,4	21,3	2,35	16,6	860	58,05

Tabla 1.17: Presión máxima de trabajo por tramo según cañería IRAM U500-2502.

Dado que la presión a la cual trabajará la cañería es de 6 [kg/cm²] y la presión que soporta es aproximadamente 46 [kg/cm²], evidentemente funciona.

1.18 Verificación de la velocidad del fluido en cada tramo de la cañería

En la tabla se presenta la velocidad máxima de cada en cada tramo, utilizando la siguiente formula:

$$v = Q1/A$$

Donde:

- v = Velocidad del aire dentro de la cañería [m/s]
- A = sección del tramo de cañería [m²]
- $Q1$ = Caudal de aire comprimido [m³/s]. Sale de la formula:

$$Q1 = Q / ((P + 1,033) / 1,033)$$

- Q : m³ de aire libre por segundo (aire atmosférico a presión y temperatura normales).
- P : Presión del aire comprimido [kg/cm²].

Línea	Tramo	φ nom [pulg]	φ interior [m]	Caudal de aire libre [Nm ³ /min]	Caudal del aire comprimido [m ³ /s]	Área [m ²]	Velocidad [m/s]
Principal	0 - 1	1	0,03	1,76	0,0043	0,00060	7,21
	1 - 2	1	0,03	1,33	0,0032	0,00060	5,42
Secundaria	2 - 3	1	0,03	1,18	0,0029	0,00060	4,81
	3 - 4	1	0,03	0,86	0,0021	0,00060	3,50
	4 - 5	1	0,03	0,72	0,0018	0,00060	2,95
	5 - 6	1/2	0,02	0,72	0,0018	0,00022	8,15
	6 - 7	1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022	6,79
	5 - 8	3/4	0,02	0,72	0,0018	0,00038	4,64
	8 - 9	1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022	6,79
	8 - 10	1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022	6,79
	1 - 11	1/2	0,02	0,28	0,0007	0,00022	3,17
	Servicio	Sector A (Box)	1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022
Sector B (Box)		1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022	6,79
Sector C (Box)		1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022	6,79
Sector D (Box)		1/2	0,02	0,60	0,0015	0,00022	6,79
Sector E (Lubricantes)		1/2	0,02	0,14	0,0003	0,00022	1,53
Sector F (Chapa)		1/2	0,02	0,80	0,0020	0,00022	9,05
Sector G (Pintura)		1/2	0,02	0,25	0,0006	0,00022	2,83
Sector H (Lavadero)		1/2	0,02	0,28	0,0007	0,00022	3,17

Tabla 1.18: Verificación de velocidades

La velocidad máxima de la cañería principal debe ser menor a 8 [m/s], en la cañería secundaria debe ser entre 10-15 [m/s] y en las de servicio entre 15-20 [m/s]. Como se puede apreciar en la tabla anterior, verifican todos los tramos.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente proyecto contempla el cálculo, dimensionamiento, distribución de líneas, ubicación de tableros y puntos de utilización correspondientes a la instalación de energía eléctrica del sector de “Chapa y Pintura” en la empresa Milenaria S.A., concesionario oficial Chevrolet.

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 y Decreto Reglamentario N° 351/79.

La misma contará con:

Superficie cubierta: 72,5 m².

Sobre la vereda paralela a Ruta N.º 1, existe el Tablero Principal (T.P.) ubicado en la parte posterior del pilar de acometida donde se aloja. Por un lado, el medidor y por otro un gabinete (aislamiento Clase II - grado de protección igual o superior a IP54) que en su interior contiene un interruptor de cabecera termomagnético automático de caja moldeada de tamaño 125 [A]. Desde el mismo, mediante cable subterráneo se accede al Tablero Seccional (T.S.) ubicado a 65[m] del pilar, entre la sala de descanso y el área de soldadura. El T.S. dispondrá de una termomagnética tetrapolar de 63 [A] y un interruptor diferencial tetrapolar con una corriente nominal de 63 [A] con una sensibilidad de fugas a tierra de 30 [mA]. Se alimentarán 7 circuitos terminales:

- IUG: Iluminación de los sectores chapa y cabina de pintura.
- TUE: Tomacorrientes de usos especiales.
- ACU 1: Soldadora trifásica, corriente de alimentación 15 [A].

- ACU 2: Ventilador axial cabina de pintura con motor trifásico de 4 HP.
- ACU 3: Ventilador centrífugo con motor trifásico de 5,5 HP.
- ACU 4: Tomacorriente monofásica para máquina de hasta 3 HP.
- ACU 5: Toma corriente para alimentar motor trifásico de 20 HP para compresor de aire comprimido.

Desde el T.S. y mediante cañerías a la vista 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 Norma IRAM 2281-1. El electrodo dispersor 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 mm^2 de sección y el valor máximo de resistencia de puesta a tierra de dispersión será de 40 ohm.

En una cámara de inspección se conecta el electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra (IRAM 2178-PVC) que mediante canalización directamente enterrado llega al T.P. para ser conectado a la barra de puesta a tierra del mismo. Desde aquí se tenderá un conductor aislado de protección (IRAM 2178-PVC) que llegará al Tablero Seccional (T.S.). De la misma manera, desde este tablero y mediante conductores de cobre aislado (IRAM 247-3) se conectará cada barra de puesta a tierra de los respectivos tableros seccionales. 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 acero semipesado pesado serán de color verde-amarillo (IRAM 247-3).

En todos los casos como reglas de la instalación se respetarán las especificadas en el Reglamento. A su vez, en el anexo está detallado lo plasmado en los planos adjuntos.

2. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO

MEMORIA TÉCNICA

2.1 Tensión de suministro:

- 380 / 220 V – 50 Hz.

2.2 Demanda de potencia máxima simultánea:

- DPMS = 42 kVA.

2.3 Coeficiente de simultaneidad

- 0,7

2.4 Carga total correspondiente al inmueble:

- DPMS = 29,4 kVA.

2.5 Grado de electrificación:

- Superior.

2.6 Línea de alimentación de la distribuidora

A determinar de acuerdo a lo estipulado por la Cooperativa interviniente

2.7.1 Línea principal de la distribuidora

- Conductor unipolar de Cu 3 x (1 x 25) + 1 x (1 x 50) mm² (IRAM 2263 - preensamblado).

2.7.2 Línea de circuito seccional

- Canalización mediante bandeja porta cable con cable subterráneo.
- Conductor Tetrapolar de Cu 1 x (4 x 16) mm² + PE 1 x (1 x 16) mm² (IRAM 2178 - PVC).

2.7.3 Línea de circuitos terminales:

<p>▪ Circuito Terminal: IUG Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 2x(1x2,5) mm² + PE (2,5) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 16
<p>▪ Circuito Terminal: TUE Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 2x(1x4) mm² + PE (4) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 16
<p>▪ Circuito Terminal: ACU 1 Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 3x(1x4) mm² + PE (4) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 19
<p>▪ Circuito Terminal: ACU 2 Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 3x(1x4) mm² + PE (4) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 19
<p>▪ Circuito Terminal: ACU 3 Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 3x(1x4) mm² + PE (4) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 19
<p>▪ Circuito Terminal: ACU 4 Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 2x(1x4) mm² + PE (4) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 16
<p>▪ Circuito Terminal: ACU 5 Tablero T.S.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Conductor Unipolar de Cu 3x(1x10) mm² + PE (10) mm² – IRAM NM 247-3 – Canalización RS 32

2.8 Planilla de circuitos:

2.8.1 Tablero seccional (T.S.) – Distribución de cargas:

Referencias:

- IUG - Iluminación de uso general.
- TUE - Tomacorrientes de uso especial.
- ACU - Alimentación de carga única.

Tipo y N° de circuito	Ambiente	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		I [A]		
		Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	L1	L2	L3
IUG	Sector chapa y cabina de pintura	12	1800							8,2
TUE	Sector chapa			8	3300				15,0	
ACU 1	Sector chapa					1	7888,8	15,0	15,0	15,0
ACU 2	Sector chapa					1	3510,6	6,7	6,7	6,7
ACU 3	Sector chapa					1	4827,1	9,2	9,2	9,2
ACU 4	Sector chapa					1	2797,5	12,7		
ACU 5	Patio (compresor)					1	17552,9	33,4	33,4	33,4
Totales		12	1800	8	3300	5	19023,9	76,9	79,2	72,4

$I = 75,9 \text{ A}$ Conductor de Cu 1 x (4 x 16) + PE (16) - IRAM 2178 en bandeja portacable

Tabla N. ° 2.8.1: Distribución de cargas por fase (sin tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad)

2.9 Protecciones y tipo de cable para: Circuitos Terminales y Seccional

2.9.1 Tablero seccional (T.S.)

Referencia:

- I_b – Corriente de proyecto *
- I_z – Corriente admisible que soporta el cable
- I_n – Corriente nominal dispositivo termomagnético.

Circuito	Tipo	I_b [A]	Conductor [mm ²]	Tipo de cable	I_z [A]	Protección I_n [A]	Polos
IUG	Terminal	8,2	2x(1x2,5)+PE	IRAM 247-3	21	16 (*)	2
TUE	Terminal	15	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	28	20 (*)	2
ACU 1	Terminal	15,0	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	25	20 (*)	4
ACU 2	Terminal	6,7	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	25	20 (*)	4
ACU 3	Terminal	9,2	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	25	20 (*)	4
ACU 4	Terminal	12,7	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	28	20 (*)	2
ACU 5	Terminal	33,4	1x(3x10)+PE(10)	IRAM 247-3	44	40 (*)	4
T.S.	Seccional	44,4	1x(4x16)+PE(16)	IRAM 2178	70	63 (**)	4

Tabla N. ° 2.9.1: Tamaño de protecciones y cables.

* Para el cálculo del I_b del tablero seccional (T.S.) se consideró un coeficiente de simultaneidad de 0,7.

2.10 Maquinas/herramientas del sector chapa:

- Soldadora Trifásica (ACU 1):
 - Corriente de alimentación 15 A
 - Rango corriente de Salida 40 – 260 A
 - $\cos \phi = 0,8$
 - 50 Hz.
- Amoladora monofásica (TUE)
- Taladro monofásico (TUE)
- Lustradora monofásica (TUE)
- Entre otras

ACU1	15 A	380 V	Soldadora trifásica
ACU2	4 HP	380 V	Ventilador axial cabina de pintura. Rendimiento 0,85
ACU3	5,5HP	380 V	Ventilador centrifugo extracción humos de soldadura. Rendimiento del 0,85
ACU4	3 HP	220 V	-
ACU5	20 HP	380 V	Compresor aire a tornillo. Rendimiento 0,85

CÁLCULOS

2.11 Determinación de las secciones de conductores

2.11.1 Determinación de la corriente de proyecto I_b .

Se proyectó el número de circuitos de la instalación y en base a la demanda de potencia de cada tipo de usos generales o específicos, se obtiene la corriente de proyecto estimada por cada circuito. Donde:

$$I_b = \frac{P}{U_n} \rightarrow I_B = \frac{P}{\sqrt{3} * 380 * \cos\phi} \text{ (Trifásico) } \text{ ó } I_B = \frac{P}{220} \text{ (Monofásico)}$$

- P = Demanda de potencia máxima simultanea por circuito (V.A.)
- U_n = Tensión nominal (V)

2.11.2 Corriente máxima admisible

$$I_b \leq I_z$$

Donde:

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

$$I_z = I_{adm} * F_{temp} * F_{agrup} \text{ para cable 247-3. (*)}$$

$$I_z = I_{adm} * F_{temp} * F_{agrup} * F_{suelo} \text{ para cable subterráneo 2178. (*)}$$

2.11.3 Corriente asignada al dispositivo de protección

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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.

(*) Las corrientes admisibles y los factores de corrección que afectan directamente a la corriente admitida por el cable, se toman del reglamento dependiendo el tipo y la sección de cable que seleccione el proyectista.

2.11.3 Actuación de la protección por sobrecarga

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Si:

- I_2 : Intensidad de corriente de disparo de pequeños interruptores (IEC 60898).

$$I_2 \leq 1,45 I_n \text{ para } I_2 \leq 63 \text{ A (tiempo convencional 1 hora)}$$

$$I_2 \leq 1,45 I_n \text{ para } I_2 > 63 \text{ A (tiempo convencional 2 horas)}$$

Si:

- I_2 : Intensidad de corriente de disparo de interruptores automáticos (IEC 60947-2).

$$I_2 \leq 1,30 I_n \text{ para } I_2 \leq 63 \text{ A (tiempo convencional 1 hora)}$$

$$I_2 \leq 1,30 I_n \text{ para } I_2 > 63 \text{ A (tiempo convencional 2 horas)}$$

2.11.4 Caída de tensión

Caídas de tensión admisibles para circuitos terminales de uso general o específico: menor o igual a 3 %. Se utilizó el método descrito en la sección 771.19.7 del reglamento AEA 90364.

2.11.5 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I''_{kmax}

$$I''_k = (c \cdot U_{nom}) / (1,73 \cdot Z)$$

$$Z = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2}$$

Donde:

- C = factor de tensión 1,05. Obtenido del reglamento AEA 90364-7-771 sección 771-H.2.1.
- U_{nom} = Tensión nominal [V]
- R_{eq} = Resistencia equivalente del conductor del tramo considerado a 20°C [ohm]. Los valores de R_{eq} según el catálogo utilizado, están dados si el cable

está sometido a una temperatura específica. Por ello, para obtener valores de resistencia a 20 °C, se toma la siguiente formula:

$$R (\text{Temp. según catalogo}) = R(20^{\circ}\text{C}) * (1 + 3,8 \times 10^{-3} * \Delta\text{Temperatura})$$

- X_{eq} = Reactancia equivalente del conductor del tramo considerado [ohm].
- Z = Impedancia del conductor [ohm].

Las resistencias y reactancias por cada tramo de cable se obtienen de catálogos del fabricante (Marca Prysmian, se pueden observar en el Anexo 2 - puntos 5, 6 y 7). Los valores que se obtienen de los fabricantes son en ohm/km, por ello se debe afectar la resistencia y la reactancia por la distancia del tramo considerado. La impedancia equivalente se calcula desde el transformador hasta el último punto de consumo y depende directamente de la sección y del tipo de cable utilizado.

2.11.5 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima cortocircuito mínima $I''_{k\min}$.

$$I''_k = (c \cdot U_{nom}) / (1.73 \cdot Z)$$

$$Z = R_{eq} + X_{eq}$$

Donde:

- C= factor de tensión 0,95
- U_{nom} = Tensión nominal
- R_{eq} = Resistencia equivalente del conductor (a 70°C)
- X_{eq} = Reactancia equivalente del conductor
- Z= Impedancia del conductor

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO							
TRAMOS	TIPO CABLE	SECCION [mm ²]	LONGITUD [m]	Z tramo [ohm]	Z _{eq} acumulado [ohm]	I _{kmin} [A]	I _{kmax} [A]
TRAFO 315 kVA					0,0208		11028,00
TRAFO - MEDIDOR	IRAM 2263	3x25/50	45	0,054	0,0748	-	3083,37
M - TP	IRAM NM 247-3	4X16	-	0,054	0,1288	-	1790,65
TP - TSG	IRAM 2178	4x16	70	0,085	0,2138	-	1078,75
TSG - ACU5	IRAM NM 247-3	4x10	30	0,057	0,2708	770,57	-

2.11.5 Verificación de la máxima exigencia térmica.

$$k^2 * S^2 \geq I^2 * t$$

Donde:

- k = Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor (temperatura inicial y final del mismo)

Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

k							
Aislación de los conductores	PVC \leq 300 mm ²	PVC $>$ 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral		
					PVC	Desnudo	
Temperatura inicial °C	70	70	90	60	70	105	
Temperatura final °C	160	140	250	200	160	250	
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

- S = Sección nominal del conductor en milímetros.
- I^2*t = Máxima energía pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el proyectista, es un valor garantizado por el fabricante.

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)

FACTOR DE POTENCIA UTILIZADO PARA EL CÁLCULO

$\cos \varphi = 0,80$

$\sen \varphi = 0,53$

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA EN TABLERO SECCIONAL:

$I_{kmax} = 1079 \text{ [A]}$

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÍNIMA EN PUNTO DE CONSUMO

MAS ALEJADO (ACU5):

$I_{kmin} = 771 \text{ [A]}$

Usar termomagnéticas tipo C, acciona a partir de 10 veces su corriente nominal.

2.12 Corrientes, secciones y protecciones de circuitos terminales y seccionales:

2.12.1 Tablero seccional (T.S.)

Circuito	Tipo	Ib [A]	Conductor [mm ²]	Tipo de cable	Iz [A]	Protección In [A]	Polos
IUG	Terminal	8,2	2x(1x2,5)+PE	IRAM 247-3	21	16 (*)	2
TUE	Terminal	15	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	28	20 (*)	2
ACU 1	Terminal	15,0	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	25	20 (*)	4
ACU 2	Terminal	6,7	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	25	20 (*)	4
ACU 3	Terminal	9,2	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	25	20 (*)	4
ACU 4	Terminal	12,7	2x(1x4)+PE(4)	IRAM 247-3	28	20 (*)	2
ACU 5	Terminal	33,4	1x(3x10)+PE(10)	IRAM 247-3	44	40 (*)	4
T.S.	Seccional	44,4	1x(4x16)+PE(16)	IRAM 2178	70	63 (**)	4

(*) Interruptor Termomagnético	(**) Interruptor Termomagnético
<u>Marca:</u> Tipo Schneider o similar	<u>Marca:</u> Tipo Schneider o similar
<u>Modelo:</u> -	<u>Modelo:</u> -
<u>U_{nom}:</u> 400 V (2 P – 4 P)	<u>U_{nom}:</u> 400 V (2 P – 4 P)
<u>Intensidad:</u> Ver planilla de protecciones	<u>Intensidad:</u> Ver planilla de protecciones
<u>Curva:</u> C	<u>Curva:</u> C
<u>Cap.Ruptura:</u> 3 kA	<u>Cap.Ruptura:</u> 4,5 kA
<u>Nº Polos:</u> Ver planilla de protecciones	<u>Nº Polos:</u> Ver planilla de protecciones
<u>Norma:</u> I.E.C. 60898	<u>Norma:</u> I.E.C. 60898

2.13 Cálculo de caída de tensión:

El cálculo de caída de tensión se determinó en base a la siguiente expresión (Reglamento AEA 90364-7-771 edición 2006, sección 771.19.7.c, página 142). Válida para conductos aislados según normas IRAM NM 247-3 e IRAM 2178 en cañerías o conductos, en aire o enterrados o dispuestos en tresbolillo.

$$\Delta U [V] = GDC * \frac{Ib * L}{S}$$

Referencias:

- L = Longitud del tramo.
- Ib = Corriente que circula por el tramo.
- GDC= Gradiente de caída ($[V] * [mm^2]$) / ($[A] * [m]$)
- $\Delta U [V]$ = Caída de tensión en volt.
- $\Delta U [\%]$ = Caída de tensión en por ciento.

Tablero Principal – Última luminaria cabina de pintura

CAIDA DE TENSIÓN A ÚLTIMA LAMPARA L1						
Tramos	Ib [A]	GDC	Longitud [m]	Sección [mm²]	ΔU	ΔU %
TP - TSG	44,7	0,035	70	16	6,84	1,801
TSG - C1	8,2	0,04	5	2,5	0,66	0,173
C1 - L1	8,2	0,04	10	2,5	1,31	0,596
ΔU (TP - ULT. LUMINARIA CABINA DE PINTURA) =< 3%					8,81	2,570

Tablero Principal – Tomacorriente ACU5 compresor de aire comprimido

CAIDA DE TENSIÓN A ACU5 - CONEXIÓN COMPRESOR						
Tramos	Ib [A]	GDC	Longitud [m]	Sección [mm²]	ΔU	ΔU %
TP - TSG	44,7	0,035	70	16	6,84	1,801
TSG - ACU5	33,4	0,035	30	10	3,50	0,922
ΔU (TP - ACU5) =< 3%					10,35	2,723

2.14 Planilla resumen

PLANILLA RESUMEN									
Ambientes	IUG	TUE	ACU1	ACU2	ACU3	ACU4	ACU5	CS	
Sector pintura	8	0	0	0	0	1	1		
Sector chapa	4	8	1	1	1	0	0		
Tipos de circuitos	Usos generales	Usos especiales	Usos Específicos						
Cantidad de bocas	12	8	1	1	1	1	1		
DPMS por circuito (V.A)	1800	3300	7888,8	3510,6	4827,1	2797,5	17552,9		
DPMS para GE	5100								
DPMS cargas Especificas			36576,9						
DPMS Total (V.A)	41676,9								
Coef. de simultaneidad	0,7								
Carga total del inmueble (V.A)	29173,8								
n°. de Fases	1	1	3	3	3	1	3	3	
Un (V)	220	220	380	380	380	220	380	380	
IB (A)	8,2	15	15	6,7	9,2	12,7	33,4	44,4	
Sección L, N (mm ²)	2,5	4	4	4	4	4	10	16	
Sección Pe (mm ²)	2,5	4	4	4	4	4	10	16	
Iadm (A)	21	28	25	25	25	28	44	70	
Factor de correcc. Agrup.	1	1	1	1	1	1	1	1	
Factor de correcc. Temp.	1	1	1	1	1	1	1	1	
IZ (A)	21	28	25	25	25	28	44	70	
In (A)	16	20	20	20	20	20	40	63	
Fase	T	S	RST	RST	RST	R	RST	RST	
Ikmax. (A)	1078,7	1078,7	1078,7	1078,7	1078,7	1078,7	1078,7	1078,7	
Verificación Ikmin. (m)							770,6		
S ² .k ² (A ² s)	82656,25	211600	211600	211600	211600	211600	1322500	3385600	
I ² .t (A ² s)	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	

2.15 Especificaciones técnicas – Generales y particulares:

2.15.1 Sistema de protección Puesta a Tierra (PaT):

Electrodo de puesta a tierra:

El electrodo dispensor o de puesta a tierra se ubicará a una distancia como máximo de 3 metros medidos desde el 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. 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 16 mm² (IRAM 2178 Aislamiento de PVC) y será señalizado 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 de $1 \times 10 \text{ mm}^2$ (IRAM 2178 - PVC) hasta la placa o barra colectora del Tablero Seccional General (T.S.G.).

Desde el T.S.G. partirá hacia cada tablero seccional un conductor unipolar aislado color verde-amarillo (IRAM 247-3) que irán canalizados por cañería, con la sección establecida en los respectivos planos eléctricos. Desde los mismos y hasta los puntos de utilización se tenderán conductores aislados color verde-amarillo (IRAM 247-3).

2.15.2 Instalación de cañerías:

Se utilizará canalización por cañerías normalizadas tipo RS en casi totalidad de 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 realizarán 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).

2.15.3 Instalaciones Subterráneas:

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 PVC pesado que se extiendan, como mínimo, 30 cm más allá del perímetro de la construcción.

2.15.4 Conductores:

Los conductores alojados en cañerías serán construidos bajo Norma IRAM NM 247-3. Deberán cumplir esta condición la casi totalidad de 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 construidos 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 de PVC rígido pesado no enrollable. 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 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 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 construidos bajo Norma IRAM NM 247-3 serán unipolares, mientras que los construidos 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) = Marrón
- Fase S (L2) = Negro
- Fase T (L3) = Rojo
- Neutro (N) = Celeste
- Protección Eléctrica (PE) = Verde-amarillo.

2.15.5 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.

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 tomacorriente* tipo 2P + T de 10 A según Norma IRAM 2071.

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.

2.15.6 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 porta barras, 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.

Las principales referencias de los tableros se detallan a continuación:

Tablero	IP	Ubicación (Sala N.º)	Dimensiones (Largo x Ancho x Prof.) [mm]	Interruptor de cabecera
T.P.	54	Pilar de medición		-Interruptor automático caja moldeada de 4x125 A -Termomagnética 4 x 63 A
T.S.	65	Sector chapa	(464 x 380 x 176)	-Termomagnética 4 x 63 A -Interruptor diferencial 4 x 63 A $I\Delta n = 30 \text{ mA}$

EXTRACCIÓN LOCALIZADA PARA HUMOS DE SOLDADURA

3. MEMORIA DESCRIPTIVA

Se pretende evacuar los humos característicos que se generan en el proceso de soldadura, que son combinación de partículas y gases provocados por el fuerte calentamiento de las sustancias, presentes en el entorno del punto de soldadura. Los contaminantes más frecuentes son:

- Procedentes del metal base de las piezas soldadas.
- Procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas.
- Procedentes de los materiales de aporte utilizados en el proceso de soldadura.
- Procedentes del aire y sus posibles impurezas.

Estas sustancias deben ser evacuadas del ambiente para mantener el aire limpio y seguro. No solamente evitar que los humos se dispersen por el taller sino también, que no afecte a la integridad de los operarios. Dicho esto, se procede al cálculo y diseño de un sistema de succión y ventilación que mediante un ducto conduce las partículas desde la campana que se coloca sobre la mesa de trabajo, hasta un filtro que debe retener las mismas. Luego de este último, se coloca un ventilador y la chimenea, para expulsar los humos al exterior en condiciones no contaminantes para el ambiente.

En el plano, se puede observar el layout del sector de Chapa, donde se ubica el sector de soldadura, la ubicación de la mesa de trabajo, ducto y campana

3. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO

MEMORIA TÉCNICA

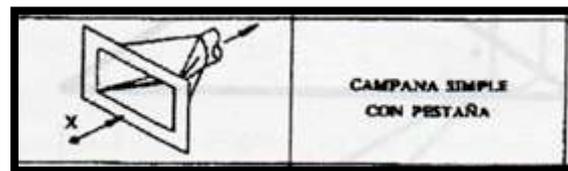
3.1 Dimensiones mesa de trabajo:

Mesa de trabajo	
Largo [m]	0,8
Ancho [m]	0,6

3.2 Dimensiones Campana:

Para el proyecto se toma una campana con pestaña simple apoyada sobre la mesa de trabajo, con las siguientes dimensiones:

Pestaña [cm]	Largo [m]	Alto [m]	A [m ²]	Q [m ³ /s]
5	0,12	0,22	0,0264	0,17



3.3 Diámetro tubería:

El recorrido se puede apreciar en el plano adjunto en el Anexo.

Tubería	
Diámetro [cm]	13
Recorrido hasta filtro [m]	5
N.º codos	2
Material	Chapa galvanizada

3.4 Filtro:

Filtro	
Marca	Casiba
Modelo	412 RF
Dimensiones [mm]	495 x 495 x 98
Perdida de carga [mmca]	103



Imagen ilustrativa de filtro para aire contaminado de humos de soldadura.

3.5 Ventilador centrifugo:

Datos técnicos obtenidos del catálogo para ventiladores centrifugos de la marca Gatti. Anexo 2, punto 8.

Ventilador centrifugo	
Marca	Gatti
Modelo	RB 330
Caudal máx. [m ³ /min]	50
Presión máx. [mmca]	300
Boca de entrada [mm]	125 x 180
Diámetro de salida [mm]	148
Potencia [HP]	5,5
Voltaje	220

Tabla 3.5: Datos de ventilador



Imagen ilustrativa del ventilador centrifugo

Sombrerete

Sombrerete	
Ubicación	Final chimenea
Diámetro sombrero [cm]	26
Altura [cm]	10
Pérdida de carga [mmca]	7,3



Imagen ilustrativa sombrero en el final de la chimenea

3.6 Cálculo determinación de diámetros y pérdida de presión por tramo

Para el cálculo de los conductos se seguirá un procedimiento preestablecido de una tabla modelo. A continuación, se detallan el paso a paso y se volcarán los datos en la tabla de resultados:

1: Identificación de los tramos

Cada ramal se identifica por la letra de la campana en donde inicia, y el número del nudo en donde desemboca. Y cada troncal se identifica por los números correspondientes a los nudos de inicio y final del tramo.

2: Caudal

Para el presente proyecto como se muestra en el plano se tiene un solo conducto. En este caso, se selecciona una campana simple, como se muestra en la siguiente tabla:

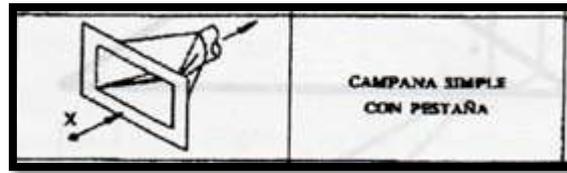


Imagen: Campana simple con pestaña.

Se toma una campana simple con pestaña apoyada sobre una mesa y la ecuación del caudal está dada por la siguiente relación:

$$Q = v * (5 * x^2 + A) [m^3/s]$$

Donde:

- v: Velocidad de control en el eje de la campana.

TABLA 2.1 - Valores recomendados para las velocidades de control

Condiciones de dispersión del Contaminante	Ejemplos	Velocidad de control (m/s)
I - Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos; desengrase, etc.	0,25 - 0,5
II - Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado intermitente de recipientes; transacciones entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pañado.	0,5 - 1,0
III - Generación activa en una zona de rápido movimiento.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras.	1,0 - 2,5
IV - Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desmolde en fundiciones; chorros de aire abrasivos.	2,5 - 10

Tabla n°9.6: Selección de la velocidad de control.

Se toma un valor de 0,5 [m/s]

- x: Distancia a la boca de la campana [m]. (b/2).
- A: Área del frente o boca de la campana = a*h [m²].

A continuación, se presentan las áreas y el cálculo de caudal de cada una de las campanas:

Campana con pestaña apoyada sobre la mesa					
x [m]	Pestaña [cm]	Largo [m]	Alto [m]	A [m ²]	Q [m ³ /s]
0,25	5	0,12	0,22	0,0264	0,17

Tabla n°3.6: Cálculo de caudal de cada una de las campanas.

3: Velocidad de transporte

Se obtiene la velocidad de circulación de aire por el ramal correspondiente según la naturaleza del contaminante que se deba evacuar, guiándonos con la siguiente información:

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS

<u>Naturaleza del contaminante</u>	<u>Ejemplos</u>	<u>Velocidad de diseño (m/s)</u>
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente usual concuerda entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldear, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muestra de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedruzcos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedruzcos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muestra de pulir (pegajosos)	> 22,5

Tabla n° 3.7: Tabla para selección de velocidad recomendada.

La instalación se trata de la extracción de humos de soldadura, la mínima solicitada según la tabla anterior es de 12,5 m/s. Entonces, se supone una velocidad de transporte en el conducto de 14 m/s.

4: Diámetro del conducto

Con la velocidad mínima de transporte y el caudal que circula por el conducto se obtiene el diámetro.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Donde

- d=diámetro del conducto [m]
- Q= caudal [m³/s]
- V= velocidad [m/s]

5: Diámetro adoptado

Si el diámetro calculado no coincide con los diámetros comerciales, se lo redondea teniendo en cuenta que para diámetros de hasta 500 mm, éstos varían cada 10 mm, para diámetros de 500 a 1000 mm, éstos varían cada 20 mm o 25 mm y, para diámetros mayores a 1000 mm la variación de éstos es cada 50 mm.

El diámetro adoptado es de 13 cm.

6: Sección del conducto

Con el diámetro obtenido en el paso anterior se calcula la sección del conducto:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

7: Velocidad real en conducto

Con la sección adoptada y el caudal de transporte se obtiene la velocidad real en el conducto.

$$V = \frac{Q}{A} \left[\frac{m}{s} \right]$$

8: Presión dinámica

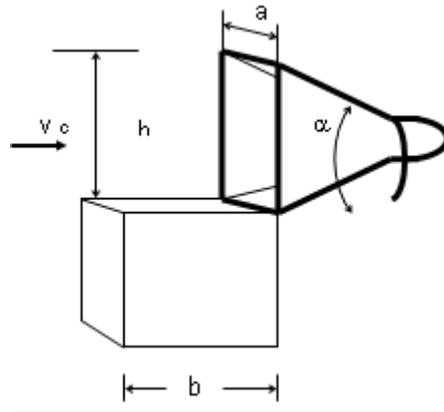
Se define como la presión requerida para acelerar el aire desde cero hasta una velocidad determinada, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$h_D = \frac{v_r^2}{16,35} [\text{mmcda}]$$

- v_r : velocidad del aire en el conducto [m/s]

9: Factor de pérdidas por entrada

Se coloca el valor obtenido a partir del ángulo interior en grados “ α ” de campana. En este caso se toma $\alpha = 46^\circ$, considerando boca rectangular.



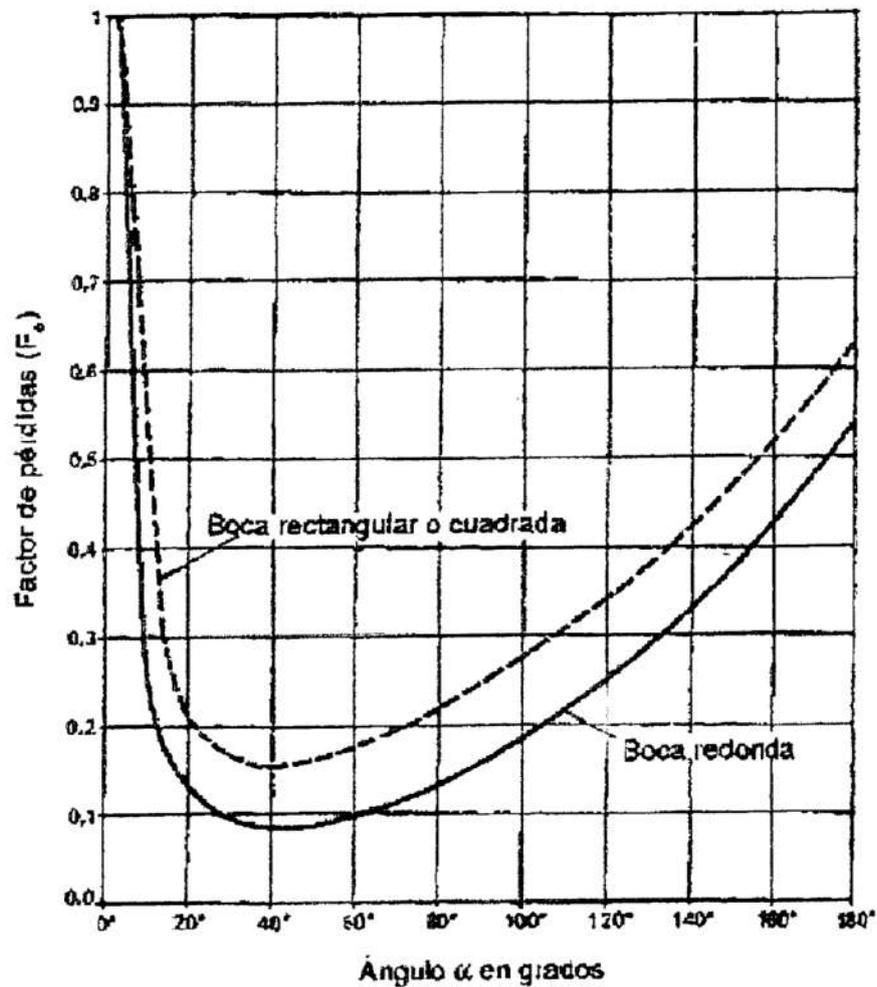


Gráfico: Ángulo vs. Factor de pérdidas.

10: Factor por aceleración

Se toma el valor 1.

11: Pérdida en entrada

Se obtiene de la suma del factor de pérdidas por entrada y el factor de aceleración.

12: Pérdidas por entrada a la campana

Se coloca el valor obtenido al multiplicar las pérdidas en entrada por la altura de presión dinámica.

13: Otras pérdidas:

Se colocan aquellas pérdidas que no son tenidas en cuenta en los cálculos anteriores.

14: Succión en campana

Se coloca el valor que se obtiene de sumar las pérdidas por entrada en la campana, pérdidas por ranuras y otras pérdidas.

15: Longitud

Se coloca el valor de la longitud del tramo recto del conducto considerado.

16: Factor de pérdidas por fricción de chapa galvanizada

Se indica el valor de la pérdida de altura de presión por unidad de longitud provocada por la fricción del aire en el conducto. Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$H_f [\text{mmcda}] = \frac{27,8}{Q^{0,079} * D^{1,066}}$$

Donde:

- H_f = pérdida por unidad de longitud debida a la fricción [mmcda]
- Q = caudal del conducto [m/s]
- D = diámetro adoptado [mm]

17: Factor de corrección

Al ser chapa de hierro galvanizado se utiliza factor de corrección igual 1. En el caso que se utilizara otro material el factor variaría y se obtendría por gráfico.

18: Factor de pérdida por fricción

Se coloca la magnitud que se obtiene de multiplicar el valor del coeficiente de corrección por el valor de la pérdida de presión por unidad de longitud.

19: Pérdidas en PD

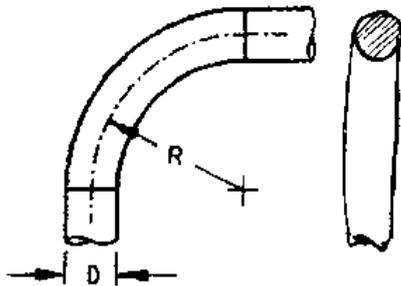
Se coloca la magnitud obtenida de multiplicar la fricción por la longitud del tramo recto.

20: N.º de codos de 90

Cantidad de codos en el tramo analizado.

21: Factor pérdida en codos de 90

El factor de pérdidas en codos se obtiene del siguiente gráfico en función del diámetro y el radio de curvatura. En este caso se utiliza una relación R/D=2.



R/D	Pérdida de carga Fracción de PD
2,75	0,26
2,50	0,22
2,25	0,26
2,00	0,27
1,75	0,32
1,50	0,39
1,25	0,55

Factor de pérdida en codos de sección circular.

Para el caso de codos que formen un ángulo de curvatura distinto de 90° se considera que las pérdidas son proporcionales a dicho ángulo, y el valor de k se obtiene utilizando:

$$k. \alpha^\circ = (\alpha/90^\circ). k. 90^\circ$$

22: Pérdida en codos en PD

Se obtiene del producto entre el factor de pérdidas y el número de codos.

23: N.º de uniones

Cantidad de uniones en el tramo analizado. No aplica en este caso.

24: Factor de pérdida en uniones

No aplica en este caso.

25: Pérdida en uniones en PD

No aplica en este caso.

26: Factor de pérdida en accesorios especiales

No aplica en este caso.

27: Pérdidas en el tramo en PD

Resulta de sumar los factores de pérdidas por fricción, las pérdidas por accesorios y las pérdidas por entrada.

28: Pérdidas en el tramo

Se coloca el valor obtenido al multiplicar las pérdidas en el tramo por la altura de presión dinámica.

29: Pérdidas de PE en el tramo

Se obtiene de la suma de pérdidas por entrada en la campana y las pérdidas en el conducto.

30: PE acumulada

Se coloca el valor obtenido al sumar la pérdida total del troncal considerado más las pérdidas totales de los tramos anteriores en serie.

3.7 Dimensiones, pérdidas y verificaciones de cada tramo

A continuación, se presenta la tabla de resultados junto con la tabla de verificación de velocidad de control para cada tramo y la verificación de presiones en los nudos:

1	Tramo	1 - 2	2 - 3 (Filtro)	3 - 4 (Entrada ventilador)	5 - 7 (Salida con Sobrerete)
2	Caudal [m ³ /s]	0,17	0,17	0,17	0,17
3	Velocidad de transporte [m/s]	14,00	14,00	14,00	14,00
4	Diametro del conducto [cm]	12,42	0	12,42	12,42
5	Diametro adoptado [cm]	13,00	0	13,00	13,00
6	Seccion del conducto [m ²]	0,013	0	0,013	0,013
7	Velocidad real en conducto [m/s]	12,77	0	13	12,77
8	Presión dinámica (PD) [mmca]	9,98	0	9,98	9,98
9	Succión Campana	Factor perd. ent. ($\alpha=110$)	0,18	0	0
10		Factor aceleracion	1	0	0
11		Perdida en entrada (PD) (9+10)	1,18	0	0
12		Perdida en la entrada en PD (8*11)	11,77	0	0
13		Otras perdidas [mmca]	0,00	0	0
14	Succion en campana [mmca] (12+13)	11,77	0	0	0
15	Longitud de conducto recto [m]	4,00	0	0,75	3
16	Factor de perd. por friccion chapa galvanizada [Hf]	2,08	0	2,08	0,04
17	Factor de correccion por material	1	0	1	1
18	Factor de perdida por friccion (16*17)	2,08	0	2,08	0,04
19	Perdidas en el tramo (18*15)	8,31	0	1,56	0,12
20	N° de codos de 90	2	0	1	0
21	Factor de perdida en codos en 90	0,27	0	0,27	0,00
22	Perdida en codos (20*21)	0,54	0	0,27	0,00
23	N° de uniones	0	0	0	0
24	Factor de perdidas en uniones ($\theta = 45^\circ$)	0	0	0	0
25	Perdida en uniones en PD (24*25)	0	0	0	0
26	Perdida en acc especiales	0	103	0	7,28
27	Perdidas en tramo (19+22+25+26)	8,85	103,00	1,83	7,40
28	Perdida en el tramo en PD (8*27) [mmca]	88,30	0	18,24	73,9
29	Perdida de PE en el tramo (14+28) [mmca]	100,07	103,00	18,24	73,9
30	PE acumulada [mmca]	-100,07	-203,07	-221,31	

Tabla nº3.8: Valores de diseño y verificación para los conductos de ventilación.

3.8 Selección del ventilador

Para la selección del ventilador se tiene en cuenta, las pérdidas de presión estática en cada tramo (considerando que las pérdidas de presión en los ramales que se encuentran en paralelo se consideran solo la más desfavorable, o sea la mayor) y el caudal de aire que debe aspirarse.

La mayoría de las tablas características de los ventiladores indican la presión estática del ventilador (PEV). Por lo cual, la selección del mismo se obtiene de la siguiente ecuación:

$$PEV = PE_{sal} - PE_{ent} - PD$$

Donde:

- PE_{sal}: Presión estática a la salida del ventilador. Valor obtenido de la tabla 3.8
- PE_{ent}: Presión estática a la entrada del ventilador. Valor obtenido de la table 3.8
- PD: Presión Dinámica. Valor obtenido del paso número 8 en el cálculo de diámetros y perdida de presión por tramo.

$$PEV = 73,9 - (-221,3) - 10 = \mathbf{285,2 [mmca]}$$

Y el caudal total es:

$$Q = 0,17 [m^3/s] = 612 [m^3/h]$$

El ventilador se selecciona a través del catálogo del fabricante elegido, debe soportar el caudal que circula por el conducto de 0,17 [m³/s] y una presión de 285,2 [mmca].

VENTILACIÓN CABINA DE PINTURA

4. MEMORIA DESCRIPTIVA

Para una adecuada ventilación y lograr altos nivel de calidad en el pintado de piezas, se decide instalar una cabina de pintura. Son recintos que presentan un frente totalmente abierto donde el proceso contaminante (pintado) se realiza en su interior. Se extrae un caudal de aire suficiente para inducir en el frente de la cabina, una velocidad promedio denominada velocidad de frente (V_f) que en general basta para superar la tendencia al escape del aire contaminado. La extracción del aire se realiza por la parte superior de la cabina.

Este tipo de disposición es muy eficiente. Las paredes de la cabina no solo reducen la magnitud del caudal a extraer, sino que actúan como pantallas que evitan los efectos adversos directos de las corrientes erráticas del local.

El aire ingresa con velocidades mayores que la velocidad en el frente en la parte superior de la cabina y cerca del conducto de salida, en tanto que la zona inferior las velocidades son menores. Estas últimas velocidades de pequeña magnitud pueden ser insuficientes para controlar el escape del aire contaminado. Para corregir esta situación, se coloca una pantalla en el interior, que posee tres ranuras con una relación ancho / longitud igual o menor a 0,2 a los efectos de uniformar la velocidad del aire en el frente de la cabina.

A continuación, se muestra una imagen ilustrativa de la cabina a diseñar

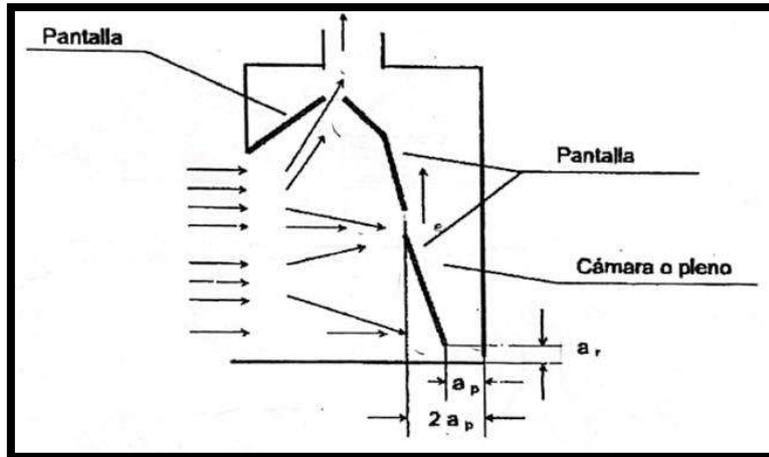


Imagen: Cabina de pintura vista lateral.

4. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO

4.1 Dimensiones cabina de pintura:

En el plano adjunto, se puede apreciar las dimensiones de la cabina de pintura. A continuación, se muestran las más significativas.

Altura del frente abierto (h) [m]	Longitud de frente abierto (l) [m]	Area frente de cabina (Af) [m ²]
2	2,2	4,4

Dimensiones cabina	
Diámetro Conducto [m]	0,65
Largo del conducto [m]	6
Diámetro sombrerete [m]	1,1
Largo sombrerete [m]	0,5
Cantidad de ranuras	3
Ancho de ranuras [cm]	7

Tabla 4.1: Dimensiones cabina de pintura

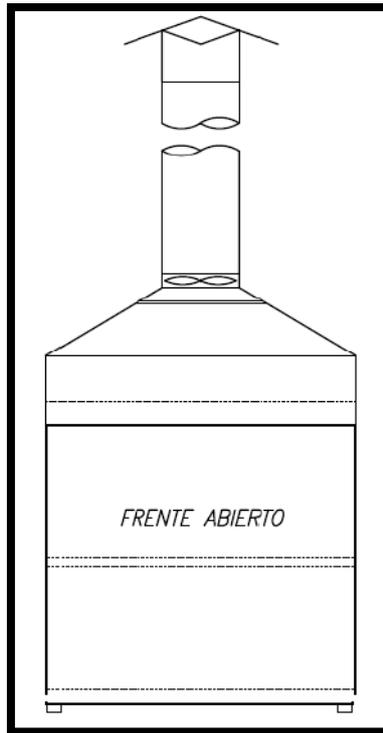


Imagen ilustrativa frontal de la cabina de pintura

4.2 Filtro de pintura:

Filtro	
Marca	Filtrex
Dimensiones [m]	0,7 x 0,65 x 0,02
Pérdida de carga [mmca]	32
Material	Poliéster con marco de chapa galvanizada, descartables

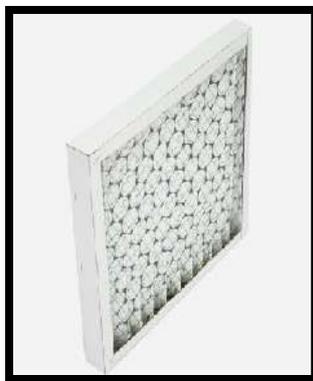


Imagen representativa de filtros marca "Filtrex"

4.3 Ventilador:

Ventilador Axial	
Marca	Gatti
Tipo	Axial
Modelo	U750
Modo de trabajo	Vertical
Gama de caudales [m ³ /s]	0,5 a 21
Presión máxima [mmca]	100
Material paletas	Polipropileno y fibra de vidrio
Diámetro interior [mm]	550
Motor trifásico	380 V
Potencia motor [Hp]	4
Codificación	KT 550/2 P 4

Tabla 4.2: Datos ventilador axial



Imagen ilustrativa motor axial.

4.4 Cálculo pérdidas de presión a lo largo de la instalación:

Se detallan los pasos que determinan el dimensionamiento de la instalación:

1. Caudal necesario a aspirar:

$$Q = A_f * V_f \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Donde:

- Af: Área frente de cabina [m²]
- Vf: velocidad de frente [m/s]. Se toma 1 m/s, suficiente dirección el aire hacia la cabina.

Las dimensiones del frente de cabina son:

- Af = l x h [m²]
- l: Longitud de frente abierto = 2,2 [m]
- h: Altura de frente abierto = 2 [m]

Por lo tanto, el caudal de aire necesario:

Altura del frente abierto (h) [m]	Longitud de frente abierto (l) [m]	Area frente de cabina (Af) [m ²]	Velocidad de frente Vf [m ² /s]	Caudal [m ³ /s] (Q)
2	2,2	4,4	1	4,4

2. Cantidad de ranuras:

Es habitual en estos casos tomar que la cantidad de ranuras (n) sean 3. Es decir:

$$n = 3$$

3. Velocidad de aire en ranura (Vr):

La bibliografía recomienda, para la mayoría de estos casos, una velocidad de ranura del orden de 10 veces la velocidad en el frente de la cabina. Entonces:

$$V_r = 10 \text{ [m/s]}$$

4. Determinación del ancho de las ranuras (Ar)

Se calcula con la siguiente formula:

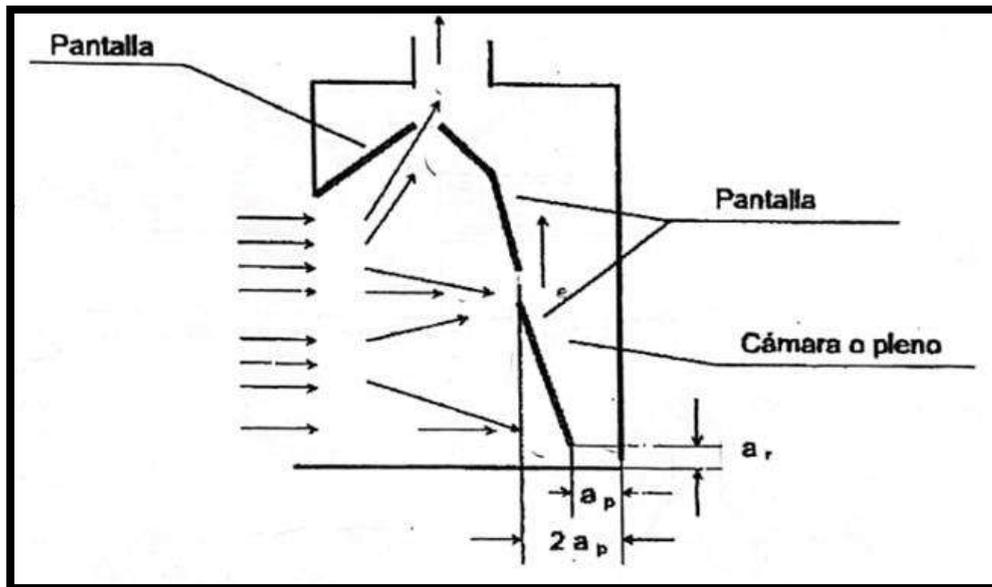
$$Q = V_r * n * A_r * l$$

$$A_r = Q / (V_r * n * l) \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_r = 0,07 \text{ [m]} = 7 \text{ [cm]}$$

5. Ancho pleno ranura (A_p)

Se determinan las distancias de la cámara interna de la cabina, como muestra la siguiente imagen.



Donde:

- Ancho pleno ranura n.º 2:

$$A_p = 2 * A_r = 2 * 7 = 14 \text{ [cm]}$$

- Ancho pleno ranura n.º 3:

$$2 A_p = 2 * (2 * A_r) = 2 * (2 * 7) = 28 \text{ [cm]}$$

6. Pérdida de presión en [mmca]:

6.1 Pérdida en Ranura (ΔPr):

$$\Delta Pr = 1,78 * Pd$$

Donde:

- Pd: Presión dinámica, se define como la presión requerida para acelerar el aire desde cero hasta una velocidad determinada, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Pd = \frac{v_r^2}{16,35} \text{ [mmcda]}$$

- Vr: velocidad del aire en el conducto (en este caso velocidad en las ranuras) [m/s]

Por lo tanto:

$$\Delta Pr = 1,78 * Pd = 1,78 * \frac{v_r^2}{16,35} = 1,78 * \frac{10^2}{16,35} = \underline{\underline{10,9 \text{ [mmca]}}}$$

6.2 Pérdidas en el Conducto (ΔPc):

Se indica el valor de la pérdida de altura de presión por unidad de longitud provocada por la fricción del aire en el conducto. Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\Delta Pc = Lc * Hf \text{ [mmca]}$$

Donde:

- Hf: pérdida por unidad de longitud debida a la fricción [mmcda / m]

$$Hf \text{ [mmcda/m]} = \frac{5,38 * V^{1,9}}{D^{1,22}}$$

- D: Diámetro adoptado [mm] = **650 [mm]**
- V: Velocidad real en el conducto [m/s]

$$V = Q / Sc = 4,4 / 0,331 = \underline{\underline{13,3 \text{ [m/s]}}}$$

- Sc: Sección del conducto [m²/s]
- Lc: Longitud del conducto = **6 [m]**

Por lo tanto,

$$\Delta P_c = L_c \text{ [m]} * H_f \text{ [mmca/m]} = 6 * \frac{5,38 * 13,3^{1,9}}{650^{1,22}} = \underline{\underline{1,63 \text{ [mmca]}}}$$

6.3 Perdida en el filtro (ΔP_f):

Según fabricante “Filtrex” la perdida de carga es de **32 mmca**.

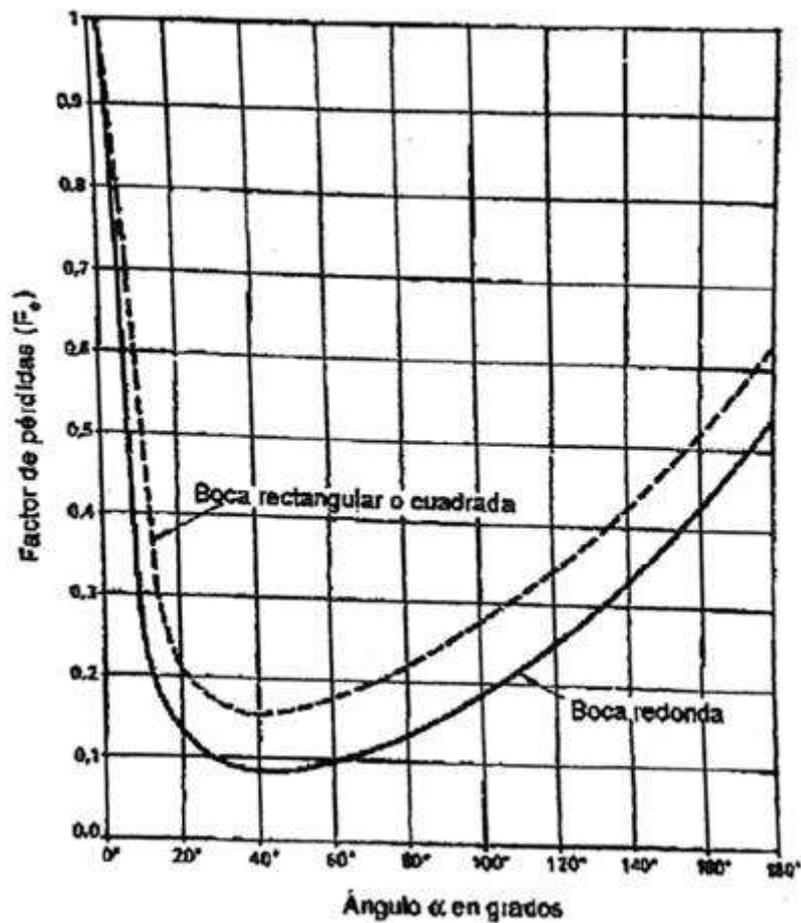
6.4 Perdida en la campana (ΔP_{camp}):

La pérdida en la campana se obtiene de:

$$\Delta P_{camp} = F_e * P_d \text{ [mmca]}$$

Donde:

- F_e : Factor de perdidas en entrada de la campana. Se obtiene de la siguiente tabla:



Se coloca el valor obtenido a partir del ángulo interior en grados “α” de campana. En este caso se toma $\alpha = 45^\circ$. La superficie de la boca proyectada debe ser como mínimo dos veces la sección del conducto. En el plano adjunto se muestran las dimensiones de la misma.

Según el gráfico anterior $F_e = 0,18$. Por lo tanto:

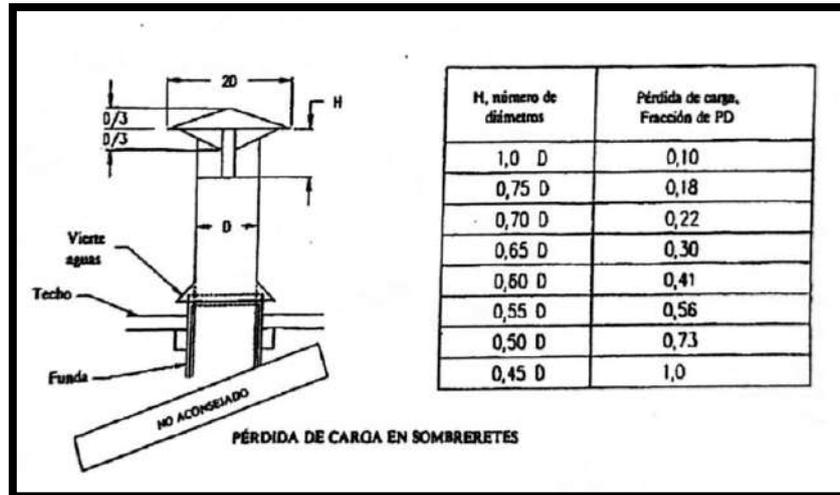
$$\Delta P_{\text{camp}} = F_e * P_d = 0,18 * \left(\frac{13,3^2}{16,35} \right) [\text{mmca}] = \underline{\underline{1,94 [\text{mmca}]}}$$

6.5 Pérdida en sombrerete (ΔP_{somb}):

$$\Delta P_{\text{somb}} = F_s * P_d [\text{mmca}]$$

Donde:

- F_s : Factor de pérdida en el sombrerete. Se obtiene de la siguiente tabla:



Se toma:

$$H = 0,5 * D = 0,5 * 650 = 325 \text{ [mm]} = 0,325 \text{ [m]}$$

$$F_s = 0,73$$

$$\Delta P_{\text{somb}} = 0,73 * \left(\frac{13,3^2}{16,35} \right) = \underline{\underline{7,9 \text{ [mmca]}}}$$

7. Total pérdidas [mmca]

$$\Delta P_t = \Delta P_r + \Delta P_c + \Delta P_f + \Delta P_{\text{camp}} + \Delta P_{\text{somb}} \text{ [mmca]}$$

$$\Delta P_t = 10,9 + 1,63 + 32 + 1,94 + 7,9 \text{ [mmca]}$$

$$\underline{\underline{\Delta P_t = 54,4 \text{ [mmca]}}}$$

4.5 Selección del ventilador:

El ventilador extractor se selecciona a partir de los datos de caudal y pérdida de presión, por medio de la información que brinde el fabricante. En este caso:

$$Q = 4,4 \text{ [m}^3\text{/s]} \text{ y } \Delta P_t = 55 \text{ [mmca]}$$

Según el catálogo del fabricante "Gatti", se seleccionó un ventilador tipo axial con las siguientes características:

Ventilador Axial	
Marca	Gatti
Tipo	Axial
Modelo	U750
Modo de trabajo	Vertical
Gama de caudales [m ³ /s]	0,5 a 21
Presión máxima [mmca]	100
Material paletas	Polipropileno y fibra de vidrio
Diámetro interior [mm]	550
Motor trifásico	380 V
Potencia motor [Hp]	4
Codificación	KT 550/2 P 4

Datos ventilador extractor axial.

4.6 Tabla de resultados para la cabina de pintura:

Tabla de resultados cabina de pintura		
1	Caudal necesario (Q) [m ³ /s]	4,40
2	Cantidad de ranuras (n)	3
3	Velocidad de aire en ranura (Vr) [m/s]	10
4	Ancho de la ranura (Ar) [cm]	7
5	Ancho pleno ranura n.º 2 en [cm]	14
	Ancho pleno ranura n.º 3 en [cm]	28
6	Pérdidas de presión en [mmca]	
6.1	Pérdida en Ranura (ΔP_r)	10,9
6.2	Pérdidas en el Conducto (ΔP_c)	1,63
6.3	Pérdida en el filtro (ΔP_f)	32
6.4	Pérdida en la campana (ΔP_{camp})	1,94
6.5	Pérdida en sombrerete (ΔP_{somb})	7,9
7	Total pérdidas [mmca]	54,4

Tabla 4.4: Resultados finales cabina de pintura

ANEXO 2 (Catálogos y fichas técnicas de fabricantes)

- 1) Ficha técnica obtenida del catálogo de compresores a tornillo Marca Kaeser,
Serie ASK.

Modelo	Presión de servicio bar	Caudal *) instalación completa a presión m ³ /min	Presión máx. de servicio bar	Potencia nominal motor kW	Dimensiones an x prof x al mm	Conexión de aire comprimido	Nivel de presión acústica **) dB(A)	Peso kg
ASK 28	6	3,17	6	15	800 x 1110 x 1530	G 1 ¼	65	485
	7,5	2,86	8					
	10	2,40	11					
	13	1,93	15					
ASK 34	6	3,87	6	18,5	800 x 1110 x 1530	G 1 ¼	67	505
	7,5	3,51	8					
	10	3,00	11					
	13	2,50	15					
ASK 40	6	4,45	6	22	800 x 1110 x 1530	G 1 ¼	69	525
	7,5	4,06	8					
	10	3,52	11					
	13	2,94	15					

- 2) Ficha técnica del catálogo para tanques pulmón, marca Kaeser.

Capacidad del tanque litros	Presión máx. 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 45	sí	—	1160 1154	350	2 x G ½ detrás	37 88	—	—	—	—
150	11 16	sí	sí	1190	450	2 x G ¾ detrás	60 67	1050 1346	450 400	2 x G 2	55 75
250	11 16	sí	sí	1540 1545	500	2 x G ¾ detrás	84 100	1410 1410	500	2 x G 2	84 100
	45		—	1900	500	2 x G 1 detrás	195	—	—	—	—
360	11 16	sí	sí	1770 1810	550	2 x G 1 detrás	100 150	1630 1640	550	2 x G 2	101 164
500	11 16	sí	sí	1925 1918	600	2 x G 1 detrás	130 210	1776	600	2 x G 2	130 208
	45		—	1925			420				—
900	11	sí	—	2170 2255	800	2 x G 2; 2 x G 1½	238	—	—	—	—

- 3) Especificaciones técnicas de secadores de aire obtenidos del catalogo de la marca Atlas Copco.

TECHNICAL SPECIFICATIONS													
Type	Maximum working pressure		Air treatment capacity ¹			Nominal electrical power ¹	Voltage	Connection size inlet/outlet	Dimensions (L x W x H)		Weight		Refrigerant
	bar	psi	l/s	m ³ /h	cfm	W	V/ph/Hz	inch	mm	inch	kg	lbs	
F 5	16	232	5	18	10.6	126	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	19	42	R134a
F 10	16	232	10	36	21.2	126	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	19	42	R134a
F 15	16	232	15	54	31.8	163	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	19	42	R134a
F 20	16	232	20	72	42.4	228	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	20	44	R134a
F 30	16	232	30	108	63.6	293	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	25	55	R134a
F 40	16	232	40	144	84.8	380	230/1/50	3/4" M	233x559x561	9x22x22	27	60	R134a
F 50	16	232	50	180	105.9	419	230/1/50	1" F	233x559x561	9x22x22	30	66	R134a
F 60	16	232	60	216	127.1	664	230/1/50	1" F	310x706x994	12x28x39	52	115	R404A
F 70	13	188	70	252	148.3	767	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	57	126	R404A
F 90	13	188	90	324	190.7	865	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	59	130	R404A
F 110	13	188	110	396	233.1	1028	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	80	176	R404A
F 130	13	188	130	468	275.5	1242	230/1/50	1 1/2" F	310x706x994	12x28x39	80	176	R404A

- 4) Ficha técnica del catálogo para bombas de lubricantes marca Samoa, modelo PumpMaster 2.



BOMBAS NEUMÁTICAS PUMPMASER 2

353 120

BOMBAS NEUMÁTICAS PARA ACEITE RATIO 3:1

Bombas neumáticas de media presión para el transvase y suministro, a caudales medios, de aceites lubricantes o industriales a través de mangueras o circuitos de tuberías con enrolladores y medidores.

Concebidas para montaje sobre bidón o depósito, para acoplamiento directo o de forma mural, utilizando los accesorios de aspiración de fluido apropiados.

El diseño y los materiales de última generación empleados garantizan un alto rendimiento, con un bajo consumo de energía.

Motor alternativo de accionamiento neumático, libre de mantenimiento. Pistón de bomba de doble efecto.

Aplicaciones:
Transvase y suministro de aceites minerales o sintéticos de diversa función: dieléctricos, hidráulicos, temple, térmicos, lubricantes de motor, engranajes o diferenciales, fluido de transmisión etc.

En los sectores de la automoción, equipo pesado, aeronáutico, ferroviario, naval, equipo pesado, maquinaria industrial o agrícola, etc.



CODIGO	MODELO	DESCRIPCION	UDS
353 120	PM2-3:1/S-ND	Bomba PM2 ratio 3:1 corta, para montaje mural	1
358 120	PM2-3:1/ME-ND	Bomba PM2 ratio 3:1, directa a bidón de 60 l	1
354 120	PM2-3:1/L-ND	Bomba PM2 ratio 3:1, directa a bidón de 205 l	1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PUMPMASER 2 - RATIO 3:1

Diámetro pistón neumático	50 mm
Diámetro efectivo pistón neumático	35 mm
Carerra del pistón neumático	75 mm
Presión alimentación, mín. / máx.	3 - 10 bar
Ciclos por minuto a 6 bar y un caudal de 10 l/min	200 cpm
Consumo de aire a 6 bar y 200 cpm	180 Nl/min
Conexión entrada de aire	1/4" NPSM (H)
Máxima presión salida fluido	30 bar
Máxima columna de aspiración	6 m
Caudal nominal a salida libre	35 l/min
Conexión entrada de fluido	3/4" BSP (H)
Conexión salida de fluido	1/2" NPSM (H)
Material zonas húmedas	Aluminio / Acero / Zinc / NBR / PTFE
Nivel sonoro medido a 1 metro de la bomba	80 dB

MODELO	DIMENSIONES		
	353 120	358 120	354 120
A (mm)	484	982	1.189
B (mm)	282	282	282
C (mm)	34	34	34
D (mm)	202	700	907
Peso (kg)	3,0	4,2	4,7

14F 30 - 20 °C

- 5) Ficha técnica del catálogo de conductores preensamblados IRAM 2263, Marca Prysmian.

RETENAX®
PREENSAMBLADO
Distribución aérea en BT

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV
AL RZ

Características eléctricas (IRAM)

Formaciones de los cables	Intensidad de corriente admisible (4)	Resistencia eléctrica a 60°C y 50 Hz (5)	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Resistencia inductiva media por fase a 50 Hz	Cajda de tensión a 60°C y $\cos \phi = 0.8$. (5)	Cajda de tensión a 90°C y $\cos \phi = 0.8$.
N° x mm ²	A	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	V / A km
1 x 16/16 (1)	85	2,327	2,558	0,070	3,81	4,18
1 x 25/25 (1)	115	1,458	1,602	0,068	2,41	2,64
1 x 35/35 (1)	141	1,059	1,164	0,068	1,78	1,94
1 x 50/50 (1)	174	0,739	0,834	0,065	1,26	1,41
3 x 1 x 16/16 (1)	60	2,218	2,449	0,089	3,12	3,49
⇒ 3 x 1 x 25/50 (1)	82	1,394	1,559	0,088	2,02	2,22
3 x 1 x 35/50 (1)	103	1,008	1,113	0,088	1,049	1,63
3 x 1 x 50/50 (1)	124	0,745	0,822	0,086	1,12	1,23
3 x 1 x 70/50 (1)	160	0,515	0,569	0,085	0,80	0,88

- 6) Ficha técnica del catálogo de conductores subterráneos IRAM 2178, Marca Prysmian

Características técnicas
Cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor aproximado mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aproximado mm	Masa aproximada kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	140	15,9	0,108
2,5	1,9	0,8	1,8	11	180	9,55	0,0995
4	2,4	1,0	1,8	13	270	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	340	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	490	2,29	0,0860
⇒ 16	4,9	1,0	1,8	21	800	1,45	0,0813
25	7	1,2	1,8	26	1230	0,933	0,0780
35	8,2	1,2	1,8	29	1580	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2040	0,464	0,0777

7) Ficha técnica del catálogo de conductores IRAM NM 247-3, Marca Prysmian.

▶ IRAM NM 247-3

Características técnicas (IRAM)

Sec- ción nomi- nal	Diám. Máx. de alambres del conductor	Espesor de aisla- ción nominal	Diáme- tro exterior aprox.	Masa aprox. kg/km	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4) V/A km	Resist. Eléctrica a 20°C y en c.c. ohm/km
					(1)	(2)		
mm ²	mm	mm	mm	kg/km	A	A		ohm/km
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	14	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	46	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	65	36	32	6,5	3,3
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	168	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,6	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554

8) Ficha técnica del catálogo de ventiladores centrifugo de la marca Gatti, modelo RB-330. Para extracción humos de soldadura.

DATOS TÉCNICOS				TECHNICAL DATA			
Series	Modelo	Motor					
Series	Model	Carcasa motor frame	C.V.	R.P.M.	Caudal Air volume m ³ /min.	Presión Pressure mm c. a.	Transmisión Transmission
	RA-120	-	0.18	2810	9	38	-
	RA-150	-	0.2	1376	10	14	-
	RA-250	80	0.75	1420	25	40	T20
		90 S	1	920	55	30	T30
		80			60	25	
	RA-330	90 L	2	1400	40	80	T30
		100 L	3	1420	65	75	T30
					67	84	
					97	78	
	RA-390	100 L	2	940	80	45	T30
		100 L	4	1420	130	40	
		112M	5.5	1420	50	100	T30
					70	97	
					155	95	
		132 S	4	960	100	70	T40
					150	50	
	RA-450	132 S	7.5	1430	100	140	T40
		132 M	10	1430	120	150	T40
					150	150	
					160	140	
	Multiblade SIROCCO rotor						
	RB-200	71	0.34	1400	8	25	T20
		80	1.5	2850	15	20	
					18	80	
					22	100	T20
	RB-250	90 L	3	2830	28	160	T30
					50	145	
		112 M	5.5	2850	38	250	T30
					50	230	
		112 M	7.5	2850	60	265	T30
					68	270	
		132 S	10	2870	75	285	T40
					85	280	
		132 M	12.5	2890	90	296	T40
					100	260	
		160 M	20	2890	115	305	T60
					145	250	
		160 L	25	2890	120	403	T60
					140	405	
	RB-450	180 M	30	2900	150	403	T60
					170	395	

CONCLUSIÓN

Para concluir, el Proyecto y Diseño Final me permitió adquirir conocimientos teóricos y prácticos para desenvolverme a futuro en el ámbito laboral. Pude obtener conclusiones y atravesar dificultades a lo largo de la misma, las cuales me dotaron de conceptos y experiencias. Además, me permitió experimentar dificultades de relevamiento en planta, como así también asimilar riesgos y prever principalmente, la seguridad de las personas.

Pude labrar el diseño tratando de hacer de éste un proyecto eficiente y viable ante las necesidades que tiene el taller. Como también, que la empresa pueda disponer de instalaciones correctamente diseñadas en los sectores de soldadura, armado de autopartes y pintura, evitando futuros inconvenientes.

En cuanto a la instalación eléctrica, me enfoqué en la seguridad, el correcto funcionamiento y en las protecciones necesarias tanto para resguardar de la vida las personas como para proteger la instalación y maquinarias.

En referencia a la instalación de aire comprimido, la extensión de la misma deberá garantizar el buen funcionamiento y principalmente que los equipos y cañerías estén correctamente diseñados. Hoy en día, gran parte de la cañería existente verifican los diámetros de los cálculos realizados, por ello solo se debería agregar la extensión sobre las áreas de chapa y pintura. Además, el compresor que se encuentra instalado actualmente no cumple con la demanda proyectada del taller, ni tampoco con las normas de seguridad e higiene. Por ello, se recomienda que se cambie de compresor por uno de mayores prestaciones y su ubicación para evitar contaminación sonora dentro del taller.

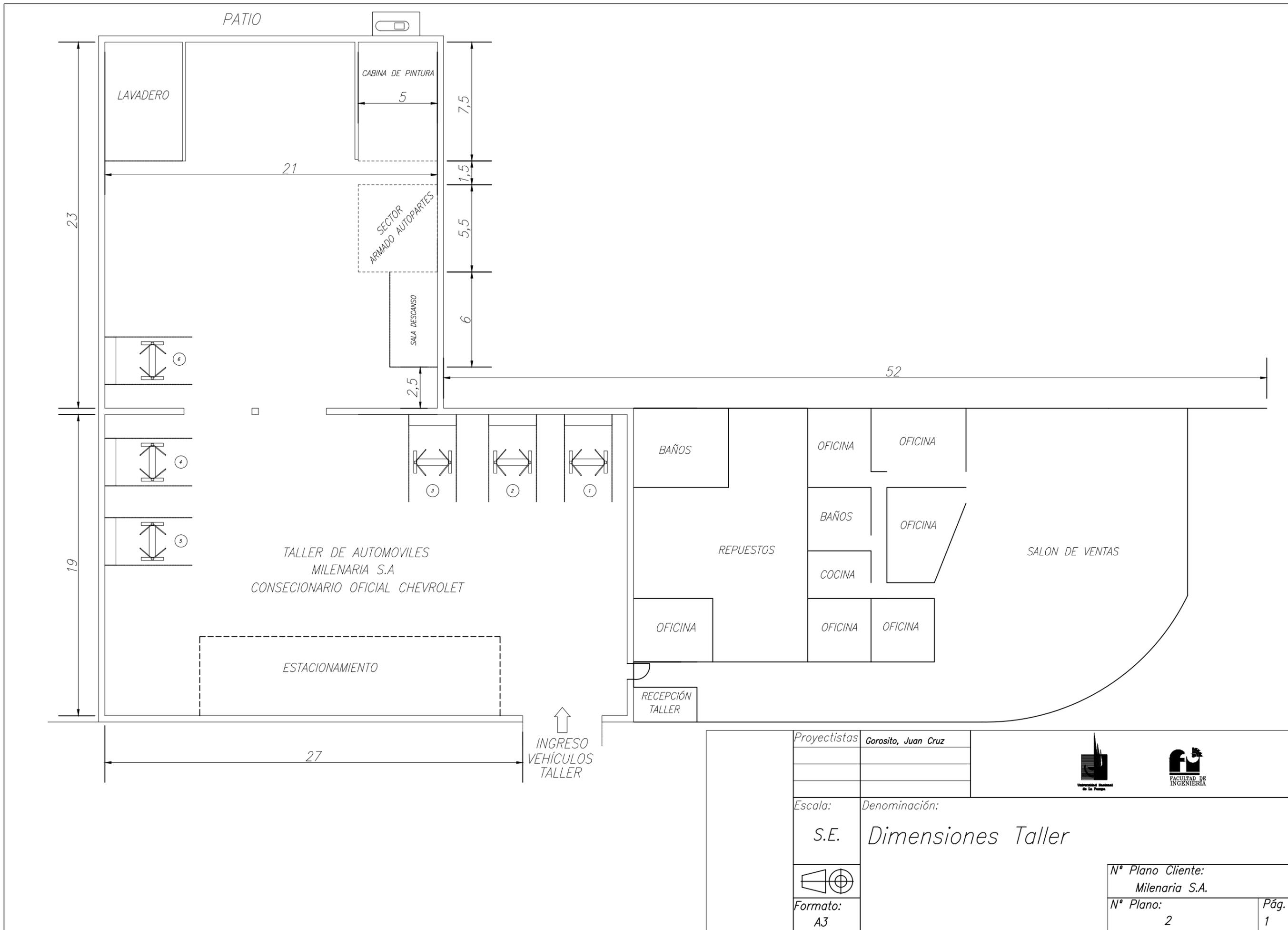
Con el sistema de extracción localizada de humos de soldadura el objetivo fue evitar inconvenientes sobre la salud de los operarios ni tampoco contaminar al medio ambiente, utilizando los medios de filtrado correspondiente.

Por último, con el diseño de la cabina de pintura y su ventilación se obtendría mejor calidad en el pintado y a su vez, evitar que el operario quede expuesto al aire contaminado.

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.
- Lobosco, O., Días, J.L. – Selección y aplicación de motores eléctricos. Tomo I – Marcombo – 1990

ANEXO PLANOS



Proyectistas: Gorosito, Juan Cruz



Escala: s.E.

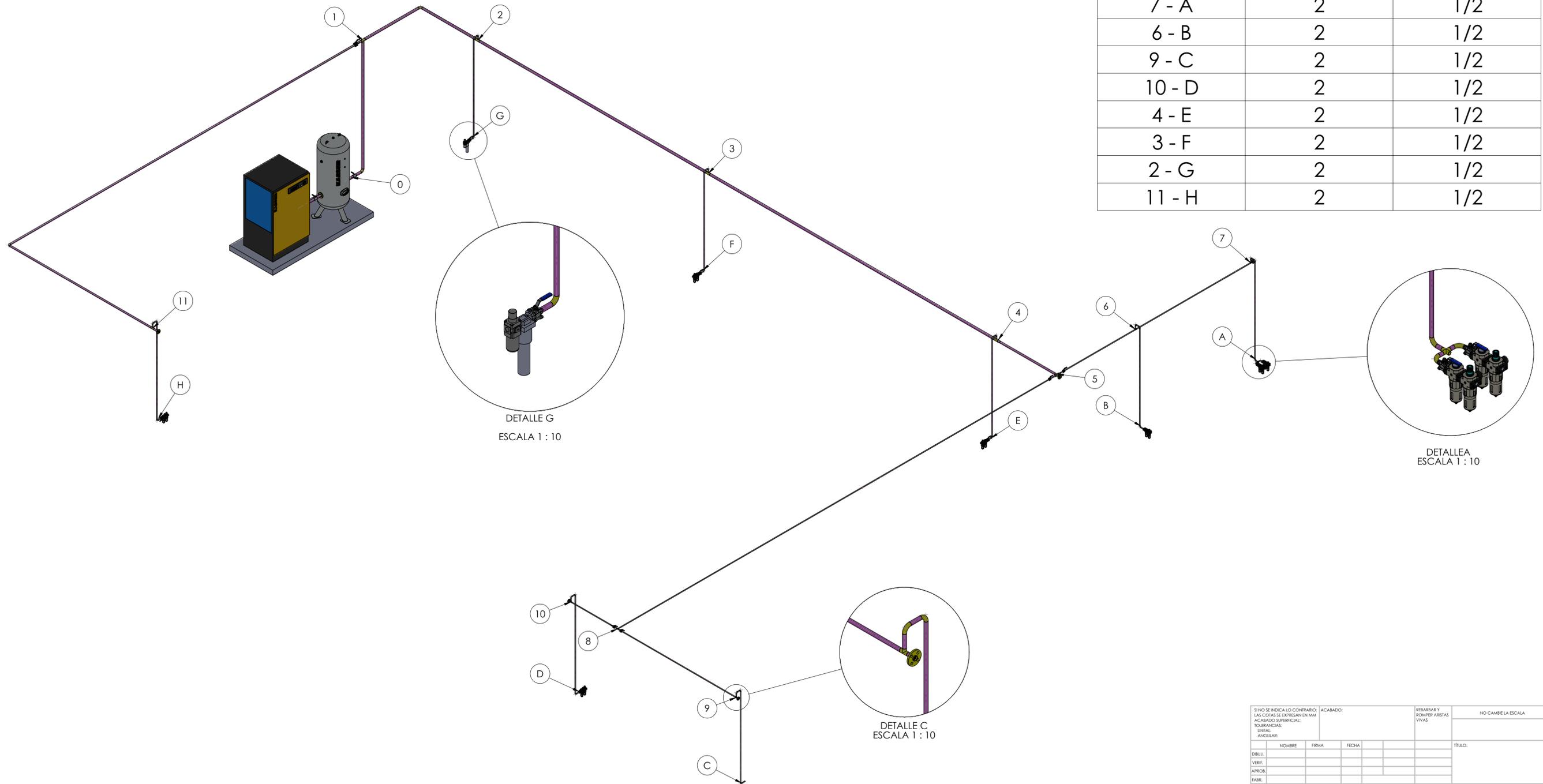
Denominación: Dimensiones Taller

Formato: A3

N° Plano Cliente: Milenaria S.A.	
N° Plano: 2	Pág. 1

PUNTO DE CONSUMO	SECTOR	ACCESORIO FINAL
A	BOX 1 Y 2	DOS SALIDAS: UNIDAD FRL
B	BOX 3	UNA SALIDA: UNIDAD FRL
C	BOX 4 Y 5	DOS SALIDAS: UNIDAD FRL
D	BOX 6	UNA SALIDA: UNIDAD FRL
E	BOMBA LUBRICANTES	TRES SALIDAS: UNIDAD FRL
F	CHAPA	UNA SALIDA: UNIDAD FRL
G	PINTURA	UNA SALIDA: FR + SECADOR DE AIRE
H	LAVADERO	UNA SALIDA: UNIDAD FRL

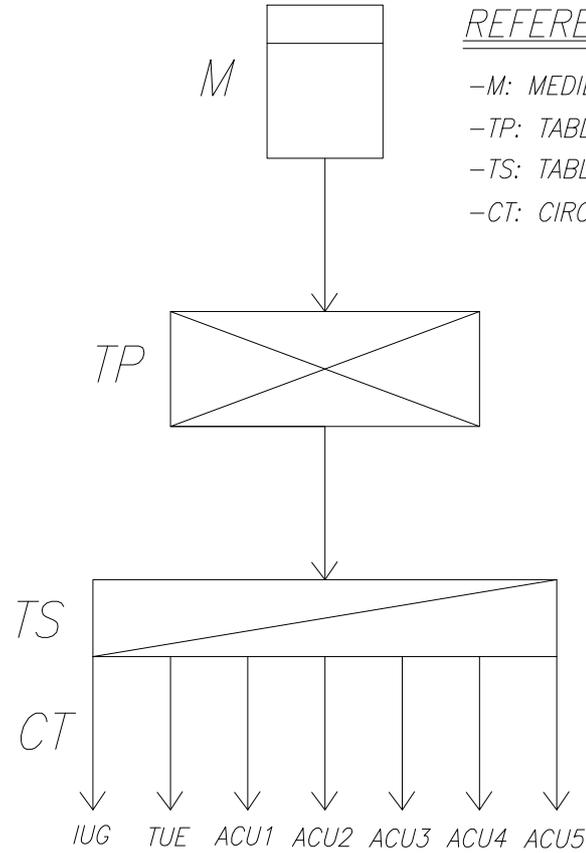
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (in)
0 - 1	4	1
1 - 2	4	1
2 - 3	10	1
3 - 4	12	1
4 - 5	2	3/4
5 - 6	4	1/2
6 - 7	6	1/2
5 - 8	21	1/2
8 - 9	6	1/2
8 - 10	2	1/2
1 - 11	20	1/2
7 - A	2	1/2
6 - B	2	1/2
9 - C	2	1/2
10 - D	2	1/2
4 - E	2	1/2
3 - F	2	1/2
2 - G	2	1/2
11 - H	2	1/2



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
ACABADO SUPERFICIAL:						
TOLERANCIAS:						
LINEAS:						
ANGULARES:						
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:		
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALIB.						
MATERIAL:			N° DE DIBUJO			
PESO:			ESCALA: 1:200			
			HOJA 1 DE 1			

Plano aire comprimido

ESQUEMA GENERAL



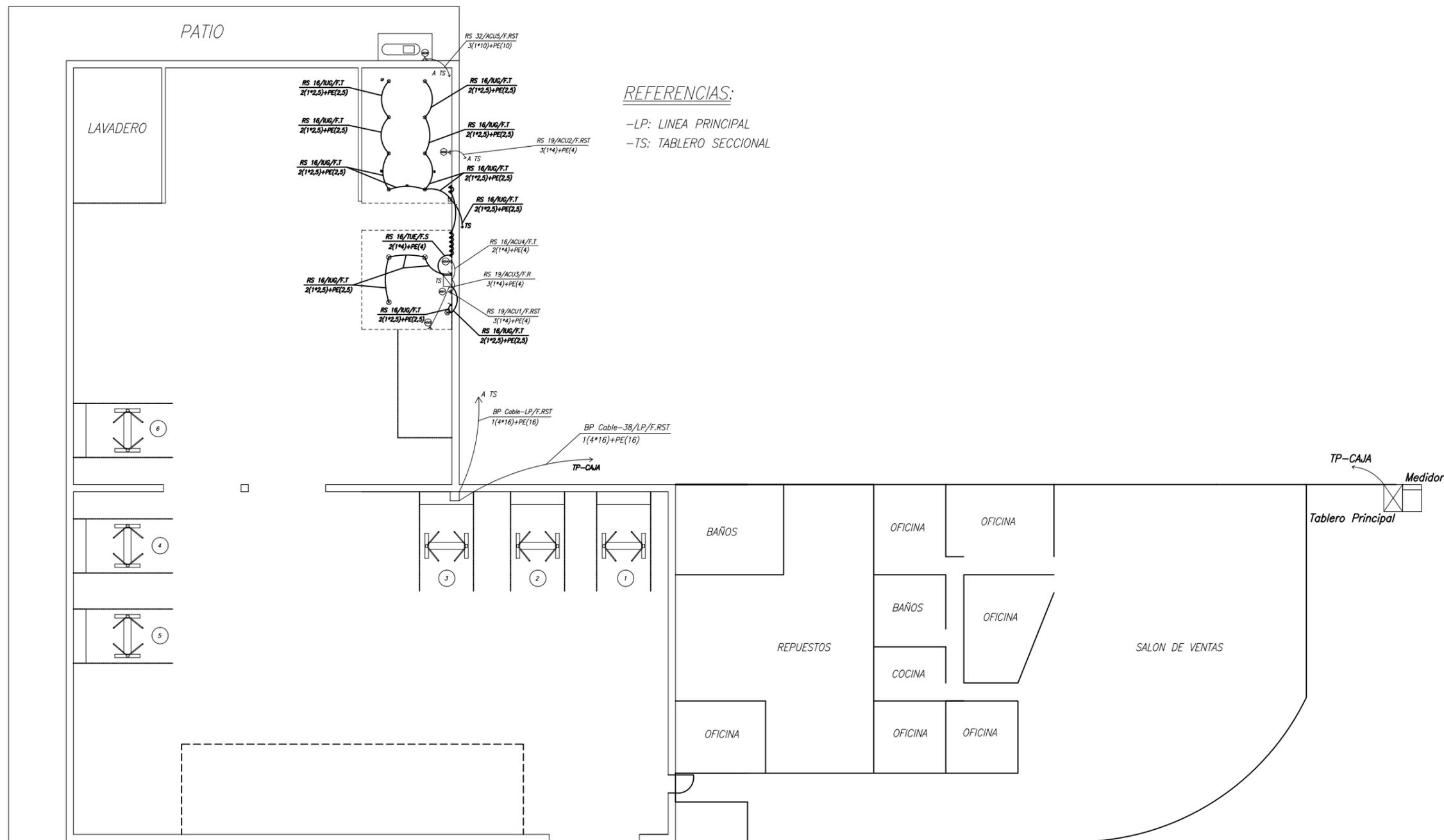
REFERENCIAS:

- M: MEDIDOR
- TP: TABLERO PRINCIPAL
- TS: TABLERO SECCIONAL
- CT: CIRCUITO TERMINAL

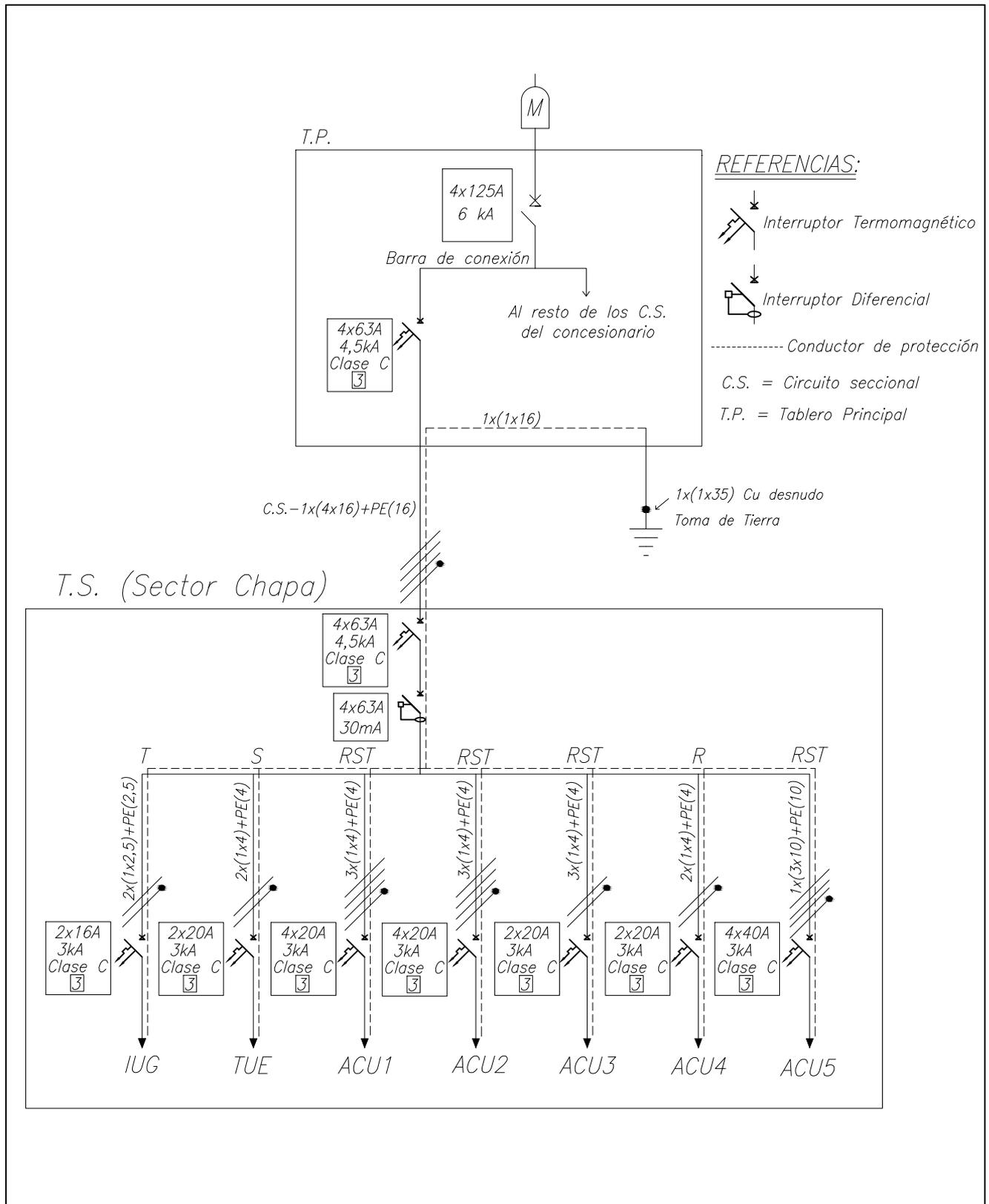
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

	Proyectó:	15/02/23	Gorosito, Juan Cruz	 
	Dibujó:	15/02/23	Gorosito, Juan Cruz	
	Revisó:			
	Aprobó:			
Escala:	Denominación:			
S.E.	<p style="text-align: center;"><i>Esquema General</i> <i>Inst. Elect. Sector Chapa y Pintura</i></p>			
				N° Plano Cliente: Milenaria S.A
Formato:				N° Plano:
A4				4
				Pág. 1



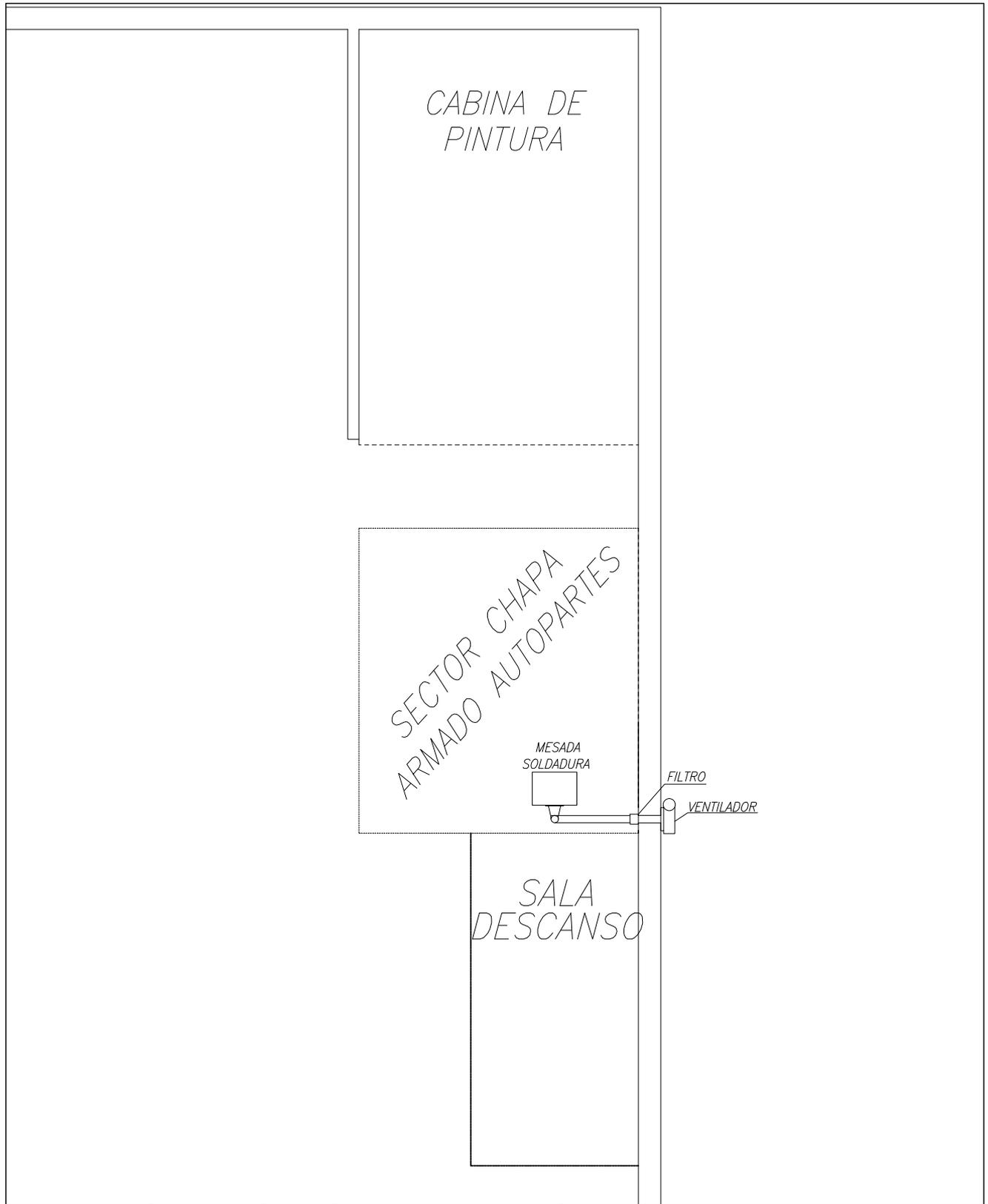
Proyectistas	Gorosito, Juan Cruz	 
Escala:	Denominación:	
	S.E.	Inst. Electrica "Chapa y Pintura"
		Tipos de Circuitos
Formato:	A3	N° Plano Cliente: Milenaria S.A.
		N° Plano: 2
		Pág. 1

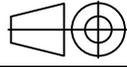


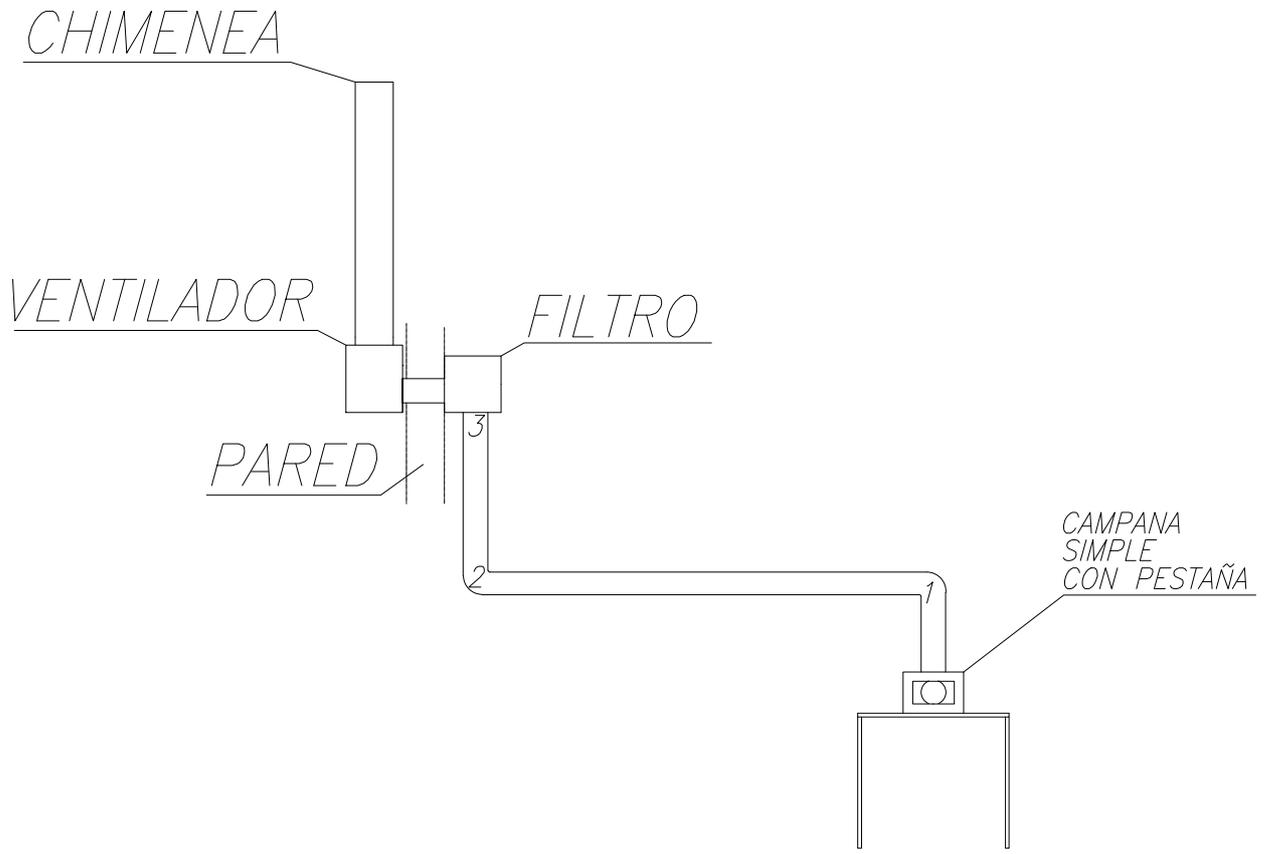
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Proyectó:	15/02/23	Gorosito, Juan Cruz	
Dibujó:	15/02/23	Gorosito, Juan Cruz	
Revisó:			
Aprobó:			
Escala:	Denominación:		<p style="text-align: center;"><i>Inst. Eléctrica Unifilar</i></p>
S.E			
Formato:			
A4			<p>N° Plano Cliente: Milenaria S.A.</p> <p>N° Plano: 3</p> <p>Pág. 1</p>

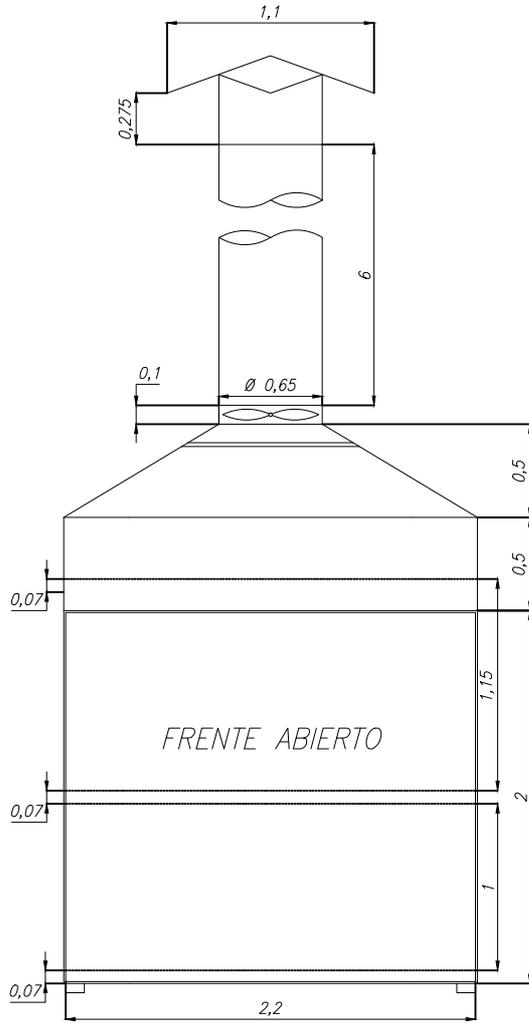


Proyectó:	15/01/23	Gorosito Juan Cruz	 
Dibujó:	04/02/23	Gorosito Juan Cruz	
Revisó:			
Aprobó:			
Escala:	Denominación: <i>Extracción Localizada Humos Soldadura – Vista Superior</i>		
S.E.			
			
Formato:			N° Plano Cliente:
A4			Milenaria S.A.
			N° Plano:
			05
			Pág.
			02

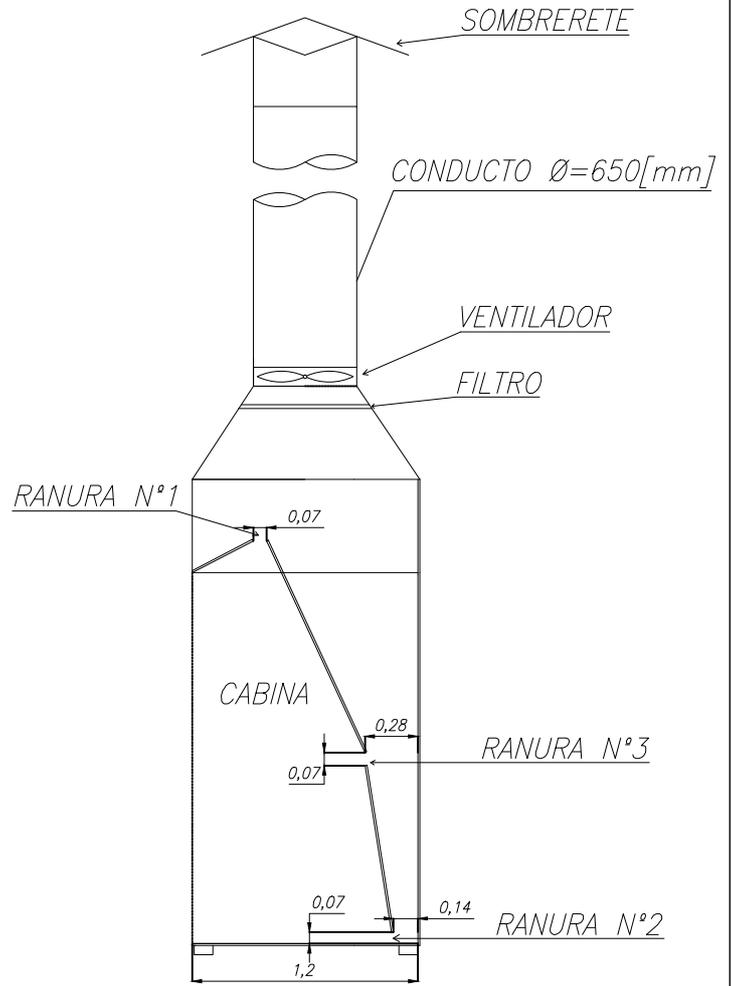


Proyectó:	14/01/23	Gorosito Juan Cruz	 
Dibujó:	04/02/23	Gorosito Juan Cruz	
Revisó:			
Aprobó:			
Escala:	Denominación:		
S.E.	Ventilación Localizada Humos Soldadura – Vista Frontal		
	N° Plano Cliente:		
Formato:	Milenaria S.A		
A4	N° Plano:	06	Pág. 01

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Proyectó:	12/2/23	Gorosito Juan Cruz
Dibujó:	12/2/23	Gorosito Juan Cruz
Revisó:		
Aprobó:		



Escala:	Denominación:
S.E.	Ext. Localizada. Cabina de Pintura

Formato:
A4

N° Plano Cliente:	Milenaria S.A.
N° Plano:	07
Pág.	01