



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



# Informe de Práctica Profesional Supervisada:

*“Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de aire comprimido, y desarrollo de sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en planta industrial”*

ESTUDIANTE: FARIAS, Selene.

CARRERA: Ingeniería Industrial (Plan 2010).

TUTOR POR LA FACULTAD: Ing. LAMBERTO, Adriana Noemi.

TUTOR POR LA EMPRESA: PEREYRA, Sandra.



PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA  
Instalación de eléctrica y de aire comprimido, y SGSST

## **ÍNDICE:**

INTRODUCCIÓN .....	3
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	4
DESARROLLO DEL PROYECTO .....	5
INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO .....	7
INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	36
SEGURIDAD E HIGIENE .....	82
BIBLIOGRAFÍA .....	126
ANEXO I.....	127
ANEXO II .....	128
ANEXO III.....	129
ANEXO IV .....	130
ANEXO V.....	131

## **INTRODUCCIÓN:**

El proyecto de Práctica Profesional Supervisada que se presenta a continuación, se realizó conforme a lo estipulado en la Resolución N° 033/11 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería.

La misma fue realizada en la empresa “INDUSTRIA METALURGICA METILEO S.A”, ubicada en calle 1 N° 749 (6360) de la ciudad de General Pico, La Pampa.

Para dar inicio al informe del proyecto, se dará una breve descripción de la empresa desde su comienzo hasta la fecha.

### **DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:**

“INDUSTRIA METALÚRGICA METILEO S.A.” es una empresa dedicada al rubro de la manufacturación de maquinarias y equipamientos para la industria frigorífica, pesquera, hotelera y alimenticia entre otras.

La empresa fue fundada por Héctor Pereyra en el año 1983, en la localidad de Metileo ubicada a 22 km de la ciudad de General Pico, La Pampa.

En sus inicios la industria se dedicaba a realizar trabajos de carrocería para frigoríficos, y desde ese entonces fue introduciendo sus productos en el mercado del acero inoxidable. Durante 26 años la empresa estuvo en Metileo, pero debido a la falta de comunicación telefónica, tuvieron que trasladarse a la ciudad de General Pico para poder abastecer todos los pedidos de los clientes, que fueron creciendo a lo largo de los años.

Con la ayuda de préstamos otorgados por dos principales empresas frigoríficas de la provincia, la industria pudo adquirir la instalación y equipamiento necesarios para su producción. Una vez ubicados en la ciudad, la empresa se dedicó exclusivamente a trabajar con acero inoxidable.

Actualmente, “INDUSTRIA METALÚRGICA METILEO S.A.” está ubicada en la calle 1 N° 749, tiene una superficie total de 1521,5 [m<sup>2</sup>] y cuenta con un total de 10 empleados, que trabajan en la elaboración de una amplia gama de productos: estándar y piezas a medida, con el objetivo de lograr la mayor calidad y confiabilidad de sus productos y servicios para alcanzar y conservar la satisfacción de los clientes.

En el plano N° 1 del ANEXO V, se encuentra el Lay-Out de la empresa.

## **DESARROLLO DEL PROYECTO:**

En la actualidad, la empresa enfrenta ciertas dificultades en cuanto a su instalación. Esto se debe a cambios en algunas Normativas, aumentos de consumos e incorporación de nuevas tecnologías. Considerando que estos problemas abarcan el campo de la ingeniería, se realizará un proyecto para resolver los siguientes problemas:

- 1) La distribución de aire comprimido, en la segunda nave industrial, no es suficiente para el abastecimiento de las herramientas y equipos neumáticos existentes.
- 2) Falta de una adecuada instalación eléctrica en la segunda nave industrial. Debido al tipo de tareas realizadas en dicho sector, es crítica la necesidad de una óptima iluminación en el plano de trabajo, con lo cual también se deberá rediseñar el sistema de iluminación.
- 3) Finalmente, se llevará a cabo un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para asegurar el cumplimiento de la reglamentación vigente, es decir adaptarse a la Ley N° 19587 reglamentada por Decreto N° 351/79, con el objetivo de preservar el bienestar de los operarios y de la instalación.

En conclusión, el proyecto consta de las siguientes etapas:

### **+ Etapa N° 1: RELEVAMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En esta etapa se llevará a cabo la confección de los planos de la instalación, el relevamiento de las máquinas y equipos, y la disposición de las mismas para realizar el Lay-Out de la empresa. También se determinará la ubicación de los tableros eléctricos, y se recolectarán los datos sobre los consumos de las máquinas eléctricas y neumáticas.

### **+ Etapa N° 2: INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO**

Para diseñar la instalación de aire comprimido, se hará el tendido de las cañerías a los puntos de consumo y se calcularán los diámetros de las mismas. Luego, se verificará la capacidad del compresor para abastecer la instalación y se evaluará si es necesario conservar el actual o aumentarla. Finalmente se confeccionarán los planos de la instalación realizada.

### **+ Etapa N° 3: INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

A partir de los datos de consumo obtenidos en la Etapa n° 1, se calculará el diámetro de los conductores. Luego, se seleccionarán los equipos de protección y el tablero a instalar. Finalmente se confeccionarán los planos de la instalación realizada.

Etapa N° 4: SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Como última etapa a realizar, se desarrollará un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo. El mismo contendrá recomendaciones sobre las buenas prácticas a realizar, dependiendo de los riesgos que implica llevar a cabo las actividades para la manufacturación de equipos en acero inoxidable, tales como: riesgos mecánicos, riesgos eléctricos, incendio, iluminación, ruidos y vibraciones, entre otros. A su vez, se adjuntarán los cálculos para determinar la cantidad de extintores que deberán colocarse, y los planos con las ubicaciones recomendadas de los mismos. Finalmente, se calculará el ancho y número de salidas que permitirá evacuar los ocupantes de la empresa en caso de emergencia

Las descripciones sobre los procesos necesarios que se llevarán a cabo para el diseño y cálculo en cada una de las etapas, se irán detallando a lo largo de todo el proyecto.

Todos los planos confeccionados se encuentran en el ANEXO V.

Sin más connotaciones, a continuación se desarrollará los informes de la instalación de aire comprimido, eléctrica y sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

# INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO



## 1) ÍNDICE

1.1) MEMORIA DESCRIPTIVA.....	9
1.2) MEMORIA TÉCNICA .....	10
1.3) MEMORIA DE CÁLCULOS .....	15
1. CÁLCULO DE CAÑERÍAS .....	16
2. CÁLCULO DE SCHEDULE .....	24
3. VERIFICACIÓN DE CAÑERÍAS POR VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN .....	25
4. VERIFICACIÓN DE CAÑERÍAS POR CÓDIGO ASME .....	28
5. CÁLCULO DE TANQUE PULMÓN .....	30
6. CÁLCULO DE CONDENSADO PRODUCIDO EN LA INSTALACIÓN.....	33

### 1.1) **MEMORIA DESCRIPTIVA:**

En el presente informe realizado para el proyecto “*Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de aire comprimido, y desarrollo de sistema de gestión de seguridad y salud en planta industrial*”, se detallará el cálculo y diseño de la instalación de aire comprimido de la empresa “INDUSTRIA METALÚRGICA METILEO S.A”. En éste se indicará los cálculos y los planos confeccionados de la red de distribución de aire comprimido en función de los puntos de utilización de la empresa.

Para el tendido de la red de distribución se adoptará un sistema abierto/ramificado a cada uno de los puntos de utilización teniendo en cuenta de lograr un recorrido óptimo, a modo de reducir los costos y las pérdidas de cargas.

Se ubicará en el mismo sector de la planta un compresor a tornillo y un tanque pulmón, y desde allí saldremos con la cañería principal, es decir aquella que contiene la totalidad del caudal. A partir de ésta se distribuirán las cañerías secundarias y de servicios a los distintos puntos de consumos.

Se tendrá en consideración que las tomas de aire de servicio serán hechas desde la parte superior de las cañerías, a fin de evitar que los condensados puedan ser recogidos por estas y llevados a los equipos neumáticos afectando su funcionamiento.

El material seleccionado para todas las cañerías de la instalación es de Acero al Carbono ASTM A. 53 Gr A de Schedule 40.

Cada una de ellas será identificada de color celeste según la norma IRAM 2407 y transportadas por ménsulas en los recorridos próximo a las paredes.

## 1.2) MEMORIA TÉCNICA:

En primer lugar se hará el relevamiento del diseño de la instalación de aire comprimido partiendo de la segunda nave industrial de la planta, que es donde irá ubicado el compresor. El mismo estará a una distancia mínima de 0,6 [m] respecto la pared medianera, del lado exterior, y en una cabina protectora de modo tal que no se ponga en riesgo la integridad del personal por rotura o explosión del mismo.

De la posición en donde se encuentra el compresor saldrá la cañería principal hasta llegar al punto de bifurcación dando lugar a las cañerías secundarias utilizadas para abastecer los distintos puntos de consumos. En el Plano N° 3 del ANEXO V se indicará el detalle de la derivación de la cañería principal.

El primer tramo de cañería secundaria llegará hasta el sector A que corresponde a una prensa neumática. Luego, a partir de allí se dividirá en otro tramo que abastece el sector B compuesto por una soldadora de plasma.

El segundo tramo que deriva de la cañería principal alcanzará el sector C, ubicado en la nave industrial 1, para alimentar una soldadora de plasma de características similares que la anterior.

En el plano N° 2 del ANEXO V se mostrará la distribución general de las cañerías para abastecer cada puesto de trabajo de la planta.

Se tendrá en cuenta que el tendido de la red debe contar con un grado de inclinación del 0,3% en el sentido del flujo del aire y además de colocar en su extremo más bajo un ramal de bajada con purga a modo de evitar la acumulación de condensado en las cañerías. Los detalles de la cañería de extracción de condensado se encuentra en el plano N° 4 del ANEXO V

Una vez realizado el diseño de la red de aire, se pasará a la etapa de cálculo y proyección de la instalación partiendo del caudal requerido para abastecer los puntos de consumo de la planta, teniendo en consideración los coeficientes de utilización de las máquinas. Luego de esto, se calculará el caudal total de la planta a partir de la sumas de todos los caudales hallados anteriormente. Este resultado será afectado por el porcentaje seleccionado, a criterio, que contemple las pérdidas de fugas en el sistema, y también por el coeficiente de consumo del compresor seleccionado.

Los valores del caudal y presión de trabajo que requiere aportar el compresor, como también el diseño y capacidad del tanque pulmón que acompaña al mismo serán mostrados a continuación:

Caudal [ $\frac{Nm^3}{min}$ ]	P <sub>trabajo</sub> [ $\frac{Kg}{cm^2}$ ]
0,87	8

Tabla N° 1: Caudal y presión de trabajo requeridos por el compresor.

## Compresor estacionario Sullair ShopTek ST 710

Caudal de 1.01 m<sup>3</sup>/min.



Compresor de aire estacionario de una etapa de tipo rotativo a tornillo asimétrico Sullair modelo **ST 710** apto para servicio continuo, lubricado y enfriado por aceite a presión de 10 HP y 0.83 m<sup>3</sup>/min a 13kg/cm<sup>2</sup> de presión de trabajo. Sistema de regulación carga-descarga controlado por un microprocesador incluyendo la lectura de los parámetros operativos del equipo. Este **compresor de aire eléctrico** se caracteriza por tener un muy bajo nivel sonoro: 66 dB(A) a 1 m. Diseñado con acople por correas y rodamientos con vida útil extendida

### Ficha técnica

Caudal	1.01 m <sup>3</sup> /min
Motor	10 hp
Presión	10 kg/cm <sup>2</sup>
Largo	826 mm
Ancho	546 mm
Alto	938 mm
Peso	248 kg

Tabla N° 2: Especificaciones técnicas del compresor.



[www.kaeser.com](http://www.kaeser.com)

### Datos técnicos

Capacidad del Tanque	Presión máxima permitida	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	sí	—	1160	350	2 x G ½ detrás	37	—	—	—	—

Tabla N° 3: Especificaciones técnicas del tanque pulmón.

El tercer paso a realizar es la determinación del diámetro nominal de cada una de las cañerías en función del caudal requerido, de la presión de trabajo de las máquinas que abastece y de la caída de presión en el trayecto hacia ellas.

Los valores de caída de presión serán elegidos teniendo en consideración que la máxima caída de presión en todos los recorridos, es decir desde el compresor hasta el punto de abastecimiento, no debe superar el 3% de la presión de servicio del compresor.

También, en la selección de los diámetros nominales de cada tramo se deberá tener en cuenta las velocidades máximas permitidas de los caudales según el tipo de cañería que se trate, siendo estos:

Clase/Tipo de cañerías	Velocidad máxima permitida $\left[\frac{m}{s}\right]$
Principal	8
Secundaria	[10-15]
Servicio	[15-20]

Tabla N° 4: Velocidades admisibles por tipo de cañería.

En la siguiente tabla se indicará los diámetros nominales correspondientes a cada uno de los tramos de cañería con su longitud equivalente, es decir la longitud del tramo recto de cañería, más la longitud de los accesorios requeridos.

Línea	Tramo	Diámetro Nominal [pulg]	Longitud Equivalente [m]	Sh
Principal	C1	3/4	6,95	40
Secundaria	S1	1/2	11,32	40
Secundaria	S2	1/2	1,50	40
Secundaria	S3	1/2	18,78	40
Secundaria	S4	1/2	25,08	40
Servicio	S2-A	1/2	6,61	40
Servicio	S3-B	1/2	6,61	40
Servicio	S4-C	1/2	6,61	40

Tabla N° 5: Diámetros nominales de cañerías.

Para completar el cálculo y diseño de las cañerías se seleccionarán los accesorios necesarios para cada una de las cañerías.

Línea	Tramo	Accesorio	Cantidad	Material/Modelo	Observaciones
Principal	CP	Válvula Esférica	1	Bronce/Serie 150	Roscada
		Curva 90°	2	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		Reducción concéntrica 3/4" a 1/2"	1	ASTM 105-Gr I/Serie 150	Soldada
		Bridas "Slip On"	2	ASTM 105-Gr I/Serie 150	Soldada
Secundaria	S1	Válvula Esférica	1	Bronce/Serie 150	Roscada
		Curva 90°	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		"T" Derivación	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
	S2	"T" Derivación	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
	S3	Válvula Esférica	1	Bronce/Serie 150	Roscada
		Curva 90°	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		"T" Recta	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
	S4	Válvula Esférica	2	Bronce/Serie 150	Roscada
		Curva 90°	6	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		Bridas "Slip On"	1	ASTM 105-Gr I/Serie 150	Soldada
		Bridas "Ciega"	1	ASTM 105-Gr I/Serie 150	Bridada
		"T" Recta	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
Servicio	S2-A	Curva 90°	3	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		"T" Derivación	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		Valvula Esférica	1	Bronce/Serie 150	Roscada
		FRL	1	G 1/4-Modular 150	Roscada
	S3-B	Curva 90°	3	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		"T" Derivación	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		Válvula Esférica	1	Bronce/Serie 150	Roscada
		FRL	1	G 1/4-Modular 150	Roscada
	S4-C	Curva 90°	3	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		"T" Derivación	1	ASTM 105-Gr I/Serie 2000	Roscada
		Válvula Esférica	1	Bronce/Serie 150	Roscada
		FRL	1	G 1/4-Modular 150	Roscada

Tabla N° 6: Accesorias empleados por cañerías.

Finalizados los cálculos anteriores, para concluir con el diseño y cálculo de la instalación de aire, se procederá a seleccionar los elementos para el tratamiento del aire comprimido en las cañerías de servicio a fin de mantener el rendimiento y evitar el deterioro de las herramientas neumáticas. Ver los detalles de los elementos de las cañerías de servicio en el plano N° 5 del ANEXO V.

### **1.3) MEMORIA DE CÁLCULOS:**

En la presente memoria se detallará los procedimientos y cálculos necesarios para llevar a cabo la instalación de aire comprimido de la empresa. La misma incluye los siguientes cálculos:

1. Cálculo de cañerías.
  - a. Cálculo del caudal que circula por cañería.
  - b. Cálculo del diámetro nominal de cañería.
2. Cálculo de Schedule.
3. Verificación de cañerías por código ASME.
4. Verificación de cañerías por velocidad de circulación.
5. Cálculo de tanque pulmón.
6. Cálculo de condensado producido en la instalación.



## 1. CÁLCULO DE CAÑERÍAS:

### a) **Cálculo del caudal que circula por cañería.**

Como primer paso, para llevar a cabo la distribución de aire comprimido, se debe partir de los cálculos necesarios para el dimensionamiento de las cañerías. Para ello es necesario determinar los caudales que consumen cada una de las máquinas neumáticas, como también la presión de servicio de las mismas. Esto requiere trabajar con caudales de aire libre, por lo tanto se deberá recurrir a la conversión de aire comprimido, a una presión determinada, en volumen de aire libre en los casos necesarios.

#### ▪ Puesto de trabajo A

El puesto A corresponde a una prensa neumática, que trabaja el 50% del tiempo total de la jornada. Las especificaciones de la máquina se encuentran dentro del ANEXO I.

- $P = 8 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$
- Velocidad del vástago  $v = 32 \left[ \frac{\text{mm}}{\text{s}} \right]$
- Consumo de aire por ciclo  $c = 32 \text{ [l]}$
- Carrera  $r = 50 \text{ [mm]}$

En función de la velocidad del vástago y la carrera del cilindro en un ciclo, obtenemos el tiempo de carrera o golpe:

$$t = \left( \frac{100 \text{ mm}}{32 \text{ mm}} \right) 1 \text{ s} = 3,125 \text{ [s]}$$

Una vez calculado el tiempo de carrera en un ciclo, podemos expresar el consumo de aire por unidad de tiempo:

$$Q_A = \frac{32 \text{ Nl}}{3,125 \text{ s}} = 10,24 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,62 \left[ \text{N} \frac{\text{m}_3}{\text{min}} \right]$$

Puesto que la prensa trabaja solo el 50% del tiempo total, el consumo final de la misma es:

$$Q_A = 0,31 \left[ N \frac{m_3}{min} \right]$$

- Puesto de trabajo B

El puesto B corresponde a una soldadora de plasma, que trabaja tiempo completo de la jornada.

- $P = 8 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$

$$Q_B = 0,191 \left[ N \frac{m_3}{min} \right]$$

- Puesto de trabajo C

El puesto C corresponde a una soldadora plasma, de similares característica que la anterior, y que trabaja tiempo completo de la jornada.

- $P = 8 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$

$$Q_B = 0,191 \left[ N \frac{m_3}{min} \right]$$

En la siguiente tabla se mostrará los consumos reales y la presión de trabajo de cada puesto descrito anteriormente.

Se debe tener en cuenta que al consumo total de las máquinas, se le agrega entre un 5 a 10 % del valor computado para totalizar las pérdidas por fugas en el sistema. Luego, a este último se le debe sumar un porcentaje de consumo de aire para contemplar posibilidades de ampliación, que en este caso se considera del 5%.

Puesto	Cantidad	Descripción	P <sub>trabajo</sub> [ $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ]	Caudal [ $\frac{\text{Nm}^3}{\text{min}}$ ]
A	1	Prensa neumática	8	0,310
B	1	Soldadoras de plasma	8	0,191
C	1	Soldadoras de plasma	8	0,191
			<b>Total</b>	0,692
Pérdidas por fugas	-	7% del caudal total	-	0,740
Futura ampliación	-	5% del caudal total + pérdidas	-	0,777
			<b>Total</b>	<b>0,777</b>

Tabla N° 7: Caudales y presiones de trabajo por puesto.

Asumiendo una eficiencia del 90% para el compresor a seleccionar, la capacidad del mismo será:

$$Q_c = 1,11 \left( 0,777 \text{ N} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)$$

Luego el compresor a seleccionar deberá cumplir, como mínimo, las siguientes especificaciones:

$$Q_c = 0,87 \left[ \text{N} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$$

$$P = 8 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

A continuación se mostrará el modelo del compresor seleccionado con sus especificaciones técnicas.

## Compresor estacionario Sullair ShopTek ST 710

Caudal de 1.01 m<sup>3</sup>/min.



Compresor de aire estacionario de una etapa de tipo rotativo a tornillo asimétrico Sullair modelo ST 710 apto para servicio continuo, lubricado y enfriado por aceite a presión de 10 HP y 0.83 m<sup>3</sup>/min a 13kg/cm<sup>2</sup> de presión de trabajo. Sistema de regulación carga-descarga controlado por un microprocesador incluyendo la lectura de los parámetros operativos del equipo. Este compresor de aire eléctrico se caracteriza por tener un muy bajo nivel sonoro: 66 dB(A) a 1 m. Diseñado con acople por correas y rodamientos con vida útil extendida

### Ficha técnica

Caudal	1.01 m <sup>3</sup> /min
Motor	10 hp
Presión	10 kg/cm <sup>2</sup>
Largo	826 mm
Ancho	546 mm
Alto	938 mm
Peso	248 kg

Tabla N° 2: Especificaciones técnicas del compresor.

### b) Cálculo del diámetro nominal de cañería

Una vez obtenido el caudal del compresor y la presión de servicio, se deberá calcular el diámetro nominal de cada tramo de cañería. Para ello se debe tener en cuenta el caudal que circula en cada una de ellas, su presión de trabajo y un porcentaje de caída de presión que será seleccionado a criterio, teniendo en cuenta que la máxima caída de presión no debe superar el 3% de la presión de servicio del compresor.

Para realizar el dimensionamiento de las cañerías, utilizaremos el siguiente gráfico:

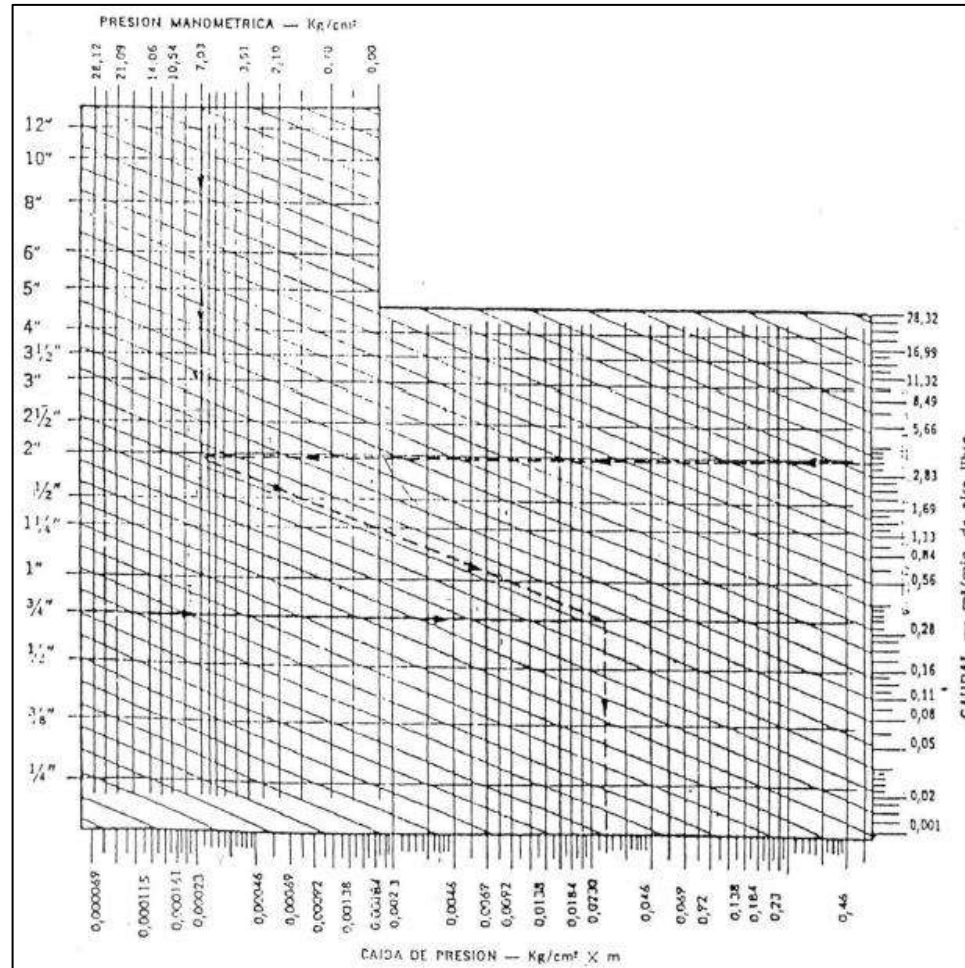


Gráfico N° 1: Diámetros nominales de cañerías.

El método de cálculo consiste en ingresar al gráfico con el caudal y la presión de servicio del tramo de cañería que estemos analizando. Luego, con esta intersección trazamos una línea diagonal que sea paralela a las del gráfico.

En función de la caída de presión elegida, dividida por la longitud del tramo, entramos a la tabla y trazamos una línea vertical. En donde se cruce esta línea, con la diagonal trazada anteriormente, nos dará el punto que corresponde al diámetro nominal de la cañería, según la línea horizontal que pase por dicho punto.

Este procedimiento se repite de igual forma para cada uno de los tramos de la instalación.

A continuación, se mostrarán los diámetros nominales calculados, para cada una de las cañerías:

Línea	Tramo	Longitud [m]	Caudal $\left[\frac{\text{N m}^3}{\text{min}}\right]$	Presión $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right]$	$\Delta P$ [%]	$\Delta P/L$ $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2\text{m}}\right]$	Diámetro Nominal [pulg]
Principal	C1	4,30	0,87	8	1	0,0186	1/2
Secundaria	S1	9,75	0,501	8	0,7	0,0057	1/2
Secundaria	S2	0,50	0,31	8	1	0,16	1/2
Secundaria	S3	18,00	0,191	8	1	0,0044	1/2
Secundaria	S4	21,65	0,369	8	1,7	0,0063	1/2
Servicio	S2-A	4,00	0,31	8	1	0,02	1/2
Servicio	S3-B	4,00	0,191	8	0,2	0,004	1/2
Servicio	S4-C	4,00	0,191	8	0,2	0,004	1/2

Tabla N° 8: Diámetros nominales de cañerías.

Luego de obtener los diámetros nominales de las cañerías, se debe agregar al cálculo, las pérdidas de cargas de los accesorios utilizados en cada tramo.

En la tabla siguiente se indicará las longitudes equivalentes de los accesorios utilizados en los tramos.

Línea	Tramo	Accesorios	Cantidad	Longitud Equivalente [m]	Longitud Equivalente Total [m]	Longitud total [m]
Principal	CP	Válvula Esférica	1	0,05	0,05	2,65
		Reducción 3/4" a 1/2"	1	1,56	1,56	
		Curva 90°	2	0,52	1,04	
Secundaria	S1	Válvula Esférica	1	0,05	0,05	1,57
		Curva 90°	1	0,52	0,52	
		"T" Derivación	1	1	1	
	S2	"T" Derivación	1	1	1	1
	S3	Válvula Esférica	1	0,05	0,05	0,78
		Curva 90°	1	0,52	0,52	
		"T" Recta	1	0,21	0,21	
	S4	Válvula Esférica	2	0,05	0,1	3,43
		Curva 90°	6	0,52	3,12	
		"T" Recta	1	0,21	0,21	
Servicio	S2-A	Curva 90°	3	0,52	1,56	2,61
		Válvula Esférica	1	0,05	0,05	
		"T" Derivación	1	1	1	
	S3-B	Curva 90°	3	0,52	1,56	2,61
		Válvula Esférica	1	0,05	0,05	
		"T" Derivación	1	1	1	
	S4-C	Curva 90°	3	0,52	1,56	2,61
		Válvula Esférica	1	0,05	0,05	
		"T" Derivación	1	1	1	

Tabla N° 9: Longitud equivalente y total de cada tramo.

Con la longitud total de las cañerías, repetimos el mismo método de cálculo detallado anteriormente para hallar el diámetro nominal de cada tramo.

Finalmente, los diámetros de las cañerías seleccionados se mostrarán a continuación:

Línea	Tramo	Longitud [m]	Caudal $\left[\frac{\text{N m}^3}{\text{min}}\right]$	Presión $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right]$	$\Delta P$ [%]	$\Delta P/L$ $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2\text{m}}\right]$	Diámetro Nominal [pulg]
Principal	C1	5,39	0,870	8	1,0	0,0148	1/2
Secundaria	S1	11,32	0,501	8	0,7	0,0049	1/2
Secundaria	S2	1,50	0,310	8	1,0	0,0533	1/2
Secundaria	S3	18,78	0,191	8	1,0	0,0043	1/2
Secundaria	S4	25,08	0,369	8	1,7	0,0054	1/2
Servicio	S2-A	6,61	0,310	8	1,0	0,0121	1/2
Servicio	S3-B	6,61	0,191	8	0,2	0,0024	1/2
Servicio	S4-C	6,61	0,191	8	0,2	0,0024	1/2

Tabla N° 10: Diámetros nominales de cañerías.



## 2. CÁLCULO DE SCHEDULE:

El siguiente paso para los cálculos del diseño de la instalación de aire, es determinar los espesores de las cañerías. Para lo cual, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Sh = 1000 \left( \frac{P_t}{\sigma_{adm}} \right) \quad (1)$$

Dónde:

- ✚  $P_t$  = presión de trabajo en  $\left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ .
- ✚  $\sigma_{adm}$  = tensión admisible del material a la temperatura de trabajo en  $\left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ .

Conociendo la presión de trabajo de la instalación, hallada en 1. a),  $8 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$  y la tensión admisible del acero al carbono ASTM A. 53 Gr A a 20 °C,  $860 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$ , utilizando la ecuación (1), obtenemos el valor de Schedule:

$$Sh = 9,31$$

El menor Schedule comercial para el acero ASTM A. 53 Gr A es de 40, por lo tanto:

$$Sh = 40$$

### 3. VERIFICACIÓN DE CAÑERÍAS POR VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN:

La instalación de aire comprimido, que se diseñará en la empresa INDUSTRIA METALURGICA METILEO S.A, incluye tres tipos de cañerías. Cada una de ellas tiene una velocidad de caudal máxima admisible. Las mismas son:

Clase/Tipo de cañerías	Velocidad máxima permitida $\left[\frac{m}{s}\right]$
Principal	8
Secundaria	[10-15]
Servicio	[15-20]

Tabla N° 4: Velocidades admisibles por tipo de cañería.

Como siguiente paso, se verificará las velocidades para cada tramo de cañería, según la sección de la cañería y el caudal que circula por ella, a partir de la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot A \quad (2)$$

Dónde

- ✚ Q = caudal de aire comprimido en  $\left[\frac{m^3}{min}\right]$ .
- ✚ V = velocidad de circulación dependiendo del tipo de cañería (Ver tabla 4) en  $\left[\frac{m}{s}\right]$
- ✚ A = sección de la cañería en  $[m^2]$ .

Sabiendo que los caudales hallados en 1. a), son caudales de aire libre, se deberá recurrir a la conversión de aire libre, en volumen de aire comprimido a una presión determinada. La misma se expresa como:

$$Q = \frac{Q_1}{\left(\frac{P + 1,033}{1,033}\right)} \quad (3)$$

Dónde:

- ✚  $Q_1$  = volumen de aire libre por unidad de tiempo en  $\left[N \frac{m^3}{min}\right]$ .
- ✚ Q = volumen aire comprimido por unidad de tiempo en  $\left[\frac{m^3}{min}\right]$ .
- ✚ P = presión del aire comprimido en  $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$ .

Con el fin de detallar de manera explícita los cálculos, se analizará la cañería principal de la instalación. Luego el procedimiento se repite para cada uno de los tramos.

A partir de la presión de trabajo  $8 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$ , y el caudal de aire libre  $0,870 \left[ \text{N} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$ , utilizando la expresión (3), obtenemos el caudal de aire comprimido que pasa por la cañería principal:

$$Q = 0,0967 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$$

Conociendo el espesor de la cañería y el diámetro nominal, hallamos la sección inferior del caño como:

$$A = \frac{\pi}{4} (\phi_{\text{ext}} - 2t)^2 \quad (4)$$

Dónde:

- ✚ A = sección interna de la cañería en  $[\text{m}^2]$ .
- ✚  $\phi_{\text{ext}}$  = diámetro nominal de la cañería en  $[\text{m}]$
- ✚ t = espesor de la cañería en  $[\text{m}]$ .

Para la cañería principal de  $\frac{1}{2}$ " , el diámetro exterior es de  $0,0213 \text{ [m]}$  y el espesor de la misma es  $0,00276 \text{ [m]}$ , utilizando la ecuación (4) obtenemos la sección de la cañería principal:

$$A = 0,000195 \text{ [m}^2\text{]}$$

Con este último valor y el caudal, hallamos la velocidad utilizando la expresión (2).

$$V = 8,24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A continuación se mostrará las velocidades calculadas para cada uno de los tramos de cañería:

Línea	Tramo	Diametro Exterior [mm]	Espesor [mm]	Diametro Interior [mm]	Area [m <sup>2</sup> ]	Caudal Libre $\left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{min}}\right]$	Presión $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right]$	Caudal Aire Comp $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}}\right]$	Velocidad $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$
Principal	C1	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,870	8	0,0967	8,24
Secundaria	S1	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,501	8	0,0557	4,74
Secundaria	S2	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,310	8	0,0344	2,94
Secundaria	S3	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,191	8	0,0212	1,81
Secundaria	S4	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,369	8	0,0410	3,49
Servicio	S2-A	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,310	8	0,0344	2,94
Servicio	S3-B	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,191	8	0,0212	1,81
Servicio	S4-C	21,3	2,76	15,78	0,0001956	0,191	8	0,0212	1,81

Tabla N° 11: Velocidades del caudal en cada tramo de cañería.

En función de la tabla 12 podemos apreciar que para la línea principal con el diámetro seleccionado en 1. b), la velocidad del caudal supera los límites máximos. Por lo tanto se deberá seleccionar el diámetro superior inmediato.

Finalmente el diámetro de la cañería principal es de  $\frac{3}{4}$ ".

Línea	Tramo	Diametro Exterior [mm]	Espesor [mm]	Diametro Interior [mm]	Area [m <sup>2</sup> ]	Caudal Libre $\left[\frac{\text{Nm}^3}{\text{min}}\right]$	Presión $\left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right]$	Caudal Aire Comp $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{min}}\right]$	Velocidad $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$
Principal	C1	26,7	2,87	20,96	0,000345	0,870	8	0,0967	4,67
Secundaria	S1	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,501	8	0,0557	4,74
Secundaria	S2	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,310	8	0,0344	2,94
Secundaria	S3	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,191	8	0,0212	1,81
Secundaria	S4	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,369	8	0,0410	3,49
Servicio	S2-A	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,310	8	0,0344	2,94
Servicio	S3-B	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,191	8	0,0212	1,81
Servicio	S4-C	21,3	2,76	15,78	0,000196	0,191	8	0,0212	1,81

Tabla N° 12: Velocidades del caudal en cada tramo de cañería.

#### 4. VERIFICACIÓN DE CAÑERÍAS POR CÓDIGO ASME:

Una vez calculado los diámetros de las cañerías, se deberá corroborar que los mismos sean capaces de soportar la presión de trabajo, a partir de la verificación según el código ASME para recipientes a presión. La fórmula de la presión del recipiente, se expresa de la siguiente forma:

$$P_t = \frac{2 \cdot \sigma_{adm} \cdot E \cdot (t_{min} - c)}{\phi_{ext} - 2 \cdot Y \cdot (t_{min} - c)} \quad (5)$$

Dónde:

- +  $P_t$  = presión de trabajo en  $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$ .
- +  $\sigma_{adm}$  = tensión admisible del material a la temperatura de trabajo en  $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$ .
- + E = eficiencia de la soldadura.
- +  $t_{min}$  = espesor mínimo del caño en [mm].
- + C = constante por corrosión en [mm].
- +  $\phi_{ext}$  = diámetro exterior de la cañería en [mm].
- + Y = constante debido a la temperatura, función del material y de la temperatura, cuyo valores se encuentran tabulados.

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

Tabla N° 13: Valores de la constante Y.

Despejando de la ecuación (5), el valor del espesor mínimo, obtenemos que el mismo se expresa de la siguiente manera:

$$t_{min} \geq \frac{P_t \phi_{ext} + 2c(\sigma_{adm} E + Y P_t)}{(2\sigma_{adm} E + 2Y P_t)} \quad (6)$$

Para la línea principal, utilizando la fórmula (6), y teniendo como datos los valores siguientes, obtenemos el espesor mínimo de la cañería.

- ✚  $P_t = 8 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$ .
- ✚  $\sigma_{\text{adm}} = 860 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$ .
- ✚  $E = 1$ , por ser caños sin costuras.
- ✚  $C = 1,65$  [mm], para caños menores a 3 ½”.
- ✚  $Y = 0,4$ , según la tabla N° 11 para materiales ferrosos y a 450 °C.
- ✚  $\phi_{\text{ext}} = 26,7$  [mm].

Luego el valor de  $t_{\text{min}}$  es:

$$t_{\text{min}} \geq 1,80 \text{ [mm]}$$

Repitiendo el mismo procedimiento para el resto de los tramos de cañería, teniendo como datos los valores expresados anteriormente, con la salvedad de que sus diámetros son de 21,6 [mm], obtenemos que el espesor mínimo es:

$$t_{\text{min}} \geq 1,45 \text{ [mm]}$$

El espesor comercial para un caño de acero ASTM A. 53 Gr A de Schedule 40 y de ¾” es de 2,87 [mm] y de 2,76 [mm] para un diámetro de ½”. Ambos valores superan el espesor mínimo calculado por código ASME, por lo tanto las cañerías soportarán una presión de trabajo de  $8 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$ .

## 5. CÁLCULO DE TANQUE PULMÓN:

Para el almacenamiento apropiado del aire comprimido, que permita que la presión sea constante, se diseñará el tanque pulmón que irá ubicado dentro de la segunda nave industrial.

Será necesario, para seleccionar el tanque, determinar los tiempos de operación del compresor. Luego, mediante la siguiente expresión se determinará el volumen del depósito o tanque.

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

Dónde:

- ✚  $V_D$  = volumen del depósito en  $[m^3]$ .
- ✚  $Q_C$  = capacidad del compresor en  $\left[N \frac{m^3}{min}\right]$ .
- ✚  $t'_0$  = tiempo de operación por hora en  $[min]$
- ✚  $t_0$  = tiempo de operación en  $[min]$ .

Como el compresor seleccionado (Ver pág. 10) es a tornillo, entonces este permite un máximo de 40 maniobras por hora, es decir para regulación de marcha y parada.

Por lo tanto el tiempo de operación por hora es:

$$t'_0 = \frac{60 \text{ min}}{40} = 1,5 \text{ [min]}.$$

Sin embargo, este último valor corresponde cuando la diferencia de presión entre arranque y parada del compresor es de  $\Delta P = 1$  [bar]. A partir de las especificaciones técnicas del compresor, podemos observar que la diferencia de presión entre arranque y parada del compresor es de  $\Delta P = 2$  [bar], ya que las mismas son de 8 [bar] y de 10 [bar] respectivamente. Esto equivale a duplicar el número de maniobras. Por lo tanto, el tiempo de operación por hora es:

$$t'_0 = \frac{60 \text{ min}}{80} = 0,75 \text{ [min]}.$$

El tiempo de operación se obtiene a partir del siguiente gráfico, en función del coeficiente de consumo del compresor que para las condiciones de trabajo dadas se consideró del 90% para una relación  $\frac{V_D}{Q_C} = 1$  y  $\Delta P = 1$  bar.

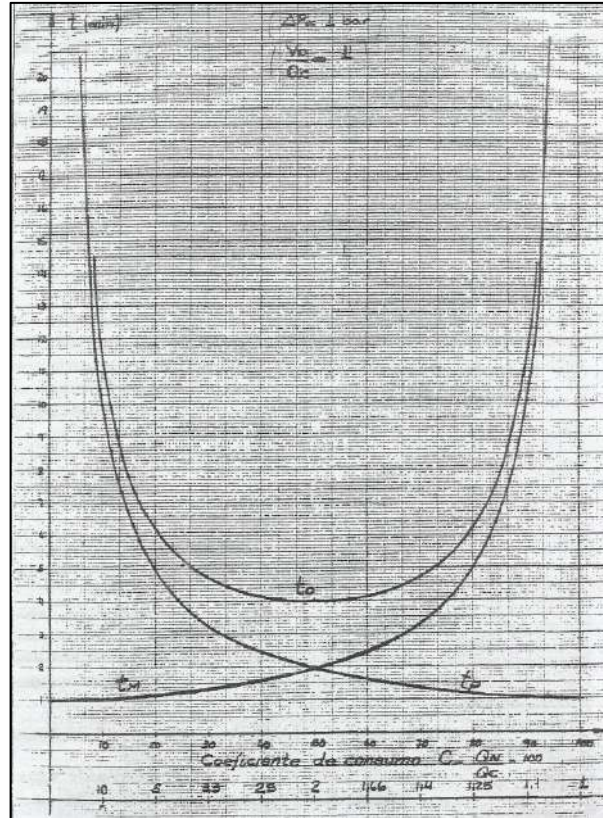


Gráfico N° 2: Tiempos de operación, marcha y parada del compresor.

Entrando al gráfico con el coeficiente de consumo del 90%, el tiempo de operación del compresor es:

$$t_o = 11 \text{ [min]}.$$

Utilizando la fórmula (7), para un compresor de  $1,01 \left[ \text{N} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$ , obtenemos el volumen del depósito:

$$V_D = 70 \text{ [l]}.$$

Finalmente, en función de este último valor seleccionamos el depósito.



[www.kaeser.com](http://www.kaeser.com)

### Datos técnicos

Capacidad del Tanque	Presión máxima permitida	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	sí	—	1160	350	2 x G ½ detrás	37	—	—	—	—

Tabla N° 3: Especificaciones técnicas del tanque pulmón.

El tanque de menor volumen comercial de la empresa KAESER, que se consigue es de 90 [l]. Por lo tanto, adoptamos este último para la instalación.

$$V_D = 90 \text{ [l]}.$$

## 6. CÁLCULO DE CONDENSADO PRODUCIDO EN LA INSTALACIÓN:

En la instalación de aire comprimido, el aire aspirado por el compresor, entra a la presión y temperatura del ambiente y con su consiguiente humedad relativa. Al ser éste comprimido a una presión de 10 [bar], se produce un calentamiento, al punto que toda su humedad pasará por el compresor al ser aspirado.

Este aire, ahora comprimido, al ir enfriándose en el depósito y cañerías de distribución hasta igualar la temperatura ambiente, condensará parte de su humedad en forma de gotas de agua.

Para determinar la cantidad de condensado que se produce en la instalación, se utilizará la siguiente expresión y el gráfico N° 3.

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

Dónde:

- ✚ C = condensado en  $\left[\frac{l}{h}\right]$ .
- ✚ G = caudal nominal aspirado por el compresor en  $\left[N \frac{m^3}{min}\right]$ .
- ✚  $\varphi$  = porcentaje de servicio en carga del compresor en [%].
- ✚  $X_{si}$  = humedad absoluta del aire aspirado en  $\left[\frac{gr}{kg}\right]$  de aire seco.
- ✚  $X_{sf}$  = humedad absoluta del aire comprimido en  $\left[\frac{gr}{kg}\right]$  de aire seco.

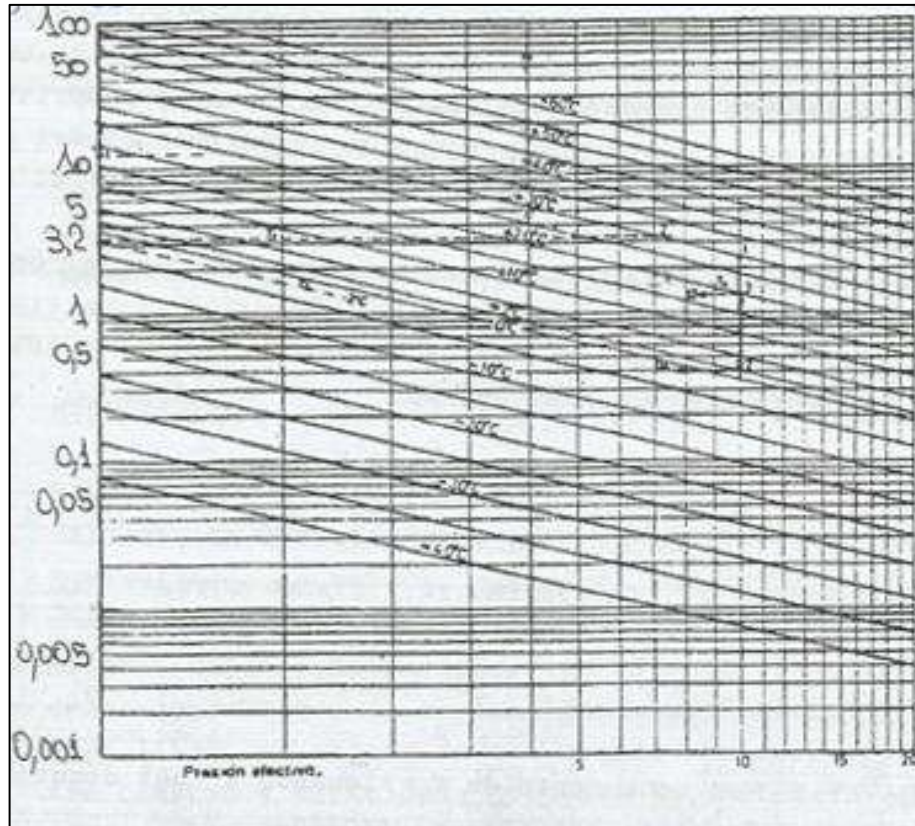


Gráfico N° 3: Humedad absoluta del aire.

Sabiendo que la temperatura ambiente del aire atmosférico es de 20° C y la presión del mismo es de 1 [bar], entramos al gráfico N° 3, a partir del cual, para estos valores podemos hallar que la humedad absoluta del aire aspirado es:

$$X_{si} = 15 \left[ \frac{\text{gr}}{\text{kg}} \right]$$

Como este valor corresponde para una humedad relativa del 100% y en los cálculos consideramos que la misma es del 80%, afectamos de manera proporcional el valor de la humedad absoluta del aire aspirado:

$$X_{si} = 12 \left[ \frac{\text{gr}}{\text{kg}} \right]$$

Repitiendo este procedimiento, para el aire ya comprimido, que se encuentra a una temperatura de 20° C y a una presión absoluta de 9 [bar], obtenemos que la humedad absoluta del aire comprimido es de:

$$X_{sf} = 2,3 \left[ \frac{\text{gr}}{\text{kg}} \right]$$

Finalmente, a partir de la expresión (8), con los valores calculados anteriormente, y conociendo el caudal del compresor  $1,01 \left[ \text{N} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right]$  y el porcentaje de servicio del mismo, 90%, hallamos el condensado que se producirá en la instalación:

$$C = 0,55 \left[ \frac{\text{l}}{\text{h}} \right]$$

Con lo cual, el volumen de agua que se produce en una jornada diaria de 8 h es:

$$C = 4,5 \text{ [l]}$$

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA

## 2) ÍNDICE

2.1) MEMORIA DESCRIPTIVA.....	38
2.2) MEMORIA TÉCNICA .....	40
2.3) MEMORIA DE CÁLCULOS .....	47
1. DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE DE PROYECTO .....	48
2. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR A PARTIR DE LA CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE.....	50
3. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES POR CAÍDA DE TENSION .....	55
4. SELECCIÓN DE LAS CORRIENTES ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	61
5. VERIFICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS POR SOBRECARGAS.....	64
6. VERIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS POR CORRIENTE MÍNIMA DE CORTOCIRCUITO.....	66
7. VERIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS POR MÁXIMA EXIGENCIA TÉRMICA.....	71
8. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS DE ACUERDO A LA ILUMINANCIA MEDIA .....	74

## 2.1) MEMORIA DESCRIPTIVA:

El objetivo del presente informe para el proyecto “Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de aire comprimido, y desarrollo de sistema de gestión de seguridad y salud en planta industrial” de la carrera INGENIERÍA INDUSTRIAL (plan 2010), es describir y calcular la instalación eléctrica de baja tensión en la Nave Industrial 2 de la empresa “INDUSTRIA METALÚRGICA METILEO S.A”.

El sector de la nave industrial de la planta consta de una superficie cubierta de 172 m<sup>2</sup>. En la misma se encuentra las maquinarias y herramientas que son utilizadas para realizar tareas de corte, prensado, mecanizado, pulido y soldado, en chapas de acero inoxidable. Entre ellas, a continuación, se mencionarán las que requieren de suministro eléctrico:

- Agujereadora de banco.
- Compresor.
- Fresadora.
- Piedras esmeril.
- Prensa neumática.
- Punzonadora-multifunción.
- Sierra automática.
- Soldadora de plasma.
- Taladro de pie.
- Torno.

Para llevar a cabo la instalación eléctrica se deberá definir el circuito seccional que distribuirá electricidad en baja tensión a todos los receptores del sector. Será necesario, previamente, el cálculo de los conductores para poder hacer la distribución de energía desde el tablero seccional a los tomacorrientes para la alimentación de las máquinas.

Posterior a estos últimos cálculos, se seleccionará los elementos de protección para la instalación.

Finalmente, el informe concluirá con el cálculo y distribución de las luminarias necesarias en el sector de acuerdo a la intensidad de iluminación media, que se exige en el Decreto 351/79.

Se utilizará como conductor para el circuito seccional y los terminales IRAM 2178, y para el circuito de iluminación interna IRAM 247-3. Los mismos serán de aislación de PVC, y estarán canalizados a través de bandejas portacables perforadas. Todos los

circuitos irán juntos en una sola bandeja, salvo el conductor del circuito seccional que irá canalizado en una bandeja independiente, y el circuito de iluminación que será canalizado a través de cañerías de acero semipesado. Las bajadas a cada uno de los puntos de utilización se harán a través de cañerías de acero semipesado.

Desde la placa colectora de puesta a tierra del tablero principal TP y hasta la placa colectora de cada uno de los tableros seccionales, la conexión se realizará mediante conductor Cobre IRAM 247-3, color verde amarillo de 25 [mm<sup>2</sup>] de sección.

Desde la placa colectora del Tablero Seccional 2, ubicado en el sector a tratar, partirá un conductor de Cobre IRAM 247-3, color verde amarillo de 6 [mm<sup>2</sup>] de sección que irá canalizado en la bandeja portacables junto al resto de los conductores, y desde el cual se harán las conexiones hasta cada uno de los puntos de utilización con las secciones correspondientes.

La instalación eléctrica de baja tensión a realizar será conforme a la “Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles”, vigente de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) 1913-2006.



## 2.2) MEMORIA TÉCNICA:

La instalación eléctrica del sector, comienza con el diseño de la distribución de energía. Desde el tablero principal (TP), ubicado en la recepción y alimentado por un transformador de 500 kVA, partirán tres circuitos seccionales (CS) que están ubicados en cada uno de los sectores de la empresa. En el plano N° 9 del ANEXO V se encuentra la distribución de los tableros.

Del circuito seccional que está ubicado en la segunda nave de la planta, partirán los circuitos terminales para el alumbrado y tomacorrientes de uso específico.

Para el dimensionamiento del circuito seccional del sector, se calculará la sección de los conductores que alimentarán las máquinas e iluminación. Con lo cual será necesario llevar a cabo el relevamiento de las mismas para obtener los datos sobre los consumos y características de funcionamiento. A continuación, se mostrará en la siguiente tabla los datos de las máquinas utilizadas en el sector:

Máquinas	Tensión de trabajo [V]	Potencia activa [kW]	Cantidad	Potencia activa total [kW]	Cos( $\varphi$ )
Agujereadora de banco	220	1,1	1	1,1	0,76
Compresor	380	7,5	1	7,5	0,82
Fresadora	220	1,5	1	1,5	0,77
Piedras esmeril	220	0,7	3	2,1	0,76
Prensa neumática	380	2,2	1	2,2	0,78
Punzonadora-multifunción	380	2,2	1	2,2	0,78
Sierra automática	380	3,7	1	3,7	0,79
Soldadora de plasma	380	11,2	1	11,2	1
Taladro de pie	220	0,6	1	0,6	0,75
Torno	380	7,5	1	7,5	0,82
Iluminación interior	220	0,4	6	2,4	1

Tabla N° 1: Datos de consumos y características de las máquinas.

A fines de realizar una distribución de energía óptima, se definirán los circuitos conforme a características similares de las máquinas, siendo en este caso para aquellas cuyo consumo de energía sean parecidos y bajas. Por lo tanto los circuitos terminales quedan definidos como:

N° Circuito	Circuitos Terminales
1	Taladro de pie Piedra esmeril
2	Agujereadora Piedra esmeril
3	Soldadora plasma
4	Torno
5	Fresadora Piedra esmeril
6	Prensa Punzonadora
7	Sierra automática
8	Compresor
9	Iluminación interior

Tabla N° 2: Circuitos terminales de la instalación.

Ver detalles de la distribución de los circuitos terminales de las máquinas en el plano N° 7 del ANEXO V.

Luego a partir de los datos anteriores con la potencia activa y el factor de potencia, se calculará la potencia total demandada de la instalación eléctrica.

N° Circuito	Circuitos Terminales	Potencia [VA]
1	Taladro de pie Piedra esmeril	1733,33
2	Agujereadora Piedra esmeril	2368,42
3	Soldadora plasma	11200,00
4	Torno	9146,34
5	Fresadora Piedra esmeril	2894,74
6	Prensa Punzonadora	5641,03
7	Sierra automática	4683,54
8	Compresor	9146,34
9	Iluminación interior	2400,00
<b>POTENCIA TOTAL DEMANDADA</b>		<b>49213,74</b>

Tabla N° 3: Potencia total demandada.

Paso seguido, se determinará la corriente que circula en cada uno de los circuitos terminales y en el seccional. Luego en función de esta corriente y la corriente admisible en los conductores, se hallará la sección de los mismos.

N° circuito	Circuitos	Potencia [VA]	Corriente [A]	Corriente Admisible [A]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Conductor [mm <sup>2</sup> ]
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	1733,33	7,88	10,94	4	2x4
2	Agujereadora Piedra esmerilada	2368,42	10,77	14,95	4	2x4
3	Soldadora plasma	11200,00	17,02	23,63	4	3x4
4	Torno	9146,34	13,90	19,30	4	4x4
5	Fresadora Piedra esmerilada	2894,74	13,16	18,27	4	2x4
6	Prensa Punzonadora	5641,03	8,57	11,90	4	3x4
7	Sierra automática	4683,54	7,12	9,88	4	4x4
8	Compresor	9146,34	13,90	19,30	4	3x4
9	Iluminación interior	2400,00	10,91	15,15	2,5	2x2,5
10	Circuito seccional 2	49213,74	55,41	55,41	25	3x25/16

Tabla N° 4: Secciones de los conductores.

A continuación, se seleccionará el tablero seccional que irá ubicado en la nave industrial 2. El mismo está determinado por el número de conductores que en él irán conectados. En la siguiente tabla se indicará el tablero seleccionado.

Tablero seccional 2	
Grado de protección mínimo:	IP65
Denominación	MINI PRAGMA REF.:13986
Corriente nominal:	55,41
Dimensiones:	54 módulos de 18 mm
Emplazamiento:	Embutido en pared
Ubicación:	Ver plano N° 9 ANEXO V
Elementos de maniobras:	Ver plano N° 6 ANEXO V

Tabla N° 5: Características del tablero seccional.

Se colocará, como medida de seguridad para la instalación y para el personal de la empresa, los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, y contra contactos directos e indirectos en el circuito seccional del sector tratado en la planta. Mientras que también, se colocará una protección contra sobrecargas y cortocircuitos en cada uno de los circuitos terminales, y en el tablero principal, cuyo valor de corriente nominal asignada dependerá de los consumos de los demás equipos de la empresa y de las ampliaciones que pretendan realizar a futuro.

N° Circuito	Circuitos	Conductor [mm <sup>2</sup> ]	Corriente I <sub>z</sub> [A]	Corriente [A]	Corriente nominal [A]	Capacidad de Ruptura [A]
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	2x4	25,20	7,88	16	4500/ IEC 60898
2	Agujereadora Piedra esmerilada	2x4	25,20	10,77	16	4500/ IEC 60898
3	Soldadora plasma	3x4	21,60	17,02	20	4500/ IEC 60898
4	Torno	4x4	21,60	13,90	16	4500/ IEC 60898
5	Fresadora Piedra esmerilada	2x4	25,20	13,16	16	4500/ IEC 60898
6	Prensa Punzonadora	3x4	21,60	8,57	16	4500/ IEC 60898
7	Sierra automática	4x4	21,60	7,12	16	4500/ IEC 60898
8	Compresor	3x4	21,60	13,90	20	4500/ IEC 60898
9	Iluminación interior	2x2,5	15,12	10,91	10	4500/ IEC 60898
-	Interruptor de cabecera	-	-	55,41	63	4500/ IEC 60898
CS1	Circuito Seccional 1	*	*	*	*	*
CS2	Circuito Seccional 2	3x25/16	88,00	55,41	63	6000/ IEC 60898
CS3	Circuito Seccional 3	*	*	*	*	*
-	Tablero Principal	*	*	*	*	*

**Nota: Todas la protecciones son de clase 3/ Curva C/ SCHNEIDER.  
(\* ) A definir a futuro.**

Tabla N° 6: Interruptores automáticos seleccionados.

En cuanto a la protección contra contactos directos e indirectos, se colocarán dos interruptores diferenciales dentro del tablero seccional. Uno que protegerá a los circuitos terminales monofásicos y otro que protegerá los demás circuitos trifásicos. Ver los detalles en el esquema unifilar del plano N° 6 en el ANEXO V.

System pro M compact				
N° Circuitos	N° polos	I $\Delta$ n [mA]	In [A]	Referencia
1	4	30	25	F204 AC-25/0,03
2				
5				
9				

Tabla N° 7: Interruptor diferencial para los circuitos monofásicos.

System pro M compact				
N° Circuitos	N° polos	I $\Delta$ n [mA]	In [A]	Referencia
3	4	30	63	F204 AC-63/0,03
4				
6				
7				
8				

Tabla N° 8: Interruptor diferencial para los circuitos trifásicos.

En cuanto a la iluminación de la nave industrial 2, se utilizará 6 luminarias para suministrar una intensidad luminosa media de 500 lux aproximadamente. En el plano N° 8 del ANEXO V se encuentran los detalles del diseño de la iluminación interior.

Las lámparas seleccionadas corresponden al modelo POLAR 2/400 W/HQI-E. En las siguientes gráficas se puede apreciar el modelo de luminaria y lámpara, y la curva de intensidad luminosa de la misma.



Tabla N° 9: Lámpara HQI-E.

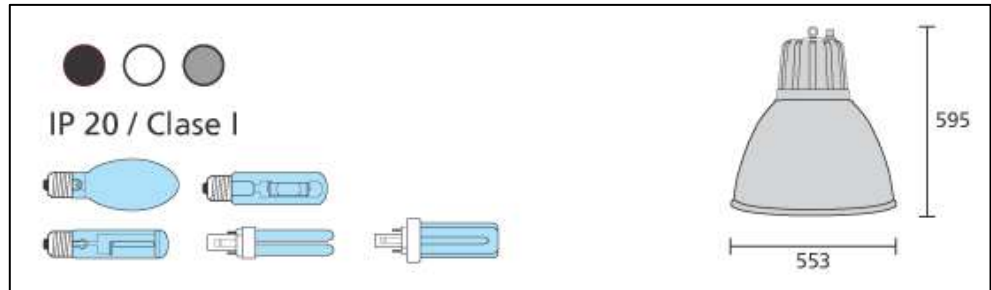


Tabla N° 10: Características de luminaria y de lámpara.

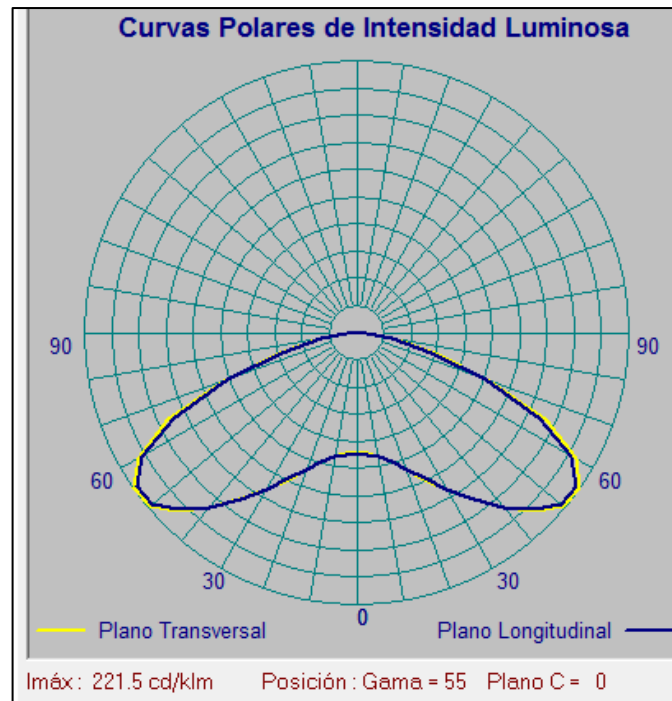


Tabla N° 11: Curvas de intensidad luminosa de luminaria POLAR 2/ 400 W.

### **2.3) MEMORIA DE CÁLCULOS:**

Para llevar a cabo la instalación eléctrica de la segunda nave industrial de la empresa, será necesario realizar los siguientes cálculos:

1. Determinación de la corriente de proyecto.
2. Selección del conductor a partir de su corriente máxima admisible.
3. Verificación de las caídas de tensión.
4. Selección de la corriente asignada de los dispositivos de protección.
5. Verificación de los interruptores automáticos por sobre carga.
6. Verificación de la actuación de los interruptores automáticos por corriente mínima de cortocircuito.
7. Verificación de la actuación de los interruptores automáticos por máxima exigencia térmica.
8. Determinación del número de luminarias de acuerdo a la iluminancia media.



## 1. DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE DE PROYECTO:

El cálculo de la corriente de proyecto inicia a partir de los datos y características de las máquinas y luminarias que serán alimentadas. Los mismos incluyen la tensión de alimentación, la potencia activa y el factor de potencia. Con estos dos últimos datos se calculará la potencia demandada en VA utilizando la siguiente expresión:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (1)$$

Dónde:

- ✚ S= Potencia demandada en [VA].
- ✚ P= Potencia activa en [W].
- ✚  $\cos \varphi$ = Factor de potencia.

Luego con este valor de potencia, y conociendo la tensión de alimentación de cada uno de los circuitos, hallamos la intensidad de corriente que circulará por los conductores.

Para los circuitos monofásicos, la intensidad de la corriente se calcula como:

$$I = \frac{S}{U} \quad (2)$$

Dónde:

- ✚ I= Intensidad de la corrientes en [A].
- ✚ S= Potencia demandada en [VA].
- ✚ U= Tensión de alimentación monofásica 220 [V].

De manera similar, se halla la intensidad de la corriente para los circuitos trifásicos como:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} \quad (3)$$

Dónde:

- ✚ I= Intensidad de la corrientes en [A].
- ✚ S= Potencia demandada en [VA].
- ✚ U= Tensión de alimentación trifásica 380 [V].

En la siguiente tabla, se podrá observar los valores de la corriente para los circuitos terminales y el circuito seccional.

N° Circuito	Circuitos	Potencia [VA]	Tensión de alimentación [V]	Corriente [A]	L1	L2	L3
1	Taladro de pie Piedra esmeril	1733,33	220	7,88	7,88		
2	Agujereadora Piedra esmeril	2368,42	220	10,77	10,77		
3	Soldadora plasma	11200,00	380	17,02	17,02	17,02	17,02
4	Torno	9146,34	380	13,90	13,9	13,9	13,9
5	Fresadora Piedra esmeril	2894,74	220	13,16			13,16
6	Prensa Punzonadora	5641,03	380	8,57	8,57	8,57	8,57
7	Sierra automática	4683,54	380	7,12	7,12	7,12	7,12
8	Compresor	9146,34	380	13,90	13,9	13,9	13,9
9	Iluminación interior	2400,00	220	10,91		10,91	
<b>TOTAL</b>					79,16	71,42	73,67
<b>Factor de simultaneidad</b>				0,7	55,41	49,99	51,57
10	Circuito Seccional 2	49213,74	380	-	55,41	49,99	51,57

Tabla N° 12: Valores de corrientes de cada circuito.

Una vez calculado los valores de corrientes para los circuitos terminales, distribuimos las mismas en las tres líneas, y hallamos el total de cada una de ellas. Luego afectamos estos últimos tres valores con el coeficiente de simultaneidad, cuyo valor es de 0,7.

Finalmente, hallamos la corriente de proyecto seleccionando el valor superior de las corrientes en las líneas.

$I_B$	55,41 [A]
-------	-----------

Tabla N° 13: Corriente de proyecto.

## 2. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR A PARTIR DE LA CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE:

A continuación, se determinará las secciones de los conductores de acuerdo a la corriente máxima admisible. Para ello, será necesario calcular la corriente admisible de los conductores en función de las corrientes halladas anteriormente, y de los factores de corrección por temperatura ambiente distinta de 40° C y por agrupamiento de circuitos en una misma bandeja. Para obtener este valor de corriente se utilizará la siguiente fórmula:

$$I_z = I_{adm} F_a F_T \quad (4)$$

Dónde:

- ✚  $I_z$  = Corriente máxima admisible en [A].
- ✚  $I_{adm}$  = Corriente admisible en [A].
- ✚  $F_a$  = Factor de corrección por agrupamiento dada por tabla.
- ✚  $F_T$  = Factor de corrección por temperatura dada por tabla.

Temperatura ambiente [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57				
XLPE / EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,1	1,05	1	0,96	0,9	0,84	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Tabla N° 14: Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40° C.

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares											Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	Una sola capa fijada debajo de elborraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engastada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
														Métodos E y F

Tabla N° 15: Factor de corrección por agrupamiento de conductores en aire y por cables en paralelo.

De la tabla 14 y 15 se adoptará para una temperatura de trabajo de 40° C un factor de corrección  $F_T=1$  y se considerará que todos los conductores de los circuitos terminales irán juntos en la misma bandeja, siendo  $F_a=0,72$ ; salvo el seccional que irá separado, con lo cual  $F_a=1$ .

La relación que existe entre la corriente máxima admisible y la corriente que circula por el conductor debe verificar que siempre la primera sea mayor, es decir:

$$I_z \geq I \quad (5)$$

Utilizando la expresión (4) y (5) despejamos el valor de  $I_{adm}$ . Luego en la tabla N° 16 de la Reglamentación de la AEA seleccionamos, para conductores IRAM 2178 canalizados en bandejas perforadas, la sección que corresponde a la intensidad de corriente admisible inmediata superior a la calculada.







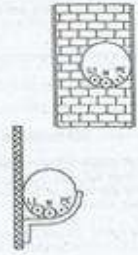
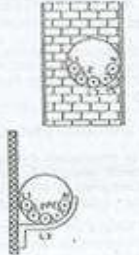
[ mm <sup>2</sup> ] Cobre	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico
	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 E	IRAM 2178 IRAM 62266 E
						
	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240
150	224	196	299	260	330	278
185	256	222	341	297	378	317
240	299	258	401	351	447	374
300	343	295	461	404	516	432

Tabla N° 16: Intensidad de corrientes admisibles para temperatura ambiente de 40° C

Realizamos el mismo procedimiento para cada uno de los circuitos de la instalación, teniendo en consideración que para el circuito de iluminación el conductor a utilizar es IRAM 247-3, cuyas secciones se encuentran en la tabla N° 17.

	Termoplástico	
	PVC / LS0H IRAM NM 247-3 / IRAM 62267 B52-2 B1	PVC / LS0H IRAM NM 247-3 / IRAM 62267 B52-4 B1
		
Cobre (mm <sup>2</sup> )	2x	3x
1,5	15	14
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	44
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180
120	234	208
150	261	228
185	297	258
240	348	301
300	398	343

En la tabla se deben considerar las siguientes referencias:  
2x = 2 conductores cargados + PE  
3x = 3 conductores cargados + N + PE (ver nota 3)

Tabla N° 17: Intensidad de corrientes admisibles para temperatura ambiente de 40° C

En la siguiente tabla se podrá observar las secciones halladas:

N° circuito	Circuitos	Potencia [VA]	Corriente [A]	Corriente Admisible [A]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Conductor [mm <sup>2</sup> ]
1	Taladro de pie Piedra esmeril	1733,33	7,88	10,94	4	2x4
2	Agujereadora Piedra esmeril	2368,42	10,77	14,95	4	2x4
3	Soldadora plasma	11200,00	17,02	23,63	4	3x4
4	Torno	9146,34	13,90	19,30	4	4x4
5	Fresadora Piedra esmeril	2894,74	13,16	18,27	4	2x4
6	Prensa Punzonadora	5641,03	8,57	11,90	4	3x4
7	Sierra automática	4683,54	7,12	9,88	4	4x4
8	Compresor	9146,34	13,90	19,30	4	3x4
9	Iluminación interior	2400,00	10,91	15,15	2,5	2x2,5
10	Circuito Seccional 2	49213,74	55,41	55,41	16	4x16

Tabla N° 4: Secciones de los conductores.

### 3. VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES POR CAÍDA DE TENSION:

La sección nominal de los conductores se debe verificar en función de la máxima caída de tensión admisible.

Para los circuitos seccionales y terminales, la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:

- a) Circuitos terminales de uso general o especial y específicos, para iluminación: 3%.
- b) Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5% en régimen.

No obstante los valores mencionados, en ningún caso la caída de tensión en los circuitos seccionales deberán exceder del 1%, por lo tanto el valor de la máxima caída de tensión en los circuitos terminales que no alimentan motores serán del 2%, y en los que alimentan motores serán del 4%, tomado a partir del tablero seccional correspondiente.

A los efectos de calcular las caídas tensión en cada circuito, utilizaremos la siguiente expresión:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (6)$$

Dónde:

- + k= Constante igual a 2 para sistemas monofásicos y bifásicos y  $\sqrt{3}$  para sistemas trifásicos.
- + I= Intensidad de la corriente de línea en [A].
- + L= Distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión en [m].
- + R= Resistencia eléctrica efectiva el conductor a la temperatura de servicio en  $\left[\frac{\Omega}{m}\right]$ .
- + X= Reactancia de los conductores en  $\left[\frac{\Omega}{m}\right]$ .
- +  $\varphi$ = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.
- +  $\cos \varphi$ = Factor de potencia.

Los valores de resistencias se hallan de las siguientes tablas para conductores IRAM 2178 e IRAM 247-3. Los valores de las resistencias para el conductor IRAM 247-3 están dados para una temperatura de 20° C, pero la máxima admisible para conductores con aislación de PVC que están en servicio continuo es de 70° C, con lo cual se tendrá que corregir el valor de la resistencia utilizando la siguiente expresión:



$$R_{70^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}}[1 + 0,00393(70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})] \quad (7)$$

Sección nominal <b>mm<sup>2</sup></b>	Diámetro del conductor <b>mm</b>	Espesor nominal de aislación <b>mm</b>	Espesor nominal de envoltura <b>mm</b>	Diámetro exterior aprox. <b>mm</b>	Masa aprox. <b>Kg/km</b>	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. <b>ohm/km</b>	Reactancia a 50 Hz. <b>ohm/km</b>
<b>Bipolares (almas de color marrón y negro)</b>							
1,5	1,5	0,8	1,8	9,9	132	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	10,8	165	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	12,7	234	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	13,7	293	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	15,6	410	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	18,5	632	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	24,0	1030	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	26,5	1310	0,663	0,0760

Sección nominal <b>mm<sup>2</sup></b>	Diámetro del conductor <b>mm</b>	Espesor nominal de aislación <b>mm</b>	Espesor nominal de envoltura <b>mm</b>	Diámetro exterior aprox. <b>mm</b>	Masa aprox. <b>kg/km</b>	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. <b>ohm/km</b>	Reactancia a 50 Hz. <b>ohm/km</b>
<b>Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)</b>							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,09995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	28,5	1630	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2075	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	30	2365	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3208	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3910	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4806	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	5956	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7729	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	54	9636	0,0730	0,0714

Sección nominal <b>mm<sup>2</sup></b>	Diámetro del conductor <b>mm</b>	Espesor nominal de aislación <b>mm</b>	Espesor nominal de envoltura <b>mm</b>	Diámetro exterior aprox. <b>mm</b>	Masa aprox. <b>kg/km</b>	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. <b>ohm/km</b>	Reactancia a 50 Hz. <b>ohm/km</b>
Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)							
1,5	1,5	0,8	1,8	11	180	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12	233	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	337	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	433	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	627	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	992	1,45	0,0813
25/16	-	1,2/1,0	1,8	27	1430	0,933	0,0780
35/16	-	1,2/1,0	1,8	29	1780	0,663	0,0760
50/25	-	1,4/1,2	1,9	31	2355	0,464	0,0777
70/35	-	1,4/1,2	2,0	31	2742	0,321	0,0736
95/50	-	1,6/1,4	2,2	35	3736	0,232	0,0733
120/70	-	1,6/1,4	2,3	39	4643	0,184	0,0729
150/70	-	1,8/1,4	2,4	42	5546	0,150	0,0720
185/95	-	2,0/1,6	2,6	47	6969	0,121	0,0720
240/120	-	2,2/1,6	2,8	53	8973	0,0911	0,0716
300/150	-	2,4/1,8	3,0	59	11154	0,0730	0,0714

Tabla N° 18: Valores máximos de resistencia para conductores IRAM 2178.



Sección nominal <b>mm<sup>2</sup></b>	Diámetro máx. de alambres del conductor <b>mm</b>	Espesor de aislación nominal <b>mm</b>	Diámetro exterior aprox. <b>mm</b>	Masa aprox. <b>kg/km</b>	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4) <b>V/A km</b>	Resist. Eléctrica máxima a 20°C y c.c. <b>ohm/km</b>
					 (1) <b>A</b>	 (2) <b>A</b>		
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
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	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

Tabla N° 19: Valores máximos de resistencia para conductores IRAM 247-3.

A fin de mostrar el procedimiento, se tomará como ejemplo el cálculo de caída de tensión para el circuito N° 1. Los demás circuitos se realizan de manera similar.

De la tabla 4 podemos observar que la sección del conductor del circuito N° 1 es de 4 [mm<sup>2</sup>], entrando a la tabla N° 18 para esa sección obtenemos que el valor de la resistencia del conductor a 70° C es de 5,92  $\left[\frac{\Omega}{\text{km}}\right]$  ó 0,00592  $\left[\frac{\Omega}{\text{m}}\right]$ .

Luego, teniendo como datos la distancia entre la ubicación del tomacorriente del circuito N° 1 y del tablero seccional, el valor de la corriente calculado en la tabla N° 12 y el factor de potencia del cuadro seccional, utilizando la expresión (6) obtenemos el valor de la caída de tensión.

$$\Delta U = 0,919 \text{ V}$$

A los efectos de reducir la complejidad en los cálculos y debido a la baja influencia que presentan en los mismos los valores de las reactancias, las mismas serán despreciadas en todos los cálculos.

Como se trata de un circuito terminal que alimenta un motor, la máxima caída de tensión es del 4% de la tensión de alimentación, es decir:

$$\Delta U = 220 \cdot (0,04) = 8,8 \text{ V}$$

Finalmente, podemos observar que el valor de caída de tensión calculada se encuentra por debajo del valor admisible. En este caso el valor de la sección es aceptable.

En la siguiente tabla se mostrará los valores de las caídas de tensión para cada uno de los circuitos.

N° circuito	Circuitos	Corriente [A]	Longitud [m]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	R a 70°C [ $\frac{\Omega}{m}$ ]	cos( $\varphi$ )	$\Delta U$ [V]	$\Delta U$ admisible [V]
1	Taladro de pie Piedra esmeril	7,88	11,45	4	0,00592	0,86	0,919	8,8
2	Agujereadora Piedra esmeril	10,77	17,95	4	0,00592	0,86	1,968	8,8
3	Soldadora plasma	17,02	23,15	4	0,00592	0,86	3,474	15,2
4	Torno	13,90	21,45	4	0,00592	0,86	2,629	15,2
5	Fresadora Piedra esmeril	13,16	13,25	4	0,00592	0,86	1,775	8,8
6	Prensa Punzonadora	8,57	11,25	4	0,00592	0,86	0,850	15,2
7	Sierra automática	7,12	6,75	4	0,00592	0,86	0,424	15,2
8	Compresor	13,90	1,7	4	0,00592	0,86	0,208	15,2
9	Iluminación interior	10,91	16,672	2,5	0,00955	0,86	2,988	4,4
10	Circuito Seccional 2	55,41	36,42	16	0,00145	0,86	4,359	3,8

Tabla N° 20: Caídas de tensión.

Como se podrá observar, todos los circuitos verifican la caída de tensión admisible, salvo el circuito seccional. En este caso, resulta conveniente cambiar la sección del conductor pasando al inmediato superior.

N° circuito	Circuitos	Corriente [A]	Longitud [m]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	R a 70°C [ $\frac{\Omega}{m}$ ]	cos( $\varphi$ )	$\Delta U$ [V]	$\Delta U$ admisible [V]
1	Taladro de pie Piedra esmeril	7,88	11,45	4	0,00592	0,86	0,919	8,8
2	Agujereadora Piedra esmeril	10,77	17,95	4	0,00592	0,86	1,968	8,8
3	Soldadora plasma	17,02	23,15	4	0,00592	0,86	3,474	15,2
4	Torno	13,90	21,45	4	0,00592	0,86	2,629	15,2
5	Fresadora Piedra esmeril	13,16	13,25	4	0,00592	0,86	1,775	8,8
6	Prensa Punzonadora	8,57	11,25	4	0,00592	0,86	0,850	15,2
7	Sierra automática	7,12	6,75	4	0,00592	0,86	0,424	15,2
8	Compresor	13,90	1,7	4	0,00592	0,86	0,208	15,2
9	Iluminación interior	10,91	16,672	2,5	0,00955	0,86	2,988	4,4
10	Circuito Seccional 2	55,41	36,42	25	0,00093	0,86	2,805	3,8

Tabla N° 20: Caídas de tensión.

Finalmente las caídas de tensión de todos los circuitos, con la nueva sección calculada, verifican los valores admisibles. Por lo tanto los valores de las secciones son aceptables.

4. SELECCIÓN DE LAS CORRIENTES ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN:

Los dispositivos para la protección de circuitos terminales y seccionales a utilizar son los interruptores automáticos. Para ellos la corriente asignada  $I_n$  debe verificar la siguiente condición:

$$I \leq I_n \leq I_z \quad (8)$$

A continuación, en la tabla 6 se mostrará los valores de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección.

N° Circuito	Circuitos	Conductor [mm <sup>2</sup> ]	Corriente I <sub>z</sub> [A]	Corriente [A]	Corriente nominal [A]	Capacidad de Ruptura [A]
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	2x4	25,20	7,88	16	4500/ IEC 60898
2	Agujereadora Piedra esmerilada	2x4	25,20	10,77	16	4500/ IEC 60898
3	Soldadora plasma	3x4	21,60	17,02	20	4500/ IEC 60898
4	Torno	4x4	21,60	13,90	16	4500/ IEC 60898
5	Fresadora Piedra esmerilada	2x4	25,20	13,16	16	4500/ IEC 60898
6	Prensa Punzonadora	3x4	21,60	8,57	16	4500/ IEC 60898
7	Sierra automática	4x4	21,60	7,12	16	4500/ IEC 60898
8	Compresor	3x4	21,60	13,90	20	4500/ IEC 60898
9	Iluminación interior	2x2,5	15,12	10,91	10	4500/ IEC 60898
-	Interruptor de cabecera	-	-	55,41	63	4500/ IEC 60898
CS1	Circuito Seccional 1	*	*	*	*	*
CS2	Circuito Seccional 2	3x25/16	88,00	55,41	63	6000/ IEC 60898
CS3	Circuito Seccional 3	*	*	*	*	*
-	Tablero Principal	*	*	*	*	*

**Nota: Todas la protecciones son de clase 3/ Curva C/ SCHNEIDER.  
(\* ) A definir a futuro.**

Tabla N° 6: Interruptores automáticos seleccionados.

En cuanto a la protección contra contactos directos e indirectos, se colocará dos interruptores diferenciales. Uno de ellos abarca los circuitos monofásicos y otro a los circuitos trifásicos, cuyos valores de corriente asignada debe superar la máxima corriente de todos los circuitos que cada uno involucra. En la siguiente tabla se indicará la corriente asignada a cada disyuntor y su referencia.

System pro M compact				
N° Circuitos	N° polos	$I\Delta n$ [mA]	$I_n$ [A]	Referencia
1	4	30	25	F204 AC-25/0,03
2				
5				
9				

Tabla N° 7: Interruptor diferencial para los circuitos monofásicos.

System pro M compact				
N° Circuitos	N° polos	$I\Delta n$ [mA]	$I_n$ [A]	Referencia
3	4	30	63	F204 AC-63/0,03
4				
6				
7				
8				

Tabla N° 8: Interruptor diferencial para los circuitos trifásicos.



## 5. VERIFICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS POR SOBRECARGAS:

Conforme a la norma IEC 60898 la intensidad de corriente de disparo  $I_2$  de los interruptores automáticos cumplen con:

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

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

Para verificar la actuación de la protección contra sobrecargas, emplearemos la siguiente expresión:

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (9)$$

Dónde:

- ✚  $I_2$  = Corriente de disparo del interruptor automático en [A].
- ✚  $I_z$  = Corriente máxima admisible en [A].

Siempre y cuando la corriente de disparo cumpla con la expresión (9) el interruptor automático actuará frente a sobrecargas. En la siguiente tabla se podrá apreciar que para cada uno de los dispositivos instalados verifica con la condición anterior.

N° Circuito	Circuitos	Corriente $I_z$ [A]	Corriente nominal [A]	$I_2$ [A]	$1,45 I_z$ [A]
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	25,20	16	23,2	36,54
2	Agujereadora Piedra esmerilada	25,20	16	23,2	36,54
3	Soldadora plasma	21,60	20	29,0	31,32
4	Torno	21,60	16	23,2	31,32
5	Fresadora Piedra esmerilada	25,20	16	23,2	36,54
6	Prensa Punzonadora	21,60	16	23,2	31,32
7	Sierra automática	21,60	16	23,2	31,32
8	Compresor	21,60	20	29,0	31,32
9	Iluminación interior	15,12	10	14,5	21,92
10	Circuito seccional 2	88,00	63	91,4	127,60

Tabla N° 21: Corrientes de disparo y admisibles de cada circuito.

## 6. VERIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS POR CORRIENTE MÍNIMA DE CORTOCIRCUITO:

Los circuitos seccionales y terminales serán verificados frente a las corrientes de cortocircuito mínimas, de manera de comprobar que la corriente de cortocircuito sea suficiente para que el dispositivo de protección desconecte en forma instantánea.

Para hallar la corriente de cortocircuito, se empleará la siguiente fórmula:

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3}Z_k} = \frac{cU_n}{\sqrt{3}\sqrt{R_k^2 + X_k^2}} \quad (10)$$

Dónde:

- ✚ c= Factor de tensión 1,05 aguas abajo del Transformador, y 1 aguas abajo del TP.
- ✚  $U_n$ = Tensión nominal del sistema en el punto de defecto en [V].
- ✚  $Z_k$ = Impedancia de cortocircuito en [ $\Omega$ ].

El cálculo comienza con la determinación de la impedancia del transformador, y de la resistencia y reactancia del mismo. Estas se obtienen a partir de las siguientes fórmulas:

$$Z_T = \frac{u_{krT}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} \quad (11)$$

Dónde:

- ✚  $Z_T$ = Impedancia del transformador en [ $\Omega$ ].
- ✚  $u_{krT}$ = Tensión de cortocircuito asignada 4 %.
- ✚  $U_{rT}$ = Tensión de línea asignada lado baja tensión 400 [V].
- ✚  $S_{rT}$ = Potencia asignada 500 [kVA].

$$R_T = \frac{P_{krT} \cdot U_{rT}^2}{S_{rT}^2} \quad (12)$$

Dónde:

- ✚  $R_T$ = Resistencia del transformador en [ $\Omega$ ].
- ✚  $P_{krT}$ = Potencia de pérdidas 6 [kW].
- ✚  $U_{rT}$ = Tensión de línea asignada lado baja tensión 400 [V].
- ✚  $S_{rT}$ = Potencia asignada 500 [kVA].

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (13)$$

Dónde:

- ✚  $X_T$  = Reactancia del transformador en  $[\Omega]$ .
- ✚  $R_T$  = Resistencia del transformador en  $[\Omega]$ .
- ✚  $Z_T$  = Impedancia del transformador en  $[\Omega]$ .

Con los datos de las potencias y tensiones mencionadas anteriormente, utilizando las expresiones (11), (12) y (13), obtenemos la impedancia, resistencia y reactancia del transformador:

$$Z_T = 0,01280 \Omega$$

$$R_T = 0,00384 \Omega$$

$$X_T = 0,01279 \Omega$$

Luego, utilizando la fórmula (10), el valor de la corriente de cortocircuito a la salida de los bornes del transformador será de:

$$I''_{kT} = 17997 \text{ A}$$

Teniendo como datos, a partir de la tabla N° 22, los valores de las resistencias y reactancias de los conductores del transformador y del circuito seccional, y las longitudes de los tramos, podemos obtener los valores de resistencia y reactancia.

Conductor	Resistencia $\left[\frac{\Omega}{m}\right]$	Reactancia $\left[\frac{\Omega}{m}\right]$	Longitud [km]	Resistencia [ $\Omega$ ]	Reactancia [ $\Omega$ ]
Al 95 mm <sup>2</sup>	0,372	0,089	0,05	0,0186	0,00445
Cu 70 mm <sup>2</sup>	0,322	0,075	0,038	0,012236	0,00285
Cu 25 mm <sup>2</sup>	0,902	0,083	0,038	0,034276	0,003154

Tabla N° 22: Resistencias y reactancias de conductores.

Estos valores irán acumulados a los calculados anteriormente, a fin de poder hallar la impedancia en los bornes de salida del tablero principal.

	Resistencia [Ω]	Reactancia [Ω]	Impedancia [Ω]
	0,00384	0,01279	0,0128
	0,01860	0,00445	-
	0,01224	0,00285	-
<b>Total</b>	0,03468	0,02009	0,04008

Tabla N° 23: Impedancia a la salida del tablero principal.

Utilizando nuevamente la fórmula (10) y el último valor de impedancia, obtenemos la corriente de cortocircuito a la salida del tablero principal

$$I''_{kTP} = 5479 \text{ A}$$

Repetimos el mismo procedimiento para hallar la corriente de cortocircuito al tablero seccional. Con los datos de los valores de resistencia y reactancia del conductor del circuito seccional, obtenemos los valores de las resistencias y reactancias acumuladas hasta ese punto, y con estos últimos hallamos la impedancia y la intensidad de la corriente de cortocircuito  $I''_{kTS}$ .

	Resistencia [Ω]	Reactancia [Ω]	Impedancia [Ω]
	0,00384	0,01279	0,0128
	0,01860	0,00445	-
	0,01224	0,00285	-
	0,03428	0,00315	-
<b>Total</b>	0,06895	0,02324	0,07276

Tabla N° 24: Impedancia a los bornes de salida del tablero seccional.

$$I''_{kTS} = 3017 \text{ A}$$

De los últimos valores de corriente, podemos observar que los interruptores automáticos del tablero principal y seccional deben tener un poder de corte superior a los calculados, es decir:

$$I''_{kTP} = 5479 \text{ A} \leq 6000 \text{ A} = IC$$

$$I''_{kTS} = 3017 \text{ A} \leq 4500 \text{ A} = IC$$

De la tabla 6 observamos que la curva de disparo de los dispositivos seleccionados es del tipo C, con lo cual la corriente de cortocircuito mínima para que produzca el disparo por cortocircuito es 10 veces la corriente nominal. Siempre y cuando la corriente de

cortocircuito calculada anteriormente supere este último valor, el dispositivo verifica su actuación frente a la corriente de cortocircuito mínima, es decir:

$$I_n \times 10 \leq I''_k$$

Las protecciones empleadas del tablero principal y seccional son de 63 A, por lo tanto:

$$630 \leq 5479 = I''_{kTP}$$

$$630 \leq 3017 = I''_{kTS}$$

Finalmente, las protecciones verifican su actuación por corriente de cortocircuito mínima. Repetimos el mismo procedimiento para los demás circuitos terminales, en donde a los valores de las resistencias y reaktancias de cada conductor se le suman los valores totales acumulados al tablero seccional:

N° circuito	Circuito	Longitud [m]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Rct $\left[ \frac{\Omega}{\text{km}} \right]$	Xct $\left[ \frac{\Omega}{\text{km}} \right]$	Rct [Ω]	Xct [Ω]	Rts [Ω]	Xts [Ω]	Rtotal [Ω]	Xtotal [Ω]	Z [Ω]	I <sub>cc</sub> [A]	IC [A]
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	11,45	4	5,92	0,0991	0,0678	0,0011	0,06895	0,02324	0,1367	0,0244	0,1389	1584	4500
2	Agujereadora Piedra esmerilada	17,95	4	5,92	0,0991	0,1063	0,0018	0,06895	0,02324	0,1752	0,0250	0,1770	1243	4500
3	Soldadora plasma	23,15	4	5,92	0,0991	0,1370	0,0023	0,06895	0,02324	0,2060	0,0255	0,2076	1057	4500
4	Torno	21,45	4	5,92	0,0991	0,1270	0,0021	0,06895	0,02324	0,1959	0,0254	0,1976	1110	4500
5	Fresadora Piedra esmerilada	13,25	4	5,92	0,0991	0,0784	0,0013	0,06895	0,02324	0,1474	0,0246	0,1494	1472	4500
6	Prensa Punzonadora	11,25	4	5,92	0,0991	0,0666	0,0011	0,06895	0,02324	0,1356	0,0244	0,1377	1593	4500
7	Sierra automática	6,75	4	5,92	0,0991	0,0400	0,0007	0,06895	0,02324	0,1089	0,0239	0,1115	1968	4500
8	Compresor	1,7	4	5,92	0,0991	0,0101	0,0002	0,06895	0,02324	0,0790	0,0234	0,0824	2662	4500
9	Iluminación interior	16,672	2,5	9,55	0,09995	0,1592	0,0017	0,06895	0,02324	0,2282	0,0249	0,2295	958	4500

Tabla N° 25: Corrientes de cortocircuitos de cada circuito.

N° circuito	Circuitos	In [A]	Icc mín [A]	Icc [A]
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	16	160	1584,43
2	Agujereadora Piedra esmerilada	16	160	1243,29
3	Soldadora plasma	20	200	1057,15
4	Torno	16	160	1110,69
5	Fresadora Piedra esmerilada	16	160	1472,74
6	Prensa Punzonadora	16	160	1593,47
7	Sierra automática	16	160	1968,22
8	Compresor	20	200	2663,25
9	Iluminación interior	10	100	958,69
-	Interruptor Cabecera (TS2)	63	630	3017,00
-	Circuito seccional 2	63	630	5479,00

Tabla N° 26: Corriente de cortocircuito mínima.

Como se puede apreciar en la tabla N° 26 todos los interruptores automáticos seleccionados verifican por corriente de cortocircuito mínima.

## 7. VERIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS POR MÁXIMA EXIGENCIA TÉRMICA:

Para garantizar la protección de los conductores, sean de circuitos seccionales o terminales, se deberá cumplir alguna de las siguientes condiciones, dadas en función del elemento de protección seleccionado. Tratándose en este caso de dispositivos de protección que presentan características de limitación de la corriente de cortocircuito, la protección de los conductores queda asegurada si se cumple la siguiente expresión:

$$k^2 S^2 \geq I^2 t \quad (14)$$

Dónde:

- + k= Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo.
- + S= Sección nominal de los conductores en [mm<sup>2</sup>].
- + I<sup>2</sup>t= Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección.

Los valores de k, se obtienen de la siguiente tabla:

Aislación de los conductores		k				Mineral	
		PVC ≤ 300 mm <sup>2</sup>	PVC > 300 mm <sup>2</sup>	EPR / XLPE	Goma 60 °C	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 <sup>a</sup>
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

<sup>a</sup> Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Tabla N° 27: Valores de k para conductores de línea

Para conductores de cobre con aislación de PVC, el valor de k=115

Luego, de la tabla N° 28 se halla los valores de I<sup>2</sup>t dependiendo de la corriente nominal, de la clase y del poder de corte asignado de los interruptores automáticos utilizados.



Tabla 771-H.IX - Para pequeños interruptores automáticos de hasta 16 A					
Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	Clase 1	Clase 2		Clase 3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A <sup>2</sup> s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A <sup>2</sup> s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A <sup>2</sup> s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite especificado	31 000	37 000	15 000	18 000
4500		60 000	75 000	25 000	30 000
6000		100 000	120 000	35 000	42 000
10000		240 000	290 000	70 000	84 000

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de 16 A < I <sub>n</sub> ≤ 32 A					
Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A <sup>2</sup> s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A <sup>2</sup> s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A <sup>2</sup> s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite Especificado	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

Tabla N° 28: Valores de máxima energía pasante en interruptores automáticos según normas IEC 60898.

En la siguiente tabla se podrá observar los valores del coeficiente k y de I<sup>2</sup>t para cada circuito

N° Circuito	Circuitos	Corriente nominal [A]	Sección [mm <sup>2</sup> ]	K	I <sup>2</sup> t [A <sup>2</sup> s]	S <sup>2</sup> K <sup>2</sup>
1	Taladro de pie Piedra esmerilada	16	4	115	30000	211600
2	Agujereadora Piedra esmerilada	16	4	115	30000	211600
3	Soldadora plasma	20	4	115	30000	211600
4	Torno	16	4	115	30000	211600
5	Fresadora Piedra esmerilada	16	4	115	30000	211600
6	Prensa Punzonadora	16	4	115	30000	211600
7	Sierra automática	16	4	115	30000	211600
8	Compresor	20	4	115	30000	211600
9	Iluminación interior	10	2,5	115	30000	82656,25
10	Circuito Seccional 2	63	25	115	55000	8265625

Tabla N° 29: Valores de k y de energía pasante de cada circuito.

De las dos últimas columnas, podemos afirmar que se cumple la expresión (14), por lo tanto se verifica la actuación de la protección por máxima exigencia térmica.

8. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS DE ACUERDO A LA ILUMINANCIA MEDIA:

Para llevar a cabo el diseño de iluminación en la nave industrial 2, se partirá con el cálculo del número de luminarias que se requiere colocar a fin de cumplir con el nivel de iluminancia media que exige el Decreto 351/79. En el mismo, indica que para actividades moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos, como es el caso de las tareas desempeñadas en el puesto de trabajo de soldado y mecanizado, la iluminación sobre el plano de trabajo es de 500 lux aproximadamente.

TABLA 1 Intensidad media de iluminación para diversas Clases de tarea visual (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)		
Clases de tarea visual	Iluminación sobre plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Vision ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. En lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
	3000	Trabajo fino de relojería y reparación.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10.000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

Tabla N° 30: Intensidad media de iluminación para diversas tareas visual.

Para el cálculo y diseño se hará uso del software "LUMEN LUX". Los pasos realizados se detallarán a continuación.

Primero, seleccionamos el tipo de luminarias, de las que están disponibles, para instalar en el sector. En este caso se optará como luminaria más adecuada para la instalación POLAR 2 de 400 W y como lámpara HQI E 400/D – con Balasto.

Selección de luminarias para interiores

**Luminarias Disponibles**

Interior todos los Modelos (Alfabético) Ordenamiento de Luminarias

Por otras Versiones contáctenos.

- LASER 2 400 W ASIMETRICO
- LASER 2 400 W DIFUNDENTE
- LASER 2 400 W SAP DIFUNDENTE
- MAX 2 400 W ASIMETRICO
- MAX 2 400 W DIFUNDENTE
- MAX 2 400 W SAP DIFUNDENTE
- POLAR 2 400 W HQI-E**

Más Información Curvas

Coef. Mantenimiento 100 %

**Información de la Luminaria**

**Cuerpo: de aluminio inyectado en una sola pieza con aletas de enfriamiento.**  
**Reflector/óptica: policarbonato metalizado con pulido especular interior.**  
**Pintura: poliéster texturada horneada.**  
**Portalámparas: de tipo cerámico con resorte bajo el**

**Lámparas Admitidas**

HQI E 400/D - con Balasto Nav

Potencia Nominal	Flujo Nominal	Reproducción Cromática
400 (W)	31000 (lm)	1 A

Tono de Luz Luz Día

Factor de Balasto % 100

Potencia eléctrica Total por Lámpara (W) 435

Flujo Luminoso de Cálculo (lm) 31000

Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas Imprimir

**Luminarias Seleccionadas**

Descripción	Lámpara
POLAR 2 400 W HQI-E	HQI E 400/D - con Balasto Nav

Luminarias Proyecto

Agregar Eliminar Blanquear

Ayuda Volver Aceptar

Tabla N° 31: Luminaria y lámpara seleccionadas.

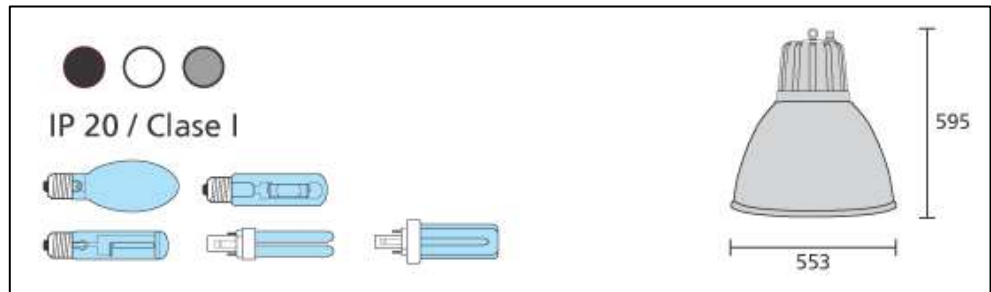


Tabla N° 10: Características de luminaria y de lámpara

Del mismo software obtenemos la curva de intensidad luminosa de la luminaria.

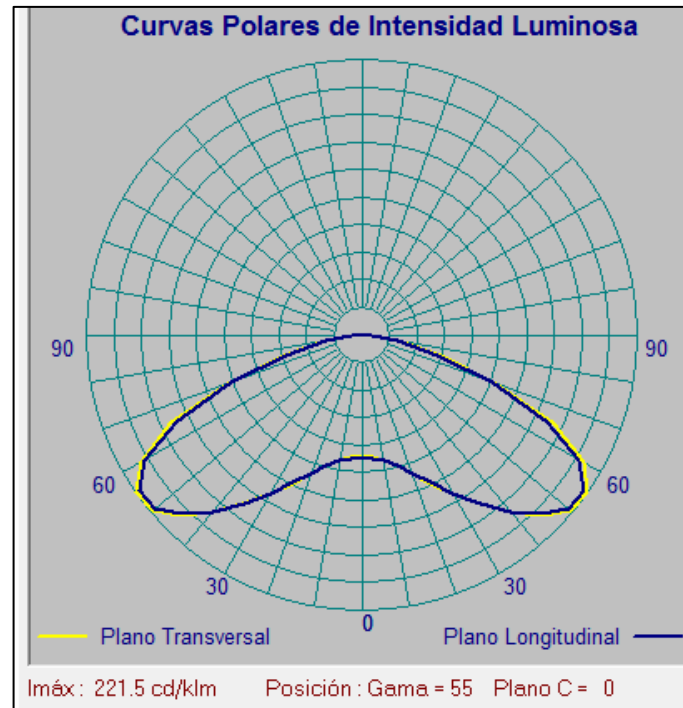


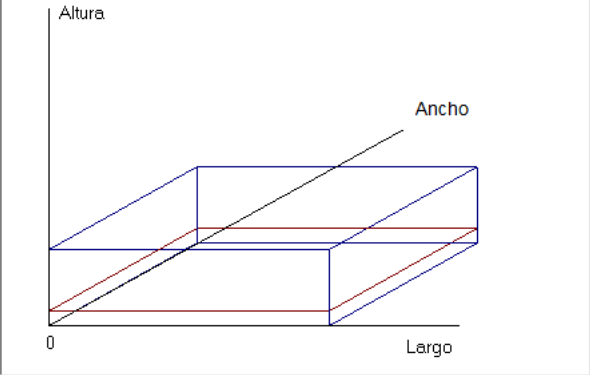
Tabla N° 11: Curvas de intensidad luminosa de luminaria POLAR 2/ 400 W.

Paso seguido, se indicará las dimensiones del sector de la planta industrial, la altura del plano de trabajo y la del montaje de las luminarias. Luego introducimos la iluminación media que queremos obtener en el plano de trabajo, y el programa nos determina el número mínimo de luminarias que necesitamos instalar.

Alumbrado de Interiores - Datos del Local

Dimensiones (m)	
Largo	14.7
Ancho	11.7
Altura	4
Plano de trabajo	.8

Reflectancias (%)	
Techo	70
Piso	20
Pared 1 - Frente	50
Pared 2 - Derecha	50
Pared 3 - Fondo	50
Pared 4 - Izquierda	50



Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación

Modelo: POLAR 2 400 WHQ-E      Altura de Montaje (m): 4

Cantidad de Luminarias      Iluminación Media (lux): 500  
 Iluminación Media (lux)      Cantidad de Luminarias: 4,1

Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exhaustivo. Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

Buttons: Ayuda, Volver, Aceptar, Estimar

Tabla N° 32: Datos del local.

El número de luminarias recomendado es de 4. A fines de asegurar el nivel de intensidad de iluminación media en todo el plano de trabajo, colocaremos 6 luminarias que irán distribuidas de manera proporcional.

A continuación, se deberá indicar los parámetros de la grilla, para que luego el software determine en cada punto de la grilla el nivel de iluminación, y así poder calcular la iluminación máxima, mínima y media. Los parámetros a introducir son los puntos iniciales y los incrementos de las coordenadas. En este caso, se utilizará los que recomienda el programa.

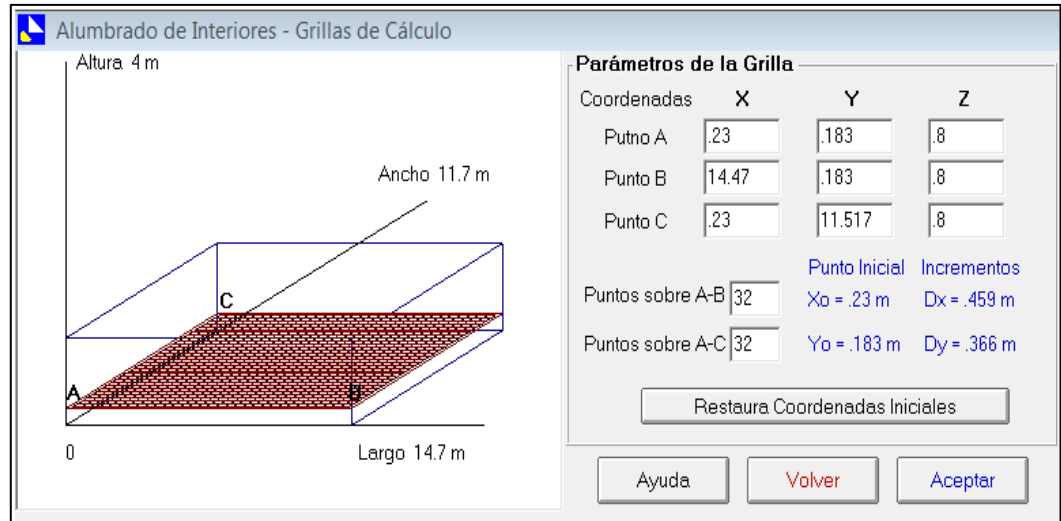


Tabla N° 33: Grillas de cálculo.

Luego, como paso a seguir se deberá distribuir las luminarias en el plano del sector. La distribución de las mismas puede hacerse de manera **automática** en donde el programa determinará en forma automática la distribución de las luminarias calculando los parámetros indicados a la derecha de esta opción. Sólo será necesario ingresar la cantidad de luminarias deseadas a lo largo y ancho del local. También puede utilizarse el modo **manual-bloque** en donde el programa solicita definir la posición inicial ( $X_0, Y_0$ ) del bloque en el área de cálculo, la cantidad de luminarias deseadas a lo largo y ancho del recinto, como también la altura de montaje y orientación de las luminarias en los cuadros correspondientes. Y finalmente se encuentra la opción **manual-individual** en la cual la distribución se hace a voluntad ingresando la posición, orientación y altura deseada de las luminarias, en los cuadros correspondientes. En este caso se utilizará *el modo automático*, ingresando el número de luminarias a lo largo y ancho del local.



Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias


Luminarias	Distribución	Posición	Eje (X)	Eje (Y)
<input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D Modelo: POLAR 2 400 WHQE Factor de Balasto Luminaria: A <input type="text" value="100"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input checked="" type="radio"/> Automática <input type="radio"/> Manual - Bloque <input type="radio"/> Individuales	Número de Luminarias: <input type="text" value="3"/> Posición Inicial (m): <input type="text" value="2.45"/> Incremento entre Luminarias: <input type="text" value="4.9"/>	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="2.45"/> <input type="text" value="4.9"/> Montaje (m): <input type="text" value="4"/> Rotación (°): <input type="text" value="0"/> Rot. Axial (°): <input type="text" value="0"/> Inclinación (°): <input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/> <input type="text" value="2.925"/> <input type="text" value="5.85"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/>

**Dimensiones**

Largo: 14.7 m    Ancho: 11.7 m    Altura: 4 m    Plano de trabajo: 0.8 m

**Zoom**

100 %

X (m)= 23.13      
 Y (m)= .33

**Precisión del Cálculo**  
 Baja  
 Media  
 Alta

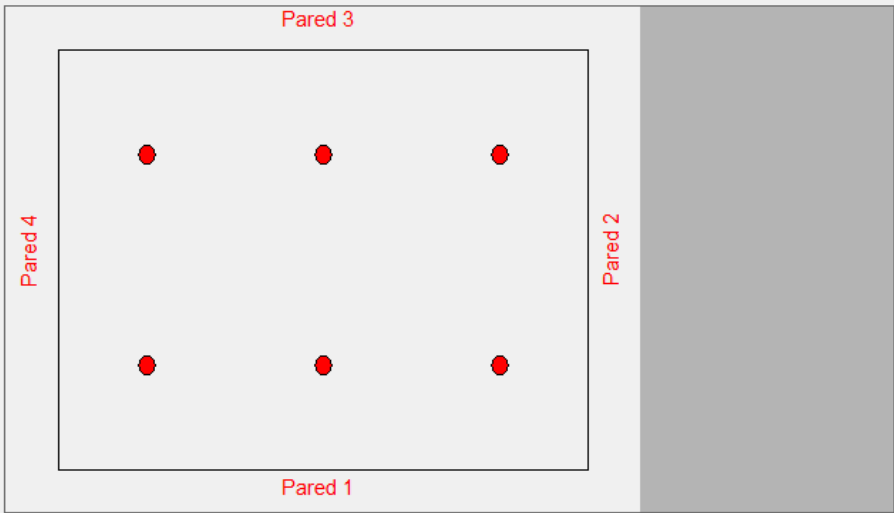


Tabla N° 34: Distribución de luminarias.

En la opción de cálculos, obtendremos los valores de iluminación media, mínima y máxima.



Alumbrado de Interiores - Datos y Resultados del Proyecto	
<b><u>Datos y Resultados del Proyecto</u></b>	
Número de Luminarias distintas 1	Coef. Mantenimiento 1.0
<b><u>Luminarias Utilizadas</u></b>	
POLAR 2 400 W HQI-E	Altura de Montaje: 4.00 m Flujo de lámparas: 31.0 klm Factor de Balasto: 100 %
Iluminancia Media (E <sub>med</sub> ): 716.0 lux	
Iluminancia Mínima (E <sub>min</sub> ): 484.0 lux	
Iluminancia Máxima (E <sub>máx</sub> ): 890.0 lux	
G1 = E <sub>min</sub> / E <sub>med</sub> = 1 : 1.4	
G2 = E <sub>min</sub> / E <sub>máx</sub> = 1 : 1.8	

Tabla N° 35: Resultados de iluminancias.

En el ANEXO II se encuentra el informe completo de los cálculos con los valores de iluminación en cada punto de la cuadrilla anteriormente mencionada.

Observando el gráfico 2D-Curvas Isolux del plano de trabajo, la iluminación en las esquinas del local, que es donde se encuentra el puesto de trabajo de soldado y de mecanizado, alcanza los 500 lux.

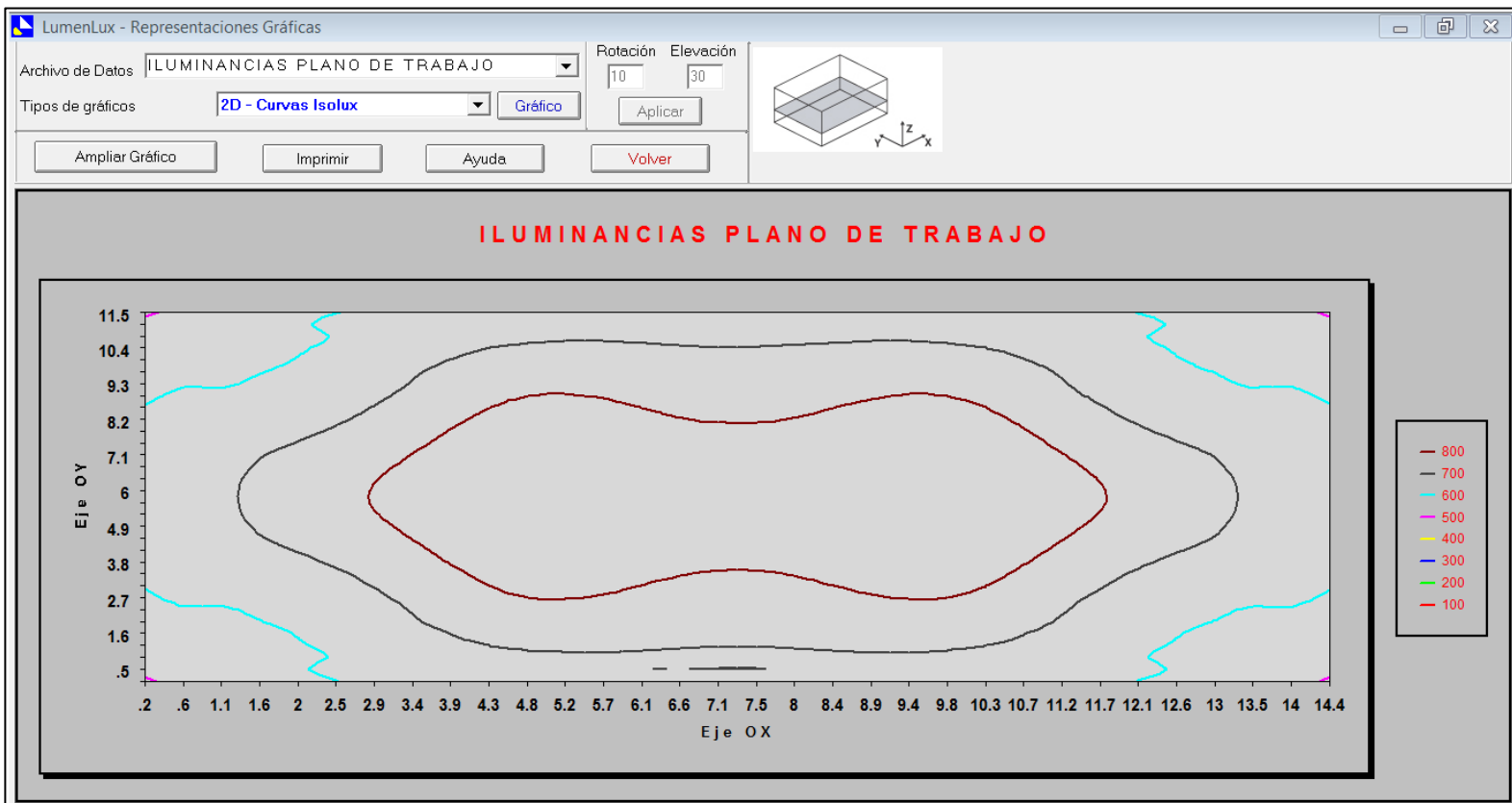


Gráfico N° 1: Representación gráfica isolux del plano de trabajo.

Finalmente, el número de luminarias y la distribución de las mismas, quedan conforme a lo exigido por el Decreto 351/79.

En el ANEXO II se encuentra el informe completo de los cálculos con las gráficas 2D – Isolux, y las 3D – Superficies para cada una de las paredes del local.

# SEGURIDAD E HIGIENE

### 3) ÍNDICE

3.1) MEMORIA DESCRIPTIVA.....	84
3.2) MEMORIA TÉCNICA.....	86
a) <i>MEDIDAS GENERALES</i> .....	91
b) <i>ORDEN Y LIMPIEZA</i> .....	92
c) <i>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)</i> .....	93
d) <i>RIESGO ELÉCTRICO</i> .....	97
e) <i>RIESGO MECÁNICO</i> .....	99
f) <i>MOVIMIENTOS REPETITIVOS Y POSICIONES FORZADAS</i> .....	102
g) <i>ESFUERZOS FÍSICOS</i> .....	104
h) <i>INCENDIO</i> .....	106
PASILLOS DE CIRCUILACIÓN/SALIDAS DE EMERGENCIA .....	109
i) <i>EQUIPOS SOMETIDOS A PRESIÓN</i> .....	110
j) <i>EXPOSICIÓN AL RUIDO</i> .....	111
k) <i>EXPOSICIÓN A VIBRACIONES</i> .....	113
l) <i>EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA</i> .....	114
m) <i>EXPOSICIÓN A RADIACIONES ULTRAVIOLETAS</i> .....	115
n) <i>ILUMINACIÓN</i> .....	116
3.3) MEMORIA DE CÁLCULOS.....	117
1. DETERMIANCIÓN DEL NÚMERO DE EXTINTORES .....	117
2. CÁLCULO DE MEDIOS DE ESCAPE.....	124

### 3.1) MEMORIA DESCRIPTIVA:

El presente informe tiene la finalidad de cumplimentar con la reglamentación vigente, esto es adecuarse a la Ley N° 19587 reglamentada por Decreto N° 351/79 que pauta en su artículo 3 que todas las firmas comerciales, sociedades, empresas o personas de existencia visible ideal que adquieran, exploten o administren un establecimiento en funcionamiento o en condiciones de funcionar, asumen todas las responsabilidades y obligaciones correspondientes a la mencionada ley y sus reglamentaciones, como así también por las necesidades propias de la empresa que tiene como meta preservar el bienestar de todos los empleados y colaboradores. Se llevará a cabo el presente desarrollando un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo. El mismo contará con la identificación y desarrollo de los factores de riesgos posibles que se encuentren presentes en todas las actividades que realiza la empresa “INDUSTRIA METALÚRGICA METILEO S.A”. Como informe se detallarán los procedimientos de buenas prácticas a adoptar por la misma.

El objetivo general de la seguridad e higiene laboral es la eliminación de todos los accidentes que produzcan o no daños personales, y de las enfermedades profesionales por medio de la prevención. A su vez, busca la reducción de las consecuencias en el caso de ocurrencia de estos hechos por existencia de fallas.

Es necesario tener en consideración algunos de los siguientes aspectos generales que se deberán evitar para impedir cualquier tipo de siniestros y daño de propiedad:

- ✚ Operar equipos sin autorización.
- ✚ Eliminar sistemas de seguridad.
- ✚ Usar equipos en forma incorrecta.
- ✚ No utilizar Equipo de Protección Personal, o usarlos incorrectamente.
- ✚ Almacenar materiales y equipos incorrectamente.
- ✚ Levantar pesos excesivos o incorrectamente.
- ✚ Adoptar posiciones inadecuadas.

Dentro de las tareas que se desempeñan en la empresa, para la fabricación de equipos y maquinas en acero inoxidable, se incluyen:

- ✚ Corte.
- ✚ Plegado.
- ✚ Soldado.
- ✚ Mecanizado.
- ✚ Punzonado y Perforación.

- + Prensado.
- + Pulido.
- + Ensamble.

Estas tareas al ser realizadas traen como consecuencia ciertos factores de riesgos, tales como: *ELÉCTRICO: cortocircuitos, contactos directos e indirectos; MECÁNICOS: golpes, cortes, atrapamientos, etc; INCENDIO; UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS SOMETIDOS A PRESIÓN; EXPOSICIÓN AL RUIDO; EXPOSICIÓN A VIBRACIONES; ILUMINACIÓN; ESFUERZOS FÍSICOS; MOVIMIENTOS REPETITIVOS Y POSICIONES FORZADAS; EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA.*

Otro de los aspectos a tratar dentro del sistema de gestión son: *MEDIDAS GENERALES; ORDEN Y LIMPIEZA; EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP);*

A continuación, se irá desarrollando cada uno de estos puntos con sus medidas preventivas y sugerencias correspondientes.

### 3.2) MEMORIA TÉCNICA:

Antes de desarrollar cada uno de los puntos mencionados en la memoria descriptiva, se hará un breve detalle de cada una de las máquinas y equipos que componen la empresa para llevar a cabo su actividad, y como es el principio de funcionamiento de las mismas, para luego poder identificar los posibles riesgos que hay presentes al ser utilizadas por las personas.

En el siguiente cuadro se podrá observar las distintas máquinas que emplea la empresa:

Máquinas
Agujereadora de Banco
Cilindradora
Compresor
Fresadora
Guillotina
Piedra Esmeril
Plegadora
Prensa
Pulidora
Punzonadora
Sierra Automática
Soldadora Plasma
Torno

Tabla N° 1: Máquinas y herramientas utilizadas en la empresa.

#### AGUJEREADORA:

Es una máquina/herramienta de fácil manejo y uso, que permite realizar agujeros en piezas de diferentes materiales. Está compuesta por una broca, que es la herramienta de corte que permite realizar los agujeros. La misma es accionada a través de un motor eléctrico, que le transmite su movimiento por medio de transmisión de poleas.

Cuando se está trabajando en una agujereadora, hay que observar una serie de requisitos para asegurarse de evitar accidentes que pudiesen ocasionar piezas que se puedan desprender, como así también viruta que sale mal cortada. Para ello es indispensable que las piezas estén bien sujetas. También es de suma importancia prevenir ser atrapado por el movimiento rotacional de la máquina, por ejemplo por la ropa o por el cabello largo.

### **CILINDRADORA:**

Es una herramienta que permite el enrollado de una hoja de metal. Ésta provee alta precisión en el pre-plegado. La interfaz hombre-máquina hace de ésta una operación sencilla, confiable y eficiente. La cilindradora permite dar al material diferentes formas. Se caracteriza por su estructura compacta y de fácil mantenimiento, y no presentar peligro al ser manipulado, salvo por negligencia de parte del operario.

### **COMPRESOR:**

Los compresores son máquinas especialmente diseñadas y construidas para aumentar la presión en los gases, como aire. Puede utilizarse de manera intermitente, o de manera continua. El proceso de compresión puede variar de muchas formas dependiendo del mecanismo que se utilice.

Las utilidades más comunes que la empresa le da al compresor de aire son para la alimentación de las herramientas neumáticas y para el suministro de presión en determinados procesos.

Es necesario llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo anual, en el cual se mide el espesor del compresor para controlar su funcionamiento y vida útil.

Debido al gran impacto auditivo que produce el compresor, durante su funcionamiento, es esencial el uso de protectores auditivos para quienes se encuentran trabajando en áreas cercanas al mismo. A su vez, uno de los mejores métodos para reducir el impacto es alejar y atenuar la fuente de ruido, con lo cual el compresor debe estar instalado fuera de las naves industriales y a 0,6 [m] respecto a la pared medianera en una cabina protectora.

### **FRESADORA:**

Es una máquina-herramienta utilizada para realizar trabajos mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.

Al manipular una fresadora, hay que observar una serie de requisitos para que las condiciones de trabajo mantengan unos niveles adecuados de seguridad y salud. Los riesgos más frecuentes con este tipo de máquinas son contactos accidentales con la herramienta o con la pieza en movimiento, atrapamientos por los órganos de movimiento de la máquina, proyecciones de la pieza, de la herramienta o de las virutas, dermatitis por contacto con los líquidos refrigerantes y cortes al manipular herramientas o virutas



### **GUILLOTINA:**

Es una herramienta que funciona en forma similar a una tijera y que se utiliza para láminas de poco espesor. Los filos de ambas cuchillas de la cizalla se enfrentan presionando sobre la superficie a cortar hasta que vencen la resistencia de la superficie a la tracción rompiéndola y separándola en dos. El borde cortado por cizallamiento se presenta irregular.

Si bien el mecanismo que representa la utilización de la guillotina es sencillo, es necesario tener en cuenta una serie de requisitos a la hora de manipularla, para preservar el bienestar del operario y de la herramienta. Esto incluye disponer de una protección para evitar el acceso al borde de corte de una cuchilla en ambos tipos de máquinas y el uso de guantes y botines con puntas de acero.

### **PIEDRA ESMERIL:**

Se trata de una herramienta del mecanizado por abrasión que emplea una muela accionada por un motor eléctrico. Se utiliza para el afilado de herramientas y para quitar rebabas de piezas pequeñas. Lleva dos muelas de distinta granulometría a cada lado, una fina para el afilado y otra para repasar.

Debido a las partículas pequeñas que salen despedidas durante el proceso, es indispensable el uso de gafas protectoras a la hora de utilizar esta máquina. Como también el uso de guantes para evitar cortes en las manos y brazos.

### **PLEGADORA:**

Las plegadoras son máquinas diseñadas especialmente para el plegado de chapas de distintos espesores. El principio de funcionamiento se basa en el impacto, mediante una fuerza de presión de un punzón sobre una matriz, y entre ellos se coloca la lámina a plegar.

Al igual que la guillotina, es necesario colocar protección para evitar el acceso a las hojas de plegado. También se recomienda utilizar mecanismos de accionamiento manual, ya sea individual o colectivo, que permita accionar la máquina una vez que el/los operario(s) haya(n) colocado y acomodado la chapa, evitando que pueda(n) quedar en contacto con las hojas.

### **PRENSA:**

Se utiliza para realizar agujeros o comprimir sobre chapas de metal, entre otros materiales. Está compuesta por dos plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento neumático, y que proporciona un golpe seco y contundente sobre la chapa, produciendo un corte limpio o un cambio en el espesor o dimensión de la pieza.

Como mecanismo de seguridad se recomienda el uso de guantes y de dispositivos de accionamiento manual, individual o colectivo, que permita poner en funcionamiento la máquina una vez que los operarios hayan retirado las manos de la máquina.

### **PULIDORA:**

Son máquinas empleadas para pulir salientes, cordones de soldadura, soltar remaches, redondear ángulos, cortar metales, entre otras. Es un equipo muy versátil y su campo de aplicación en la empresa consiste en realizar la terminación superficial de mesadas de trabajos y otros productos, para eliminar toda ralladura o imperfección en la superficie. Se recomienda el uso de gafas de protección para impedir el ingreso de virutas y otros materiales que son arrancados e impulsados durante el proceso, en los ojos.

### **PUNZONADORA:**

Una punzonadora es un tipo de máquina que se usa para perforar y conformar planchas de diferentes materiales usando un punzón y una matriz a semejanza de una prensa. Esta puede ser comandada manualmente o con carga automática y múltiples herramientas.

La utilización de la misma es muy simple y no representa grande riesgos, salvo las precauciones básicas que hay que tener en cuenta para manipular cualquier herramienta dentro de una industria. Ver pág. 91 MEDIDAS GENERALES.

### **SIERRA AUTOMÁTICA:**

La sierra automática es una herramienta que sirve para cortar acero u otros materiales. Consiste en una hoja con el filo dentado que se acciona por medio de un motor eléctrico. La pieza es colocada sobre la mesa de trabajo en la dirección en que se desea cortar.

Para evitar el ingreso de partículas metálicas en los ojos durante el corte, se aconseja utilizar gafas de protección, como también el uso de guantes para evitar cortes en las manos y brazos.

### **SOLDADORA DE PLASMA:**

En este proceso un flujo de gas se calienta, por medio de un arco eléctrico, hasta una temperatura suficiente como para que los choques entre átomos o moléculas provoquen un cierto grado de ionización y disociación del gas, permitiendo la unión de materiales. La mayor ventaja del soldado por plasma es que su zona de impacto es dos o tres veces inferior en comparación a la soldadura por electrodos, por lo que se convierte en una técnica óptima para soldar metal de espesores pequeños, como es el caso de las chapas de acero inoxidable. Debido a su alta concentración puntual de calor, la transmisión de temperatura al resto de la pieza es mucho menor que la de una soldadura convencional, esto evita la concentración de tensiones que comúnmente origina una soldadura, de lo cual pueden resultar torceduras y deformaciones al tratar la pieza.

El riesgo de quemaduras o electrocución es significativo. Para prevenirlas, las personas que sueldan deben utilizar ropa de protección, como calzado homologado, guantes de cuero gruesos y chaquetas protectoras de mangas largas para evitar la exposición a las chispas, el calor y las posibles llamas. Además, la exposición al brillo del área de la soldadura produce queratitis. Las gafas protectoras y los cascos y máscaras de soldar con filtros de cristal oscuro se usan para prevenir esta exposición.

### **TORNO:**

Conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar, cortar, fisurar, trapeciar, y ranurar piezas de forma geométrica por revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar, mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta.

Cuando se está trabajando en un torno, hay que observar una serie de requisitos para asegurarse de evitar accidentes que pudiese ocasionar piezas que se puedan desprender, como así también viruta que sale mal cortada. Para ello la mayoría de tornos tienen una pantalla de protección. También de suma importancia es el prevenir ser atrapado por el movimiento rotacional de la máquina, como puede ser por la ropa o por el cabello largo.

a) MEDIDAS GENERALES:

Como medidas de seguridad en general, al utilizar cualquier herramienta o máquina y al momento de trabajar dentro de la empresa, se aconseja seguir las siguientes buenas prácticas:

- ✚ No utilizar máquinas ni herramientas que no estén debidamente protegidas.
- ✚ No realizar tareas de mantenimiento si no está capacitado y autorizado.
- ✚ No transportar personas en montacargas, auto-elevadores ni en maquinaria que no esté diseñada para esa finalidad.
- ✚ Mantener los Equipos de Protección Personal y Colectivas en perfecto estado de conservación.
- ✚ No realizar las tareas sin los Equipos de Protección Personal o las herramientas de trabajo adecuadas.
- ✚ No realizar operaciones de reparación, ajustes, revisiones y otras similares, en las máquinas, equipos y herramientas. Las mismas deben ser realizadas por el área de mantenimiento, con procedimientos de trabajo seguro.
- ✚ No utilizar ropa suelta, mangas desabrochadas, cadenas, relojes, anillos, aros, piercings o cualquier otro elemento que pudiera ocasionar enganches de los mismos con alguna parte de la máquina. Asimismo, atarse o recogerse el cabello.
- ✚ No utilizar teléfonos celulares o equipos de reproducción musical (por ejemplo, mp3, etc.) ni otro dispositivo que pudiera causar distracciones exponiendo al trabajador a situaciones riesgosas.
- ✚ No anular los sistemas de seguridad y avisar inmediatamente cuando no funcionan los mismos.
- ✚ Implementar un programa de mantenimiento periódico de los aparatos de izaje de cargas (aparejos, polipastos), con el objeto de asegurar y verificar en forma sistematizada que éstos se encuentren en adecuadas condiciones de funcionamiento y se cambien las partes desgastadas. Las actuaciones deben ser registradas y realizadas por personal especializado y capacitado para tal fin.
- ✚ Capacitar al trabajador en técnicas de trabajo seguro, riesgos de la actividad y prevención de los mismos. Mantener un registro de las actividades de capacitación.

b) ORDEN Y LIMPIEZA

Mantener los lugares de trabajos y su entorno inmediato limpio y ordenado, constituye un aporte importante para prevenir posibles riesgos y proteger la salud de los trabajadores.

- + Mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo.
- + Eliminar con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo, en sitios asignados para ese fin.
- + Almacenar correctamente los productos procurando no mezclarlo con otras sustancias (los materiales mal almacenados son peligrosos).
- + Realizar las tareas de almacenamiento en lugares estables y seguros.
- + Utilizar los archivos y/o depósitos sólo para los fines establecidos.
- + Limpiar o cubrir con productos absorbentes (arena, productos minerales absorbentes, etc.) los derrames de líquidos (hidrocarburos, aceites, etc.).
- + Limpiar los pisos con productos antideslizantes, señalizando el área durante su proceso.

c) EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Los Elementos de Protección Personal son indispensables para prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales ante la presencia de riesgos específicos que no pueden ser aislados o eliminados.

El Servicio de Higiene y Seguridad en el trabajo debe determinar la necesidad de uso de equipos y elementos de protección personal, las condiciones de utilización y vida útil. Una vez determinada la necesidad de usar un determinado equipo de protección, su utilización debe ser obligatoria por parte del personal.

Los Equipos de Protección Personal deben ser de uso individual y no intercambiables, y deben ser proporcionados a los trabajadores y utilizados por éstos. En el ANEXO III se adjuntará el formulario de entrega de ropa y equipos de protección, que el empleado debe firmar una vez recibidos, de esta forma queda registrado que equipos y cantidad retiró cada empleado, permitiendo un control para su implementación y seguimiento sobre su uso.

Algunas categorías tienen que estar certificadas por uno de los dos únicos entes certificadores reconocidos por la Secretaría de Comercio en la Argentina: IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) y UL (Underwriters Laboratories). En el ANEXO IV se encuentra una lista de fabricantes que proveen elementos de protección personal certificados

A continuación se indicarán los Equipos de Protección Personal que le empresa debe proveer a sus empleados, y cuáles son los requisitos mínimos a cubrir.

▪ **Ropa de Trabajo:**

Permite cubrir y proteger al personal de proyección de partículas, contacto con materiales calientes y condiciones ambientales de trabajo, durante toda la jornada laboral. Debe ser de tela flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección y adecuada a las condiciones del puesto de trabajo. Además debe ajustar bien al cuerpo del trabajador, sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Siempre que las circunstancias lo permitan, las mangas deben ser cortas y cuando sean largas deben ajustar adecuadamente.

▪ **Protección para la cabeza:**

Es necesario utilizarla cuando se trabaje dentro de las naves industriales, como así también cuando se esté trabajando fuera de la empresa para la instalación y mantenimientos

de equipos para sus clientes. Las mismas permiten proteger contra caída de objetos, golpes con objetos, contacto eléctrico y salpicaduras.



▪ **Protección ocular:**

Es de obligación el uso de protección ocular como antiparras, anteojos, máscaras faciales, para prevenir el ingreso de partículas, salpicaduras y radiaciones (infrarrojas, ultravioletas, etc), que pueden causar lesiones temporales o permanentes en la visión de quienes trabajan en los puestos de corte, mecanizado, pulido y soldado.



- **Protección auditiva:**

En caso de que los niveles sonoros superen los 85 dB, es necesario implementar el uso de protección auditiva, ya sea insertores o auriculares. Los mismos deberán ser almacenados en un lugar específico que permitan que se conserven limpios. En zonas de trabajos cercanas al compresor de aire, es de obligación emplear este tipo de protección para evitar daños permanentes a largo plazo.



- **Protección de los pies:**

Se hará uso de zapatos con punta de acero a todo el personal que tiene acceso o que trabaja dentro de las naves industriales para cubrirse de los posibles riesgos como golpes y/o caída de objetos, penetración de objetos, resbalones, contacto eléctrico, etc. Las suelas deberán ser de goma, PVC o poliuretano para brinda un coeficiente de rozamiento entre el calzado y el piso mayor, y evitar resbalones, aún en suelos húmedos.



- **Protección de manos:**

Las protecciones de manos como guantes de cuero, vinilo, polietileno u otro material, se usará cuando se lleven a cabo tareas que implica riesgos de corte, salpicaduras, contacto con superficies calientes, o contacto directo, como puede ser cuando se manipulan



detergentes especiales para limpiar las piezas de acero inoxidable, o cuando se utiliza la guillotina o plegadora, entre otras máquinas. Pero no deben emplearse por operarios que trabajen máquinas en movimientos como el torno o la fresadora, ya que en estos casos el guante es susceptible de quedar atrapado entre las partes en movimiento.



- **Protección respiratoria:**

La protección respiratoria será necesaria cuando se desempeñen tareas en los puestos de trabajo de pulido, para impedir la inhalación de polvo que pueda provocar intoxicación. Deben controlarse su conservación y funcionamiento como mínimo una vez al mes.



d) RIESGO ELÉCTRICO

Siempre que se esté trabajando con máquinas eléctricas se debe garantizar mínimamente:

- ✚ No intervenir, reparar o inspeccionar los tableros eléctricos sin autorización y conocimiento de la tarea.
- ✚ No utilizar tomacorrientes que no estén normalizados.
- ✚ No utilizar adaptadores de toma corrientes para no recargar la línea ni eliminar la protección de la descarga a tierra.
- ✚ No tirar de los cables al desenchufar los tomacorrientes.
- ✚ Revisar periódicamente que los cables no posean defectos en la aislación ni en los tomacorrientes. Si se detectase alguna anomalía no utilizar los mismos e informar a su supervisor.
- ✚ Evitar dejar cables eléctricos de alimentación y alargues sobre el piso, y colocarlos en altura mediante tendido aéreo.
- ✚ Bloquear/consignar de forma segura las máquinas, equipos y herramientas en operaciones de mantenimiento, reparación, ajustes, revisiones y preparación.
- ✚ No trabajar sobre superficies de piso mojadas o húmedas.
- ✚ Asegurar que las instalaciones eléctricas cuenten con eficiente sistema de puesta a tierra y continuidad de las masas conductoras, llaves termomagnéticas, interruptores diferenciales acorde a la potencia, tableros ignífugos, toma corrientes monofásicos y trifásicos normalizados.
- ✚ Mantener los tableros eléctricos cerrados para las personas no autorizadas y señalar el riesgo.
- ✚ Efectuar mediciones periódicas del valor de las puestas a tierra, de la continuidad de las masas conductoras y controlar funcionamiento de interruptores diferenciales.
- ✚ El trabajo de mantenimiento debe conservar los equipos según diseño y ser efectuado por personal calificado.
- ✚ Utilizar equipos que cumplan con normas y reglamentaciones electromecánicas.
- ✚ Utilizar equipos de protección personal como botines con suelas de goma y guantes de cuero.
- ✚ A nivel de suelo, colocarse sobre objetos aislantes como alfombra, banqueta, madera seca, etc.
- ✚ Colocar obstáculos de protección fijados de manera segura, que impida el contacto accidental con las partes activas de la instalación.

Los factores que influyen en el accidente eléctrico son:

- Intensidad de la corriente.
- Duración del contacto eléctrico.
- Impedancia del cuerpo.
- Tensión aplicada.
- Frecuencia de la corriente.

Es de suma importancia adoptar las medidas preventivas mencionadas anteriormente, ya que las lesiones producidas por la corriente eléctrica pueden causar asfixia, fibrilación ventricular, tetanización muscular, quemaduras y bloqueo renal.

e) RIESGO MECÁNICO

Se entiende como riesgo mecánico al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados. Los riesgos mecánicos posibles dentro de la industria metalúrgica involucran golpes, atrapamientos, cortes y proyección de materiales. Los mismos se encuentran presentes en las tareas de corte/guillotina, plegado, fresado, torneado y perforación.

Para prevenir los accidentes de ATRAPAMIENTO se recomiendan la implementación de las siguientes prácticas:

- ✚ Instalar paradas de emergencia (por ejemplo golpe de puño) en las máquinas o en el lugar más cercano a donde el trabajador desempeña su tarea la mayor parte del tiempo.
- ✚ Colocar pictogramas y carteles en los puestos de trabajo, señalizando los riesgos presentes así como las instrucciones sobre su uso seguro y los EPP que deben emplearse para dicha tarea.
- ✚ No retirar ni alterar protecciones, barreras, cobertores, tapas, resguardos ni otros elementos protectores de las partes móviles.
- ✚ No introducir las manos, dedos, brazos u otras partes del cuerpo en la zona de corte de la guillotina y/o dispositivos móviles. Mantenerlas todo el tiempo a una distancia prudencial.
- ✚ Diseñar matrices que aseguren que las manos se mantengan alejadas de la zona de cierre durante la alimentación manual de piezas y su extracción.
- ✚ Instalar barreras o resguardos fijos que impidan el acceso a zonas de riesgo o peligro en dobladoras o plegadoras y barreras ópticas que impidan el accionamiento de las máquinas si se sobrepasa un límite pre establecido.
- ✚ Usar Elementos de Protección Personal (EPP) acordes a las características de la tarea y del trabajador (dimensiones de los dedos, manos, altura, etc.) como guantes, gafas, botines y protectores auditivos.
- ✚ No utilizar anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, bufandas, corbatas o cualquier prenda que cuelgue en el lugar de trabajo. Asimismo se recomienda no llevar el cabello largo y suelto.

Para prevenir accidentes de CORTE o lastimaduras se recomienda:

- ✚ Instalar protección colectiva, como resguardo de las máquinas, que protejan al trabajador sin necesidad de que realicen ningún tipo de operación.
- ✚ Asegurar el uso de herramientas manuales que posean mangos adecuados, libres de roturas, ataduras y reparaciones “caseras” que afecten la seguridad.
- ✚ Mantener limpias las distintas partes de las máquinas, elementos y piezas a elaborar a fin de evitar que se resbalen y provoquen algún accidente al trabajador.
- ✚ Utilizar implementos o herramientas manuales (pinzas, bastones magnéticos, ganchos metálicos) al manipular piezas pequeñas a fin de evitar el contacto con partes filosas y/o que se acerque las manos a la hoja de corte.
- ✚ Prestar especial atención a las zonas de formación de rebabas, filos y recortes en las piezas a fin de evitar cortes.
- ✚ Utilizar guantes para evitar cortes por contacto con partes metálicas filosas en las manos.

Como medidas de prevención de GOLPES, se detallará la siguiente lista de buenas prácticas a tener en cuenta:

- ✚ Ubicar las máquinas y disponer de un espacio de trabajo, de modo tal que la separación entre éstas sea la suficiente para que el movimiento de materiales se realice en forma segura.
- ✚ Delimitar las áreas de trabajo, de almacenamiento y de circulación peatonal y respetar la señalización.
- ✚ Ubicar en forma ordenada los contenedores de los distintos materiales sin invadir las demarcaciones efectuadas, realizando revisiones periódicas frecuentes para corregir desvíos.
- ✚ Mantener ordenada y limpia el área del puesto de trabajo, prestando especial atención a productos como aceites, grasas y otros que pudieran ocasionar resbalones o caídas. Evitar depositar, acopiar materiales, máquinas u otros elementos en zonas de circulación.
- ✚ Delimitar la zona de carga, descarga y movimiento de materiales a fin de evitar daños a terceros y prohibir el ingreso de los mismos a esas zonas durante el desarrollo de las actividades.
- ✚ Proteger y señalizar partes salientes de estructuras y piezas que pudieran generar daños al trabajador.
- ✚ Capacitar al personal que efectúa en forma manual y mecánica, operaciones de carga, descarga y movimiento de materiales, en técnicas correctas y con procedimientos de trabajo escrito. Registrar la actividad de capacitación.

- ✚ Implementar un programa de mantenimiento periódico de los elementos auxiliares de elevación (cadenas, perchas, eslingas, fajas) con el objeto de asegurar y que se verifique en forma sistematizada que éstos se encuentren en adecuadas condiciones de uso y funcionamiento y que se almacenen en lugares predeterminados. Las actuaciones deben ser registradas y realizadas por personal capacitado para tal fin.
- ✚ Analizar, definir e implementar un ritmo de trabajo seguro, contemplando las características fisiológicas de los trabajadores.
- ✚ Proveer a los trabajadores los elementos de protección personal seleccionados como cascos, botines, guantes y gafas protectoras.

Finalmente, como buenas prácticas para impedir PROYECCIÓN DE MATERIALES en los ojos, se recomienda:

- ✚ Colocar protección mecánica al disco o piedra de amolar y mantenerla en condiciones adecuadas.
- ✚ Si es posible, encapsular el proceso de trabajo con el objetivo de eliminar en origen la proyección de partículas, polvo, virutas y otros objetos peligrosos.
- ✚ Utilizar protección ocular de cara completa o anteojos de seguridad con protección lateral.
- ✚ Capacitar y controlar en forma diaria el adecuado uso, mantenimiento y disposición de la protección ocular.
- ✚ Tomar especial precaución al utilizar cepillos de alambre rotativos ya que las cerdas de los mismos pueden proyectarse y dañar a los trabajadores.

f) MOVIMIENTOS REPETITIVOS Y POSICIONES FORZADAS

Para prevenir el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos como la tendinitis, o el desarrollo de carga y fatiga mental, entre otros problemas, causados por los movimientos repetitivos y posturas forzadas al realizar tareas cotidianas dentro de la empresa, se recomienda que se lleven a cabo las siguientes prácticas:

- + Analizar, definir e implementar un ritmo de trabajo seguro, contemplando las características fisiológicas de los trabajadores.
- + Establecer un programa de ejercicios de precalentamiento que incluya elongación y fortalecimiento de los grupos músculo-articulares utilizados en la tarea.
- + Establecer entre los Servicios de Higiene y Seguridad y de Medicina del Trabajo en forma conjunta con el trabajador involucrado y su ART, procedimientos de trabajo seguro para desarrollar la tarea, contemplando evitar movimientos:
  - o realizados de forma brusca,
  - o que sean innecesarios,
  - o que involucren posturas forzadas (sobrepasen los ángulos de confort).
- + Instruir a los supervisores en el control de la ejecución de las tareas de forma segura.
- + Evaluar las cargas posturales en el puesto de trabajo, en posición confortable y extrema, teniendo en cuenta la duración de las mismas.
- + Organizar el trabajo diario teniendo en cuenta las siguientes pautas:
  - o Rotar al personal entre puestos de trabajo, con el objeto de ejercitar diferentes grupos musculares y niveles de fuerza, para evitar su sobrecarga.
  - o Establecer un programa de pausas activas a lo largo de la jornada que incluya ejercicios de estiramiento y relajación muscular.
- + Es importante que los puestos de trabajo puedan adaptarse a las distintas alturas y demás dimensiones corporales de los trabajadores o diseñar puestos de trabajo que se correspondan con las dimensiones del trabajador.
- + Capacitar a los trabajadores en procedimientos de trabajo seguro y sobre las posturas correctas a adoptar para realizar las tareas.
- + Establecer un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas.
- + Evaluar la posibilidad de:
  - o Reubicar los comandos de accionamiento manual de las máquinas, considerando que la elevada frecuencia de uso y distancia de manipulación podría favorecer el desarrollo de Trastorno Músculo Esquelético.
  - o Reorganizar el lay out de la planta, a fin de disminuir distancias de traslado.

- Implementar dispositivos y medios de elevación como mesas elevadoras.
- Proveer dispositivos o equipos auxiliares de manipulación como balanceadores.
- Colocar una mesa posterior auxiliar o capacho para recibir el material cortado.



g) ESFUERZOS FÍSICOS

Los esfuerzos físicos son aquellos que se realizan desarrollando una actividad muscular, y estos pueden ser estáticos o dinámicos. Los esfuerzos físicos estáticos implican un esfuerzo sostenido durante el cual los músculos se mantienen contraídos durante cierto período de tiempo, tal como permanecer de pie o en alguna postura concreta por cierto tiempo como por ejemplo los operarios que trabajan soldando, mecanizando en el torno o que se encuentran cortando y plegando chapas. Este tipo de actividad requiere un gran consumo de energía y se da un incremento del ritmo respiratorio, llegando rápidamente la fatiga.

Los esfuerzos físicos dinámicos se refieren cuando hay una sucesión periódica de tensiones y relajaciones de todos los músculos que intervienen en una determinada actividad, como el esfuerzo desarrollado al transportar materiales como chapas de acero, productos semi-terminados y terminados u otro material dentro y fuera de la empresa.

Al igual que los movimientos repetitivos y posturas forzadas, los esfuerzos físicos pueden traer como consecuencia trastornos músculo-esqueléticos que afectan comúnmente en espalda, cuello, hombros y extremidades superiores e inferiores. Comprenden cualquier daño o trastorno de las articulaciones y otros tejidos.

Para evitar estos daños y promover el bienestar de los trabajadores, se busca:

- ✚ Analizar la metodología de trabajo y la posibilidad de reemplazar el movimiento manual por un plano inclinado o equipamiento mecánico, como ser mesas elevadoras, cintas transportadoras, zorras hidráulicas o eléctricas.
- ✚ Analizar el peso de la carga, la frecuencia de levantamiento y la distancia horizontal y vertical, a efectos de conocer cuál es el peso máximo que el trabajador podría levantar/bajar protegiendo su salud, de acuerdo a lo establecido en las tablas del Anexo I, de la Resolución MTEySS No 295/03. Asimismo, tener en cuenta que el peso máximo admitido para levantar o bajar -sin que se encuentre comprometida la salud- está definido por un conjunto de tablas que lo determinan en función de la distancia horizontal y vertical para tomar y depositar la carga, la frecuencia de manipulación y el tiempo durante el cual se realiza la tarea en la jornada.
- ✚ No levantar cargas de un peso mayor que el establecido por las tablas del Anexo I de la Resolución MTEySS No 295/03, y de acuerdo a lo establecido por el responsable del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- ✚ Establecer un programa de pausas activas a lo largo de la jornada, sobre ejercicios de estiramiento y relajación muscular.
- ✚ Emplear ropa y calzado adecuado.

- + Cuando no se pueda reemplazar el movimiento manual de cargas por medios mecánicos o reducir el peso de la carga a los límites establecidos por la Resolución MTEySS No 295/03, Anexo I: Ergonomía, y cuando las características de la carga lo permitan, será necesario pedir la colaboración de otro compañero que también esté entrenado para realizar la tarea. Ello siempre y cuando el peso de la carga no supere en un 30% el peso máximo establecido por la Resolución.
- + Al movilizar cargas en forma horizontal, es conveniente realizar movimientos de empuje en lugar de tracción.
- + Evitar realizar movimientos bruscos y adoptar posturas extremas ejerciendo fuerza (como flexionar o extender la cadera y a la vez rotarla).
- + Evitar levantar peso por encima del hombro o desde el nivel del piso.
- + Capacitar a los trabajadores sobre los riesgos a la salud de una incorrecta manipulación y sobre técnicas correctas de empuje, tracción, levantamiento y descenso de carga.

h) INCENDIO

El incendio es el resultado de un fuego incipiente no controlado, cuyas consecuencias afectan tanto a la vida y salud, como a las condiciones estructurales de la empresa.

Para que se origine un incendio es necesario que estén presentes 3 elementos: **combustible** (madera, cartón, hidrocarburos, aceites, etc.), **oxígeno y una fuente de calor**. Un cuarto elemento llamado **reacción en cadena**, es necesario para el mantenimiento o la propagación del fuego. Es sabido que todos estos elementos se encuentran presentes en cualquier industria metal mecánica, y en el caso de que algunos de estos elementos estén ausentes o sus cantidades no sean suficientes, la combustión no tiene lugar o se extingue, evitando la formación o propagación del fuego.

Las principales causas que originan un incendio son:

1. Instalaciones eléctricas inadecuadas.
2. Cigarrillos y fósforos.
3. Almacenamiento de líquidos inflamables/combustibles.
4. Falta de orden y limpieza.
5. Chispas generadas por trabajos mecánicos.
6. Superficies calientes.
7. Calentamiento por fricción de partes móviles de maquinarias.
8. Llamas abiertas.
9. Residuos calientes de una combustión.
10. Corte y Soldadura.
11. Electricidad estática, etc.

Como medidas preventivas para incendios se recomienda:

- ✚ Tener en cuenta que la sección de los cables se adapte a la potencia instalada de los artefactos eléctricos a conectar, a fin de evitar cortocircuitos, líneas recargadas, etc.
- ✚ Apagar correctamente colillas de cigarrillos y fósforos
- ✚ Almacenar los productos inflamables en lugares ventilados, rotulados y ubicarlos lejos de fuentes de calor.
- ✚ Evitar acumulación de residuos en áreas de trabajos para disminuir la carga de fuego.
- ✚ Capacitar para el buen manejo de equipos industriales que producen calor y quemadores portátiles.
- ✚ Capacitar a los operarios sobre el uso y manejo de extintores.
- ✚ En trabajos de corte y soldadura mantener los locales ventilados.
- ✚ En operaciones que generen electricidad estática mantener la humedad elevada para evitarla.

En caso de, que a pesar de las medidas preventivas tomadas, igual se produzca un incendio, se deberá seguir los siguientes pasos.

- ✚ Activar la alarma, ubicar el lugar de incendio y evacuar el área rápidamente.
- ✚ Llamar a los bomberos y a emergencias en caso de heridos.
- ✚ Cortar el suministro eléctrico.
- ✚ Conservar la calma y tranquilizar a las personas que estén alrededor.
- ✚ Si hay humo, taparse la nariz y la boca con un pañuelo, de preferencia mojado y agacharse.
- ✚ Dirigirse a los puntos de reunión con los demás compañeros. Recordar: ¡no corro!, ¡no grito! y ¡no empujo!
- ✚ No utilizar extintores si no está capacitado de hacerlo, y abandone el área inmediatamente.

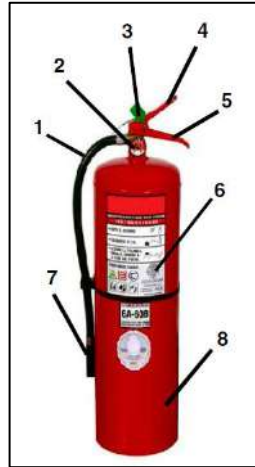
**Teléfonos de Emergencias en caso de incendios u otro accidente:**

Bomberos	100 – 434260
Comisaria Seccional 1°	421954
Servicios de Emergencias Médicas	426200
Camuzzi	425481
Corpico	335555

Es de obligación la instalación de equipos extintores en la empresa, conforme a lo exigido por el Decreto 351/79.

Los mismos deben estar ubicados en lugares de fácil acceso, evitando estar entre máquinas, y señalizados como corresponde.

Se deberán recargar los extintores una vez utilizados en caso de incendio y se hará, de manera anual, un mantenimiento.



1. Manguera.
2. Manómetro de Control.
3. Seguro.
4. Palanca de accionamiento.
5. Manija de Transporte.
6. Pictogramas de uso.
7. Tobera de descarga.
8. Cuerpo del extintor.

## PASILLOS DE CIRCULACIÓN/SALIDAS DE EMERGENCIA

En caso de incendio u otro siniestro que implica la necesidad de una evacuación, es de obligatorio implementar las siguientes prácticas para impedir accidentes y preservar la salud de las personas dentro de la empresa:

- ✚ Mantener las zonas de paso y salidas libres de obstáculos.
- ✚ No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.
- ✚ Utilizar las escaleras tomándose del pasamanos.
- ✚ En caso de incendios, usar las salidas de emergencias.

A su vez, los medios de escape deberán cumplimentar lo exigido en el artículo n° 172 del Decreto 351/79:

- ✚ El trayecto a través de los mismos deberá realizarse por pasos comunes libres de obstrucciones y no estará entorpecido por locales o lugares de uso o destino diferenciado.
- ✚ Donde los medios de escape puedan ser confundidos, se colocarán señales que indiquen la salida.
- ✚ Ninguna puerta, vestíbulo, corredor, pasaje, escalera u otro medio de escape, será obstruido o reducido en el ancho reglamentario. La amplitud de los medios de escape, se calculará de modo que permita evacuar simultáneamente los distintos locales que desembocan en él.
- ✚ Cuando un edificio o parte de él incluya usos diferentes, cada uso tendrá medios independientes de escape, siempre que no haya incompatibilidad a juicio de la autoridad competente, para admitir un medio único de escape calculado en forma acumulativa.
- ✚ Las puertas que comuniquen con un medio de escape abrirán de forma tal que no reduzcan el ancho del mismo y serán de doble contacto y cierre automático. Su resistencia al fuego será del mismo rango que la del sector más comprometido.

i) EQUIPOS SOMETIDOS A PRESIÓN

Los equipos sometidos a presión presentes en la empresa, están conformados por el compresor de aire, y los tanques pulmón que se utiliza para su almacenamiento. Dado su carácter peligroso, debido al riesgo de explosión, los mismos requieren de diversas medidas de protección a fin de evitar contingencias no deseadas.

La forma correcta de minimizar el riesgo de accidentes es el mantenimiento preventivo y la realización de ensayos periódicos de control. A continuación se nombrará algunas medidas básicas para el mantenimiento de estos equipos.

- ✚ El compresor y los tanques de almacenamiento deberán llevar una placa de identificación en la que figurará, como mínimo, nombre del fabricante, número y año de fabricación, presión máxima admisible de trabajo y diseño, presión de prueba, número de serie y volumen en litros.
- ✚ La instalación de estos equipos se realizará a una distancia mínima de 0,60 metros de todo muro o pared medianera y de modo tal que no ponga en riesgo la integridad del personal por rotura o explosión. En mejor medida, se recomienda disponer de la construcción de muros protectores o cualquier otro sistema de seguridad que brinde la mayor protección posible.
- ✚ En los tanques de aire comprimido, se adoptarán las siguientes precauciones:
  - Estarán provistos de aberturas adecuadas para la inspección interior o limpieza.
  - Cuando dos o más tanques de aire comprimido sean alimentados por un solo equipo compresor, la tubería que va al primer tanque estará provista de una válvula de cierre, con una válvula de seguridad entre el compresor y la válvula de cierre.
  - Los tanques de aire comprimido se limpiarán periódicamente para eliminar el aceite u otras sustancias extrañas, diariamente, por las purgas y automáticos con válvulas para eliminar la suciedad, la humedad y el aceite acumulado en el fondo de los recipientes.
  - No se podrá utilizar como tanque de aire comprimido ningún recipiente que no haya sido construido para tales fines.
- ✚ Los equipos deberán someterse a ensayos de medición de espesores de manera anual, en el cual se verifica su resistencia a las condiciones de presión de trabajo a partir de técnicas de ultrasonido.

j) EXPOSICIÓN AL RUIDO

El ruido se produce en todos los bloques del proceso de fabricación en la empresa de metalúrgica debido al uso de maquinarias y herramientas, que por el propio funcionamiento con las láminas de acero mediante impactos, descargas eléctricas y fricción, alcanza niveles sonoros potencialmente nocivos para la audición y perjudiciales para la salud de los trabajadores.

El riesgo de pérdida auditiva comienza a ser significativo cuando se supera el límite de 85 db para jornadas de trabajo de 8 horas por 5 días semanales.

Los trabajadores suelen no percibir la pérdida auditiva hasta que son afectadas las frecuencias conversacionales, lo que perjudica su relación con los demás y para ese momento, esta pérdida es irreparable. Previo a esta situación, que en terminología médica se denomina **hipoacusia inducida por ruido**, los trabajadores pueden presentar deterioro en su salud general, con síntomas inespecíficos, tales como trastornos del sueño y digestivos, irritabilidad, cansancio y déficit de atención entre otros, para luego acentuarse con zumbidos y vértigo.

Al igual que con otras clases de exposición, la mejor manera de evitar el riesgo es eliminarlo. Por esta razón, combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de lograrlo. Para reducir y/o eliminar el ruido, se pueden tomar las siguientes acciones:

- ✚ Emplear máquinas y métodos que por su innovación tecnológica sean lo menos ruidosas posibles.
- ✚ Colocar las máquinas que vibran sobre materiales amortiguadores.
- ✚ Aumentar la distancia entre el trabajador y la fuente sonora.
- ✚ Utilizar materiales que absorban el sonido en las paredes, suelos, y techos.
- ✚ Colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas.
- ✚ Utilizar sistemas de ventilación, como extractores de aire, que sean lo menos ruidosos posible.
- ✚ Colocar en los motores eléctricos un sistema de amortiguación y controlar su efectivo funcionamiento.
- ✚ Realizar mantenimiento y lubricación periódica de los equipos, y de ese modo sustituir las piezas gastadas o defectuosas.
- ✚ Impedir o disminuir el choque entre piezas de las maquinarias.
- ✚ Colocar barreras para separar o aislar las piezas de las máquinas o las máquinas que sean particularmente ruidosas.

En cuanto a la organización del trabajo, de ser posible disminuir la cantidad de horas de exposición para cada trabajador. Será necesario realizar mediciones de exposición a ruido, según la Resolución 295/03 del MTEySS y Resolución 8511 de la SRT.



Cuando no sea posible reducir los tiempos de exposición, se deberá recurrir a los equipos de protección personal.

- ✚ Estos deben poseer la correspondiente certificación que garantice una atenuación adecuada y calidad de fabricación según las normas.
- ✚ Cada trabajador debe estar adecuadamente capacitado y concientizado en cuanto a su uso.

Además, se recomienda la implementación de programas de reducción de ruido y conservación de la audición con la participación de las todas las áreas de la empresa. Será necesario medir el ruido luego de realizar modificaciones en los puestos de trabajo, como así también efectuar una nueva audiometría al trabajador después de un cambio de tarea, de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente (Resolución SRT No 37/10).

k) EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

La exposición a vibraciones están presentes en las tareas que se desempeñan en los puestos de trabajos que emplean máquinas de accionamiento hidráulico y neumático como la guillotina, plegadora y prensa, en las herramientas de mango como las pulidoras, y en las agujereadoras, sierra automática y en las máquinas de mecanizado. A su vez, también están presentes durante el funcionamiento del compresor de aire.

La frecuencia es uno de los factores determinantes de la acción de las vibraciones junto con la zona del cuerpo afectada. Las mismas se pueden clasificar en:

- **De muy bajas frecuencias:** se tratan de frecuencias inferiores a 1 Hz que origina alteraciones en el sentido de equilibrio como mareos, náuseas, vómitos.
- **De bajas y medias frecuencias:** se tratan de frecuencias de 1 Hz a decenas de Hz, que provocan lumbalgias, dolores cervicales, agravación de lesiones raquídeas, hemorroides, diarreas, dolores abdominales, disminución de la agudeza visual, inhibición de los reflejos, retraso en el control de movimientos

Para reducir al máximo las vibraciones que se transmiten al cuerpo humano, se detallará en la siguiente lista las prácticas que deben aplicarse.

- ✚ Seleccionar herramientas cuyo grado de avance tecnológico lleve al mínimo posible la exposición a vibraciones transmitidas al segmento mano-brazo.
- ✚ Limitar el tiempo de exposición en función de la frecuencia de vibración, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 295/03 del MTEySS.
- ✚ Mantener en condiciones el mango de las herramientas.
- ✚ Utilizar guantes y botas de protección para atenuar las vibraciones.
- ✚ No utilizar discos, piedras ni cepillos para el pulido que no estén en óptimas condiciones o que se encuentren desbalanceados.
- ✚ Implementar un procedimiento de pausas periódicas y de ser posible, rotar con tareas que no impliquen la exposición a vibraciones.
- ✚ Realizar las mediciones de exposición a vibraciones de mano-brazo y cuerpo entero, según corresponda, de acuerdo a lo establecido por la Normativa vigente.
- ✚ Capacitar al personal sobre los riesgos que generan las vibraciones en el cuerpo y las medidas preventivas para evitar la exposición o minimizarlas.

1) EXPOSICIÓN A HUMOS DE SOLDADURA

Durante el proceso de soldado se liberan humos que son peligrosos para la salud del operario al ser inhalados, es por ello que se darán algunas pautas que se deberán implementar en los puestos de soldado, a fin de impedir accidentes o daños permanentes a largo plazo.

- ✚ Implementar un sistema de extracción de aire localizado (portátil o fijo), complementario al sistema de extracción general.
- ✚ Mantener encendido el sistema de extracción o aspiración, durante la realización de tareas de soldadura.
- ✚ Implementar un programa de mantenimiento preventivo del sistema de extracción y realizar de forma inmediata las adecuaciones que surjan como necesarias.
- ✚ Asegurar que la ventilación general y localizada, no interfiera con el funcionamiento de los extractores y campanas.
- ✚ Proveer protección respiratoria acorde a los humos generados y asegurar su correcto uso para proteger la salud del trabajador.
- ✚ No dejar la protección respiratoria a la intemperie cuando no se use a fin de que no se contamine o sature. También es importante guardarla en un recipiente (bolsa) herméticamente cerrado y limpio.
- ✚ Realizar medición de humos de soldadura en el puesto de trabajo, considerando la posición del trabajador, comparando los resultados con los parámetros establecidos por la legislación vigente.
- ✚ Capacitar en el uso y conservación de los elementos de protección personal. Los mismos deben ser seleccionados por el responsable del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- ✚ Mantener los controles médicos periódicos para prevenir enfermedades producidas por humos de soldadura.
- ✚ No consumir alimentos ni beber, ya que en estos sectores suele haber partículas suspendidas, que si se depositan en los mismos ingresan al organismo por vía oral.

m) EXPOSICIÓN A RADIACIONES ULTRAVIOLETAS

Además del peligro de exposición a los humos de soldadura, las tareas de soldado también representan un peligro frente a la exposición de radiaciones ultravioletas debido a que el arco eléctrico que se utiliza como fuente calórica, y cuya temperatura alcanza los 4000° C, desprende radiaciones visibles y no visibles que afectan directamente a la piel y ojos, pudiendo producir oscurecimiento, quemaduras, eritema, pigmentación retardada, interferencia en el crecimiento celular, fotoqueratitis en la vista, en caso de no utilizar la protección adecuada.

Por otra parte, las quemaduras también pueden ocurrir cuando las chispas ingresan a través de los dobles de la ropa arremangada o en los bolsillos.

Para evitar estos posibles daños, se deberá:

- ✚ Utilizar pantallas metálicas color negro mate o cortinas laterales/perimetrales a fin de confinar los destellos de luz producidos por los arcos voltaicos para proteger a los trabajadores adyacentes al puesto de trabajo.
- ✚ Utilizar protección ocular y cutánea del grado adecuado según la transmisión máxima en ultravioleta, visible e infrarrojo de acuerdo al equipo y material usado.
- ✚ Capacitar al soldador sobre el correcto uso y graduación de los cristales coloreados en función al tipo de soldadura.
- ✚ En caso de altas radiaciones considerar la protección especial de zonas sensibles.
- ✚ Para tareas con tramos cortos de soldadura que requieran levantamiento frecuente de la careta, implementar máscara de soldador fotosensible.
- ✚ Evitar lo máximo posible la exposición de la piel a Radiaciones UV a través de elementos de protección personal de material de cuero u otro resistente (guantes de mangas largas, camisa de mangas largas, delantal, polainas o zapatos con caña y máscara integral para soldadura).
- ✚ Establecer procedimientos de trabajo seguro para evitar quemaduras y exposición a radiaciones.
- ✚ Capacitar a los trabajadores sobre los procedimientos seguros y el riesgo de quemadura.
- ✚ Evitar la ropa rasgada, arremangada, de fibra sintética y con residuos de grasa, aceite y/o solvente. Mantener las mangas y el cuello abotonados y los cierres cerrados, a fin de evitar la entrada de chispas.
- ✚ Colocar cartelería indicando el uso obligatorio de los EPP.

n) ILUMINACIÓN

Es importante considerar las fuentes lumínicas en el ambiente laboral para llevar cabo cualquier tipo de tarea, ya que las personas que trabajan bajo una adecuada iluminación son más productivas, se concentran con mayor facilidad, y evitan padecer daños como fatiga, dolores de cabeza, cuello y/o espalda a causa de mantener posturas forzadas que le permita aprovechar la baja iluminación, entre otros.

La iluminación adecuada para cada tarea depende de varios factores, partiendo de las características visuales de cada trabajador, la precisión requerida para la tarea realizada, el detalle del trabajo, la velocidad del movimiento de los objetos, el contraste, etc. De esta manera puede resultar complejo asegurar una calidad óptima para cada puesto de trabajo, pero es igualmente necesario realizar mediciones para conocer los niveles de iluminación de los puestos y así poder realizar las adecuaciones para lograr los niveles mínimos establecidos, según el del Decreto 351/79 y la Resolución SRT No 84/11.

Una buena práctica en cuanto al confort visual es lograr que la iluminación genere la menor molestia posible y sea efectiva a los fines de las tareas a realizar, considerando la preservación de la salud. Se debe buscar:

- + Eliminar los reflejos molestos, los deslumbramientos y las sombras.
- + Utilizar los colores normalizados.
- + Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación de alumbrado, teniendo en cuenta:
  - o La detección del envejecimiento de las luminarias.
  - o La realización correcta de la limpieza de las luminarias.
  - o El funcionamiento adecuado de la iluminación de emergencia.
- + Asegurar una adecuada iluminación general que tenga en cuenta las variaciones debido a las condiciones de luz natural.
- + Asegurar una adecuada iluminación localizada en puntos críticos donde el operario necesita precisión en sus movimientos.
- + Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de iluminación.

### 3.3) MEMORIA DE CÁLCULOS:

A continuación, se desarrollará los cálculos para la selección de los equipos extintores que serán instalados en la empresa, y para determinar el ancho de salida de las puertas que permitirán evacuar el local en caso de emergencias. En el ANEXO V se encuentra el plano N° 10 con la ubicación de los matafuegos, y la señalización de los mismos y de las salidas de emergencia.

#### 1. DETERMIANCIÓN DEL NÚMERO DE EXTINTORES:

En primer lugar, se deberá identificar los distintos sectores de la empresa y los metros cuadrados que abarcan cada una. En el plano N° 11 del ANEXO V se puede ver las distintas regiones de la empresa.

La misma incluye 10 áreas distintas, ellas son:

Área	
1	Entrada
2	Oficina Principal
3	Oficina Privada
4	Baño p/ Oficinas
5	Hall
6	Nave Industrial 1°
7	Nave Industrial 2°
8	Depósito
9	Nave Industrial 3°
10	Baño p/ Operarios

Tabla N° 2: Áreas o sectores de la empresa.

Para cada una de las áreas de la empresa, se debe hallar la superficie que ocupan. A fines de reducir la complejidad de los cálculos, se dividirá la empresa en 4 zonas que abarcan las distintas áreas mencionadas, y para cada una de ellas se determinarán el número de extintores que irán instalados.

Zona 1	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Oficina Principal	23,28
Oficina Privada	12
Entrada	48,6
Hall	6,98
Baño p/ Oficinas	3,12
<b>Total</b>	<b>93,98</b>

Tabla N° 3: Superficies de la zona 1.

Zona 2	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Nave Industrial 1°	217,1
<b>Total</b>	<b>217,1</b>

Tabla N° 4: Superficies de la zona 1.

Zona 3	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Nave Industrial 2°	172
Depósito	48,88
<b>Total</b>	<b>220,88</b>

Tabla N° 5: Superficies de la zona 1.

Zona 4	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Nave Industrial 3°	84,1
Baño p/ Operarios	5,85
<b>Total</b>	<b>89,95</b>

Tabla N° 6: Superficies de la zona 1.

○ ZONA 1:

Los elementos que intervienen en la zona 1, se indicarán en la siguiente tabla con sus respectivas cantidades, peso y poder calorífico. Luego con estos datos se calculará la carga de fuego de cada materiales que están presentes en la toda la zona.

ZONA 1					
Elementos	Cantidad	Material	Poder Calorífico [ $\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}}$ ]	Peso [kg]	Carga de Fuego [Mcal]
Escritorio	3	Madera	4,4	25	330
Almacén	1	Madera		40	176
Mostrador c/ cajones	1	Madera		45	198
Cajonera	1	Madera		30	132
Puertas	7	Madera		6	184,8
Alacena	1	Madera		19	83,6
				<b>TOTAL</b>	<b>1104,4</b>
Papelería	-	Papel	4	70	280
				<b>TOTAL</b>	<b>280</b>
Silla	9	Poliuretano	6	8	432
Fotocopiadora	1	Poliuretano		8	48
Computadora	3	Poliuretano		5	90
				<b>TOTAL</b>	<b>570</b>

Tabla N° 7: Carga de fuego de los materiales en la zona 1.

A continuación, se determinará la carga de fuego equivalente de los materiales para evaluar el riesgo de incendio de la zona. El mismo consiste en representar el peso en madera por unidad de superficie, capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector. Para calcular la carga de fuego equivalente se hará uso de la siguiente expresión:

$$q_e = \frac{q}{S \cdot P_C} \quad (1)$$

Dónde:

- ✚  $q_e$  = Carga de fuego equivalente en [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ ].
- ✚  $q$  = Carga de fuego en [Mcal].
- ✚  $S$  = Superficie del local en [ $\text{m}^2$ ].
- ✚  $P_C$  = Poder calorífico de la madera 4,4 [ $\frac{\text{Mcal}}{\text{kg}}$ ].

Utilizando la fórmula (1), y los datos de la tabla n° 3 y 7, obtenemos la carga de fuego equivalente para los elementos cuyo material principal es la madera.

$$q_{e\text{Madera}} = 2,67 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$



Repetimos el mismo procedimiento para los demás materiales de la zona 1.

$$Q_{e\text{Papel}} = 0,68 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

$$Q_{e\text{Poliuretano}} = 1,38 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

Finalmente la carga de fuego equivalente total será la suma de las calculadas anteriormente, es decir:

$$Q_{e\text{Total}} = 4,73 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right]$$

Paso seguido, de la siguiente tabla se determinará el riesgo predominante en el edificio. Siendo en este caso para actividad industrial, con riesgo MUY COMBUSTIBLE, ya que dentro de la zona hay papeles y maderas que son de fácil ignición, con lo cual el riesgo predominante de la zona 1 es R3.

Actividad predominante	Clasificación de los materiales según su combustión						
	Riesgo 1 Explo.	Riesgo 2 Infla.	Riesgo 3 Muy comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Poco comb.	Riesgo 6 Incomb.	Riesgo 7 Refrac.
Residencial Administrativo	NP	NP	R3	R4	—	—	—
Comercial Industrial Depósito	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Espectáculos Cultura	NP	NP	R3	R4	—	—	—

Tabla N° 8: Riesgos según las actividades predominantes en el edificio.

Luego, con el valor de la carga de fuego equivalente y el riesgo, de la siguiente tabla se hallará el potencial extintor mínimo que deber tener los matafuegos.

Fuegos clase A					
Carga de Fuego	Riesgo				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Poco comb.
Hasta 15 kg/m <sup>2</sup>	—	—	1 A	1 A	1 A
16 a 30 kg/m <sup>2</sup>	—	—	2 A	1 A	1 A
31 a 60 kg/m <sup>2</sup>	—	—	3 A	2 A	1 A
61 a 100 kg/m <sup>2</sup>	—	—	6 A	4 A	3 A
> 100 kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso.				

Fuegos clase B					
Carga de Fuego	Riesgo				
	Riesgo 1 Explos.	Riesgo 2 Inflam.	Riesgo 3 Muy comb.	Riesgo 4 Comb.	Riesgo 5 Poco comb.
Hasta 15 kg/m <sup>2</sup>	—	6 B	4 B	—	—
16 a 30 kg/m <sup>2</sup>	—	8 B	6 B	—	—
31 a 60 kg/m <sup>2</sup>	—	10 B	8 B	—	—
61 a 100 kg/m <sup>2</sup>	—	20 B	10 B	—	—
> 100 kg/m <sup>2</sup>	A determinar en cada caso.				

Se exceptúan fuegos de líquidos inflamables que presenten una superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>.

Tabla N° 9: Potencial extintor para fuegos clase A y B.

Potencial Extintor: 1 A/ 4 BC.

La capacidad del mismo será en función del potencial extintor, y este dato los podemos obtener de la siguiente tabla.

Agente extintor	Capacidad	Potencial extintor
Agua	10 l	2 A
Anhídrido carbónico	3,5 kg	2 BC
	5 kg	3 BC
	7 kg	4 BC
	10 kg	5 BC
	10 l	2 A - 4 B
Espuma	10 l	2 A - 6 B
Espuma productora de películas acuosas (EPPA)	10 l	2 A
Soda ácido	10 l	2 A
Haló. 1211 o 1301	1 kg	1,5 BC
	2,5 kg	3 BC
	5 kg	4 BC
	10 kg	1 A - 12 BC
	13 kg	1 A - 15 BC
Baldes con agua o arena	10 l	0,5 A

Polvo	Triclaso (base fosfato de amonio)		Sódico	Potásico	Bicarbonato potásico Urea
	1,5 kg	0,5 A	2 BC	2 BC	2,5 BC
2,5 kg	1 A	4 BC	4 BC	5 BC	10 BC
5 kg	1,5 A	6 BC	6 BC	7,5 BC	15 BC
7 kg	2 A	8 BC	8 BC	10 BC	20 BC
10 kg	3 A	12 BC	12 BC	15 BC	30 BC
13 kg	4 A	16 BC	16 BC	20 BC	40 BC

Tabla N° 10: Capacidad de extintores.

En este caso con un extintor de 5 [kg] cubrimos el potencial mínimo necesario.

En conclusión, en la zona 1 se instalará:

**UN EXTINTOR** de polvo ABC de 5 [kg] con un potencial de 1,5 A/ 6 BC. El mismo estará ubicado a continuación del tablero eléctrico, ya que es lugar visible, de fácil acceso y no perjudica o impide ningún movimiento o actividad. Estará señalizado según Normas IRAM 10005, y estará instalado y mantenido como lo indica la Norma IRAM 3517.

○ **ZONA 2:**

La zona 2 abarca toda la nave industrial 1, y en ella se encuentran las máquinas plegadora, guillotina, soldadoras, almacenes de materia prima e insumos, por lo tanto los elementos combustibles son variados. Por lo tanto en esta zona se aplicará lo establecido en el Decreto 351/79, en cual exige que haya como mínimo 1 matafuego cada 200 m<sup>2</sup> y la máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros para fuegos de clase A y 15 metros para fuegos de clase B. El potencial extintor mínimo que deberá tener el matafuego es de 1 A/ 5 BC.

De la tabla N° 4 observamos que la superficie de la zona 2 es de 217,1 m<sup>2</sup>, con lo cual se colocará:

**DOS EXTINTORES** de polvo ABC de 7 [kg] con un potencial de 2 A/ 8 BC. Uno de ellos, irá ubicado próximo al puesto de soldado, entre la ventana y la puerta de emergencia que tiene salida al pasillo exterior de la empresa. El segundo extintor irá cercano a la entrada del taller a 0,7 m del almacén principal de acero. La separación entre ellos no supera los 11 m, por lo tanto estamos dentro de lo que exige el Decreto.

Ninguno de los extintores están ubicados entre máquinas, ni tampoco restringen movimientos u operaciones. Su posición permite mayor visibilidad y acceso.

○ **ZONA 3:**

La zona 3 incluye el depósito de materias primas, insumos y productos terminado, y toda la nave industrial 2. En el plano N° 1 del lay-out que se encuentra en el ANEXO V, se observa que en la nave industrial 2 se encuentran el puesto de soldado, mecanizado, la sierra automática, el compresor, la fresadora y agujereadora, las piedras esmeriladas y la

punzonadora. La mayoría de las máquinas requieren grandes consumos eléctricos por lo tanto, la posibilidad de incendios por fallas eléctricas son significativas.

Al igual que la zona 2, debido a la amplia variedad de elementos se aplicará lo exigido en el Decreto 351/79.

La superficie total a cubrir es de 220,88 m<sup>2</sup>, según la tabla N° 5, por lo tanto en la zona 3 se instalarán:

**DOS EXTINTORES de polvo ABC de 7 [kg] con un potencial de 2 A/ 8 BC.** El primero de ellos irá ubicado en la entrada de la nave, próximo a la mesa de trabajo.

Como el local tiene de 14,7 m de largo, desde sector de mecanizado que es el punto más alejado al extintor, la distancia máxima a recorrer está por debajo de los 20 m.

El segundo matafuego, irá instalado en la entrada del depósito. Al igual que el caso anterior, la distancia máxima a recorrer, desde el punto más alejado al matafuego, está por debajo de los 20 m.

○ **ZONA 4:**

Finalmente, la última zona a cubrir de la empresa abarca la nave industrial 3 y los baños y ducha para los operarios. Dentro de la nave, se realizan las tareas de pulido y acabado superficial al producto terminado, y en menor medida se hace operaciones de cilindrado a las láminas de acero.

Al igual que los casos anteriores, el cálculo del número y tipo de extintores se harán de acuerdo a lo establecido en el Decreto 351/79.

De la tabla N° 6 hallamos que la superficie a cubrir es de 89,95 m<sup>2</sup>. Con lo cual, se instalará en la zona 3:

**UN EXTINTOR de polvo ABC de 7 [kg] con un potencial de 2 A/ 8 BC.** El mismo irá ubicado en la entrada del local, próximo al baño. Se eligió esta ubicación ya que no dificulta ningún tipo de movimiento o actividad, es de rápido y fácil acceso y tiene una amplia visibilidad desde cualquier punto del local. Como la nave industrial tiene 10,7 m de largo, la distancia a recorrer desde el punto más alejado está por debajo de los 20 m.

## 2. CÁLCULO DE MEDIOS DE ESCAPE:

Se deberá determinar el ancho y número de salidas que permitirá evacuar los ocupantes de la empresa en caso de emergencia.

El cálculo inicia a partir de la determinación del número teórico de ocupantes. De la tabla N° 11 se obtiene el factor ocupación en [m<sup>2</sup>], que permitirá calcular esta cantidad. En este caso para edificios industriales el mismo es de 16 [m<sup>2</sup>].

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

Tabla N° 11: Factor de ocupantes.

Luego, el número de teórico de ocupantes se obtiene de la siguiente expresión:

$$N = \frac{S}{F_o} \quad (2)$$

Dónde:

- ✚ N= Número teórico de personas.
- ✚ S= Superficie total de la empresa en [m<sup>2</sup>].
- ✚ F<sub>o</sub>= Factor de ocupación en [m<sup>2</sup>].

Para una superficie total de 1521,5 [m<sup>2</sup>], utilizando la fórmula (2), obtenemos el número teórico de personas:

$$N \approx 95 \text{ Personas.}$$

Paso seguido, se determinará en número de unidades de ancho de salida como:

$$n = \frac{N}{100} \quad (3)$$

Dónde:

- n= Número de unidades de ancho de salida.
- N= Número teórico de personas.

Haciendo uso de la fórmula y datos anteriores, se obtiene que el número de unidades de ancho de salida es:

$$n \approx 1$$

Según el Decreto 351/79 el número mínimo de unidades de ancho de salida es de 2. Por lo tanto se adopta este último valor.

Para valores inferiores a 3 unidades el número de salidas es **una sola**.

Según la Reglamentación, los valores de ancho permitido para edificios nuevos y existentes se encuentran en la siguiente tabla.

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

Tabla N° 12: Ancho mínimo permitido.

En este caso para dos unidades de ancho de salida, en edificios existentes, el ancho permitido es de 0,96 m.

Todas las puertas del edificio tienen un ancho que superan los 1,1 m, por lo tanto se encuentran dentro de lo exigido por el Decreto. A su vez, se recomienda que las mismas **deban abrir hacia afuera y tendrán colocadas a una altura de 1 m las barreras antipánicos**.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Instalación de aire comprimido. Real Decreto N° 2060/2008 (2009). República Argentina.
- Carnicer, E. (1977). Aire Comprimido: Teoría y Cálculo de las Instalaciones. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Asociación Argentina de Luminotecnia (A.A.D.L.). (s.f.). Manual de Luminotecnia-Tomo II. Buenos Aires: Asociación Argentina de Luminotecnia.
- Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. A. E. A. 90364-7-771. Buenos Aires: Asociación Electrotécnica Argentina.
- Baschuk, B., Vaimberg, J. (1984). Criterios de predimensionado y métodos de cálculo de iluminación. Buenos Aires: Cámara Argentina del libro.
- Higiene y Seguridad en el Trabajo. Ley N° 19587. (1972). Decreto N° 351/79. (1979). República Argentina.
- Instalaciones fijas: IRAM 247-3. República Argentina: Sintenax Valio S.A.
- Instalaciones fijas: IRAM 2178. República Argentina: Sintenax Valio S.A.
- Interruptores automáticos: Sistema multi 9. República Argentina: Schneider Electric S.A.
- Interruptores diferenciales. República Argentina: System Pro M Compact.
- Tanques de almacenamiento de aire comprimido. República Argentina: Kaeser Compresores.

# ANEXO I



# ANEXO II

# ANEXO III

# ANEXO IV

# ANEXO

# V