

Memoria de Cálculo Eléctrica

Obra: Espacios de Promoción de la Producción
Autogestiva de Alimentos - E.P.P.A.As - Buenos Aires

Fecha: 09 de diciembre de 2022

Índice

1. Descripción del proyecto	4
2. Consideraciones	4
2.1 Generales	4
2.2 Particulares	5
2.2.1 Cableado	5
3. Memoria de cálculo eléctrica	6
3.1 Diagrama unifilar general	6
3.2 Planilla de cargas por tablero seccional	6
3.3 Cálculos y verificaciones	7
3.3.1 Verificación Alimentador Principal	7
3.3.2 Determinación de la corriente de proyecto	8
3.3.3 Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_z	8
3.3.4 Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección IN	8
3.3.5 Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga	8
3.3.6 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima	9
3.3.7 Verificación por máxima exigencia térmica	9
3.3.8 Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito de acometida	9
3.3.9 Verificación por gradiente de caída de tensión. GDC	9
3.3.10 Verificación caída de tensión en circuitos	10
3.3.11 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra	10
3.3.12 Protección contra descargas atmosféricas	11
3.4 Seguridad contra incendios	15
3.5 Iluminación	15
4. Potencia requerida para acondicionamiento frío/calor	16
4.1 Cálculo de transmitancia	16
4.2 Cálculo de carga térmica en verano	17
4.2.1 Cálculo del calor por transmisión	18
4.2.2 Cálculo del calor por radiación	18
4.2.3 Cálculo del calor sensible	19

4.2.3 Cálculo del calor latente	20
4.2.4 Resumen de cargas	20
4.3 Cálculo de carga térmica en invierno	21
4.3.1 Cálculo de calor por transmisión	21
4.3.2 Cálculo de calor por infiltración	21
4.3.3 Resumen de cargas	21

1. Descripción del proyecto

Los presentes cálculos se desarrollan de acuerdo a las prescripciones de la REGLAMENTACIÓN AEA 90364-7-771, a fin de proyectar las instalaciones eléctricas, con el objetivo de dar cumplimiento a las leyes y normativas vigentes, con énfasis en las medidas de seguridad personal y las condiciones ambientales de las áreas de trabajo normadas por la leyes N° 19.587; 24.557 de Seguridad e Higiene del Trabajo y demás leyes y/o decretos reglamentarios o modificatorios de incumbencia en los temas a los que refiere el presente.

En ese sentido se proyecta la instalación del tablero de entrada ubicado del lado cliente sobre la línea municipal del predio con su respectiva protección termomagnética, y la ejecución de una nueva puesta a tierra de protección mediante el hincado de una jabalina de copperweld de ½ " de diámetro y 2 m de longitud.

Desde dicho tablero se instalará un conductor tetrapolar de 4 x 16 mm² como alimentador principal, el cual irá canalizado dentro de una tubería de PVC de 75 mm de diámetro hasta llegar al tablero principal. Dicha canalización irá soterrada y señalizada según las prescripciones de la norma vigente, AEA 90364-7-771.

El tablero principal constará de un interruptor principal automático en caja moldeada, una señalización de presencia de tensión tipo "ojo de buey" y dos interruptores termomagnéticos entre los cuales se dividirá la distribución hacia los tableros seccionales.

Como fuera mencionado, la distribución de la energía eléctrica quedará dividida en dos circuitos que alimentarán a los tableros seccionales tal como se indica en el esquema unifilar adjunto.

Como el objetivo de los presentes trabajos comprenden la instalación eléctrica de los Galpones PUPAAs en los cuales proyecta realizar el acercamiento eléctrico desde el pilar de conexión a la red hasta un tablero general de entrada y un tendido de distribución tetrapolar de 3 x 380 V + Neutro a cada uno de los tableros seccionales cada uno de ellos con sus respectivos aparatos de maniobra y protección.

Todas las canalizaciones se proyectan embutidas con cañerías normalizadas de acuerdo a las Reglamentación vigente y de diámetros acordes a la cantidad de conductores que deberán portar, las cajas de derivación con bornera, conectores y cajas rectangulares de la misma línea y los tableros seccionales serán metálicos con tapa ciega abisagrada.

2. Consideraciones

2.1 Generales

La canalización eléctrica de este edificio, que incluye los sectores de servicios comunes como los sectores interiores, sala de elaboración, baños, cocinas, se realizará según las siguientes pautas:

Sectores de Techos : la cañería eléctrica se realizará con cañería metálica rígida tipo semi pesada con un grado de protección IP 40 ya que se trata de cañerías interiores.

Sectores de Paredes: se realizará con caño metálico rígido tipo semi pesado en forma embutida.

En ambos casos las cajas tanto de centro (octogonal), como de paso y derivación (cuadradas) o de interruptores de efectos y tomacorrientes (rectangulares), serán metálicas de chapa 20 y se unirán siempre al caño mediante conectores metálicos de chapa.

En general, se utilizará cañería de 7/8" para los troncales, de 3/4" para las derivaciones a interruptores de efectos (retornos) pudiendo utilizarse para ambos casos 7/8" o dimensiones mayores si así se requiriera por la cantidad de conductores agrupados en las mismas.

Según AEA 90364 ítem 771.12.3.1 el recorrido de las canalizaciones deberá respetar la ortogonalidad de los ambientes, siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se realiza la instalación.

En particular el borde de las cajas más cercanas a marcos, solados y techos, se ubicará a NO más 0,25 m de la arista externa de cada marco de aberturas colocadas en obra, a no más de 0,30 m de los cielorrasos o techos y a no más de 0,20 de los solados.

Para facilitar la colocación y reemplazo de conductores deberá emplearse un número suficiente de cajas de paso.

El constructor deberá incorporarlas teniendo en cuenta:

En tramos rectos y horizontales sin derivación se colocará como mínimo una caja cada 12 m y en tramos verticales una caja cada 15 m, estas cajas de paso y derivación se instalarán en lugares que estén siempre accesibles.

Cuando no sea posible evitar la colocación de conductos en forma de U (Por ejemplo en cruces debajo de pisos) o otra forma que facilite la acumulación de agua se utilizará caño plástico rígido no enrollable con pendiente y cable con doble aislamiento (IRAM 2178) .

No se admitirán más de tres curvas entre dos cajas consecutivas.

2.2 Particulares

2.2.1 Cableado

Los conductores para electricidad que se utilizarán en cañerías embutidas o aparentes cumplirán con las Normas IRAM 2183, 2268, 62266 y 62267.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificados, especialmente en lo que respecta a los conductores de Neutro y de Protección, esta identificación se realizará por los colores que presenta su aislación. Para ello el cableado del edificio se realizará teniendo en cuenta el código de colores establecido por la norma AEA 90364:

Para distribución Trifásica se utilizará:

- Línea L1 (Fase R): Castaño (marrón)
- Línea L2 (Fase S): Negro
- Línea L3 (fase T): Rojo
- Neutro N: Celeste
- Conductor de Protección PE: Verde / Amarillo

Para distribución monofásica se utilizará:

- Línea L1 (Fase R): Castaño (marrón)
- Neutro N: Celeste

- Línea L2 (Fase S): Negro
- Neutro N: Celeste
- Línea L3 (fase T): Rojo
- Neutro N: Celeste
- Conductor de Protección PE: Verde / Amarillo

Para los retornos se utilizará color Blanco o cualquier color que no sea marrón, negro, rojo, celeste, verde, amarillo.

Agrupamiento de conductores en una misma canalización:

Todos los conductores pertenecientes a un mismo circuito, incluyendo el conductor de protección PE se instalarán dentro de una misma canalización.

Los Circuitos de Uso General, los de Uso Especial, los de Uso Específico o a Carga Única deberán tener cañerías independientes para cada tipo.

Los distintos circuitos de usos generales podrán instalarse en una misma cañería hasta un máximo de tres y siempre que no se superen 15 bocas conjuntas.

3. Memoria de cálculo eléctrica

3.1 Diagrama unifilar general

Como la superficie del Galpón alcanza aproximadamente los 61 m², de acuerdo con la Reglamentación AEA 90364-7-771, y por el tipo cargas instaladas corresponde considerar un grado de electrificación Medio. La cantidad de circuitos de la presente instalación verifica la reglamentación.

Ver diagrama unifilar en el documento:

- PUP-011-CPL para uso productivo: Conservas, Dulces y Panificados
- PUP-011-MPL para uso productivo: Miel
- PUP-011-QPL para uso productivo: Quesos de pasta dura y semi dura

3.2 Planilla de cargas por tablero seccional

En la siguiente planilla se definen las potencias instaladas en cada tablero seccional a los efectos de determinar la potencia total instalada, y la verificación de los conductores correspondientes al alimentador principal y a los conductores de los circuitos de distribución a los tableros seccionales.

Los circuitos derivados de los tableros seccionales solo fueron verificados en función de un modelo prototipo cuyas cargas fueron inferidas en función de un establecimiento de fabricación de cerveza artesanal, las cargas que por sus características insuman una potencia superior a la considerada como para tomacorrientes de uso general, tendrán un tratamiento particular, considerando la instalación de tomacorrientes de 20 A o en caso de potencias mayores se considerará una conexión directa a bornera instalada en caja embutida de características específicas.

la corriente máxima necesaria se estima para el uso productivo más exigente, siendo válida para todos los usos productivos.

CIRCUITO	LÁMPARAS	TOMAS GRALES.	TOMAS ESPECIALES	CANTIDAD	CARGA (W)	UBICACIÓN	Imáx circuito (A)
1	Plaf LED 24W			5	120	Of,coc,baño	0.68
2	L.LED 100W			8	800	S. ELAB.	4,54
3	L.LED 100W			2	200	EXTERIOR	1.14
3	L. LED 24 W	1		4	96	EXTERIOR	0.54
4		1	TOMAS DE USO GRAL	1	500	BAÑO	2.84
4			CORTINA DE AIRE	2	400	Ingreso personal	2.27
5			CORTINA DE AIRE	1	200	Egreso productos	1.14
6		3	TOMAS DE USO GRAL.	3	1500	OFICINA/ EGRESO	8.52
7			ANAFE 4 HORN.	1	5000	S. ELAB.	28,41
7			BALANZA	1	100	S. ELAB.	0.57
7			AMASADO	1	562	S. ELAB.	3.19
8			TOMAS DE USO GRAL.	5	2500	S: ELAB:	14.2
9			AIRE ACONDICIONADO 4068 frigorías	1	1551	S. ELAB.	8.81
10			EXTRACTOR	1	750	S. ELAB.	4.26
10			EXTRACTOR	1	750	S. ELAB.	4.26
10			AIRE ACONDICIONADO 4068 frigorías	1	1551	S. ELAB.	8.81
11		1	TOMA DE USO GRAL.	1	500	EXTERIOR	14.2
11			TERMOTANQUE	1	2000	Cab. EXT.	
11			Heladera	1	562	S. ELAB.	3.19
11	Freezer 16 baldes		Freezer 16 baldes	1	215	S. ELAB.	1.22
12			BOMBA ELEVADORA AGUA	1	370	CISTERNA	2.1
13			CENTRAL DE ALARMA DE INCENDIO	1	61	S.ELAB	0.27

Factor de simultaneidad adoptado por tipo de servicio: FS= 0,7

Corriente Máxima Imáx =80,612 A

3.3 Cálculos y verificaciones

3.3.1 Verificación Alimentador Principal

Cable tetrapolar 4 x 16 mm²

Longitud : 30 m

Condición: canalización enterrada

3.3.2 Determinación de la corriente de proyecto

$$I_b = 80,612 A$$

3.3.3 Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_z

Los términos indicados entre paréntesis hacen referencia a la ubicación en la norma AEA 90364-7-771.

$I_z \geq I_b$ (de pág. 108) para conductores directamente enterrados $I_z = 89 A$

$FT=1$ Factor de corrección por temperatura (25°)

$FR=1$ Factor de corrección para resistividades térmicas del terreno (Tierra normal seca).

$FA=1$ Factor de reducción para más de 1 circuito (1 solo circuito).

$$I_{Adm} > I_b \cdot FT \cdot FR \cdot FA = 89 A$$

(Por pág. 104) $SCSG=16 \text{ mm}^2$ con $I_{Adm}= 89 A$ (IRAM 2178, IRAM 62266, tipo XLPE termoestable)

(Por pág. 89) verificamos que se cumple con las secciones mínimas admisibles.

$$I_z = I_{Adm} \cdot FT \cdot FR \cdot FA = 89 A \geq I_b$$

3.3.4 Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_N

$$I_b < I_N < I_z$$

$$80,612 A < I_N < 89 A$$

Por catálogo adoptamos un interruptor automático tetrapolar en caja moldeada con regulación 70/100A $I_N = 85 A$; $I_{cc} = 4,5 \text{ kA}$

3.3.5 Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

La actuación de la protección contra sobrecargas del interruptor $I_N = 110 A$, verifica que:

(Por pág. 138)

$$I_2 \leq 1,45 I_z = 174 A$$

$$\text{pues } I_2 = 1,45 I_N = 151,08 A$$

3.3.6 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima

Para una corriente estimada de de cortocircuito de 4000 A, y para un conductor de 4 x 16 mm² de Cu, y un interruptor con curva B, el largo máximo aceptado de protección es de 340 m (según Tabla 771-H. VII)

$$I_{cc} = 4000 \text{ A}$$

Siendo la capacidad de ruptura del interruptor termomagnético seleccionado= 25 KA

3.3.7 Verificación por máxima exigencia térmica

(Por pág. 135) debe verificar: $K^2 S^2 \geq I^2 t$

donde:

$$k = 143 \text{ (factor de pág.136)}$$

$$S = 16 \text{ mm}^2 \text{ (sección del conductor)}$$

$$IK'' = I_{cc} \text{ (corriente de cortocircuito)}$$

t (tiempo de desconexión del dispositivo de protección)

$$I^2 t = 30000 \text{ (de pág. 232)}$$

$$K^2 \cdot S^2 = 143^2 \cdot 16^2 = 5.2349.44$$

Como $K^2 \cdot S^2 \geq I^2 t = 30000$ verifica.

3.3.8 Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito de acometida

Para el conductor elegido:

$$X_{16} = 0,084 \Omega/\text{km}$$

$$R_{16}(20^\circ) = 1,15 \Omega/\text{km}$$

$$L = 0,030 \text{ km (longitud de la línea)}$$

$$I = 80,612 \text{ A}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 80,423 \cdot 0,030 \cdot (1,15 \cdot 0,8 + 0,084 \cdot 0,6) = 4,059 \text{ V} \quad \Delta V = 5,247 \%$$

Verifica. $\Delta U = 1,08 \% \leq \Delta U \text{ máx.} = 5 \%$

3.3.9 Verificación por gradiente de caída de tensión. GDC

$$\Delta U = \text{GDC} \times I \times L / S \quad (\text{mm}^2 \times \text{V} / (\text{A} \times \text{m})) \times (\text{A} \times \text{m}) / \text{mm}^2$$

Donde GDC es para circuitos trifásicos= 0,035

I = corriente del circuito = 80,612 A

L = longitud del circuito = 30 m

S = sección del conductor = 16 mm²

$\Delta U = 5,29 \text{ V}$

$\Delta U (\%) = 1,392 \%$

3.3.10 Verificación caída de tensión en circuitos

Se realiza la verificación de caída de tensión en los extremos de los circuitos que alimentan equipos de producción asumiendo la condición más crítica, con todas las cargas funcionando.

Considerando la carga puntual más alta (Circuito 5.0) y una longitud estimada de circuito de 15 m, y tomando como conductores de alimentación cables unipolares de 4 mm², tendremos una caída de tensión:

$$\Delta U = \text{GDC} \times I \times L / S \quad (\text{mm}^2 \times \text{V} / (\text{A} \times \text{m})) \times (\text{A} \times \text{m}) / \text{mm}^2$$

Donde GDC es para circuitos monofásicos= 0,040

I = corriente del circuito = 28,41 A

L = longitud del circuito = 15 m

S = sección del conductor = 4 mm²

$\Delta U = 4,621 \text{ V}$

$\Delta U (\%) = 1,94 \%, \Delta U (\%)_{\text{máx.}} = 5 \%$

De lo anterior adoptamos como conductores para todos los circuitos a excepción de los de iluminación y los de tomacorrientes de uso general conductores de 4 mm² de sección. Los conductores para circuitos de iluminación serán de 2,5 mm² de sección con retornos de 1,5 mm² de sección para los interruptores de efecto, siempre que éstos no intervengan en más de 3 luminarias.

3.3.11 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra

La norma AEA 9036-7-771 prescribe un valor de PAT inferior o igual 40 Ohms. La cual debe verificarse mediante medición in situ utilizando un telurímetro, y en caso de no alcanzar el valor recomendado se deberán instalar jabalinas en paralelo interconectadas entre sí, u otro método alternativo hasta lograr el valor reglamentado.

El cálculo teórico de la resistencia de PAT, se encuentra muy condicionado por la variación de la resistividad del terreno de implantación de la jabalina. Razón por lo cual su determinación es aproximada.

De acuerdo con la fórmula Dwight, la resistencia de PAT de una jabalina de sección circular se puede calcular como:

$$R = \rho / 2\pi L \times (\ln(4L/a) - 1)$$

Donde:

ρ = resistividad del terreno (Ω m)

L = Longitud de la jabalina (m)

a = radio de la jabalina (m)

Considerando una resistividad del suelo de 75Ω m, y una jabalina de 2 m de largo y $\frac{1}{2}$ " de diámetro el valor de la resistencia de PAT será de $32,52 \Omega$ resultando éste un valor válido para el cálculo teórico.

3.3.12 Protección contra descargas atmosféricas

En función de lo previsto en la Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles AEA 90364 7-771, y en función de las condiciones de la instalación que nos ocupa, y las características atmosféricas de región en la que se ubica la presente obra resulta obligatorio la instalación de un pararrayos. Razón por la cual se deberá instalar un pararrayos en las inmediaciones del edificio, junto a una protección complementaria en virtud de las consecuencias que podrían ocasionar la caída directa de un rayo.

Cálculo de la protección contra descargas atmosféricas necesaria (IRAM 2184)

Según la ubicación geográfica de la obra que nos ocupa en la Provincia de Buenos Aires, la cantidad de tormentas eléctricas por año, de acuerdo al mapa isoceraúnico de la Argentina es de T_d = entre 40 y 50. Tomamos como valor de referencia $T_d = 50$ lo que nos sitúa del lado de la seguridad.

La cantidad de rayos a tierra / $\text{Km}^2 \times \text{año}$ se calcula como:

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25}$$

$$N_g = 5,318 \text{ Rayos a tierra} / \text{Km}^2 \times \text{año}$$

En función de N_g se determina la Frecuencia anual promedio de rayos directos sobre la estructura como:

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Donde A_e es el área de superficie a proteger, $A_e = 61,5 \text{ m}^2$

$$N_d = 5,318 \times 61,5 \times 10^{-6} = 0,00032$$

Cálculo de frecuencia aceptable de rayos sobre la estructura:

$$N_c = 5,5 \times 10^{-6} / C$$

Donde C es un factor de riesgo determinado por: $C = C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$

siendo:

C2 : coeficiente de evaluación del tipo de construcción

C2 = 1 , correspondiente a una construcción común con techado metálico

C3 : Coeficiente de contenido de la estructura

C3 = 1 de gran valor , normalmente inflamable

C4 : Coeficiente de ocupación de la estructura

C4 = 1 , estructura normalmente ocupada

C5 : coeficiente de impacto de la caída de un rayo sobre la estructura

C5 = 5 , con consecuencias sobre el servicio y el entorno

Luego:

$$C = 5$$

Por lo tanto :

$$N_c = 5,5 \times 10^{-6} / 5$$

$$N_c = 0,0000011$$

De acuerdo con la Norma IRAM 2184 al ser $N_d \geq N_c$ se debe optar por un sistema de protección contra rayos (SPCR), por lo que se deberá optar por un sistema SPCR de una eficiencia $E_c \geq 1 - N_c / N_d$ lo cual determina el nivel de protección asociado a las condiciones atmosféricas y la estructura a proteger.

$$E_c = 0,996$$

Para este valor de eficiencia, el nivel de protección indicado en la Norma es Nivel I más medidas complementarias.

Para nuestro caso se elige instalar un mástil de caño de acero galvanizado de 1 ½" de diámetro, adosado a la estructura soporte del tanque de agua con una altura que sobrepase en al menos 1.15 m por encima de la cota superior de la estructura que soporta el tanque elevado, lo que daría una altura respecto del nivel de suelo de aproximadamente 8 m, con una punta captora Tipo Franklyn multipunta de bronce, con un conductor desnudo de Cu de 50 mm², en su interior firmemente adosado en ambos extremos, el cual terminará en una cámara de registro de medidas adecuadas donde mediante morseto de presión se conectará a una jabalina de cooperweld de 16 mm de diámetro y 3 m de longitud hincada directamente en el terreno. Se considera prioritario proteger el conductor de descarga mediante la instalación de una protección de material aislante hasta alcanzar una altura no inferior a los 2,5 m. Esta toma de tierra se vinculará con la toma de tierra de protección eléctrica mediante un cable de cobre desnudo de 50 mm² directamente enterrado a los efectos de lograr equipontencialidad de partes metálicas que conforman el equipamiento de la sala. Adicionalmente en el tablero general de entrada de energía eléctrica se dispondrá inmediatamente aguas abajo del interruptor de caja moldeada, un descargador de rayos y sobretensiones transitorias del tipo PHOENIX FLT-SEC-T1 +T2. Como protección complementaria de las instalaciones.

Tomando en consideración la altura de montaje de la punta captora y para un grado de protección de Nivel I, se obtiene un área con forma de cono, con un ángulo $\alpha=68^\circ$ y una altura de monta de 8 m, con un radio de 19,8 m a nivel del terreno natural, con lo cual el área protegida abarca todas las estructuras de interés.



Figura 2. Curvas isoceránicas en la República Argentina.

Tabla 771.19.III – Condiciones de instalación de los DPS

Características de alimentación del inmueble o tipo de inmuebles a alimentar	Nivel cerámico	
	AQ ≤ 25 días por año (AQ1)	AQ > 25 días por año (AQ2)
Inmueble equipado con pararrayos (sistema externo o primario)	Obligatorio	Obligatorio
Inmueble alimentado en BT por una red totalmente aérea o parcialmente aérea ⁽¹⁾	No obligatorio ⁽³⁾	Obligatorio ⁽²⁾
Inmueble alimentado en BT por una red totalmente subterránea	No obligatorio ⁽³⁾	No obligatorio ⁽³⁾
Inmuebles que son afectados por la salida de servicio de la instalación (instalación indisponible) y/o inmuebles en los que se ve afectada la seguridad de las personas por la salida de servicio de equipos vinculados con la seguridad ⁽⁴⁾	Según el análisis de riesgo	Obligatorio

⁽¹⁾ Esta disposición no es aplicable cuando las líneas aéreas están constituidas por conductores aislados con pantalla metálica conectada a tierra o incluyen un conductor conectado a tierra.
⁽²⁾ Sin embargo, se admite no colocar dispositivos de protección contra sobretensiones si se ha realizado, por medio de la norma IEC 62305-2, un análisis del riesgo que lo justifique.
⁽³⁾ La utilización de dispositivos de sobretensión puede igualmente ser necesaria para la protección de equipos o aparatos eléctricos o electrónicos cuando el costo o la no disponibilidad puede ser crítica en las instalaciones según resulte del análisis de riesgo efectuado.
⁽⁴⁾ Esto es el caso por ejemplo en:

- o instalaciones donde existan tratamientos médicos ininterrumpibles.
- o instalaciones que incluyan sistemas de seguridad contra incendios, sistemas de alarmas técnicas, sistemas de alarmas sociales.

Figura 3. Condiciones de instalación.

Altura de la punta captadora en m	SK 1		SKI II		SK III		SK IV	
	Ángulo α	Distancia a en m	Ángulo α	Distancia a en m	Ángulo α	Distancia a en m	Ángulo α	Distancia a en m
1	71	2,90	74	3,49	77	4,33	79	5,14
2	71	5,81	74	6,97	77	8,66	79	10,29
3	66	6,74	71	8,71	74	10,46	76	12,03
4	62	7,52	68	9,90	72	12,31	74	13,95
5	59	8,32	65	10,72	70	13,74	72	15,39
6	56	8,90	62	11,28	68	14,85	71	17,43
7	53	9,29	60	12,12	66	15,72	69	18,24
8	50	9,53	58	12,80	64	16,40	68	19,80
9	48	10,00	56	13,34	62	16,93	66	20,21
10	45	10,00	54	13,76	61	18,04	65	21,45
11	43	10,26	52	14,08	59	18,31	64	22,55
12	40	10,07	50	14,30	58	19,20	62	22,57
13	38	10,16	49	14,95	57	20,02	61	23,45
14	36	10,17	47	15,01	55	19,99	60	24,25
15	34	10,12	45	15,00	54	20,65	59	24,96
16	32	10,00	44	15,45	53	21,23	58	25,61
17	30	9,81	42	15,31	51	20,99	57	26,18
18	27	9,17	40	15,10	50	21,45	56	26,69
19	25	8,86	39	15,39	49	21,86	55	27,13
20	23	8,49	37	15,07	48	22,21	54	27,53
21			36	15,26	47	22,52	53	27,87
22			35	15,40	46	22,78	52	28,16
23			36	16,71	47	24,66	53	30,52
24			32	15,00	44	23,18	50	28,60
25			30	14,43	43	23,31	49	28,76
26			29	14,41	41	22,60	49	29,91
27			27	13,76	40	22,66	48	29,99
28			26	13,66	39	22,67	47	30,03
29			25	13,52	38	22,66	46	30,03
30			23	12,73	37	22,61	45	30,00
31					36	22,52	44	29,94
32					35	22,41	44	30,90

Figura 4. Cono de protección atmosférica.

3.4 Seguridad contra incendios

A los fines de dotar a las instalaciones del galpón de una protección contra eventuales incendios se deberán instalar dos extintores, un extintor contra incendio categoría ABC de 5 kg y otro categoría K de 5 Kg, con sus respectivos carteles indicadores y pictogramas de operación en cumplimiento de las Normas IRAM 3517-2 e IRAM 10005.

3.5 Iluminación

Para las mesadas centrales la iluminación en el plano de trabajo alcanza los 400 lux.

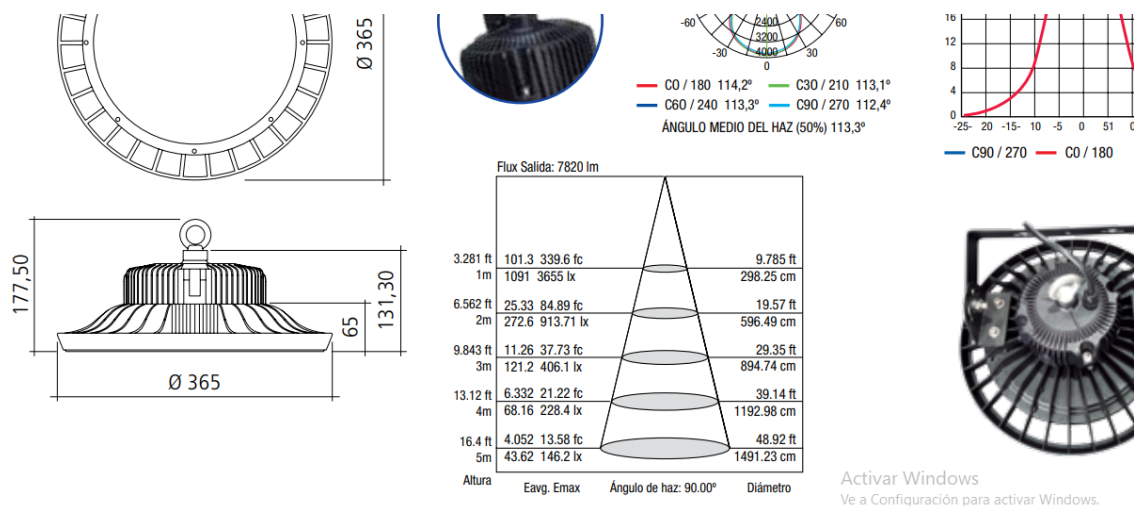


Figura 5. Iluminación en diferentes planos de luz.

4. Potencia requerida para acondicionamiento frío/calor

4.1 Cálculo de transmitancia

En función de las características de la estructura se calcula el coeficiente de transmitancia para cada elemento componente de la estructura. Los valores de conductividad térmica se obtuvieron de datos de proveedores y tablas de uso general.

Muros exteriores				
Capa	Elemento	Conductividad	Espesor	Resistencia
		[W/m.K]	[mm]	[m2.K/W]
RSE	Resistencia térmica superficial exterior			0.1300
1	Chapa exterior c27	50	0.44	0.0000
2	Barrera viento y lluvia	0.3	0.22	0.0007
3	Fenólico	0.13	18.00	0.1385
4	Aislante térmico lana de vidrio	0.041	100.00	2.4390
5	Cámara de aire	0.024	125.00	5.2083
6	Barrera de vapor	0.022	0.200	0.0091
7	Drywall (Durlock)	0.44	12.50	0.0284
8	Pintura Epoxy	0.7	0.05	0.0001
RSI	Resistencia térmica superficial interior			0.0400
Total Resistencia				7.994
Transmitancia Térmica (k)				0.125

Cubierta de techo				
Capa	Elemento	Conductividad	Espesor	Resistencia
		[W/m.K]	[mm]	[m2.K/W]
RSE	Resistencia térmica superficial exterior			0.1300
1	Chapa exterior c25	50	0.54	0.0000
2	Aislante térmico lana de vidrio	0.041	100.00	2.4390
3	Barrera hidrófuga	0.3	0.22	0.0007
4	Fenólico	0.13	12.00	0.0923
5	Pintura Ignífuga	0.7	0.05	0.0001
RSI	Resistencia térmica superficial interior			0.0400
Total Resistencia				2.702
Transmitancia Térmica (k)				0.370

Piso				
Capa	Elemento	Conductividad	Espesor	Resistencia
		[W/m.K]	[mm]	[m2.K/W]
RSE	Resistencia térmica superficial exterior			0.017
1	Pavimento de hormigón H25	0.5	150.00	0.30000
2	Aislación hidrófuga	0.3	5.00	0.01667
3	Carpeta de nivelación cementicia	0.09	30.00	0.33333
4	Pintura epoxy	0.7	0.05	0.00007
RSI	Resistencia térmica superficial interior			0.040
Total Resistencia				0.707
Transmitancia Térmica (k)				1.414

Carpintería de aluminio				
Capa	Elemento	Conductividad	Espesor	Resistencia
		[W/m.K]	[mm]	[m2.K/W]
RSE	Resistencia térmica superficial exterior			0.013
1	Vidrio laminado	1.05	4.00	0.00381
2	Cámara de aire	0.024	9.00	0.37500
3	Vidrio laminado	1.05	4.00	0.00381
RSI	Resistencia térmica superficial interior			0.040
Total Resistencia				0.436
Transmitancia Térmica (k)				2.296

4.2 Cálculo de carga térmica en verano

Se plantea un layout con la siguiente orientación.

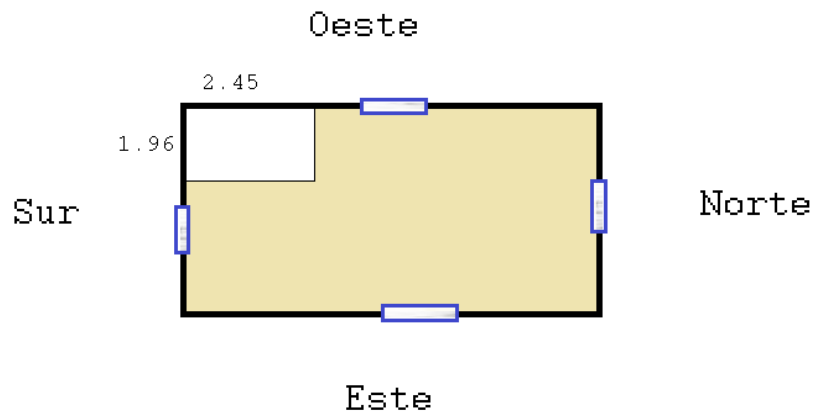


Figura 6. Orientación propuesta para cálculo de carga térmica.

4.2.1 Cálculo del calor por transmisión

Análisis de carga térmica en verano																				
Edificio: Galpón PUPAAs				Superficie general 60m2				Latitud -33.979571 S												
Provincia de Buenos Aires				Horario de uso: 6 a 22hs																
Calor por transmisión																				
		Temp. Int.	298	K (25°C)	<div>Orientación</div>	<div>Dimensión 1</div>	<div>Dimensión 2</div>	<div>Superficie total</div>	<div>Superficie neta</div>	<div>Coeficiente k</div>	<div>Dif. temp. (te-ti)</div>	<div>Carga térmica</div>								
		Temp. Ext.	308	K (35°C)																
Designación	Elemento																			
A	Muro exterior																			
B	Carpintería de aluminio																			
C	Muro exterior																			
D	Carpintería de aluminio																			
E	Muro exterior																			
F	Carpintería de aluminio																			
G	Muro exterior																			
H	Carpintería de aluminio																			
I	Cubierta de techo																			
J	Piso																			
Total calor por transmisión [W]												1727.67								

4.2.2 Cálculo del calor por radiación

Calor por radiación												
Galpón PUPAAs					Ganancia de calor a través de superficies vidrio {Qr=ISup.tr.f}							
Orientación	Panel	Designación	Coef K [W/(m2.K)]	Sup. Neta [m2]	HORA							
					6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00
Oeste	Muro exterior, color medio.	A	0.125	30.76	9.6	8.1	6.5	6.5	6.5	9.6	13.1	18.1
Oeste	Carpintería aluminio (f=0.5)	B	2.296	0.70	4.7	9.8	11.6	13.8	13.8	13.8	43.3	96.5
Norte	Muro exterior, color medio.	C	0.125	31.22	5.1	1.6	0.0	1.6	3.1	18.4	26.9	40.6
Norte	Carpintería aluminio	D	2.296	0.70	4.7	9.8	11.6	13.8	14.6	18.6	20.7	18.6
Este	Muro exterior, color medio.	E	0.125	39.78	6.5	6.5	8.5	53.7	73.1	75.1	49.8	38.8
Este	Carpintería aluminio	F	2.296	0.70	106.3	154.0	158.7	140.9	96.5	43.3	13.8	13.8
Sur	Muro exterior, color medio.	G	0.125	22.46	1.1	1.1	0.0	1.1	2.2	3.7	4.8	8.4
Sur	Carpintería aluminio	H	0.370	0.70	32.4	28.4	17.5	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Horizontal	Techo, color Medio. 100 kg	I	0.370	88.00	55.4	42.3	26.1	42.3	81.4	182.4	283.3	384.3
Total calor por radiación [W]												1,036

Hre = 40	Hae = 14.4	g/kg
HRI = 50	Hai = 9.5	g/kg

4.2.3 Cálculo del calor sensible

Calor sensible		
Personas		
Numero de personas (Nro)	4	personas
Calor sensible por persona (qsp)	74	W/persona
$Q_{sp} = Nro \cdot q_{sp}$	296	W
Iluminación		
Iluminación LED	900	W
Total iluminación (1.25 x Ilum)	1125	W
Aire exterior		
<i>Ventilación (se toma el mayor entre ventilación y sobrepresión)</i>		
Numero de personas	4	personas
Caudal de aire por persona	13	m3/h.pers
Caudal de aire exterior	52	m3/h
<i>Sobrepresión (se toma el mayor entre ventilación y sobrepresión)</i>		
Caudal de aire de mando	966	m3/h
Porcentaje	20	%
Caudal de aire exterior	193	m3/h
Factor de By-Pass (F)	0.2	
$Q_{sa} = 0,35 \cdot W.h. \cdot Ca. \cdot (T_e - T_i) \cdot F / (m3.K)$		
Calor sensible efectivo del Aire ext.	135.23	W
Factor de By-Pass (F)	0.8	
$Q_{sa} = 0,35 \cdot W.h. \cdot Ca. \cdot (T_e - T_i) \cdot F / (m3.K)$		
Calor sensible del Aire ext.	540.93	W
Subtotal (Fs=10%)	4319.91	W
Total efectivo	4751.90	W

4.2.3 Cálculo del calor latente

Calor latente	
Personas	
Numero de personas (Nro)	4 personas
Calor latente por persona (qlp)	79 W/persona
$Q_{lp} = Nro \cdot qlp$	316 W
Aire exterior	
<i>Ventilación (se toma el mayor entre ventilación y sobrepresión)</i>	
Numero de personas	4 personas
Caudal de aire por persona	20 m ³ /h.pers
Caudal de aire exterior	80 m ³ /h
<i>Sobrepresión (se toma el mayor entre ventilación y sobrepresión)</i>	
Caudal de aire de mando	966 m ³ /h
Porcentaje	20 %
Caudal de aire exterior	193 m ³ /h
Factor de By-Pass	0.2
$Q_{la} = 0,35 \cdot W.h. Ca. (T_e - T_i) \cdot F / (m^3 \cdot K)$	
Calor latente efectivo del Aire ext.	309.10 W
Factor de By-Pass	0.8
$Q_{la} = 0,35 \cdot W.h. Ca. (T_e - T_i) \cdot F / (m^3 \cdot K)$	
Calor latente del Aire ext.	1236.40 W
Subtotal (Fs=5%)	625.10 W
Total efectivo	656.36 W

4.2.4 Resumen de cargas

Calor sensible	4184.68 W
Calor latente	316.00 W
Carga interna	4500.68 W
Carga sensible efectiva total	4751.90 W
Carga latente efectiva total	656.36 W
Carga efectiva total	5408.26 W
Carga total	7185.58 W

Se concluye que para la refrigeración del galpón en verano se requiere una potencia de enfriamiento de 7200 W, alcanzadas mediante la operación de 2 equipos de aire acondicionado frío/calor de 4068 frigorías (4730 W) cada uno del tipo split ubicados estratégicamente en la planta de elaboración.

4.3 Cálculo de carga térmica en invierno

4.3.1 Cálculo de calor por transmisión

Análisis de carga térmica en invierno									
Edificio: Galpón PUPAAs		Largo*	11.0 m	Altura*	3.7 m	Volumen*	293 m3		
Provincia de Buenos Aires		Ancho*	7.6 m	Superficie*	83.6 m2	Velocidad vier	16 km/h		
Calor por transmisión									
Temp. Int.		289	K (16°C)						
Temp. Ext.		273	K (0°C)						
Designación	Elemento	Orientación	Longitud	Altura	Sup. total	Sup. neta	Coefficiente k	Dif. temp. (ti-tE)	Carga térmica
		[N.S.O.E.H]	[m]	[m]	[m2]	[m2]	[W/(m2.K)]	[K]	[W]
A	Muro exterior	O	8.6	3.7	31.5	30.8	0.125	16	61.57
B	Carpintería de aluminio	O	1.0	0.7	0.7	0.7	2.296	16	25.71
C	Muro exterior	N	7.6	4.2	31.9	31.2	0.125	16	62.49
D	Carpintería de aluminio	N	1.0	0.7	0.7	0.7	2.296	16	25.71
E	Muro exterior	E	11.0	3.7	40.5	39.8	0.125	16	79.62
F	Carpintería de aluminio	E	1.0	0.7	0.7	0.7	2.296	16	25.71
G	Muro exterior	S	5.7	4.2	23.9	22.5	0.125	16	44.94
H	Carpintería de aluminio	S	1.0	0.7	0.7	0.7	2.296	16	25.71
I	Cubierta de techo	H	11.0	8.0	88.0	88.0	0.370	16	521.07
J	Piso	H	11.0	7.6	83.6	83.6	1.414	16	1891.75
Suplemento por orientación Sur +10%									7.07
Suplemento por orientación Este/Oeste +5%									9.63
Total calor por transmisión [W]									2780.97

*Las dimensiones indicadas son los valores que mejor representan las dimensiones del galpón, el volumen se calcula sin tener en cuenta el baño y con una altura promedio de 3,70m.

4.3.2 Cálculo de calor por infiltración

Calor por infiltración					
Método hendiduras	Ventanas	Dimensiones	Perímetro	Factor	Caudal aire
	N°	[m]	[m]	[m3/m.h]	[m3/h]
	v1	1,00-0,70	3.40	4.1	13.94
	v2	1,00-0,70	3.40	4.1	13.94
	v3	1,00-0,70	3.40	4.1	13.94
	v4	1,00-0,70	3.40	4.1	13.94
	Caudal de aire total [m3/h]				55.76
Método renovaciones	Local	Volumen [m3]	Coef. renov	Caudal aire	Calor inf
		[m3]	[1/h]	[m3/h]	[W]
	Galpón PUPAAs	293	1.5	439.5	2193.98

4.3.3 Resumen de cargas

Calor por transmisión	2780.97 W
Calor por infiltración	2193.98 W
Suplem p/altura (h>3m)	26.33 W
Total carga de calor	5001.29 W

Se concluye que para el acondicionamiento del galpón en invierno se requiere una potencia de calentamiento de 5000 W, alcanzadas mediante la operación de 2 equipos de aire acondicionado frío/calor de 4068 frigorías (4730 W) cada uno del tipo split ubicados estratégicamente en la planta de elaboración.