



Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Electromecánica

INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

**Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación
de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e
Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte
en empresa Ingeniería del Centro.**

Alumno:

Pizarro, Leonardo Andrés

Tutores:

Ing. LACROUTS, Jorge José

Ing. MANDRILE, Daniel Alberto

Fecha: 09/12/2014

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Índice

				Contenido	Página
				Introducción General	5
				Memoria Descriptiva General	6
1				Anexo I - Instalación de Gas	8
	1.1.			Memoria Descriptiva	9
	1.2.			Memoria Técnica	10
		1.2.1.		Tabla de cañerías	10
		1.2.2.		Tablas de accesorios	11
	1.3.			Memoria de cálculo	12
		1.3.1.		Tabla de artefactos	12
		1.3.2.		Diámetros de cañería	14
		1.3.3.		Longitud equivalente de accesorios	15
2				Anexo II Cálculo de Conductores	16
	2.1.			Memoria Descriptiva:	17
	2.2.			Memoria Técnica:	18
		2.2.1.		Descripción de los consumos, ACU (Alimentación de carga única)	18
		2.2.2.		Circuito seccional N°2	18
		2.2.3.		Tablero	18
		2.2.4.		Elementos de maniobra y protección	18
	2.3.			Memoria de Cálculo:	19
		2.3.1.		Cálculo de conductores	19
		2.3.2.		Circuito Seccional N°2(CS2)	19
		2.3.3.		Circuitos ACU:	24
		2.3.4.		Elementos de maniobra y protección	28
		2.3.5.		Cálculo de disipación del tablero seccional N°2	28
3				Anexo III Diseño de medios de transporte de cereal en planta de silos	31

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.1.				Memoria de descriptiva	32
3.2.				Memoria de técnica	33
	3.2.1.			Silos	33
	3.2.2.			Noria	33
		3.2.2.1.		Dimensiones noria, cinta y cangilones	33
		3.2.2.2.		Cinta	34
		3.2.2.3.		Transmisión noria	35
	3.2.3.			Sinfín horizontal de noria a silos	35
		3.2.3.1.		Transmisión sinfín horizontal de noria a silos	36
	3.2.4.			Sinfín de silos a camión	36
		3.2.4.1.		Transmisión sinfín de silos a camión	36
3.3				Memoria de Cálculo	37
	3.3.1.			Cálculo de capacidad de los silos	37
	3.3.2.			Noria	37
		3.3.2.1.		Cangilones	38
		3.3.2.2.		Distancia entre cangilones	39
		3.3.2.3.		Capacidad horaria de la noria	39
		3.3.2.4.		Potencia de noria	39
		3.3.2.5.		Cinta	40
		3.3.2.6.		Transmisión noria	43
	3.3.3.			Tornillos sinfín	46
	3.3.4.			Formulas cálculo tornillo sinfín	48
		3.3.4.1.		Tornillo sinfín horizontal noria-silos	49
		3.3.4.2.		Transmisión tornillo sinfín horizontal noria-silos	50
		3.3.4.3.		Tornillo sinfín silos-Camión	52
		3.3.4.4.		Transmisión tornillo sinfín silos-Camión	53
4				Anexo IV Acondicionamiento de ambiente sector de oficinas	56
4.1.				Memoria Descriptiva	57

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.2.				Memoria Técnica	58
	4.2.1			Conductos de refrigeración	59
	4.2.2.			Difusores:	59
	4.2.3.			Rejas/difusores de retorno	60
	4.2.4.			Equipo de refrigeración/calefacción	60
4.3.				Memoria de Cálculo	61
	4.3.1.			Fórmulas	61
	4.3.2.			Balance térmico en verano	66
		4.3.2.1.		Ganancia de calor por transmisión y efecto solar.	66
			4.3.2.1.1.	Flujo de calor a través de paredes y techos exteriores	68
			4.3.2.1.2.	Flujo de calor a través de paredes y techos interiores.	69
			4.3.2.1.3.	Flujo de calor a través de vidrios	69
			4.3.2.1.4.	Ganancia de calor en conductos y pleno	70
		4.3.2.2.		Ganancia de calor interna	71
			4.3.2.2.1.	Carga debida a los ocupantes	71
			4.3.2.2.2.	Disipación por artefactos eléctricos.	72
			4.3.2.2.3.	Ganancia de calor por diversos aparatos	72
		4.3.2.3.		Caudal de aire a impulsar al local	73
		4.3.2.4.		Ganancia de calor del equipo por el aire exterior	74
			4.3.2.4.1.	Calor sensible aportado	75
			4.3.2.4.2.	Calor latente aportado	75
		4.3.2.5.		Ganancia total de calor del sistema de acondicionamiento	76
		4.3.2.6.		Selección del equipo	77
		4.3.2.7.		Calculo de conductos de aire acondicionado y difusores de impulsión.	78
		4.3.2.8.		Calculo de las rejillas de retorno.	82
	4.3.3.			Balance térmico en invierno	83
5				Bibliografía	85

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Introducción General

El presente documento constituye el “Trabajo Final” de la carrera de Ingeniería Electromecánica, Plan 2004.

Este proyecto surge de un pedido del propietario de la empresa “INGENIERIA del CENTRO”, ante la necesidad de acondicionamiento de aire del sector de oficinas y de la instalación de una planta acopiadora de cereal en el predio de la misma, situada en calle 403 N°933 de la ciudad de General Pico.

El mismo constará de cálculos eléctricos y cálculos de elevación y transporte que garanticen el normal funcionamiento de la planta de silo para el acopio de cereales. Dicha planta estará constituida por tres silos, una noria elevadora, tres tornillos sinfín para descarga y un tornillo sinfín para alimentar los mismos. En el sector de oficinas se harán los cálculos correspondientes para el acondicionamiento del ambiente en verano e invierno y también se realizarán los cálculos para la instalación de gas en baja que alimentarán oficinas y galpones. Se deberá conseguir el normal funcionamiento de todo el conjunto, en concordancia con las reglamentaciones vigentes, de manera tal que quede garantizada la seguridad de las personas.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Memoria Descriptiva General

El presente proyecto se divide en cuatro etapas diferentes, las cuales se detallan a continuación:

- **Instalación de gas.**
- **Ampliación de instalación eléctrica.**
- **Diseño de medios de transporte de cereal en planta de silos.**
- **Acondicionamiento de ambiente sector de oficinas.**

La primera etapa constará del cálculo y diseño de una red de distribución de gas en baja presión, a utilizarse en la zona de oficinas y galpones. El trazado de la misma se realizará buscando el recorrido más corto y un tramo de la cañería deberá colocarse bajo tierra y tendrá una tapada mínima de 0,30 m de modo que no sufra deterioros por presiones sobre el terreno. El resto irá embutido en las paredes.

La segunda etapa contempla el dimensionamiento de los conductores que alimentarán los motores trifásicos instalados en la planta de silos, como así también el cálculo de los tableros, elementos de maniobra y protección a utilizar. Desde el tablero principal (TP) construido a nivel de la línea municipal, se accederá al tablero seccional N°2 (TS2) ubicado en el galpón que se encuentra junto a los silos, mediante cable subterráneo directamente enterrado (CS2) a una profundidad de 0,7 m. Luego desde el TS2 partirán los circuitos de alimentación trifásica de carga única (ACU1, ACU2, ACU3, ACU4, ACU5) mediante una canalización en tubos de PVC rígido semipesados que irán sujetos mediante grampas a las estructuras del galpón.

La tercera etapa detalla el diseño y cálculo de una planta de silos para el acopio de cereal. La misma estará constituida por una noria elevadora, tres silos y cuatro tornillos sinfines. El cereal ingresará a la planta por medio de camiones y se descargará en una limpiadora seleccionadora de cereal. A medida que el cereal se va limpiando, se descargará en la noria y está, a su vez, descarga en un tornillo sin fin horizontal que lo transporta hacia el silo correspondiente para su almacenaje.

En la cuarta etapa se determinará, para el sector de oficinas, la ganancia de calor en verano, las pérdidas de calor en invierno, el caudal de aire necesario a impulsar para

<p style="text-align: center;">Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.</p>	<p style="text-align: center;">Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.</p>
--	---

seleccionar el equipo central de climatización frío/calor, el cálculo de conductos de aire, de difusores de impulsión y de retorno. La selección del equipo central de refrigeración/calefacción se hará en función de la ganancia de calor en verano y se verificará que el equipo seleccionado cumpla con las pérdidas de calor en invierno.

<p>Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.</p>	<p>Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.</p>
--	---

Anexo I

Instalación de Gas

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

1.1. Memoria descriptiva

El presente anexo constará del cálculo y diseño de la red de distribución de gas en baja presión a utilizarse en la zona de oficinas y galpones en la empresa INGENIERIA DEL CENTRO, ubicada en calle 403 N° 933, propiedad de Ing. Jorge José Lacrouts.

El cálculo de la instalación, se realizó adoptando una caída de presión máxima admisible, entre el regulador y el consumo más alejado, inferior o igual a 10 mm de columna de agua. El trazado del mismo se realizó buscando el recorrido más corto y un tramo de la cañería deberá colocarse bajo tierra y la misma tendrá una tapada mínima de 0,30 m de modo que no sufra deterioros por presiones sobre el terreno. El resto irá embutida en las paredes y se tendrá la precaución de que no esté en contacto directo con cables que transporten electricidad y que tampoco se encuentre en lugares donde permanezca habitualmente humedad.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

1.2. Memoria técnica

En esta sección se detallarán los resultados obtenidos de los cálculos realizados para el dimensionamiento de las cañerías de gas en baja presión.

Los cálculos se realizaron aplicando la ecuación de Poole teniendo en cuenta los consumos previstos.

La red de distribución de gas en baja presión puede visualizarse en el **Plano N° 01** en el cual se detalla la ubicación de cada uno de los artefactos y los tramos en que se encuentra dividido. El tramo de la cañería interna que se colocará bajo tierra llevará una protección especial constituida por las siguientes capas:

- Una capa de pintura de imprimación.
- Una capa de esmalte asfáltico caliente de un espesor de 2,4 mm.
- Una envoltura de vidrio hilado embebido en esmalte.
- Una capa de esmalte asfáltico caliente de un espesor de 1,6 mm .
- Una envoltura de velo de vidrio hilado saturado con asfalto adherido al esmalte.
- Todos los materiales en conjunto forman una protección de un espesor mínimo de 5 mm.

En las siguientes tablas se muestran la longitud, el diámetro y la totalidad de los elementos que componen la red junto con sus características, diferenciándolo para cada tramo en particular.

1.2.1. Tabla de cañerías

<i>Tramo</i>	<i>L real [m]</i>	<i>D adoptado ["]</i>
A—B	35,60	2
B—C	24,20	2
B—D	3,00	2
D—E	8,50	½
D—F	39,80	2

Tabla 1-1: Descripción de caños.

Proyecto:
Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.

Estudiante:
Pizarro, Leonardo Andrés.

1.2.2. Tablas de accesorios

<i>Tramo</i>	<i>codo 90°</i>	<i>T flujo a través</i>	<i>T en derivación</i>	<i>Válvula Macho</i>
A—B	2	0	0	0
B—C	4	0	1	1
B—D	0	0	1	0
D—E	3	0	1	1
D—F	4	1	0	1

Tabla 1-2: Descripción de accesorios.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

1.3. Memoria de cálculo

1.3.1. Tabla de artefactos

Los artefactos que serán abastecidos y sus respectivos consumos son:

Artefacto	Cantidad	Consumo	Caudal consumido	
		[Kcal / h]	[m ³ /h]	[l/h]
Cocina	1	5.000	0,537	537,63
Quemador automático	1	20.000	2,150	2150,01
Equipo central de calefacción	1	25.000	2,688	2688,17

Tabla 1-3: Descripción de artefactos.

El cálculo del caudal consumido por cada aparato se realizó mediante la fórmula:

$$Q_{consumido} = \frac{\text{consumo}}{\text{poder cal. gas}}$$

Donde el poder calorífico del gas es 9300 Kcal/m³ y el consumo total es 5,375 m³/h.

Antes de comenzar con los cálculos se marcó sobre un plano el recorrido probable de la cañería y de acuerdo al mismo se calculó los distintos accesorios que completan la instalación.

El dimensionamiento de la cañería para la distribución de gas en baja presión se llevó a cabo haciendo uso de las tablas confeccionadas en base a la fórmula de Poole. En este caso particular se usó la tabla con una densidad relativa de 0,65 y una caída de presión máxima admisible de 10 mm de columna de agua.

Para el dimensionamiento de cada tramo se procedió de la siguiente manera: se ingresó a la **Tabla 1-4** con el caudal volumétrico que circulará por el mismo y la longitud, pero ésta

no es la del tramo considerado, sino que es la que hay desde el regulador hasta el consumo más alejado que se abastece por ese tramo de cañería (longitud de cálculo). De esta manera de obtuvo el diámetro nominal en forma aproximada.

CAUDAL EN LITROS DE GAS POR HORA, PARA CAÑERÍAS DE DIFERENTES DIÁMETROS Y LONGITUDES
 (Gas natural)

Densidad 0,65 Para caída de presión h = 10 mm

Longitud de cañería en metros	DIÁMETROS DE LA CAÑERÍA EN MILÍMETROS						
	9,5 (3/8")	13 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	51 (2")
2	1.740	3.802	9.895	20.262	35.695	55.835	114.615
3	1.425	2.925	8.065	16.540	28.920	45.585	91.680
4	1.235	2.535	6.985	14.325	25.080	39.480	81.050
5	1.105	2.265	6.260	12.810	22.685	35.310	72.490
6	1.005	2.070	5.705	11.695	20.435	32.230	66.165
7	930	1.915	5.280	10.825	18.820	28.845	61.255
8	870	1.790	4.940	10.130	17.685	27.010	57.255
9	820	1.680	4.655	9.550	16.685	25.320	54.025
10	780	1.600	4.420	9.060	15.825	24.065	51.245
12	710	1.460	4.035	8.270	14.450	22.190	46.790
14	660	1.355	3.735	7.655	13.375	21.100	43.375
16	615	1.265	3.495	7.160	12.510	19.665	40.515
18	580	1.195	3.290	6.750	11.795	18.605	38.190
20	550	1.130	3.125	6.405	11.190	17.865	36.240
22	525	1.080	2.980	6.105	10.670	17.230	34.650
24	500	1.035	2.850	5.845	10.215	16.710	33.060
26	480	990	2.740	5.620	9.815	16.305	31.785
28	465	960	2.640	5.415	9.460	16.020	30.630
30	450	925	2.550	5.230	9.135	15.750	29.580
32	435	895	2.470	5.065	8.840	15.495	28.675
34	420	870	2.395	4.910	8.580	15.255	27.785
36	410	845	2.330	4.775	8.340	15.035	27.005
38	400	820	2.285	4.650	8.120	14.835	26.255
40	390	800	2.210	4.535	7.910	14.650	25.515
42	380	780	2.155	4.420	7.720	14.480	25.005
44	370	765	2.105	4.320	7.545	14.320	24.430
46	360	745	2.060	4.220	7.375	14.175	23.885
48	355	730	2.015	4.135	7.225	14.035	23.365
50	350	715	1.975	4.055	7.075	13.905	22.870
55	330	665	1.885	3.860	6.750	13.445	21.850
60	315	665	1.805	3.695	6.460	13.010	20.920
65	305	630	1.730	3.550	6.210	12.605	20.105
70	295	605	1.670	3.420	5.960	12.230	19.390
75	285	585	1.615	3.310	5.730	11.875	18.715
80	275	565	1.565	3.200	5.535	11.530	18.120
85	265	550	1.515	3.105	5.365	11.205	17.565
90	260	535	1.470	3.015	5.210	10.895	17.070
95	250	520	1.435	2.940	5.135	10.605	16.630
100	245	505	1.400	2.865	5.065	10.335	16.205
110	235	485	1.330	2.730	4.770	9.730	15.460
120	225	460	1.275	2.615	4.570	9.210	14.800
130	215	445	1.225	2.515	4.390	8.750	14.225
140	205	430	1.180	2.420	4.230	8.350	13.685
150	200	415	1.140	2.340	4.080	8.000	13.140
160	195	400	1.105	2.285	3.955	7.740	12.815
170	190	390	1.070	2.195	3.835	7.505	12.425
180	185	380	1.045	2.135	3.720	7.290	12.085
190	175	370	1.015	2.070	3.625	7.090	11.765
200	170	360	990	2.025	3.540	6.900	11.460

Tabla 1-4: Caudales para cañerías de diferentes diámetros.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Con este diámetro aproximado, de **Tabla 1-5** se obtuvo la longitud equivalente de los accesorios presentes en el tramo.

Luego se ingresó nuevamente a la **Tabla 1-4** con el caudal circulante y la longitud, ahora considerando no sólo la longitud de cálculo sino también la longitud equivalente de los accesorios, hallando así el diámetro nominal y debiendo verificar que el diámetro adoptado sea el necesario, de lo contrario se debe adoptar el que determina la tabla.

LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCESORIOS A ROSCA, EN DIAMETROS

Codo a 45°	14 d	Te flujo a 90°	60 d
Codo a 90°	30 d	Válvula globo	333 d
Curva	20 d	Válvula esclusa	7 d
Te flujo a través	20 d	Válvula macho	100 d
Reducciones	10 d menor		

Tabla 1-5: Longitudes equivalentes de accesorios.

1.3.2. Diámetros de cañería

En la siguiente tabla se detallan las consideraciones hechas anteriormente y los diámetros de cañería resultante en cada tramo.

Tramo	Q [m ³ /h]	L real [m]	L cálculo[m]	D aprox. ["]	L eq. [m]	L total [m]	D Calc. ["]	D Adop. ["]
A—B	5,370	35,60	78,40	1 1/4	11,52	89,92	1 1/4	2 ^(*)
B—C	2,688	24,20	59,80	1	8,5	68,30	1	2 ^(*)
B—D	2,687	3,00	78,40	1	6,5	84,90	1	2 ^(*)
D—E	0,537	8,50	47,10	1/2	4,81	52,52	1/2	1/2
D—F	2,150	39,80	78,40	1	9	87,40	1	2 ^(*)

(*) Se adopta un diámetro mayor al requerido debido a una disponibilidad del material por parte del dueño de la empresa.

Tabla 1-6: Descripción de cañerías

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

1.3.3. Longitud equivalente de accesorios

En la siguiente tabla se detallan los accesorios existentes en cada tramo y la longitud equivalente de los mismos:

Tramo	D aprox.	Accesorio	Cant.	L_{eq} Acc. [m]	L_{eq} [m]	Total eq [m]
A—B	1 ¼	codo 90°	6	30.D	5,76	11,52
		T derivación	1	60.D	1,92	
		T paso recto	1	20.D	0,64	
		Válvula macho	1	100.D	3,2	
B—C	1	T derivación	1	60.D	1,5	8,5
		Válvula macho	1	100.D	2,5	
		Codo 90°	6	30.D	4,5	
B—D	1	codo 90°	6	30.D	4,5	6,5
		T derivación	1	60.D	1,5	
		T paso recto	1	20.D	0,5	
D—E	1/2	T derivación	2	60.D	1,56	4,81
		Codo 90°	5	30.D	1,95	
		Válvula macho	1	100.D	1,3	
D—F	1	T paso recto	1	20.D	0,5	9
		T derivación	1	60.D	1,5	
		Codo 90°	6	30.D	4,5	
		Válvula macho	1	100.D	2,5	

Tabla 1-7: Descripción de accesorios

<p>Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.</p>	<p>Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.</p>
--	---

Anexo II

Cálculo de Conductores

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

2.1. Memoria Descriptiva:

El presente anexo contempla el dimensionamiento y la distribución de líneas que alimentarán 5 motores trifásicos instalados en la planta de silos, como así también la ubicación y cálculo de los tableros de las mismas. El sistema está pensado para que en ningún momento funcionen más de dos motores al mismo tiempo, por lo tanto el cálculo de conductores se hará en función de la potencia que demande la utilización de dos de ellos.

El proyecto se desarrolló, según la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Eléctrica Argentina (edición 2006) y las Normas IRAM e IEC correspondientes.

Desde el tablero principal (TP) construido a nivel de la línea municipal, se accederá al tablero seccional N°2 (TS2) ubicado en el galpón que se encuentra junto a los silos, mediante cable subterráneo directamente enterrado (CS2) a una profundidad de 0,7 m. En el **Plano N°3** se observa el esquema unifilar del TP donde se detallan cada una de las protecciones de los circuitos existentes como así también las del circuito seccional mencionado anteriormente.

Desde el TS2 partirán los circuitos de alimentación trifásica de carga única (ACU1, ACU2, ACU3, ACU4, ACU5) mediante una canalización en tubos de PVC rígido semipesados que irán sujetos mediante grampas a las estructuras del galpón. En el **Plano N°4** se observa el esquema unifilar del mismo.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

2.2. Memoria Técnica:

2.2.1. Descripción de los consumos, ACU (Alimentación de carga única)

Los motores estarán alimentados por el tablero seccional N°2 (TS2), destinado sólo para este fin. En el cuadro siguiente se describen los motores que el tablero alimentará como carga única:

Motor	Pot. (kW)	Alimentación (V)	Conductor
N°1(ACU 1)	4	3x380+PE	1x(3x2,5)+PE 2,5 mm ² IRAM 2178
N°2(ACU 2)	4	3x380+PE	1x(3x2,5)+PE 2,5 mm ² IRAM 2178
N°3(ACU 3)	4	3x380+PE	1x(3x2,5)+PE 2,5 mm ² IRAM 2178
N°4(ACU 4)	4	3x380+PE	1x(3x2,5)+PE 2,5 mm ² IRAM 2178
N°5(ACU 5)	4	3x380+PE	1x(3x2,5)+PE 2,5 mm ² IRAM 2178

Tabla 2-01: Descripción de motores y conductores.

2.2.2. Circuito seccional N°2

La sección del conductor del circuito seccional N°2 será de 1x(4x16)+PE16mm² Cu IRAM 2178-PVC.

2.2.3. Tablero

La ubicación del tablero se encuentra en el **Plano N° 02** y el esquema general del tablero en **Plano N° 05**. El mismo deberá poseer en su puerta el símbolo de “Riesgo Eléctrico” (Norma IRAM 10005-1), y por debajo de éste se fijará una leyenda indicativa en función del tablero (“Tablero Seccional N°2”). Este contará con un contrafrente, en el cual se identificará a que circuito pertenece cada dispositivo de maniobra y protección. La envolvente y la puerta contarán con conexión a tierra.

El gabinete metálico seccional cumplirá con la norma IRAM 2181 e IP 55 y las características del mismo son;

Tablero	Material envolvente	Medida h×a×p [mm]	P _{tot} [W]
TS2	Chapa acero 1,6 mm	750×600×300	63

Tabla 2-02: Descripción de tablero.

Nota: La potencia disipable por la envolvente en uso normal declarada por el fabricante (P_{de}) deberá ser mayor a P_{tot}.

2.2.4. Elementos de maniobra y protección

Los elementos de maniobra y protección se podrán observar en **Plano N°03 y N°4**.

La puesta a tierra de las partes conductoras accesibles (masas) se realizará mediante el conductor de protección (PE). El mismo recorrerá la instalación y no se interrumpirá en ningún punto de su recorrido a excepción del eventual cambio de sección a realizarse en tablero seccional. Se conectará en el tablero principal a la bornera de puesta a tierra.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

2.3. Memoria de Cálculo:

2.3.1. Cálculo de conductores

La determinación de secciones de conductores se hizo en base a la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la A.E.A. y se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

1. Determinación de la corriente de proyecto (I_B)
2. Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible (I_Z)
3. Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección (I_n)
4. Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga
5. Determinación de la corriente de cortocircuito máxima (I''_k)
6. Verificación de máxima exigencia térmica
7. Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito ($I_{k\text{mín}}$)
8. Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

2.3.2. Circuito Seccional N°2(CS2):

1. Determinación de la corriente de proyecto.

Se calcula la corriente de proyecto (I_B) a partir de la demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos del tablero seccional N°2 (TS2). Para su determinación se suman las potencias de los circuitos dedicados a cargas específicas, multiplicados por los coeficientes de simultaneidad que corresponden en función de las características de las cargas y de las probabilidades de funcionamiento simultáneo. Sabemos que nunca funcionarán más de dos motores al mismo tiempo por lo que a la carga total se la afectará por un coeficiente de simultaneidad de 0,4.

Los datos del motor son:

Potencia: 4 kW.

$$\eta = 0,845$$

$$\cos \varphi = 0,82$$

Tenemos que:

$$S_{total} = 28.864 \text{ V.A}$$

$$S = S_{total} \cdot 0,4$$

$$S = 11.545,6 \text{ V.A}$$

$$I_B = \frac{11.545,6 \text{ V.A}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V}}$$

$$I_B = 17,5 \text{ A}$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

2. Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible (I_Z).

El conductor que será usado es un IRAM 2178, aislamiento de PVC directamente enterrado. Se consideró la temperatura del suelo de 30°C, por lo cual, de la Tabla 771.16.VII a) Pág. 108 de la reglamentación se obtuvo el factor de corrección por temperatura del suelo $f_T = 0,94$. Por otro lado, el tipo de terreno que se considero fue tierra normal seca, por lo tanto, de Tabla 771.16.VII b) Pág. 108 de la reglamentación se obtuvo el factor de corrección por resistividad térmica del terreno $f_A = 1$.

$$I_Z = \frac{I_B}{f_T \cdot f_A} = \frac{17,54A}{0,94 \cdot 1} = 18,66A$$

De la tabla 771.16.V (Pág. 104 de la reglamentación) se seleccionó un conductor de cobre de 16 mm² que posee una corriente admisible de 95A, el cual verifica la sección mínima de los conductores para circuitos seccionales que es de 2,5 mm² como mínimo.

$$I_{adm16mm^2} = 95A$$

Por lo tanto la corriente máxima admisible será de:

$$I_Z = 95A \cdot 1 \cdot 0,94 = 89,3A$$

$$I_Z = 89,3A$$

3. Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección (I_n).

Corroborando que se cumple la relación:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$17,5A \leq I_n \leq 89,3A$$

Entonces, del catálogo Merlin Gerin se seleccionó un interruptor termo magnético de las siguientes características:

C60N

Calibre $I_n=50A$

Tetrapolar (4x50)

Curva C, Clase 3

IEC 60898

Capacidad de ruptura $I_C=6000A$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4. Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga.

Se debe verificar:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = 1,45 \cdot 50A \leq 1,45 \cdot 89,3A$$

$$I_2 = 72,5A \leq 129,48A$$

Como utilizamos interruptor automático electromagnético y cables normalizados, entonces verifica.

5. Determinación de la corriente de cortocircuito máxima (I_K'')

Tenemos un transformador con las siguientes características:

$$S = 100kV.A$$

$$U = 13,2/0,400 - 0,230kV$$

$$I_K'' = 3568A \Rightarrow \text{Tabla 771-H.II de la Pág. nº 225 de la reglamentación.}$$

Para el cálculo de Z_k en circuitos trifásicos se utilizó la siguiente expresión:

$$Z_k = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_K''}$$

Dónde:

- c Factor de tensión (1.05 en el punto de falla).
- U_n Tensión nominal del sistema en el punto de defecto.
- Z_k Impedancia de cortocircuito en valor absoluto.

$$Z_k = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 3568} = 0,06796\Omega \cong X_k$$

La Línea de Alimentación Aérea (LAD) es conductor preensamblado IRAM 2263 de $3 \times 95/50mm^2$. El tablero principal está ubicado a $l = 150m$ de la subestación, en los bornes del medidor tenemos:

$$R_{3 \times 95/50-90^\circ} = 0,411 \%/km$$

$$X_{3 \times 95/50-90^\circ} = 0,084 \%/km$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Luego:

$$R_{LAD} = 0,15\text{km} \cdot 0,411 \frac{\Omega}{\text{km}} = 0,06165\Omega$$

$$X_{LAD} = 0,15\text{km} \cdot 0,0840 \frac{\Omega}{\text{km}} = 0,0126\Omega$$

$$I_{k_i}'' = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times Z_{k_i}}$$

$$Z_{k_i} = \sqrt{(R_1 + R_2 + \dots + R_i)^2 + (X_1 + X_2 + \dots + X_i)^2}$$

Donde R (Resistencia [Ω]) y X (Reactancia inductiva [Ω]) son valores parciales de cada tramo de conductor hasta el punto i.

Entonces:

$$Z_{TTP} = \sqrt{(0,06165)^2 + (0,06796 + 0,0126)^2} = 0,1014\Omega$$

$$I_{KTP}'' = \frac{380\text{V}}{\sqrt{3} \cdot 0,1014\Omega} = 2164\text{A}$$

La línea seccional es un conductor IRAM 2178, aislación de PVC de 16mm^2 de sección de cobre, consideramos $Z_2 \cong R_2$, se desprecia el valor de X_2 .

$$R_{16-70^\circ} = R_{20^\circ C} \cdot [1 + \alpha(t_{70^\circ C} - 20)]$$

De la tabla de conductores se obtienen los siguientes datos:

$$R_{16-20^\circ} = 1,15 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\alpha_{Cu} = 0,00393 \frac{1}{^\circ C}$$

Luego:

$$R_{16-70^\circ} = 1,15 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot [1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot (70^\circ C - 20^\circ C)]$$

$$R_{16-70^\circ} = 1,3759 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_2 = 0,09\text{km} \cdot 1,3759 \frac{\Omega}{\text{km}} = 0,1238\Omega$$

$$Z_{TTS} = \sqrt{(0,06165 + 0,1238)^2 + (0,06796 + 0,0126)^2} = 0,202\Omega$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Entonces:

$$I''_{KTS} = \frac{380V}{\sqrt{3} \cdot 0,202\Omega} = 1086A$$

$$\boxed{6000A \geq 1086A} \quad \text{VERIFICA}$$

6. Verificación por máxima exigencia térmica

Se verificó que se cumpla la ecuación de la Pág. 135 de la norma, la cual, para tiempo de corte $t \leq 0,1s$

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

Dónde:

t = Duración de la interrupción o tiempo de desconexión en segundos.

S = Sección del conductor en mm^2 .

I = Intensidad de corriente de cortocircuito expresada como valor eficaz.

k = Un factor que toma en cuenta la resistividad, coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo.

Por tabla 771.19.II de la Pág. 136 de la reglamentación, para $S = 16mm^2$ y aislación de PVC se obtuvo el valor de $k = 115$ y de la tabla 771-H.X de Pág. 232, el valor de $I^2 t = 55.000A^2s$.

Entonces:

$$115^2 \cdot 16^2 mm^4 \geq 55.000A^2s$$

$$3.385.600 \geq 55.000 \quad \text{VERIFICA}$$

7. Verificación de la actuación de protección por corriente mínima de cortocircuito (I''_{Kmin}).

Se calculó el valor de la corriente de cortocircuito mínima en el TS. Averiguando el valor de la impedancia del conductor de alimentación del TS, entonces:

$$n \cdot I_n \leq I_{KTS}$$

$$10 \cdot 50A = 500A \leq 1086A$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

8. Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

Por tratarse de un circuito seccional se permite una caída de tensión $\Delta U \leq 1\% = 3,8V$, la expresión con que se realizó el cálculo es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot l \cdot R_{70^\circ C} \cdot \cos \varphi$$

Por otra parte:

$$I_B = 17,5A$$

Conductor de circuito seccional (CS) de 16 mm^2 de sección de cobre consideramos $Z_2 \cong R_2$, se desprecia el valor de X_2 y $l = 90 \text{ m}$ tenemos de tabla el siguiente dato:

$$R_{16-20^\circ} = 1,15 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{16-70^\circ} = 1,15 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot [1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ C} \cdot (70^\circ C - 20^\circ C)]$$

$$R_{16-70^\circ} = 1,37 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Por lo tanto, el valor porcentual de la caída de tensión será de:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 17,5A \cdot 0,09\text{km} \cdot 1,37 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,82$$

$$\Delta U = 3,06 \text{ V} \leq 3,8 \text{ V} \quad \text{VERIFICA}$$

De Tabla 771.18.III de la Pág. 127 de la reglamentación se obtuvo la dimensión del conductor de protección de puesta a tierra, el cual posee una sección de 16 mm^2 . Con lo que la notación será:

$$1 \times (4 \times 16) + PE 16 \text{ mm}^2$$

2.3.3. Circuitos ACU:

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de alimentación de carga única se tomó el consumo más alejado al tablero seccional N°2 y se adoptó dicho cable para el resto.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

1. Determinación de la corriente de proyecto

Se calcula la corriente de proyecto (I_B) a partir de la carga total. Entonces, tenemos:

$$S = C_T$$

$$S = 5773V.A$$

Luego:

$$I_B = \frac{5773V.A}{\sqrt{3} \cdot 380V}$$

$$I_B = 8,77A$$

2. Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible

El conductor será un IRAM 2178, aislamiento de PVC e instalado en tubos de PVC rígido semipesados que irán sujetos mediante grampas a las estructuras del galpón. Se consideró la temperatura ambiente de 45 °C.

Entonces, de tabla 771.16.II.a se obtuvo el factor de corrección por temperatura del ambiente $f_T = 0,91$ y de tabla 771.16.II.b se obtuvo el factor de corrección por agrupamiento de circuitos $f_a = 1$

Considerando la siguiente condición, la corriente admisible necesaria será:

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_T \cdot f_a} = \frac{8,77A}{0,91 \cdot 1}$$

$$I_{Z'} = 9,64A$$

De la tabla 771.16.III (pág. 96) se seleccionó un conductor de cobre de 2,5 mm² que posee una corriente admisible de $I_{adm2,5mm^2} = 21A$. Por lo tanto la corriente máxima admisible será de:

$$I_Z = 21A \cdot 1 \cdot 0,91$$

$$I_Z = 19,11A$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3. Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección (I_n)
 Corroborando que se cumple la relación:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$8,77A \leq 16A \leq 19,11A$$

Entonces, del catálogo Merlin Gerin se seleccionó un interruptor termo magnético de las siguientes características:

C60N

Calibre In=16A

Tripolar (3x16)

Curva C, Clase 3

IEC 60898

Capacidad de ruptura IC=6000A

4. Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga

Se debe verificar:

$$I_2 = 1,45.I_n \leq 1,45.I_Z$$

$$I_2 = 1,45.16A \leq 1,45.19,11A$$

$$I_2 = 14,5A \leq 27,7A$$

Como utilizamos interruptor automático electromagnético y cables normalizados, entonces verifica.

5. *Determinación de la corriente de cortocircuito máxima (I_k'')*

El valor de la corriente de cortocircuito en el TS 1 es $I_{KTS}'' = 1086A$

Dicho valor es menor a la capacidad de ruptura de la protección seleccionada, verifica.

6. *Verificación por máxima exigencia térmica*

Se verificó que se cumpla la ecuación dada en la pág. 135 de la norma, la cual:

Para tiempo de corte $t \leq 0,1 s$

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

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Por tabla 771.19.II (pág. 136), para $S = 2,5 \text{ mm}^2$ y aislación de PVC se obtuvo el valor de $k = 115$ y de la tabla 771-H.IX (pág. 232) el valor de $I^2t = 42000 \text{ A}^2 \text{ s}$.

Entonces

$$115^2 \cdot 2,5^2 \text{ mm}^4 \geq 42000 \text{ A}^2 \text{ s}$$

$$82656 \text{ mm}^4 \geq 42000 \text{ A}^2 \text{ s} \quad \text{VERIFICA}$$

7. Verificación de la actuación de protección por corriente mínima de cortocircuito ($I_{k_{\min}}$)

Se calculó el valor de la corriente de cortocircuito mínima en el ACU. Averiguando el valor de la impedancia de dicho conductor, entonces:

Conductor de circuito ACU de $2,5 \text{ mm}^2$ de sección de cobre consideramos $Z_3 \cong R_3$, se desprecia el valor de X_2 y $l = 26 \text{ m}$ tenemos de tabla el siguiente dato:

$$R_{2,5-20^\circ} = 7,41 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Calculamos:

$$R_{2,5-70^\circ} = 7,41 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot [1 + 0,00393 \frac{1}{^\circ \text{C}} \cdot (70^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C})]$$

$$R_{2,5-70^\circ} = 8,86 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_3 = 0,026 \text{ km} \cdot 8,86 \frac{\Omega}{\text{km}} = 0,23 \Omega$$

$$Z_{ACU} = \sqrt{(0,06165 + 0,1238 + 0,23)^2 + (0,06796 + 0,0126)^2} = 0,423 \Omega$$

$$I''_{ACU} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 0,423 \Omega} = 519 \text{ A}$$

$$n \cdot I_n \leq I''_{ACU}$$

$$10 \cdot 16 \text{ A} = 160 \text{ A} \leq 519 \text{ A}$$

8. Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

Por tratarse de un circuito terminal se permite una caída de tensión $\Delta U \leq 2\% = 7,6 \text{ V}$, la expresión con que se realizó el cálculo es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot l \cdot R_{70^\circ \text{C}} \cdot \cos \varphi$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Por lo tanto, el valor porcentual de la caída de tensión será de:

$$R_{2,5-70^{\circ}} = 8,86 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 8,77 \text{ A} \cdot 0,026 \text{ km} \cdot 8,86 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,82$$

$$\Delta U = 2,87 \text{ V} \leq 7,6 \text{ V} \quad \text{VERIFICA}$$

Durante el arranque se considera según la reglamentación una corriente de arranque 7 veces la corriente nominal y un $\cos \phi$ de 0,3. Con esto volvemos a calcular la caída de tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 7 \cdot 8,77 \text{ A} \cdot 0,026 \text{ km} \cdot 8,86 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,3$$

$$\Delta U = 7,36 \text{ V} \leq 53,2 \text{ V} \quad \text{VERIFICA}$$

De tabla 771.18.III (pág. 127) se obtuvo la dimensión del conductor de protección de puesta a tierra, el cual posee una sección de $2,5 \text{ mm}^2$. Con lo que la notación será:

$$1 \times (3 \times 2,5) + PE \ 2,5 \text{ mm}^2$$

2.3.4. Elementos de maniobra y protección

Los interruptores termomagnéticos y diferenciales se seleccionaron de catálogo ‘Merlin Gerin’ en función de la corriente nominal observada en el cálculo de conductores.

Los contactores y relés de sobrecarga se seleccionaron de catálogo ‘WEG’ en función del tipo de motor y de la potencia requerida por el mismo. El rango de ajuste del relé de sobrecarga se seleccionó en función de la corriente nominal del motor.

2.3.5. Cálculo de disipación del tablero seccional N°2

Para el cálculo de disipación térmica se deberá verificar que:

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

Donde

P_{de} Potencia máxima disipable por la envolvente en uso normal, en [W], declarada por el fabricante

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 \times P_{dp} + P_{au}$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

P_{tot} Potencia total disipada en el tablero en [W].

P_{dp} Potencia disipada por dispositivos de protección en [W], tomando en cuenta el factor de utilización K_e y el factor de simultaneidad K .

$0,2 \times P_{dp}$ Potencia total disipada por las conexiones, los tomacorrientes, los relés, los interruptores diferenciales, los interruptores-seccionadores, etc.

P_{au} Potencia total disipada por los otros dispositivos y aparatos eléctricos instalados en el tablero y no incluidos en P_{dp} y en $0,2 \times P_{dp}$

I_{ne} (Corriente asignada de entrada) Corriente asignada del dispositivo de maniobra y protección ubicado en la entrada o cabecera del tablero o la suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los dispositivos de maniobra y protección ubicados en la entrada del tablero que son susceptibles de ser utilizados al mismo tiempo.

I_{nu} (Corriente asignada de salida) Suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los dispositivos de maniobra y protección de salida del tablero que son susceptibles de ser utilizados al mismo tiempo.

I_{nq} (Corriente asignada del tablero) Producto entre la corriente asignada de entrada y K_e

K_e Factor de utilización, que es la relación entre la corriente que realmente circula por el dispositivo de protección de cabecera del tablero y la corriente asignada a dicho dispositivo. Valor convencional supuesto igual a 0,85, que a criterio del proyectista puede llegar a 1.

K Factor de simultaneidad, que es la relación entre la corriente asignada del tablero (I_{nq}) y la corriente asignada de salida (I_{nu}). Si el dispositivo de cabecera es un interruptor diferencial o un interruptor-seccionador en lugar de un interruptor automático termomagnético la corriente de asignada del tablero (I_{nq}) se considera igual a la corriente asignada de salida (I_{nu}).

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Luego por no haber interruptor automático termomagnético de cabecera se considera $I_{nq} = I_{ne} = I_{nu}$ y se adopta $K = K_e = 1$. Entonces tenemos:

TS 2					
Circuito	Polos	In	P _d /Polo	P _{dp}	
	N°	[A]	[W]	[W]	
ACU1	3	16	3,5	10,5	
ACU2	3	16	3,5	10,5	
ACU3	3	16	3,5	10,5	
ACU4	3	16	3,5	10,5	
ACU5	3	16	3,5	10,5	
				52,5	= P _{dp}
				10,5	= 0,2P _{dp}

Tabla 2-03: Descripción potencia disipada por elementos de protección y maniobra.

Por lo tanto la potencia total disipada en el tablero viene dada por:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 \times P_{dp} = 52,5 + 10,5 = 63W$$

<p>Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.</p>	<p>Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.</p>
--	---

Anexo III
Diseño de medios de
transporte de cereal en
planta de silos

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.1. Memoria descriptiva

En el siguiente anexo se detalla el diseño y cálculo de una planta de silos, para el acopio de cereales: trigo, girasol, soja y maíz.

La misma estará constituida por una noria elevadora, tres silos y cuatro tornillos sinfín, en **Plano N°11** se observa la disposición de los mismos.

Se optará por disponer tanto el pie de la noria como los tres silos sobre la superficie del terreno para de este modo evitar posibles problemas de humedad, de crecimiento de las napas, etc.

El transporte del cereal se realizará a través de tornillo sinfín desde la noria hasta los correspondientes silos, y la descarga de éstos también se realiza con tornillos sinfín. Los cereales ingresarán a la planta por medio de camiones y se descargarán en una limpiadora seleccionadora de cereal. A medida que el cereal se va limpiando, se descarga en la noria y está a su vez descarga en un tornillo sinfín horizontal que lo transporta hacia el silo correspondiente.

Se calcularán los siguientes elementos:

- *Tornillo sinfín*: capacidad, tipo, cantidad a utilizar, paso, largo, velocidad de giro, inclinación, potencia, rendimiento, etc.
- *Noria*: capacidad horaria, tipo, altura de elevación, diámetro de las polea motora y de reenvió, dimensiones de los cangilones, potencia, etc.
- *Transmisión noria y tornillo sinfín*: Sección de correa, relación de transmisión, diámetros primitivos de las poleas, distancia entre ejes, longitud primitiva de la polea y cantidad de correas.

3.2. Memoria técnica

3.2.1. Silos

Volumen del silo

$$Vol = 58,97 m^3$$

Cono inferior

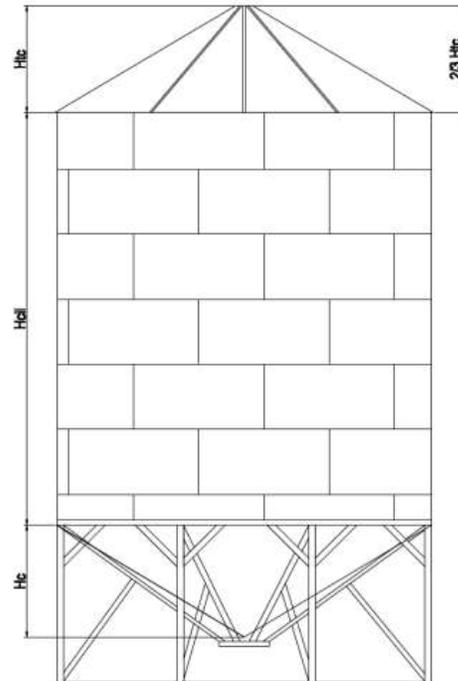
$$Vol = 4,19m^3 \quad hc = 1 m$$

Tronco de cono superior

$$Vol = 2m^3 \quad htc = 1 m$$

Cilindro

$$Vol = 52,78 m^3 \quad hcil = 4,2 m$$



La altura total de cada silo será de 6,2 m, el diámetro de 4 m, la capacidad es de 35,7 tn_{trigo}.

3.2.2. Noria

3.2.2.1. Dimensiones noria, cinta y cangilones

- T = Capacidad horaria = 21,7 t/h
- H = Altura de elevación = 7,6 m
- I = Distancia entre poleas = 6,8 m
- D = Diámetro de la polea motora = 600 mm
- d = Diámetro de la polea de reenvío = 600 mm
- a = Saliente del cangilón = 121 mm
- h = Distancia entre cangilones = 0,328 m
- q = capacidad del cangilón = 1,62 l
- Pt = Peso del cangilón = 0,13 kg
- Pm = Peso del material por cangilón = 1,3 kg

3.2.2.2. Cinta

- $L = \text{Longitud} = 15,50 \text{ m}$
- $I = \text{Ancho} = 200 \text{ mm}$
- $n = \text{Número de telas} = 4$
- $v = \text{velocidad} = 1,9 \text{ m/s}$
- $P_n = \text{Peso por metro de cinta} = 1,7 \text{ kg/m}$

El empalme de la cinta elevadora se hará mediante el sistema super-grip como se muestra en la **Figura 3-01**

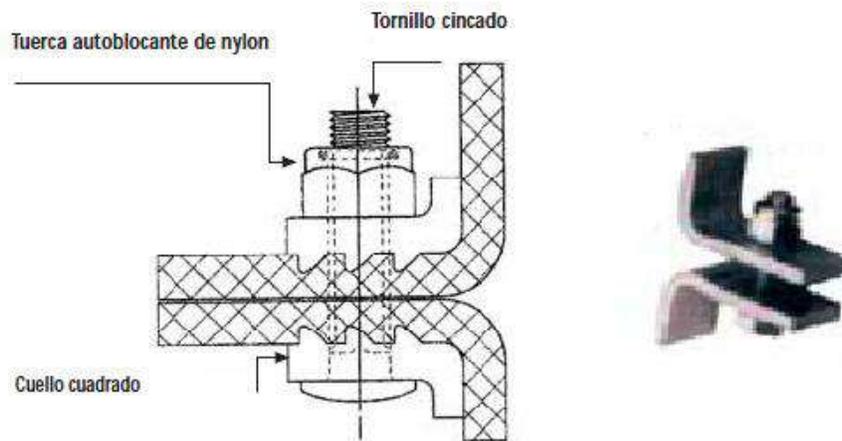


Figura 3-01: Empalme cinta transportadora.

Los cangilones estarán unidos a la cinta mediante tornillos hexagonales con arandelas grandes y planas como muestra la **Figura 3-02**.

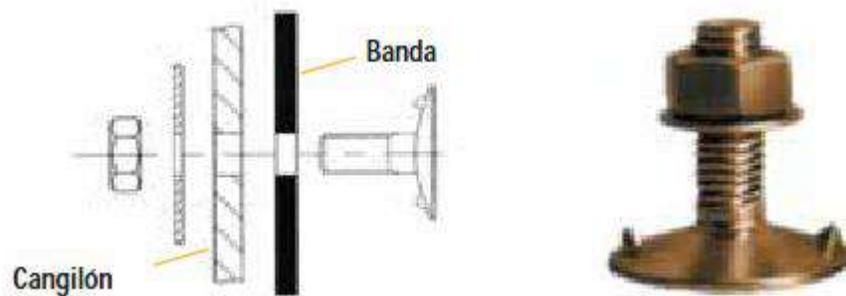


Figura 3-02: Empalme cinta transportadora.

3.2.2.3. Transmisión Noria

Primera etapa:

- Tipo de correa primaria: **A 86**
- Cantidad de correas: **2**

Segunda etapa:

- Tipo de correa secundaria: **A 86**
- Cantidad de correas: **2**

3.2.3. Sinfín horizontal de noria a silos:

- Tipo de hélice:
Standard
Material: SAE 1010R
Espesor: 4mm
- batea de sección “U” (Ver **Figura 3-03**)
Material: SAE 1010
- Eje: 48 mm
- Ala: 70 mm
- Total: 188 mm
- Paso: 188 mm
- Largo: 13 m
- Rotación: sinfín derecho.

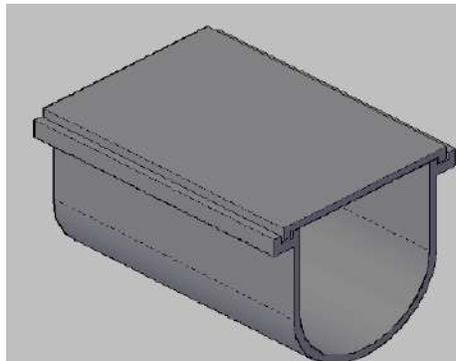


Figura 3-03: Batea de sección “U”.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.2.3.1. Transmisión Sinfín horizontal de noria a silos

Primera etapa:

- Tipo de correa primaria: **A 76**
- Cantidad de correas: **2**

Segunda etapa:

- Tipo de correa secundaria: **A 103**
- Cantidad de correas: **2**

3.2.4. Sinfín de silos a camión:

- Tipo de hélice:
Standard- Material: SAE 1010R
Espesor: 4mm
- Tipo de tubo:
Costura Lineal
Material: SAE 1010
- Eje: 42 mm
- Ala: 70 mm
- Total: 182 mm
- Paso: 182 mm
- Largo: 6 m
- Rotación: sinfín derecho.

3.2.4.1. Transmisión Sinfín de silos a camión

Primera etapa:

Tipo de correa primaria: **A 71**

- Cantidad de correas: **1**

Segunda etapa:

- Tipo de correa secundaria: **A 88**
- Cantidad de correas: **1**

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3. Memoria de cálculo

3.3.1. Cálculo de capacidad de los silos

Conociendo los siguientes datos:

- Cereales a acopiar: girasol, trigo, maíz y soja
- Diámetro de cada silo: 4 m
- Altura cono superior: 1 m
- Altura cono inferior: 1m
- Altura cilindro: 3 m
- Densidad del trigo: 800 kg/m³ → Tabla N°2, Manual de cálculo de cintas transportadoras, PIRELLI.

Capacidad de cada silo:

$$Cap = 0,8 \frac{t}{m^3} \left[\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 1 \cdot \left[\frac{4}{2} \right]^2 + \pi \cdot 3 \cdot \left[\frac{4}{2} \right]^2 + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 1 \cdot \left[\frac{4}{2} \right]^2 \right] = 35,7 t_{trigo}$$

Con lo cual con un sinfín de 14 t/h, el silo se descargará en menos de 3 hs. Considerando la capacidad de los camiones en 24 t, se podrá cargar un camión en un tiempo aproximado de 1 hora y 45 minutos.

3.3.2. Noria

Considerando que la noria debe abastecer los silos N° 1, 2 y 3, para el cálculo de la altura de ésta, se debe tener en cuenta las alturas del silo, del tornillo sinfín horizontal que alimenta a éstos y la del tubo de descarga, ver **Plano N°08**.

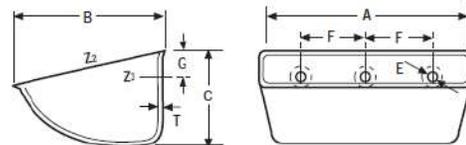
- ✓ Altura total de la noria: 7,90 m
- ✓ Altura de elevación: 7,6 m
- ✓ Distancia entre ruedas: 6,8 m

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3.2.1. Cangilones

Se seleccionó cangilones de polietileno de alta densidad del tipo Super Starco, el cual posee la capacidad de mantener las mismas condiciones de llenado y descarga a diferentes velocidades.

STARCO en HDP / nilón / poliuretano
 STARCO in HDP / nylon / polyurethane



ESPECIFICACIÓN / Specification

REFERENCIA Referece	TIPO Type	A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	T mm.	kg	CAPACIDAD (L) Capacity (L)		AGUJEROS EMBUTIDOS Recessed holes			
								Z2	Z3	Nº	E	F	G
31600	S 100 - 90 - HDP	109	90	62	39	4,0	0,06	0,27	0,21	2	8,5	50	17
31601	S 130 - 120 - HDP	140	121	81	54	4,7	0,13	1,62	0,46	2	8,5	70	22
31602	S 150 - 110 - HDP	159	113	78	51	5,2	0,17	0,72	0,49	2	9,0	89	24
31603	S 180 - 140 - HDP	190	146	94	56	6,0	0,22	1,22	0,84	2	8,5	100	30
31604	S 225 - 140 - HDP	235	140	94	60	6,0	0,34	1,67	1,16	2	9,0	120	30
31605	S 230 - 170 - HDP	240	173	113	70	6,0	0,43	2,23	1,64	2	11,0	120	38
31606	S 280 - 170 - HDP	290	173	113	72	6,0	0,50	2,89	2,02	3	11,0	80	38
31607	S 300 - 180 - HDP/A	314	181	124	81	6,0	0,58	3,85	2,70	3	9,0	102	35
31608	S 300 - 180 - HDP/B	314	181	124	81	6,0	0,58	3,85	2,70	3	9,0	100	35
31609	S 350 - 180 - HDP	367	181	124	85	7,0	0,79	4,51	3,30	4	9,0	90	35
31610	S 330 - 215 - HDP	342	222	141	92	6,0	0,78	5,39	4,54	3	11,0	120	38
31611	S 370 - 215 - HDP	380	218	141	90	9,0	1,07	6,30	4,60	4	11,0	90	38

Figura 3-04: Catalogo cangilones.

Como se puede ver en el **Figura 3-04** el modelo seleccionado es el ‘S 130-120-HDP’ que posee las siguientes características:

- Ancho: 140 mm
- Alto: 81 mm
- Saliente: 121 mm
- Volumen: 1,62 l
- Peso: 0,13 kg

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3.2.2. Distancia entre cangilones

$$h = 2,7 a = 2,7 \times 121 \text{ mm} = 328 \text{ mm}$$

3.3.2.3. Capacidad horaria de la noria

Sabemos que la velocidad de la cinta es 1,9 m/s, trabajando como material base al trigo con un peso específico de 800kg/m³, un rendimiento volumétrico dinámico 0,80, la capacidad del cangilón es 1,62 l, utilizando 3,06 cangilones por metro, se obtiene la capacidad de la noria mediante la siguiente expresión:

$$T = q \times \gamma \times \text{coef llenado} \times \text{vel} \times \frac{\text{cang}}{m} \times 3,6 \frac{s \cdot m^3}{l \cdot h}$$

$$T = 1,62 \text{ l} \times 0,8 \frac{t}{m^3} \times 0,8 \times 1,9 \frac{m}{s} \times 3,06 \frac{\text{cang}}{m} \times 3,6 \frac{s \cdot m^3}{l \cdot h} = 21,7 \frac{t}{h}$$

Con lo cual la capacidad de la noria es 21,7 t/h.

3.3.2.4. Potencia de Noria

Considerando una altura de elevación (H) de 7,6 m y una capacidad de noria (Q) de 21,7 t/h, se obtiene la potencia de la noria mediante la siguiente expresión:

$$N = N_1 + N_2 = \frac{TH}{270} + \frac{TH_1}{270} = \frac{21,7 \frac{t}{h} 7,6 \text{ m}}{270} + \frac{21,7 \frac{t}{h} 10 \text{ m}}{270} = 1,5 \text{ hp}$$

Los datos del motor son:

Potencia: 5,5 hp
n:1435 rpm

Las características del motor superan ampliamente lo solicitado, pero tanto en las norias como en los sinfines, se utilizo el mismo motor debido a un pedido del propietario de la empresa que disponía de los mismos.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3.2.5. Cinta

De la **Tabla 3-01** determinamos que dado el saliente del cangilón necesitamos un mínimo de telas igual a 4.

Mínimo número de telas para elevadores a cangilones discontinuos (en función de a)

Material	Tipo de tela	Saliente a de la taza (mm)					
		100	125	150	175	200	250
		Mínimo número de telas					
Material liviano. Alta velocidad para granos	M - 22 onzas CNS Ny 12,5	4	5	5	6	6	-
Material liviano. Baja velocidad para granos	M - 22 onzas CNS Ny 12,5	-	-	5	6	6	-
Material medianamente pesado: arena, piedra, carbón, etc.							
Granulometría hasta 25 mm		4	5	6	6	7	8
Granulometría 25 a 40 mm	M - 22 onzas CNS	5	6	6	6	7	8
Granulometría 40 a 50 mm	P - 35 onzas CN7	5	-	7	7	7	8
Granulometría 50 a 65 mm	Ny 12,5	-	-	-	7	7	8
Granulometría 65 a 75		-	-	-	7	7	8
Granulometría 75 mm y otros		-	-	-	-	9	10
Material pesado: piedras, minerales, etc.							
Granulometría hasta 25 mm		5	6	7	7	8	9
Granulometría 25 a 40 mm		6	7	7	7	8	9
Granulometría 40 a 50 mm	P - 35 onzas CN7	-	-	8	8	8	9
Granulometría 50 a 65 mm	Ny 12,5	-	-	-	8	9	10
Granulometría 65 a 75 mm		-	-	-	9	10	11
Granulometría 75 mm y otros		-	-	-	-	11	12

Tabla 3-01: Número de telas en función del saliente del cangilón.

Lo que implica de la **Tabla 3-02** que el diámetro mínimo de la polea motora debe ser de $\phi_{polea_motora} = 600mm$ y para la polea inferior adoptamos $\phi_{polea_inferior} = 600mm$.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Diámetros mínimos admisibles

Número de telas	Diámetros mínimos (mm)		Número de telas	Diámetros mínimos (mm)	
	Polea motora superior	Polea inferior		Polea motora superior	Polea inferior
4	600	400	9	1 200	750
5	700	450	10	1 350	900
6	750	500	11	1 500	1 050
7	900	600	12	1 650	1 200
8	1 050	700			

Tabla 3-02: Diámetros mínimos admisibles de las poleas.

Con estos datos obtenemos que la velocidad de la polea debe ser:

$$\omega_{polea} = \frac{V}{r} = \frac{1,9 \frac{m}{s}}{\frac{0,600m}{2}} = 6,33 \frac{rad}{s} = 60rpm$$

El tipo de tela a utilizar será M-32 onzas CN6 cuya carga de trabajo es de 5,4 kg/cm/tela y para determinar el ancho de la misma se considera el ancho del cangilón más 25mm de cada lado. Con lo cual se obtiene un ancho de cinta de 190mm, adoptándose del manual de Pirelli un ancho de cinta de 200mm.

Cálculo de T_{max}

Suponiendo de antemano que la cinta no es autotensante tenemos

$$T_{max} = \frac{T \times (H + H_1) \times k}{3,6 \times v} = \frac{21,7 \frac{t}{h} \times (7,6m + 10m) \times 2}{3,6 \times 1,9 \frac{m}{s}} = 112kg$$

K=2 (Tambor motor no revestido – tensión a tornillo)

Luego realizamos la siguiente verificación: $n^{\circ} telas = \frac{10 \cdot T_{max}}{l \cdot z}$

Dónde:

T_{max} = Tensión máxima [kg].

l = ancho de la cinta [mm].

z = carga de trabajo de la tela [kg/cm/tela]

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

$$n = \frac{10 \times T_{\max}}{l \times z} = \frac{10 \times 112}{200 \times 5,4} = 1,03 < 6 \Rightarrow \text{verifica}$$

Verificación de la autotensabilidad

$$T_s = \left(P_n + \frac{P_t}{h} \right) H = \left(1,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + \frac{0,13 \text{kg}}{0,328 \text{m}} \right) \cdot 7,6 \text{m} = 15,93 \text{kg}$$

Dónde:

T_s : tensión generada por el peso de un tramo o ramal de la cinta descargada más el peso de los cangilones aplicados.

P_n : Peso de 1 m de cinta (4 telas)

P_t : Peso de un cangilón

h : Paso entre cangilones

H : altura de elevación

$$T_m = \frac{P_m}{h} (H + H_1) = \frac{1,3 \text{kg}}{0,328 \text{m}} \cdot (7,6 \text{m} + 10 \text{m}) = 69,76 \text{kg}$$

Dónde:

T_m : tensión provocada por el peso del material contenido en los cangilones del mismo ramal más el esfuerzo de carga.

P_m : Peso del cereal por cangilón.

Como:

$$\frac{T_m}{T_s} = 4,38$$

$$T_m > 1,2 \times T_s$$

Implica que no es autotensante, lo cual será necesario disponer de un medio para tensar la cinta en la polea inferior.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Se instalará una noria de 7,90 m de altura, una cinta con 4 telas M-32 onzas CN6, polea motora e inferior de 600mm de diámetro y canchilones tipo *S 130-120 –HDP*.

3.3.2.6. Transmisión Noria

La transmisión se hará en dos etapas siguiendo los pasos del procedimiento de cálculo para una transmisión diseñado por PIRELLI, ver **Plano N°09**.

El diámetro de las poleas utilizadas se adoptó en función de lo recomendado por los fabricantes de las correas según la sección de las mismas, ver **Figura 3-05**.

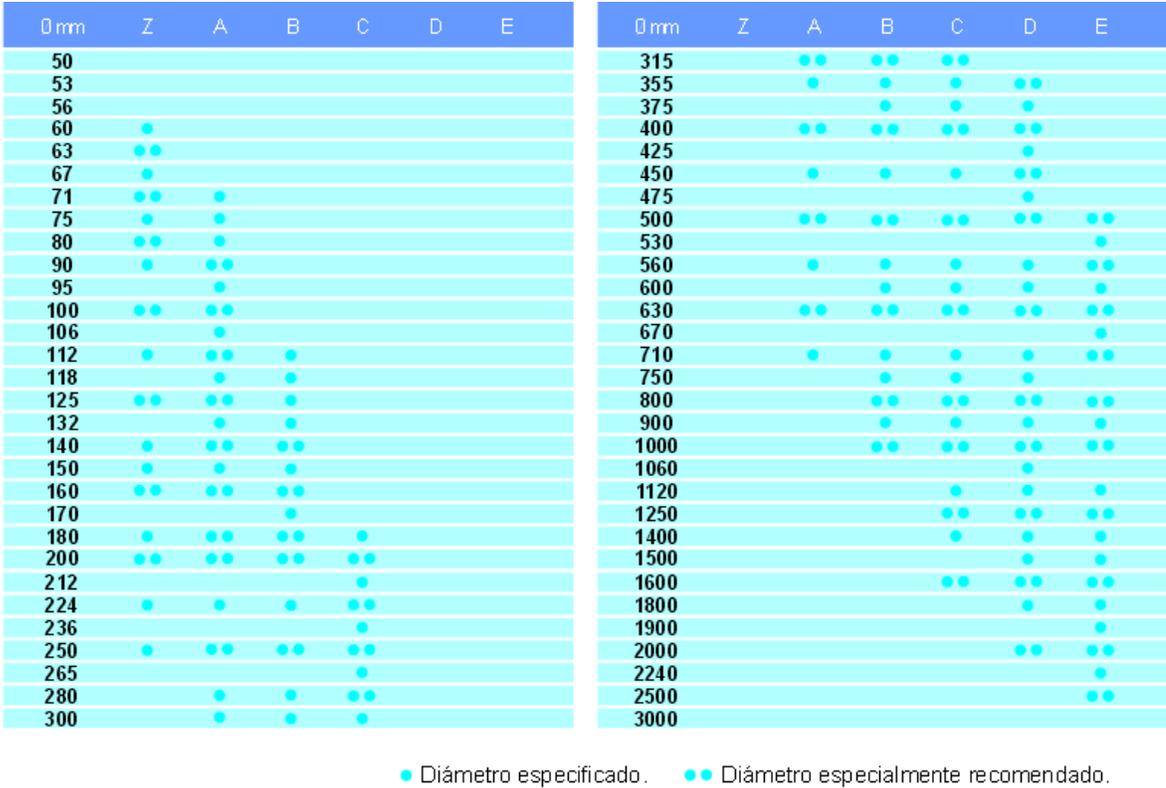


Figura 3-05: Diámetros de las poleas.

Cálculo primera etapa:

01 - Coeficiente de corrección de la potencia:

$F_{cp} = 1,2 \rightarrow P_c = P \cdot F_{cp} = 2,25 \text{ hp}$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

02 - Sección de la Correa:

En función de la potencia corregida a transmitir y las revoluciones por minuto de la polea menor se determina una sección “A”

03 - Relación de Transmisión:

$$K = N/n = D/d=5$$

K: Relación de transmisión.

N: Cantidad de revoluciones por minuto de la polea menor.

n: Cantidad de revoluciones por minuto de la polea mayor.

D: Diámetro de la polea mayor.

d: Diámetro de la polea menor.

04 - Elección de los diámetros primitivos de las poleas:

$$d = 100 \text{ mm} \rightarrow D = K.d = 500 \text{ mm}$$

Se debe verificar que el diámetro de la polea menor no esté por debajo de lo aconsejado.

05 -Distancia entre ejes:

$$K>3 \rightarrow l>D; \text{ adopto } l = 600 \text{ mm}$$

06 - Longitud primitiva de la correa:

$$L = 2l + 1.57.(D+d) + (D-d)^2/(4.l) = 2209 \text{ mm entonces la correa es "A-86"}$$

07 - Factor de corrección en función de la longitud de la correa:

$$F_{cl} = 1,05$$

08 - Determinación del arco de contacto:

$$\alpha = 180 - 57.(D - d)/l = 142^\circ$$

09 - Factor de corrección del arco de contacto:

Con un arco de contacto de 180° sobre la polea menor se obtiene la prestación optima de la correa, pero como en la práctica este es normalmente menor y afecta la vida útil de la correa, para mantener un correcto nivel de prestación, se debe disminuir la prestación base multiplicándola por un factor de corrección del arco de contacto ($F_{c\alpha}$) menor que 1.

$$F_{c\alpha} = 0,9$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

10 - Verificación de la velocidad de la correa:

La velocidad tangencial de la correa no debe sobrepasar los 30m/s.

$$V = (\pi \cdot d \cdot N) / 60000 = 7,51 \text{ m/s} < \mathbf{30 \text{ m/s}}$$

11 - Prestación base

Potencia por correa para arco de contacto de 180°: $P_b = 1,81 \text{ hp}$

Potencia adicional por correa por relación de transmisión: $P_{ad} = 0,24 \text{ hp}$

$$P_{bk} = P_b + P_{ad} = 2,05$$

12 - Potencia efectiva por correa:

$$P_e = P_{bk} \cdot F_{cl} \cdot F_{ca} = 1,94 \text{ hp}$$

13 - Cantidad de correas es:

$$Z = P_c / P_e = 1,15 \text{ tomo } Z = 2$$

- Tipo de correa primaria: **A 86**
- Cantidad de correas: **2**

Cálculo segunda etapa:

La correa secundaria será de la misma sección y de la misma longitud debido a que las distancias entre los ejes de las poleas son iguales:

- Tipo de correa secundaria: **A 86**
- Cantidad de correas: **2**

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3.3. Tornillos sinfín

A continuación mostramos las tablas y fórmulas empleadas en la presente sección para los cálculos:

Diámetro (en metros)	Materiales Livianos no abrasivos		Materiales Pesados no abrasivos		Materiales Pesados Muy abrasivos	
	V (m ³ /hora)	Velocidad (r.p.m)	V (m ³ /hora)	Velocidad (r.p.m)	V (m ³ /hora)	Velocidad (r.p.m)
0,13	8,6	210	4,25	105	2,4	85
0,30	94,0	150	47,0	75	23,2	60
0,51	340	115	164,0	55	81,0	46

Tabla 3-03: Capacidades volum. máx. de transporte en transportadores de roscas industriales

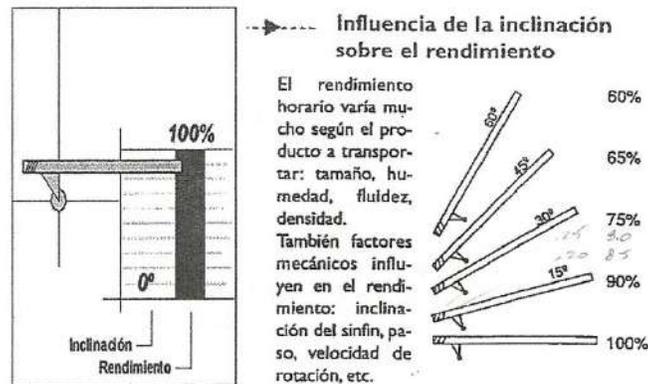


Tabla 3-04: Influencia de la inclinación sobre el rendimiento

----- Tabla orientativa del rendimiento de sinfines

EJE mm.	ALA mm.	TOTAL mm.	TON/HOR x 1 RPM
27	45	117	0,04112
32	54	140	0,07055
42	70	182	0,15484
48	70	188	0,16852
60	85	230	0,30762
60	100	260	0,45144
60	150	360	1,23060
75	100	275	0,52224
75	135	345	1,06139
89	100	289	0,59274
89	150	289	1,51336
101	120	389	0,98136
101	150	341	1,63837
114	100	314	0,72920
114	130	374	1,28738



Tabla 3-05: Rendimiento de sinfín

Tipo de Material: SAE 1010/LC
 Espesores (mm): 2, 2,5; 3,2; 4 y 4,75
 Largo máximo: 12 mts.
 Diámetros nominales disponibles (mm.):

DIAMETRO	
NOMINAL	EXTERIOR
4	114,3
5	141,3
6	168,3
7	193,7
8	219,1
	254,0
10	273,0
11	298,0
12	323,8
14	355,6

Tabla 3-06: Cañerías

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3.4. Fórmulas cálculo tornillo sinfín:

Capacidad del tornillo sinfín:

$$Q = X \cdot V \cdot \eta \quad (1)$$

Dónde:

Q: capacidad [t/h]

X: capacidad por unidad de velocidad [t/(h.rpm)]

V: velocidad [r.p.m]

η : rendimiento

Potencia requerida por el tornillo sinfín:

$$N = K \cdot L \cdot Q \cdot \gamma \quad (2)$$

Dónde:

N: Potencia requerida [hp]

K: Cte. que varía con el peso y la abrasividad del material

L: Longitud de la tubería [m]

Q: Capacidad [t/h]

γ : Peso específico del material [kg/m³]

Nota:

- Teniendo en cuenta que lo que vamos a transportar se trata de materiales livianos no abrasivos, de **Tabla 3-03**, se adopta para el tornillo sinfín horizontal que alimenta los silos, una velocidad de 115 r.p.m y para los tornillos sinfín de descarga de estos, una velocidad de 150 r.p.m.
- Para el cereal que se trata de un material liviano no abrasivo K= 0,018

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

- Como el material a transportar son los cereales trigo y girasol, consideramos el peso específico del más desfavorable $\gamma = 0,8 \text{ t/m}^3$.

3.3.4.1. Tornillo sinfín horizontal noria-silos

De **Tabla 3-04** se observa que para una inclinación de 0 grados el rendimiento del sinfín es del 100 %. La capacidad del mismo debe ser igual o mayor a la capacidad de la noria, por lo que se adopta $Q=20 \text{ t/h}$. luego de la fórmula (1) obtenemos:

$$X = \frac{Q}{V \cdot \eta} = \frac{20 \frac{\text{t}}{\text{h}}}{115 \text{ r.p.m}} = 0,1739 \frac{\text{t}}{\text{h} \cdot \text{r.p.m}}$$

Conociendo en forma aproximada el caudal por unidad de velocidad, de **Tabla 3-05** obtenemos las dimensiones del sinfín junto con su correspondiente valor de X:

$$X = 0,1685 \text{ t}/(\text{h} \cdot \text{rpm})$$

$$\phi_{\text{ejesin fin}} = 48 \text{ mm}$$

$$\text{Ala} = 70 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{sin fin}} = 188 \text{ mm}$$

Una vez establecida las dimensiones de la espira y teniendo en cuenta el caudal por unidad de velocidad adoptada, calculamos la capacidad real del tornillo sinfín.

$$Q = 0,1685 \frac{\text{t}}{\text{h} \cdot \text{r.p.m}} \cdot 115 \text{ r.p.m} \cdot 1 = 19,38 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Luego el canal se hará con una batea de sección “U” con tapa metálica en tramos desmontables y con bancadas cada 3,25m, el cual se podrá observar con sus dimensiones en el **Plano N°11**.

Por último, con la constante K, la longitud del canal ($L= 13 \text{ m}$), la capacidad y el peso específico γ , de la fórmula (2) hallamos la potencia requerida en el motor para poder transportar el cereal, la que arrojó $N= 4,68\text{hp}$.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

3.3.4.2. Transmisión tornillo sinfín horizontal noria-silos

La transmisión se hará en dos etapas y se hará siguiendo los pasos del procedimiento de cálculo para una transmisión diseñado por PIRELLI, ver **Plano N°09**.

El diámetro de las poleas utilizadas se adoptó en función de lo recomendado por los fabricantes de las correas según la sección de las mismas, ver **Figura 3-05**.

Cálculo primera etapa:

01 - Coeficiente de corrección de la potencia:

$$F_{cp} = 1,2 \rightarrow P_c = P \cdot F_{cp} = 5,61 \text{ hp}$$

02 - Sección de la Correa:

En función de la potencia corregida a transmitir y las revoluciones por minuto de la polea menor se determina una sección "A"

03 - Relación de Transmisión:

$$K = N/n = D/d = 3,6$$

K: Relación de transmisión.

N: Cantidad de revoluciones por minuto de la polea menor.

n: Cantidad de revoluciones por minuto de la polea mayor.

D: Diámetro de la polea mayor.

d: Diámetro de la polea menor.

04 - Elección de los diámetros primitivos de las poleas:

$$d = 125 \text{ mm} \rightarrow D = K \cdot d = 450 \text{ mm}$$

Se debe verificar que el diámetro de la polea menor no esté por debajo de lo aconsejado.

05 - Distancia entre ejes:

$$K > 3 \rightarrow l > D; \text{ adopto } l = 500 \text{ mm}$$

06 - Longitud primitiva de la correa:

$$L = 2I + 1.57 \cdot (D+d) + (D-d)^2 / (4 \cdot I) = 1956 \text{ mm} \text{ entonces la correa es "A-76"}$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

07 - Factor de corrección en función de la longitud de la correa:

$$F_{cl} = 1,02$$

08 - Determinación del arco de contacto:

$$\alpha = 180 - 57 \cdot (D - d) / l = 179,35^\circ$$

09 - Factor de corrección del arco de contacto:

Con un arco de contacto de 180° sobre la polea menor se obtiene la prestación óptima de la correa, pero como en la práctica este es normalmente menor y afecta la vida útil de la correa, para mantener un correcto nivel de prestación, se debe disminuir la prestación base multiplicándola por un factor de corrección del arco de contacto ($F_{c\alpha}$) menor que 1.

$$F_{c\alpha} = 1$$

10 - Verificación de la velocidad de la correa:

La velocidad tangencial de la correa no debe sobrepasar los 30m/s.

$$V = (\pi \cdot d \cdot N) / 60000 = 9,39 \text{ m/s} < \mathbf{30 \text{ m/s}}$$

11 - Prestación base

Potencia por correa para arco de contacto de 180° : $P_b = 2,62 \text{ hp}$

Potencia adicional por correa por relación de transmisión: $P_{ad} = 0,24 \text{ hp}$

$$P_{bk} = P_b + P_{ad} = 2,86$$

12 - Potencia efectiva por correa:

$$P_e = P_{bk} \cdot F_{cl} \cdot F_{c\alpha} = 2,92 \text{ hp}$$

13 - Cantidad de correas es:

$$Z = P_c / P_e = 1,89 \text{ tomo } Z = 2$$

Tipo de correa: **A 76**

Cantidad de correas: **2**

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Cálculo segunda etapa:

La correa secundaria será de la misma sección pero como la distancia entre los ejes de las poleas es mayor, las correas a utilizar son:

05 -Distancia entre ejes:

$$l = 850 \text{ mm}$$

06 - Longitud primitiva de la correa:

$$L = 2l + 1.57 \cdot (D+d) + (D-d)^2 / (4 \cdot l) = 2634 \text{ mm entonces la correa es "A-103"}$$

- Tipo de correa secundaria: **A 103**
- Cantidad de correas: **2**

3.3.4.3. Tornillo sinfín silos-Camión

A partir del ángulo de inclinación de la tubería ya calculado ($\alpha=53^\circ$) ingresamos a la **Tabla 3-04** y obtenemos que el rendimiento del sinfín trabajando con dicha pendiente es $\eta = 60 \%$. Luego con la velocidad V , la capacidad Q y el rendimiento η de la fórmula (1) hallamos en forma aproximada el caudal por unidad de velocidad

$$X = \frac{Q}{V \cdot \eta} = \frac{14 \frac{t}{h}}{150 \text{ r.p.m} \cdot 0,6} = 0,15 \frac{t}{h \cdot \text{r.p.m}}$$

Con este valor de **Tabla 3-05** obtenemos las dimensiones del sinfín junto con su correspondiente valor de X :

$$X = 0,1548 \text{ t/(h.rpm)}$$

$$\phi_{\text{ejesin fin}} = 42 \text{ mm}$$

$$Ala = 70 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{sin fin}} = 182 \text{ mm}$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Una vez establecida las dimensiones del sinfín y teniendo presente que entre el mismo y el tubo debe quedar una luz mayor a 4 mm, de **Tabla 3-06** seleccionamos la tubería a emplear:

$$\phi_{nom.caño} = 8''$$

$$\phi_{ext.} = 219,1mm$$

Tipo de material: SAE 1010

Por último, con la constante K, la longitud de la cañería L=6 m, la capacidad y el peso específico γ , de la fórmula (2) hallamos la potencia requerida en el motor para poder transportar el cereal, la que arrojó N= 1,2 hp.

3.3.4.4. Transmisión tornillo sinfín silos-Camión

La transmisión se hará en dos etapas y se hará siguiendo los pasos del procedimiento de cálculo para una transmisión diseñado por PIRELLI, ver **Plano N°10**.

El diámetro de las poleas utilizadas se adoptó en función de lo recomendado por los fabricantes de las correas según la sección de las mismas, ver **Figura 3-05**.

Cálculo primera etapa:

01 - Coeficiente de corrección de la potencia:

$$F_{cp} = 1,2 \rightarrow P_c = P \cdot F_{cp} = 1,44 \text{ hp}$$

02 - Sección de la Correa:

En función de la potencia corregida a transmitir y las revoluciones por minuto de la polea menor se determina una sección "A"

03 - Relación de Transmisión:

$$K = N/n = D/d = 3,2$$

K: Relación de transmisión.

N: Cantidad de revoluciones por minuto de la polea menor.

n: Cantidad de revoluciones por minuto de la polea mayor.

D: Diámetro de la polea mayor.

d: Diámetro de la polea menor.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

04 - Elección de los diámetros primitivos de las poleas:

$$d = 125 \text{ mm} \rightarrow D = K \cdot d = 400 \text{ mm}$$

Se debe verificar que el diámetro de la pulea menor no esté por debajo de lo aconsejado.

05 -Distancia entre ejes:

$$K > 3 \rightarrow l > D; \text{ adopto } l = 500 \text{ mm}$$

06 - Longitud primitiva de la correa:

$$L = 2l + 1.57 \cdot (D+d) + (D-d)^2 / (4 \cdot l) = 1825 \text{ mm} \text{ entonces la correa es "A-72"}$$

07 - Factor de corrección en función de la longitud de la correa:

$$F_{cl} = 1,02$$

08 - Determinación del arco de contacto:

$$\alpha = 180 - 57 \cdot (D - d) / l = 179,45$$

09 - Factor de corrección del arco de contacto:

Con un arco de contacto de 180° sobre la pulea menor se obtiene la prestación óptima de la correa, pero como en la práctica este es normalmente menor y afecta la vida útil de la correa, para mantener un correcto nivel de prestación, se debe disminuir la prestación base multiplicándola por un factor de corrección del arco de contacto ($F_{c\alpha}$) menor que 1.

$$F_{c\alpha} = 1$$

10 - Verificación de la velocidad de la correa:

La velocidad tangencial de la correa no debe sobrepasar los 30m/s.

$$V = (\pi \cdot d \cdot N) / 60000 = 9,39 \text{ m/s} < \mathbf{30 \text{ m/s}}$$

11 - Prestación base

Potencia por correa para arco de contacto de 180°: $P_b = 2,62 \text{ hp}$

Potencia adicional por correa por relación de transmisión: $P_{ad} = 0,24 \text{ hp}$

$$P_{bk} = P_b + P_{ad} = 2,86$$

12 - Potencia efectiva por correa:

$$P_e = P_{bk} \cdot F_{cl} \cdot F_{c\alpha} = 2,92 \text{ hp}$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

13 - Cantidad de correas es:

$$Z = P_c/P_e = 0,5 \text{ tomo } Z = 1$$

Tipo de correa: **A71**

Cantidad de correas: **1**

Cálculo segunda etapa:

La correa secundaria será de la misma sección pero como la distancia entre los ejes de las poleas es mayor, las correas a utilizar son:

05 -Distancia entre ejes:

$$l = 700 \text{ mm}$$

06 - Longitud primitiva de la correa:

$$L = 2l + 1.57.(D+d) + (D-d)^2/(4.l) = 2251 \text{ mm entonces la correa es "A-88"}$$

- Tipo de correa secundaria: **A 88**
- Cantidad de correas: **1**

Proyecto:
Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.

Estudiante:
Pizarro, Leonardo Andrés.

Anexo IV
Acondicionamiento de ambiente sector de oficinas

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.1. Memoria Descriptiva

En el siguiente anexo se determinará, para el sector de oficinas, la ganancia de calor en verano, las pérdidas de calor en invierno, el caudal de aire necesario a impulsar para seleccionar el equipo central de climatización frío/calor, el cálculo de conductos de aire, de difusores de impulsión y de retorno. Como la instalación es verano-invierno tanto los conductos como los difusores se diseñan sobre la base de cálculo de verano, dado que los caudales son mayores para esa época del año.

La selección del equipo central de refrigeración/calefacción se hará en función de la ganancia de calor en verano y se verificará que el equipo seleccionado cumpla con las pérdidas de calor en invierno.

Dichas oficinas estarán ocupadas por 4 personas que realizarán tareas administrativas y el funcionamiento será del tipo intermitente dado que se trabaja entre 9 y 12 horas por día. Los distintos aparatos que disipan calor en la sala son: 4 PCs, 1 heladera con frízer, 1 televisor y 10 lámparas fluorescentes tipo 2x40W. Se tendrán en cuenta solo aquellos aparatos que estén en funcionamiento a la hora del cálculo térmico.

Las medidas de dichas oficinas junto con el detalle de la ubicación de puertas y ventanas se pueden observar en el **Plano N°12**. La altura del cielorraso es de 2,50 m.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.2. Memoria Técnica

Los detalles constructivos que se tuvieron en cuenta para el cálculo de ganancia de calor por transmisión y efecto solar fueron:

- Paredes de ladrillo cerámico hueco de 0,21 m de espesor.
- Ventanas de 1,60 m de ancho por 1,50 m de alto con vidriado transparente simple, con cortinas interiores claras.
- Techo a dos aguas de chapa de hierro galvanizado sobre entablonado de madera, cámara de aire y cielorraso de material aislante térmico.
- Suelo compuesto por 0,10 m de contrapiso cubierto por mosaicos graníticos de 0,03 m de espesor.
- Puertas de madera de 0,85 m de ancho por 2,00 m de alto, $K=2,75$.
- Latitud de la zona 35°

Para el cálculo de ganancia interna se tendrá en cuenta los distintos aparatos que disipan calor en la sala, estos son:

- 4 PCs que disiparán aproximadamente 600 W cada una.
- 1 televisor.
- 1 heladeras con frízer.
- Iluminación general 800 W.

El acondicionamiento de aire se hará mediante la instalación de un equipo de aire acondicionado/calefacción instalado en el patio, del lado sur de la sala. Éste estará apoyado sobre una base de concreto, y el gabinete será de acero galvanizado con pintura poliéster en polvo horneado, que tiene máxima resistencia a la corrosión.

Para la distribución del aire de impulsión y de retorno se utilizarán conductos aéreos separados, que estarán por encima del cielorraso, quedando visible solamente los difusores. Los mismos serán de sección variable, según el caudal que maneje cada tramo.

En cada sector se colocará un difusor de impulsión y uno de retorno como se puede apreciar en el **Plano N°13** en anexos.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Luego, en función de los cálculos desarrollados se obtuvieron los siguientes resultados:

4.2.1. Conductos de refrigeración:

Impulsión

Tramo	Caudal (m ³ /min)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Sec. Equi (cm)
A-B	51	3,3	50	50 x 40
B-C	20,4	2,2	35	50x30
B-D	30,6	2,3	40	50x30
D-E	20,4	4,2	35	50 x 30
Tramo final (Conducto flexible)	10,2	2,6	25	-

Tabla 4-01- Detalles de los conductos de impulsión

Retorno

Tramo	Caudal (m ³ /min)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Sec. Equi (cm)
A'-B'	51	3,6	50	50 x 40
B'-C'	20,4	2,2	35	50x30
B'-D'	30,6	0,5	40	50x30
D'-E'	20,4	4,2	35	50 x 30
Tramo final (Conducto flexible)	10,2	1,2	25	-

Tabla 4-02- Detalles de los conductos de retorno

4.2.2. Difusores:

- Caudal = 10,2 m³/min
- Alcance = 1,2 m
- Diámetro = 380 mm
- Velocidad = 60 m/min

4.2.3. Rejas/difusores de retorno:

Se colocarán rejas de retorno circulares de 300 mm de diámetro.

4.2.4. Equipo de refrigeración/calefacción:

- Marca: YORK
- Sistema: Rooftop Frío/Calor a Gas
- Modelo: DM*N 076
- Capacidad Nominal: 6,3 TR
- Tensión: 380 V, 50 Hz
- Caudal de aire inyección min $0,85\text{m}^3/\text{seg}$
- Dimensiones
 - Ancho: 1140 mm
 - Alto: 829 mm
 - Largo: 2089 mm
- Peso: 340 kg



4.3. Memoria de Cálculo

A continuación se detallan todas las fórmulas, tablas y gráficos utilizados en la determinación de cada uno de los ítems considerados.

4.3.1. Fórmulas

4-01) Cantidad de calor por trasmisión.

$$Q = K \cdot A \cdot (t_e - t_i)$$

Q : Cantidad de calor que gana el elemento considerado en verano (kcal/h)

K : Coeficiente de transmisión de calor (kcal/h.m².°C)

A : Área transversal del elemento (m²)

t_e : Temperatura del aire exterior (°C)

t_i : Temperatura del aire interior (°C)

4-02) Cantidad de calor por radiación solar.

$$Q_s = A \cdot I \cdot c$$

Q_s : Cantidad de calor por radiación solar (kcal/h)

A : Área expuesta al sol (m²)

I : Intensidad de radiación solar (kcal/h.m²)

c : Coeficiente de corrección, teniendo en cuenta la protección que tiene la ventana.

4-03) Cantidad de calor total.

$$Q_T = Q_t + Q_s$$

Q_T : Cantidad de calor total que pasa (kcal/h)

Q_t : Cantidad de calor por transmisión (kcal/h)

Q_s : Cantidad de calor por radiación solar (kcal/h)

4-04) Caudal de aire de circulación en el sistema de aire acondicionado.

$$C = \frac{Q_{sl}}{17 \cdot (t_a - t_l)}$$

C : Caudal de aire en circulación (m^3/min)

Q_{sl} : Total de calor sensible en el interior del local (kcal/h)

t_a : Temperatura del aire del local ($^{\circ}\text{C}$)

t_l : Temperatura del aire de impulsión al local por el equipo de aire acondicionado ($^{\circ}\text{C}$)

4-05) Caudal de aire nuevo.

$$C_a = a \cdot C$$

C_a : Caudal de aire nuevo (m^3/min)

a : Porcentaje del caudal de aire total recirculado en el sistema de acondicionamiento (%)

C : Caudal de aire en circulación (m^3/min)

4-06) Calor sensible del aire seco.

$$Q_{sae} = 17 \cdot C_a \cdot (t_e - t_i)$$

Q_{sae} : Calor sensible del aire exterior (kcal/h)

C_a : Caudal de aire que penetra en el sistema (m^3/min)

t_e : Temperatura del aire exterior ($^{\circ}\text{C}$)

t_i : Temperatura del aire interior ($^{\circ}\text{C}$)

4-07) Calor latente del vapor de agua.

$$Q_{lae} = 42 \cdot C_a \cdot (h_{e_e} - h_{e_i})$$

Q_{lae} : Calor latente del aire exterior (kcal/h)

C_a : Caudal de aire que penetra en el sistema (m^3/min)

h_{e_e} : Humedad específica del aire exterior ($^{\circ}\text{C}$)

h_{e_i} : Humedad específica del aire interior ($^{\circ}\text{C}$)

4-08) Cálculo del área de la reja.

$$A = \frac{C}{V}$$

A : Sección transversal de la reja (m²)

C : Caudal circulatorio (m³/min)

V : Velocidad de circulación (m/min)

4-09) Caída total de presión.

$$H = 2 \sum lR + \sum Z'$$

l= longitud del circuito más desfavorable.

R=perdida de presión por metro.

Z'=caídas de presión de los distintos elementos.

4-10) Cálculo de cantidad de calor de pérdida de los locales

$$Q_T = Q_t + Q_e$$

Q_T : Cantidad de calor de pérdida total del local (kcal/h).

Q_t : Cantidad de calor de pérdida por transmisión (kcal/h).

Q_e : Cantidad de calor para compensar la infiltración del aire exterior (kcal/h).

4-11) Cantidad de calor necesario por transmisión (Q_t)

$$Q_t = Q_{0tot} (1 + Z_d + Z_h + Z_c)$$

Q_{0tot} : Pérdidas de calor por transmisión de las superficies que limitan el ambiente (kcal/h)

Z_d : Mejoramiento por interrupción de servicio

Z_h : Mejoramiento por orientación.

Z_c : Mejoramiento por pérdidas en cañerías de calefacción.

4-12) Pérdidas por transmisión (Q_0)

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

$$Q_{0tot} = \sum Q_0$$

La suma de todas las pérdidas individuales (Q_0) de cada una de las superficies del contorno del local representa la pérdida de calor total.

$$Q_0 = K \cdot A \cdot (t_i - t_e)$$

K: Coeficiente total de transmisión del calor (kcal/h.m².°C)

A: Área (m²)

t_i : Temperatura del aire interior (°C)

t_e : Temperatura del aire exterior (°C)

4-13) Mejoramiento por interrupción de servicio (Z_d)

Producida una interrupción del servicio de calefacción, al ponérsela nuevamente en marcha es necesario un suplemento de calor a fin de llevar nuevamente el edificio al estado de régimen de funcionamiento, para el que fue realizado el balance de transmisión de calor. Interrupción del suministro del calor de 8 a 12 horas diarias, por lo tanto:

$$Z_d = 15\%$$

4-14) Mejoramiento por orientación (Z_h)

La magnitud de este suplemento está determinada por la diferente exposición solar del local.

Se adopta como porcentaje del calor por transmisión Q_0 , pudiéndose considerar para el hemisferio sur los siguientes valores:

$$\left. \begin{array}{l} E \\ O \end{array} \right\} 0\% \quad \left. \begin{array}{l} N \\ NE \\ NO \end{array} \right\} -5\% \quad \left. \begin{array}{l} S \\ SE \\ SO \end{array} \right\} 5\%$$

4-15) Mejoramiento por pérdidas en cañerías de calefacción (Z_c)

Este valor depende de la magnitud de cañerías o conductos y de las características de su instalación. Como norma práctica se adopta entre 5% y 10%.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4-16) Cantidad de calor de pérdida por infiltración de aire (Q_e)

$$Q_e = 0,3 \cdot n \cdot V \cdot (t_i - t_e)$$

0,3: Valor que se adopta como constante que tiene en cuenta el calor específico y el peso específico del aire

V : Volumen del local (m^3)

$t_i - t_e$: Salto térmico ($^{\circ}C$)

n : Número de renovaciones horarias del volumen del local.

El caudal de aire que penetra a través de las aberturas se establece por ensayos y depende de las características constructivas, del grado de hermeticidad y de la velocidad del viento que incide sobre las aberturas.

Como en general no se dispone de esa información, suele en la práctica realizarse una estimación del caudal de infiltración en función de establecer un número de renovaciones horarias del volumen del local.

Puede suponerse:

Clase de local	n (renovaciones horarias)
Sin paredes exteriores	0,5
Una pared exterior con ventana normal	1
Dos paredes exteriores con ventana normal o ventana grande	1,5
Con más paredes exteriores	2

En locales de circulación o ventilados como hall, baños, cocinas, etc., se adoptan dos renovaciones horarias. En general no debe sobrepasarse en ningún local la cantidad de 2 renovaciones horarias.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.3.2. Balance térmico en verano

4.3.2.1. Ganancia de calor por transmisión y efecto solar.

Las condiciones externas e internas que se consideran para el cálculo son:

- Exterior: 36 °C y 40% H_r (caso más desfavorable a las 15 h)
- Interior: 25 °C y 50% H_r (recomendado)

El valor exterior fue tomado de la **Tabla 4-03**, adoptando los valores dados para la ciudad de Santa Rosa por ser la más cercana a nuestro lugar de estudio y dicha condición interior surge de tener en cuenta el ábaco de confort (**Grafico 4-01**) necesario para las personas.

Localidad	Verano		Invierno	
	Temperatura (°C)	HR (%)	Temperatura (°C)	HR (%)
Buenos Aires	35	40	0	80
Mar del Plata	32	45	-1,4	85
Carmen de Patagones	34	40	-2	70
Catamarca	37	35	0,9	65
Córdoba	36	40	-0,4	75
Corrientes	38	45	4	75
Goya	38	45	3	75
Resistencia	38	45	3	70
Pres. Roque Sáenz Peña	37	45	2	70
Comodoro Rivadavia	31	40	-4,4	55
Esquel	30	35	-7,6	70
Trelew	30	35	-3	60
Paraná	36	45	2,4	75
Formosa	38	45	5	75
San Salvador de Jujuy	32	40	-1,1	75
Santa Rosa	36	40	-2,8	65
La Rioja	40	35	-1,5	60
Mendoza	35	40	-1,1	60
Posadas	38	45	4	75
Bariloche	32	40	-5,6	65
Tucumán	37	45	1,1	70
Río Gallegos			-7,2	70
Puerto Deseado			-5	70
Puerto San Julián			-7	65
Puerto Santa Cruz			-6,3	70
Ushuaia			-12	70
Río Grande			-11	75

Tabla 4-03 - Condiciones de diseño exterior en invierno y verano

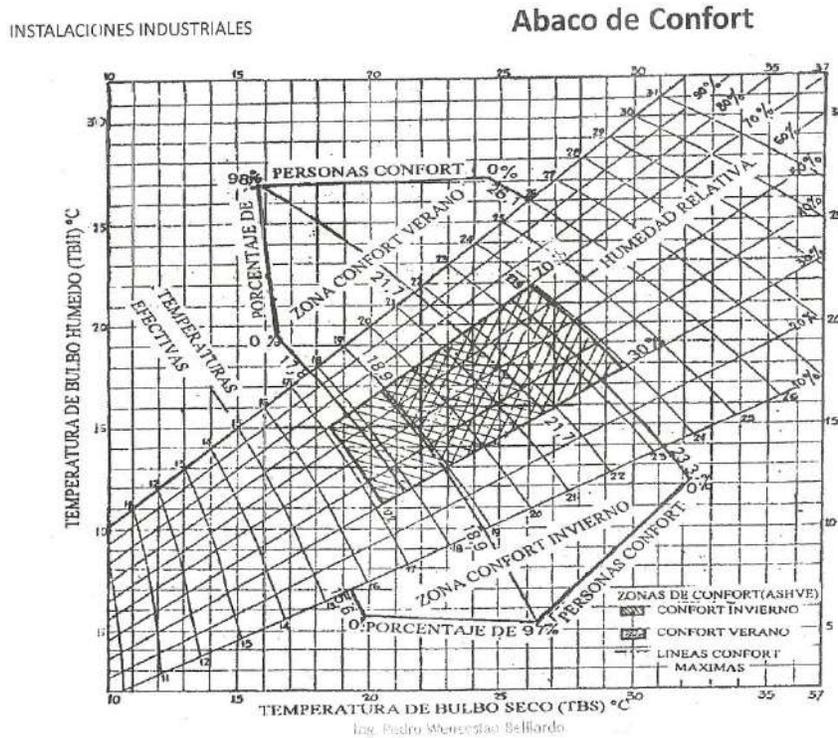


Grafico 4-01 –Abaco de confort.

Los coeficientes de transmisión de calor (K) a utilizar, son:

1. Paredes de ladrillo cerámico hueco de 0,21 m de espesor, $K=1,58 \text{ kcal/h.m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
2. Vidriado transparente simple, con cortinas interiores claras, $K=5 \text{ kcal/h.m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
3. Para el caso del techo se calculó de la siguiente manera:

Primero se obtuvo de tabla para cada material que compone el techo, el coeficiente de conductividad térmica, luego con el espesor se procedió al cálculo del coeficiente de transmisión térmica.

Hierro galvanizado $e = 2 \text{ mm}$ $\lambda = 50 \text{ kcal/hm} \cdot ^\circ\text{C}$

Cámara de aire $1/\alpha_i = 0,26 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C/kcal}$ $1/\alpha_e = 0,40 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C/kcal}$

Cielo raso de material aislante térmico $e = 2 \text{ cm}$ $\lambda = 0,1 \text{ kcal/hm} \cdot ^\circ\text{C}$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Luego se calculó el coeficiente de transmisión de la siguiente manera:

$$k = \frac{1}{0,26 + 0,40 + \frac{0,002}{50} + \frac{0,02}{0,1}} = 1,16 \text{ kcal/hm}^2 \cdot \text{°C}$$

4. Piso. No se considera ganancia de calor, debido a que su temperatura se encuentra por debajo de la temperatura del aire del local.
5. Puertas madera, $K=2,75 \text{ kcal/h.m}^2 \cdot \text{°C}$

Para el cálculo de las cargas externas se tendrán en cuenta las siguientes ganancias de calor:

4.3.2.1.1. Flujo de calor a través de paredes y techos exteriores.

Se calcula la cantidad de calor ganado a partir de la fórmula 4-01, pero considerando que el valor $\Delta t = (t_e - t_i)$, (diferencia equivalente de temperatura) se saca de la **Tabla 4-04**. La diferencia de temperatura equivalente tiene en cuenta todos los factores que influyen en la entrada de calor por paredes y techos exteriores, como son la curva diaria de variación de temperatura exterior, la intensidad de la radiación variable con la latitud, el retraso del pasaje del calor, orientación y hora del día.

Tipo	Orientación y condiciones	Coeficiente de transmisión K	HORA SOLAR																	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
MUROS	E	3	3	12	19	21	23	22	20	14	11	10	10	10	10	9	8	7	6	5
		2,3	2	2	8	14	19	21	20	13	10	10	10	10	10	10	9	9	8	7
		1,6	5	5	6	7	10	14	16	17	16	14	12	11	10	10	10	10	9	9
		0,8	8	8	8	8	8	8	8	8	11	12	13	12	12	11	10	10	10	10
	O	3	1	1	1	1	2	4	6	10	14	20	25	27	29	24	19	15	10	7
		2,3	4	4	4	4	4	4	5	6	8	13	17	21	25	26	22	18	11	8
		1,6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	12	14	16	18	17	17	13
		0,8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	14
	N	3	1	1	1	1	2	4	6	8	9	13	16	21	22	23	21	18	6	5
		2,3	1	1	1	1	1	2	4	6	7	8	9	14	19	20	21	14	9	7
		1,6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	7	9	12	14	14	15	10
		0,8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	8	10	12
S	3	2	2	2	3	5	10	15	17	19	18	17	14	11	9	8	6	6	5	
	2,3	2	2	2	2	2	6	9	14	16	16	17	15	14	11	9	8	7	6	
	1,6	5	5	5	5	5	5	5	7	9	11	12	13	12	11	10	9	8	8	
	0,8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	10	11	11	12	11	10	9
TECHOS	4	1	1	1	1	2	6	11	16	20	24	26	28	27	25	22	18	15	11	
	3	2	2	2	2	4	8	11	15	19	23	25	26	27	25	22	19	16	14	
	2,3	5	5	5	5	6	8	11	15	18	21	24	25	26	24	22	20	18	16	
	1,6	8	8	8	8	8	9	11	15	18	20	22	24	25	24	23	21	20	18	
0,8	10	10	10	10	10	10	11	15	17	18	20	22	23	24	22	21	21	20		

Para 35° de latitud sur, paredes y techos opacos. Variación diaria temperatura 11 °C. Diferencia temperatura aire exterior-interior (16 horas) 10 °C. Corrección si el Δt de cálculo es mayor, por ejemplo, 12 °C. Sumar a los valores de tabla 2 °C.

Tabla 4-04 - Diferencia equivalente de Temperatura (°C)

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.3.2.1.2. Flujo de calor a través de paredes y techos interiores.

Se calcula la cantidad de calor ganado a partir de la fórmula 4-01, considerando que un local no acondicionado se encuentra a 3°C menos que la temperatura exterior.

4.3.2.1.3. Flujo de calor a través de vidrios

Está formado por la cantidad de calor ganado por transmisión y por radiación solar, se utiliza la fórmula N° 1, 2 y 3. El coeficiente c se obtiene de la **Tabla 4-06**; la intensidad de radiación solar I de la **Tabla 4-05**, y para el cálculo del Δt se considera la diferencia entre la temperatura exterior y la interior.

<i>Hora</i>	<i>SE</i>	<i>E</i>	<i>NE</i>	<i>N</i>	<i>NO</i>	<i>O</i>	<i>SO</i>	<i>S</i>	<i>Horiz.</i>
6	309	240	0	0	0	0	0	78	69
7	366	415	260	27	22	22	27	64	192
8	328	443	373	80	25	32	32	38	363
9	230	395	427	190	32	35	38	38	487
10	110	272	408	259	38	38	38	38	580
11	43	119	335	301	72	38	38	38	642
12	38	38	215	335	215	38	38	36	665
13	38	38	72	301	335	119	43	38	642
14	38	38	38	259	408	272	110	38	580
15	38	35	32	190	427	395	230	38	487
16	32	32	25	80	373	443	328	38	363
17	27	22	22	27	260	415	366	64	192
18	0	0	0	0	0	240	309	78	69

Tabla N° 4-05 - Coeficientes de efecto solar para 35° latitud sur

<i>Tipo</i>	<i>Coeficiente C</i>
— Vidrio transparente	1
— Vidrio esmerilado o grabado	0,80
— Vidrio transparente con cortinas	
• Exteriores color claro	0,30
• Interiores claras	0,50
— Toldo de lona	0,20
— Parasoles	0,20

Tabla 4-06 - Coeficiente de protección

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.3.2.1.4. Ganancia de calor en conductos y pleno

Se considera el 10% de la ganancia del calor por transmisión y efecto solar en las paredes, ventanas y techos. Este valor se obtuvo de la **Tabla 4-07** para tendidos cortos de entre 15 y 30 metros.

Ganancia de calor como % del calor sensible por transmisión y efecto solar	% de calor sensible a agregar	
	Sin aislar	Aislado con 50 mm de lana mineral
1) Tendidos largos de 30 a 100 metros en áticos a 35°, que transportan de 18 a 180 m ³ /min a velocidades de 250 a 500 m/min	10-15	4-5
2) Igual a 1 en ambientes hasta 55 °C	25-30	7-10
3) Tendidos cortos (15 a 30 m) en las condiciones de 1	5-10	2-4
4) Tendidos cortos en las condiciones de 2	10-25	3-7

Tabla 4-07 - Ganancia de calor de conductos

Por lo tanto los cálculos de la ganancia de calor serán:

CÁLCULO A LAS 15 HORAS.

Sector	Conducción [kcal/h]	Radiación [kcal/h]
Sala de espera	796,21	266
Oficina N°1	775,61	474
Oficina N°2	514,60	228
Oficina N°3	532,30	228
Oficina N°4	752,21	42
TOTAL	3370,93	1238

Tabla 4-08 – Ganancia de calor por trasmisión y efecto solar

Las correspondientes ganancias de calor por transmisión y efecto solar de cada una de las paredes, techos, puertas y ventanas, se pueden observar en anexo tablas.

VERIFICACIÓN DEL CÁLCULO A LAS 10 HORAS.

Las condiciones externas e internas que se consideran para el cálculo se calculan a partir de la **Tabla 4-09** y son:

- Exterior: 31 °C y 50% H_r
- Interior: 25 °C y 50% H_r(recomendado)

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Variación diaria de temperatura	Temperatura de bulbo seco y humedad relativa	HORA SOLAR										
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
5	T _{BS} (°C)	-5	-4	-3	-1	0	0	0	-1	-3	-4	-5
	H _R (%)	10	10	5	5	0	0	0	5	5	10	10
8	T _{BS} (°C)	-8	-7	-5	-3	0	0	0	-1	-3	-5	-8
	H _R (%)	20	15	10	5	0	0	0	5	5	10	20
11	T _{BS} (°C)	-10	-8	-5	-3	0	0	0	-2	-4	-6	-9
	H _R (%)	30	20	10	5	0	0	0	5	10	15	20
14	T _{BS} (°C)	-13	-9	-5	-3	0	0	0	-2	-5	-8	-12
	H _R (%)	40	30	10	5	0	0	0	5	10	20	30
17	T _{BS} (°C)	-15	-10	-7	-3	0	0	0	-2	-7	-10	-13
	H _R (%)	40	30	15	5	0	0	0	5	15	30	40
19	T _{BS} (°C)	-17	-12	-8	-4	0	0	0	-3	-7	-10	-13
	H _R (%)	40	30	20	10	0	0	0	5	15	30	40
22	T _{BS} (°C)	-19	-13	-9	-4	0	0	0	-4	-8	-12	-15
	H _R (%)	40	35	20	10	0	0	0	10	20	30	40

Tabla 4-09- Corrección de temperaturas exteriores y humedad relativa

Sector	Conducción [kcal/h]	Radiación [kcal/h]
Sala de espera	452,81	362,6
Oficina N°1	425,90	45,6
Oficina N°2	265,80	310,8
Oficina N°3	309,80	310,8
Oficina N°4	473,12	326,4
TOTAL	1927,42	1356,2

Tabla 4-10 -Ganancia de calor por transmisión y efecto solar

Se verifica que el cálculo más desfavorable se produce a las 15 h. Las correspondientes ganancias de calor por transmisión y efecto solar de cada una de las paredes, techos, puertas y ventanas, se pueden observar en anexo tablas.

4.3.2.2. Ganancia de calor interna

4.3.2.2.1. Carga debida a los ocupantes

De **Tabla 4-11** se obtiene el calor disipado por persona de acuerdo al grado de actividad desarrollado. Considerando un trabajo de oficina con cierta actividad, resulta que los valores de calor sensible y calor latente son:

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

- Calor sensible = 55 kcal/h
- Calor latente = 60 kcal/h.

Considerando ahora que tenemos 4 personas trabajando en el local, dicha carga será:

- Calor sensible total = 220kcal/h
- Calor latente total = 240kcal/h

<i>Grado de actividad</i>	<i>Kilocalorías/hora</i>	
	<i>Sensible</i>	<i>Latente</i>
Sentado en reposo	55	35
Sentado y trabajo muy liviano	55	45
Trabajo oficina con cierta actividad	55	60
Trabajo liviano	60	80
Trabajo pesado	80	160
Trabajo muy pesado	120	260

Tabla 4-11- Disipación de calor de personas, según grado de actividad.

4.3.2.2.2. Disipación por artefactos eléctricos.

El calor proveniente de lámparas de iluminación es totalmente sensible. Para lámparas incandescentes por efecto Joule se dice que la emisión de calor es 0,86 kcal/h por watt instalado. Para lámparas fluorescentes debe considerarse un 20% más.

Tanto en las oficinas como en la sala de espera la iluminación es con lámparas fluorescentes tipo 2x40W y en total hay 10 de ellas. Por lo tanto el calor disipado por la iluminación es:

$$Q = 1,2 \cdot 800W \cdot \frac{0,86 \text{ kcal/h}}{1W} = 825,6 \text{ kcal/h}$$

4.3.2.2.3. Ganancia de calor por diversos aparatos

En el local destinado para tareas administrativas se encuentran colocadas 4 PCs, las cuales disipan aproximadamente 600 W cada una, además hay 1 televisor que disipa 300 W y también hay 1 heladera con frízer que disipa 200 W:

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

$$Q = (4 \times 600 + 300 + 200) = 2900W$$

$$Q = 2900W \cdot \frac{0,86 \text{ kcal/h}}{1W} \Rightarrow Q = 2494 \text{ kcal/h}$$

Qsi CALOR SENSIBLE INTERIOR	10	Conduc.		3370,93	
	11	Radiación		1238	
	12	Subtotal		4608,93	
	13	Pérdidas	(12) + (%)		5069,82
			4608,93	10%	
	14	Personas	Nº x factor		220
			4	55	
	15	Iluminación	watts x factor		825,6
			960	0,86	
	16	Computadoras	watts x factor		2064
2400			0,86		
17	Otras fuentes	watts x factor		430	
		500	0,86		
18	Total Qsi (13+14+15+16+17)			8609,42	

Tabla 4-12- Calor sensible interior

CALOR LAT INTERIOR	19	Personas	Nº x factor		Total
			4	60	
	20	Otras fuentes			
21	Total				240

Tabla 4-13 - Calor latente interior

4.3.2.3. Caudal de aire a impulsar al local

El caudal de aire a impulsar en el sistema de aire acondicionado se determina mediante la fórmula 4-04, donde el salto térmico ($t_a - t_1$) suele considerarse en general 10 °C.

$$\text{Entonces } C = \frac{Q_{SI}}{170} = \frac{8609,42 \text{ kcal/h}}{170} = 51 \frac{m^3}{\text{min}} = 0,85 \frac{m^3}{\text{seg}}$$

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.3.2.4. Ganancia de calor del equipo por el aire exterior

Como primer paso se debe determinar el caudal de aire nuevo necesario para satisfacer las condiciones de ventilación. Una forma práctica de determinarlo consiste en establecerlo en función del porcentaje del caudal de aire total recirculado en el sistema de acondicionamiento, mediante el uso de la fórmula N° 4-05. Para determinar el valor del porcentaje a usar en la misma hacemos uso de la **Tabla 4-14**, donde consideramos para locales destinados para oficinas administrativas, de un 20%.

$$C_a = a \times C \Rightarrow C_a = 0,2 \times 51 \Rightarrow C_a = 10,2 \text{ m}^3 / \text{min}$$

– Locales con muchas personas	25 al 30 %
– Locales para edificios de oficinas	15 al 25 %
– Locales para edificios de vivienda	10 al 20 %

Tabla 4-14 - Porcentaje de aire total recirculado

Una vez calculado éste caudal de aire nuevo, se debe verificar que cumpla con la cantidad de aire exterior mínimo por persona que deben respetarse, la cual está dada según el tipo de local y de la cantidad de personas en el mismo. En la práctica, para locales destinados a oficinas, se considera un valor mínimo de $0,8 \text{ m}^3/\text{min}$ teniendo en cuenta un porcentaje normal de personas fumando dentro del local (**Tabla 4-15**). Considerando que teníamos 4 personas en el interior resulta:

$$C_e = 0,8 \text{ m}^3 / \text{min} \cdot \text{per} \times 4 \text{ per} = 3,2 \text{ m}^3 / \text{min}$$

Como este valor es inferior al calculado como porcentaje del total de aire recirculado, adoptamos un caudal de $10,2 \text{ m}^3/\text{min}$ de aire nuevo en el sistema de acondicionamiento.

<i>Personas que fuman normalmente, según el tipo de locales</i>	
Lugares de trabajo en general	0,5
Restaurantes y lugares afines	0,4
Oficinas generales	0,5
Oficinas privadas	0,6
Oficinas privadas (fumando considerablemente)	0,8
Bibliotecas	0,5
Estudios de radiodifusión	0,5
Salas de operaciones	2
Salas de baile, boites, cabarets	1,5
Teatros, cines, auditorios	0,6

Tabla 4-15 – Requerimientos de aire nuevo mínimos (m^3/min persona)

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Luego, calculamos la ganancia de calor debida al aire exterior.

4.3.2.4.1. Calor sensible aportado

Para determinarlo hacemos uso de la fórmula 4-06:

$$Q_{sae} = 17 \cdot C_a \cdot (t_e - t_i) = 17 \cdot 10,2 \cdot (36 - 25) = 1907,4 \text{ kcal/h}$$

4.3.2.4.2. Calor latente aportado

Para determinarlo hacemos uso de la fórmula 4-07, donde los valores de h_e y h_i los obtenemos del ábaco psicométrico (**Gráfico 4-02**), sobre la base de las condiciones interiores y exteriores de cálculo.

$h_e = 15,5$ g de H_2O por kg de aire seco (para $36^\circ C$ y 40% H_r)

$h_i = 10$ g de H_2O por kg de aire seco (para $25^\circ C$ y 50% H_r)

Entonces:

$$Q_{lae} = 42 \cdot C_a \cdot (h_{e_e} - h_{e_i}) = 42 \cdot 10,2 \cdot (15,5 - 10) = 2356,2 \text{ kcal/h}$$

Luego, la ganancia total de calor por aire exterior será:

AIRE DEL EXTERIOR	22	Q sens. A ext.	Factor x % c x At [kcal/h]			1907,4
			17	10,2	11	
AIRE DEL EXTERIOR	23	Q lat. A ext.	Factor x % c x Ag [kcal/h]			2356,2
			42	10,2	5,5	
24	Total Qte (22+23)					4263,6

Tabla 4-16 – Aire del exterior

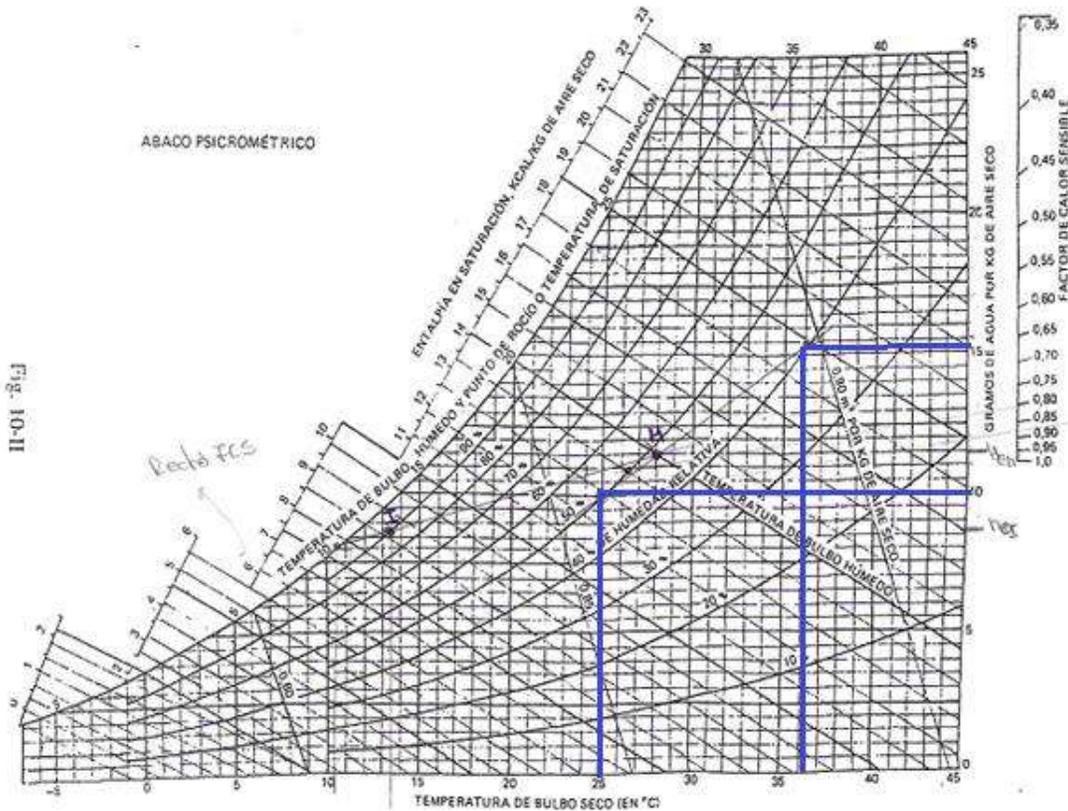


Gráfico 4-02 – Abaco Psicométrico

4.3.2.5. Ganancia total de calor del sistema de acondicionamiento

$$Q_T = Q_{Ti} + Q_{Te} = 8849,42 + 4263,6 = 13113 \text{ kcal/h}$$

Q_{Ti} = Ganancia de calor total del local

Q_{Te} = Ganancia de calor total del aire exterior

Q total = Qsi(18) + Qli(21) + Qte(24)	13113 kcal/h
Toneladas = Qtotal / 3000	4,37 tn

Tabla N° 4-17 – Ganancia total del calor del sistema

4.3.2.6. Selección del equipo

Dadas las dimensiones del local a acondicionar se determinó colocar un solo equipo de aire acondicionado. La determinación del mismo se hace en base a las toneladas de frío que debe manejar. Consideramos la equivalencia:

$$1 Tn \text{ frío} = 3000 \text{ kcal} / h$$

$$Q_{\text{equipo}} = \frac{13113}{3000} = 4,37 Tn \text{ frío}$$

Por lo tanto se adoptó un equipo de aire acondicionado de la marca YORK, del sistema Rooftop Frío/Calor a gas. El modelo del mismo es DM*N 076, que posee una capacidad nominal de 6,3 Tn frío y una capacidad de calefacción de 19.800 kcal/h

Características:

Modelos		Frío Solo				Frío calor a Gas				Frío calor por Bomba		
		DM°C				DM*N				BP	BQ	
		076	180	240	300	076	180	240	300	180	240	
Refrigeración	TR (Nom.)	6,3	15	20	26,7	6,3	15	20	26,7	15	20	
	Cap Ref (Kcal/h)	22.180	46.180	60.000	79.730	22.180	46.180	60.000	79.730	43.170	53.950	
Calefacción	Consumo (Gas Nat)	-				25.200	73.000				-	
	Cap. Calief (Kcal/hs)	-				19.800	60.000				30.400	38.530
Compresores	Cantidad	5 tr	-	1	-	-	1	-	-	-	-	
		7,5 tr	1	-	-	-	1	-	-	2	-	
		10 tr	-	1	2	-	-	1	2	-	2	
		12,5 tr	-	-	-	2	-	-	-	2	-	
Refrigerante		R-22										
Alimentación	Volt/Fase/hz	30-0-415/2/0										
Consumo eléctrico	HP	11,90	25,30	34,80	45,20	11,90	25,30	34,80	45,20	26,40	36,80	
	KW	8,90	19,00	26,10	33,90	8,90	19,00	26,10	33,90	19,00	27,60	
Caudal de aire inyección	m3/seg	min	0,85	2,10	2,80	3,78	0,85	2,10	2,80	3,78	2,10	2,83
		máx	1,40	3,40	4,40	4,72	1,40	3,40	4,40	4,72	3,40	4,44
Salida de Conductos	tipo	Inferior y Lateral										
Superficie de Serpentina	m2	1,60	3,35	4,02	4,02	1,60	3,35	4,02	4,02	3,35	4,02	
Filtros	16"x20"x1"(6x2)	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	
	14"x20"x2"	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	
	16"x20"x2"	-	-	4	2	-	-	4	2	-	4	
	16"x25"x2"	-	-	4	4	-	-	4	4	-	4	
	18"x24"x2"	-	5	-	-	-	5	-	-	5	-	
Total Area de filtrado	m2	0,59	1,40	1,87	2,28	0,59	1,40	1,87	2,28	1,40	1,87	
Dimensiones	Alto (mm)	829	1.235	1.337		829	1.235	1.337		1.130	1.235	
	Largo (mm)	2.089	3.181	3.461		2.089	3.181	3.461		3.181	3.461	
	Ancho (mm)	1.140	2.337	2.337		1.140	2.337	2.337		2.337	2.337	
Peso Neto	Kg	320	870	960	1240	340	980	1070	1340	960	1090	

Gráfico 4-03 – Características técnicas del equipo rooftop.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

4.3.2.7. Cálculo de conductos de aire acondicionado y difusores de impulsión

El caudal de aire a circular es de $51 \text{ m}^3/\text{min}$, el suministro del mismo se hará con un equipo central frío/calor a gas que viene provisto de un ventilador para abastecer el caudal mencionado y él mismo estará colocado del lado sur de las oficinas.

La red de impulsión y de retorno se hará de la misma manera, el caudal de aire circulará en el tramo principal por conductos rectangulares de chapa galvanizada y la conexión del tramo principal a cada uno de los difusores se hará con conductos flexibles circulares como se muestra en el **Plano N°14**. Ambos tipos de conductos irán suspendidos por sobre el cielorraso.

Cada uno de los sectores tendrá un difusor de entrada y uno de salida, los mismos trabajarán con un caudal de $10,2 \text{ m}^3/\text{min}$ de aire por difusor.

Con lo dicho anteriormente, y haciendo uso del **Gráfico 4-04** determinamos las características de los difusores a colocar:

Difusor de impulsión:

- Caudal = $10,2 \text{ m}^3/\text{min}$
- Alcance = 1,2 m
- Diámetro = 380 mm
- Velocidad = 60 m/min
- Perdida de presión 2,17 mmca

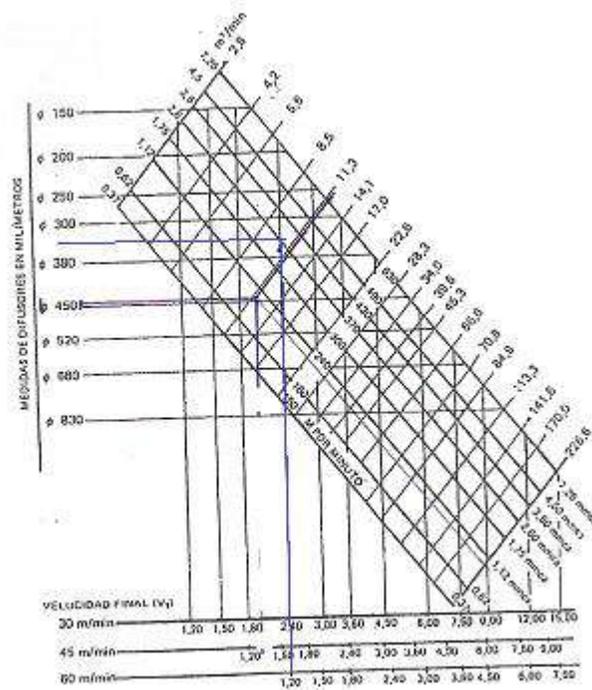


Gráfico 4-04 – Gráfico de selección de difusores de inyección de aire.

Para la determinación de las dimensiones de los conductos consideramos la totalidad del aire a circular, estableciendo previamente una velocidad máxima de circulación del mismo, de manera de no sobrepasar valores críticos que pudieran resultar molestos para los usuarios de la oficina. Según la **Tabla 4-18**, y para oficinas con bajos niveles de ruido se puede adoptar una velocidad máxima de circulación en el tubo principal de 300 m/min.

• Locales de muy bajo nivel de ruidos como bibliotecas	250 m/min.
• Viviendas y oficinas de bajo nivel de ruidos	300 m/min.
• Oficinas y locales con algo de nivel de ruidos	300 a 450 m/min.
• Locales industriales que se toleren ruidos	500 a 600 m/min.

Tabla 4-18- Velocidad de descarga de aire en conductos principales

Con ésta velocidad de circulación en el tubo principal y el caudal a transportar máximo, en el **Gráfico 4-05** para el diseño de conductos de aire acondicionado, determinamos un punto que nos define el diámetro del conducto principal y el gradiente de cálculo R, que se mantendrá constante en la instalación. A partir de dicho punto se traza la

recta de maniobra de R constante, con la cual se determinan los demás diámetros de los conductos, considerando el caudal que circula por cada uno.

De lo expuesto resulta que, la recta de maniobra es $R= 0,059\text{mm.c.a/m}$, y el diámetro del tramo principal en 50 cm.

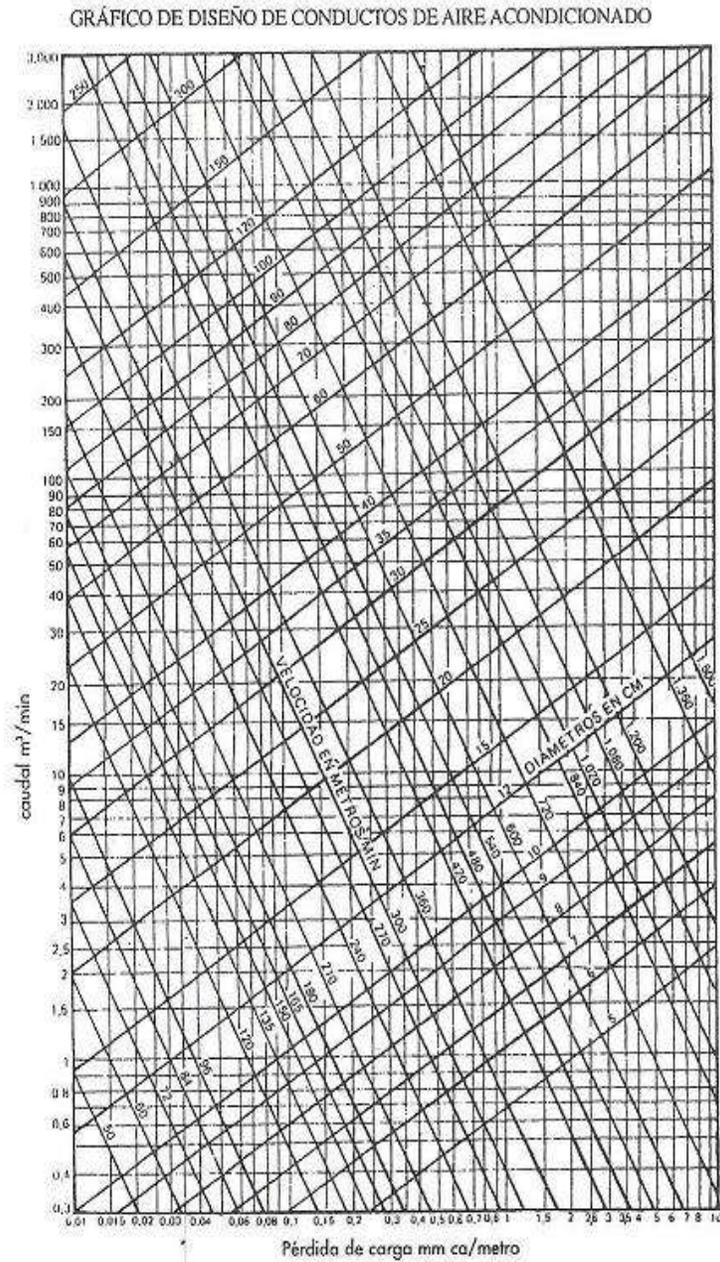


Gráfico 4-05 – Gráfico de diseño de conductos de aire acondicionado

Luego, como una parte del conducto es de sección rectangular, hacemos uso del **Gráfico 4-06**, el cual al entrar con el diámetro determinado nos da las posibles dimensiones del conducto rectangular, cuidando siempre que la relación entre lados no sea mayor de 5 a 1.

ÁBACO PARA CONVERSIÓN DE CONDUCTOS CIRCULARES EN CUADRADOS O RECTANGULARES

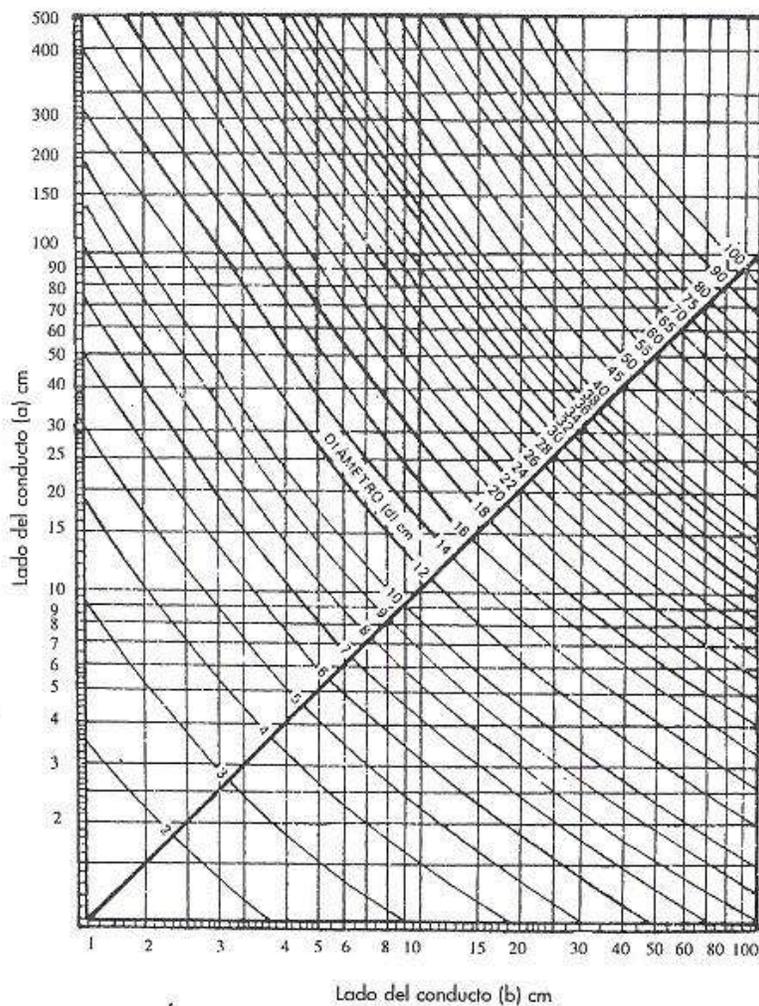


Gráfico 4-06 – Abaco para conversión de conductos circulares en rectangulares

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

En las siguientes tablas se muestra un resumen de lo dicho anteriormente, con las secciones determinadas para el conducto de impulsión y el de retorno en cada tramo:

Tramo	Caudal (m ³ /min)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Sec. Equi (cm)
A-B	51	3,3	50	50 x 40
B-C	20,4	2,2	35	50x30
B-D	30,6	2,3	40	50x30
D-E	20,4	4,2	35	50 x 30
Tramo final (Conducto flexible)	10,2	2,6	25	-

Tabla 4-19- Detalles de los conductos de impulsión

Tramo	Caudal (m ³ /min)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Sec. Equi (cm)
A'-B'	51	3,6	50	50 x 40
B'-C'	20,4	2,2	35	50x30
B'-D'	30,6	0,5	40	50x30
D'-E'	20,4	4,2	35	50 x 30
Tramo final (Conducto flexible)	10,2	1,2	25	-

Tabla 4-20- Detalles de los conductos de retorno

Una vez dimensionada la red de conductos, se calcula la caída total de presión según fórmula 4-09.

Donde la longitud del circuito cerrado más largo incluyendo alimentación y retorno es 21,7 m y el valor de R es 0,059mmca/m. También deberán adicionarse las caídas de presión de los distintos elementos, luego:

- Difusor de impulsión=2,17 mmca
- Difusor de retorno= 2,6 mmca
- Filtro= La caída de presión ya está incluida por el fabricante.

Entonces nos queda que la caída total de presión de la red de conductos más desfavorable valdrá:

$$H = 0,059 \frac{mmca}{m} \times 21,7m + (2,17 + 2,6) = 6,05mmca$$

Donde se verifica que la presión eficaz el ventilador provisto por el equipo central supera la caída de presión de los conductos.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

Cálculo de las difusores de retorno

La selección de las bocas de retorno de aire es función de la velocidad del mismo en la proximidad de la rejilla, de la caída de presión disponible y de los niveles de sonido aceptables. La velocidad del aire de retorno debe ser baja a pequeñas distancias de la reja a fin de que no se produzcan corrientes de aire molestas en el local. Las bocas de retorno se ubicarán en el techo superpuestas a los difusores de impulsión y también irán una por cada sector como se puede observar en el **Plano N°13**.

Teniendo en cuenta la **Tabla 4-21**, considerando la ubicación de las rejillas cerca de personas, fijamos la velocidad de pasaje en 90 m/min.

Ubicación	Velocidad de pasaje
Cerca de personas	90 a 150m/min
Zonas no ocupadas por personas	150 a 240 m/min
Interconexión de locales en puertas o paredes	90 a 120 m/min

Tabla N° 4-21 - Velocidad de pasaje de aire en rejillas de retorno

Para el dimensionamiento de las rejillas de retorno, utilizamos la fórmula 4-08, en la cual los datos a utilizar son el caudal de aire que circula en m³/min y la velocidad de pasaje m/min. En nuestro caso tenemos un caudal de 10,2 m³/min y una velocidad de 90 m/min.

$$A = \frac{C}{V} = \frac{10,2}{90} = 0,1133 m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A \cdot 2}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,1133 \cdot 2}{\pi}} = 0,27m = 270mm$$

Por lo tanto colocamos difusores de retorno circulares de Ø 300 mm y pérdida de presión de 2,6 mmca.

4.3.3. Balance térmico en invierno

La temperatura adoptada en el interior de las oficinas será de 20°C y en los locales no calefaccionados como los pasillos se considera una temperatura promedio interior-exterior de 10°C. No se consideran pérdidas de calor entre locales calefaccionados y no se tiene en cuenta el aporte de calor de las personas, iluminación y demás aparatos eléctricos.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

La temperatura exterior se extrae de la **Tabla 4-03** que depende de la latitud geográfica, altitud y exposición al viento de las distintas localidades, por lo tanto adoptamos una $T_{ext} = -2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ que corresponde a la localidad de Santa Rosa.

Los coeficientes de transmisión de calor (K) a utilizar son los mismos utilizados en balance térmico en verano, excepto el del suelo que se calculó de la siguiente forma:

- Suelo

Temperatura del suelo: $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Contra piso:

Espesor: 0,10 m.

λ : 1,5 kcal/h.m. $^{\circ}\text{C}$.

Mosaicos graníticos:

Espesor: 0,03 m.

λ : 0,6 kcal/h.m. $^{\circ}\text{C}$.

$$K = \frac{1}{0,14 + \frac{0,10}{1,5} + \frac{0,03}{0,6} + 0,05} = 3,26 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

Luego, realizando el balance térmico de los diferentes ambientes, se obtuvo los siguientes resultados.

Sector	Cantidad de calor de pérdida total [kcal/h]
Sala de espera	3140,75
Oficina N°1	3080,80
Oficina N°2	1550,27
Oficina N°3	1806,56
Oficina N°4	2917,61
TOTAL	12495,99

Tabla 4-22 - Pérdida de calor total

Donde se puede verificar que el equipo seleccionado posee una capacidad de calefacción superior a la cantidad de calor de pérdida total.

Las correspondientes pérdidas de calor de cada uno de los ambientes se pueden observar en anexo tablas.

Proyecto: Ampliación de Instalación Eléctrica, Instalación de Gas, Acondicionamiento de Ambiente e Instalación de Aparatos de Elevación y Transporte en empresa Ingeniería del Centro.	Estudiante: Pizarro, Leonardo Andrés.
--	---

5. Bibliografía.

1. Tratado General de Gas Alta, media, baja presión. Ed. Cesarini Hnos
2. Manual Pirelli. Cálculo de Cintas Transportadoras. Cintas Transportadoras y Elevadores a Cangilones.
3. Manual F.A.S. Sinfines, roscas transportadoras.
4. Normas IRAM. ASTM.
5. Manual de aire acondicionado y calefacción. Quadri (Alsina)
6. Acondicionamiento Térmico de Edificios. Díaz y Barreneche (Nobuko)
7. Manual SCHNEIDER ELECTRIC. Cálculo práctico de corriente de cortocircuito.
8. Cálculo de corriente de cortocircuito (Publicaciones de la A. E. A.).
9. Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la A.E.A.