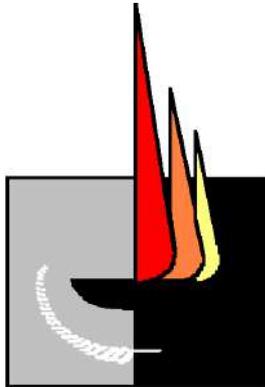


Universidad Nacional de La Pampa

Facultad de Ingeniería



Ingeniería electromecánica

Práctica Profesional Supervisada

Proyecto:

“Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial”

Alumno:

AGACCIO, Matias.

Tutor Académico:

Ing. MANDRILE, Daniel Alberto.

Tutor Institucional:

Ing. LAMAS, Lucas Isaias.

General Pico, 2015.

Índice

Descripción general.....	1
INSTALACIÓN DE GAS.....	2
• Memoria descriptiva:	3
• Memoria técnica:	5
○ Consumos:.....	6
○ Planta de Regulación Primaria:	8
○ Instalación Interna:	14
○ Zanjeo, dimensiones y tapado:	20
• Memoria de cálculo:.....	21
○ Selección de artefactos a incorporar:	21
○ Gas en media presión:.....	23
○ Gas en baja presión	31
○ Planta de Regulación Primaria	36
INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	45
• Memoria descriptiva:	46
• Memoria técnica:	48
○ Circuitos principales y seccionales:.....	48
○ Circuitos terminales:	49
○ Protecciones:.....	50
○ Protección y comando de motores:	52
○ Tableros:.....	54
○ Iluminación de servicio:	54
○ Iluminación de emergencia:.....	55
• Memoria de cálculo:.....	56
○ Ecuaciones utilizadas:.....	56



○ Cálculo de conductores:	58
○ Dimensionado de bandejas portacables:	67
○ Cálculo de iluminación:	67
Bibliografía:	72
ANEXO I	73

Descripción general

El proyecto que se desarrolla a continuación corresponde al trabajo final de la carrera de Ingeniería Electromecánica Plan 2004 a través de la modalidad de “Práctica Profesional Supervisada (PPS)”, según lo estipulado en la resolución 033/11 del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería.

La Práctica Profesional Supervisada fue llevada a cabo en la empresa Ascheri S.A.C.I.F.A.I., la cual se encuentra ubicada en el Parque Industrial de General Pico, La Pampa, y su actividad principal se basa en la fabricación de piezas de fundición de hierro.

La empresa cuenta con un predio de aproximadamente 20000 [m²] y en él se hayan instaladas dos naves, una destinada a los procesos de mecanizado, galvanizado y sector de oficinas, y la otra destinada al proceso de moldeo y fundición.

El proyecto consiste en brindar una solución a dos problemas presentes en el área de moldeo y fundición, por un lado, la instalación de gas con la que cuentan solo abastece parte del consumo total e impide la incorporación de nuevos consumos requeridos para el proceso, por otro lado, un sector de la nave carece de una instalación eléctrica adecuada y la iluminación no cumple con los niveles mínimos requeridos, por lo cual se deberá ampliar y recalcular la instalación de gas, además de diseñar y calcular la instalación eléctrica e iluminación teniendo en cuenta el cumplimiento de las normativas vigentes.

INSTALACIÓN DE GAS

Memoria descriptiva:

En la actualidad la distribución de gas en la planta se realiza en baja presión y abastece a un quemador y 4 hornallas que se utilizan para precalentar las cucharas utilizadas en la fundición. La instalación está formada por una cañería de acero con revestimiento epoxi enterrada que recorre aproximadamente 140[m] uniendo el medidor, ubicado sobre la línea municipal, con los consumos nombrados anteriormente. En otro sector de la fábrica, donde se realiza la fabricación de los noyos, se encuentran instaladas 4 noyeras las cuales son abastecidas con gas envasado a través de una instalación independiente.

El proyecto a futuro consiste en:

- Adaptar las noyeras para que funcionen con gas natural a baja presión.
- Incorporar 3 tubos radiantes para calefaccionar un sector de la planta.
- Reemplazar dos quemadores a gasoil, utilizados para fundir aluminio y bronce, por dos quemadores modernos a gas natural.
- Incorporar un quemador destinado a la cocción de los noyos.

Por lo tanto, el trabajo comprenderá la selección de quemadores y tubos radiantes en función de las necesidades, análisis del caudal de gas necesario y capacidades de la instalación existente, cálculo y diseño de la instalación nueva, además se deberá seleccionar accesorios y artefactos necesarios.

Debido al caudal de gas que se necesita, es inviable realizar toda la instalación en baja presión, por lo cual se optó por una distribución en media presión, reduciendo a baja presión en los puntos de consumo.

Cuando hablamos de baja presión, se entiende como tal, a valores del orden de 0,02 [kg/cm²], mientras que media presión a valores del orden de 0,16[kg/cm²].

En concordancia con la línea municipal, cumpliendo las exigencias de la prestataria de gas, se instalará la planta de regulación y medición primaria (PRP), desde la cual parte la cañería que abastecerá todos los consumos, la misma irá enterrada a una profundidad de 0,9[m] con las protecciones necesarias, hasta llegar al lateral de la nave donde se elevará a una altura de 5[m] sujeta con grampas a la pared, para luego entrar y

mediante bifurcaciones abastecer todos los consumos. Las cañerías que se instalen en las paredes se sujetarán con grampas y, donde no sea posible esto, se sujetará mediante ménsulas ancladas al techo.

Las cañerías serán de acero normalizado y de polietileno donde la norma permita su aplicación, las mismas serán de color amarillo en toda su extensión.

El requisito principal para este proyecto es obtener todos los planos y planillas necesarios para la aprobación por parte de la prestataria, por lo cual, el mismo se llevó a cabo siguiendo las normativas del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).

Memoria técnica:

En un principio se intentó reutilizar la instalación actual de la planta, ya que la cañería principal está constituida por caño de acero de 3'' con recubrimiento epoxi, pero al analizar las normativas para distribución de gas en media presión se llegó a la conclusión de que era inviable su utilización ya que según norma (grafico 1), para media presión y diámetro de 3'', las uniones deben ser soldadas y estas son roscadas.

TIPO DE UNION PARA CAÑERIAS ENTERRADAS Gráfico N° 2

KG/CM2M. φ mm (")	0,020	0,160	< 0,800	> 0,800
13 (1/2)	SE ADMITEN UNIONES ROSCADAS			POR TERRENO LIBRE
19 (3/4)				
25 (1)				
32 (1 1/4)				
38 (1 1/2)				
51 (2)				
63 (2 1/2)	UNIONES SOLDADAS			
76 (3)				
102 (4)				
152 (6)				

Gráfico 1: Tipo de unión para cañerías enterradas.

Consumos:

Los consumos que se desea abastecer con la instalación se detallan a continuación:

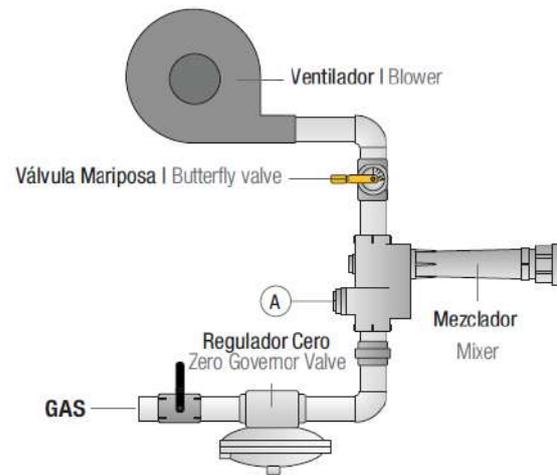
Planilla de artefactos								
Pos.	Cantidad	Aplicación	Consumo [m ³ /h]		Presión de trabajo [kg/cm ²]	Sist. de seguridad		Marca
			Unit.	Total		Dispositivo	Evento	
1	4	Quemador noyera	1.45	5.81	0.02			
2	1	Quemador de premezcla	27.76	27.76	0.02	Detector de llama por ionización	Falta llama	Eqa
3	1	Quemador de premezcla	27.76	27.76	0.02	Detector de llama por ionización	Falta llama	Eqa
4	1	Quemador de premezcla	10.75	10.75	0.02	Detector de llama por ionización	Falta llama	Eqa
5	1	Tubo radiante	3.60	3.60	0.02	Detector de llama	Falta llama	Ciroc
6	1	Tubo radiante	3.60	3.60	0.02	Detector de llama	Falta llama	Ciroc
7	1	Tubo radiante	3.60	3.60	0.02	Detector de llama	Falta llama	Ciroc
8	1	Quemador de premezcla	20.00	20.00	0.02	Detector de llama por ionización	Falta llama	Eqa
9	4	Hornallas	0.48	1.94	0.02			

Tabla n°1: Artefactos abastecidos por la red de gas. *Consumos ya existentes en la planta.

Equipos a incorporar en la planta:

Quemadores 2 y 3.

- Marca: EQA.
- Modelo: 76.
- Conexión: Rosca 2".
- Potencia: 150.000 a 250.000[kcal/h].
- Potencia ventilador: 2[hp].



Quemador 4.

- Marca: EQA.
- Modelo: 76 y 103.
- Conexión: Rosca 2".
- Potencia: 100.000[kcal/h].
- Potencia ventilador: 2[hp].



Tubos radiantes

- Marca: Ciroc.
- Modelo: TRB-35 bitubo.
- Potencia: 33.500[kcal/h].
- Potencia eléctrica: 80[W].



Planta de Regulación Primaria:

Con los cálculos correspondientes y en función de los consumos descriptos se procedió al diseño de la planta de regulación primaria cumpliendo con los requerimientos de la norma NAG 201 “Disposiciones, Normas y Recomendaciones para uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales”.

La cañería que une la red de gas de la prestataria con la PRP será de polietileno con conexiones por electro fusión, dentro de la planta la instalación será de acero normalizado ASTM-53, schedule 40 con recubrimiento epoxi, uniones soldadas y accesorios roscados o bridados según lo permita la norma. A continuación se detallan los caños y accesorios a utilizar definidos por tramos según el plano n° 1 incluido en el anexo.

Posición	Cantidad	Descripción	Diámetro	Material	Norma o P. Max	Fabricante
1	1	Codo PE-EF 63mm	63mm	PE	NAG-131	ALDYL
2		Caño PE 63mm	63mm	PE	NAG-129	ALDYL
3	1	Cupla PE-EF 63mm	63mm	PE	NAG-131	ALDYL
4	1	Transición PE-Ac 63mm a 2"	2"	AC-PE	GE-N1-132	ALDYL
5	2	Reducción de 2" a 1 1/4" S-150	1 1/4" a 2"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
6	0.8	Caño S-150 1 1/4"	1 1/4"	AC	ASTM A-53	CINTOLO Hnos.
7	1	Válvula esférica bridada de paso reducido 1 1/4" S-150	1 1/4"	AC	ASME 16.5	VALMEC
8	1	codo 90° S-150 1 1/4"	1 1/4"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
9	1	Filtro "Y" S-150	1 1/4"	AC	ASTM A-216	EQA
10	4	Bridas Slip On S-150 1 1/4"	1 1/4"	AC	ASME/ANSI B 16.5	CINTOLO Hnos.
11	4	Junta Klingerit S-150 para brida 1 1/4"	1 1/4"		ASME/ANSI B 16.5	KLINGER
12	64	Espárragos con tuercas para brida Slip On S-150		AC	ANSI B 16.5 - B 18.2	
13	1	Regulador. 0,5kg/cm2 caudal 120m3/h - 1,75kg/cm2 caudal 490m3/h.	1 1/4"	Fundición nodular	NAG-235	EQA
14	1	Reducción de 2" a 1 1/4" S-150	1 1/4" a 2"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
15	3.9	Caño S-150 2"	2"	AC	ASTM A-53	CINTOLO Hnos.
16	2	Tee S-150 2"	2"	AC	ANSI B 16.9	CINTOLO Hnos.
17	4	Válvula esférica bridada de paso reducido 2" S-150	2"	AC	ASME 16.5	VALMEC
18	1	Filtro FM 2 S-150	2"	AC	ASME 8	METPOR
19	1	Medidor	2"			
20	2	codo 90° S-150 2"	2"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
21	1	Reducción de 3" a 2" S-150	2" a 3"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
22	0.8	Caño S-150 3"	3"	AC	ASTM A-53	CINTOLO Hnos.
23	1	Transición PE-Ac 90mm a 3"	3"	AC-PE	GE-N1-132	ALDYL
24	1	Cupla PE-EF 90mm	90mm	PE	NAG-131	ALDYL
25	0.7	Caño PE 90mm	90mm	PE	NAG-129	ALDYL
26	1	Codo PE-EF 90mm	90mm	PE	NAG-131	ALDYL

27	4	Cupla para soldar NPT 1/2" S-150	1/2"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
28	2.2	Caño S-150 1/2"	1/2"	AC	ASTM A-53	CINTOLO Hnos.
29	3	Válvula de globo cierre aguja NPT 1/2" S-150	1/2"	AC	ASME 16.5	VALMEC
30	1	Válvula esférica NPT S2000 1/2" S-150	1/2"	AC	ASME 16.5	VALMEC
31	1	Manómetro de 0 a 4 bar 1/2"	1/2"	Acero estampado		BEYCA
32	1	codo 90° S-150 1/2"	1/2"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
33	2	Manómetro de 0 a 0,5 bar 1/2"	1/2"	Acero estampado		BEYCA
34	1	Cupla para soldar NPT 3/4" S-150	3/4"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
35	1.7	Caño S-150 3/4"	3/4"	AC	ASTM A-53	CINTOLO Hnos.
36	1	codo 90° S-150 3/4"	3/4"	AC	ASTM A-234	CINTOLO Hnos.
37	1	Válvula de alivio por venteo. P. Apertura 0,2kg/cm ² - P. Venteo 0,22kg/cm ² . Caudal 60m ³ /h	3/4"	Fundición nodular	ASTM A-105	EQA
38	12	Bridas Slip On S-150 2"	2"	AC	ASME/ANSI B 16.5	CINTOLO Hnos.
39	12	Junta Klingerit S-150 para brida 2"	2"		ASME/ANSI B 16.5	KLINGER
40	2	Soportes		C-estructural		ACINDAR
41	2	Rejilla ventilación 60x50		Chapa		
42	2	Rejilla ventilación 30x30		Chapa		

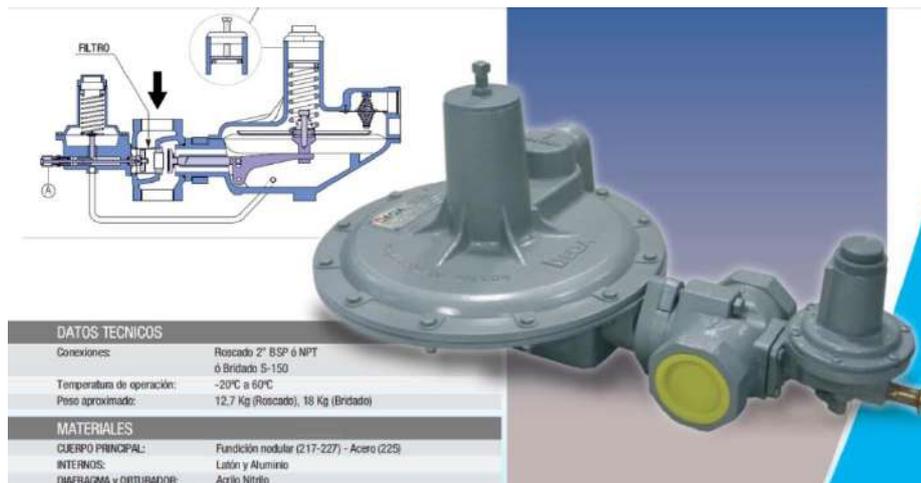
Tabla n°2: Componentes Planta de Regulación Primaria.

Accesorios

Regulador:

- Marca: EQA.
- Modelo: S-217.
- Conexión: Bridado S-150.
- Presión de entrada: 0,5 a 1,75[kg/cm²].
- Presión de salida: 0,16[kg/cm²].
- Diámetro orificio obturador: 25,4[mm].

Este modelo cuenta con una válvula de bloqueo por sobrepresión, la cual actúa cuando la presión de salida aumenta entre 15 y 60[mbar].



Válvula de alivio:

- Marca: EQA.
- Modelo: 7349-A.
- Conexión: Rosca 3/4".
- Presión de apertura: 0,2[kg/cm²].
- Presión de venteo: 0,21[kg/cm²].
- Diámetro tobera: 20[mm].
- Capacidad de venteo 41[m³/h].



La salida de la válvula se conectará al exterior a través del techo con caño de acero con recubrimiento epoxi de $\frac{3}{4}$ "', el extremo de la cañería se ubicará 500[mm] sobre el nivel del techo y con una conexión tipo "U" que evite el ingreso de agua al mismo, según se observa en plano n°1.

Filtros:

Filtro tipo "Y" aguas arriba de la regulación.

- Marca: Penberthy.
- Modelo: VHR.
- Conexión: Rosca 1 $\frac{1}{4}$ "'.
- Malla: Doble de acero inoxidable.

Filtros para vapor y gas (doble malla)



Filtro "FM" aguas debajo de la regulación (puente de medición).

- Marca: Metpor.
- Modelo: FM-2.
- Conexión: Bridas S-150 2"'



Manómetros:

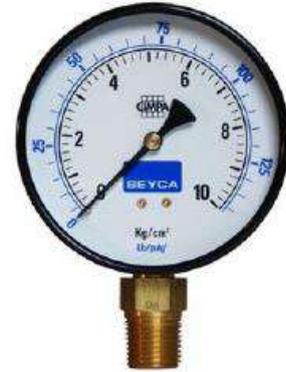
Numerados según plano n°1:

Manómetro 31:

- Marca: Beyca.
- Modelo: MM4-38.
- Escala: 0-2[kg/cm^2].
- Diámetro: 100[mm].
- Conexión: Rosca $\frac{1}{2}$ "'.
- Clase: 2.

Manómetro 33:

- Marca: Beyca.
- Modelo: MM4-38.
- Escala: 0-0,5[kg/cm^2].
- Diámetro: 100[mm].
- Conexión: Rosca $\frac{1}{2}$ ".
- Clase: 2.



Cada manómetro contará con una válvula de bloqueo que permita aislarlo de la cañería y facilite la remoción del mismo, estas válvulas serán del tipo globo-cierre aguja.

Recinto

La planta de regulación deberá alojarse en un recinto cuyas características están normalizadas, el mismo estará ubicado en concordancia con la línea municipal, las paredes serán construidas con ladrillo cerámico revocado, el piso será de cemento alisado y estará sobre elevado respecto al nivel de terreno, el techo será una losa con ladrillos cerámicos. Contará con las rejillas de ventilación necesarias y dos puertas metálicas, una para el acceso desde el predio y otra para el acceso desde la calle. Las dimensiones del mismo se detallan en el plano n°1.

En lo que respecta a instalación eléctrica del recinto, la misma será de tipo antiexplosivo apta para clase 1, división 1 y comprenderá la instalación de dos luminarias que aseguren un nivel lumínico mínimo de 150[lx] exigidos por la norma. Se instalarán dos interruptores combinados, uno junto a cada puerta del recinto.

Instalación Interna:

Media Presión:

Continuando con el plan de trabajo, se realizó el diseño y cálculo de la instalación interna desde la salida de la planta de regulación hacia cada uno de los consumos. El tramo principal de la cañería, que recorre el predio hasta llegar a la nave, irá directamente enterrado a una profundidad de 0,9[m] con las protecciones necesarias y será de polietileno con uniones mediante electro fusión, mientras que para el resto de la instalación se utilizarán caños de acero ASTM 53, schedule 40 con recubrimiento epoxi. Se utilizarán uniones roscadas para diámetros menores a 3" y soldadas en el caso contrario.

Realizando los cálculos correspondientes se obtiene la siguiente lista de caños para cada tramo definido según plano n° 2 y que corresponden a la instalación en media presión ya que los tramos que distribuyan en baja presión serán detallados más adelante.

Tramo	Longitud [m]	Diámetro
F-G	145	90 [mm]
G-H	51.5	2"
G-R	11.1	1 ¼"
H-I	14	2"
I-J	16	2"
H-1	5	¾"
I-4	6	1"

Tabla n°3: Cañerías media presión.

Los accesorios que componen cada tramo se detallan en la siguiente tabla:

Tramo	Accesorio	Cantidad	Material/Modelo	Observaciones
F-G (3")	Curva 90mm	4	PE	EF
	Cupla 90mm	1	PE	EF
	Transición PE-Ac 90mm a 3"	1	PE-Ac	EF-soldado
	Cupla (3")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Soldado
	"te" (3")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Soldado
	Curva (3")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Soldado

G-H (2")	Reducción (3" a 2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Soldado
	"te" (2")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
G-R (1 1/4")	Reducción (3" a 1 1/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (1 1/4")	4	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula (1 1/4")	1	BRONCE	Roscado
	Regulador	1	EQA S-100	Roscado
H-I (2")	Curva (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	"te" (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
I-J (2")	Curva (2")	2	ASTM A 105 Gr I y II	soldado
	Válvula (2")	1		Roscado
	Regulador	1	EQA S-200	Roscado
H-1 (3/4")	Reducción (2" a 3/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula (3/4")	1	BRONCE	Roscado
	Regulador	1	EQA 722	Roscado
I-4 (1")	Reducción (2" a 1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula (1")	1	BRONCE	Roscado
	Curva (1")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Regulador	1	EQA S-200	Roscado

Tabla nº4: Accesorios cañería media presión.

Plantas de regulación secundaria:

Como todos los artefactos que serán abastecidos funcionan con gas a baja presión, se utilizarán reguladores para reducir la presión, los mismos se instalarán en cada punto de consumo, o en caso de que con un regulador se abastezca más de un artefacto, el mismo se instalará en el lugar más adecuado y a partir de ahí, mediante una cañería en baja presión, se abastecerán los consumos.

Cada planta de regulación secundaria será construida según lo establecido en la norma NAG 201 (1985), la cual indica en el artículo 2.4.3:

Dichas plantas contarán con los siguientes elementos aptos para soportar la presión de diseño: válvula de bloqueo de cierre rápido y accionamiento manual, reguladores de presión, manómetros con sus correspondientes válvulas de bloqueo, válvulas de venteo manual aguas abajo del regulador y válvula de venteo manual anterior a la regulación para purga de cañerías en aquellos casos en que, por su distancia

desde la planta reguladora principal lo hagan necesario. Los reguladores serán instalados entre elementos que posibiliten su remoción.

Las plantas de regulación se construirán según lo detallado en el plano n° 2 detalle “A” y contarán con las protecciones necesarias.

Reguladores seleccionados:

Regulador 1: Abastece los consumos 6, 7 ,8 y 9.

- Marca: EQA.
- Modelo: S-100.
- Conexión: Roscado 1 ½”.
- Presión de entrada: 0,16[kg/cm²].
- Presión de salida: 0,02[kg/cm²].
- Diámetro orificio obturador: 19,1[mm].
- Caudal entregado: 40[m³/h].

Regulador 2: Abastece el consumo 1.

- Marca: EQA.
- Modelo: 722-1.
- Conexión: Roscado ¾”.
- Presión de entrada: 0,14[kg/cm²].
- Presión de salida: 0,02[kg/cm²].
- Diámetro orificio obturador: 3/16”.
- Caudal entregado: 8[m³/h].

Regulador 3: Abastece los consumos 2 y 3.

- Marca: EQA.
- Modelo: S-200.
- Conexión: Roscado 2''.
- Presión de entrada: 0,14[kg/cm²].
- Presión de salida: 0,02[kg/cm²].
- Diámetro orificio obturador: 12,7[mm].
- Caudal entregado: 56,6[m³/h].

Regulador 4: Abastece el consumo 4.

- Marca: EQA.
- Modelo: S-200.
- Conexión: Roscado 2''.
- Presión de entrada: 0,14[kg/cm²].
- Presión de salida: 0,02[kg/cm²].
- Diámetro orificio obturador: 6,4[mm].
- Caudal entregado: 17[m³/h].

Manómetros seleccionados:

Manómetro 62:

- Marca: Beyca.
- Modelo: MM9NA63.
- Escala: 0-250[mbar].
- Diámetro: 63[mm].
- Conexión: Rosca ¼''.
- Clase: 2.

Manómetro 64:

- Marca: Beyca.
- Modelo: MM9NA63.
- Escala: 0-60[mbar].
- Diámetro: 63[mm].
- Conexión: Rosca 1/4''.
- Clase: 2.

Cada manómetro contará con una válvula de bloqueo que permita aislarlo de la cañería y facilite la remoción del mismo, estas válvulas serán del tipo globo-cierre aguja.

Baja Presión:

Para los tramos de la instalación que distribuyen gas en baja presión también se utilizarán caños de acero ASTM 53 schedule 40 con revestimiento epoxi, los cuales se detallan a continuación:

Tramo	Longitud [m]	Diámetro
R-S	1.50	2 1/2"
S-T	4.00	2"
T-U	21.00	2"
U-V	2.00	1 1/4"
V-6	2.00	1"
V-5	7.00	1"
U-7	25.00	1"
S-8	2.50	1 1/2"
T-9	12.50	3/4"

Tramo	Longitud [m]	Diámetro
J-2	5.00	2"
J-3	5.00	2"

Tabla nº5: Cañerías baja presión.

En cuanto a los accesorios necesarios para la distribución en baja presión, los mismos se muestran en la siguiente tabla:

Tramo	Accesorio	Cantidad	Material/Modelo	Observaciones
R-S	Reducción (2 1/2" a 1 1/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (2 1/2")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	"te" (2 1/2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
S-T	Reducción (2 1/2" a 2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	"te" (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
T-U	Curva (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	"tee" (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
U-V	Reducción (2" a 1 1/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	"te" (1 1/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
V-6	Reducción (1 1/4" a 1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
V-5	Reducción (1 1/4" a 1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (1")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
U-7	Reducción (1 1/4" a 1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (1")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (1")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
S-8	Reducción (2 1/2" a 1 1/2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (1 1/2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (1 1/2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
T-9	Reducción (2" a 3/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (3/4")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (3/4")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado

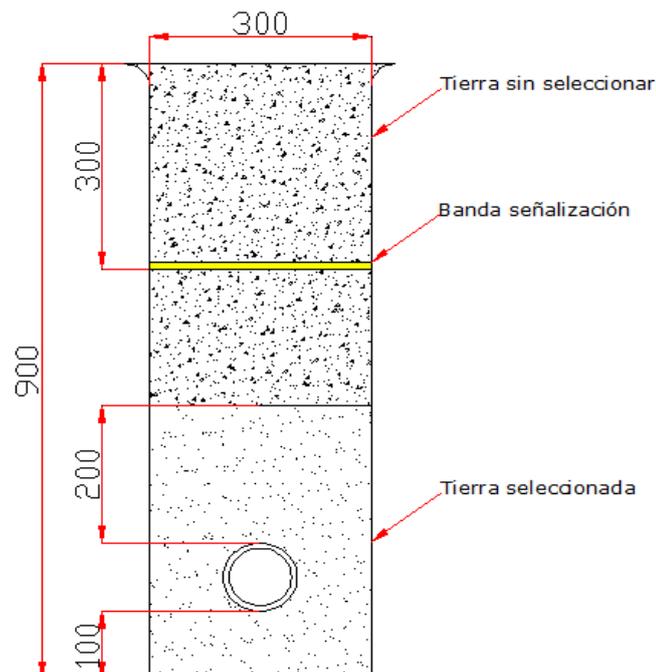
Tramo	Accesorio	Cantidad	Material/Modelo	Observaciones
J-2	"te" (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Curva (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
J-3	Curva (2")	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado
	Válvula esférica (2")	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscado

Tabla n°5: Accesorios cañería baja presión.

Zanjeo, dimensiones y tapado:

La zanja que contendrá a la tubería principal tendrá una profundidad de 0,9[m] y un ancho de 0,3[m]. Previo a la instalación de la tubería se acondicionará el piso de la zanja con el fin de lograr un asentamiento uniforme de la misma, en caso de que el terreno contenga elementos que puedan dañar la tubería, se hará una capa de tierra seleccionada de 0,1[m] sobre el piso. Una vez realizado el tendido, se procederá a la tapada con tierra seleccionada hasta 0,2[m] sobre la tubería, compactándose en forma manual cuidadosamente, luego se continuará el relleno con tierra del zanjeo sin seleccionar hasta alcanzar el nivel de 0,3[m] por debajo de la superficie, profundidad a la que debe colocarse el elemento que advierte la presencia de la tubería. El elemento de advertencia consiste en una banda de polietileno mallada que se extiende en toda la longitud de la zanja, de color amarillo, el ancho de la misma será de 0,3[m] y en el centro llevará la leyenda “GAS” en color rojo que se repetirá cada 0,1[m]. Una vez instalada la banda, se continuará la tapada hasta llegar al nivel de superficie realizando el correspondiente compactado.

Finalmente se instalarán a lo largo de la zanja mojones que indiquen la presencia de la tubería, profundidad y diámetro de la misma.



Memoria de cálculo:

Selección de artefactos a incorporar:

A continuación se detallan los consumos que serán seleccionados en función de la necesidad que deben cubrir.

En el caso de los quemadores para los hornos de fundición de aluminio y bronce, en función del calor necesario, y con asesoramiento del fabricante se optó por quemadores de la marca EQA modelo 76, diámetro 2'', cuya potencia va desde 150.000[kcal/h] hasta 250.000[kcal/h], con un consumo de aproximadamente 27 [m³/h] de gas. Estos quemadores están equipados con ventiladores eléctricos trifásicos con una potencia de 2hp.

Capacidades máximas aconsejadas para las bocas (cabezas) de fuego Maximum capacities advised according to nozzles sizes			
3/4"	15.000 Kcal/h	2.1/2"	450.000 Kcal/h
1"	20.000 kcal/h	3"	600.000 Kcal/h
1.1/4"	60.000 Kcal/h	4"	800.000 Kcal/h
1.1/2"	120.000 Kcal/h	6"	1.300.000 Kcal/h
2"	250.000 kcal/h	8"	2.000.000 Kcal/h

TABLA DE CAPACIDADES en Nm³/hora de Gas Natural I

PARA USAR CON REGULADOR CERO WITH ZERO GOVERNOR							
Medidas Sizes	Presión de aire en mm.C.A. Air pressure [mmWG]						
	120	250	350	450	500	600	700
1"	2	3.2	5	5.6	6	6.6	7
1.1/2"	5	6.7	8	9.2	9.8	10.8	11.6
2"	10	20	24	27.5	29	32	35
2.1/2"	-	33	39	45	47	52	56
3"	-	47	56	64	67	74	80
4"	-	58.7	70	80	83.7	92.5	100
6"	-	82	98	110	120	133	145

Para la estufa era necesario un quemador que, además de generar el calor necesario para la cocción de los noyos, distribuyera el calor uniformemente en toda la habitación, por lo cual se optó por un quemador de llama continua EQA modelo 103 el cual va adosado a un quemador de las mismas características que el seleccionado anteriormente logrando potencias de hasta 240.000[kcal/h].

Los sistemas de alimentación pueden ser los siguientes:

- Con un venturi EQA 77 atmosférico (fig.1) para baja presión de gas (200 mmCA), lográndose como máximo 50.000 Kcal/Hora y con una longitud máxima de 1,60 mts. lineales.
- Con un mezclador aire gas EQA 76 (fig.2), para baja presión de gas (100 mmCA a 500 mmCA) y aire forzado (200 mmCA a 1.000 mmCA) con capacidades máximas de 240.000 Kcal/Hora por metro de longitud.
- Con un venturi de alta presión EQA 93 (fig.3), con presiones de trabajo que se encuentren entre 0,2 bar a 4 bar y capacidades máximas de 240.000 Kcal/Hora por metro de longitud.



En el caso de la calefacción, se desea que la misma sea localizada en determinados sectores de la planta, para ello se utilizarán tubos radiantes a gas.

Serán necesarios 3 tubos radiantes, los cuales fueron elegidos del catálogo de la marca CIROC, y el modelo es TRB 35 cuya potencia es de 33500[kcal/h] con un consumo de 3,6[m³/h] de gas.

MODELO	TIPO	POTENCIA Kcal/h	CONSUMO m ³ /h Gas Natural	POT. ELECTRICA 220 Volts	DIMENSIONES STD mm.		
					LARGO	ANCHO	ALTO
TRB-20	BITUBO	19.700	2,15	80 W	6440	500	132
TRM-20	MONOTUBO	19.700	2,15	80 W	6440	300	132
TRB-35	BITUBO	33.500	3,6	80 W	6440	560	185
TRM-35	MONOTUBO	33.500	3,6	80 W	6440	350	185

* Los modelos monotubo se fabrican con una longitud máxima de 9,44 metros.
Los largos mínimos en todos los modelos son de 3,44 metros.

Gas en media presión:

Las propiedades físicas del gas que se utilizan para el cálculo son las siguientes:

- Densidad (S)= 0,65[m³/kg]
- Poder calorífico (Pc)= 9300[kcal/m³]

Para el cálculo se admitió una caída de presión máxima del 20% respecto a la presión de ingreso, esta condición se puede aplicar solo en tramos comprendidos entre dos reguladores de presión, ya que entre regulador y puntos de consumo la caída de presión no puede superar el 10%.

Para obtener los diámetros de cañería necesario se utilizó la ecuación de Renouard

$$D = \sqrt[4,82]{\frac{48600 * S * L * Q^{1,82}}{P_i^2 - P_f^2}} \quad \text{Ecuación [1]}$$

Dónde:

S= densidad relativa del gas.

D= diámetro interno de la cañería en [mm].

Q= caudal total del tramo en [m³/h].

L= longitud de la cañería en [km].

P_i= presión absoluta inicial del tramo [kg/cm²].

P_f= presión absoluta final del tramo [kg/cm²].

$$Q = \frac{C}{P_c} \quad \text{Ecuación [2]}$$

Dónde:

C= consumo [kcal/h].

P_c= poder calorífico [kcal/m³].

Una vez calculados los diámetros, se debe verificar que la velocidad del gas que circula por cada tramo no supere los 40[m/s], ya que se generarían grandes pérdidas por rozamiento.

Para calcular la velocidad se utilizó la siguiente ecuación:

$$V = \frac{365,35*Q}{D^2*P} \quad \text{Ecuación [3]}$$

Dónde:

V= velocidad [m/s].

D= diámetro de la cañería [mm].

Q= caudal [m³/h].

P= presión de cálculo [kg/cm²].

A continuación se muestran los consumos que se desea abastecer y su posición según plano n° 2, además se consideró un consumo extra que contempla una posible ampliación.

Consumos pos.	Cantidad	[kcal/h]	Total [kcal/h]	consumo [m3/h]
1	4	13500	54000	5.81
2	1	258126	258126	27.76
3	1	258126	258126	27.76
4	1	100000	100000	10.75
5,6 y 7	3	33500	100500	10.81
8	1	186000	186000	20.00
9	4	4500	18000	1.94
Ampliación		46500	46500	5.00
			TOTAL	109.81

Tabla n°6: Consumos estimados para cálculo.

Cálculo de la cañería

En la siguiente tabla se detallan los cálculos iniciales para cada tramo definido según plano n° 2:

Tramo	Consumo [kcal/h]	Caudal [m ³ /h]	Longitud [km]	Presión de entrada [kg/cm ²]	%	Presión de salida [kg/cm ²]	1 ^{er} Φ_{aprox} [mm]	1 ^{er} Φ_{adop}	Di
F-G	1021252	109.81	0.1450	0.1506	15	0.128	62.71	3"	77.94
G-H	716752	77.07	0.0515	0.1419	10	0.128	48.78	2"	52.48
G-R	304500	32.74	0.0111	0.1419	10	0.128	25.68	1"	26.64
H-I	662752	71.26	0.0140	0.1310	5	0.124	42.49	2"	52.48
I-J	562752	60.51	0.0160	0.1282	2	0.126	49.90	2"	52.48
H-1	54000	5.81	0.0050	0.1310	5	0.124	13.32	¾"	20.96
I-4	100000	10.75	0.0060	0.1282	4	0.123	18.37	¾"	20.96

Tabla n°7: Primeros diámetros estimados para la cañería.

Una vez estimado el diámetro de cada tramo se procedió a calcular la pérdida que generarán los accesorios que componen la cañería, la misma se incorpora como longitud equivalente en metros y los valores se obtienen de la siguiente tabla:

Accesorio	Longitud equivalente en metros								
	Diámetro en pulgadas								
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Codo a 45°	0.20	0.26	0.36	0.44	0.56	0.72	0.90	1.04	1.40
Codo a 90°	0.39	0.57	0.55	0.96	1.14	1.53	1.92	2.25	3.06
Curva	0.26	0.38	0.50	0.64	0.76	1.02	1.28	1.50	2.04
Tee paso recto	0.26	0.38	0.50	0.64	0.76	1.02	1.28	1.50	2.04
Tee en derivación	0.58	1.14	1.50	1.92	2.28	3.06	3.84	4.50	6.12
Válvula globo	4.35	6.35	8.30	10.30	12.75	17.00	21.50	25.00	34.00
Válvula exclusiva	0.10	0.13	0.18	0.22	0.28	0.36	0.45	0.52	0.70
Válvula macho lubricado	1.30	1.90	2.50	3.20	3.80	5.10	6.40	7.50	10.20
Válvula esférica	0.65	0.95	1.25	1.60	1.90	2.55	3.20	3.75	5.10
Reducción	di[m]*30								

Tabla n°8: Pérdida generada por accesorios en metros de cañería.

A continuación se detallan los accesorios que componen cada tramo y la pérdida que generan:

Tramo	Accesorio	Cantidad	Leq [m]	Leq total [m]	L [m]
F-G (3")	Curva	5	2.25	11.25	15.00
	Válvula	1	3.75	3.75	
G-H (2")	"te"	1	1.02	1.02	5.14
	Reducción	1	1.57	1.57	
	Válvula	1	2.55	2.55	
G-R (1")	"te" derivación	1	4.50	4.50	8.75
	Curva	4	0.55	2.20	
	Reducción	1	0.80	0.80	
	Válvula	1	1.25	1.25	
H-I (2")	"te"	1	1.02	1.02	2.55
	Curva	1	1.53	1.53	
I-J (2")	"te"	1	1.02	1.02	4.08
	curva	2	1.53	3.06	
H-1 (3/4")	"te" derivación	1	3.06	3.06	2.72
	Curva	2	0.57	1.14	
	Reducción	1	0.63	0.63	
	Válvula	1	0.95	0.95	
I-4 (3/4")	"te" derivación	1	3.06	3.06	5.78
	Reducción	1	0.63	0.63	
	Válvula	1	0.95	0.95	
	Curva	2	0.57	1.14	

Tabla n°9: Pérdida generada por accesorios en cada tramo.

Una vez incorporada la pérdida por accesorios se recalculó los diámetros de los tramos. En la siguiente tabla se muestran los valores finales obtenidos:

Tramo	Caudal [m³/h]	Longitud		P1 [kg/cm²] man	P2 [kg/cm²] man	$P_1^2 - P_2^2$ [kg/cm²] abs	Diámetro		Velocidad [m/s]	ΔP [%]	ΔP [%] Acumulada
		Real [m]	Calculo [m]				Calculado	Adoptado			
F-G	109.81	145.00	160.00	0.1506	0.1419	0.0199	64.01	3"	5.74	5.77	5.77
G-H	77.07	51.50	56.64	0.1419	0.1310	0.0249	49.76	2"	8.95	7.72	13.49
G-R	32.74	11.10	22.09	0.1419	0.1357	0.0143	28.97	1 ¼"	8.51	4.41	10.18
H-I	71.26	14.00	16.55	0.1310	0.1282	0.0063	44.00	2"	8.36	2.13	15.63
I-J	60.51	16.00	20.08	0.1282	0.1256	0.0057	52.31	2"	7.12	1.97	17.60
H-1	5.81	5.00	7.72	0.1310	0.1298	0.0026	14.57	¾"	4.27	0.86	14.36
I-4	10.75	6.00	11.78	0.1282	0.1266	0.0034	21.13	1"	4.91	1.18	16.81

Tabla n°10: Resultados definitivos para cada tramo de cañería.

A modo de ejemplo se describe el cálculo realizado para uno de los tramos:

TRAMO G-H

Para este tramo se estimó una caída de presión del 15%, las condiciones para el cálculo son las siguientes:

$$Q = 77,07 [m^3/h] \quad L = 0,0515 [km] \quad P_i = 0,1419 [kg/cm^2] \quad P_f = 0,1280 [kg/cm^2]$$

Utilizando la ecuación [1] se calculó el diámetro:

$$D = \sqrt[4,82]{\frac{48600 * 0,65 * 0,0515 * 77,07^{1,82}}{0,1419^2 - 0,1280^2}} = 48,78 [mm]$$

Se adoptó una cañería de 2'', Di=52,48[mm].

En función del diámetro elegido, se calculan las pérdidas ocasionadas por los accesorios.

G-H (2'')	"te"	1	1.02	1.02	5.14
	Reducción	1	1.57	1.57	
	Válvula	1	2.55	2.55	

Tabla nº11: Pérdida por accesorios.

$$L_T = L + L_{eq} = 51,5 + 5,14 = 56,64 [m]$$

Utilizando la longitud total, se recalcula el diámetro:

$$D = \sqrt[4,82]{\frac{48600 * 0,65 * 0,05664 * 77,07^{1,82}}{0,1419^2 - 0,1280^2}} = 49,76 [mm]$$

El diámetro resultante es menor al seleccionado por lo que el tramo verifica.

Finalmente, mediante la ecuación [3] se calcula la velocidad del gas.

$$V = \frac{365,35 * 77,07}{52,48^2 * 1,1419} = 8,95 [m/s] < 40 [m/s] \quad \text{Verifica}$$

Utilizando el diámetro seleccionado y despejando se obtiene la presión final efectiva del tramo.

$$P_f = \sqrt[2]{0,1419^2 - \frac{48600 * 0,65 * 0,05664 * 77,07^{1,82}}{52,48^{4,82}}} - 1 = 0,1309 [kg/cm^2]$$

Selección de reguladores

En la planta se instalarán 4 reguladores de presión que compondrán las 4 plantas de regulación secundarias necesarias:

Regulador 1: Abastece los consumos 6, 7, 8 y 9.

Regulador 2: Abastece el consumo 1.

Regulador 3: Abastece los consumos 2 y 3.

Regulador 4: Abastece el consumo 4.

La selección de reguladores se llevó a cabo teniendo en cuenta:

- Presión mínima y máxima de entrada.
- Presión de salida deseada.
- Capacidad de gas en $[m^3/h]$.

Los modelos se obtuvieron de los catálogos de EQA con el siguiente método:

1. Se selecciona el rango de presión correcto.
2. Dentro de ese rango se ubica el renglón de la presión de entrada a utilizar.
3. Desplazándose hacia las columnas de la derecha se ubica el primer valor de caudal superior al deseado.
4. Finalmente, en la parte superior de la tabla se obtiene el orificio necesario para cumplir con las condiciones anteriores.

EQA S-100

TABLA DE CAPACIDADES en Nm³/hora | Densidad 0,6 |

MODELO S-102 y 117								
Presión de Salida (mm.CA)	Presión de Entrada (bar)	Gas Natural (0,6)						
		Ø de orificios en mm.						
		3,2	4,8	6,4	9,5	12,7	15,8	19,1
200	0,16			16	22	24	26	40
	0,35		8	18	30	40	42	48
	0,5		16	20	40	60	65	130
	1	18	24	30	62	130		
	1,5	24	30	52	124	195		
	2,5	30	40	75	210			
	4	40	42	120				
	5	50	52	130				
	7	55	60					
	10	68	70					

EQA S-200

TABLAS DE CAPACIDADES PARA GAS NATURAL

Capacidades en Nm ³ /hora (Densidad 0,6 - Sensibilidad 10%)							
Presión de Salida (mbar)	Presión de Entrada (bar)	Diámetros de orificios en mm.					
		6,4	9,5	12,7	19,1	25,4	30,2
Rango 12 a 24	0.035	-	-	-	42,5	51	56,6
	0.07	11,3	22,6	34	65	79	93
	0.14	17	37	56,6	112	126	168
	0.35	28,3	59,5	99	216	260	283
	0.5	32	71	125	248	283	283
	0.91	46,5	99	181	283	283	283
	2	74	150	260	283	283	-
	3.5	109	240	283	283	-	-
	7	198	283	283	-	-	-
	10*	283	283	-	-	-	-

EQA 722

TABLAS DE CAPACIDADES PARA GAS NATURAL

Capacidades en Nm ³ /hora (Densidad 0,6 - Sensibilidad 10%)					
Presión de Salida (bar)	Presión de Entrada (bar)	Diámetros de orificios			
		5/32"	3/16"	1/4"	3/8"
Rango 0.015 a 0.033	0.140	6	8	10	18
	0.350	9	12	20	36
	0.500	12	18	26	40
	1.00	15	22	37	40
	1.50	22	28	40	40
	2.00	26	40	40	40
	2.50	30	40	40	40
	3.50	34	40	40	40
	5.00	40	40	40	-
	7.00	40	40	40	-
10.00	40	40	-	-	

A continuación se detallan los distintos modelos de regulador seleccionados, sus características y, los valores de presión y caudal a partir de los cuales fueron seleccionados.

Regulador	Caudal [m ³ /h]	Psal [kg/cm ²]	Pent [kg/cm ²]	Modelo	Orificio	Caudal entregado	Conexión
1	32,74	0,02	0,16	EQA s-100	19,1	40	1 1/2"
2	5,8	0,015-0,033	0,14	EQA 722	3/16	8	3/4"
3	55,51	0,012-0,024	0,14	EQA s-200	12,7	56,6	2"
4	10,75	0,012-0,024	0,14	EQA s-200	6,4	17	2"

Tabla n°12: Reguladores plantas de regulación secundaria.

Selección de manómetros:

En cada planta de regulación secundaria (PRS) se instalarán dos manómetros, uno previo a la regulación y otro a la salida de esta según se observa en el plano n°2 detalle "A", los mismos se seleccionaron según los rangos de presión en los que trabajarán. Para obtener una buena medición, se deben escoger manómetros tales que, la presión de trabajo se halle comprendida entre el 25 y 75% de la escala.

A continuación se listan los manómetros seleccionados según su numeración en el plano.

- Número 62: Este manómetro se conecta a la cañería de ingreso a la PRS por lo que debe soportar la presión regulada por la PRP, la cual será como máximo 0,16[kg/cm²], teniendo en cuentas las condiciones anteriores, se seleccionó del catálogo de la marca BEYCA el modelo MM9NA63 con la escala de 0 a 250[mbar].
- Número 64: La presión que soportara este manómetro es la que brinda el regulador a la salida, la cual es de 0,02[kg/cm²]. Del catálogo utilizado anteriormente se seleccionó el modelo MM9NA63 con la escala de 0 a 60[mbar].

Gas en baja presión

Las propiedades físicas del gas que se utilizan para el cálculo son las siguientes:

- Densidad (S)= 0,65[m³/kg]
- Poder calorífico (Pc)= 9300[kcal/m³]

Los artefactos que serán abastecidos por la instalación en baja presión son:

Consumos- pos.	Cantidad	[kcal/h]	Consumo	
			[m ³ /h]	[l/h]
5	1	33500	3.60	3602.15
6	1	33500	3.60	3602.15
7	1	33500	3.60	3602.15
8	1	186000	20.00	20000.00
9	4	18000	1.94	1935.48

Consumos- pos.	Cantidad	[kcal/h]	Consumo	
			[m ³ /h]	[l/h]
2	1	258126	27.76	27755.48
3	1	258126	27.76	27755.48

Tabla n°13: Consumos.

Para calcular el consumo de cada artefacto se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C}{Pc} \text{ Ecuación [2]}$$

Dónde:

C= consumo [kcal/h].

Pc= poder calorífico [kcal/m³].

Cálculo de la cañería:

Para dimensionar la cañería en cada tramo se hizo uso de las tablas confeccionadas en base a la fórmula de Poole, específicamente la dada para gas natural con una densidad relativa de 0,65 [m³/kg].

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

Densidad 0,65 Para caída de presión h = 10mm (columna de agua)

DIAMETROS DE LA CAÑERÍA EN MILIMETROS

Longitud de cañería en metros	DIAMETROS DE LA CAÑERÍA EN MILIMETROS						
	8,5 (3/8")	13 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	51 (2")
2	1.745	3.680	9.895	20.260	35.695	55.835	114.615
3	1.425	2.925	8.065	16.540	28.900	45.585	93.580
4	1.235	2.535	6.985	14.325	25.080	39.480	81.050
5	1.105	2.265	6.250	12.810	22.685	35.310	72.480
6	1.005	2.070	5.705	11.695	20.435	32.230	66.165
7	930	1.915	5.280	10.835	18.920	29.845	61.265
8	870	1.790	4.940	10.130	17.695	27.910	57.295
9	820	1.690	4.655	9.550	16.685	26.320	54.025
10	780	1.600	4.420	9.080	15.825	24.965	51.245
12	710	1.460	4.035	8.270	14.450	22.790	46.790
14	660	1.365	3.735	7.685	13.375	21.100	43.315
16	615	1.285	3.495	7.160	12.510	19.595	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	17.855	36.240
22	525	1.080	2.980	6.105	10.670	16.830	34.550
24	500	1.035	2.850	5.845	10.215	16.110	33.060
26	480	990	2.740	5.620	9.815	15.485	31.785
28	465	960	2.640	5.415	9.460	14.920	30.630
30	450	925	2.550	5.230	9.135	14.100	29.580
32	435	895	2.470	5.065	8.850	13.905	29.075
34	420	870	2.395	4.910	8.580	13.535	27.785
36	410	845	2.330	4.775	8.340	13.155	27.005
38	400	820	2.265	4.650	8.120	12.805	26.295
40	390	800	2.210	4.525	7.910	12.480	25.615
42	380	780	2.165	4.420	7.720	12.180	25.005
44	370	765	2.105	4.320	7.545	11.900	24.430
46	360	745	2.060	4.220	7.375	11.635	23.885
48	355	730	2.015	4.135	7.225	11.395	23.395
50	350	715	1.975	4.035	7.075	11.165	22.920
55	330	685	1.885	3.860	6.750	10.845	21.850
60	315	655	1.805	3.695	6.460	10.190	20.920
65	305	630	1.730	3.550	6.210	9.695	20.105
70	295	605	1.670	3.420	5.980	9.430	19.360
75	285	585	1.615	3.310	5.780	9.115	18.715
80	275	565	1.565	3.200	5.595	8.830	18.120
85	265	550	1.515	3.105	5.425	8.565	17.565
90	260	535	1.470	3.015	5.270	8.315	17.070
95	250	520	1.435	2.940	5.135	8.100	16.630
100	245	505	1.400	2.865	5.005	7.895	16.205
110	235	485	1.330	2.730	4.770	7.530	15.480
120	225	460	1.275	2.615	4.570	7.210	14.800
130	215	445	1.225	2.515	4.390	6.930	14.275
140	205	430	1.180	2.420	4.230	6.670	13.695
150	200	415	1.140	2.340	4.090	6.450	13.340
160	195	400	1.105	2.265	3.955	6.240	12.915
170	190	390	1.070	2.195	3.835	6.050	12.425
180	185	380	1.045	2.135	3.730	5.890	12.085
190	175	370	1.015	2.070	3.625	5.730	11.765
200	170	360	990	2.025	3.540	5.580	11.460

En baja presión, se exige que la caída de presión máxima entre el regulador y los puntos de consumo no supere el 5%, esta tabla considera una caída de presión máxima de 10 [mmcda] lo que es igual al 5% de la presión de ingreso (0,02 [kg/cm²]), por lo cual verifica la condición anterior.

Los tramos de cañería y los consumos están identificados según plano n° 2.

El diámetro de cañería necesario se obtiene ingresando a la tabla con el caudal que circulará por el tramo y la longitud, pero dicha longitud no es la del tramo en cuestión, sino que es la longitud desde el regulador hasta el consumo más alejado que es abastecido a través del tramo.

Una vez obtenido el diámetro, se consideran las pérdidas que generan los accesorios correspondientes al tramo incorporándolas al cálculo como longitud equivalente. Según la ecuación 4 se obtiene la longitud total a partir de la cual se calcula el diámetro nuevamente, en caso de que el diámetro elegido no verifique, se adopta el que determine la tabla.

$$L_T = L_{Cálculo} + L_{eq} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

$L_{Cálculo}$ = Distancia al consumo más alejado [m].

L_{eq} = Longitud de cañería equivalente a la pérdida que generan los accesorios [m].

La siguiente tabla detalla las consideraciones descriptas anteriormente y los diámetros adoptados en la primera estimación:

Tramo	Consumo [kcal/h]	Caudal [l/h]	Punto más alejado	Longitud del punto más alejado [m]	1 ^{er} ϕ_{adop}
R-S	304500	32741.94	1	53	2 1/2"
S-T	118500	12741.94	3	53	2"
T-U	100500	10806.45	3	53	1 1/2"
U-V	67000	7204.30	1	34	1 1/4"
V-6	33500	3602.15	2	27	1"
V-5	33500	3602.15	1	34	1"
U-7	33500	3602.15	3	53	1"
S-8	186000	20000.00	4	2.5	1 1/4"
T-9	18000	1935.48	5	12.5	3/4"

Tramo	Consumo [kcal/h]	Caudal [l/h]	Punto más alejado	Longitud del punto más alejado [m]	1 ^{er} ϕ_{adop}
J-2	258126	27755.48	2	5	1 1/2"
J-3	258126	27755.48	3	5	1 1/2"

Tabla n°14: Diámetros cañería en baja presión.

Una vez obtenidos los diámetros se calculó la pérdida generada por los accesorios y se recalcularon los diámetros obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

Tramo	Accesorio	Cantidad	D [In]	$L_{eq\ acc}$ [m]	L_{eq} [m]	L_{total} [m]	L_{total} [m]	2 ^{do} Φ_{adop}
R-S	Codo 90° (2 1/2")	2	2 1/2	1.92	3.84	3.84	56.84	2 1/2"
S-T	T Paso recto (2 1/2")	1	2 1/2	1.28	1.28	2.85	55.85	2"
	Reducción a (2")	1	1	1.57	1.57			
T-U	T Paso recto (2")	1	2	1.02	1.02	11.27	64.27	2"
	Reducción a 1 1/2"	1	1 1/2	1.23	1.23			
	Válvula esférica (1 1/2")	1	1 1/2	6.55	6.55			
	Codo 90° (1 1/2")	2	1 1/2	1.24	2.48			

U-V	T Paso a derivación (2")	1	2	3.06	3.06	4.11	38.11	1 1/4"
	Reducción a (1 1/4")	1	1 1/4	1.05	1.05			
V-6	T Paso a derivación (1 1/4")	1	1 1/4	1.92	1.92	4.52	31.52	1"
	Reducción a 1"	1	1	0.80	0.80			
	Válvula esférica (1")	1	3/4	1.25	1.25			
	Codo 90° (1")	1	3/4	0.55	0.55			
V-5	T paso recto (1 1/4")	1	1 1/4	0.64	0.64	3.79	37.79	1"
	Reducción a 1"	1	1	0.80	0.80			
	Válvula esférica (1")	1	1 1/4	1.25	1.25			
	Codo 90° (1")	2	1 1/4	0.55	1.10			
U-7	T Paso a derivación (2")	1	2	3.06	3.06	6.21	32.85	1"
	Reducción a (1")	1	1	0.80	0.80			
	Válvula esférica (1")	1	1	1.25	1.25			
	Codo 90° (1")	2	20	0.55	1.10			
S-8	T Paso a derivación (2 1/2")	1	2 1/2	3.84	3.84	6.81	9.31	1 1/2"
	Reducción a (1 1/4")	1	1	1.05	1.05			
	Codo 90° (1 1/4")	2	20	0.96	1.92			
T-9	T Paso a derivación (2")	1	2	1.02	3.06	6.35	18.85	3/4"
	Reducción a (3/4")	1	3/4	0.63	0.63			
	Válvula esférica (3/4")	1	3/4	0.95	0.95			
	Codo 90° (3/4")	3	3/4	0.57	1.71			

Tramo	Accesorio	Cantidad	D [In]	$L_{eq\ acc}$ [m]	L_{eq} [m]	L_{total} [m]	L_{total} [m]	$2^{do} \Phi_{adop}$
J-2	T Paso a derivación (2 1/2")	1	2 1/2	2.28	2.28	6.62	11.62	2"
	Válvula esférica (2 1/2")	1	2 1/2	3.20	3.20			
	Codo 90° (2 1/2")	1	2 1/2	1.14	1.14			
J-3	T Paso a derivación (2 1/2")	1	2 1/2	2.28	2.28	6.62	11.62	2"
	Válvula esférica (2 1/2")	1	2 1/2	3.20	3.20			
	Codo 90° (2 1/2")	1	2 1/2	1.14	1.14			

Tabla n°15: Accesorios y diámetros finales.

Planta de Regulación Primaria

Una vez diseñada y calculada la distribución de gas interna, se procedió a diseñar la planta de regulación primaria (PRP), la cual reducirá la presión de gas que proporciona la prestataria para luego abastecer a la fábrica.

La PRP debe cumplir con lo establecido en el artículo 2.2.2 de la NAG, en cuanto a dimensiones, ubicación, ventilaciones, distancias de seguridad, construcción, etc.

Los siguientes artículos de la norma nombran los accesorios que deben componer la instalación:

2.2.1.2. Básicamente, la planta de regulación y medición contará con una válvula de bloqueo general de entrada de $\frac{1}{4}$ de vuelta y accionamiento manual, un filtro o separador de polvo tipo seco, o separador de polvo y líquido según corresponda, reguladores de presión con sus correspondientes válvulas de bloqueo, manómetros con sus correspondientes válvulas de bloqueo, válvulas de seguridad, válvulas manuales de puesta en marcha, y el sistema de medición de caudales.

2.2.1.18. En todos los casos, en la entrada y salida de la planta de regulación y medición primaria se colocarán juntas dieléctricas que tendrán por objeto aislar eléctricamente a las instalaciones.

En esta instalación, sería redundante la colocación de las juntas dieléctricas ya que el ingreso y el egreso de la PRP será con caños de polietileno, lo que brinda la aislación eléctrica a las instalaciones.

Calculo cañería de entrada:

Para obtener los diámetros de cañería se utilizaron las ecuaciones aplicadas en el cálculo de la cañería en media presión interna.

$$D = \sqrt[4,82]{\frac{48600 * S * L * Q^{1,82}}{P_i^2 - P_f^2}} \quad \text{Ecuación [1]}$$

Dónde:

S= densidad relativa del gas.

D= diámetro interno de la cañería en [mm].

Q= caudal total del tramo en [m³/h].

L= longitud de la cañería en [km].

P_i= presión absoluta inicial del tramo [kg/cm²].

P_f= presión absoluta final del tramo [kg/cm²].

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P} \quad \text{Ecuación [3]}$$

Dónde:

V= velocidad [m/s].

D= diámetro de la cañería [mm].

Q= caudal [m³/h].

P= presión de cálculo [kg/cm²].

Como primera medida se calculó la cañería de entrada a la cámara (Tramo A-B), para ello se tuvo en cuenta el artículo de la NAG 201

2.5.2.1. El tramo de cañería comprendida entre la válvula de bloqueo de la Licenciataria y la entrada a los reguladores primarios, se calculará con una caída de presión máxima no superior al 10 % de la presión mínima de suministro.

Por lo tanto, considerando la caída de presión del 10% se procedió a calcular el diámetro de la cañería.

Tramo	Caudal [m3/h]	Longitud [km]	Presión de entrada [kg/cm ²]	%	Presión de salida [kg/cm ²]	1 ^{er} φ _{aprox} [mm]	1 ^{er} φ _{adop}	Di
A-B	109.81	0.0025	0.5000	10	0.450	21.71	1"	26.64

Tabla n°16: Primer diámetro estimado.

Una vez estimado el diámetro necesario, debemos incorporar las pérdidas generadas por los accesorios, para ello se utilizó la tabla n° 8 de pérdidas en accesorios.

Tramo	Accesorio	Cantidad	D [In]	$L_{eq\ acc}$ [m]	L_{eq} [m]	L_{total} [m]
A-B	Válvula esférica (2")	1	2	2.55	2.55	8.48
	Codo 90° PE (63 mm)	1		1.53	1.53	
	Codo 90° (1")	1	1	0.55	0.55	
	Reducción a (1")	1	1	0.80	0.80	
	Válvula esférica (1")	1	1	1.25	1.25	
	Transición ac- pe	1	1	0.52	0.52	
	Filtro "Y"	1	1	1.28	1.28	

Tabla n°17: Perdida por accesorios.

Incorporando las perdidas por accesorios se obtienen los siguientes resultados:

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Longitud		P1	P2	$P_1^2 - P_2^2$	Diámetro		Velocidad [m/s]	Tipo de unión
		Real [m]	Calculo [m]	[kg/cm ² man]	[kg/cm ² man]	[kg/cm ² abs]	Calculado	Adoptado		
A-B	109.81	2.50	12.37	0.5000	0.4785	0.0641	29.51	1 ¼"	21.73	EF-Soldado-Brida

Tabla n°18: Resultados finales.

Selección de regulador:

Para la selección del regulador se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Valores de presión mínima y máxima de suministro.
- Valor deseado de presión de salida.
- Caudal de gas necesario.

Además, es condición necesaria que el sistema de regulación suministre el caudal de diseño para las condiciones de presión mínima de entrada. Asimismo, para garantizar el buen funcionamiento del regulador, se verifico que en las condiciones de máxima presión, este no trabaje por debajo del 20% de su apertura.

El regulador fue seleccionado de los catálogos de EQA según el siguiente método:

1. Se selecciona el rango de presión correcto.
2. Dentro de ese rango se ubica el renglón de la presión de entrada a utilizar.
3. Desplazándose hacia las columnas de la derecha se ubica el primer valor de caudal superior al deseado.
4. Finalmente, en la parte superior de la tabla se obtiene el orificio necesario para cumplir con las condiciones anteriores.

Según la información brindada por la prestataria del servicio, los valores de presión de suministro son los siguientes:

- Presión máxima de suministro: $1,75[\text{kg}/\text{cm}^2]$.
- Presión mínima de suministro: $0,5[\text{kg}/\text{cm}^2]$.

Teniendo en cuenta los datos anteriores, el modelo es seleccionado de la siguiente tabla de EQA S-217 y S-225:

Modelos S-217 y S-225								
Presión de Salida (mbar)	Presión de Entrada (bar)	Diámetros de orificios en mm.						
		6,4	9,5	12,7	15,8	19,1	25,4	30,2
160	0.2	-	11	18	25	42	60	71
	0.35	-	18	30	36	60	90	110
	0.5	11	23	38	55	95	120	140
	1	24	48	80	105	120	180	234
	1.5	39	78	130	158	165	210	325
	2.5	66	132	220	250	270	494	-
	4	124	248	290	310	330	494	-
	5	140	281	320	330	360	-	-
	7	266	304	350	370	-	-	-
	10	287	328	390	400	-	-	-
	12*	260	360	450	-	-	-	-
	15*	280	390	490	-	-	-	-
	19*	340	430	550	-	-	-	-
25*	360	450	-	-	-	-	-	

Este modelo, para una presión de salida de $0,16[\text{kg}/\text{cm}^2]$, con el obturador de $25,4[\text{mm}]$, proporciona $120[\text{m}^3/\text{h}]$ para la mínima presión de entrada. En cuanto a la presión máxima de entrada, como no se encuentra el valor, se estima que el caudal máximo rondará los $300[\text{m}^3/\text{h}]$.

Si analizamos, el 20% del caudal máximo es $60[\text{m}^3/\text{h}]$, mientras que el caudal de diseño es $109,81[\text{m}^3/\text{h}]$, por lo tanto verifica las condiciones necesarias.

Cálculo de cañerías:

Para el cálculo de la cañería correspondiente al interior de la PRP se utilizaron las mismas ecuaciones aplicadas en el cálculo de la cañería de entrada, en las siguientes tablas se detalla el cálculo para cada uno de los tramos, identificados según plano n° 1:

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Longitud [km]	Presión de entrada [kg/cm ²]	%	Presión de salida [kg/cm ²]	1er Daprox [mm]	1er Dadop	Di
B-C	109.81	regulador	0.4785		0.160			
C-D	109.81	0.001	0.1600	1	0.158	38.54	1 ½"	40.92
D-E	109.81	0.002	0.1581	4	0.152	33.49	2"	52.48
E-F	109.81	0.0025	0.1532	2	0.150	40.79	2"	52.48
Bypass	109.81	0.004	0.1581	4	0.152	38.66	2"	52.48

Tabla n°19: Primeros diámetros estimados.

Pérdidas generadas por los accesorios, obtenidas de tabla n° 8.

Tramo	Accesorio	Cantidad	Diámetro	L _{eq acc} [m]	L _{eq} [m]	L _{total} [m]
B-C	Regulador					
C-D	Reducción a (2")	1	1 ½"	1.23	1.23	3.13
	Válvula esférica (2")	1	1 ½"	1.90	1.90	
D-E	T Paso recto (2")	1	2"	1.02	1.02	11.64
	Filtro	1	2"	2.52	2.52	
	Válvula esférica (2")	2	2"	2.55	5.10	
	medidor	1	2"	3.00	3.00	
E-F	T derivación (2")	1	2"	3.06	3.06	4.63
	Reducción a (3")	1	2"	1.57	1.57	
by pass	T derivación (2")	1	2"	3.06	3.06	11.22
	Válvula esférica (2")	2	2"	2.55	5.10	
	Codo 90° (2")	2	2"	1.53	3.06	

Tabla n°20: Perdida por accesorios.

Resultados obtenidos una vez incorporadas las pérdidas:

Tramo	Caudal [m ³ /h]	Longitud		P1 [kg/cm ² man]	P2 [kg/cm ² man]	P1 ² -P2 ² [kg/cm ² abs]	Diámetro		Velocidad [m/s]	Tipo de unión
		Real [m]	Cálculo [m]				Calculado	Adoptado		
B-C	109.81	regulador		0.4785	0.1600	0.8403				Brida
C-D	109.81	1.00	5.12	0.1600	0.1581	0.0043	51.72	2"	12.56	Soldado-Brida
D-E	109.81	2.00	13.64	0.1581	0.1532	0.0114	49.87	2"	12.58	Soldado-Brida
E-F	109.81	2.50	7.13	0.1532	0.1506	0.0060	50.70	2"	12.63	EF-Soldado-Brida
Bypass	109.81	4.00	15.22	0.1581	0.1526	0.0128	51.02	2"	12.58	Soldado-Brida

Tabla n°20: Resultados finales para cada tramo.

Accesorios:

Dispositivos de seguridad:

El siguiente artículo de la norma NAG 201 describe los dispositivos de seguridad mínimos que deben instalarse en la PRP:

2.2.1.14. En todos los casos se instalará un dispositivo de seguridad integrado por una válvula de bloqueo por sobrepresión, y una de alivio por venteo, o dos válvulas de alivio por venteo, para proteger a la instalación en los casos de elevaciones de presión ocasionadas por desperfectos de los reguladores.

El modelo de regulador seleccionado anteriormente cuenta con una válvula de bloqueo por sobrepresión con reseteo manual, la misma se calibra por medio de un resorte y actúa cuando la presión regulada supera a la deseada entre 15 y 60 [mbar].

Resta seleccionar la válvula de alivio por sobrepresión, la cual se instalará aguas abajo del sistema de medición, según se observa en plano n° 1. La válvula de alivio debe ser capaz de evacuar al menos el 10% del caudal máximo de la instalación, según el regulador seleccionado, se estima que el caudal máximo que puede brindar ronda los 300[m³/h], por lo tanto, la válvula debe ser capaz de evacuar más de 30[m³/h], con este dato, se seleccionó de los catálogos de válvulas de seguridad de la marca EQA el modelo 7349-A, con conexión de ¾" y tobera de 20[mm]. Este modelo, regulado tal

que la diferencia entre presión de apertura y de venteo sea de 100[mmCA], permite liberar 41[m³/h] de gas.

TABLAS DE CAPACIDADES PARA GAS NATURAL

Capacidades en Nm ³ /hora (Densidad 0,6)									
Medidas en Pulgadas	Diferencia en mmCA entre p. Apertura - p. Venteo								Tobera mm
	100	150	200	300	400	500	600	700	
3/4" x 3/4"	41	50	60	72	82	92	100	110	20
1" x 1"	58	72	90	106	120	131	140	153	24
1.1/4" x 1.1/4"	91	110	130	162	185	205	218	240	28
1.1/2" x 1.1/2"	142	154	196	258	280	310	340	380	34
2" x 2"	290	340	440	480	510	550	590	670	44
3" x 3"	460	540	685	860	940	1100	1185	1300	66
4" x 4"	700	785	1070	1300	1600	1810	1980	2090	78

Filtros:

Se instalarán dos filtros, uno aguas debajo de la regulación para evitar el ingreso de partículas mayores a 80 micrones al regulador y otro ubicado en el tramo de cañería que conecta el regulador al medidor de caudales, este tiene el fin de evitar el ingreso al medidor de partículas sólidas y líquidas de menor tamaño.

El filtro ubicado antes de la regulación será tipo Y de la marca PERBERTHY modelo VHB, con cuerpo de acero y conexión por bridas.

Filtros para vapor y gas (doble malla)			
Detalles técnicos			
Modelos	Material	Conexión	Malla
VHR	Hierro	Roscada 3/8" a 2 1/2"	Inoxidable
VHB	Hierro (1)	Bridada S.150 2" a 6" (2)	Inoxidable (3)
(1)-Pueden ser fabricados en acero fundido ASTM A 216 WCB.			
(2)-De acuerdo a pedido se suministran en otras medidas.			
(3)-Sobre encargo con doble malla, distintas perforaciones AISI 316.			

Por otro lado, el filtro ubicado antes del medidor será del tipo FM, estos son filtros secos fabricados específicamente para puentes de medición de gas y poseen un área de filtrado mayor que retiene partículas desde los 0,3 micrones. La selección se llevó a cabo teniendo en cuenta el diámetro de la cañería en que será instalado y la

presión de trabajo, por lo tanto, del siguiente catálogo de la marca METPOR, se seleccionó el filtro FM-2 serie 150 con conexión de bridas.

DATOS GENERALES

MODELO		Ø CONEXION (Pulgadas)	SUPERFICIE FILTRANTE (cm ²)
FM-2	150#	2"	3000
	300#		
	600#		
FM-3	150#	3"	6500
	300#		
	600#		
FM-4	150#	4"	12000
	300#		
	600#		
FM-6	150#	6"	45000
	300#		
	600#		
FM-8	150#	8"	55000
	300#		
	600#		

Manómetros:

En la PRP se instalarán 3 manómetros en diferentes puntos de la instalación según se observa en el plano n° 1 los mismos se seleccionaron según los rangos de presión en los que trabajarán. Para obtener una buena medición, se deben escoger manómetros tales que, la presión de trabajo se halle comprendida entre el 25 y 75% de la escala.

A continuación se listan los manómetros seleccionados según su numeración en el plano.

- Número 31: Este manómetro se conecta a la cañería de ingreso a la PRP por lo que debe soportar la presión de servicio, la cual va desde 0,5[kg/cm²] hasta 1,75[kg/cm²], teniendo en cuentas las condiciones anteriores, se seleccionó del catálogo de la marca BEYCA el modelo MM4-38 con la escala de 0 a 2[kg/cm²].
- Número 33: La presión que soportará este manómetro es la que brinda el regulador a la salida, por lo que no sobrepasará los 0,16[kg/cm²]. Del catálogo utilizado anteriormente se seleccionó el modelo MM4-38 con la escala de 0 a 0,5[kg/cm²].

Ventilación del recinto:

Para diseñar las rejillas de ventilación que se deben instalar en el recinto, se tuvo en cuenta lo establecido en el siguiente artículo de la reglamentación NAG 201:

2.2.2.2. La ventilación del recinto se realizará mediante rejillas dispuestas en las paredes del mismo. No menos del 5% de la superficie lateral del mismo estará cubierta por dichas rejillas convenientemente distribuidas para asegurar una normal circulación de aire.

El 80% de la ventilación será realizado por la parte superior y el 20% restante por la parte inferior. Esta última será ubicada en una zona segura con el fin de evitar que un escape de gas a través, pueda afectar la seguridad de las personas y/o bienes, debiendo asimismo contemplar que las rejillas de ventilación dificulten la salida de gas al exterior y no impidan el ingreso de aire.

Las dimensiones del recinto se definieron en función del tamaño de la instalación de la planta y previendo que el espacio permita realizar maniobras en el interior. En el plano n°1 se puede observar el diseño y las dimensiones.

Las paredes laterales tienen una superficie de $6,48[m^2]$, por lo tanto la superficie mínima de ventilación será de $0,324[m^2]$ (5%). A su vez, de esta superficie el 80% debe corresponder a la rejilla colocada en la parte superior y el 20% restante a otra rejilla colocada en la parte inferior. Teniendo en cuenta lo anterior, las dimensiones adoptadas para cada rejilla fueron las siguientes:

- Rejilla superior $60[cm] \times 40[cm]$. Superficie $0,24[m^2]$.
- Rejilla inferior $30[cm] \times 40[cm]$. Superficie $0,12[m^2]$.

La superficie total de ventilación es de $0,36[m^2]$.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Memoria descriptiva:

Esta parte del proyecto comprende el cálculo y diseño de la instalación eléctrica e iluminación de un sector de la planta, el cual está destinado a la fabricación de noyos por un lado, y al moldeo y fundición de piezas de aluminio o bronce por el otro.

Además de abastecer la iluminación, la instalación eléctrica debe ser capaz de alimentar dos molinos de tierra utilizados en el moldeo, dos extractores de aire, tres ventiladores utilizados en los quemadores a gas que se incorporarán, como así también tomas trifásicos y monofásicos distribuidos en el sector.

La energía necesaria para la instalación, se tomará de un tablero instalado en otro sector de la fábrica, el cual fue previsto para una futura expansión, debajo de este, a una altura accesible se instalará el tablero principal (TP), según se observa en plano n° 3. La alimentación de toda la planta se realiza a través de un transformador de 630[kV.A] ubicado en el predio de la fábrica.

La iluminación comprenderá la instalación de luminarias en los cuatro locales que conforman el sector definido en el plano, además de la incorporación de luminarias de emergencia en lugares específicos e iluminación exterior.

Toda la instalación será sectorizada, para lo cual se instalarán cuatro tableros:

- Tablero 1: Tablero principal que brindará la protección al alimentador principal (TP).
- Tablero 2: Tablero general que contendrá las protecciones de todos los circuitos además del comando de luces de noyería y cancha, y comando de uno de los molinos (TG).
- Tablero 3: Protecciones y comando, de los extractores y del molino de tierra (TS1).
- Tablero 4: Tablero seccional que contendrá las protecciones y comando de los ventiladores, como así también de la iluminación del sector de hornos y depósito (TS2).

En los tableros 2, 3 y 4 se instalarán un tomacorriente trifásico y uno monofásico con sus correspondientes protecciones.

Todo la instalación se realizará con cable subterráneo con vaina de PVC tipo Payton superflex de la marca IMSA y la distribución se realizará a través de bandejas portacables de chapa galvanizada.

Memoria técnica:

EL juego de barras desde el que se conectará la nueva instalación se encuentra alimentado por cable subterráneo unipolar de 120[mm²] de sección.

La distribución se realizará a través de bandejas de chapa perforada y caños de acero donde sea necesario. Las bandejas se sujetarán a la pared mediante ménsulas, y cuando esto no sea posible, se sujetarán directamente del techo mediante alambres tensores.

A continuación se detallan las secciones y longitudes de cable para cada circuito, los cuales se pueden observar en los planos n° 4 y n° 5.

Circuitos principales y seccionales:

Circuito principal (CP):

- Conductores: Tetrapolar de Cu tipo Payton superflex 1[kV] 1x(3x25/16[mm²]) +PE 16[mm²], con vaina de PVC.
- Longitud: 20[m].
- Puntos que une: Tablero principal y tablero general.

Circuito seccional 1 (CS1):

- Conductores: Unipolares de Cu tipo Payton superflex 1[kV] 4x(1x10[mm²]) +PE 10[mm²], con vaina de PVC.
- Longitud: 20[m].
- Puntos que une: Tablero general y tablero seccional 1.

Circuito seccional 2 (CS2):

- Conductores: Unipolares de Cu tipo Payton superflex 1[kV] 4x(1x10[mm²]) +PE 10[mm²], con vaina de PVC.
- Longitud: 26[m].
- Puntos que une: Tablero general y tablero seccional 2.

Circuitos terminales:

Circuito	Pto de partida	Conductor	Longitud[m]
IUG1	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(2x2,5) +PE 2,5	20
IUG2	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(2x2,5) +PE 2,5	20
IUG3	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(2x2,5) +PE 2,5	30
TUG1	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(2x6) +PE 6	27
TUE	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 2x2,5 +PE 2,5	0.3
IUE	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(2x2,5) +PE 2,5	33
ACU1	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 3x2,5 +PE 2,5	0.3
ACU2	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(3x2,5) +PE 2,5	11
TUG2	TG	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(2x4) +PE 4	32
ACU1.1	TS1	Pyton superflex- cu/PVC- 3x2,5 +PE 2,5	0.3
ACU1.2	TS1	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(3x2,5) +PE 2,5	15
ACU1.3	TS1	Pyton superflex- cu/PVC- 1x(3x2,5) +PE 2,5	22
TUE1.1	TS1	Pyton superflex- cu/PVC- 2x2,5 +PE 2,5	0.3
IUG2.1	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 2x2,5 +PE 2,5	13
IUG2.2	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 2x2,5 +PE 2,5	13
ACU2.1	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 3x2,5 +PE 2,5	0.3
ACU2.2	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 3x2,5 +PE 2,5	14
ACU2.3	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 3x2,5 +PE 2,5	11
ACU2.4	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 3x2,5 +PE 2,5	15
TUE2.1	TS2	Pyton superflex- cu/PVC- 2x2,5 +PE 2,5	0.3

Tabla n°21: Conductores utilizados.

La disposición de los conductores dentro de las bandejas se realizará de manera tal que los mismos conserven su posición a lo largo del recorrido evitando cruces y superposición entre ellos, además de permitir una rápida identificación del circuito. Cuando se realice una unión dentro de la bandeja, la misma se realizará utilizando métodos que garanticen una buena aislación.

Las derivaciones se realizarán con cable unipolar de igual sección canalizado a través de caños de acero semipesado y cajas octogonales y rectangulares según sea necesario, también de acero.

Dentro de las bandejas se colocará un cable de protección PE de color verde y amarillo cuya sección será igual a la del conductor de mayor sección en la misma bandeja, a excepción del circuito principal donde el conductor de protección será de 16[mm²]. El conductor de protección se sujetará a la bandeja mediante morsetos retirando la aislación del mismo y sin cortar las hebras, las derivaciones se realizarán con borneras fijas en los tableros o donde se requiera la conexión.

Protecciones:

A continuación se listan, para cada uno de los tableros, todas las protecciones necesarias para la instalación, la conexión de las mismas se puede observar en los diagramas unifilares, planos n° 7, n° 8 y n° 9.

Protecciones termomagnéticas:

Marca/denominación	Cant. Polos	In[A]	Icc[A]	Curva	Fabricado bajo norma
Tablero principal					
Merlin Gerin C120N tetrapolar	4 polos	100	10000	Curva C	IEC 60947.2
Tablero general					
Merlin Gerin C60N tetrapolar	4 polos	80	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N tetrapolar	4 polos	50	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N tetrapolar	4 polos	40	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N tripolar	3 polos	20	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N tetrapolar	4 polos	16	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	20	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	16	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	16	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	16	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	32	6000	Curva C	IEC 60898
Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	16	6000	Curva C	IEC 60898

Merlin Gerin C60N bipolar	2 polos	16	6000	Curva C	IEC 60898
Tablero seccional 1					
SICA Limit tetrapolar	4 polos	50	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tripolar	3 polos	20	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tetrapolar	4 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tetrapolar	4 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit bipolar	2 polos	20	3000	Curva C	IEC 60898
Tablero seccional 2					
SICA Limir tetrapolar	4 polos	40	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit bipolar	2 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit bipolar	2 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tripolar	3 polos	20	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tetrapolar	4 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tetrapolar	4 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit tetrapolar	4 polos	16	3000	Curva C	IEC 60898
SICA Limit bipolar	2 polos	20	3000	Curva C	IEC 60898

Tabla n°22: Interruptores termomagnéticos seleccionados.

Interruptores diferenciales:

Marca/denominación	Cant. Polos	In[A]	Icc[A]	Sensibilidad [mA]
Tablero principal				
Shneider Electric iLD Clase AC	4 polos	100	10000	300
Tablero general				
Shneider Electric iLD Si	4 polos	40	6000	30
Shneider Electric iLD Clase AC	4 polos	25	6000	30
Tablero seccional 1				
Shneider Electric iLD Si	4 polos	63	6000	30
Tablero seccional 2				
Shneider Electric iLD Si	4 polos	40	6000	30
Shneider Electric iLD Clase AC	2 polos	25	6000	30

Tabla n°23: Interruptores diferenciales seleccionados.

Protección y comando de motores:

Los motores que serán alimentados por la instalación se comandarán mediante pulsadores y contactores, a su vez contarán con relés de sobrecarga como protección, estos elementos fueron seleccionados del catálogo de la marca SIEMENS y se detallan a continuación según el circuito al que corresponden.

- ACU 2 y ACU 1.2:

Contactor:

Marca: Siemens

Modelo: Sirius 3RT20 24-
1AN20.

In: 12[A].

Tensión de comando: 230[V].

Contactos auxiliares: 1NA, 1NC.

Bloque auxiliar:

Marca: Siemens

Modelo: Sirius 3RH29 11-
1HA11.

Contactos: 1NA, 1NC.

Relé de sobrecarga:

Marca: Siemens

Modelo: Sirius 3RU21 26-1KB0.

Rango de corriente de disparo: 9 a 12,5[A].

- ACU 1.3:

Contactor:

Marca: Siemens

Modelo: Sirius 3RT20 15-
1BM41.

In: 7[A].

Tensión de comando: 230[V].

Contactos auxiliares: 1NA.

Bloque auxiliar:

Marca: Siemens

Modelo: Sirius 3RH29 11-
1HA11.

Contactos: 1NA, 1NC.

En la tapa del tablero que corresponda se instalarán los pulsadores y las luces testigo que indiquen el estado de cada motor.

Tableros:

La ubicación de los tableros se encuentra tallada en el plano n° 3, y los planos n° 7, n° 8 y n° 9- muestran el esquema unifilar de cada uno de ellos.

Iluminación de servicio:

La iluminación de los diferentes sectores de la fábrica se diseñó de manera tal que se cumplan los niveles mínimos de intensidad establecidos por la Ley 19587 en el decreto 351/79 de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En los sectores tratados, como la altura del techo es relativamente baja, se optó por luminarias con lámparas fluorescentes.

Luminarias seleccionadas para interior:

- Marca: Philips.
- Modelo: TCW 216.
- Cantidad de lámparas: 1.
- Modelo de lámpara: Master TL5 80W.



Luminarias seleccionadas para exterior:

- Marca: Gama.
- Modelo: TPE-M 150.
- Modelo de lámpara: Bajo consumo 105W.



A continuación se detallan para cada sector, definidos según plano n° 6, la cantidad de luminarias y los niveles de iluminación obtenidos.

Sector	Luminaria	Cantidad	Iluminancia media [lx]
1	TCW 216	2	170
2	TCW 216	6	102
3	TCW 216	6	218
4	TCW 216	2	155
5	TCW 216	2	131

Tabla n°24: Iluminación de servicio.

Iluminación de emergencia:

Se instalarán luminarias de emergencia de manera tal que brinden la iluminación mínima que permita una rápida evacuación en caso de corte del suministro de energía.

Los equipos a utilizar son:

- Marca: Atomlux.
- Modelo: 2020LED.
- Autonomía: 12hs.



Estas luminarias estarán conectadas a un circuito independiente (TUG2) el cual se alimenta del tablero general. Serán instaladas en los caminos que conducen hacia la salida de la planta según se observa en plano n° 6.

Memoria de cálculo:

El cálculo de la instalación eléctrica se llevó a cabo en función de lo establecido por la reglamentación de la AEA 90364-7-771 Edición 2006.

La distribución de los circuitos se determinó en forma particular ya que la reglamentación no contempla este tipo de instalaciones.

Ecuaciones utilizadas:

$$1) I_B = \frac{DPMS}{\sqrt{3} \cdot U}$$

I_B : Intensidad de la corriente de proyecto [A].

DPMS: Demanda de potencia máxima simultánea [V.A].

U: Tensión de servicio [V].

$$2) I_B < I_N < I_Z$$

I_B : Intensidad de la corriente de proyecto [A].

I_N : Intensidad de la corriente nominal del dispositivo de protección [A].

I_Z : Intensidad de la corriente admisible del conductor [A].

$$3) I_2 \leq 1.45 * I_Z$$

I_2 : Intensidad de la corriente de operación o disparo seguro de los interruptores automáticos.

I_Z : Corriente admisible del conductor [A].

$$4) I_k'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

I_k'' : Intensidad de la corriente de cortocircuito máxima [A].

c : factor de tensión (igual a 1,05 en el punto de falla).

U_n : Tensión nominal del sistema en el punto de defecto [V].

Z_k : Impedancia de cortocircuito [Ω].

$$5) k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t$$

$I^2 * t$: Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección.
Valor garantizado por el fabricante.

S : Sección del conductor [mm^2].

k : Factor que toma en cuenta la resistividad del conductor. Los valores de k se obtienen de la Tabla 771.19.II. de la reglamentación de la A.E.A.

$$6) 10 \cdot I_n \leq I_{kmin}$$

I_n : Intensidad de la corriente asignada del dispositivo de protección [A].

I_{kmin} : Intensidad de la corriente de cortocircuito mínima [A].

$$7) \Delta U = k \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

ΔU : Caída de tensión en el extremo del circuito [V].

k : Constante igual a 2 para sistemas monofásicos y bifásicos y $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos.

I : Intensidad de la corriente de línea [A].

L : Longitud del circuito [km].

R : Resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio [ohm/km].

X : Reactancia de los conductores [ohm/km].

φ : Angulo de desfase entre la tensión y la corriente.

Cálculo de conductores:

A continuación se detalla la distribución de los circuitos por tablero, la corriente correspondiente a cada uno y la distribución en cada fase:

Tablero seccional general (TG):

Circuito	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		fs	I[A]		
	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]		R	S	T
CS1	-	-	1	3300	3	18354.48	1	29	44	29
CS2	4	600	1	3300	4	15138.57	1	23.00	25.73	38.00
IUG1	6	900	-	-	-	-	1	-	4.09	-
IUG2	2	300	-	-	-	-	1	-	-	1.36
IUG3	6	900	-	-	-	-	1	-	-	4.09
TUG1	-	-	2	4400	-	-	1	20	-	-
TUE	-	-	1	3300	-	-	1	15	-	-
IUE	2	1000	-	-	-	-	1	-	4.55	-
ACU1	-	-	-	-	1	9872.69	1	15	15	15
ACU2	-	-	-	-	1	6581.79	1	10	10	10
TUG2	-	-	1	2200	-	-	1	-	-	10
								112.00	103.36	107.46
fs=0.7 - I= 78.4 [A] Conductor Cu 1x(3x25/16)[mm ²]										

Tabla n°25: Circuitos TG.

Tablero seccional 1 (TS1):

Circuito	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		fs	I[A]		
	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]		R	S	T
ACU1.1	-	-	-	-	1	9872.69	1	15	15	15
ACU1.2	-	-	-	-	1	6581.79	1	10	10	10
ACU1.3	-	-	-	-	1	1900	1	4	4	4
TUE1.1	-	-	1	3300	-	-	1	-	15	-
								29	44	29
fs=0.8 - I= 35.2 [A] Conductor Cu 4x(1x10)[mm ²]										

Tabla n°26: Circuitos TS1.

Tablero seccional 2 (TS2):

Circuito	Iluminación		Tomacorrientes		Otros		fs	I[A]		
	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]	Bocas	[VA]		R	S	T
IUG2.1	2	300	-	-	-	-	1	-	1.36	-
IUG2.2	2	300	-	-	-	-	1	-	1.36	-
ACU2.1	-	-	-	-	1	9872.69	1	15	15	15
ACU2.2	-	-	-	-	1	1755.29	1	2.67	2.67	2.67
ACU2.3	-	-	-	-	1	1755.29	1	2.67	2.67	2.67
ACU2.4	-	-	-	-	1	1755.29	1	2.67	2.67	2.67
TUE2.1	-	-	1	3300	-	-	1	-	-	15
								23.00	25.73	38.00
fs=0.8 - I= 30.4 [A] Conductor Cu 4x(1x10)[mm ²]										

Tabla n°27: Circuitos TS2.

A continuación se presenta el cálculo de conductores para algunos de los circuitos:

Cálculo del circuito principal (CP):

Une el tablero principal con el tablero general.

- 1) Determinación de la corriente de proyecto I_B .

La potencia total estimada es de 61,9[kV.A].

Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0.7, la potencia de cálculo resulta 43,33[kV.A]. Así, utilizando la ecuación n°1 obtenemos:

$$I_B = 78,4[A]$$

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

Este circuito será tendido sobre una bandeja portacable respetando la separación de los conductores, por lo cual considero un factor de agrupamiento igual a 1.

Factor de corrección por temperatura igual a 1 para 40°C.

Utilizando el método "F" (Bandeja perforada) se selecciona un conductor tetrapolar de Cu tipo Payton superflex 1[kV] de 25/16[mm²] con vaina de PVC.

$$I_{Adm} = 111[A]$$

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

$$78,4 A < I_N < 111 A$$

Del catálogo de Merlin Gerin se seleccionó el siguiente interruptor:

- Modelo: C120N tetrapolar.
- $I_N=100$ [A].
- $I_r=10$ [kA].
- Curva C.
- Clase 3.

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

Se debe verificar la condición indicada en la ecuación n°3.

Para interruptores automáticos conforme IEC 60947-2:

$$I_2 = 1.3 * I_n = 1.3 * 100 [A] = 130 [A].$$

Por lo tanto,

$$130 \leq 1.45 * 111 [A] = 160.95 [A].$$

Verifica.

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

Utilizando la ecuación n°4, se obtiene que la corriente de cortocircuito en el tablero principal es $I_k'' = 9652,1$ [A]

$$9652,1 [A] \leq 10000 [A]$$

Por lo tanto la corriente máxima de cortocircuito es menor que la capacidad de ruptura del interruptor seleccionado.

6) Verificación por máxima exigencia térmica.

Se debe verificar la relación de la ecuación n°5.

De la tabla 771.19.II de la reglamentación de la AEA, obtenemos que para conductores de cobre con vaina de PVC y $s \leq 300mm^2$, $k=115$.

De las curvas proporcionadas por el fabricante se obtiene que para la protección seleccionada:

$$I^2 \cdot t = 600000 [A^2 \cdot s]$$

$$k^2 \cdot S^2 = 115^2 \cdot 25^2 = 8265625 > 600000$$

Verifica la relación.

- 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito I_{kmin} .

La corriente mínima de cortocircuito calculada en el extremo del circuito CP es:

$$I_{kmin} = 5878 [A]$$

Se debe verificar la ecuación nº6.

$$10 * 100[A] = 1000[A] < 5878[A]$$

Verifica.

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

Teniendo en cuenta que los circuitos calculados serán una ampliación de la instalación ya existe, para obtener una caída de tensión aceptable en los circuitos terminales, se estimó que la caída de tensión admitida en el CP será del 0.7%.

Se utilizó la ecuación nº7, donde:

$$k = \sqrt{3}.$$

$$I = 78.4 [A].$$

$$L = 0.02 [km].$$

$$R_{70^\circ C} = 0,869 [\text{ohm/km}].$$

$$X = 0.083 [\text{ohm/km}].$$

$$\cos \varphi = 0.85.$$

$$\sin \varphi = 0.53.$$

Reemplazando en la ecuación, se obtiene que la caída es $\Delta U = 2.127 [V]$, que expresado porcentualmente es el 0.55%, cumpliendo con la condición establecida.

Cálculo del circuito principal (CS2):

Une el tablero general con el tablero seccional 2.

- 1) Determinación de la corriente de proyecto I_B .

La potencia total estimada es de 16,29[kV.A].

Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0.8, la potencia de cálculo resulta 13,03[kV.A]. Así, utilizando la ecuación n°1 obtenemos:

$$I_B = 30,4[A]$$

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

Este circuito será tendido sobre una bandeja portacable junto con otros circuitos, por lo cual considero un factor de agrupamiento igual a 0.82.

Factor de corrección por temperatura igual a 1 para 40°C.

Por lo tanto $I'_B = 37,07[A]$.

Utilizando el método "F" (Bandeja perforada) se selecciona un conductor unipolar de Cu tipo Payton superflex 1[kV] de 10[mm²] con vaina de PVC.

$$I_{Adm} = 64[A]$$

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

$$37,07 A < I_N < 64 A$$

Del catálogo de Merlin Gerin se seleccionó el siguiente interruptor:

- Modelo: C60N tetrapolar.
- $I_N=40 [A]$.
- $I_r=6 [kA]$.
- Curva C.
- Clase 3.

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

Se debe verificar la condición indicada en la ecuación n°3.

Para interruptores automáticos conforme IEC 60898:

$$I_2 = 1,45 * I_n = 1,45 * 40 [A] = 58 [A].$$

Por lo tanto,

$$58 \leq 1,45 * 64 [A] = 92,8 [A].$$

Verifica.

- 5) Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I_k'' .

Utilizando la ecuación n°4, se obtiene que la corriente de cortocircuito en el tablero general es $I_k'' = 5878 [A]$

$$5878 [A] \leq 6000 [A]$$

Por lo tanto la corriente máxima de cortocircuito es menor que la capacidad de ruptura del interruptor seleccionado.

- 6) Verificación por máxima exigencia térmica.

Se debe verificar la relación de la ecuación n°5.

De la tabla 771.19.II de la reglamentación de la AEA, obtenemos que para conductores de cobre con vaina de PVC y $s \leq 300mm^2$, $k=115$.

De las curvas proporcionadas por el fabricante se obtiene que para la protección seleccionada:

$$I^2 \cdot t = 350000 [A^2 \cdot s]$$

$$k^2 \cdot S^2 = 115^2 \cdot 10^2 = 1322500 > 350000$$

Verifica la relación.

- 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito I_{kmin} .

La corriente mínima de cortocircuito calculada en el extremo del circuito CS2 es:

$$I_{kmin} = 2590,3 [A]$$

Se debe verificar la ecuación n°6.

$$10 * 40[A] = 400[A] < 2590,3[A]$$

Verifica.

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

Teniendo en cuenta que los circuitos calculados serán una ampliación de la instalación ya existe, para obtener una caída de tensión aceptable en los circuitos terminales, se estimó que la caída de tensión admitida en el CP será del 0.7%.

Se utilizó la ecuación n°7, donde:

$$k = \sqrt{3}.$$

$$I = 30,4 \text{ [A]}.$$

$$L = 0,026 \text{ [km]}.$$

$$R_{70^{\circ}\text{C}} = 2,189 \text{ [ohm/km]}.$$

$$X = 0,088 \text{ [ohm/km]}.$$

$$\cos \varphi = 0,85.$$

$$\sin \varphi = 0,53.$$

Remplazando en la ecuación, se obtiene que la caída es $\Delta U = 2.61 \text{ [V]}$, que expresado porcentualmente es el 0.68%, cumpliendo con la condición establecida.

Cálculo del circuito terminal (IUG 2.2):

Circuito terminal que parte del tablero seccional 2.

1) Determinación de la corriente de proyecto I_B .

La potencia total estimada es de 300[V.A].

Utilizando la ecuación n°1 obtenemos:

$$I_B = 1,36 \text{ [A]}$$

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

Este circuito será tendido sobre una bandeja portacable junto con otros circuitos, por lo cual considero un factor de agrupamiento igual a 0.75.

Factor de corrección por temperatura igual a 1 para 40°C.

Por lo tanto $I'_B = 1,82 \text{ [A]}$.

Utilizando el método "F" (Bandeja perforada) se selecciona un conductor bipolar de Cu tipo Payton superflex 1[kV] de 2,5[mm²] con vaina de PVC.

$$I_{Adm} = 27 \text{ [A]}$$

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

$$1,66[A] < I_N < 27[A]$$

Del catálogo de Merlin Gerin se seleccionó el siguiente interruptor:

- Modelo: C60N bipolar.
- $I_N=16 [A]$.
- $I_r=6 [kA]$.
- Curva C.
- Clase 3.

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

Se debe verificar la condición indicada en la ecuación n°3.

Para interruptores automáticos conforme IEC 60898:

$$I_2 = 1,45 * I_n = 1,45 * 16 [A] = 23,2 [A].$$

Por lo tanto,

$$23,2 \leq 1,45 * 27 [A] = 39,15 [A].$$

Verifica.

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

Utilizando la ecuación n°4, se obtiene que la corriente de cortocircuito en el tablero general es $I_k'' = 5878 [A]$

$$5878 [A] \leq 6000 [A]$$

Por lo tanto la corriente máxima de cortocircuito es menor que la capacidad de ruptura del interruptor seleccionado.

6) Verificación por máxima exigencia térmica.

Se debe verificar la relación de la ecuación n°5.

De la tabla 771.19.II de la reglamentación de la AEA, obtenemos que para conductores de cobre con vaina de PVC y $s \leq 300mm^2$, $k=115$.

De las curvas proporcionadas por el fabricante se obtiene que para la protección seleccionada:

$$I^2 \cdot t = 42000 [A^2 \cdot s]$$

$$k^2 \cdot S^2 = 115^2 \cdot 2,5^2 = 82656,25 > 42000$$

Verifica la relación.

- 7) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito I_{kmin} .

La corriente mínima de cortocircuito calculada en el extremo del circuito CS2 es:

$$I_{kmin} = 1167,52 [A]$$

Se debe verificar la ecuación nº6.

$$10 * 16[A] = 160[A] < 1167,52[A]$$

Verifica.

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

Teniendo en cuenta que los circuitos calculados serán una ampliación de la instalación ya existe, para obtener una caída de tensión aceptable en los circuitos terminales, se estimó que la caída de tensión admitida en el CP será del 0.7%.

Se utilizó la ecuación nº7, donde:

$$k = 2.$$

$$I = 1,36 [A].$$

$$L = 0,02 [km].$$

$$R_{70^\circ C} = 8,866 [\text{ohm/km}].$$

$$X = 0,099 [\text{ohm/km}].$$

$$\cos \varphi = 0,85.$$

$$\sin \varphi = 0,53.$$

Remplazando en la ecuación, se obtiene que la caída es $\Delta U = 0,41 [V]$, que expresado porcentualmente es el 0,18%, cumpliendo con la condición establecida.

Dimensionado de bandejas portacables:

Las dimensiones de las bandejas se calcularon de manera que el ancho sea mayor que la sumatoria de los diámetros de los cables que esta conduce.

$$\sum \phi_{cond} + 20\% < \text{Ancho de bandeja}$$

En la siguiente tabla se detalla el cálculo de cada tramo de bandeja, definidos según plano n° 3.

Tramo	Conductor	Diámetro [mm]	Ancho mínimo [mm]	Ancho bandeja [mm]
1-2	1x(3x25/16) [mm ²]	27.3	45.96	100
	1x(1x16) [mm ²]	11		
2-3	1x(2x2.5) [mm ²]	11	106.8	150
	1x(2x6) [mm ²]	14		
	1x(2x4) [mm ²]	13		
	1x(2x2.5) [mm ²]	11		
	4x(1x10) [mm ²]	10		
2-4	4x(1x10) [mm ²]	10	74.4	150
	1x(2x2.5) [mm ²]	11		
	1x(2x2.5) [mm ²]	11		

Tabla n°28: Dimensiones bandeja portacable.

Cálculo de iluminación:

Ecuaciones utilizadas:

$$1) N = \frac{1,25 * E_m * A}{\phi_L * \eta_B}$$

Dónde:

N: Cantidad de lámparas necesarias.

1,25: Factor con el cual se incrementa la iluminancia media E_m en servicio, para obtener su valor al estado inicial.

E_m : Iluminancia media.

A: Superficie útil [m²].

ϕ_L : Flujo luminoso de una lámpara.

η_B : Rendimiento de la iluminación.

$$2) k = \frac{axb}{hx(a+b)}$$

Dónde:

k: Índice del local.

a: Ancho del local [m].

b: Largo del local [m].

h: Altura de la luminaria sobre el plano de trabajo.

Procedimiento:

A continuación se detalla el cálculo de iluminación para uno de los locales tratados, los cuales están definidos según se muestra en el plano n° 6. Los demás sectores fueron calculados con el mismo procedimiento.

Local n°3

La tarea que se lleva a cabo en el local es el llenado de moldes y posterior desmolde.

Dimensiones:

- Ancho (a)=7,64[m].
- Largo (b)= 10,92[m].
- Altura de montaje= 3[m].
- Altura de plano de trabajo= 0.85[m].
- h= 2,15[m].

Para comenzar con el cálculo, se obtiene el nivel mínimo de iluminación requerido, este dato se extrae de la siguiente tabla cuyos valores fueron establecidos en la Ley 19587 - Decreto 351/79 de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

**Intensidad mínima de iluminación
(Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)**

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
METALURGICA	
Fundiciones:	
Deposito de barras y lingotes	100
Arena:	
Transporte, tamizado y mezcla, manipulación automática:	
Transportadoras, elevadores, trituradores y tamices	100
Fabricación de noyos:	
Fino	300
Grueso	200
Deposito de placas modelos	100
Zona de pesado de cargas	100
Taller de moldeo:	
Iluminación general.	250
Iluminación localizada en moldes	500
Llenado de moldes	200
Desmolde	100

Tabla n°29: Valores de iluminancia mínima.

Para la tarea mencionada anteriormente, el nivel de iluminación mínimo es de 200[lux].

Luego se selecciona el tipo de luminaria a utilizar, en este caso se optó por lámparas fluorescentes debido a que el montaje será a baja altura. Se seleccionó el modelo TCW216 con lámpara de 80[W], $\Phi_L = 6550[lm]$.

En función de las dimensiones del local y utilizando la ecuación n°2, se obtuvo el índice del local

$$k = 2,09$$

De la siguiente tabla se obtiene el índice de reflexión para techo, paredes y piso en función de su color o material.

Color	Factor de reflexión	Material	Factor de reflexión
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris claro	0,40-0,50	Hormigón claro	0,30-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca clara	0,30-0,40
Crema, amarillo claro	0,50-0,75	Arenisca oscura	0,15-0,25
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20	Ladrillo oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Mármol blanco	0,60-0,70
Rojo claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo oscuro	0,10-0,20	Madera clara	0,30-0,50
Verde claro	0,45-0,65	Madera oscura	0,10-0,25
Verde oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul claro	0,40-0,55	Aluminio mate	0,55-0,60
Azul oscuro	0,05-0,15	Aluminio anodizado y abrigantado	0,80-0,85
		Acero pulido	0,55-0,65

Como las tareas de moldeo y fundición generan muchos residuos volátiles, las superficies del edificio se encuentran oscurecidas, razón por la cual los índices de reflexión (η) son muy bajos.

- η_{techo} : 0,10.
- $\eta_{paredes}$: 0,30.
- η_{piso} : 0,20.

Teniendo en cuenta el índice de local y los índices de reflexión anteriores, se ingresó en la siguiente tabla y se obtuvo el coeficiente de utilización o rendimiento de la iluminación.

Luminaire : TCW216 1xTL5-80W HFP
Total Lamp Flux : 6550 lm
Light Output Ratio : 0,95
System Flux : 6222 lm
System Power : 88 W
LxBxD : 1.60x0.10x0.09 m
Ballast : HF Performer



Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80		0.70		0.50		0.30		0.00		
	0.80	0.50	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	
0.60	0.39	0.37	0.38	0.37	0.36	0.29	0.28	0.23	0.27	0.22	0.20
0.80	0.48	0.45	0.47	0.45	0.44	0.36	0.35	0.30	0.34	0.29	0.26
1.00	0.56	0.52	0.54	0.52	0.51	0.43	0.41	0.36	0.39	0.35	0.31
1.25	0.64	0.58	0.61	0.59	0.57	0.49	0.47	0.42	0.45	0.40	0.37
1.50	0.70	0.63	0.67	0.64	0.61	0.54	0.52	0.47	0.50	0.45	0.41
2.00	0.79	0.70	0.75	0.72	0.68	0.62	0.59	0.54	0.57	0.52	0.48
2.50	0.85	0.75	0.81	0.77	0.73	0.67	0.64	0.60	0.61	0.58	0.53
3.00	0.90	0.78	0.86	0.81	0.76	0.71	0.68	0.64	0.65	0.62	0.57
4.00	0.96	0.83	0.92	0.86	0.81	0.76	0.73	0.69	0.70	0.67	0.62
5.00	1.00	0.86	0.95	0.89	0.84	0.80	0.76	0.73	0.73	0.70	0.65

Obtenemos que $\eta_B = 0,57$.

Finalmente, en función de todos los datos obtenidos, y aplicando la ecuación n°1, se calculó el número de lámparas necesarias:

$$N = 5,58.$$

Por lo tanto, se instalarán 6 luminarias en el local, la disposición de las mismas se detalla en el plano n° 6.

En la siguiente tabla se resumen los cálculos realizados para cada sector:

Local		1	2	3	4	5
Dimensiones	Ancho(a) [m]	4.18	10.92	7.64	3.6	4.8
	Largo(b) [m]	7.03	19.56	10.92	8.8	8.8
	Altura montaje[m]	3	3	3	3	3
Altura plano de trabajo [m]		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Altura(h) [m]		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Índice del local		1.22	3.26	2.09	1.19	1.44
Índices de reflexión	η techo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	η paredes	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
	η piso	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Rend. Iluminación		0.39	0.70	0.57	0.39	0.45
Iluminancia mínima [lux]		100	100	200	100	100
Luminaria		Philips TCW 216				
Lámpara		TL5 80w				
Flujo luminoso [lm]		6550	6550	6550	6550	6550
Cantidad de luminarias		1.44	5.82	5.59	1.55	1.79
Cant. Luminarias a colocar		2	6	6	2	2

Tabla n°30: Cálculo de iluminación.

En el caso del local n°2, el cual está destinado a la fabricación de noyos, el nivel mínimo de iluminancia debería ser de 200 [lux], como en este caso las maquinas utilizadas cuentan con iluminación localizada, se tomó un valor de iluminación general igual a 100 [lux].

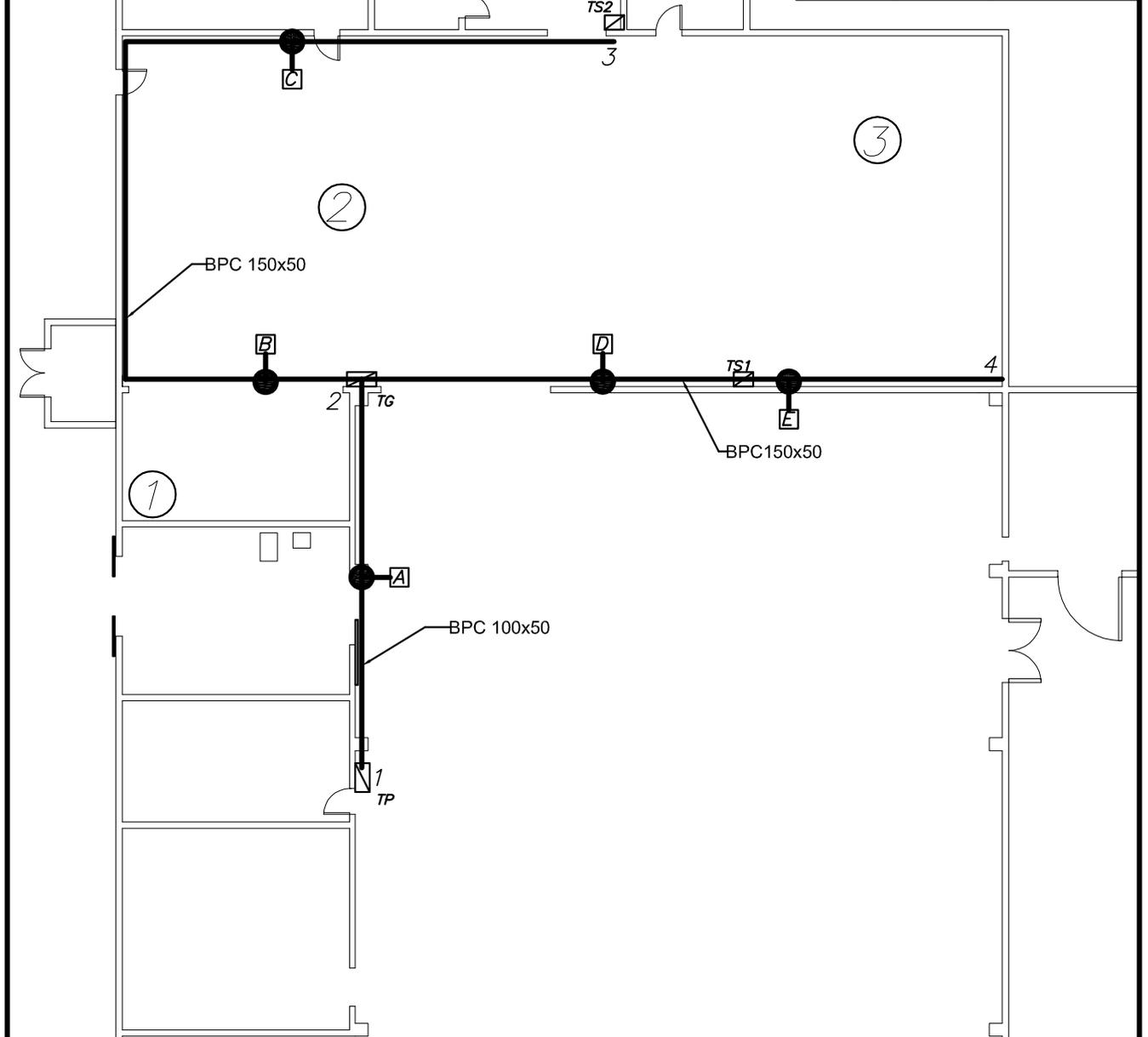
Los valores obtenidos fueron verificados mediante el software DIALux, los resultados del mismo se pueden observar en el anexo 1.

Bibliografía:

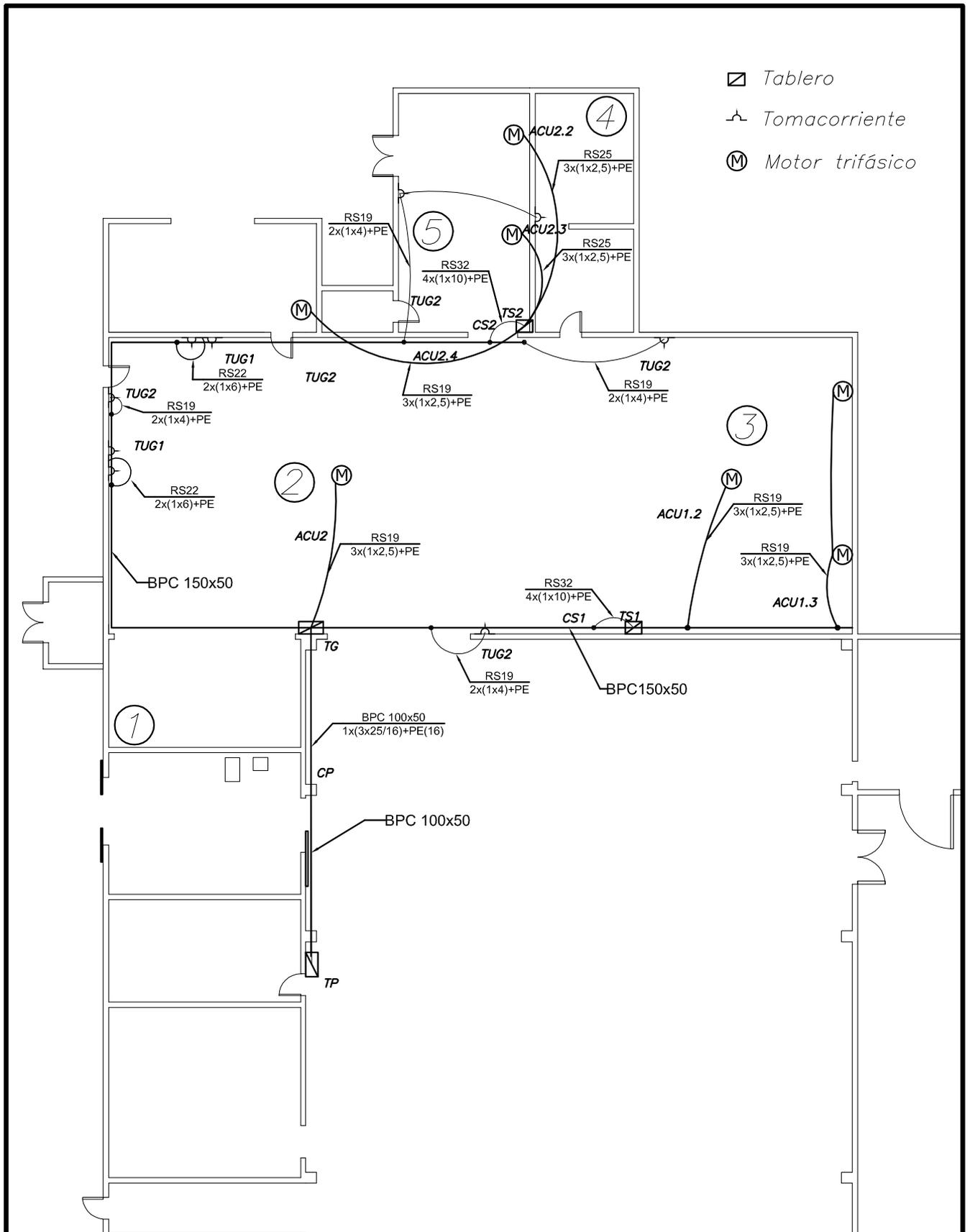
- Asociación Argentina de Luminotecnia (A.A.D.L.). (s.f.). Manual de Luminotecnia- Tomo II. Buenos Aires: Asociación Argentina de Luminotecnia.
- Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. A. E. A. 90364-7-771. Buenos Aires: Asociación Electrotécnica Argentina.
- Ente Nacional Regulador de Gas. Disposiciones y normas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas dispuestas por ENARGAS. Buenos Aires: ENARGAS.
NAG148 (1992)
NAG201 (1985)
- Higiene y Seguridad en el Trabajo. Ley N° 19587. (1972). Decreto N° 351/79. (1979). República Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Normas IRAM. Buenos Aires: IRAM.
IRAM-AADL J 2006. (1972). Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.
- Llobera. R. R. (1982). Tratado General de Gas alta, media, baja presión. Buenos Aires: Alsina.
- Prysmian Energía, Cables y Sistemas de Argentina S.A. (2008). Cables y accesorios para baja tensión. Buenos Aires: Prysmian Group.
- Quadri, Nestor. (1994). Instalaciones de gas. Buenos Aires: Alsina.

ANEXO I

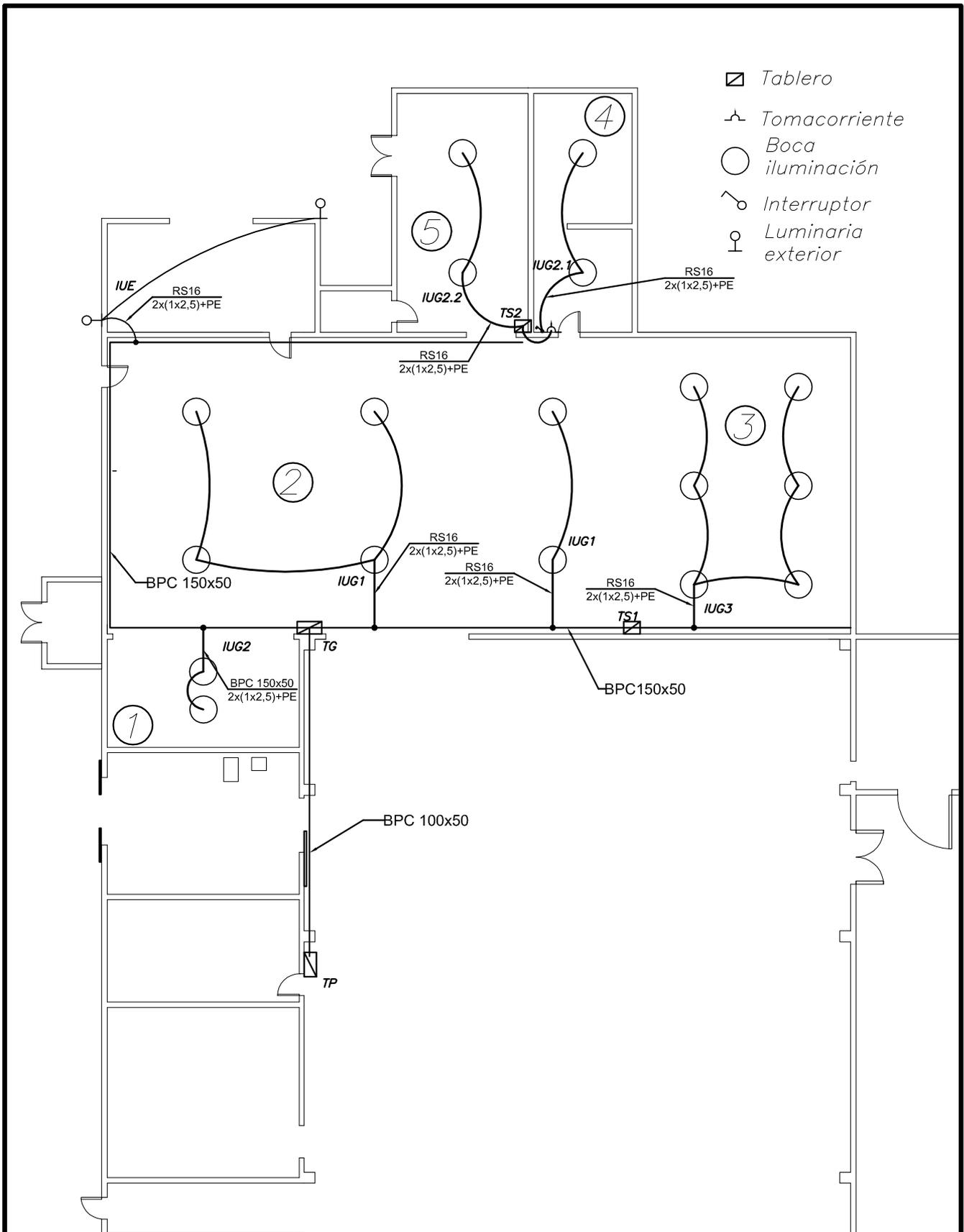
Referencia	Circuito	Conductor
A	CP	1x(3x25/16) [mm ²]
	PE	1x(1x16) [mm ²]
B	IUG2	1x(2x2.5) [mm ²]
	TUG1	1x(2x6) [mm ²]
	TUG2	1x(2x4) [mm ²]
	IUE	1x(2x2.5) [mm ²]
	CS2	4x(1x10) [mm ²]
C	CS2	4x(1x10) [mm ²]
	TUG2	1x(2x4) [mm ²]
D	CS1	4x(1x10) [mm ²]
	IUG1	1x(2x2.5) [mm ²]
	IUG3	1x(2x2.5) [mm ²]
E	IUG3	1x(2x2.5) [mm ²]
	ACU1.2	1x(3x2.5) [mm ²]
	ACU1.3	1x(3x2.5) [mm ²]



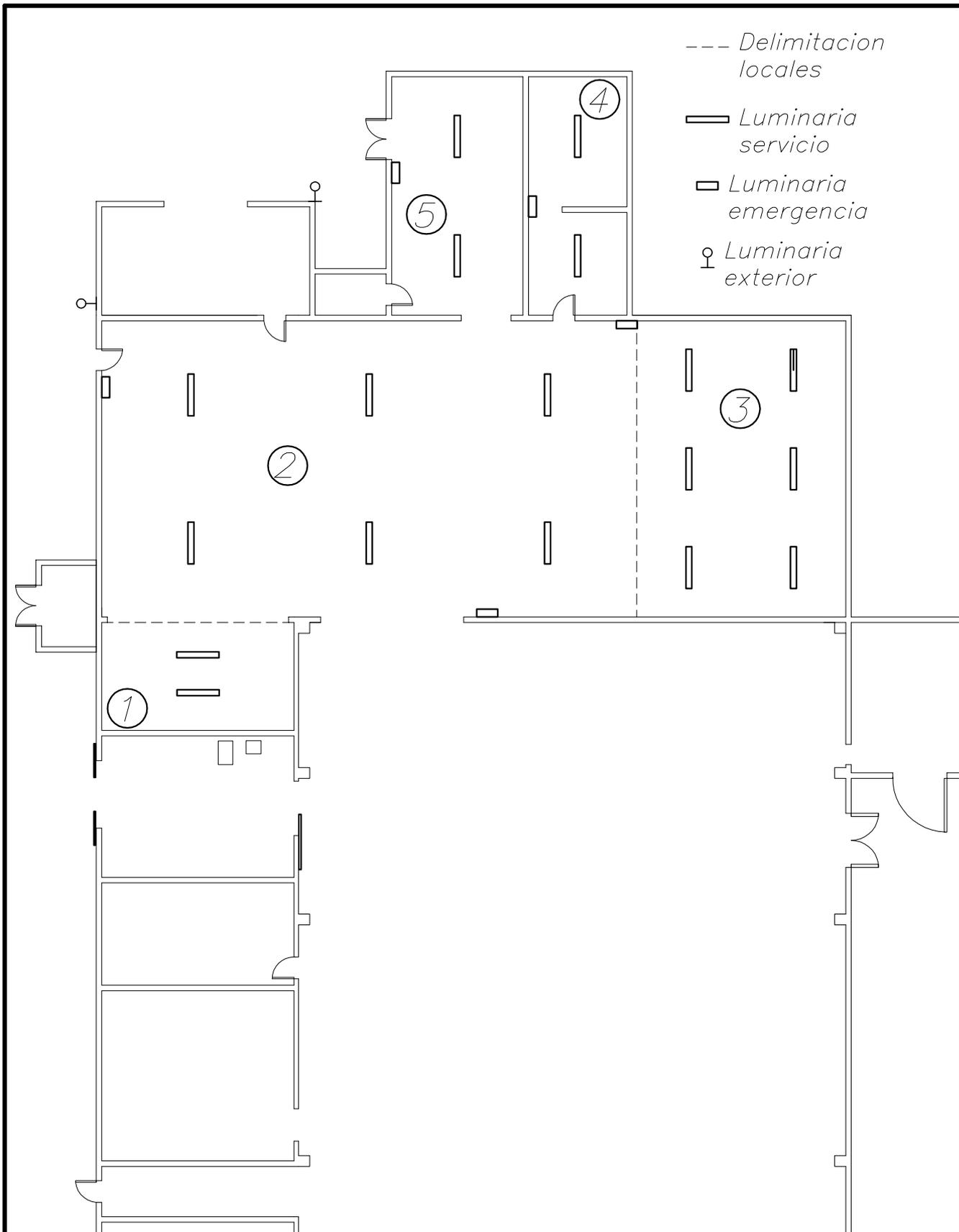
<p><i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i></p>		<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA</p>		
<p>EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i></p>		<p>DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i></p>		
<p>PLANO DE: BANDEJAS PORTACABLE</p>		<p>FECHA</p>		
<p>ESCALA: 1:200</p>		<p>TOLERANCIAS:</p>		<p>PLANO N° 3</p>
<p>RUGOSIDAD:</p>		<p>ANEXO</p>		<p>/</p>



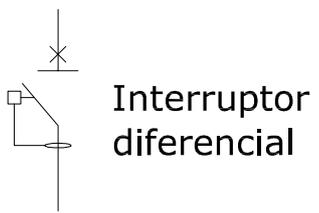
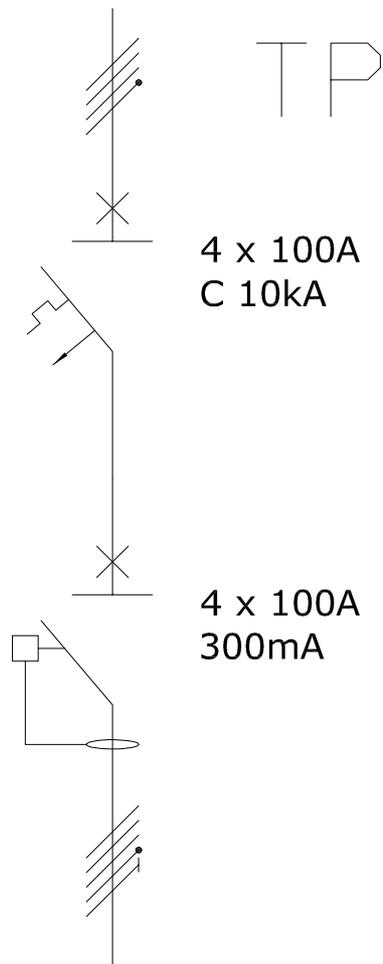
<p><i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i></p>		<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA</p>		
<p>EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i></p>		<p>DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i></p>		
<p>PLANO DE: Circuitos seccionales-ACU-TUG-TUE</p>		<p>FECHA</p>		
<p>ESCALA: 1:200</p>		<p>TOLERANCIAS:</p>		<p>PLANO N° 4</p>
<p>RUGOSIDAD:</p>		<p>ANEXO</p>		<p>/</p>



<p><i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i></p>		<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA</p>		
<p>EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i></p>		<p>DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i></p>		
<p>PLANO DE:</p>		<p>FECHA</p>		
<p>Circuitos IUG-IUE</p>		<p>PLANO N°</p>		<p>5</p>
<p>ESCALA: 1:200</p>	<p>RUGOSIDAD:</p>	<p>TOLERANCIAS:</p>	<p>ANEXO</p>	<p>/</p>



<p><i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i></p>		<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA</p>			
<p>EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i></p>		<p>DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i></p>			
<p>PLANO DE:</p>		<p>FECHA</p>			
<p><i>Locales y distribución de luminarias</i></p>		<p>PLANO N°</p>		<p>6</p>	
<p>ESCALA:</p>	<p>1:200</p>	<p>RUGOSIDAD:</p>	<p>TOLERANCIAS:</p>	<p>ANEXO</p>	<p>/</p>



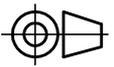
<i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA		
EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i>		DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i>		
	PLANO DE: ESQUEMA UNIFILAR TP		FECHA	
ESCALA: S/E	RUGOSIDAD:	TOLERANCIAS:	ANEXO	7
			ANEXO	/

ESCALA: S/E

RUGOSIDAD:

TOLERANCIAS:

ANEXO



ESQUEMA UNIFILAR TG

PLANO No

PLANO DE:

FECHA

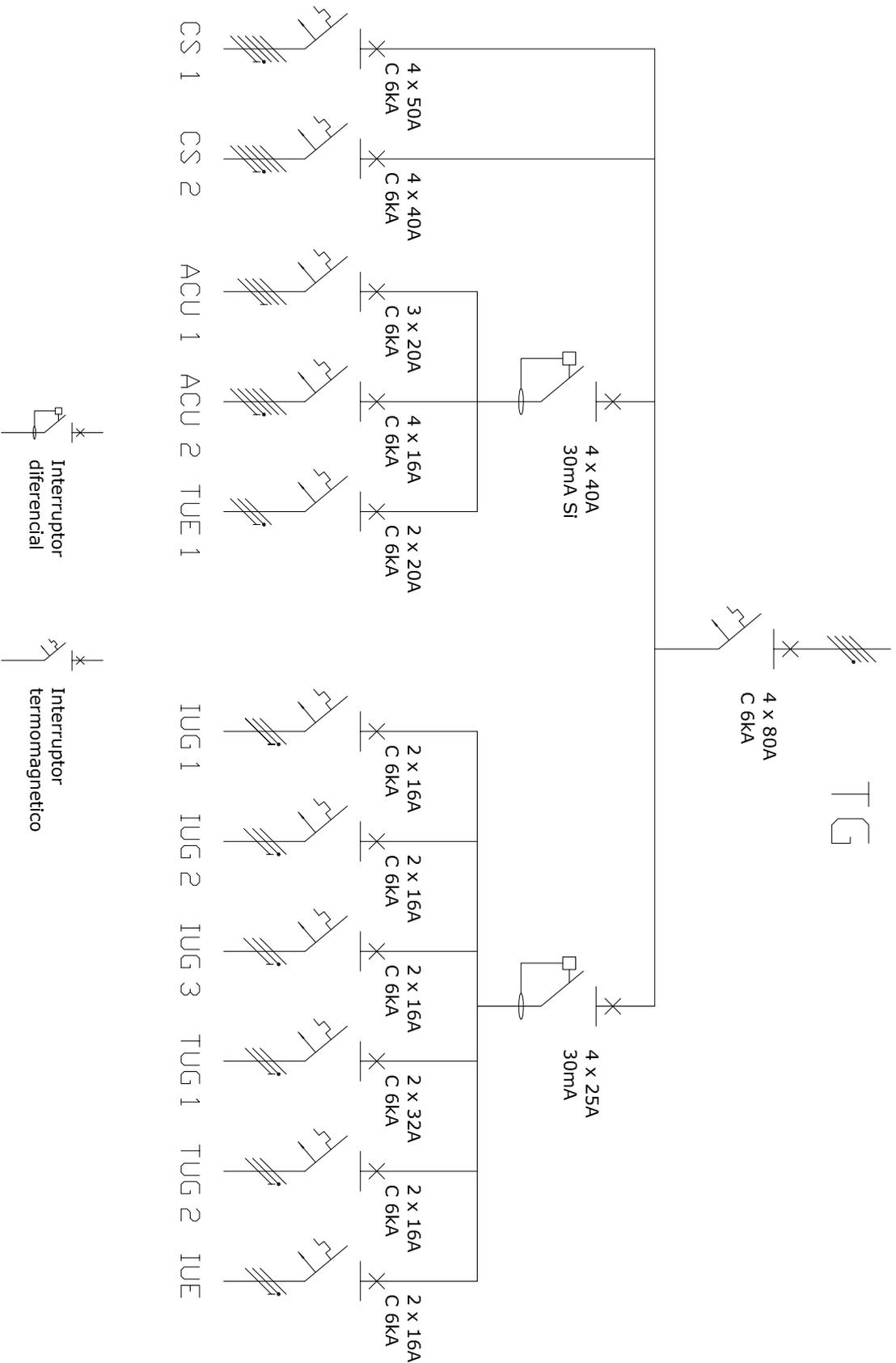
EMPRESA: Ascheri y Cia.

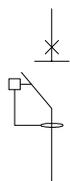
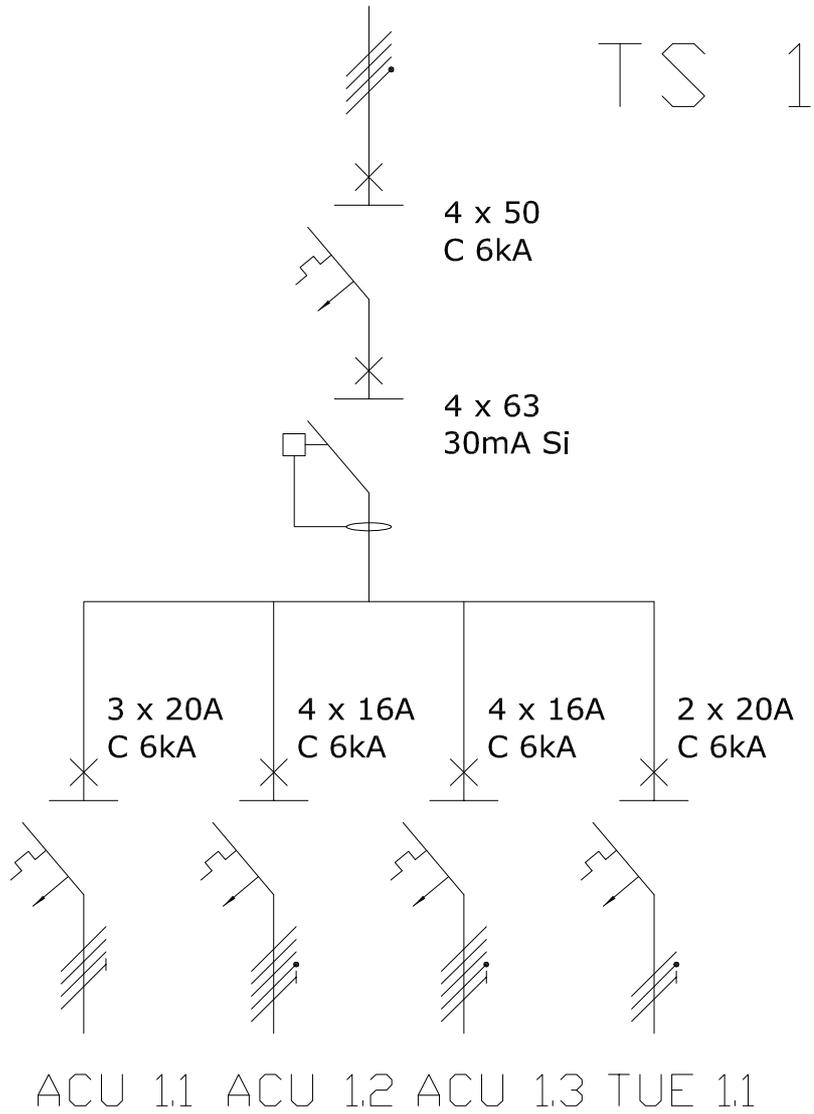
DIBUJO: Agaccio Matias



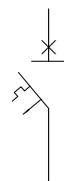
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam
FACULTAD DE INGENIERIA

Práctica Profesional Supervisada
"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"



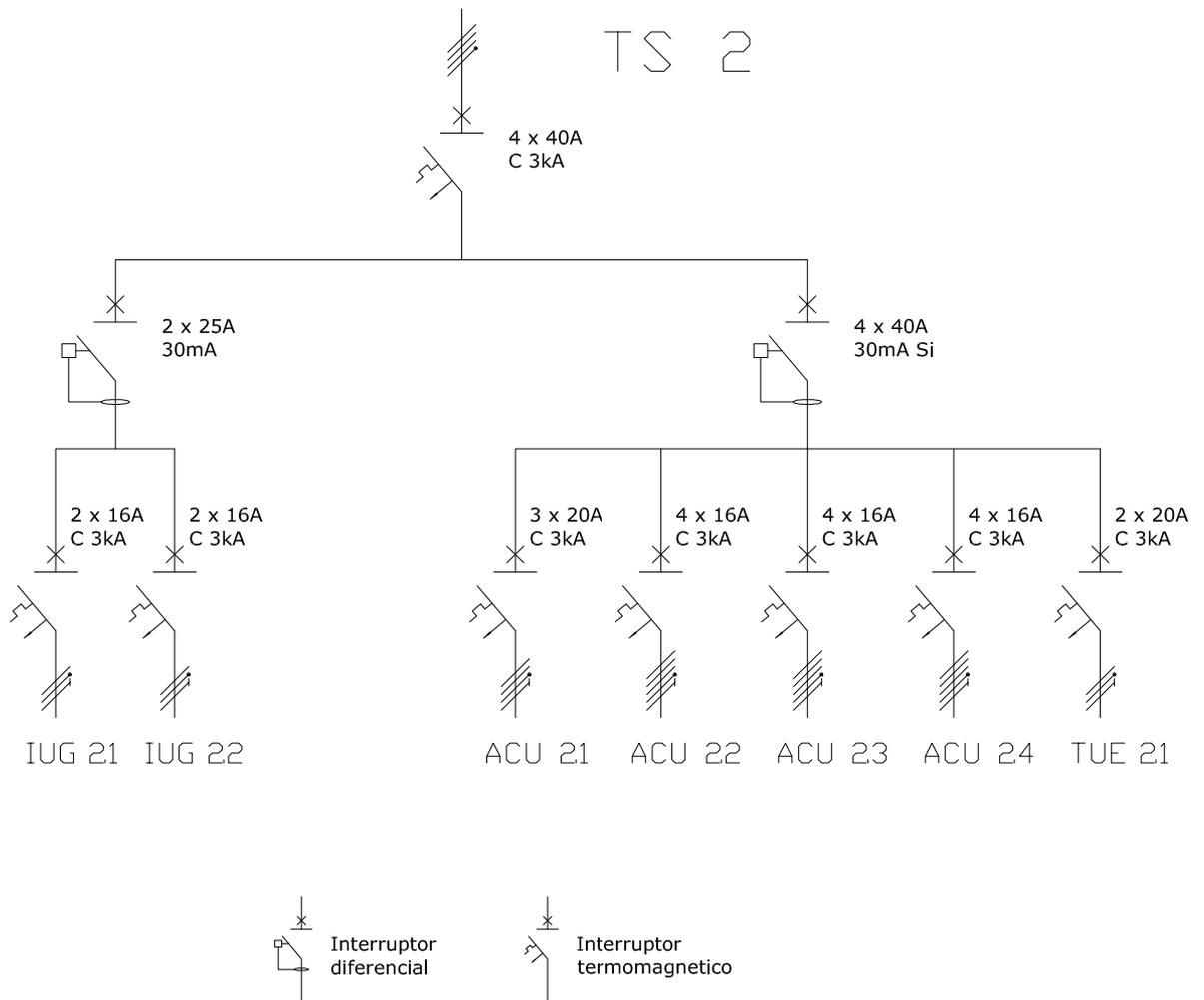


Interrupor
diferencial



Interrupor
termomagnético

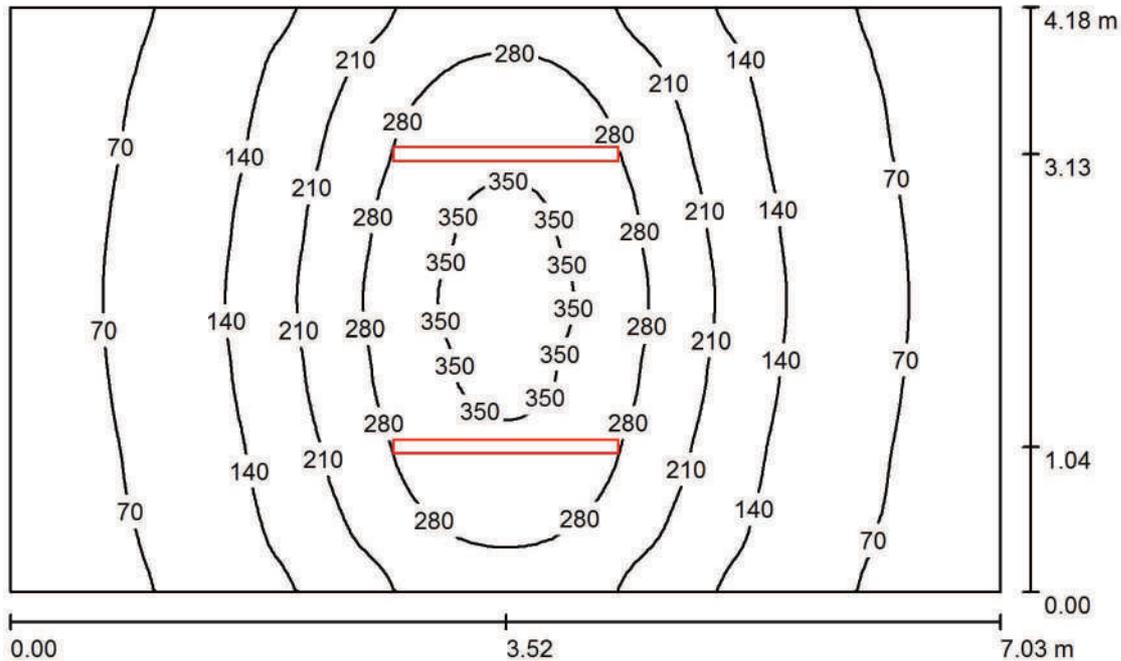
<i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA		
EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i>		DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i>		 <small>FACULTAD DE INGENIERÍA</small>
PLANO DE: ESQUEMA UNIFILAR TS1		FECHA:		
ESCALA: S/E		TOLERANCIAS:		9
RUGOSIDAD:		ANEXO		/



<i>Práctica Profesional Supervisada</i> <i>"Cálculo y diseño de instalación eléctrica y de gas en planta industrial"</i>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA-UNLPam FACULTAD DE INGENIERÍA		
EMPRESA: <i>Ascheri y Cia.</i>		DIBUJÓ: <i>Agaccio Matias</i>		 FACULTAD DE INGENIERÍA
PLANO DE: <h2 style="text-align: center;">ESQUEMA UNFILAR TS2</h2>		FECHA:		
ESCALA: S/E		PLANO N°		10
RUGOSIDAD:		TOLERANCIAS:		/
ANEXO				

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 1 / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	170	41	374	0.244
Suelo	20	135	52	239	0.388
Techo	10	30	17	45	0.582
Paredes (4)	30	95	19	585	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 25
Pared inferior 22
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

25 21
22 20

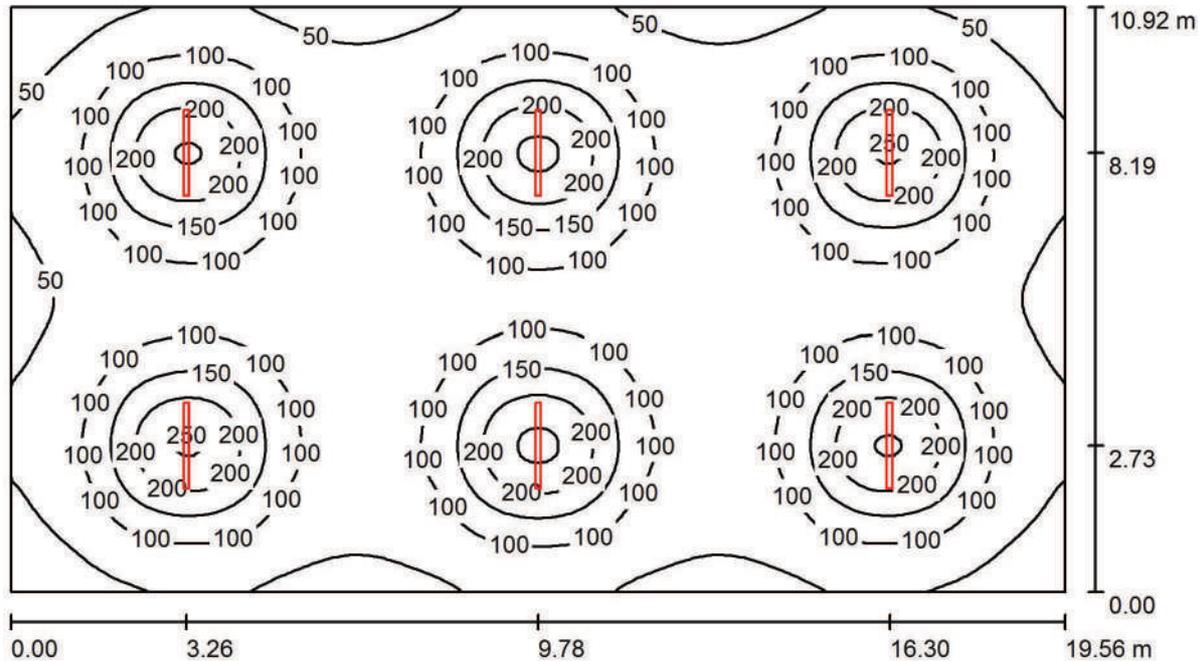
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL5-80W HFP (1.000)	6222	6550	88.0
			Total: 12445	Total: 13100	176.0

Valor de eficiencia energética: $5.99 \text{ W/m}^2 = 3.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.39 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 2 / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:141

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	102	29	259	0.280
Suelo	20	92	36	155	0.398
Techo	10	23	16	29	0.698
Paredes (4)	30	57	18	97	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 30
Pared inferior 28
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

30 24
28 24

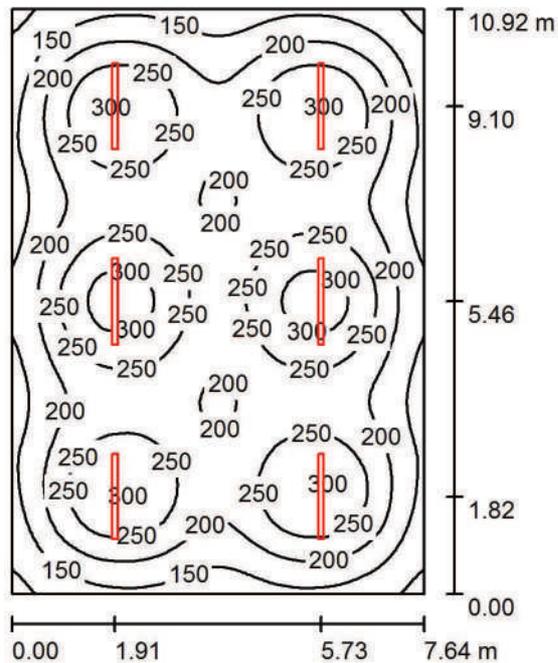
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TCW216 1xTL5-80W HFP (1.000)	6222	6550	88.0
			Total: 37335	Total: 39300	528.0

Valor de eficiencia energética: $2.47 \text{ W/m}^2 = 2.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 213.60 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 3 / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:141

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	218	87	322	0.398
Suelo	20	185	99	232	0.535
Techo	10	44	32	54	0.727
Paredes (4)	30	135	33	261	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 26
Pared inferior 28
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

26 23
28 22

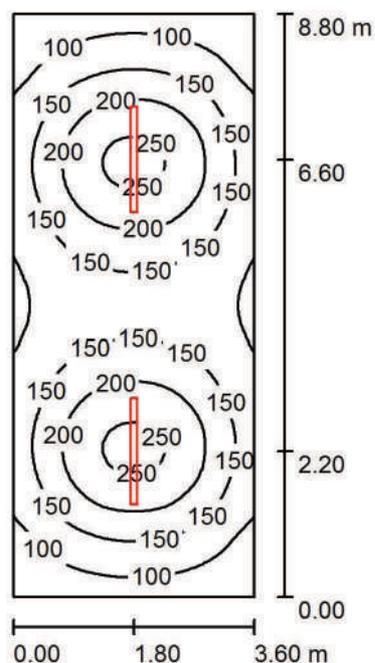
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TCW216 1xTL5-80W HFP (1.000)	6222	6550	88.0
			Total: 37335	Total: 39300	528.0

Valor de eficiencia energética: $6.33 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 83.43 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 4 / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:114

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	155	56	263	0.363
Suelo	20	120	66	157	0.550
Techo	10	25	17	31	0.658
Paredes (4)	30	89	15	223	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 22
Pared inferior 26
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi- Tran al eje de luminaria

22 20
26 21

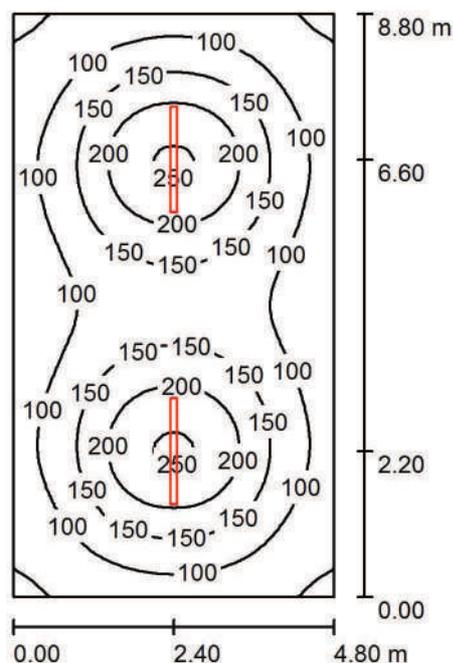
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL5-80W HFP (1.000)	6222	6550	88.0
			Total: 12445	Total: 13100	176.0

Valor de eficiencia energética: $5.56 \text{ W/m}^2 = 3.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.68 m^2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Local 5 / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:114

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	131	42	256	0.323
Suelo	20	106	51	151	0.484
Techo	10	22	16	26	0.711
Paredes (4)	30	72	14	139	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 25
Pared inferior 26
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

25
26

Tran

22
21

al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCW216 1xTL5-80W HFP (1.000)	6222	6550	88.0
			Total: 12445	Total: 13100	176.0

Valor de eficiencia energética: $4.17 \text{ W/m}^2 = 3.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 42.24 m^2)