

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA



Actividad curricular: Práctica Profesional Supervisada

Diseño Industrial en Planta

Autor: Benvenuto, Cristian Daniel DNI: 34.534.408 Legajo: 3703

Grado académico alcanzado: Ingeniero Electromecánico.

Tutores:

- Ing. Rividdi, Juan Pedro (BhasSA).
- Ing. Mandrile, Daniel (Facultad de Ingeniería-UNLPam)

Ciudad: General Pico, La Pampa.

Año: 2020.

Fecha de aprobación: 4/7/2020.

Jurado:

- Ing. Nicolás Ariel SCHPETTER, Facultad de Ingeniería-UNLPam.
- Ing. Néstor Daniel GARCÍA, Facultad de Ingeniería-UNLPam.
- Ing. Ariel Matías CASTELLINO, Facultad de Ingeniería-UNLPam.

Resumen en español

El proyecto **Diseño Industrial en Planta**, se ha diseñado conforme a la Resolución Nº 158/16 como Practica Profesional Supervisada (P.P.S) de la carrera Ingeniería Electromecánica (Plan 2004). Dicha actividad se desarrolló en la empresa BHASSA – Concesionario Oficial Toyota – situada en ruta Nº 5 km 445, Trenque Lauquen, Buenos Aires.

Esta propuesta se realizó en el marco de la inauguración de un nuevo Concesionario Toyota, centrándonos en el servicio de Posventa que brinda BhasSA, donde se necesitó idear una ingeniería básica que permita la distribución de aire comprimido para el abastecimiento del taller, y la distribución de la red eléctrica para la operación diaria del concesionario.

Su desarrollo, me permitió adquirir conocimientos teóricos y prácticos para desenvolverme a futuro en el ámbito laboral. Pude obtener conclusiones y atravesar dificultades a lo largo de la misma, las cuales me dotaron de conceptos y experiencias.

Pude labrar el diseño buscado, interactuando entre las necesidades y los costos a invertir, tratando de hacer de éste un proyecto eficiente, con el mayor índice posible de instrumentos e instalaciones, pero con el menor empleo de recursos.

Palabras claves: diseño industrial, aire comprimido, red eléctrica.

Abstract in English

The **Plant Industrial Design** project has been designed in accordance with Resolution No. 158/16 as a Supervised Professional Practice (P.P.S) of the Electromechanical Engineering career (Plan 2004). This activity was carried out in the company BHASSA - Official Toyota Concessionaire - located on route No. 5 km 445, Trenque Lauquen, Buenos Aires.

This proposal was made within the framework of the inauguration of a new Toyota Dealer, focusing on the After-Sales service provided by BhasSA, where it was necessary to devise a basic engineering that allows the distribution of compressed air for the supply of the workshop, and the distribution of the electricity grid for the daily operation of the concessionaire.

Its development allowed me to acquire theoretical and practical knowledge to develop in the future in the workplace. I was able to obtain conclusions and go through difficulties throughout it, which gave me concepts and experiences.

I was able to work out the desired design, interacting between the needs and the costs to be invested, trying to make this an efficient project, with the highest possible index of instruments and facilities, but with the least use of resources.

Key words: industrial design, compressed air, electrical network.



Práctica Profesional Supervisada

Diseño Industrial en Planta

2019-2020

Carrera: Ingeniería Electromecánica (Plan 2004).

Alumno: Benvenuto, Cristian Daniel.

DNI: 34.534.408 Legajo: 3703

Tutores:

- Ing. Rividdi, Juan Pedro (BhasSA).
- Ing. Mandrile, Daniel (Facultad de Ingeniería)

INDICE

INFORME DE AIRE COMPRIMIDO.....	4
Memoria descriptiva.....	4
Puntos de Consumo.....	5
Memoria técnica.....	7
Selección de Compresor y tanque pulmón.....	9
Selección de Secador de aire, unidad FRL y Eco Drain.....	10
Memoria de cálculo.....	12
Cálculo de consumos.....	12
Cálculo y selección del compresor.....	13
Cálculo y selección del tanque pulmón.....	13
Cálculo de condensado en el tanque pulmón.....	16
Cálculo de FRL.....	17
Cálculo de Cañerías.....	17
Verificación por ASME.....	22
Verificación de velocidades.....	23
Análisis de costos.....	24
INFORME ELÉCTRICO.....	25
Memoria descriptiva.....	25
Memoria técnica.....	27
Proyectos.....	27
Identificación de conductores.....	27
Selección de conductores.....	28
Selección de tableros.....	29
Selección de caños y bandejas.....	32
Tablas Nro. de bocas.....	32

Tablas potencias.....	33
Memoria de Cálculos.....	36
Proyectos y superficies.....	36
Verificación de grados de electrificación.....	37
Cálculo de potencia.....	39
Cálculo sección de conductores y protecciones.....	40
Cálculos de caños y bandejas.....	48
Análisis de costos Tablero Seccional Gral.....	50
Conclusión.....	51
ANEXO I	
ANEXO II	

INFORME DE AIRE COMPRIMIDO

Memoria Descriptiva

En el presente proyecto, se procedió al diseño y cálculo de aire comprimido, para el suministro de máquinas y herramientas. El suministro de aire comprimido a cada una de las máquinas/herramientas se hará por medio de un compresor a tornillo.

Para dicha tarea se tuvo en consideración que la caída de presión no debe superar el 3% de la presión de distribución, y el límite de mayor presión utilizado, fue dado por las máquinas de mayor consumo, siendo éste de 7 kg/cm^2 .

Respecto a la distribución, se seleccionó el sistema abierto/ramificado con caños normalizados, considerando que es una instalación de bajo consumo.

Se intentó diseñar la distribución de cañerías con tramos mayormente rectos, y sin cambios bruscos, para no incrementar la pérdida de carga al sistema. Se tuvo en cuenta la Estética, ya que la operación se realiza frecuentemente bajo la observación de clientes mediante un vidrio.

Además, se consideró una futura ampliación para alineación, balanceo y reemplazo de neumáticos.

Por tratarse de un taller bajo la filosofía Toyota, fue importante al momento del diseño, el concepto de *5S* (*clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina*). Cada técnico, tiene un tiempo de trabajo tabulado para que la operación resulte eficiente y productiva. Es importante la CLASIFICACIÓN para poder proveer del servicio de Aire comprimido al técnico, quitando las mudas y facilitando su cómoda utilización.

Dispondremos de una sala de servicios, donde se encontrará el compresor a tornillo, el tanque pulmón y un secador de aire. Esta sala, está dispuesta en uno de los extremos del edificio y con puerta de salida al exterior. Garantizamos así, la insonorización para los operarios y brindamos buena ventilación y flujo de aire para el óptimo funcionamiento del compresor.

El conducto principal, tiene un recorrido corto, desde la sala de servicios, hasta salir de ésta y montarse en la bandeja.

En lo que respecta al montaje de las cañerías secundarias será de forma aérea en bandejas empotradas a la pared, a 5 m de altura en la mayoría del trayecto. De éste modo, y al no estar considerando alturas muy grandes, resultará cómoda la inspección y el mantenimiento de las mismas.

Las cañerías secundarias de mayor extensión, tendrán una ligera inclinación del 0,3% en sentido al flujo de aire comprimido, y cada final de cañería dispondrá de una purga manual por las que se podrá liberar el condensado que se genere. De ésta forma, evitaremos acumulación

de condensado en cañerías, provocando con éste hecho, un punto clave en la eficiencia del sistema.

Cada cañería secundaria (cuatro), tendrá en su inicio, una válvula esférica para poder interrumpir de manera individual cualquiera de ellas, sin privar a las demás de estar en servicio.

En relación a las cañerías de servicio, las tomas serán desde la parte superior de las cañerías secundarias. Con esto, evitamos que nuestras máquinas y herramientas reciban el condensado generado en las cañerías de abastecimiento, lo cual pueda generar roturas prematuras o mal funcionamiento.

Todas las cañerías de servicio, tendrán en su extremo inferior, válvulas de purga de condensado. Por lo que la toma de servicio para máquinas y herramientas, se produce centímetros antes, de manera lateral.

Cada bajada de servicio, tendrá una toma con unidad FRL para máquinas y herramientas, aunque también dispondremos de la opción de acople rápido sin ninguna regulación ni tratamiento, suficiente para sopladores convencionales.

La unidad FRL, tiene la tarea de filtrar partículas contenidas en el aire, regulando la presión según se requiera, y lubricando el aire para reducir el desgaste en piezas móviles.

Específicamente hablando de las cañerías, se considera utilizar roscas para uniones. Además, en relación a la presión de trabajo, se seleccionó el tipo de caño, ASTM A53 Grado A.

Se verificaron las velocidades, tanto en la cañería principal, no superando los 8 m/s, luego para la secundaria, ubicándose entre 10-15 m/s, y finalmente la de servicio cuya velocidad máxima se encuentra entre 15-20 m/s.

La ubicación del compresor, tanque pulmón, secador, máquinas, cañerías, accesorios y demás elementos que forman parte de la instalación de aire comprimido, se encuentran debidamente detallados y referenciados en el plano correspondiente.

Puntos de Consumo

Punto A: Atornilladores Reversibles Neumáticos

- Cantidad: 5
- Presión de trabajo: 7 kg/cm²
- Coef. de utilización: 0,3
- Consumo: 500 N l/min

Punto B: Bombas verticales p/aceite nuevo

- Cantidad: 6
- Presión de trabajo: 2 kg/cm²

- Coef. de utilización: 0,1
- Consumo: 50 N l/min

Punto C: Pistolas Sopladoras

- Cantidad: 8
- Presión de trabajo: 7 kg/cm²
- Coef. de utilización: 0,1
- Consumo: 250 N l/min

Punto D: Pistolas lubricadoras

- Cantidad: 5
- Presión de trabajo: 5 kg/cm²
- Coef. de utilización: 0,1
- Consumo: 100 N l/min

Punto E: Recolector neumático de aceite usado

- Cantidad: 5
- Presión de trabajo: 7 kg/cm²
- Coef. de utilización: 0,1
- Consumo: 100 N l/min

Se considera un 20% más de consumo por la futura ampliación que puede darse, en la que, el servicio de Posventa, brinde a los clientes una contención aun mayor con el soporte de reemplazo de neumáticos, rotación, alineación y balanceo.

Se deja una salida de cañería secundaria, con un tapón roscado permitiéndonos en el futuro poder conectar con facilidad la línea de consumo nueva.

Consideraremos además un 5% referido a posibles pérdidas.

Memoria Técnica

Conocemos los consumos de cada máquina herramienta, y las presiones máximas que me exigirá la instalación por lo que definimos caudal y presión de trabajo.

$$Q = 1,35 \text{ N.m}^3/\text{min}$$

$$P = 7 \text{ kg/cm}^2$$

A continuación definimos las cañerías seleccionadas.

Cañería	Tramo	Longitud[m]	Diámetro [pulg]	Schedule	Material
PRINCIPAL	1-2	14	1 1/4	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SECUNDARIA	2-3	25	1/2	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SECUNDARIA	2-F	31	1/2	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SECUNDARIA	2-4	27	3/4	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SECUNDARIA	2-5	162	1	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SERVICIO	A	5	1/2	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SERVICIO	B	5	3/8	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SERVICIO	C	5	1/4	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SERVICIO	D	5	1/4	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A
SERVICIO	E	5	1/4	40	Acero al carbono ASTM A.53 Grado A

Tabla Nro. 1

La instalación, más precisamente los tramos de cañerías descriptos en la Tabla Nro.1, llevan instalados accesorios, los cuales describimos en la tabla Nro.2 siguiente.

TRAMO	Tipo de Cañería	ACCESORIO	DIÁMETRO [pulg]	Cantidad	Material	Descripción
1-2	PRINCIPAL	valvula esférica	1 1/4	1	Bronce	Roscada- SERIE 150
		curva 90º	1 1/4	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1 1/4	4	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso recto	1 1/4	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
2-3	SECUNDARIA	valvula esférica	1/2	1	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1 1/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso recto	1/2	6	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1 1/4 a 1/2	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
2-F	SECUNDARIA	valvula esférica	1/2	1	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1 1/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso recto	1/2	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1 1/4 a 1/2	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
2-4	SECUNDARIA	valvula esférica	3/4	1	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1 1/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso recto	3/4	8	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1 1/4 a 3/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		codo a 90º	3/4	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
2-5	SECUNDARIA	valvula esférica	1	1	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1 1/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso recto	1	13	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1 1/4 a 1	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		codo a 90º	1	3	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1	3	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		codo a 45º	1	4	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
A	SERVICIO	valvula esférica	1/2	2	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1/2	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1 a 1/2	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		codo a 90º	1/2	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
B	SERVICIO	valvula esférica	3/8	1	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1/2	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1/2 a 3/8	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		codo a 90º	3/8	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
C, D Y E	SERVICIO	valvula esférica	1/4	2	Bronce	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		T paso a derivación	1/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		reducción	1 a 1/4	1	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150
		codo a 90º	1/4	2	ASTM A 105 Gr I y II	Roscada- SERIE 150

Tabla Nro.2

Selección del compresor

SM 16	
Sobrepresión de Servicio	7,5 bar
Flujo volum a inst. completa a sobrepresión	1,62 m3/min
Sobrepresión Max.de Servicio	8 bar
Potencia Nominal motor	9 kW
Dimensiones an x prof x alto [mm]	630-790-1100
Nivel de presión acústica	66 dB
Peso	240 kg



Selección del tanque Pulmón

Tanque Pulmón	
Presión máx. permitida	11 bar
Posición	Vertical
Altura	1540 mm
Peso	84kg



Selección Secador de Aire

Secador de Aire	
Modelo	KAESER TCH27



Selección de FRL

FRL	
Modelo	WURTH cod. 90699 101 12
Presión Máx.	9,8 bar
Elemento filtrante	5 µm



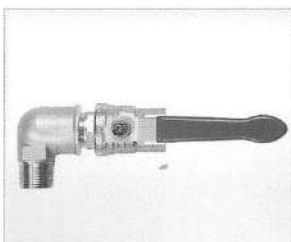
Selección de Eco Drain



**KAESER
COMPRESORES**

Sets completos de grifería

Kits de grifería adecuados para los tanques de almacenamiento KAESER. Conformados por: Llave de bola, válvula de seguridad, manómetro, llave de purga, juntas y piezas pequeñas.



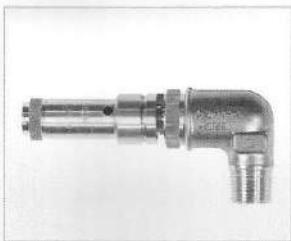
Llave de cierre



Brida de verificación



Manómetro



Válvula de seguridad

Sets completos ECO DRAIN

Purgadores de condensados controlados electrónicamente para mayor seguridad; disponibles como sets completos, con piezas de montaje y adaptados a su depósito de aire comprimido.



ECO DRAIN 30

Memoria de Cálculo

En 1er lugar, se procedió a verificar los criterios en cuanto a capacidad del compresor y consumo de las maquinarias, especificado en aire libre. No fue necesario convertir ningún valor, ya que teníamos todos los consumos en aire libre. De todas formas hacemos mención de la siguiente fórmula, la cual será necesaria posteriormente para obtener y verificar velocidades en cañerías.

$$Q = Q1 * \left(\frac{P + 1,033}{1,033} \right)$$

Q= litros de aire libre por minuto.

Q1= litros de aire comprimido por minuto.

P= presión de aire comprimido en Kg/cm².

Luego, en la tabla Nro.3 se detallan las máquinas/herramientas con sus consumos individuales y por grupo de éstos, como puntos de consumo, junto a las presiones de trabajo que demanda cada una. Además se detalla el coeficiente de utilización de cada máquina/herramienta. Por lo que reunimos dicha información en la siguiente tabla.

Puntos de Consumo	Máquina herramienta	Presión [Kg/cm ²]	Consumo por máq. [N l/min]	Cantidad	Coeficiente de Utilización	Consumo por Punto [N l/min]
A	Atornilladores Reversibles Neumáticos	7	500	5	0,3	750
B	Bombas verticales p/aceite nuevo	2	50	6	0,1	30
C	Pistolas Sopladoras	7	250	8	0,1	200
D	Pistolas lubricadoras	5	100	5	0,1	50
E	Recolector neumático de aceite usado	7	100	5	0,1	50
					Sub-total [N l/min]	1080
F	Ampliación (20%+)					216
G	Pérdidas (5%+)					54
					TOTAL [N l/min]	1350

Tabla Nro.3– puntos de consumo.

En conclusión, tenemos una presión de trabajo exigida $P = 7 \text{ kg/cm}^2$ y un caudal de aire para abastecer la planta, de $Q = 1,35 \text{ Nm}^3/\text{min}$.

Calculo de selección de compresor

Utilizamos la fórmula $Q_C = \frac{Q_N}{C}$ dónde:

- Q_C = capacidad del compresor [Nm^3/min].
- Q_N = consumo total de aire libre [Nm^3/min].
- C = coeficiente de consumo.

Entonces:

$$Q_C = \frac{1,35 [\text{Nm}^3/\text{min}]}{0,87} = 1,55 [\text{Nm}^3/\text{min}]$$

Por lo que nos dirigimos a los catálogos de compresores a tornillo de la marca alemana Kaeser, seleccionando el Compresor a tornillo modelo SM16 con las siguientes características.

Datos técnicos

Versión básica

Modelo	Sobrepr. de servicio bar	Flujo volumétrico ¹ instalación completa a sobrepresión m^3/min	Sobrepr. máx. de servicio bar	Potencia nominal motor kW	Dimensiones an x prof x al mm	Conexión de aire comprimido	Nivel de presión acústica ² dB(A)	Peso kg
SM 10	7,5	0,94	8	5,5	630 x 790 x 1100	G $\frac{1}{2}$	62	220
	10	0,78	11					
	13	0,60	15					
SM 13	7,5	1,32	8	7,5	630 x 790 x 1100	G $\frac{1}{2}$	65	240
	10	1,08	11					
	13	0,85	15					
SM 16	7,5	1,62	8	9,0	630 x 790 x 1100	G $\frac{1}{2}$	66	240
	10	1,36	11					
	13	1,09	15					

Cálculo de selección de tanque pulmón

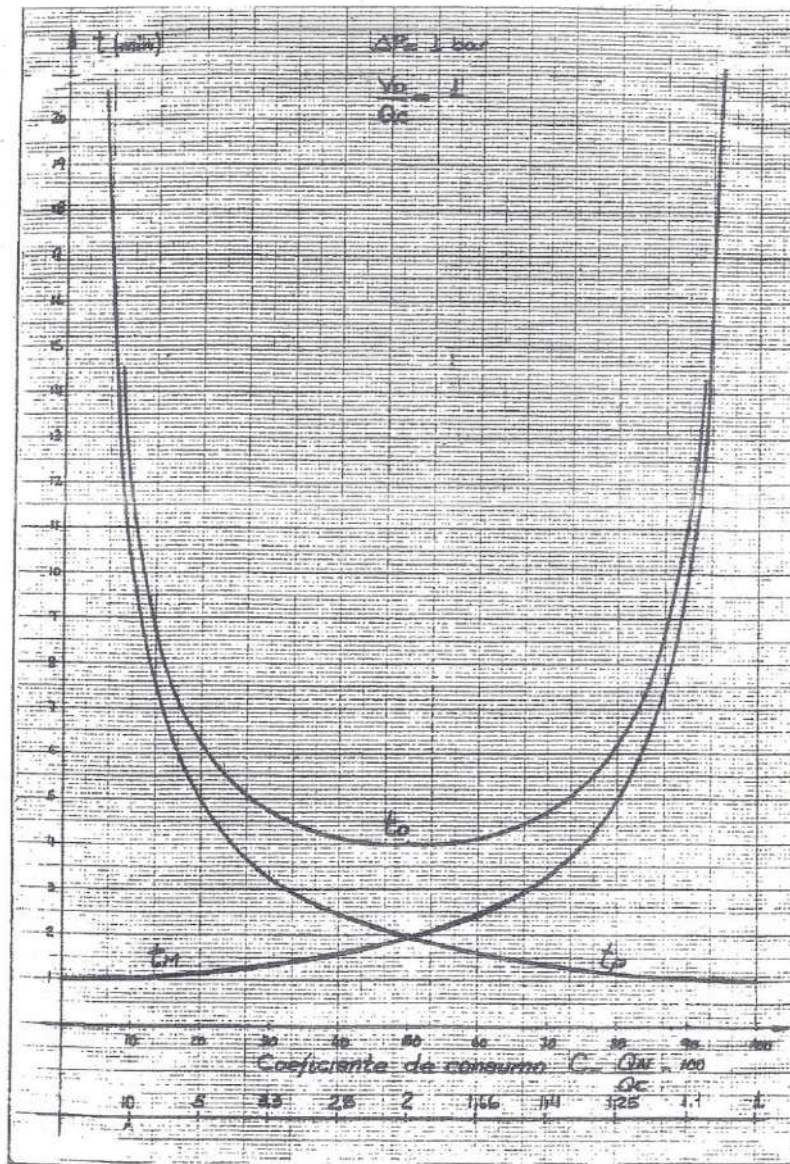
Utilizamos la ecuación, $\frac{V_D}{Q_C} = \frac{Z}{t_o}$ en donde:

- V_D = volumen del tanque pulmón en [m^3].
- Q_C = capacidad real del compresor seleccionado en [m^3/min].

- Z = tiempo de marcha del compresor, dado por las características. Por ser un compresor a tornillo, tenemos 40 operaciones por hora, por lo que tenemos que $\frac{60 \text{ minutos}}{40 \text{ operaciones}} = 1,5 \text{ min.}$
- T_o = tiempo de operación, obtenido del siguiente cuadro, utilizando como parámetro el coeficiente de consumo $C = 0,87$. Tomamos del gráfico, $T.O$ OPERACION: 9,8.-

Instalaciones Industriales

Aire Comprimido



Ing. Pedro Wenceslao Belliardo

Página 25

Entonces,

$$V_D = \frac{Q_c \cdot Z}{t_o} = \frac{1,55 \cdot 1,5}{9,8} = 0,237[m^3]$$

Por lo que seleccionamos un tanque almacenador de aire comprimido de 250 litros.

Para un $\Delta P = 1 \text{ kg/cm}^2$.-

www.kaeser.com

Datos técnicos

Capacidad del Tanque	Presión máxima permitida	Versiones posibles		Versión vertical				Versión horizontal			
		Vertical	Horizontal	Altura mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Peso kg	Longitud mm	Ø mm	Tubos de entrada/salida	Peso kg
90	11	sí	—	1160	350	2 x G 1/2 detrás	37	—	—	—	—
150	11 16	sí	sí	1190	450	2 x G 3/4 detrás	60 67	1050	450	2 x G 2	55 85
250	11 16	sí	sí	1540 1545	500	2 x G 3/4 detrás	84 100	1410 1410	500	2 x G 2	84 100
350	11 16	sí	sí	1810	550	2 x G 1 detrás	100 150	1630 1640	550	2 x G 2	101 164
500	11 16	sí	sí	1925 1918	600	2 x G 1 detrás	110 210	1780	600	2 x G 2	130 208
	45	—	—	1925			420	—	—	—	—
900	11	sí	—	2170	800	2 x G 2; 2 x G 1 1/2	238	—	—	—	—
1000	11 16	sí	sí	2255 2255	800	2 x G 1 1/2; 2 x G 2	244 267	2150 2140	800	G 2; 1 x G 1 1/2	240 360
	45	—	—	2245			500	—	—	—	—
2000	11 16	sí	sí	2375 2490	1150 1100	4 x G 2 1/2	470 500	2180	1150	2 x G 2	470 600
	50	—	—	2430	1100		620	—	—	—	—
3000	11 16	sí	sí	2705 2845	1250	4 x G 2 1/2	680 850	2610 3040	1250 1150	2 x G 2 1/2 2 x G 2	680 810
5000	11 16	sí	sí	3570	1400	4 x DN 100	1400 1430	3470 3700	1400	4 x DN 100	1100 1800
8000	11 16	sí	sí	4400	1600	4 x DN 200	1680 2350	4440 4400	1600	4 x DN 200	1850 2350
10000	11 16	sí	sí	5415	1600	4 x DN 200	2250 2540	5400 5440	1600	4 x DN 200	2200 2650

Cálculo de condensado

Para el cálculo del condensado se utiliza la siguiente formula:

$$C = 7,2 * 10^{-4} * G * \sigma * (X_{si} - X_{sf})$$

Dónde:

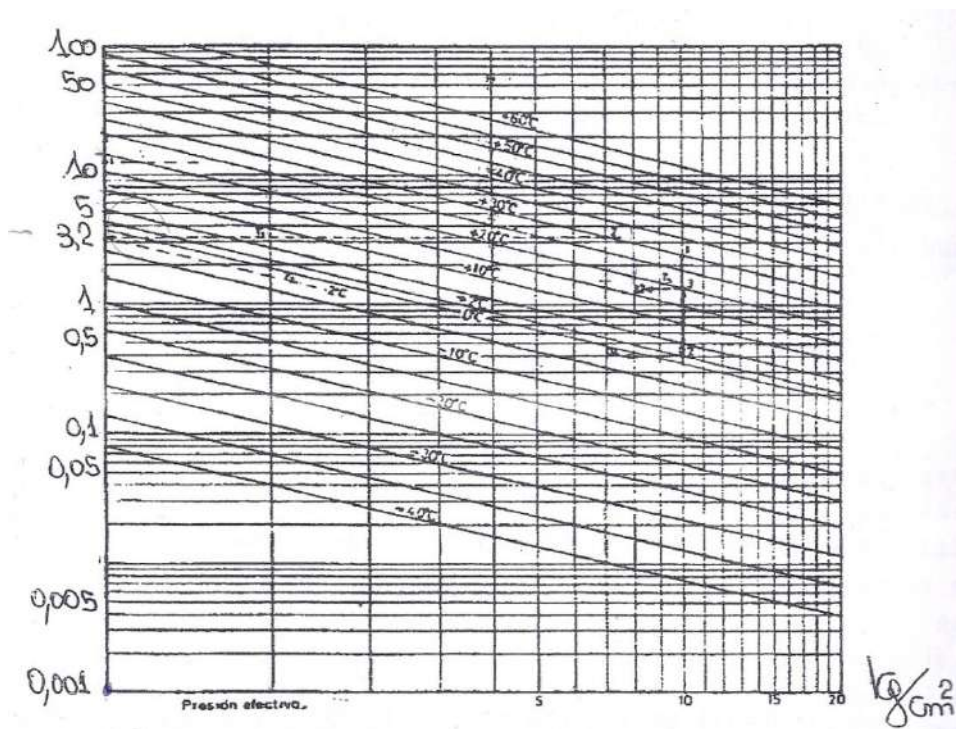
- G es el caudal nominal aspirado por el compresor en [m³/min].
- σ es el porcentaje de servicio en carga del compresor, tiempo de carga/tiempo de maniobra.
- X_{si} es la humedad absoluta del aire aspirado.
- X_{sf} es la humedad absoluta del aire comprimido.

Consideramos un porcentaje de servicio en carga del compresor del 85%.

Suponemos una temperatura ambiente media de 20°C y una humedad relativa del 75%.

La presión de trabajo del compresor es de 7 kg/cm², y su caudal es de 1,62 m³/min.

Ingresando a la tabla de humedad versus presión obtenemos los valores de X_{si} y de X_{sf} en [gr/kg de aire seco].



Finalmente reemplazamos y obtenemos:

$$C = 7,2 * 10^{-4} * 1,62 * 85 * (11,25 - 1,5) = 3,86 \text{ litros/hora}$$

Para una jornada de 12 horas diarias de trabajo tenemos 46,4 lts de condensado por día.

Cálculo de unidades FRL

Se considera la máxima presión de trabajo y se selecciona un filtro, regulador, lubricador de la marca Wurth con una presión máxima de trabajo de 9,8 bar.

Cálculo de cañerías

Para el cálculo de cañerías en primer lugar será necesario conocer la longitud de tramo, la presión a la cual se encuentra sometida la cañería, el caudal que la misma debe transportar y por último la caída de presión propuesta para ese tramo adoptada por nosotros.

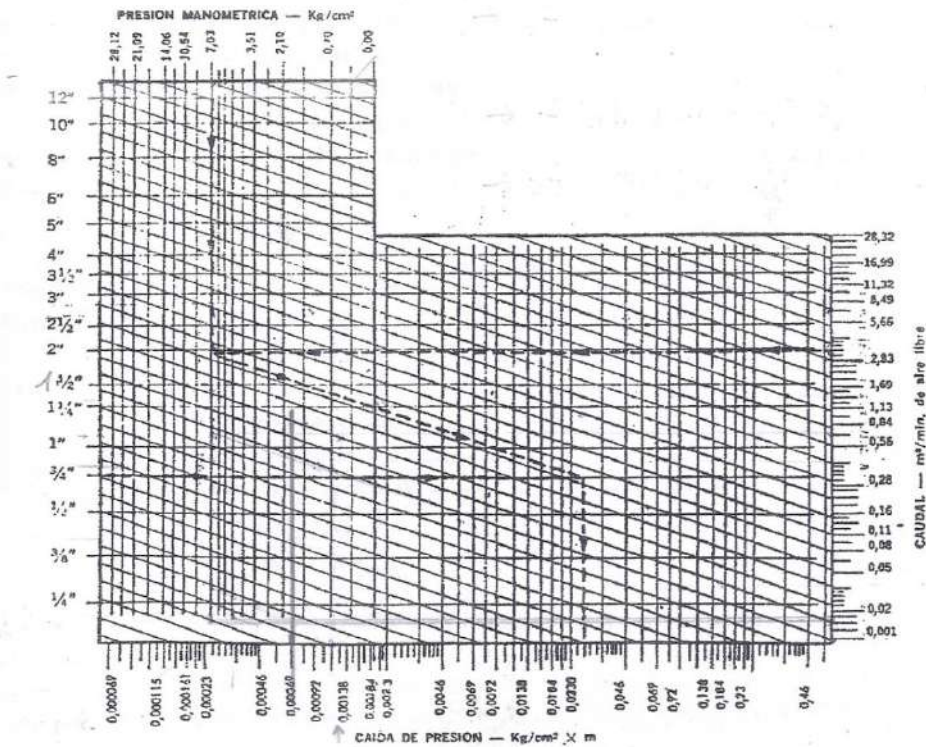
A continuación, calcularemos la cañería principal, y de esa misma manera haremos con los demás tramos de la instalación.

Utilizaremos la fórmula $\frac{\Delta P}{L} = \frac{(\% \text{ de caída de presión}) * P}{L}$, y junto al caudal a transportar y a la presión, serán los datos principales para ingresar al gráfico de selección de diámetros y obtener:

- $Q_{1-2} = 1,35 \frac{m^3}{min}$
- $P = 7 \frac{kg}{cm^2}$

Fijamos un máx. de 3% de pérdida de presión para el tramo más extenso. Creemos apropiado considerar 0,25% para la cañería principal. Normalmente, tomamos mayor porcentaje en la cañería principal, pero decidí fijar esos porcentajes debido a la diferencia en la distancias, como podemos describir comparando el tramo 1-2, vs tramo 2-5.

- $\frac{\Delta P}{L} = \frac{(0,0025) * 7 \frac{kg}{cm^2}}{14 m} = 0,00125 \frac{kg}{cm^2 m}$



Entonces, el gráfico nos da un diámetro de 1 ¼ pulgadas.

Cañería	Tramo	Longitud[m]	Caudal [N*m3/min]	Presión máx. [kg/cm2]	ΔP (%)	ΔP * m [kg/cm2*m]	Diámetro [pulg]
PRINCIPAL	1-2	14	1,35	7	0,25	0,00125	1 1/4
SECUNDARIA	2-3	25	0,03	2	0,4777	0,00038216	1/2
SECUNDARIA	2-F	31	0,266	7	0,5923	0,00133745	1/2
SECUNDARIA	2-4	27	0,39	7	0,516	0,00133778	3/4
SECUNDARIA	2-5	148	0,61	7	2,6586	0,00125745	1
SERVICIO	A	5	0,15	7	0,09	0,00126	1/2
SERVICIO	B	5	0,005	2	0,09	0,00036	3/8
SERVICIO	C	5	0,025	7	0,09	0,00126	1/4
SERVICIO	D	5	0,01	5	0,09	0,0009	1/4
SERVICIO	E	5	0,01	7	0,09	0,00126	1/4

Tabla Nro.4

Ahora debemos agregar a cada tramo, los accesorios necesarios. Cómo tendremos pérdida de carga por la inclusión de éstos, debemos contemplar las longitudes equivalentes para cada tramo, y ver si el diámetro seleccionado, verifica, o debemos modificarlo. Estas longitudes las obtenemos del siguiente gráfico.

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS DE TUBERÍAS. VALORES EQUIVALENTES EN METROS DE CARERÍA RECTA

Elemento intercalado en tuberías	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Válvula esclusa (completam. abierta)	0,09	0,09	0,1	0,13	0,17	0,22	0,26	0,33
T" (paso recto)	0,13	0,15	0,21	0,33	0,45	0,54	0,67	0,91
T" (paso a derivación)	0,78	0,76	1	1,28	1,61	2,13	2,46	3,16
Curva 90°	0,42	0,42	0,52	0,84	0,79	1,06	1,24	1,58
Curva 45°	0,15	0,15	0,23	0,29	0,37	0,48	0,57	0,73
Válvula globo (completamente abierta)	4,26	4,26	5,68	7,04	8,96	11,76	13,77	17,67
Válvula angular (completam. abierta)	2,43	2,43	2,83	3,50	4,48	5,88	6,88	8,83

Además de la utilización de la siguiente fórmula:

$$Reducción = 70 * (\phi \text{ mayor} - \phi \text{ menor})$$

TRAMO	ACCESORIO	DIÁMETRO [pulg]	Cantidad	Le [m]	L parcial [m]	L real [m]	L total [m]	verifica?
1-2	valvula esférica	1 1/4	1	0,22	0,22	14	25,94	SI
	curva 90º	1 1/4	2	1,06	2,12			
	T paso a derivación	1 1/4	4	2,13	8,52			
	T paso recto	1 1/4	2	0,54	1,08			
2-3	valvula esférica	3/8	1	0,09	0,09	25	29,68	NO
	T paso a derivación	1 1/4	1	2,13	2,13			
	T paso recto	3/8	6	0,15	0,9			
	reducción	1 1/4 a 3/8	1	1,56	1,56			
2-3 nueva sección	valvula esférica	1/2	1	0,1	0,1	25	29,82	SI
	T paso a derivación	1 1/4	1	2,13	2,13			
	T paso recto	1/2	6	0,21	1,26			
	reducción	1 1/4 a 1/2	1	1,33	1,33			
2-F	valvula esférica	1/2	1	0,1	0,1	31	34,98	SI
	T paso a derivación	1 1/4	1	2,13	2,13			
	T paso recto	1/2	2	0,21	0,42			
	reducción	1 1/4 a 1/2	1	1,33	1,33			
2-4	valvula esférica	3/4	1	0,13	0,13	27	34,47	SI
	T paso a derivación	1 1/4	1	2,13	2,13			
	T paso recto	3/4	8	0,33	2,64			
	reducción	1 1/4 a 3/4	1	0,89	0,89			
	codo a 90º	3/4	2	0,84	1,68			
2-5	valvula esférica	1	1	0,17	0,17	148	165,87	SI
	T paso a derivación	1 1/4	1	2,13	2,13			
	T paso recto	1	13	0,45	5,85			
	reducción	1 1/4 a 1	1	0,44	0,44			
	codo a 90º	1	3	0,79	2,37			
	T paso a derivación	1	3	1,81	5,43			
	codo a 45º	1	4	0,37	1,48			
A	valvula esférica	1/2	2	0,1	0,2	5	9,94	SI
	T paso a derivación	1	1	1,81	1,81			
	T paso a derivación	1/2	1	1	1			
	reducción	1 a 1/2	1	0,89	0,89			
	codo a 90º	1/2	2	0,52	1,04			
B	valvula esférica	3/8	1	0,09	0,09	5	7,15	SI
	T paso a derivación	1/2	1	1	1			
	reducción	1/2 a 3/8	1	0,22	0,22			
	codo a 90º	3/8	2	0,42	0,84			
C, D Y E	valvula esférica	1/4	2	0,09	0,18	5	9,92	SI
	T paso a derivación	1 (*)	1	1,81	1,81			
	T paso a derivación	1/4	1	0,76	0,76			
	reducción	1 a 1/4	1	1,33	1,33			
	codo a 90º	1/4	2	0,42	0,84			
(*) mas desfavorable								

Tabla Nro.5

En consecuencia, retomamos la tabla Nro.4 con las verificaciones y cambios producidos por las longitudes equivalentes por adicionar accesorios.

Cañería	Tramo	Longitud[m]	Caudal [N*m3/min]	Presión máx. [kg/cm2]	ΔP (%)	ΔP * m [kg/cm2*m]	Diámetro [pulg]	Diámetro definitivo [pulg]
PRINCIPAL	1-2	14	1,35	7	0,25	0,00125	1 1/4	1 1/4
PRINCIPAL	1-2 verif	25,94	1,35	7	0,25	0,00067463	1 1/4	
SECUNDARIA	2-3	25	0,03	2	0,4777	0,00038216	3/8	1/2
SECUNDARIA	2-3 verif	29,68	0,03	2	0,4777	0,0003219	1/2	
SECUNDARIA	2-3 verif	29,82	0,03	2	0,4777	0,00032039	1/2	
SECUNDARIA	2-F	31	0,266	7	0,5923	0,00133745	1/2	1/2
SECUNDARIA	2-F verif	34,98	0,266	7	0,5923	0,00118528	1/2	
SECUNDARIA	2-4	27	0,39	7	0,516	0,00133778	3/4	3/4
SECUNDARIA	2-4 verif	34,47	0,39	7	0,516	0,00104787	3/4	
SECUNDARIA	2-5	148	0,61	7	2,6586	0,00125745	1	1
SECUNDARIA	2-5 verif	165,87	0,61	7	2,6586	0,00112198	1	
SERVICIO	A	5	0,15	7	0,09	0,00126	1/2	1/2
SERVICIO	A verif	9,94	0,15	7	0,09	0,0006338	1/2	
SERVICIO	B	5	0,005	2	0,09	0,00036	3/8	3/8
SERVICIO	B verif	7,15	0,005	2	0,09	0,00025175	3/8	
SERVICIO	C	5	0,025	7	0,09	0,00126	1/4	1/4
SERVICIO	C verif	9,92	0,025	7	0,09	0,00063508	1/4	
SERVICIO	D	5	0,01	5	0,09	0,0009	1/4	1/4
SERVICIO	D verif	9,92	0,01	5	0,09	0,00045363	1/4	
SERVICIO	E	5	0,01	7	0,09	0,00126	1/4	1/4
SERVICIO	E verif	9,92	0,01	7	0,09	0,00063508	1/4	

Tabla Nro.6

Una vez, seleccionado los diámetros principales, secundarios y de cada bajada de trabajo, debemos seleccionar el espesor que tendrá cada cañería de nuestra instalación.

Para referirnos a los materiales componentes de los caños, debemos recurrir a las normas ASTM, donde llamaremos Schedule, a un número adimensional que nos representa el espesor de un caño en forma aproximada y cuya fórmula es la siguiente.

$$Schedule = 1000 * \frac{P_T}{\sigma_{ADM}(t)}$$

Dónde:

$$P_T: \text{presión de trabajo en } \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$\sigma_{ADM}(t): \text{tensión admisible del material a la temperatura de trabajo en } \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

1000: coeficiente

Esta fórmula, no debe ser utilizada en ningún caso como cálculo exacto, sino como orientativa y aproximada.

Para éste caso consideramos

- $P_T = 7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$
- $\sigma_{ADM}(t) = 860 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$ por seleccionar Cañería de acero al carbono ASTM A. 53 Gr A.

Entonces nos quedaría:

$$Schedule = 1000 * \frac{P_T}{\sigma_{ADM}(t)} = 1000 * \frac{7 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]}{860 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} = 8,13$$

Por lo que seleccionamos el Schedule comercial más próximo, resultando el **Schedule 40**.

Verificación por ASME

Según el código ASME, la máxima presión de trabajo admisible está dada por la siguiente fórmula:

$$P_T = \frac{2 * \sigma_a * E * (t_{min} - C)}{d_e - 2 * Y * (t_{min} - C)}$$

Dónde:

$$P_T = \text{Presión admisible de trabajo} \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$\sigma_a = \text{Tensión admisible del material a la temperatura de trabajo} \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$E = \text{eficiencia de soldadura (roscada} = 1)$$

$$t_{min} = \text{espesor mínimo del caño [mm]}$$

$$d_e = \text{Diámetro exterior del caño [mm]}$$

$$Y = \text{constante debido a la temperatura, función del material, y temperatura (tab)}$$

$$C = \text{constante por corrosión [mm]}(\text{tabulado})$$

Luego, utilizando ésta fórmula, y resumiendo la información en una tabla, podemos corroborar que las presiones admisibles para cada cañería instalada son mayores a la presión de trabajo.

TRAMO	Ø [pulg]	E	C [mm]	Y	SCH	Ø ext [mm]	Ø int [mm]	t espesor [mm]	σ max [kg/cm ²]	Presión de trabajo [kg/cm ²]	Presión máx [kg/cm ²]
1--2	1,25	1	1,65	0,4	40	42,2	35,08	3,56	860	7	80,77
2--3	0,5	1	1,65	0,4	40	21,3	15,78	2,76	860	2	93,53
2--F	0,5	1	1,65	0,4	40	21,3	15,78	2,76	860	7	93,53
2--4	0,75	1	1,65	0,4	40	26,7	20,96	2,87	860	7	81,57
2--5	1	1	1,65	0,4	40	33,4	26,64	3,38	860	7	92,94
A	0,5	1	1,65	0,4	40	21,3	15,78	2,76	860	7	93,53
B	0,375	1	1,65	0,4	40	17,1	12,48	2,31	860	2	68,50
C	0,25	1	1,65	0,4	40	13,7	9,22	2,24	860	7	76,72
D	0,25	1	1,65	0,4	40	13,7	9,22	2,24	860	5	76,72
E	0,25	1	1,65	0,4	40	13,7	9,22	2,24	860	7	76,72

Tabla Nro.7

Verificación de velocidades admisibles máximas

Podemos hacer una clasificación de cañerías en Principal, Secundaria y de Servicio. Cada una de éstas tiene una velocidad de máxima admisible.

Principal: 8 m/s.

Secundaria: 10 – 15 m/s.

Servicio: 15 – 20 m/s.

Utilizamos para trabajar con caudal comprimido y superficie de cada cañería, la relación $Q = A * V$, y obtenemos la siguiente tabla con velocidades de cada tramo.

TRAMO	Ø [pulg]	Ø ext [mm]	Ø int [mm]	t espesor [mm]	Presión de trabajo [kg/cm ²]	Q [N.m ³ /min]	Qc [m ³ /min]	Area [m ²]	Velocidad [m/s]
1--2	1,25	42,2	35,08	3,56	7	1,35	0,173603	0,00096603	3,00
2--3	0,5	21,3	15,78	2,76	2	0,03	0,010218	0,00019547	0,87
2--F	0,5	21,3	15,78	2,76	7	0,266	0,034206	0,00019547	2,92
2--4	0,75	26,7	20,96	2,87	7	0,39	0,050152	0,00034487	2,42
2--5	1	33,4	26,64	3,38	7	0,61	0,078443	0,00055711	2,35
A	0,5	21,3	15,78	2,76	7	0,15	0,019289	0,00019547	1,64
B	0,375	17,1	12,48	2,31	2	0,005	0,001703	0,00012226	0,23
C	0,25	13,7	9,22	2,24	7	0,025	0,003215	0,00006673	0,80
D	0,25	13,7	9,22	2,24	5	0,01	0,001712	0,00006673	0,43
E	0,25	13,7	9,22	2,24	7	0,01	0,001286	0,00006673	0,32

Tabla Nro. 8

Análisis de Costos

OBRA: BHASSA, CONCESIONARIO OFICIAL TOYOTA				
PROYECTO: DISEÑO E INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO				
SECCION: GENERACIÓN, TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE AIRE				
Elemento	Tipo	Cantidad	Marca	Costo (iva incluido) US\$
Compresor	SM 16 a tornillo	1	Kaesar	6035
Tanque pulmón	250 litros	1	Kaesar	1120,46
Accesorios tanque pulmon	Accesorios de griferia	1	Kaesar	175,45
Secador de aire	TSH27	1	Kaesar	1762,72
Eco drain	ECO DRAIN 30	1	Kaesar	185,27
Mano de Obra	Instalación y Puesta en marcha	1		570
			US\$	9848,9
				\$ 60,64
			TOTAL	\$ 597.237,30

Tabla Nro.9

INFORME ELÉCTRICO

Memoria Descriptiva

En el presente informe, se dimensionará, calculará y seleccionarán equipos y materiales para abastecer el concesionario de energía eléctrica.

Se tendrá en cuenta la preservación de los factores siguientes:

- la protección de las personas y los bienes.
- el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica para el uso previsto.

La planta cuenta con una superficie cubierta de 5625 m², y una superficie exterior de 2450 m² al aire libre.

El desarrollo, se realizará según el Reglamento para Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (edición 2006), de ahora en más, el Reglamento y Normas IRAM correspondientes, de tal forma que queden garantizados la seguridad de las personas y el funcionamiento óptimo del sistema.

El tablero principal (TP) estará ubicado en pilar de mampostería, construido a nivel de la línea municipal, con acceso a visualización desde el frente derecho del edificio. En el mismo pilar, se instalará el gabinete para medición y la canalización para el cableado de la línea de alimentación.

Desde el tablero principal se alimentará mediante el Circuito Seccional General (CSG), el Tablero Seccional General (TSG) ubicado en el taller de la planta. La canalización del circuito mencionado, se realizará en caño de acero semipesado según IRAM 2005.

A partir del TSG, tendremos por conductor subterráneo en bandeja portacables el circuito (L1), que alimentará el Tablero Seccional 1, (TS1) ubicado en la sala de aceites. También desde el TSG y por canalización de caño de acero embutido en mampostería tendremos el circuito L2, que alimentará el Tablero Seccional 2 (TS2), ubicado en las oficinas de ventas; y varios circuitos terminales tanto de iluminación, tomacorrientes y circuitos de alimentación de carga única (ACU) los cuales podremos visualizar en planos Nro.1 y 2; y su canalización será en bandeja portacables.

Desde el tablero Seccional (TS1), por canalización en caño de acero embutido en mampostería, tendremos LS11 como el circuito que abastece el Tablero Seccional 11 (TS11) ubicado en la planta alta; y el circuito LS12, pero ésta vez por conductor en bandeja, como alimentador del Tablero Seccional 12 (TS12), ubicado en el lavadero. Para finalizar las denominaciones del TS1, debemos también mencionar circuitos terminales de iluminación general, tomacorrientes de uso general, circuitos de alimentación de carga única y un circuito específico (OCE). Luego, desde TS11 y TS12 se comandarán circuitos IUG, TUG, TUE y distintos circuitos ACU correspondientes a lavadero, cocina, baño y vestuario, estos tres últimos de planta alta.

Desde el tablero Seccional (TS2), por canalización en caño de acero embutido en mampostería, tendremos LS21 como el circuito que abastece el Tablero Seccional 21 (TS21) ubicado en el

showroom del concesionario. Además desde el TS2 tendremos circuitos terminales de uso general.

El tablero TS21, comandará circuitos terminales referidos a iluminación del showroom, y otro circuito específico (OCE), destinado a energizar el letrero principal TOYOTA del concesionario.

A pesar de tener varios circuitos a lo largo de la obra, que son terminales y tienen su canalización por bandeja, en su punto de aplicación específicamente, harán la bajada hasta la máquina por caño de acero semipesado RS32.

El sistema de Puesta a Tierra de Protección se realizará acorde a Norma IRAM 2281-1. El electrodo dispersor o de puesta a tierra será del tipo profundo, ubicado próximo al Tablero Seccional General (TSG). Se realizará con conductor de cobre desnudo IRAM 2004 de 35mm^2 de sección y el valor máximo de resistencia de puesta a tierra de dispersión será de 40 ohm.

Se construirá una cámara de inspección en la que se conectarán el electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra, que tendrá una sección de 25mm^2 (IRAM 2178-PVC). Éste, mediante canalización en cañería de PVC, llegará al TSG para ser conectado a la barra de puesta a tierra del mismo.

La identificación de conductores será según indica la Reglamentación.

Memoria Técnica

Obra: BhasSA – Concesionario oficial Toyota

El proyecto general, está compuesto por 3 proyectos, debido a las distintas condiciones que caracterizan a cada uno.

PROYECTO NRO.1 “Cocina, baños (planta alta y baja), perímetro externo”

Grado de electrificación: SUPERIOR.

Coeficiente: 0,7.

Tensión de suministro: 380 V 50 Hz.

PROYECTO NRO.2 “Depósito, taller, almacén de repuestos”

Grado de electrificación: ELEVADO.

Coeficiente: 0,8.

Tensión de suministro: 380 V 50 Hz.

PROYECTO NRO.3 “Oficinas ventas, oficinas posventa, oficinas taller, salas de motor, lavado y lubricantes”

Grado de electrificación: SUPERIOR.

Coeficiente: 0,7.

Tensión de suministro: 380 V 50 Hz.

Identificación de conductores

La identificación de conductores será según indica la Reglamentación (tabla 771.12.XIII-identificación), siendo éstos:

Conductor	Designación alfanumérica	Color
Línea 1 – fase R	L1	Marrón
Línea 2 – fase S	L2	Negro
Línea 3 – fase T	L3	Rojo
Neutro	N	Celeste
Conductor de protección	PE	Verde – Amarillo (bicolor)
Retornos – Aux. iluminación	Aux	Blanco

Tabla Nro.10

Selección de conductores

CIRCUITO SECCIONAL O DE DISTRIBUCIÓN GENERAL (CSG)

Ib: 86,1 A

Canalización: cañería de PVC enterrado.

Conductor de Cu 1x(3x50/25) mm² IRAM 2178, aislación XLPE/ Termoestable.

CIRCUITO SECCIONAL 1 (LS1)

Ib: 52,31 A

Canalización: Canalización subterránea en bandeja portacables.

Conductor de Cu 1x(3x25/16 + PE(16)) mm² IRAM 2178, aislación XLPE/ Termoestable.

CIRCUITO SECCIONAL 2 (LS2)

Ib: 25,22 A

Canalización: Canalización en caño embutido.

Conductor de Cu 4x(1x16)+ PE(16) mm² IRAM NM247-3, aislación PVC.

CIRCUITO SECCIONAL 11 (LS11)

Ib: 15 A

Canalización: Canalización en caño embutido.

Conductor de Cu 4x(1x4) + PE(4) mm² IRAM NM247-3, aislación PVC.

CIRCUITO SECCIONAL 12 (LS12)

Ib: 21,23 A

Canalización: Canalización subterránea en bandeja portacables.

Conductor de Cu 1x (3x10/10 + PE(10)) mm² IRAM 2178, aislación XLPE/ Termoestable.

CIRCUITO SECCIONAL 21 (LS21)

Ib: 15 A

Canalización: Canalización en caño embutido.

Conductor de Cu 4x(1x6) + PE(6) mm² IRAM NM247-3, aislación PVC.

CIRCUITO TERMINAL (Para el caso más desfavorable)

Circuito terminal: ACU31 correspondiente al compresor de Aire Comprimido.

Ib: 18,89 A

Canalización: Canalización subterránea en bandeja portacables.

Conductor de Cu 1x (3x6/6 + PE(6)) mm² IRAM 2178, aislación XLPE/ Termoestable.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

La selección de conductores de Puesta a tierra, se realizó según la sección de los conductores de cada circuito, conforme a la Reglamentación.

SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LINEA [mm ²]	SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE TIERRA [mm ²]
$S < 16$ ó $S = 16$	S
$16 < S < 35$ ó $S = 35$	16
$S > 35$	S/2

Tabla Nro.11

En el presente informe, detallaremos las secciones para los conductores calculados.

SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LINEA [mm ²]	SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE TIERRA [mm ²]
16	16
10	10
6	6
4	4
2,5	2,5

Tabla Nro.12

Selección de Tableros

Todos los tableros, salvo sus dimensiones y grados de protección que se indican individualmente, se ajustarán a las siguientes especificaciones.

- Cajas construidas de acuerdo a la norma IEC 60670.
- Interruptores automáticos de acuerdo a la norma IEC/EN 60947-2 e IEC 60898.
- Interruptor diferencial de acuerdo a la norma IEC/EN 61008 y IEC/EN 60947-2.

- Se dejó espacio, previendo futuras extensiones.
- En el anverso de la puerta, se colocará un plano con el esquema unifilar del mismo y en la parte anterior las siglas que corresponden a cada uno.
- En el frente llevará contratapa que permitirá el acceso a los elementos de mando de los dispositivos, impidiendo establecer contacto con las partes sometidas a tensión, e irá fijada mediante tornillos.

TABLERO PRINCIPAL

Instrumentos que contiene: 1 interruptor Termomagnético tetrapolar y 1 disyuntor diferencial tetrapolar. Ver plano Nro. 3.

Denominación: Gabinete eléctrico **GENROD S9000 09 9205**.

Forma de emplazamiento: embutido en pared.

Ubicación: en pilar de alimentación. Ver en plano Nro 1.

Dimensiones: 450 x 450 x 225 mm (384 x 390 mm ancho y alto disponible en bandeja)

TABLERO SECCIONAL GENERAL

Instrumentos que contiene: 12 termomagnéticas tetrapolares, 2 interruptores diferenciales tetrapolares y 8 termomagnéticas bipolares, haciendo un total de 72 módulos. Ver plano Nro.4.

Seleccionamos dos cajas Kaedra de 72 módulos ref: 13987 y 12 módulos (auxiliar, por posibles ampliaciones) ref: 13979.

Forma de emplazamiento: empotrado en pared.

Ubicación: en taller. Ver en plano Nro 1.

TABLERO SECCIONAL 1 (TS1)

Instrumentos que contiene: 1 Interruptor Manual Ins63 4X63A-Fa tetrapolar, 5 termomagnéticas tetrapolares, 1 interruptor diferencial tetrapolar y 4 termomagnéticas bipolares, haciendo un total de 36 módulos. Ver en plano Nro 5.

Seleccionamos una caja Kaedra de 54 módulos ref: 13986.

Forma de emplazamiento: embutido en pared.

Ubicación: en sala de aceites. Ver en plano Nro 1.

TABLERO SECCIONAL 2 (TS2)

Instrumentos que contiene: 1 termomagnética tetrapolar, 1 interruptor diferencial tetrapolar y 2 termomagnéticas bipolares, haciendo un total de 12 módulos. Ver plano Nro. 6.

Seleccionamos una caja Kaedra de 24 módulos, ref: 13983.

Forma de emplazamiento: embutido en pared.

Ubicación: en oficinas de ventas. Ver en plano Nro 1.

TABLERO SECCIONAL 11 (TS11)

Instrumentos que contiene: 1 interruptor diferencial tetrapolar y 3 termomagnéticas bipolares, haciendo un total de 10 módulos. Ver plano Nro.7.

Seleccionamos una caja Kaedra de 18 módulos, ref: 13188.

Forma de emplazamiento: embutido en pared.

Ubicación: en planta alta. Ver en plano Nro. 1.

TABLERO SECCIONAL 12 (TS12)

Instrumentos que contiene: 2 termomagnéticas tetrapolares, 1 interruptor diferencial tetrapolar y 2 termomagnéticas bipolares, haciendo un total de 16 módulos. Ver plan Nro.8.

Seleccionamos una caja Kaedra de 24 módulos, ref: 13983.

Forma de emplazamiento: embutido en pared.

Ubicación: en sala de lavado. Ver en plano Nro.1.

TABLERO SECCIONAL 21 (TS21)

Instrumentos que contiene: 1 termomagnética tetrapolar y 4 termomagnéticas bipolares, haciendo un total de 12 módulos. Ver plano Nro. 9.

Seleccionamos una caja Kaedra de 18 módulos, ref: 13188.

Forma de emplazamiento: embutido en pared.

Ubicación: en showroom. Ver en plano Nro. 1.

Selección de caños y bandejas

La selección de caños, se realizó en función de la cantidad y sección de los conductores que circulan por cada una de ellas, conforme a la Reglamentación.

CANALIZACIÓN	CAÑO SEGÚN IRAM	MATERIAL	SECCIÓN [mm ²]
DE TP A TSG	RS51	Acero semipesado	1662
DE TSG A TS2	RS51	Acero semipesado	1662
DE TS2 A TS21	RS51	Acero semipesado	1662
DE TS1 A TS11	RS32	Acero semipesado	616
TERMINALES	RS32	Acero semipesado	616

Tabla Nro.13

Las bandejas porta cables se seleccionaron teniendo en cuenta la sección y la cantidad de circuitos que circularan por ella. Las bandejas seleccionadas son de tipo perforadas, de chapa galvanizadas y responden a la norma IEC61537.

Seleccionamos entonces según Manual de Usuario Bandejas SAMET:

Denominación	TIPO	MATERIAL	ANCHO [mm]	ALA [mm]	ESPESOR	LUGAR DE INSTALACIÓN
TRP-300	perforada	Chapa galvanizada	300	50	0,89	taller
TRP-150	perforada	Chapa galvanizada	150	50	0,89	Sala de lub, garantías, motor y lavado

Tabla Nro.14

Tabla de número de bocas

ESPACIO	PROYECTO	IUG	IUG	IUG	IUG	TUG	TUG	TUE	TUE	IUE
sum y cocina	1	8				8		2		
vestuario y sanitarios PA		7				7				
sanitarios PB			2				2			
exterior perimetral										12
depósito	2	15				1				
taller			8	15	11	5	5			
repuestos			7		4		4		1	
of.ventas	3	10				10				
of.posventa		5				5				
lav/sala de motores y aceites/oficina J.Taller y Gtías.			15				15			
showroom				15	15			1		

Tabla Nro.15

Tabla de Potencias

TABLERO SECCIONAL TS11 (planta alta)						
CLASIFICACIÓN	CIRCUITO	POTENCIA [VA]	IB [A]	L1	L2	L3
ilum.planta alta	IUG11	2250	10,22	10,22		
tomacorrientes planta alta	TUG11	2200	10		10	
artefactos electricos cocina	TUE11	3300	15	0		15
		7750		10,22	10	15

Tabla Nro.16

TABLERO SECCIONAL TS12 (en lavadero)						
CLASIFICACIÓN	CIRCUITO	POTENCIA [VA]	IB [A]	L1	L2	L3
iluminación planta alta	IUG21	2250	10,22		10,22	0
tomacorrientes depósito y taller	TUG21	220	10	10	0	
aspiradora	ACU35	3108,33	4,72	4,72	4,72	4,72
hidrolavadora industrial	ACU36	4144,44	6,29	6,29	6,29	6,29
		9722,77		21,01	21,23	11,01

Tabla Nro.17

TABLERO SECCIONAL TS1 (en sala de aceites)						
CLASIFICACIÓN	CIRCUITO	POTENCIA [VA]	IB [A]	L1	L2	L3
tablero seccional TS11	LS11	7750	35,22	10,22	10	15
tablero seccional TS12	LS12	9722,77		21,01	21,23	11,01
Ilum.lav,sala motor, ofi J.taller y sala lub	IUG32	2250	10,22			10,22
tomas lav,sala motor,ofi J.taller y sala lub	TUG32	2200	10	10		
soldadora de arco	OCE31	6579,3	10	10	10	10
compresor	ACU31	12433,33	18,89	18,89	18,89	18,89
motor elevador	ACU32	2000	9,09			9,09
agujereadora	ACU33	345,37	0,52	0,52	0,52	0,52
amoladora de pie	ACU34	1375	6,25		6,25	
		44655,77		70,64	66,89	74,73
COEF. DE SIMULTANEIDAD: 0,7				49,448	46,82	52,311

Tabla Nro.18

TABLERO SECCIONAL TS21 (en showroom)						
CLASIFICACIÓN	CIRCUITO	POTENCIA [VA]	IB [A]	L1	L2	L3
iluminación Showroom	IUG33	2250	10,22		10,22	
iluminación Showroom	IUG34	2250	10,22			10,22
especial para Showroom	TUE31	3300	15	15		
letrero Toyota	OCE11	250	1,13			1,13
		8050		15	10,22	11,35

Tabla Nro.19

TABLERO SECCIONAL TS2 (en oficinas ventas)						
CLASIFICACIÓN	CIRCUITO	POTENCIA [VA]	IB [A]	L1	L2	L3
Tablero seccional TS21	LS21	8050		15	10,22	11,35
ilum.oficinas	IUG31	2250	10,22	10,22		
tomas oficinas	TUG31	2200	10		10	
		12500,00		25,22	20,22	11,35

Tabla Nro.20

TABLERO SECCIONAL TSG (en taller)						
CLASIFICACIÓN	CIRCUITO	POTENCIA [VA]	IB [A]	L1	L2	L3
tablero seccional TS1	LS1	44655,77		49,45	46,82	52,31
tablero seccional TS2	LS2	12500,00		25,22	20,22	11,35
ilum. Baño planta baja	IUG12	300	1,36	1,36		
tomas baño planta baja	TUG12	2200	10		10	
luces exterior	IUE11	6000	27,27			27,27
ilum. Taller y repuestos	IUG22	2250	10,22			10,22
tomas taller y repuestos	TUG22	2200	10		10	
ilum.taller	IUG23	2250	10,22	10,22		
ilum.taller y repuestos	IUG24	2250	10,22		10,22	
porton repuestos	TUE21	3300	15	15		
Elevador 1	ACU21	2072,22	3,14	3,14	3,14	3,14
Elevador 2	ACU22	2072,22	3,14	3,14	3,14	3,14
Elevador 3	ACU23	2072,22	3,14	3,14	3,14	3,14
Elevador 4	ACU24	2072,22	3,14	3,14	3,14	3,14
Elevador 5	ACU25	2072,22	3,14	3,14	3,14	3,14
Porton 1	ACU26	1036,11	1,57	1,57	1,57	1,57
Porton 2	ACU27	1036,11	1,57	1,57	1,57	1,57
Porton 3	ACU28	1036,11	1,57	1,57	1,57	1,57
Porton 4	ACU29	1036,11	1,57	1,57	1,57	1,57
		92411,31		123,23	119,24	123,13
COEF DE SIMULTANEIDAD: 0,7				86,2596	83,47	86,1917

Tabla Nro.21

Memoria de Cálculos

Obra: BhasSA – Concesionario oficial Toyota

PROYECTO N° 1: (referencia 771.8.2 Viviendas)

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE [m ²]
Sum y cocinas	225
Vestuarios y sanitarios PA	225
Sanitario PB	25
Exterior perímetro	2450
TOTAL	2925

Tabla Nro.21

Superficie total: 2925 m² > 200 m² (771.8.I Resumen grado de electrificación de viviendas, en Reglamentación), por lo que el Grado de Electrificación, resulta: SUPERIOR.

Demanda máxima simultanea > 11 kVA.

N° de circuitos mínimos exigidos según Reglamentación: 2 IUG, 2 TUG, 1 TUE y Circ. de libre elección.

N° de circuitos seleccionados: **2 IUG, 2 TUG, 1 TUE y 1 IUE.**

PROYECTO N° 2: (referencia 771.8.3.3 locales dedicados a depósitos transformación o elaboración de sustancias no inflamables)

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE [m ²]
Depósito	1200
Taller	1875
Repuestos	225
TOTAL	3300

Tabla Nro.22

Superficie total: 3300 m². Tenemos 2000 m² < Sup.proyecto N°2 < 5000 m² (771.8.VII Resumen grado de electrificación de locales, en Reglamentación), por lo que el Grado de Electrificación, resulta: ELEVADO.

Demanda máxima simultanea < 14,5 kVA.

N° de circuitos mínimos exigidos según Reglamentación: 4 IUG, 2 TUG, 1 TUE.

N° de circuitos seleccionados: **4 IUG, 2 TUG y 1 TUE.**

PROYECTO Nº 3: (referencia 771.8.3 Oficinas y locales)

CLASIFICACIÓN	SUPERFICIE [m ²]
Of.ventas	200
Of.posventa	50
Lav/salas de motor, lubricantes/of.J.Taller y o.garantías.	675
showroom	1750
TOTAL	2675

Tabla Nro.23

Superficie total: 2675 m² > 150 m² (771.8.VI Resumen grado de electrificación de oficinas y locales, en Reglamentación), por lo que el Grado de Electrificación, resulta: SUPERIOR.

Demanda máxima simultanea > 12,2 kVA.

Nº de circuitos mínimos exigidos según Reglamentación: 2 IUG, 2 TUG, 1 TUE y Circ. de libre elección.

Nº de circuitos seleccionados: **4 IUG, 2 TUG y 1 TUE.**

Verificación del grado de electrificación

PROYECTO Nº1			
CIRCUITOS	BOCAS TOTALES	VALOR MÍNIMO DE POTENCIA MÁX. SIMULTANEA [VA]	VALOR TOTAL [VA]
IUG11	15	1 x 15 x 150	2250
IUG12	2	1 x 2 x 150	300
TUG11	15	2200	2200
TUG12	2	2200	2200
TUE11	2	3300	3300
IUE11	12	1 x 12x 500	6000
TOTAL			16250
coef: 0,7 por grado SUPERIOR			11375

Tabla Nro.24.

La demanda de Potencia máxima simultánea para determinar el grado de electrificación, será de 16.250 VA > 11.000 VA por lo que verifica.

PROYECTO Nº2			
CIRCUITOS	BOCAS TOTALES	VALOR MÍNIMO DE POTENCIA MÁX. SIMULTANEA [VA]	VALOR TOTAL [VA]
IUG21	15	1 x 15 x 150	2250
IUG22	15	1 x 15 x 150	2250
IUG23	15	1 x 15 x 150	2250
IUG24	15	1 x 15 x 150	2250
TUG21	6	2200	2200
TUG22	9	2200	2200
TUE21	1	3300	3300
TOTAL			16700
coef: 0,8 por grado ELEVADO			13360

Tabla Nro.25

La demanda de Potencia máxima simultánea para determinar el grado de electrificación, será de 16.700 VA.

PROYECTO Nº3			
CIRCUITOS	BOCAS TOTALES	VALOR MÍNIMO DE POTENCIA MÁX. SIMULTANEA [VA]	VALOR TOTAL [VA]
IUG31	15	1 x 15 x 150	2250
IUG32	15	1 x 15 x 150	2250
IUG33	15	1 x 15 x 150	2250
IUG34	15	1 x 15 x 150	2250
TUG31	15	2200	2200
TUG32	15	2200	2200
TUE31	1	3300	3300
TOTAL			16700
coef: 0,7 por grado SUPERIOR			11690

Tabla Nro.26

La demanda de Potencia máxima simultánea para determinar el grado de electrificación, será de 16.700 VA.

Circuitos ACU y OCE (a partir de potencias en hp)

Para el cálculo y poder expresar las potencias de potencia activa en [hp] a potencia aparente en [VA], utilizamos una expresión que nos permite la conversión. Se consideran para estos casos, factor de potencia $\cos \varphi = 0,8$, y rendimiento $\mu = 0,9$.

Entonces utilizamos la fórmula, $S = U * I = \frac{P[hp]*746}{\mu * \cos \varphi}$ y obtenemos la siguiente tabla.

CIRCUITOS	PROYECTO	MAQUINA/ HERRAMIENTA	POTENCIA [hp]	POTENCIA APARENTE [VA]	Ib [A]	TENSION [V]
OCE11	1	LETRERO TOYOTA		250	1,13	220
ACU21	2	ELEVADOR 1	2	2072,22	3,14	380
ACU22	2	ELEVADOR 2	2	2072,22	3,14	380
ACU23	2	ELEVADOR 3	2	2072,22	3,14	380
ACU24	2	ELEVADOR 4	2	2072,22	3,14	380
ACU25	2	ELEVADOR 5	2	2072,22	3,14	380
ACU26	2	PORTÓN 1	1	1036,11	1,57	380
ACU27	2	PORTÓN 2	1	1036,11	1,57	380
ACU28	2	PORTÓN 3	1	1036,11	1,57	380
ACU29	2	PORTÓN 4	1	1036,11	1,57	380
OCE31	3	SOLDADORA	6,35	6579,3	10	380
ACU31	3	COMPRESOR	12	12433,33	18,89	380
ACU32	3	MOTOR ELEVADOR		2000	9,09	220
ACU33	3	AUGUJERADORA	0,33	345,37	0,52	380
ACU34	3	AMOLADORA DE PIE		1375	6,25	220
ACU35	3	ASPIRADORA	3	3108,33	4,72	380
ACU36	3	HIDROLAVADORA	4	4144,44	6,3	380
POTENCIA TOTAL				44741,31		
COEF. DE SIMULTANEIDAD: 0,7				31318,92		

Tabla Nro.27

$$\sum POTENCIAS = 11,375 \text{ kVA} + 13,36 \text{ kVA} + 11,69 \text{ kVA} + 31,31 \text{ kVA}$$

$$\sum POTENCIAS = 67,735 \text{ kVA}$$

Luego tendremos una carga total de potencia de 67,735 kVA.

Cálculo para selección de conductores

Selección de conductor para Circuito Seccional General (CSG)

$$L1 = 123,01 \text{ A}$$

$$L2 = 119,68 \text{ A}$$

$$L3 = 122,91 \text{ A}$$

Si utilizamos coeficiente de simultaneidad de 0,7 y tomamos L1, obtenemos una corriente de cálculo $I_b = 86,25 \text{ A}$.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = I_z$, donde debe cumplirse que $I_z \geq I_b$ y consideramos:
- Canalización en caño de PVC enterrado.
- $\delta = 1$, circuito individual.
- $\rho = 1$, tierra normal seca a 25°C .
- $I_{adm} = 163 \text{ A}$.

Obtenido de la reglamentación, $1 \times (3 \times 50 + 25) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, IRAM 2178 Aislación XLPE.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 163 \text{ A} * 1 * 1 = I_z$$

entonces, $I_z = 163 \text{ A}$, por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

- Consideraremos que $\Delta U \leq 1\%$ de U .

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{50-90^\circ\text{C}}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 60 \text{ m} = 0,06 \text{ km}$
- $R_{50-90^\circ\text{C}}$ = resistividad del conductor de 50 mm^2 y 90°C , entonces:

$$R_{50-90^\circ\text{C}} = R_{50-20^\circ\text{C}} * (1 + 0,000939 * (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})), \text{ y } R_{50-20^\circ\text{C}} = 0,357 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{entonces } R_{50-90^\circ\text{C}} = 0,380 \text{ } \Omega/\text{km}$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{50-90^\circ\text{C}}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{50-90^\circ\text{C}} = 3,41 \text{ V} < 3,8 \text{ V}, \text{ por lo que verifica la caída de tensión.}$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

Protección termomagnética:

- Tipo: Interruptor Tetrapolar Schneider CVS160B Easy Pact IEC609472
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (I_{cu}): 25 kA
- $112 \text{ A} < I_r < 160 \text{ A}$, $I_r = 125 \text{ A}$.
- $I_b < I_r < I_z \Rightarrow 86,1 \text{ A} < I_r < 163 \text{ A}$

Protección diferencial para contacto directo o indirecto:

- Tipo: Interruptor diferencial Schneider LV429213
- Tipo unidad de control: Interruptor diferencial
- I_n : 160 A
- $I_{\Delta n}$: 0,3 – 10 A
- $\Delta t = 0 - 40 \text{ ms}$

Selección de conductor para Circuito Seccional LS1

$$L1 = 70,64 \text{ A}$$

$$L2 = 66,89 \text{ A}$$

$$L3 = 74,73 \text{ A}$$

Si utilizamos coeficiente de simultaneidad de 0,7 y tomamos L3, obtenemos una corriente de cálculo $I_b = 52,31 \text{ A}$.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = I_z$, donde debe cumplirse que $I_z \geq I_b$ y consideramos:
- Canalización, conductor en bandeja.
- $\delta = 0,72$. Para 9 o más conductores en la misma bandeja.
- $\rho = 1$, temperatura ambiente en aire 40°C para XLPE.
- $I_{adm} = 116 \text{ A}$, , bandeja perf. para XLPE $1 \times (3 \times 25 + 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 116 \text{ A} * 1 * 0,72 = I_z$$

$$\text{luego, } I_z = 83,52 \text{ A,}$$

por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

- Consideraremos que $\Delta U \leq 1\%$ de U .

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{25-90^\circ C}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 35 \text{ m} = 0,035 \text{ km}$
- $R_{25-90^\circ C}$ = resistividad del conductor de 25 mm^2 y $90^\circ C$, entonces:

$$R_{25-90^\circ C} = R_{25-20^\circ C} * (1 + 0,000939 * (90^\circ C - 20^\circ C)), \text{ y } R_{25-20^\circ C} = 0,770 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{entonces } R_{25-90^\circ C} = 0,8206 \text{ } \Omega/\text{km}$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{25-90^\circ C}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{25-90^\circ C} = 2,6 \text{ V} < 3,8 \text{ V}, \text{ por lo que verifica la caída de tensión.}$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider iK60.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (I_{cn}): 6 kA, curva C.
- I_n : 63 A
- $I_b < I_n < I_z \Rightarrow 52,31 \text{ A} < I_n < 83,52 \text{ A}$ verifica.

Selección de conductor para Circuito Seccional LS2

$$L1 = 25,22 \text{ A}$$

$$L2 = 20,22 \text{ A}$$

$$L3 = 11,35 \text{ A}$$

Si utilizamos coeficiente de simultaneidad de 1 y tomamos $L1$, obtenemos una corriente de cálculo $I_b = 25,22 \text{ A}$.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = I_z$, donde debe cumplirse que $I_z \geq I_b$ y consideramos:
 - Canalización, conductor en caño embutido en mampostería.
 - $\delta = 1$. Circuito individual.
 - $\rho = 1$. Temperatura de $40^\circ C$ para PVC.
 - $I_{adm} = 59 \text{ A}$, para PVC $3 \times (1 \times 16) + 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 59 A * 1 * 1 = I_z$$

luego, $I_z = 59 A$, por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

- Consideraremos que $\Delta U \leq 1\%$ de U .

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{16-70^\circ C}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 50 m = 0,05 km$
- $R_{16-70^\circ C}$ = resistividad del conductor de $16 mm^2$ y $70^\circ C$, entonces:

$$R_{16-70^\circ C} = R_{16-20^\circ C} * (1 + 0,000939 * (70^\circ C - 20^\circ C)), \text{ y } R_{16-20^\circ C} = 1,16 \Omega/km$$

$$\text{entonces } R_{16-70^\circ C} = 1,2144 \Omega/km$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{16-70^\circ C}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{16-70^\circ C} = 2,65 V < 3,8 V, \text{ por lo que verifica la caída de tensión.}$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider iK60.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (I_{cn}): 6 kA, curva C.
- I_n : 32 A
- $I_b < I_n < I_z \Rightarrow 25,22 A < I_n < 59 A$
- Interruptor diferencial Schneider iLD K.
- $I_n = 4x40 A$ $I_{\Delta n} = 30mA$.

Selección de conductor para Circuito Seccional LS11

$$L1 = 10,22 A$$

$$L2 = 10 A$$

$$L3 = 15 A$$

Si utilizamos coeficiente de simultaneidad de 1 y tomamos L3, obtenemos una corriente de cálculo $I_b = 15 A$.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = I_z$, donde debe cumplirse que $I_z \geq I_b$ y consideramos:
- Canalización, conductor en caño embutido en mampostería.
- $\delta = 1$. Circuito individual.
- $\rho = 1$. Temperatura de 40°C para PVC.
- $I_{adm} = 25$, para PVC $3 \times (1 \times 4) + 4 \text{ mm}^2 \text{Cu}$.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 25 \text{ A} * 1 * 1 = I_z$$

$$\text{luego, } I_z = 25 \text{ A,}$$

por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

Consideraremos que $\Delta U \leq 1\%$ de U .

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{4-70^\circ\text{C}}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 30 \text{ m} = 0,03 \text{ km}$
- $R_{4-70^\circ\text{C}}$ = resistividad del conductor de 4 mm^2 y 70°C , entonces:

$$R_{4-70^\circ\text{C}} = R_{4-20^\circ\text{C}} * (1 + 0,000939 * (70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})), \text{ y } R_{4-20^\circ\text{C}} = 4,55 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{entonces } R_{4-70^\circ\text{C}} = 4,76 \text{ } \Omega/\text{km}$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{4-70^\circ\text{C}}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{4-70^\circ\text{C}} = 3,71 \text{ V} < 3,8 \text{ V, por lo que verifica la caída de tensión.}$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider Domae.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (I_{cn}): 3 kA, curva C.
- I_n : 20 A
- $I_b < I_n < I_z \Rightarrow 15 \text{ A} < I_n < 25 \text{ A}$
- Interruptor diferencial Schneider iLD K.
- $I_n = 4 \times 25 \text{ A}$ $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$.

Selección de conductor para Circuito Seccional LS12

L1= 21,01 A

L2= 21,23 A

L3= 11,01 A

Si utilizamos coeficiente de simultaneidad de 1 y tomamos L2, obtenemos una corriente de cálculo $I_b = 21,23$ A.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = I_z$, donde debe cumplirse que $I_z \geq I_b$ y consideramos:
- Canalización, conductor en bandeja.
- $\delta = 0,72$. Para 9 o más conductores en la misma bandeja.
- $\rho = 1$, temperatura ambiente en aire 40°C para XLPE.
- $I_{adm} = 68$ A, bandeja perf. para XLPE $1 \times (3 \times 10/10 + PE(10)) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 68 \text{ A} * 1 * 0,72 = I_z$$

$$\text{luego, } I_z = 48,96 \text{ A,}$$

por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

- Consideraremos que $\Delta U \leq 1\%$ de U .

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{10-90^\circ\text{C}}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 50 \text{ m} = 0,05 \text{ km}$
- $R_{10-90^\circ\text{C}}$ = resistividad del conductor de 10 mm^2 y 90°C , entonces:

$$R_{10-90^\circ\text{C}} = R_{10-20^\circ\text{C}} * (1 + 0,000939 * (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})), \text{ y } R_{10-20^\circ\text{C}} = 1,9 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{entonces } R_{10-90^\circ\text{C}} = 2,024 \text{ } \Omega/\text{km}$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{10-90^\circ\text{C}}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{10-90^\circ\text{C}} = 3,72 \text{ V} < 3,8 \text{ V, por lo que verifica la caída de tensión.}$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider Domae.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (I_{cn}): 3 kA, curva C.
- I_n : 32 A
- $I_b < I_n < I_z \Rightarrow 21,23 \text{ A} < I_n < 48,96 \text{ A}$ verifica.
- Tipo: Interruptor diferencial Schneider iLD K.
- $I_n = 4 \times 40 \text{ A}$ $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$.

Selección de conductor para Circuito Seccional LS21

$L1 = 15 \text{ A}$

$L2 = 10,22 \text{ A}$

$L3 = 11,35 \text{ A}$

Si utilizamos coeficiente de simultaneidad de 1 y tomamos L1, obtenemos una corriente de cálculo $I_b = 15 \text{ A}$.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = I_z$, donde debe cumplirse que $I_z \geq I_b$ y consideramos:
- Canalización, conductor en caño embutido en mampostería.
- $\delta = 1$. Circuito individual.
- $\rho = 1$. Temperatura de 40°C para PVC.
- $I_{adm} = 32 \text{ A}$, para PVC $3 \times (1 \times 6) + 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 32 \text{ A} * 1 * 1 = I_z$$

luego, $I_z = 32 \text{ A}$, por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

Consideraremos que $\Delta U \leq 1\%$ de U .

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{6-70^\circ\text{C}}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 45 \text{ m} = 0,045 \text{ km}$
- $R_{6-70^\circ\text{C}}$ = resistividad del conductor de 6 mm^2 y 70°C , entonces:

$$R_{6-70^{\circ}C} = R_{6-20^{\circ}C} * (1 + 0,000939 * (70^{\circ}C - 20^{\circ}C)), y R_{6-20^{\circ}C} = 2,97 \Omega/km$$

$$entonces R_{6-70^{\circ}C} = 3,109 \Omega/km$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * Ib * L * R_{6-70^{\circ}C}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * Ib * L * R_{6-70^{\circ}C} = 3,63 V < 3,8 V, por lo que verifica la caída de tensión.$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

En TS2,

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider Domae.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (Icn): 3 kA , curva C.
- In: 25 A
- $Ib < In < Iz \Rightarrow 15 A < In < 32 A$

En TS21,

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider Domae.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (Icn): 3 kA , curva C.
- In: 20 A
- $Ib < In < Iz \Rightarrow 15 A < In < 32 A$

Selección de conductor para Circuito Terminal para Compresor

$Ib = 18,89 A$.

Verificación por corrientes admisibles:

- Si utilizamos, $I_{adm} * \rho * \delta = Iz$, donde debe cumplirse que $Iz \geq Ib$ y consideramos:
- Canalización, conductor en bandeja.
- $\delta = 0,72$. Para 9 o más conductores en la misma bandeja.
- $\rho = 1$, temperatura ambiente en aire $40^{\circ}C$ para XLPE.
- $I_{adm} = 49 A$, metodo E, bandeja perf. para XLPE $1x(3x 6 + 6 + PE)mm^2 Cu$.

Entonces:

$$I_{adm} * \rho * \delta = 49 A * 1 * 0,72 = Iz$$

luego, $I_z = 35,28 \text{ A}$,
por lo que verificamos por corriente admisible del cond, $I_z \geq I_b$

Verificación por caída de tensión:

- Consideraremos que $\Delta U_{\text{total}} \leq 5\%$ de U . Por lo tanto tenemos:

$$\Delta U_{\text{total}} = \Delta U_{\text{CSG}} + \Delta U_{\text{LS1}} + \Delta U_{\text{ACU31}}(\text{compresor}) \leq 5\% \text{ de } U.$$

Entonces, con $\Delta U_{\text{CSG}} = 3,41 \text{ V}$, $\Delta U_{\text{LS1}} = 2,6 \text{ V}$, $\Delta U_{\text{ACU31}} \leq 12,99 \text{ V}$.

Utilizaremos la expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{6-90^\circ\text{C}}$, donde:

- L = longitud del tramo calculado, para éste caso $L = 34 \text{ m} = 0,034 \text{ km}$
- $R_{6-90^\circ\text{C}}$ = resistividad del conductor de 6 mm^2 y 90°C , entonces:

$$R_{6-90^\circ\text{C}} = R_{6-20^\circ\text{C}} * (1 + 0,000939 * (90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})), \text{ y } R_{6-20^\circ\text{C}} = 2,97 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{entonces } R_{6-90^\circ\text{C}} = 3,16 \text{ } \Omega/\text{km}$$

- Luego, y utilizando la primera expresión $\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{6-90^\circ\text{C}}$ finalizamos con:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_b * L * R_{6-90^\circ\text{C}} = 3,52 \text{ V} < 12,99 \text{ V}, \text{ por lo que verifica la caída de tensión.}$$

Verificación y selección de instrumento de protección:

- Tipo: Interruptor Termomagnético Tetrapolar Schneider Domae.
- Tipo unidad de control: Termomagnético
- Poder de corte (I_{cn}): 3 kA , curva C.
- I_n : 32 A
- $I_b < I_n < I_z \Rightarrow 18,89 \text{ A} < I_n < 35,28 \text{ A}$

Cálculo de caños y bandejas

DE TP A TSG, (reglamentación Tabla 771.12.IX):

Circuitos que conduce: CSG.

Seleccionamos: Caño de acero Semipesado RS51 de 1662 mm^2 .

DE TSG A TS2, (reglamentación Tabla 771.12.IX):

Circuitos que conduce: LS2, TUE21, TUG22, IUG24, IUG22, IUG12, TUG12.

Seleccionamos: Caño de acero Semipesado RS51 de 1662 mm^2

DE TS2 A TS21, (reglamentación Tabla 771.12.IX):

Circuitos que conduce: LS21, IUG31, TUG31.

Seleccionamos: Caño de acero Semipesado RS51 de 1662 mm^2

DE TS1 A TS11, (reglamentación Tabla 771.12.IX):

Circuitos que conduce: LS11.

Seleccionamos: Caño de acero Liviano RS32 de 616 mm^2 .

TERMINALES, (reglamentación Tabla 771.12.IX):

Seleccionamos: Caño de acero Liviano RS32 de 616 mm^2 .

BANDEJA TALLER (selecc. según Manual de Usuario Bandejas Samet)

Circuitos que conduce: LS1, ACU21 hasta ACU29, IUG22, TUG22, IUG23, IUG24.

Seleccionamos bandeja de chapa galvanizada TIPO PERFORADA TRP-300, ala 50mm.

BANDEJA SALAS (selecc. según Manual de Usuario Bandejas Samet)

Circuitos que conduce: LS12, OCE31, ACU31 hasta ACU34, IUG32, TUG32.

Seleccionamos bandeja de chapa galvanizada TIPO PERFORADA TRP-150, ala 50mm.

Análisis de costos

Se selecciona un tablero, en éste caso tomamos el de mayor dimensión: Tablero Seccional Gral.

OBRA: BHASSA, CONCESIONARIO OFICIAL TOYOTA					
PROYECTO: DISEÑO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
SECCION: TABLERO SECCIONAL GENERAL					
Elemento	Tipo	Cantidad	Marca	Costo parcial (x unidad)	Costo total por elemento (iva incluido)
Tablero	caja Kaedra de 72 módulos ref: 13987	1	Genrod	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
	caja Kaedra de 12 módulos ref: 13979	1	Genrod	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Interruptor diferencial	tetrapolar 4x100A	2	Schneider	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Interruptor termomagnético	tetrapolar 4x100A	1	Schneider	\$ 11.000,00	\$ 11.000,00
Interruptor termomagnético	tetrapolar 4x63A	1	Schneider	\$ 7.041,00	\$ 7.041,00
Interruptor termomagnético	tetrapolar 4x32A	1	Schneider	\$ 3.639,00	\$ 3.639,00
Interruptor termomagnético	tetrapolar 4x25A	5	Schneider	\$ 3.013,00	\$ 15.065,00
Interruptor termomagnético	tetrapolar 4x20A	4	Schneider	\$ 3.133,00	\$ 12.532,00
Interruptor termomagnético	bipolar 2x25A	1	Schneider	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Interruptor termomagnético	bipolar 2x20A	1	Schneider	\$ 1.113,00	\$ 1.113,00
Interruptor termomagnético	bipolar 2x16A	2	Schneider	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
Interruptor termomagnético	bipolar 2x10A	4	Schneider	\$ 850,00	\$ 3.400,00
Borneras en gral.	tetrapolar 4x100A	2	Schneider	\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
Mano de obra	Instalación	1		\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
				TOTAL	\$ 174.490,00

Tabla Nro.2

Conclusión

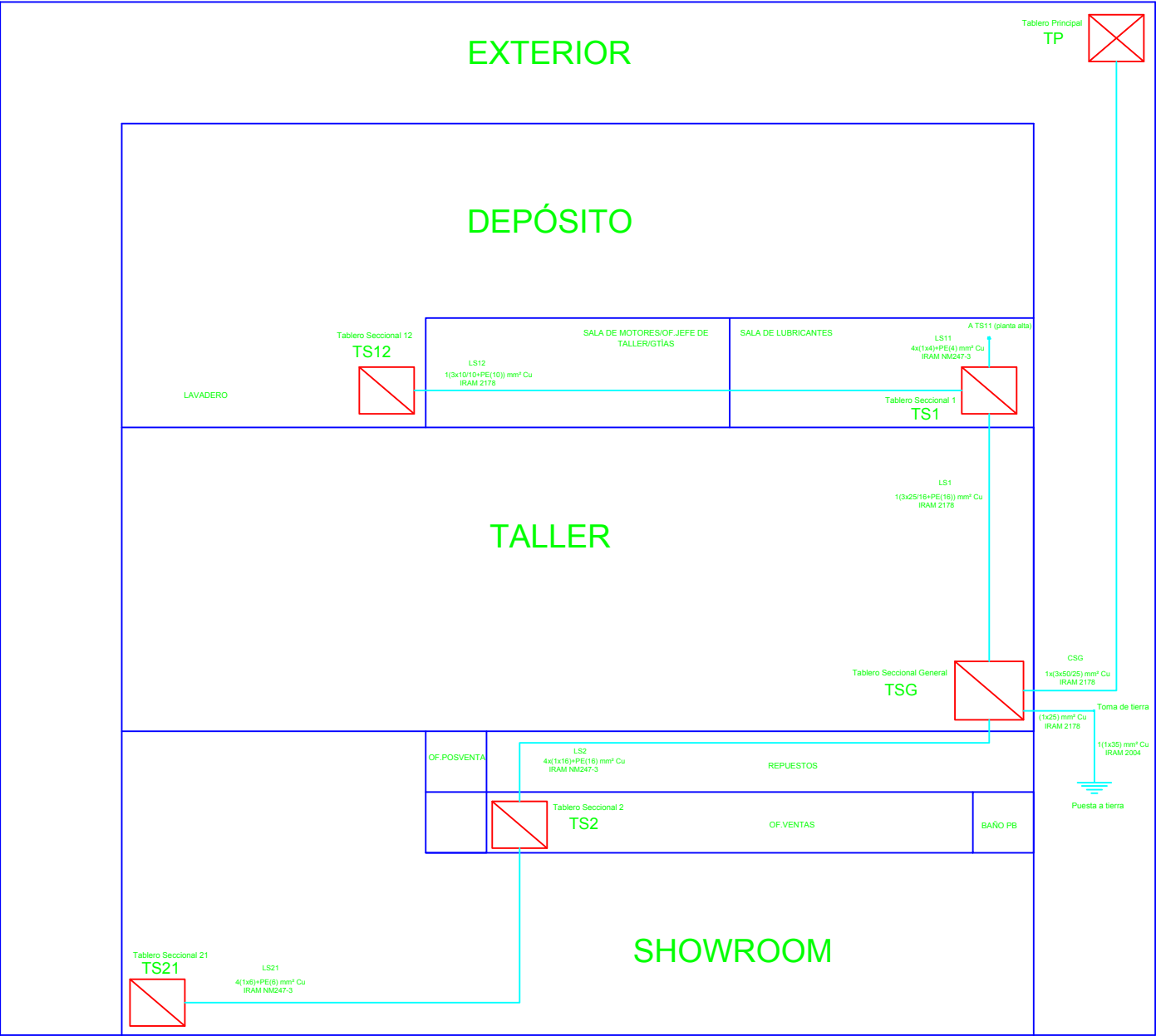
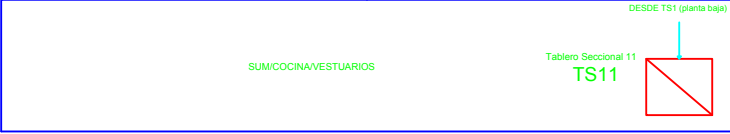
Esta práctica profesional, me permitió adquirir conocimientos teóricos y prácticos para desenvolverme a futuro en el ámbito laboral. Pude obtener conclusiones y atravesar dificultades a lo largo de la misma, las cuales me dotaron de conceptos y experiencias. Además, me permitió experimentar dificultades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

Pude labrar el diseño buscado, interactuando entre las necesidades y los costos a invertir, tratando de hacer de éste un proyecto eficiente, con el mayor índice posible de instrumentos e instalaciones, pero con el menor empleo de recursos.


No sólo se diseñaron instalaciones para la inauguración de una planta, sino se consideraron futuras ampliaciones, lo cual resultará valioso en un futuro.

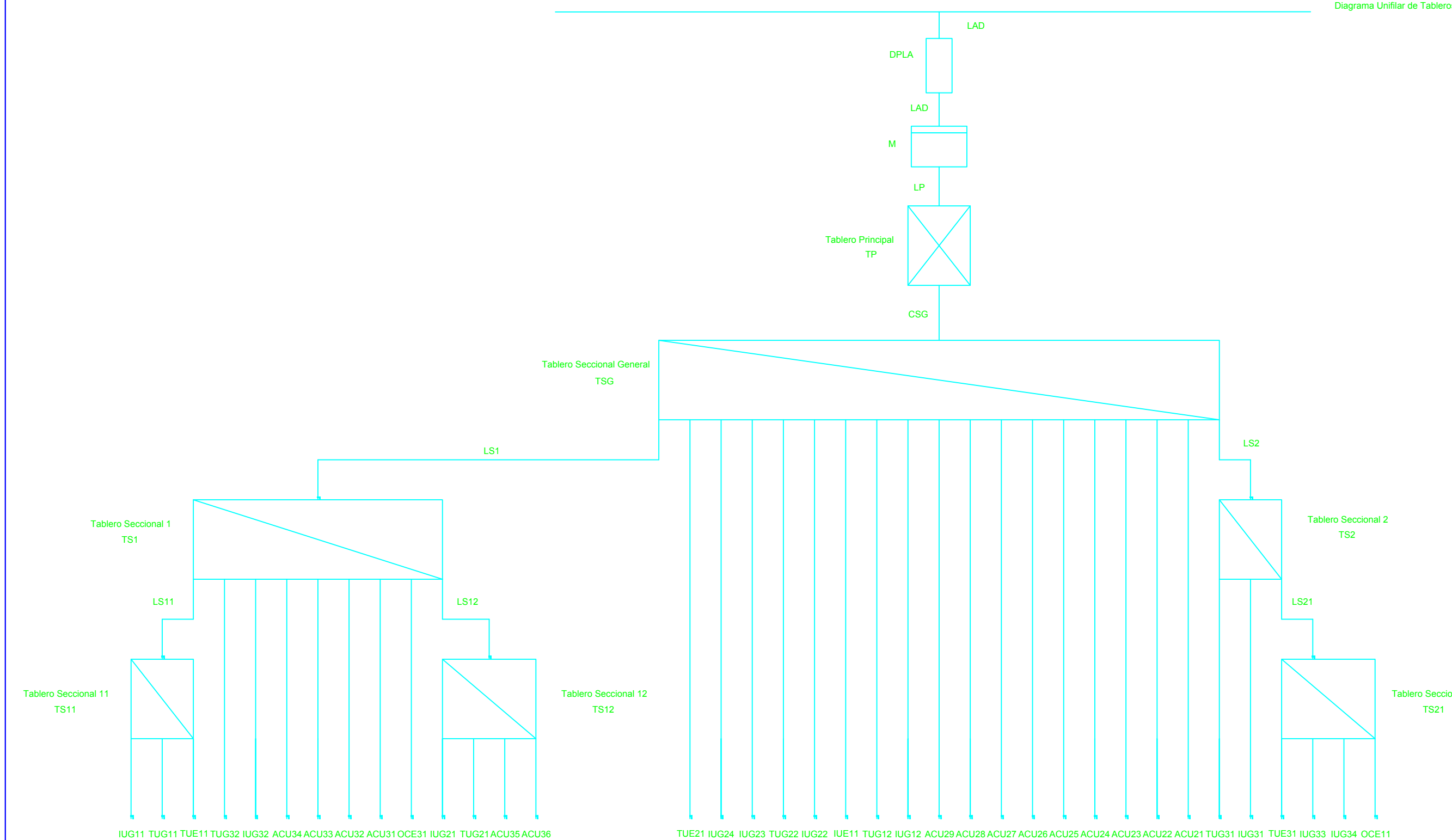
Finalmente, a lo largo de la ejecución del proyecto, se tuvieron en cuenta los lineamientos de la filosofía Toyota, tratándose de una multinacional que le otorga principal importancia a la imagen, orden y optimización de tiempos de ejecución para cada proceso.

PLANTA ALTA



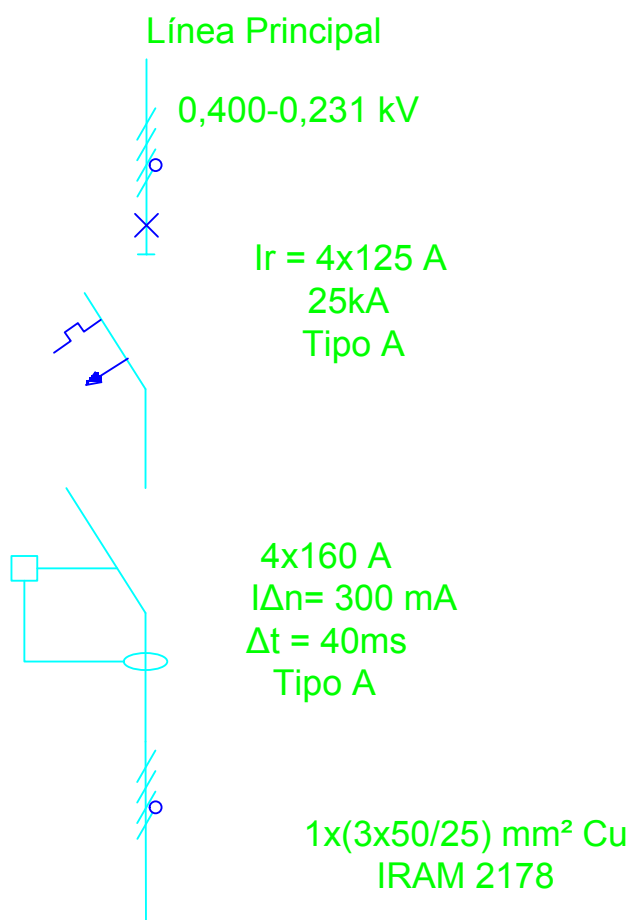
RUTA NACIONAL NRO.5

BHASSA Concesionario Oficial Toyota			CRISTIAN BENVENUTO
Obra N°	Fecha	Usuario: BHASSA	
01	25/2/20	Denominación: DIAGRAMA – GENERAL	
Plano	Dibujó		
PLANON°1	CB		
Escola	Aprobó	Archivo: PLANON°1.PDF	
S/E	DM		



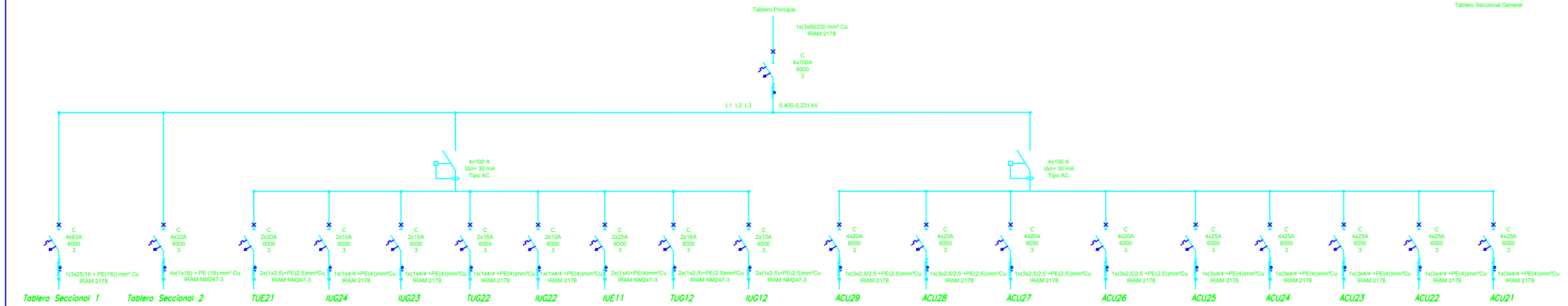
BHASSA Concesionario Oficial Toyota			CRISTIAN BENVENUTO
Obra N°	Fecha	Usuario: BHASSA	
01	25/2/20	Denominación: DIAGRAMA – UNIFILAR – TABLEROS	
Plano	Dibujó		
PLANON°2	CB		
Escola	Aprobó	Archivo: PLANON°2.PDF	
S/E	DM		

Tablero Principal



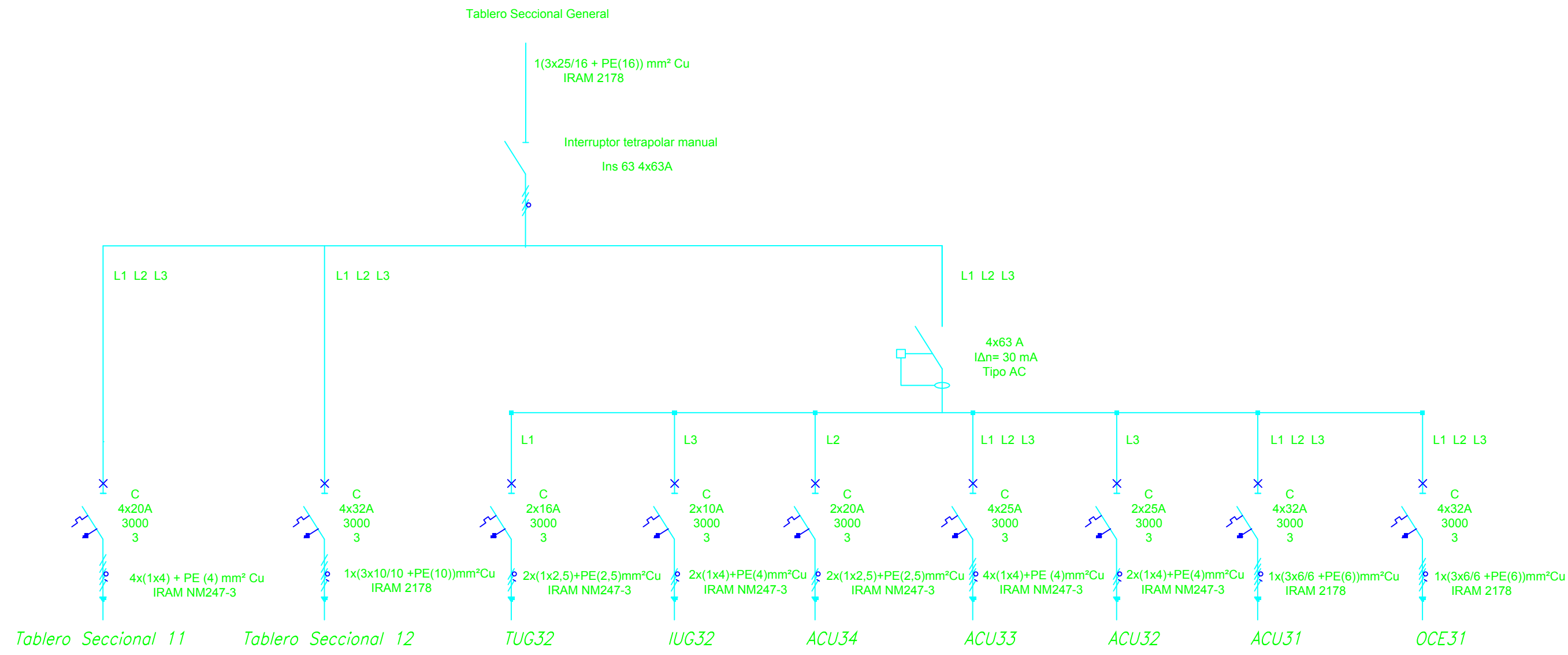
Tablero Seccional General


<p>BHASSA</p> <p>Concesionario Oficial Toyota</p>		 <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Universidad Nacional de La Pampa</p>	<p>CRISTIAN BENVENUTO</p>
Obra N°	Fecha	Usuario:	
01	25/2/20	BHASSA	
Plano	Dibujó	Denominación:	
PLANON°3	CB	TABLERO-PRINCIPAL	
Escola	Aprobó		
S/E	DM	Archivo:	PLANON°3.PDF

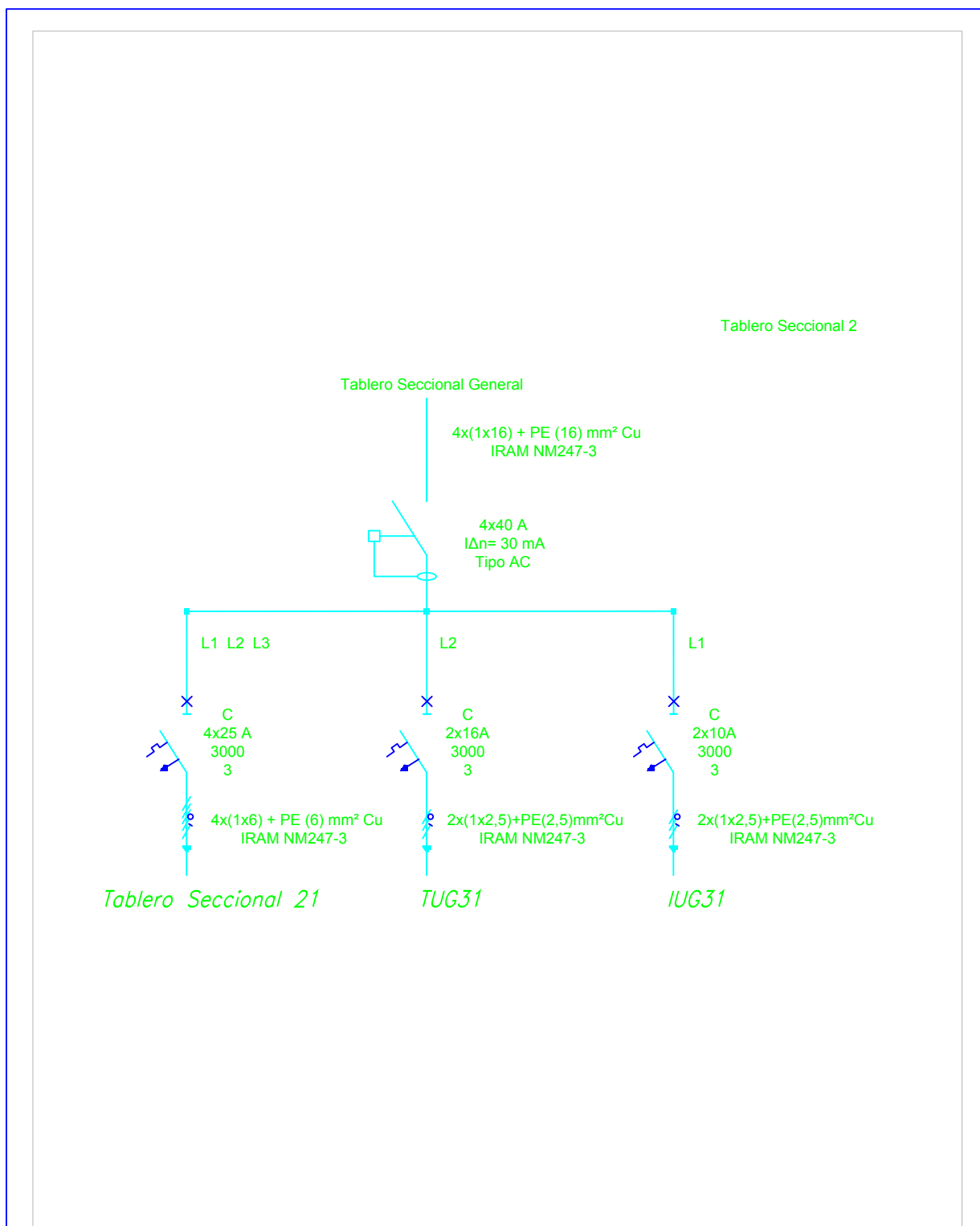


BHASSA Concesionario Oficial Toyota		 FACULTAD DE INGENIERÍA Universidad Nacional de La Pampa	CRISTIAN BENVENUTO
Obra N°	Fecha	Usuario: BHASSA	
01	25/2/20	Denominación: TABLERO-SECCIONAL-GENERAL	
Plano	Dibujó		
PLANON°4	CB		
Escala	Aprobó	Archivo: PLANON°4.PDF	
S/E	DM		

Tablero Seccional 1

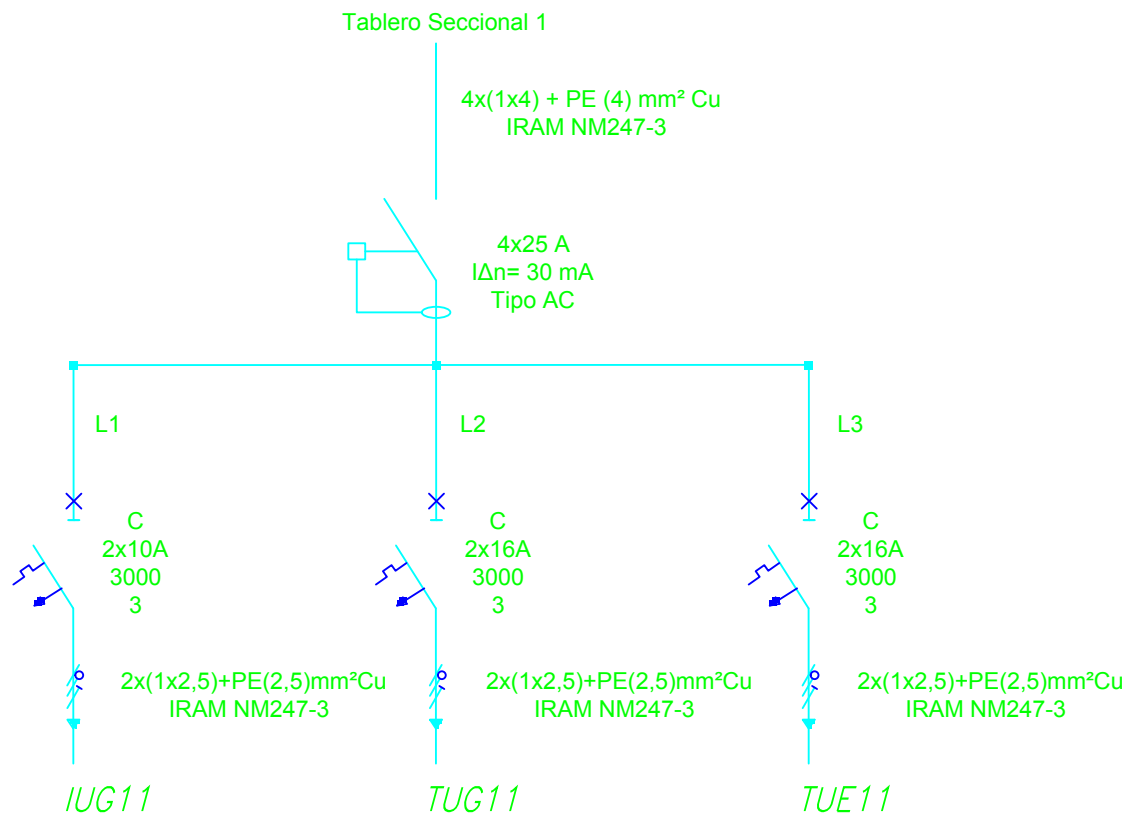


BHASSA Concesionario Oficial Toyota			CRISTIAN BENVENUTO
Obra N°	Fecha	Usuario: BHASSA	
01	25/2/20	Denominación: TABLERO-SECCIONAL-1	
Plano	Dibujó		
PLANON°5	CB		
Escola	Aprobó	Archivo: PLANON°5.PDF	
S/E	DM		



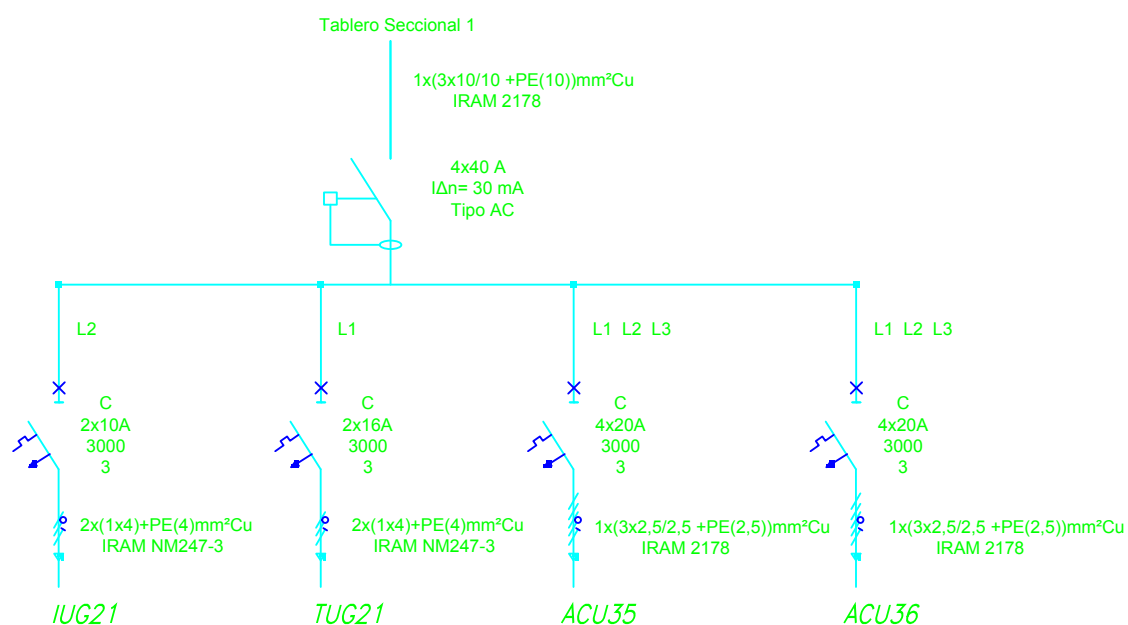
BHASSA Concesionario Oficial Toyota		 FACULTAD DE INGENIERÍA Universidad Nacional de La Pampa	CRISTIAN BENVENUTO
Obra N°	Fecha	Usuario:	
01	25/2/20	BHASSA	
Plano	Dibujó	Denominación:	
PLANON°6	CB	TABLERO-SECCIONAL-2	
Escola	Aprobó		
S/E	DM	Archivo:	PLANON°6.PDF

Tablero Seccional 11



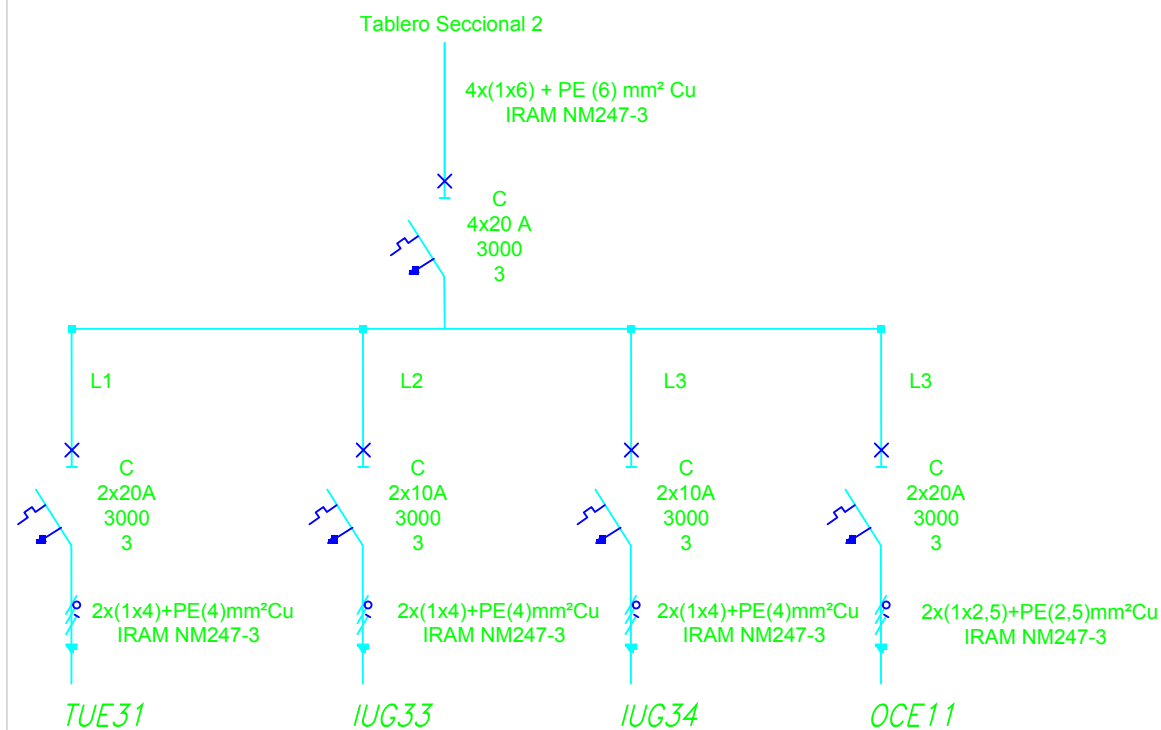
<p>BHASSA</p> <p>Concesionario Oficial Toyota</p>		 <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Universidad Nacional de La Pampa</p>	<p>CRISTIAN BENVENUTO</p>
Obra N°	Fecha	Usurio:	
01	25/2/20	BHASSA	
Plano	Dibujó	Denominación:	
PLANON°7	CB	TABLERO-SECCIONAL-11	
Escola	Aprobó		
S/E	DM	Archivo: PLANON°7.PDF	

Tablero Seccional 12

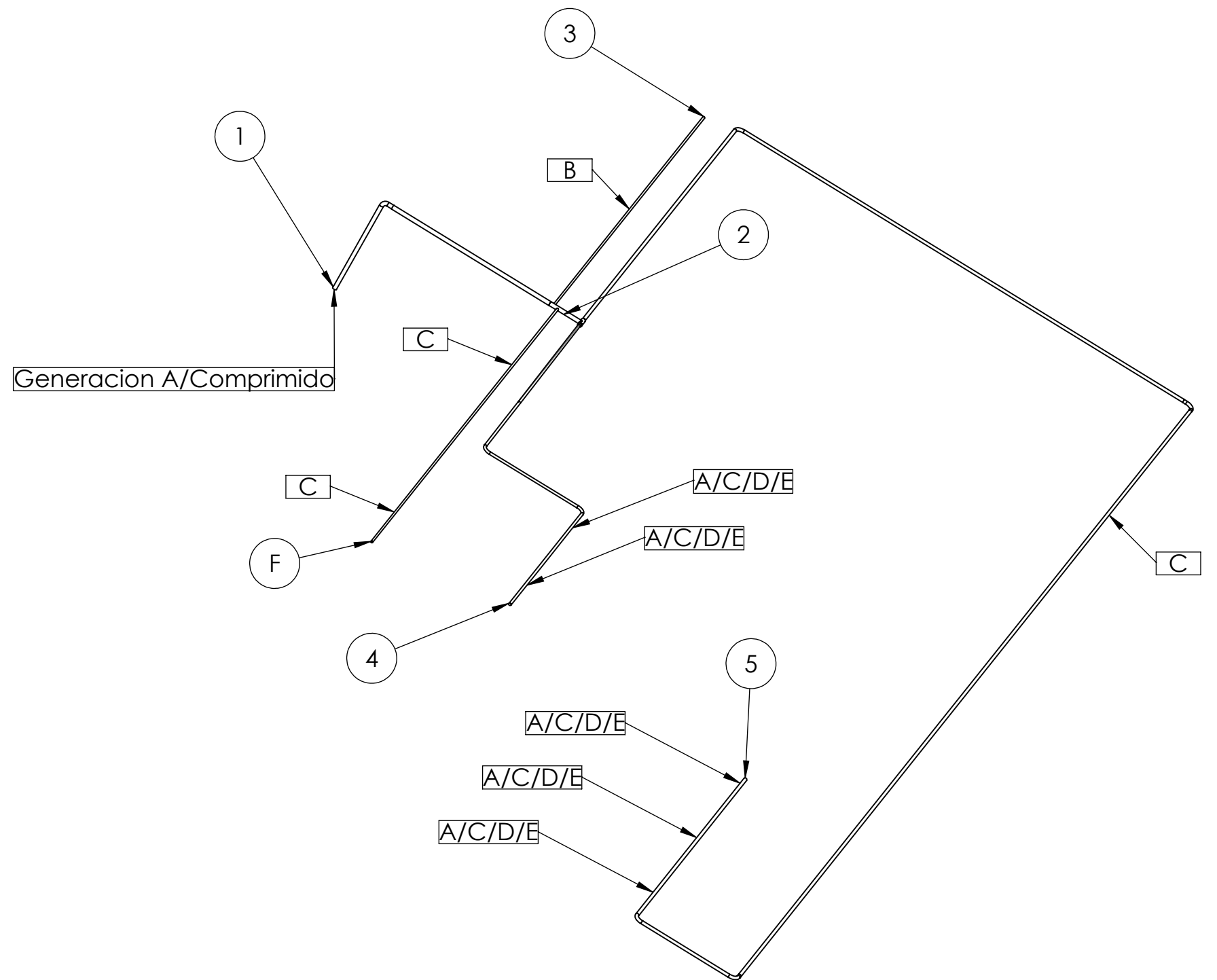


<p>BHASSA</p> <p>Concesionario Oficial Toyota</p>		 <p>FAULTAD DE INGENIERIA Universidad Nacional de La Pampa</p>	<p>CRISTIAN BENVENUTO</p>
Obra N°	Fecha	Usurio:	
01	25/2/20	BHASSA	
Plano	Dibujó	Denominación:	
PLANON°8	CB	TABLERO-SECCIONAL-12	
Escola	Aprobó		
S/E	DM	Archivo: PLANON°8.PDF	

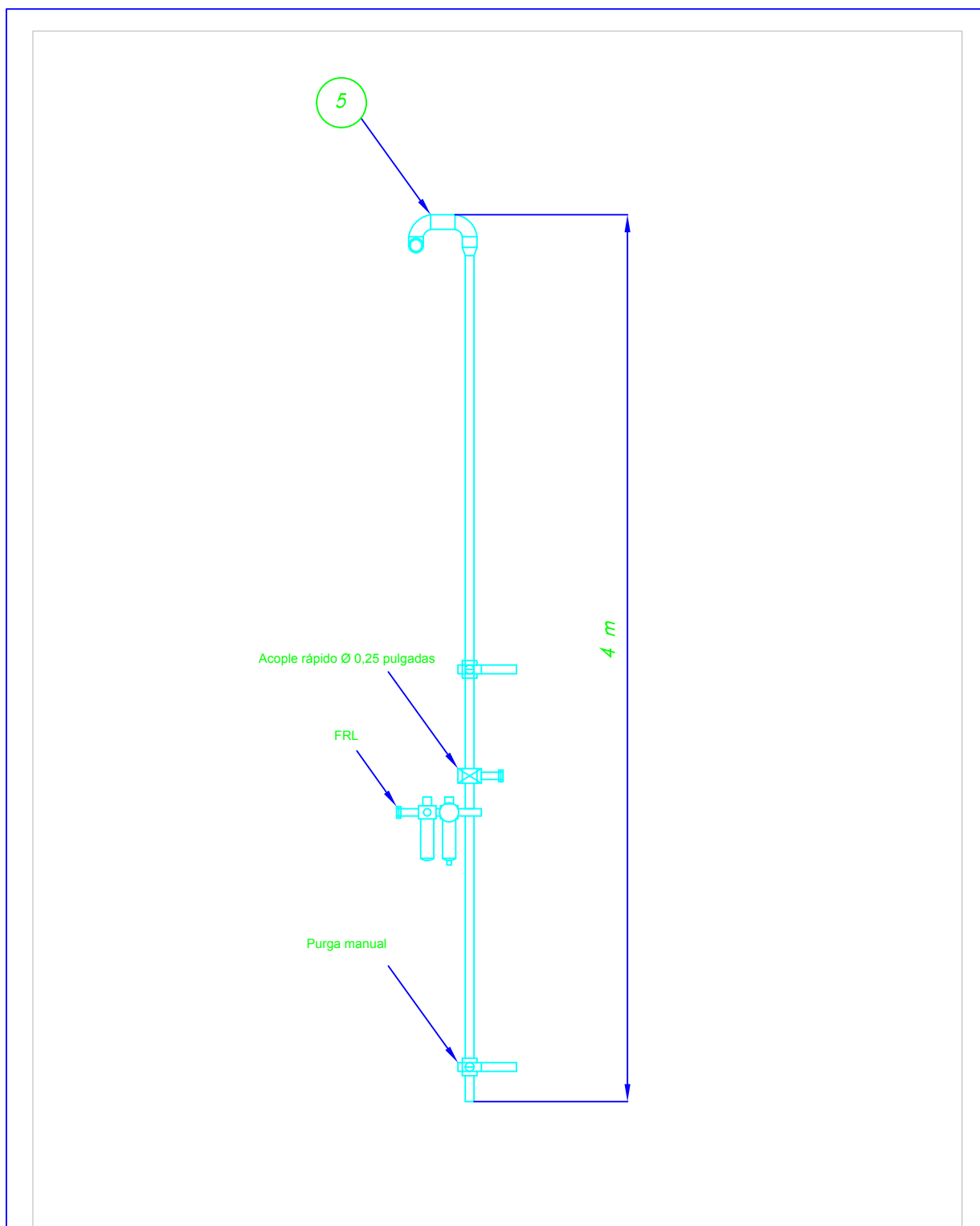
Tablero Seccional 21



<p>BHASSA</p> <p>Concesionario Oficial Toyota</p>		 <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Universidad Nacional de La Pampa</p>	<p>CRISTIAN BENVENUTO</p>
Obra N°	Fecha	Usuario:	
01	25/2/20	BHASSA	
Plano	Dibujó	Denominación:	
PLANON°9	CB	TABLERO-SECCIONAL-21	
Escola	Aprobó		
S/E	DM	Archivo:	PLANON°9.PDF



BHASSA Concesionario Oficial Toyota		Facultad de Ingeniería UNLPam	Cristian Benvenuto
Obra N°	Fecha	Usuario: BHASSA	
01	25/2/20		
Plano	Dibujó	Denominación: DISTRIBUCIÓN CAÑERÍAS A/COMPRIMIDO	
PLANO N° 10	CB		
Escala	Aprobó		
S/E	DM	Archivo: PLANO N°10.PDF	



BHASSA Concesionario Oficial Toyota		 FACULTAD DE INGENIERÍA Universidad Nacional de La Pampa	CRISTIAN BENVENUTO
Obra N°	Fecha	Usuario:	
01	25/2/20	BHASSA	
Plano	Dibujó	Denominación:	
PLANON°11	CB	CAÑERIA – SERVICIO – (C,D,E)	
Escola	Aprobó		
S/E	DM	Archivo:	PLANON°11.PDF